MIHAI D. CRISTEA

Colaborator – Danela Murariu

Resursele genetice vegetale

- Patrimoniul întregii lumi -

Edit. PIM

Iași, 2020

Plant Genetic Resources

-The wealth of the Whole World-

Author:
Mihai D. Cristea – senior researcher, member of
Academy of Agricultural Forestry Sciences, Bucharest

Copertă spate – *Calendula officinalis* (Foto Diana Batîr Rusu)

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE …… 13
CAPITOLUL 1. INTRODUCERE ……..……... 16
1.1.Volumul de resurse genetice vegetale conservate în Băncile de Gene de pe Mapamond ……. 17
1.2.Conservarea „ex situ" a resurselor genetice vegetale la Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava ……... 19
1.2.1. Conservarea prin semințe …….. 20
1.2.2. Conservarea „in vitro" a resurselor genetice vegetale …….. 21
1.2.3. Conservarea în câmp a resurselor genetice vegetale ……. 21
CAPITOLUL 2. BANCA DE RESURSE GENETICE VEGETALE DIN SUCEAVA SE VA NUMI „MIHAI CRISTEA" 23
2.1.Banca de Gene preia patrimoniul existent …… 24
2.2. Principalele activități …….. 24
2.3. Finanțare 26
2.4. Stafful Băncii ……. 26
2.5. Inițiatorul Băncii de Gene …….. 27
2.6. Istoric pe scurt …….. 29
CAPITOLUL 3. ROLUL ȘI IMPORTANȚA RESURSELOR GENETICE VEGETALE ÎN ASIGURAREA SECURITĂȚII ALIMENTARE …… 30
3.1. Introducerea plantelor …… 30
3.1.1. Introducerea plantelor în Statele Unite ale Americii …… 31
3.1.2. „Centrele de origine" și/sau „centrele de diversitate" a plantelor cultivate, sursă importantă pentru activitatea de „introducere" …….. 33
3.1.3. Riscurile potențiale în procesul „introducerii" ……. 34
3.1.4. Introducerea plantelor în România …….. 35
3.2. Centrele de origine și centrele de diversitate trebuie cunoscute …… 39
3.2.1. Centrele de origine a plantelor cultivate …….. 40
3.2.2. Factorii de influență ai diversității genetice ……. 41
3.2.3. Hibridarea introgresivă …… 41
3.2.4. Conceptul de origine difuză ……. 42
3.3. Resursele genetice vegetale și securitatea alimentară …… 43
3.3.1. Situaţia mondială a malnutriţiei …….. 44
3.3.2. Sarcinile agriculturii în luptă cu malnutriția …… 45
3.3.3. Utilizarea durabilă a resurselor genetice sălbatice şi cultivate în ameliorarea plantelor …….. 47
3.4. Germoplasma naturală, sursă importantă de gene valoroase …… 52

3.4.1. Câteva exemple de cutlivare ameliorate a căror valoare în dolari a crescut, prin infuzia de germoplasmă exotică ……. 54
3.5. Germoplasma, materia vieții …… 55
3.5.1. Plasma germinativă …….. 56
3.5.2. Observații critice …….. 57
3.5.3. Din ce este alcătuită? …… 58
3.5.4. Arheologi de gene ……. 59
3.6. Colecțiile mondiale de resurse genetice vegetale ale principalelor culturi agricole conservate în băncile de gene …… 60
3.6.1. Cereale …….. 61
3.6.2. Colecțiile mondiale de resurse genetice la plantele tuberculifere și rădăcinoase …….. 65
3.7. Asigurarea securității alimentare, pentru o lume în continuă creștere .. 66
CAPITOLUL 4. CONSERVAREA RESURSELOR GENETICE VEGETALE …….. 77
4.1. Conservarea diversității genetice "in situ"…… 77
4.1.1. Rezervațiile naturale…….. 78
4.1.2. Rezervele biosferei …… 81
4.1.3. Conservarea naturală și conservarea genetică …….. 83
4.1.4. Punctele "fierbinți" de pe Terra …… 83
4.2. Conservarea genetică a plantelor purtătoare de gene valoroase …….. 85
4.2.1. Factorii de mediu implicaţi în conservarea genetică a seminţelor …… 86
4.2.2. Integritatea genetică şi factorii de influenţă ……. 88
4.3. Conservarea genetică a plantelor …… 90
4.3.1. Factorii de mediu și viabilitatea semințelor…… 92
4.3.2. Integritatea genetică și condițiile de conservare a semințelor …… 92
4.3.3. Conservarea semințelor pe termen mediu și lung …… 93
4.3.4. Conservarea strategică a semințelor …… 94
4.3.5. Conservarea genetică a plantelor în România. Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava …… 96
4.3.6. Securizarea resurselor genetice vegetale, falsificarea și pirateria genelor …… 98
CAPITOLUL 5. SURSE DE MATERII PRIME DE ORIGINE VEGETALĂ …… 101
5.1. Descoperirea de noi surse de materii prime de proveniență vegetală … 101
5.1.1.Resurse genetice vegetale noi, bogate în proteine ……. 102
5.1.2. Resurse genetice vegetale noi, bogate în aminoacizi …….. 102
5.1.3. Resurse vegetale noi, bogate în ulei și acizi grași …… 103
5.1.4. Resurse vegetale noi, bogate în fibre celulare ……. 104

5.1.5. Câteva considerente de perspectivă în evaluarea substanțelor utile din plante …… 105
CAPITOLUL 6. RUDELE SĂLBATICE ALE PLANTELOR DE CULTURĂ …… 107
6.1. Rudele sălbatice ale plantelor de cultură, reprezintă cele mai valoroase surse de gene în ameliorarea modernă a plantelor ……. 107
CAPITOLUL 7. INDIA – CENTRUL DE MEGA-BIODIVERSITATE A LUMII …… 114
7.1. India –un exemplu de interes și preocupare pentru promovarea resurselor genetice vegetale cu deosebire a rudelor sălbatice a plantelor cultivate …….. 114
7.1.1. Bogăția și diversitatea genetică a plantelor în India …….. 114
7.1.2. Megacentre de diversitate genetică în India …… 115
7.1.3. Rudele sălbatice în atenția cercetătorilor indieni ……. 116
7.1.4. Hibridarea îndepărtată, pentru realizarea recombinărilor dorite ……. 118
7.1.5. Realizări importante în procesul de introgresie a genelor sălbatice …. 119
7.1.6. Slaba reprezentare a speciilor sălbatice, rude ale plantelor cultivate în colecțiile de germoplasmă în India ……. 120
CAPITOLUL 8. BIOTEHNOLOGIA, BIODIVERSITATEA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI ……... 122
8.1. Simbioza între biotehnologie și biodiversitate …… 122
8.1.1. Două fațete contradictorii …… 123
8.1.2. Eroziunea biodiversităţii ……. 125
8.1.3. De la înlocuire la pierdere …… 126
8.1.4. Rolul informatizării …….. 127
8.2. Diversitate și uniformitate …….. 128
8.2.1. Care sunt persoanele interesate? ……. 129
8.2.2. Genetică și agricultură ……. 129
8.2.3. Unde poate duce uniformitatea? …….. 131
8.2.4. Alte cazuri relevante …… 132
8.2.5. Drama britanică …… 133
8.3. Biotehnologia și dimensiunea umană …….. 134
8.3.1. Arta amelioratorului …….. 135
8.3.2. Aplicarea ştiinţelor, o necesitate ……. 136
8.3.3. Totalitatea factorilor, decisivă …….. 137
8.3.4. Calculele matematice, insuficiente ……. 137
8.4. Cultura de celule și de țesuturi vegetale „in vitro“, unealtă de bază a biotehnologiei moderne …….. 138
8.4.1. Avantajele culturilor „in vitro” ……. 138

8.4.2. Comportarea plantelor în procesul clonării ……... 139
8.4.3. În folosul conservării biodiversității ……. 140
8.4.4. Tehnicile folosite …….. 140
8.4.5. Conservare genetică la Suceava ……... 141
8.4.6. Schimb de gene prin culturi de celule/țesuturi ……. 144
8.5. Biotehnologia modernă, vis sau coşmar …… 145
8.5.1. Ingineria genetică ……. 146
8.5.2. Știință contradictorie …….. 147
8.5.3. Avantajele ingineriei genetice …….. 148
8.6. Producţia şi comerţul mondial cu produse obținute prin biotehnologii moderne – ingineria genetică ……... 152
8.6.1. Piaţa produselor biotehnologice realizate prin ingineria gentică …….. 153
8.6.2. Câteva produse biotehnologice obţinute prin inginerie genetică, la care sunt cunoscute nivelurile cantitative realizate ……. 155
8.6.3. Comerţul cu produse realizate prin inginerie genetică …….. 156
8.7. Simbioza între biodiversitate și biotehnologie …… 157
8.7.1. Agricultura tradițională și agricultura modernă – implicarea biotehnologiilor specifice pentru fiecare tip de agricultură ……. 159
8.7.2. Opțiuni referitoare la tipul de agricultură potrivit pentru agricultura modernă sau tradițională ……. 161
8.8. Utilizarea biotehnologiilor moderne în evaluarea și managementul resurselor genetice vegetale ……. 163
8.8.1.Biotehnologia și „bibliotecile de gene” …….. 165
8.8.2. Dreptul de proprietate asupra resurselor genetice vegetale …….. 167
8.8.3. Pirateria genelor …… 170
8.9. Aplicații curente și de perspectivă în valorificarea rezultatelor cercetării biotehnologice …… 171
8.9.1. Aplicații biotehnologice curente …… 171
8.9.2. În domeniul extracției și recuperării metalelor prin metode biotehnologice …… 172
8.9.3. În domeniul industriei alimentare şi băuturilor …… 173
8.9.4. Aplicații biotehnologice de perspectivă …… 174
8.9.5. Procese industriale de fermentație ……. 176
CAPITOLUL 9. EROZIUNEA GENETICĂ ȘI CONSECINȚELE EI .. 178
9.1. Diversitatea genetică versus eroziunea genetică ……. 178
9.1.1. Eroziunea genetică …… 182
9.1.2. Evaluarea pierderilor de material genetic ……. 183
9.2. Uniformitatea genetică a culturilor şi consecinţele ei …….. 184
9.2.1. Consecinţele uniformităţii genetice a culturilor …… 186

9.2.2. Urmările uniformităţii genetice a cartofului în Irlanda …… 186
9.2.3. Consecinţele uniformităţii genetice a porumbului în Statele Unite ale Americii …… 187
9.2.4. „Există pierderi care pot deveni câştiguri" (din înţelepciunea populară) …… 189
9.3. Eroziunea genetică –cauzele care o produc și măsurile de combatere. 192
9.3.1. Factorul uman …… 192
9.3.2. Degradarea habitatelor naturale …… 193
9.3.3. Poluarea …… 193
9.3.4. Braconajul speciilor sălbatice …… 194
9.3.5. Pierderea soiurilor și populaţiilor locale de plante …… 194
9.3.6. Măsuri pentru combaterea eroziunii genetice …… 195
9.3.7. Asigurarea germoplasmei …… 195
9.3.8. Producții mici, dar constante …… 196
9.3.9. Hibrizii moderni, cu plus și minus …… 196
9.3.10. Utilizarea biotehnologiilor …… 197
9.4. Vulnerabilizarea genetică a culturilor – cauze și efecte …… 199
9.4.1. Adevăratele valori ale surselor de germoplasmă din Asia, Africa și Europa …… 202
9.4.2. Efectele vulnerabilității genetice …… 203
9.5. Pierderea diversității genetice a plantelor reflectă mai degrabă influența umană, decât ciclurile naturale …… 204
9.5.1.Cum se măsoară eroziunea genetică …… 205
9.5.2.Pierderi care se pot produce …… 206
9.5.3.Degradare fără pierderi …… 207
9.5.4.Urmările distrugerii habitatelor …… 208
9.5.5.Practici nefaste de management …… 208
9.5.6.Concluzii și sublinieri importante …… 209
CAPITOLUL 10. FONDUL DE GENE …… 210
10.1. Un nou concept în genetică: fondul de gene …… 210
10.1.1. Conceptul „fond de gene" …… 211
10.1.2. Fondul primar de gene (FG-1) …… 212
10.1.3. Fondul secundar de gene (FG-2) …… 212
10.1.4. Fondul terțiar de gene (FG-3) …… 213
CAPITOLUL 11. AMELIORAREA MODERNĂ A PLANTELOR – ASISTATĂ GENETIC …… 215
11.1. Creșterea performanțelor plantelor de cultură …… 215
11.1.1. Metode directe …… 216
11.1.2. Metode indirecte …… 220

11.1.2.1.Transfer prin intermediul bacteriilor ……. 220
11.1.2.2. Transfer prin intermediul virozelor …….. 221
11.2. Speciile sălbatice, surse de gene valoroase …… 223
11.2.1. Bănci de gene ……. 224
11.3. Necesitatea îmbogăţirii şi diversificării culturilor agricole …….. 228
11.4. Genele Rht1 şi Rht2 pentru reducerea taliei plantelor de grâu, a revoluţionat cultura grâului …… 234
11.4.1. Cauzele căderii plantelor …… 234
11.4.2. Combaterea căderii plantelor prin mijloace genetice ……. 235
11.4.3. Evoluţii spectaculoase în crearea de soiuri productive, rezistente la cădere …… 236
11.5. Mutaţiile şi resursele genetice vegetale, izvoare importante de gene pentru ameliorarea plantelor de cultură …….. 240
11.5.1. Mutaţiile…….. 241
11.5.2. Aprecieri favorabile şi aprecieri îndoielnice asupra eficienţei mutagenezei în ameliorarea plantelor…… 244
11.5.3. Resursele genetice vegetale……. 246
11.6. Rezistenţa genetică, obiectiv prioritar al programelor de ameliorare a plantelor……. 248
11.6.1. Genetica relaţiei gazdă-parazit……. 250
11.6.2. Rezistenţa verticală şi rezistenţa orizontală……. 250
11.6.3. Bolile principalelor plante de cultură şi sursele genetice de rezistenţă…… 252
11.7. Ameliorarea calităţii produselor vegetale…….. 258
11.7.1. Ameliorarea conţinutului de proteine…….. 258
11.7.2. Ameliorarea conţinutului de ulei……. 260
11.7.3. Ameliorarea conţinutului de hidraţi de carbon…… 261
11.7.4. Ameliorarea conţinutului de aminoacizi……. 262
11.8. Ameliorarea conţinutului de principii active…… 263
11.8.1. Baze genetice…….. 264
11.8.2. Variaţia principiilor active……... 265
11.8.3. Hibridarea între specii……. 266
11.8.4. Condiţii favorabile…….. 267
11.9. Metode clasice (convenţionale) şi metode moderne (neconvenţionale) de ameliorare a plantelor…….. 268
11.9.1. Metode clasice (convenţionale)…… 269
11.9.2. Metode moderne (neconvenţionale)……. 271
11.9.3.Dezavantajele şi riscurile ingineriei genetice…… 273

11.10. Valoarea potenţialului genetic de ameliorare a surselor de germoplasmă sălbatice şi cultivate …….. 275
11.10.1. Crearea de soiuri rezistente la rugina grâului …….. 276
11.10.2. Germoplasma rezistentă la cădere descoperită în soiul Norin 10 … 277
11.10.3. Concluzii ……... 279
11.11. Necesitatea adaptării şi domesticirii plantelor …….. 280
11.11.1. Adaptarea şi domesticirea plantelor, însuşiri determi- nante în procesul evoluţiei ……... 281
11.11.2. Uniformitatea genetică şi adaptarea …….. 283
11.11.3. Procesul domesticirii plantelor …… 284
11.12. Speciile sălbatice și primitive de cartof, necesare în ameliorarea plantelor …… …….. 285
11.12.1. Diversitatea genetică la cartof ……. 286
11.12.2. Transferul germoplasmei sălbatice în cartoful cultivat …….. 287
11.13. Ameliorarea caracterului „producție” la plantele agricole 294
11.13.1. Contribuția factorilor genetici 295
11.13.2. Contribuția factorilor de mediu 296
11.13.3. Identificarea surselor ascunse de gene 297
11.13.4. Perspective în ameliorarea caracterului producție 298
11.14. Markeri moleculari și ameliorarea modernă a plantelor …… 299
11.14.1. Cartarea genetică prin RFLP (Restriction Fragment Lenght Polimorfism) ……... 303
11.15. Ameliorarea modernă a plantelor …… 305
11.15.1. Consecințele ameliorării moderne a plantelor …….. 307
11.15.2. Direcții noi de diversitate genetică, ca rezultat al modernizării plantelor …….. 308
11.15. 3. Cuantificarea diversității genetice …….. 307
11.15.4. Deficiențe care au determinat pierderea diversității genetice odată cu domesticirea plantelor …… 310
11.15.5. Modificări ale diversității genetice la porumb (de la populații locale la linii ameliorate si varietăți bine adaptate) …… 310
CAPITOLUL 12. PORUMBUL ……. 313
12.1. Potenţialul actual de producţie al porumbului,mai poate fi ameliorat? …….. 313
12.1.1. Principalele avantaje ale porumbului în abordarea cercetărilor de genetică …….. 314
12.1.2. Unele rezultate în ameliorarea productivității porumbului pe cale genetică …… 314
12.1.3. Cercetări de genetică la porumb în România …….. 317

12.1.4. Aprecieri contradictorii privind posibilităţile genetice de sporire în viitor a productivităţii porumbului …… 318
12.1.5. Abordarea unor cercetări speciale de genetică şi fiziologie …… 319
12.1.6. Prioritatea cercetărilor de fiziologie …… 319
12.2. Soiuri și populații locale de porumb, surse importante de gene, pentru rezistență la condițiile de stres ale mediului ……... 320
12.2.1. Banca de Gene …….. 322
12.2.1. Formarea soiurilor locale …….. 323
12.2.2. Clasificarea porumbului ……. 325
12.2.3. Clasificarea artificială …… 326
12.2.5. Clasificarea naturală ……. 326
12.2.6. Noțiunea de rasă …… 327
12.2.7. Rase autohtone …… 328
12.3. Perioada de vegetaţie a porumbului însuşire importantă pentru răspândirea sa pe Terra, inclusiv în România …… 330
12.3.1. Lungimea perioadei de vegetaţie a porumbului ……. 332
12.3.2. Precocitatea porumbului ……. 333
12.3.3. Fazele de maturitate ale porumbului ……... 334
12.3.4. Exprimarea perioadei de vegetaţie prin unităţi termice …….. 336
12.4. Porumbul timpuriu …….. 338
12.4.1. Porumbul timpuriu, extins în zone mai umede și răcoroase …….. 338
12.4.2. Extinderea suprafețelor cultivate ……. 339
12.4.3. Zone de cultură în România ……... 342
12.4.4. Scopul ameliorării …….. 345
12.5. Rezistența porumbului la frig ……. 346
12.5.1. Studii în România …… 347
12.5.2. Rezultate ale experienţelor ……. 347
12.5.3. Concluzii ……. 351
12.6. Prolificitatea porumbului ……... 352
12.6.1. Influenţa factorilor genetici şi a condiţiilor de mediu asupra prolificităţii porumbului …… 355
12.6.2. Mecanisme genetice implicate în prolificitatea porumbului …….. 356
12.6.3. Avantajele porumbului prolific versus neprolific …….. 357
12.6.4. Surse de gene pentru prolificitate …… 359
12.6.5. Densitatea plantelor şi prolificitatea porumbului …….. 360
12.6.6. Prolificitatea porumbului şi activitatea nitrat –reductazei …….. 360
12.7. Exploatarea puterii/energiei hibrizilor - heterozisul - la fel de semnificativă ca şi energia atomică ……... 361
12.7.1. Heterozisul …….. 362

12.7.2. Utilizarea heterozisului în sporirea producţiei de porumb în România ……. 363
12.7.3. Consangvinizarea …… 364
12.8. Dezvoltarea modernă a culturii porumbului prin aplicarea biotehnologiilor high tech ……. 366
12.8.1. Creşterea intrinsecă a potenţialului genetic de producţie …… 367
12.8.2. Contribuţia cercetărilor fiziologice – Fotosinteza – …… 368
12.8.3. Metode moderne, neconvenţionale de transfer al genelor – Transgeneza – …… 369
12.9. Zea perenă - sursă importantă de germoplasmă sălbatică ……. 372
12.9.1. Descoperirea porumbului sălbatic, peren ……. 372
CAPITOLUL 13. SCHIMBĂRILE CLIMATICE ŞI EFECTELE LOR ASUPRA PLANTELOR …….. 376
13.1. Efectele schimbărilor climatice extreme asupra plantelor agricole…. 376
13.1.1. Vremea și clima ……. 376
13.1.2. Sensul noțiunii de schimbare climatică ……. 377
13.1.3. Efectele factorilor climatici extremi asupra culturilor ……... 378
13.1.4. Contracararea consecințelor negative …… 382
13.1.5. Ameliorarea însuşirilor de adaptare a plantelor 384
13.1.6. Adaptări naturale …… 386
13.1.7. Adaptări artificiale ……. 387
13.1.8. Fiziologia plantelor cultivate în condiții extreme ……. 388
13.1.9. Creșterea și dezvoltarea plantelor ……. 389
13.1.10. SINK -ul reproductiv …… 391
13.1.11. Specii adaptate la secetă …….. 392
13.2. Schimbările climatice și necesitatea ameliorării plantelor …… 393
13.2.1. Obiective de ameliorare ……. 394
13.2.2. Metode de ameliorare ……. 395
13.2.3. Schimbările climatice în România ……. 397
13.3. Rezistența plantelor la stresul provocat de factorii climatici extremi 398
13.3.1. Impact asupra porumbului ……. 399
13.3.2. Ameliorarea rezistenței la secetă …… 400
13.3.3. Ameliorarea rezistenţei la temperaturi ridicate ……... 401
13.3.4. Ameliorarea rezistenţei la frig …… 402
13.3.5. Ameliorarea rezistenţei la excesul de umiditate ……. 402
13.3.6. Ameliorarea rezistenţei la cădere …… 403
13.3.7. Metode de ameliorare ……. 403
13.3.8. Hibridarea …… 404
13.3.9. Mutageneza …… 405

13.3.10. Transgeneza ……... 405
13.4. Schimbările climatice pot avea consecințe dramatice asupra plantelor…… 406
13.4.1. Evoluție …….. 407
13.4.2. Violență ridicată a factorilor climatici …… 707
13.4.3. Cauze certe …… 408
13.4.4. Pierderi …… 409
13.4.5. Supraviețuire ……... 409
13.4.6. Răspunsul vegetației …… 410
13.4.7. Influența mișcării Pământului …… 411
13.4.8. Prevederi ale direcției de schimbare a vegetației …… 411
13.4.9. Migrarea plantelor …….. 412
13.4.10. Nici România nu va scăpa …… 413
CAPITOLUL 14 „DESPRE OAMENI ȘI PLANTE” …….. 414
14.1. Dr. ing. Mihai D. Cristea, sub semnul recunoştinţei şi al preţuirii … 414
14.2. Contribuția lui George Emil Palade, savant de origine română la cercetarea celulei ……... 418
14.2.1. Treptele cunoașterii …… 419
14.2.2. Componența celulelor …… 420
14.2.3. Nucleul și nucleolul …… 421
14.2.4. O nouă perioadă revoluţionară …… 422
14.2.5. George Emil Palade…… 423
14.2.6. Organitele și mecanismele genetice …….. 423
14.3. Biotehnologia și biodiversitatea …… 425
14.4. „OVĂZUL”, o lucrare modernă în spiritul noilor descoperiri …….. 429
14.5. Germoplasma – o lucrare de maximă noutate în literatura de specialitate …… 431
14.6. „*Rudele sălbatice* ale plantelor cultivate în România”, o nouă carte de referință…… 434
14.7. Dr. ing. Mihai Cristea, distins cercetător român, a împlinit 90 de ani. 436
CAPITOLUL 15. CĂRȚI PUBLICATE ÎN PERIOADA 1975 -2019 … 440
Glosar de termeni …… 449
BiBLIOGRAFIE …….. 451

CUVÂNT ÎNAINTE

Plecând de la gândirea filozofului latin Caius Titus, exprimată într-un discurs rostit în Senatul Roman, prin care sugerează că vorbele rostite pot fi uitate ușor, în timp ce documentele scrise pot fi păstrate timp îndelungat, fiind întotdeauna concludente în treburile publice (cuvintele zboară, în timp ce scrisul rămâne „verba volant, scripta manent"). Valoarea gândurilor (ideilor) filozofului latin, exprimate prin scris, o dovedește însăși conservarea materială a cuvintelor, care traversând peste secole, în format letric, reușește să ajungă un material documentar universal de valoare excepțională.

Datorită scrisului, puterea de comunicare între oameni a crescut foarte mult, contribuind la dezvoltarea materială și spirituală a societății și a popoarelor lumii, în general.

* * *

În fiecare perioadă a vieții, oamenii folosesc diferite forme de exprimare a stărilor emoționale și raționale, dar câteva principii generale de comportament și de conduită, dintre care moralitatea, cinstea dreptatea și omenia sunt esențiale. Toate aceste valori morale mi-au stat permanent în atenție, fiind mulțumit, când valoarea lor era recunoscută, însușită și aplicată.

În prezent, trebuie să recunosc, că privind retrospectiv activitatea mea, încerc sentimente diferite, pe de o parte de bucurii, împliniri dar, inevitabil și dureri, suferințe, și neîmpliniri, care toate la un loc dau sens vieții.

Pentru că timpul trece și odată cu el și viața noastră, la un moment dat, fiecare dintre noi analizăm ceea ce am făcut bine și ce am fi putut realiza și mai bine.

Doresc să afirm că destinul a făcut ca după terminarea studiilor universitare să lucrez în cercetare, la ameliorarea porumbului timpuriu la Stațiunea de Cercetări Agricole Suceava, în perioada 1956 și pe cât este posibil și în prezent.

Ca și mulți cultivatori de porumb din România m-am apropiat de această plantă cu mult interes, plăcere și chiar pasiune, dincolo de obligațiile profesionale și instituționale, pe care le aveam. Această legătură strânsă între mine și porumb a durat și durează de 53 de ani neîntrerupți (1956-2019).

Mărturisesc că această plantă mi-a adus multe împliniri și bucurii, satisfacții morale și profesionale pe măsura rezultatelor obținute. Datorită porumbului, care a constituit izvorul ideii noastre, de a crea infrastructura specifică pentru conservarea populațiilor locale de porumb colectate, precum și a altor specii, a fost pusă în aplicare, construindu-se BANCA DE GENE SUCEAVA, la care am participat efectiv și afectiv, în toate etapele de proiectare și de execuție, fiind onorat de Guvernul României să poarte denumirea oficială ***- Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava-****. Sunt momente de mare încărcătură emoțională și morală, care la vârsta mea înaintată, îmi dă putere să nu mă despart de porumb, și bineînțeles, de* ***resursele genetice vegetale****, pe care le-am prețuit și le prețuiesc prin ceea ce am realizat și poate voi mai realiza în continuare.*

În acest context, mă regăsesc în prezent, la trecerea celor 91 de ani din viață, ani încărcați cu evenimente familiale, sociale, economice, politice, care au presărat drumul lung al vieții mele cu o diversitate de stări emoționale: bucurii, satisfacții, care nu puteau rămâne fără asocierea lor cu necazuri, dureri provocate îndeosebi de starea precară a sănătății. Dar cu voință și încredere, am depășit relativ bine anumite perioade de suferințe, continuând să pun în practică ideile, gândurile, planurile care m-au preocupat în anii anteriori.

În paginile acestei lucrări se vor regăsi articole publicate în revista AMSEM, în perioada 2011-2019, care reprezintă de fapt o înmănunchere de idei, dezvoltate în 9 capitole, cuprinzând aproape în exclusivitate un domeniu de care m-am apropiat foarte mult, întinerindu-l și îmbogățindu-l. Este vorba de domeniul ***resurselor genetice vegetale*** *pe care m-am străduit să-l actualizez ori de câte ori am avut ocazia.*

Îmi exprim încrederea că informațiile și datele prezentate în această lucrare, precum și concluziile la care am ajuns, vor fi de folos tinerilor cercetători din instituțiile de cercetare agricolă, precum și celor care într-un fel sau altul sunt interesați de conservarea naturii, în care resursele genetice vegetale, ocupă un loc prioritar. Toate acestea nu ar fi fost posibile fără sprijinul și înțelegerea Editurii Academiei Române, pentru care și cu această ocazie, îmi exprim respectuoasele mele mulțumiri. De asemenea, sunt recunoscător doamnei dr. ing. Danela Murariu, pentru sugestiile valoroase oferite pe parcursul elaborării lucrării. În același timp trebuie să scot în evidență consistența și valoarea ideilor sale, îndeosebi în ce privește conținutul resurselor genetice vegetale tradiționale, etc., contribuind astfel la creșterea calității lucrării.

CAPITOLUL 1

„Natura nu face nimic în zadar”
Aristotel (384-322 î.H)

INTRODUCERE

Resursele genetice vegetale reprezintă un patrimoniu universal cu o valoare inestimabilă pentru întreaga omenire, devenind astfel de mare interes și de actualitate. Există informații care atestă că 10% dintre speciile existente au primit denumiri științifice, reprezentând 250.000 – 300.000 de specii. Dintre acestea, 2% asigură 90%, din cerințele alimentare, iar 9 specii acoperă 75% din necesarul de alimente și numai 4 specii: **grâu, orez, porumb și cartof**, furnizează 60% din acest necesar (FAO, 2012). Pe baza acestor date se poate constata cauzele care au generat eroziunea genetică a numeroaselor resurse genetice vegetale, resurse care pot fi caracterizate plecând de la numărul de 300.000 de specii superioare. Numai 7000 de specii au fost domesticite până în prezent, fiind cultivate de oameni de-a lungul mileniilor, în diferite scopuri. Asigurarea alimentelor pentru hrană este oferită de 30 de specii de plante, care asigură 98% din energia alimentară. În fiecare an amelioratorii creează un număr redus de soiuri noi, care sunt cultivate pe Terra, în funcție de nevoile fiecărui stat și de condițiile de mediu existente.

Resursele genetice vegetale sunt reprezentate de orice tip de propagare reproductivă sau vegetativă a soiurilor cultivate sau nou create, fiind utilizate de agricultori, de-a lungul timpului pentru necesitățile proprii și pentru hrana animalelor.

Interesul pentru stabilitatea producției agricole și a siguranței alimentare a încurajat conservarea resurselor genetice vegetale, constituind în același timp sursa schimbărilor în cercetarea agricolă, mai ales în domeniul geneticii, biochimiei, ameliorării plantelor, fiziologiei, etc.

Evaluarea și documentarea resurselor genetice vegetale reprezintă condiție prealabilă pentru folosirea durabilă a acestora, fiind parte integrantă a securității alimentare.

Resursele genetice vegetale sunt reprezentate de orice tip de propagare reproductivă sau vegetativă a soiurilor cultivate, stocuri genetice, forme mutante, linii ameliorate, varietăți locale, forme sălbatice, rude ale speciilor cultivate și buruieni. Ele includ toate speciile de plante importante, pentru diferitele necesități ale populației, inclusiv toate culturile agricole, împreună cu rudele lor sălbatice, care prin potențialul lor genetic valoros, pot contribui la ameliorarea plantelor.

Numeroase specii sălbatice, din care s-au dezvoltat plantele cultivate de astăzi, există și în prezent în natură, ele fiind denumite uzual „plante sălbatice înrudite”.

Continuând să evolueze în natură, plantele sălbatice înrudite au suportat de-a lungul timpului, condițiile vitrege ale mediului, dezvoltând o serie de însușiri de rezistență la temperaturi suboptimale, la boli și dăunători, la fertilitatea mediocră a solului, la umiditatea în exces, la frângere sau cădere, etc.

1.1. Volumul de resurse genetice vegetale conservate în Băncile de Gene de pe Mapamond

Având în vedere că resursele genetice vegetale reprezintă patrimoniul întregii lumi, cunoașterea acestuia, cu deosebire de specialiștii în domeniu, dar și de toți cei care într-un fel sau altul sunt interesați de valoarea resurselor genetice vegetale.

La nivel mondial totalul colecțiilor de resurse genetice vegetale se ridică la 2,5 milioane de intrări, din care mai mult de 1,2 milioane (48%) reprezintă cerealele, 369.000 (14,7%) leguminoasele alimentare, 215.000 (86%) gramineele și leguminoasele furajere, 137.000 (5,5%) legumele, 174.000 (3%) clone de rădăcinoase și tuberculifere.

Dintre cereale, grâul ocupă primul loc cu 410.000 intrări, urmat de orz (280.000), orez (215.000) și porumb (100.000).

În anul 1989, când a fost publicat inventarul volumului de germoplasmă conservat în băncile de gene, colecţiile cele mai numeroase se găseau în fosta URSS şi fosta Iugoslavie, „în condiții climatizate" la temperatura de -10^{0}C. În aceste două bănci de gene se găsesc conservate peste 30.000 de probe.

În prezent numărul băncilor de gene a crescut corespunzător cu volumul de germoplasmă colectat, care trebuie conservat în condiții controlate de mediu. Astfel, în Europa (Slovenia, Croația și Serbia) au fost puse în funcțiune bănci de gene dotate cu aparatură de specialitate pentru a asigura semințelor condiții fizice și biologice, necesare menținerii viabilității lor, la parametrii stabiliți.

Diversitatea lumii vii este atât de surprinzătoare încât omul până a înțelege mecanismele biologice ale transformărilor, rămâne uimit de ceea ce observă la prima vedere: bogăția, frumusețea și marea diversitate a formelor de viață.

Întreaga lume traversează în prezent o perioadă de insistente căutări în vederea descoperirii a noi surse de materii prime și de energie și a sporirii celor existente.

Din aceste considerente colectarea, conservarea și utilizarea resurselor genetice vegetale reprezintă activități importante, având în vedere valoarea genetică a formelor vechi de plante și a celor tradiționale. Astăzi datorită cercetărilor efectuate, au fost descoperite

gene importante, care dau valoare acestor forme, numeroase dintre ele fiind sălbatice sau primitive.

1.2. Conservarea „ex situ" a resurselor genetice vegetale la Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava

Începând cu anul 1990 s-au pus bazele conservării *ex situ* în condiții controlate de mediu, a resurselor genetice vegetale de pe întreg teritoriul României. Astfel, la inițiativa fondatorului Băncii de Resurse Genetice Vegetale, care afirma în una din lucrările sale „Resursele genetice reprezintă bogăția unei națiuni a căror valoare inestimabilă trebuie sa fie in grija generațiilor de astăzi și a celor care vor veni după noi. Acordând atenție resurselor genetice vegetale acordăm atenție însăși vieții noastre, copiilor noștri, națiunii noastre" se înființează prima Bancă de Gene din România, care are ca obiectiv principal explorarea, colectarea, evaluarea și conservarea *ex situ* a resurselor genetice vegetate în condiții adecvate, pentru asigurarea securității alimentare.

În concordanță cu rolul Băncii de Gene, ca instituție care are ca obiectiv de bază conservarea sustenabilă a resurselor genetice vegetale importante pentru agricultura românească și utilizarea lor în beneficiul societății și a mediului, obiectivele specifice ale Băncii sunt următoarele:

- Conservarea fondului genetic național, reprezentat de cele trei tipuri de colecţii: seminţe, plante vii în câmp şi plantule „in vitro", în acord cu standardele internaţionale ale Băncilor de Gene;
- promovarea utilizării surselor de germoplasmă din colecții, prin asigurarea accesului și furnizarea de material biologic de bună calitate, în scopul cercetării sau folosirii ca material inițial în programele de ameliorare a plantelor de cultură;

- promovarea conservării la nivelul comunităților locale (in situ-on farm) a populațiilor locale la principalele specii agricole prin furnizarea de material genetic, din colecțiile Băncii, persoanelor interesate de cultivarea varietăţilor tradiționale autohtone.

Activitățile desfășurate de personalul din unitate sunt axate pe:

- Colectarea resurselor genetice vegetale;
- Multiplicarea/regenerarea resurselor genetice vegetale;
- Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice vegetale;
- Identificarea duplicatelor din colecția Băncii, prin caracterizarea moleculară a varietăților locale provenite din misiunile de colectare;
- Conservarea resurselor genetice vegetale;
- Distribuția germoplasmei către diverși utilizatori.
- Managementul informațiilor aferente resurselor genetice vegetale stocate în Bancă;

Conservarea, ca activitate de bază a Băncii, constă în menținerea probelor individuale în condiții controlate, pentru a-şi păstra viabilitatea şi stabilitatea genetică o perioadă cât mai lungă de timp. Pentru realizarea acestor cerințe, la Banca de Gene Suceava se folosesc trei metode de conservare specifice:

- 1. seminţe;
- 2. in vitro;
- 3. colecție de câmp

1.2.1. Conservarea prin semințe

Probele de seminţe, la intrarea în colecţia unității trebuie să urmeze o anumită succesiune de operaţiuni pentru a obţine un material genetic reprezentativ şi de înaltă calitate, cu potenţial maxim de viabilitate.

În prezent, Banca de Gene Suceava deține două tipuri de colecţii de semințe:

- ✓ colecţia de bază (de lungă durată) este considerată rezerva genetică strategică, a cărei constituire a început în anul 2001, prin duplicarea materialului proaspăt regenerat din colecţia activă, cât şi prin introducerea de probe originale provenite din expediţiile de colectare proprii.
- ✓ colecţia activă (de medie durată) este destinată utilizării şi cuprinde diversitatea genetică a speciilor de plante, relevante pentru agricultura din România, precum şi a rudelor sălbatice ale acestora.

1.2.2. Conservarea „in vitro" a resurselor genetice vegetale

Tehnicile de cultură a ţesuturilor sunt de mare interes pentru colectarea, înmulţirea şi depozitarea germoplasmei plantelor, oferind posibilitatea de a propaga materialul vegetal de la speciile cu înmulțire vegetativă, într-un mediu aseptic.

Banca de Gene Suceava a folosit această tehnică de conservare pentru populațiile de cartof conservate și în câmp.

Conservarea *in vitro* este cea mai folosită metodă de menținere a colecţiilor de material vegetativ, fiind singura metodă care permite obținerea de plantule libere de viroze, asigurându-se producerea și distribuția genotipurilor libere de patogeni.

Colecţia de câmp este principala sursă de material biologic pentru metodologia de conservare in vitro a cartofului. Această tehnică este a doua opţiune pentru depozitarea pe termen mediu a soiurilor de cartofi, fie ca plantule, sau microtuberculi.

1.2.3. Conservarea în câmp a resurselor genetice vegetale prin cultivare repetată în fiecare an – este un mod de conservare a speciilor cu înmulțire vegetativă, ce se utilizează la BRGV Suceava, în special pentru a păstra genotipurile vechi de cartof și usturoi.

Banca de Gene Suceava asigură accesul la colecţiile sale şi oferă material genetic tuturor utilizatorilor, pe bază unui acord de transfer material genetic, atunci când solicitanții sunt amelioratori, cercetători, studenți, etc. sau cultivatori locali, interesați să cultive varietăți tradiționale în grădinile proprii.

CAPITOLUL 2.

BANCA DE RESURSE GENETICE VEGETALE DIN SUCEAVA SE VA NUMI „MIHAI CRISTEA”

Domnului dr ing. Mihai Cristea, membru titular al Academiei de Ştiinţe Agricole şi Silvice (ASAS) „Gheorghe Ionescu-Şişeşti”, i s-au recunoscut meritele. Din nou! Astfel, Banca de Resurse Genetice Vegetale (BRGV) din Suceava îi va purta numele, se arată într-un proiect de hotărâre de guvern, întocmit de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale (MADR). Fără a intra în multitudinea de amănunte tehnice referitoare la Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea”, ne vom limita numai la prezentarea principalelor prevederi legate de înființare.

Foto 2.1. Pavilionul Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava

2.1. Banca de Gene preia patrimoniul existent

Conform actului normativ, reorganizarea Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava se face prin divizarea parțială a Laboratorului Central pentru Calitatea Semințelor și a Materialului Săditor (LCCSMS).

Banca de gene este instituție de drept public, de sine stătătoare, cu personalitate juridică, având caracter național, în subordinea ASAS. Mandatul acesteia, specific majorităţii băncilor de gene de la nivel mondial, este explorarea, colectarea, evaluarea şi conservarea resurselor genetice vegetate.

Articolul 2 prevede că BRGV Suceava preia patrimoniul constituit din bunuri din domeniul public al statului, prevăzute în anexă, care face parte integrantă din prezenta hotărâre, precum și din bunuri proprii, datorii și alte active de la LCCSMS.

Banca de gene administrează terenuri aflate în domeniul public al statului, cu suprafaţa de 2 ha, indispensabilă activităţii de cercetare, dezvoltare, inovare şi multiplicării materialului biologic, având datele de identificare prevăzute în anexa nr. 2.12. din Legea nr. 45/2009 privind organizarea şi funcţionarea ASAS şi a sistemului de cercetare dezvoltare din domeniile agriculturii, silviculturii şi industriei alimentare, cu modificările şi completările ulterioare.

2.2. Principalele activități

În concordanță cu rolul băncilor de gene, ca instituții care au ca scop principal protejarea resurselor genetice, obiectivele principale ale BRGV sunt de păstrare a colecției naționale de resurse fitogenetice propagate prin semințe și de furnizare a materialului biologic, cu nivel ridicat de rezistență la factori biotici și abiotici, programelor de ameliorare a plantelor din România.

Activitățile principale desfășurate în cadrul instituției sunt de: colectare, caracterizare morfo-fiziologică, regenerare/multiplicare, conservare și documentare a resurselor genetice vegetale.

Pentru realizarea unor proiecte şi lucrări în domeniul agricol, BRGV se poate asocia cu alte unităţi de cercetare dezvoltare de interes public şi privat, cu instituţii de învăţământ acreditate şi cu operatori economici din ţară şi din străinătate, cu avizul ASAS.

Foto 2.3. Pungi din folie de aluminiu pentru conservarea seminţelor în colecţia de bază

Foto 2.2. Celule de conservare pentru colecţia de bază

Foto 2.4. Cameră de conservare pentru colecţia activă

2.3. Finanțare

Potrivit Articolului 5, finanţarea activităţii Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava se realizează din venituri proprii şi din subvenţii acordate de la bugetul de stat, prin bugetul ASAS.

Însă noua unitate poate beneficia, prin alocare directă de fonduri din bugetul MADR, prin bugetul ASAS, pentru proiecte de interes naţional strategic, de lungă durată şi pentru conservarea şi valorificarea resurselor genetice vegetale.

Situațiile financiare se aprobă de consiliul de administraţie și se depun la ASAS.

Banca de Gene se substituie în toate drepturile şi obligaţiile care decurg din acte normative, contracte, convenţii, înţelegeri, protocoale, memorandumuri şi acorduri, în care este parte LCCSMS, conform domeniului de activitate al băncii, inclusiv în litigiile aferente activităţilor acesteia.

2.4. Stafful Băncii

Articolele 9 și 10 prevăd că personalul, în număr de 15 salariați, cu care figurează în cadrul LCCSMS, se preia de la acesta ca urmare a divizării laboratorului, fără concurs. Preia, pe bază de protocol de predare-preluare, contractele individuale de muncă ale personalului. Însă poate funcționa cu un număr maxim de 25 de posturi, din care 15 sunt preluate de la LCCSMS, iar 10 posturi sunt acordate prin suplimentarea numărului maxim de posturi aprobat pentru unitățile subordonate ASAS.

Salarizarea personalului se realizează potrivit prevederilor legale în vigoare, care reglementează salarizarea personalului plătit din fonduri publice.

Pentru activităţi cu caracter sezonier, unitatea poate încheia contracte de prestări servicii pe perioadă determinată, cu persoane fizice sau juridice.

Conducerea Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava este asigurată de:

- consiliul de administraţie format din 5 membri;
- director.

Din componenţa consiliului de administraţie fac parte: un reprezentant al MADR, un reprezentant al ASAS, preşedintele consiliului ştiinţific şi directorul unităţii, care este şi preşedintele consiliului de administraţie şi un specialist în domeniu, din cadrul unităţii.

Numirea şi revocarea membrilor consiliului de administraţie, ca și a directorului, se fac prin decizii ale preşedintelui ASAS.

2.5. Inițiatorul Băncii de Gene

Dr. ing. Mihai Cristea a înființat prima Bancă de Gene în România. Este un cercetător recunoscut pe plan național, deschizător de drumuri în ştiinţa românească.

A fost decorat cu zece medalii de stat pentru merite ştiinţifice. În anul 2002 a primit Ordinul „Serviciul credincios în grad de Cavaler". Pentru ridicarea ştiinţei agricole în Bucovina, a fost declarat Cetăţean de Onoare al Municipiului Suceava. În urmă cu câţiva ani, a fost distins şi cu titlul de Cetăţean de Onoare al comunei Mihai Eminescu, Jud. Botoșani.

Este membru titular al ASAS din anul 1990. A activat în cercetare vreme de 42 de ani, din care 35 ca director al Staţiunii de Cercetare Dezvoltare Agricolă (SCDA) Suceava și prin cumul de funcții și directorul Băncii de Gene Suceava.

Istoria cercetării ştiinţifice din agricultură l-a consemnat pe dr. ing. Mihai Cristea drept reprezentant de elită în cercetarea porumbului, crearea hibrizilor extratimpurii şi timpurii.

De profesie, inginer agronom

Dr. ing. Mihai D. Cristea, membru Titular ASAS, la vârsta de 90 de ani

Mihai Cristea a văzut lumina zilei pe 30 iulie 1929, în Cucorăni, judeţul Botoşani, sat care aparţine astăzi de comuna Mihai Eminescu. Părinţii săi, Dumitru şi Teodora, erau învăţători.

Dragostea pentru natură a deprins-o de la tatăl său, despre care se spune că practica agricultura *după carte*. La îndemnul părintelui său, fiul Mihai s-a înscris, în anul 1949, la Facultatea de Agricultură Iaşi, unde a studiat până în 1951. Apoi s-a transferat la Facultatea de Agricultură din Craiova, unde a finalizat studiile în 1953, cu diploma de inginer agronom.

Primul post în producţie a fost la un CAP din judeţul Constanţa. În 1956, se afla deja la Suceava, la Direcţia Agricolă, de unde a fost angajat ulterior, pe post de cercetător ajutor la SCDA Suceava, ocupând funcția de director, în perioada 1962-1997.

A fost atras de studiile din domeniul biologiei şi tehnologiei porumbului, cu accent asupra porumbului cultivat în zonele colinare din Moldova și Transilvania.

2.6. Istoric pe scurt

Cel mai important aport al lui Mihai Cristea la cercetarea agricolă românească râmâne, cu certitudine, Banca de Gene Suceava, unitate de interes naţional, a cărei activitate, fiind apreciată de organismele de specialitate europene şi internaţionale, a fost primită cu drepturi depline în aceste structuri cu sediul la Roma, Italia. Cu aprobarea Guvernului României, prin Ministerul de Externe, domnia sa a fost autorizat să reprezinte țara la festivitatea de primire a României în această structură internațională și să semneze documentul de aderare la acest organism international, în martie 1993.

În perioada 1987-1990, unitatea a funcţionat ca laborator specializat în domeniul resurselor genetice vegetale, în cadrul SCDA Suceava.

Pe baza Hotărârii Guvernului României nr. 371 din 1990, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava a devenit instituţie publică, de sine stătătoare, cu personalitate juridică, având caracter naţional.

Însă, începând cu data de 9 decembrie 2009, prin HG 1433/2009, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava a fost comasată cu LCCSMS, ceea ce a însemnat o mare eroare.

Astăzi, când a depășit 90 de ani, Mihai Cristea rămâne la fel de pasionat de activitatea de cercetare și publică lucrări cu caracter științific.

Este o mare onoare pentru redacția noastră, de a-l avea colaborator permanent! (Traian Dobre, Revista AMSEM, nr. 9, Septembrie 2017)

CAPITOLUL 3

ROLUL ȘI IMPORTANȚA RESURSELOR GENETICE VEGETALE ÎN ASIGURAREA SECURITĂȚII ALIMENTARE

3.1. Introducerea plantelor

”Introducerea plantelor” constituie un concept nou, cu rădăcini adânci în trecut, care se referă la activitatea omului, de a transfera plantele din anumite zone, bogate în specii importante, în alte zone geografice, sărace sau lipsite de plante de cultură, necesare supraviețuirii sale. Sursa inițială a plantelor care face obiectul „introducerii” a constituit plantele sălbatice domesticite în anumite areale, denumite „zone de origine, sau centre genice”, unde s-au format și evoluat, devenind „plante de cultură”. Ulterior din aceste areale, plantele respective s-au înmulțit și s-au extins, populând progresiv suprafețe din ce în ce mai întinse ale Mapamondului.

Prima „introducere de plante” atestată documentar a fost inițiată de regina Hatshepsut a Egiptului în anul 1500 î.e.n. care a trimis corăbiile în ținutul Punt din estul Africii (probabil Somalia de astăzi) să colecteze anumite plante și să le aducă în Egipt.

După descoperirea Americii, colonialiștii au transportat cu ei semințele unor plante din Lumea Veche, care s-au răspândit în colonii, devenind cu timpul culturi de bază. Au fost introduse atât culturi alimentare, plante textile, pomi fructiferi, arbori ornamentali și flori. În același timp s-a dezvoltat un interes deosebit din partea europenilor, pentru introducerea în țările lor a unor plante de cultură care au devenit de maximă importanță economică și socială, cum sunt: porumbul, cartoful, floarea soarelui, alunul de pământ, tutunul, etc.

Inițial, introducerea plantelor se efectua din curiozitatea unor amatori. După ce porumbul a fost introdus în Europa în anul 1492, se cultiva în vestul Franței în grădinile unor amatori, ca plantă ornamentală.

Evoluția plantelor în arealele nou introduse poate fi favorabilă sau nefavorabilă în funcție de condițiile de mediu, de plasticitatea ecologică, de condițiile climatice și pedologice, de potențialul fiziologic al plantelor, etc. În situația când aceste condiții nu sunt favorabile plantelor nou introduse, nu vor supraviețui. Astfel eforturile depuse pentru introducerea fasolei în estul Africii a fost zădărnicită de atacul ruginii care distruge această plantă în toate fazele de vegetație. În același timp există cultivare care se comportă bine, chiar mai bine decât în arealul de origine, așa cum este cazul acelor cultivare, care în noile condiții, nefiind atacate de boli și dăunători prezenți în arealele lor de origine, asigură producții ridicate. Exemplu 1/5 din producția mondială de cafea, plantă originară din Lumea Veche, se realizează în Lumea Nouă, datorită faptului că aici nu există unul din cei mai periculoși dușmani ai cafelei, rugina frunzelor (*Hehmelia).* Arborele de cauciuc, originar din Bazinul Amazonului, se cultivă cu rezultate bune în Peninsula Malacca, întrucât aici lipsesc bolile frunzelor, caracteristice pentru America de Sud. Speciile de eucalipt, se comportă mai bine în Brazilia decât în zona de origine unde numeroase boli și dăunători atacă aceste specii.

3.1.1. Introducerea plantelor în Statele Unite ale Americii

Un exemplu edificator, a ceea ce înseamnă procesul de „introducere a plantelor” poate fi dat de S.U.A., țară în care, în lipsa acestui proces, nu ar fi existat agricultura dezvoltată de astăzi. Se cunoaște din expedițiile efectuate de Vavilov, că în acest teritoriu își au originea floarea soarelui și dovleacul. În aceste condiții, dacă prin reducerea la absurd s-ar accepta ideea că nu ar fi existat procesul

„introducerii plantelor” , S.U.A. ar fi rămas fără specii cultivate, precum porumbul, grâul, cartoful, orezul, etc. Din această cauză „introducerea plantelor” în S.U.A., din alte zone ale lumii, era o necesitate vitală.

Preocuparea S.U.A. pentru activitatea de „introducere” cunoaște o foarte mare vechime. Astfel în anul 1827, președintele S.U.A. din acea vreme, John Quiery Adams, ordona tuturor consulilor americani din străinătate să trimită la Washington plante și semințe care se găseau acolo unde ei activau. După 12 ani, în anul 1939, Congresul American aproba o primă alocație de 1000 de dolari, pentru a fi folosiți în activitatea de introducere a plantelor în S.U.A. Activitatea se desfășura sub conducerea „Oficiului de Patente ”care avea să devină în anul 1862 „Departamentul de Stat al Agriculturii”, sub auspiciile căruia, procesul de „introducere a plantelor” în S.U.A. a fost puternic activat. Pe măsură ce activitatea Departamentului Agriculturii se amplifica, creșteau și solicitările de introducere de noi specii de plante. În acest context s-a simțit nevoia înființării în 1808 a unui organism federal, care să se ocupe exclusiv de activitatea de introducere de plante în S.U.A. Acest organism, a fost cunoscut inițial sub denumirea de „Oficiul de Semințe Străine și al Introducerii de Plante”, iar mai târziu, sub numele de „Secțiunea de introducere a plantelor”.

Începând din anul 1898 în S.U.A. a fost introdus un volum important de specii cultivate, inventariate cu inițialele P.I. (plants introduction). Unele din aceste introduceri precum porumbul, grâul sau soia au revoluționat agricultura americană. Între anii 1836-1862, în care activitatea de introducere a fost condusă de Oficiul de Patente se introduc culturile de trestie de zahăr (1851), cereale din China (1860), ceaiul din Japonia (1857), palmierul, fisticul, curmalul și bumbacul. După anul 1862 s-au introdus forme noi de grâu, sorg, in și măslin, ajungându-se la peste 350.000 de probe noi introduse. Și în prezent S.U.A. introduce din Orientul Mijlociu și din arealul Sud-Vestic al

Asiei, specii de cereale, plante furajere și pomi fructiferi din Pakistan, Afganistan, Iran și Turcia.

„Introducerea de plante" în S.U.A. a determinat nu numai o diversificare genetică a plantelor, ci și o diversificare fără precedent a agriculturii americane.

3.1.2. . „Centrele de origine" și/sau „centrele de diversitate" a plantelor cultivate, sursă importantă pentru activitatea de „introducere"

Cercetările efectuate de Vavilov pentru cunoașterea originii plantelor de cultură și/sau diversitatea genetică au dus la ceea ce denumim astăzi „marile comori genetice ale lumii". Din aceste centre, în care s-au format și dezvoltat primele plante cultivate, având la bază speciile sălbatice, formele noi apărute, s-au extins în toată lumea prin procesul „introducerii"

Folosirea redusă de care s-a bucurat marea diversitate a germoplasmei este evidentă în numărul mic de specii utilizate în cultura cerealelor, care reprezintă 1% din total, celelalte 99% sunt familiare botaniștilor și mai puțin agronomilor. Deși cerințele pentru o alimentație bogată și diversificată au crescut, totuși omenirea se bazează în prezent în asigurarea hranei, în mare parte, pe patru plante de cultură: grâu, orez, porumb și cartof. Și dacă luăm în calcul consumul foarte variat din trecutul îndepărtat, alcătuit din mii de specii de plante și rase de animale, ne putem da seama cât de necesară este îmbogățirea și diversificarea actualului sortiment de plante, cu noi specii.

În statele dezvoltate supermarketurile și serviciile de alimentație rapidă au accentuat procesul de reducere a diversității surselor de hrană.

În aceste condiții, pentru diversificarea și îmbogățirea alimentației „introducerea de plante" devine o necesitate vitală. Această problemă a intrat în atenția cercetătorilor odată cu recunoașterea importanței ei în asigurarea securității alimentare. Rezervorul mondial

de germoplasmă a așteptat multe secole până a fost recunoscut și valorificat.

Primul care a deschis calea spre cunoașterea germoplasmei autentice a fost Marele Vavilov, care printr-o muncă perseverentă și profesionistă, a străbătut Pământul în căutarea germoplasmei vechi – specii primitive de plante -, peste 50.000 de specii sălbatice, 28.000 de forme vechi de porumb, 31.000 de forme de grâu, fiind recunoscut ca cel mai important colecționar de plante din toate timpurile. Pe baza acestor rezultate, Vavilov a întocmit „harta comorilor genetice" schimbând hotarele botanice în jurul acelor zone din lume unde se găsește cea mai mare concentrare de diversitate genetică. Cele 8 centre de diversitate la care ulterior s-au mai adăugat două, amplasate în apropiere de Ecuator, situate în zone neacoperite de ghețari. Aici, omul practicând agricultura vreme îndelungată, pot fi identificate numeroase populații primitive de plante, reprezentând „izvorul mondial de germoplasmă autentică".

Conform concluziilor trase de Vavilov, rezultă că diversitatea genetică, de care depinde producția mondială de hrană se găsește în țările în curs de dezvoltare, situație ce nu a fost receptată corect și convingător de mulți politicieni și oameni de stat din lumea dezvoltată, care deși cunosc realitatea, nu recunosc public acest adevăr.

3.1.3. Riscurile potențiale în procesul „introducerii"

Avantajele procesului de „introducere" sunt foarte mari, dar și riscurile pot deveni la fel de mari:

- În primul rând există riscul ca odată cu transportul semințelor plantelor ce fac obiectul „introducerii" să fie transportate „la pachet" unele boli și dăunători, care în condițiile noi, în lipsa dușmanilor tradiționali din zona de origine, se dezvoltă rapid și nestingheriți, putând genera adevărate dezastre.

- Introducerea de noi plante prin înlocuirea materialului autohton, poate determina pierderea irecuperabilă a cultivarelor locale înlocuite, bine adaptate la condițiile locale de climă și sol. În prezent viteza de creare a cultivarelor noi este mult superioară față de trecut, încât apare situația când un cultivar, abia introdus în cultură să fie amenințat de înlocuirea cu noi creații moderne. Înlocuirea constituie un proces normal și firesc, generat de revoluția generală care are loc în toate domeniile. Ceea ce nu este de acceptat constă în atitudinea greșită a omului din zilele noastre, față de cultivarele vechi, locale, care se pierd și odată cu ele dispar și genele favorabile, care pot asigura valoare noilor creații.

3.1.4. Introducerea plantelor în România

În „Harta comorilor genetice" stabilită de Vavilov sunt redate zonele de pe Mapamond cu cea mai mare concentrare de diversitate genetică, ocupând ¼ din suprafața Pământului, de preferință în jurul Ecuatorului. În ceea ce privește România, constatăm că în nici un centru stabilit de Vavilov nu au fost identificate areale în care să fi fost concentrată o mare diversitate genetică a plantelor cultivate, zone denumite de Vavilov „centre de origine" sau/și „centre de diversitate genetică„.

În consecință, speciile care se cultivă în România își au originea în alte zone ale Lumii, care prin procesul „introducerii" au ajuns, pe diferite căi, în perioade diferite și pe teritoriul României.

Grâul. Pentru prima dată omul ar fi luat grâul în cultură la începutul mileniului al 7-lea î.e.n. părăsind folosirea speciilor sălbatice. Din centrul său de origine, grâul s-a extins, aproape în întreaga lume, ajungând și în țări europene, asiatice, etc.

În țara noastră, conform descoperirilor de la Cucuteni, Județul Iași, grâul este cunoscut din neoliticul superior și din epoca bronzului (3000-1000 de ani î.e.n.). Speciile folosite atunci au fost: *Triticum monococcum, Triticum compactum și Triticum speclta.* Întrucât *Triticum aestivum* a fost luat în cultură la sfârșitul mileniului al 3-lea î.e.n., fiind ușor de treierat, având bobul golaș, se poate aprecia cultivarea acestuia în epoca bronzului.

Despre cultura grâului în Moldova, Câmpia Dunării și în alte zone ale României de astăzi, există referiri ocazionate de expediția lui Darius, regele perșilor, împotriva sciților (513 î.e.n.), care locuiau în câmpiile Europei Occidentale, precum și în comerțul extins cu grâu a geto-dacilor în coloniile grecești de pe malul Mării Negre cu frații traci din sudul Dunării, extinzându-se spre răsărit în sudul Moldovei, și spre apus în Câmpia Panonică.

Porumbul. Universitatea din Michigan, a datat vechimea a trei specimene de porumb, descoperite într-un adăpost din Valea Oaxaca din Mexic, la 4250 de ani î.e.n.

Traseul genetic lung străbătut de germoplasma porumbului de la sălbatic la cultivat, dovedește validitatea principiului conform căruia germoplasma este vie și ca urmare, ea se mișcă și se transformă de-a lungul vremii, de la o generație la alta, iar mobilitatea ei îi permite răspândirea cu ușurință.

După o perioadă lungă de cultivare în stare primitivă, timp de 6000 de ani, ajunge în 1492 în Europa, mai întâi în vestul continentului și de aici, pe cale directă, sau prin intermediari în toate regiunea.

Între anii 1631-1679 prin procesul introducerii, ajunge și pe teritoriul României, sub forma unei germoplasme, oarecum „lucrată genetic" putându-se diferenția mai multe forme, dintre care cele mai evidente erau formele indurate (cu bobul „tare") și dentate (denumite „dinte de cal").

Odată introduse pe teritoriul României, germoplasma porumbului a constituit un eveniment deosebit pentru țăranul român, care s-a apropiat de această cultură pragmatic și emoțional, poate mai mult decât de orice altă plantă cultivată.

Din punctul de vedere al originii îndepărtate a porumbului, deși există presupunerea în originea sălbatică a acestei specii, până în prezent nu a fost descoperită această formă presupusă, avansându-se diferite ipoteze care susțin că Teosintele ar sta la baza originii porumbului; altă ipoteză susține originea porumbului în genul *Tripsacum*. Dintre aceste două ipoteze, cercetările efectuate, dovedesc o mai mare încredere în varianta originii în Teosinte, deoarece această specie se aseamănă cel mai mult cu porumbul, în special în numărul de cromozomi și se poate încrucișa liber cu porumbul, obținându-se hibrizi fertili.

Referitor la locul de origine se presupune că ar fi Mexicul, iar prin fenomenul „introducerii", porumbul s-a extins în toată lumea, fie direct, fie prin țări intermediare.

În Moldova porumbul a fost introdus pe timpul domniei lui Constantin Duca Vodă (1603-1695).

În Țara Românească porumbul a fost introdus în timpul domniei lui Șerban Cantacuzino (1678-1688).

Introducerea porumbului în Transilvania a avut loc în perioada 1631-1648.

În continuare, în secolele care au urmat, se realizează noi introduceri. Astfel, în secolul al XVII-lea a fost introdus în Europa de Sud, din estul Americii de Nord, formele indurate cu opt rânduri de boabe, intrând mai întâi în Polonia, fosta Cehoslovacie și Ungaria și de aici în Italia și România. În secolul al XIX-lea se introduce din Italia porumbul Cincantin și Pignoletto. Ca urmare a unei secete intense, în anul 1904 se introduce din Argentina (La Plata) porumburile dentate,

care după unii cercetători ai vremii au dus la impurificarea porumbului local deja existent în România, iar după alții la ridicarea nivelului productiv a formelor locale. În perioada 1890-1910 se introduc cu prioritate în vestul țării și în Câmpia Română, varietățile dentate de Corn Belt (SUA).

În contact cu condițiile locale din România, formele de porumb introduse inițial au suferit importante transformări diversificându-se în populații locale, mai întâi formele indurate, care au pătruns primele în țara noastră și ulterior și formele dentate care au fost introduse mai târziu.

Cartoful este originar din America Centrală și de Sud. La cucerirea Americii cartoful era o cultură bine cunoscută și răspândită în zonele înalte ale Anzilor din Columbia până în Chile, îndeosebi pe coasta Oceanului Pacific.

În Europa pătrunde mai târziu, mai întâi în Spania, în secolul al XV-lea, de unde s-a răspândit în Franța, Italia, Germania, iar la sfârșitul secolului al XVI-lea este introdus în Anglia. În România, cultura cartofului se introduce în secolul al XIX-lea.

Genul *Solanum* este alcătuit dintr-un număr foarte mare de specii, cultivate și sălbatice, totalizând 2000 de specii. Speciile cultivate reprezintă o serie poliploidă, de la diploizi la pentaploizi. Grupul *tuberosum* este cultivat în Europa și SUA. „Centrele genice" care cuprind cea mai bogată diversitate genetică a speciilor sălbatice și a formelor primitive, se află în „centrul genic" din Mexic și „centrul genic" din Anzii Americii de Sud.

Cea mai cultivată și extinsă specie este *Solanum tuberosum* (2n=48), care constituie baza genetică a marii majorități a soiurilor de cartof din întreaga lume, inclusiv în România. Această specie este împărțită în două subspecii: *antigena* și *tuberosum*, ultima subspecie este răspândită cu prioritate în Venezuela, Columbia, Ecuador, Peru,

Bolivia și Argentina; în prezent ea este răspândită în multe zone agricole ale Lumii, dintre care și în România.

Peste 70% din speciile sălbatice sunt diploide. Analizându-se genealogia a 120 de varietăți de cartof, create în SUA în ultimii 60-70 de ani, s-a constatat că 113 din ele au la bază două sau mai multe surse străine. Aceste varietăți asigură aproximativ 65% din producția totală de cartof din SUA.

*

* *

Am prezentat succint originea și „introducerea" grâului, porumbului și cartofului, specii care reprezintă cele mai importante surse de hrană pentru populație și furaje pentru animale. Dacă vor fi condiții, vom prezenta în viitor date și informații și despre celelalte specii cu contribuții substanțiale la asigurarea securității alimentare (Revista AMSEM, nr.9, septembrie 2016).

3.2. Centrele de origine și centrele de diversitate trebuie cunoscute

Cu cât se recunoaște mai mult și mai în detaliu o plantă – cum, unde și când a apărut – cu atât cresc șansele de a obține date și informații importante, utile procesului de ameliorare, în conformitate cu obiectivele urmărite.

Cunoscând în profunzime originea geografică a plantelor cultivate și îndeosebi conceptele moderne ale originii, se va putea focaliza atenția spre acele zone în care diversitatea genetică a plantelor este foarte mare.

Din păcate, centrele de diversitate geografică, cu potențial genetic generos, dovedit de amelioratori, se găsesc în situația să dispară. Agricultura modernă se răspândește cu rapiditate în întreaga lume,

determinând sacrificarea formelor vechi, autohtone de plante, motiv pentru care identificarea, colectarea și conservarea lor trebuie făcută acum, înainte de a fi prea târziu.

Colecțiilor mondiale de plante trebuie să li se acorde toată grija și atenția, materialul genetic pierdut nemaiputând fi recuperat.

3.2.1. Centrele de origine a plantelor cultivate

În viziunea lui Vavilov, centrele de origine ale plantelor cultivate se găsesc în arealul cu cea mai mare diversitate genetică a speciei respective. Această viziune a fost reconsiderată de însuși Vavilov care, abordând în detaliu cunoașterea materialului colectat de pe tot Globul, a ajuns la constatarea că „centrele de origine" nu pot fi confundate cu „centrele de diversitate", întrucât nu întotdeauna acolo unde există cea mai mare diversitate genetică a unei plante, obligatoriu trebuie să existe și centrul sau locul unde s-a format, din punct de vedere istoric planta respectivă.

Aceasta nu înseamnă că nu pot exista și suprapuneri ale acestor două situații. Un exemplu concludent în acest sens îl reprezintă centrul etiopian, unde grâul, orzul, mazărea, bumbacul și lintea se găsesc într-o mare diversitate de forme. Grâul tetraploid manifestă aici cea mai mare diversitate de forme. Dar semnificativ este faptul că, pentru acest grup de plante, niciuna dintre ele nu are strămoș sălbatic în Etiopia, ci în Orientul Apropiat.

Mango magnifica (*Magnifera indica*) își are originea în Peninsula Malacca, dar arealul cu maximă diversitate se găsește în India. Susanul (*Sesamum indica*) are originea în Lumea Nouă, însă diversitatea se găsește în India și în Asia Centrală. Dovleacul (*Cucurbita pepo*) își are originea în America de Nord, dar diversitatea sa maximă este în Asia Mică.

3.2.2. Factorii de influență ai diversității genetice

Mutațiile. Încrucișările efectuate între diferite populații de plante dovedesc că unele dintre ele produc mutații în populația hibridă. Folosind mai multe populații de grâu și încrucișându-le, s-a constatat că două varietăți indiene produc mutații în populația hibridă. De aici s-a tras concluzia că amestecul de germoplasmă străină este mutagen. De asemenea, cercetările de citologie au dovedit că cel de-al patrulea cromozom de *Teosinte* posedă efecte mutagene specifice, atunci când este substituit în liniile consangvinizate.

Hibridarea introgresivă este un alt factor de diversificare genetică. A fost demonstrat că *Poa pratensis* posedă diversitate genetică, datorită încrucișării sale cu alte specii din genul *Poa*. Porumbul din Corn Belt constituie o creație relativ recentă, iar structura germoplasmei din această zonă își are geneza în secolul trecut, ca rezultat al hibridării introgresive dintre dentatul sudic și sticlosul nordic.

O analiză a porumbului mexican și a celui din America de Sud evidențiază introgresiunea germoplasmei de *Tripsacum*, prin intermediul lui *Teosinte*, în aceste porumburi. Există probe sigure a unei introgresiuni directe a lui *Tripsacum* din America de Sud în porumbul Columbian.

3.2.3. Hibridarea introgresivă

Rolul hibridării introgresive în creșterea diversității genetice se constată și la alte specii, precum sfecla de zahăr, orezul, trestia de zahăr, floarea-soarelui, grâul etc.

Un exemplu concludent este floarea-soarelui (*Helianthus annuus*) din America de Nord, care și-a extins geografic suprafețele și amplitudinea ecologică, prin „absorbția" variației genetice de la cel puțin șase specii de *Helianthus*. Acest proces de hibridare interspecifică se prezintă ca un vast complex politipic, cu o bogată rezervă de gene.

Cercetările efectuate dovedesc că acest proces de diversificare genetică prin introgresiune este de dată recentă, probabil de 200-300 de ani, perioadă care coincide cu timpul în care omul a transformat dramatic peisajul nord american. Genele care provin din specii diferite și din locuri diferite și adaptate unor condiții de mediu diferite – au permis speciei să se răspândească și să ocupe întreaga zonă climatică și edafică, pe care se găsește în prezent.

Există numeroase date care indică că introgresiunea genetică este răspunzătoare de crearea într-un timp relativ scurt a diversității genetice la numeroase plante, oriunde se examinează zonele de contact între plantele cultivate și rudele lor sălbatice.

Hibridarea introgresivă nu duce la dispariția identității formelor angajate în introgresiune, datorită unor bariere care se formează în momentul transferului genelor, chiar și la plantele alogame. Deși aceste aspecte sunt mai greu de observat, totuși ele există.

Cu cât introgresiunea este mai puțin intensă, cu atât este mai importantă. Procesul natural de introgresiune are loc până la limita de „absorbție" a genelor de organismul hibrid.

3.2.4. Conceptul de origine difuză

În condițiile de astăzi, cunoașterea originii plantelor a devenit o necesitate de primă mărime. A cunoaște însă originea „personalizată" a genotipurilor este o condiție specială a amelioratorilor, în modul de abordare a lucrărilor de ameliorare.

Astfel, de exemplu, cunoașterea originii grâului în general are importanță sa dovedită. A cunoaște însă personalizat originea lui Einkorn, Emer sau Spelt sau altor genotipuri de grâu a devenit o cerință de maximă importanță a amelioratorilor, plecând de la posibilitatea unor origini diferite. Etiopia este locul de origine a formelor de orz din *ssp. deficiens*, dar Etiopia nu este exclusiv locul de origine a orzului.

Porumbul columbian este originar din Columbia, iar porumbul din Corn Belt are originea în SUA, dar niciunul din aceste areale nu este locul de origine a porumbului.

După marele cercetător Harlan, este dificil să afirmi că locul de origine al porumbului este Mexic. Este posibil ca porumbul primitiv din care s-a format porumbul cultivat să fi fost pentru prima dată folosit ca hrană în Mexic. Însă nici porumbul burmez și nici cel anatolian nu sunt originare din Mexic.

Modificările care s-au produs în cursul evoluției plantelor ne obligă să acceptăm conceptul de origine difuză, concept fundamental, pentru a explica problemele actuale ale originii plantelor cultivate. Astfel se explică de ce porumbul se cultivă de la nivelul mării până la altitudinea de 4.000 de metri și de ce are perioada de vegetație de la câteva săptămâni până la 380 de zile, de ce numărul de frunze variază între 8 și 42, iar înălțimea plantelor este cuprinsă între 40 și 700 de cm, iar lungimea știuletelui între 4 și 50 cm.

Ideea originii difuze, scoate în evidență că, în munca de colectare de noi surse de gene, nu trebuie să ne concentrăm atenția numai pe centrele primare de diversitate. În conformitate cu acest concept, se impune ca activitatea de colectare de gene să nu se limiteze exclusiv la centrele de diversitate consacrate, ci să se facă oriunde se constată existența unei diversități genetice semnificative (Revista AMSEM, nr.11, noiembrie 2016)

3.3. Resursele genetice vegetale și securitatea alimentară

„Resursele fitogenetice reprezintă un element esenţial al resurselor alimentare: fără disponibilitatea durabilă a resurselor genetice vegetale pentru ameliorarea plantelor, rezervele alimentare ale

lumii sunt în pericol" - Geoffrei C. Hatwin, director general al Institutului Internaţional de Resurse Genetice Vegetale (IBPGR).

Fără îndoială, resursele genetice vegetale, prin diversitatea, răspândirea şi valoarea lor, au un rol esenţial în securitatea alimentară. Dar, pentru a-şi îndeplini acest rol, resursele genetice trebuie temeinic cunoscută conservate şi valorificate într-o manieră durabilă.

În prezent datorită creşterii excesive a populaţiei, dezvoltării industriei, infrastructurilor şi investiţiilor, pe de o parte, crearea şi generalizarea în producţie a cultivarelor ameliorate, pe de altă parte, tot mai multe specii sălbatice şi primitive se găsesc în pericol de dispariţie, situaţie generată şi de neglijenţa, chiar de nepăsarea omului modern.

3.3.1. Situaţia mondială a malnutriţiei

Pentru a ne da seama de amploarea importanţei resurselor genetice pentru asigurarea securităţii alimentare, să analizăm care este situaţia malnutriţiei pe Terra, cu formele ei de manifestare, în vederea unor abordări adecvate a strategiilor de valorificare a resurselor genetice, încât acestea să fie bine protejate şi eficient valorificate, pentru a putea constitui cu adevărat surse valoroase de asigurare a securităţii alimentare.

Aproape 30% din populaţia mondială suferă, într-o formă sau alta de malnutriţie. Consecinţele se concretizează prin slăbirea capacităţii de muncă fizică şi intelectuală, apariţia numeroaselor boli de nutriţie, îndeosebi la copii, speranţa de viaţă se reduce simţitor. Majoritatea cauzelor bolilor omenirii, sunt atribuite foamei, unui aport energetic dezechilibrat, unei carenţe în vitamine sau/şi în săruri minerale ş.a.

În ţările în curs de dezvoltare, o persoană din cinci este subalimentată într-o manieră cronică, reprezentând 792 milioane de indivizi. Fără o intervenţie viguroasă şi imediată, subalimentaţia şi urmările ei se repetă cu fiecare generaţie.

În fiecare an, 12 milioane de copii mor, din care 55% din cauza malnutriţiei. De asemenea 12 milioane de persoane suferă de carenţe în micronutrienţi. Date recente publicate de FAO, arată că 826 milioane de persoane suferă de malnutriţie cronică, care au un deficit de 10 kcal în aportul lor alimentar zilnic, insuficient pentru o viaţă normală, iar riscul de a contracta afecţiuni de natură nutritivă creşte.

Paradoxal, în contrast cu aceste situaţii, milioane de oameni suferă de boli datorate supraalimentaţiei şi/sau dezechilibrelor alimentare. Persoanele supraponderale sau/şi cele bolnave de diabet sunt victime ale supraalimentaţiei sau unei alimentaţii dezechilibrate.

3.3.2. Sarcinile agriculturii în luptă cu malnutriţia

Pentru asigurarea hranei celor peste 6 miliarde de oameni în prezent şi a celor peste 8 miliarde de oameni prognozate pentru 2030, producţia de hrană va trebui să crească cu 70% în ţările în curs de dezvoltare, faţă de perioada anilor 1995-1997, din care 80% să fie realizată pe seama producţiei vegetale. Se are în vedere aportul ce trebuie să-l aducă activitatea de ameliorarea plantelor, prin crearea şi generalizarea în producţie a unor soiuri şi hibrizi, foarte performante, ca nivel de producţie şi ca rezistenţă la stresul de mediu şi tolerant la atacul bolilor şi dăunătorilor. Diferenţa de 30% se va asigura printr-o extindere a suprafeţelor agricole, care în ţările în curs de dezvoltare vor creşte cu 12% (120 milioane de hectare) în principal în America de Sud şi în Africa Subsahariană.

Referitor la posibilităţile ca în viitor agricultura să beneficieze de varietăţi noi de plante, cu potenţial ridicat de producţie şi cu alte însuşiri superioare, care să contribuie, pe lângă alte măsuri la securitatea alimentară, se nasc următoarele întrebări: există la ora actuală condiţii pentru ca amelioratorii şi geneticienii de plante, să creeze asemenea organisme performante? Există material genetic, cunoştinţe şi metode de lucru pentru a atinge asemenea obiective?

Fără a minimaliza dificultăţile existente, specialiştii în domeniu apreciază că ştiinţa dispune în prezent de cunoştinţele necesare, având ca sprijin pe de o parte atât metode clasice de ameliorare, dar şi metodele moderne, în special transgeneza, iar pe de altă parte resursele genetice vegetale conservate astăzi în peste 100 de Bănci de gene din întreaga lume.

În abordarea strategiilor privitoare la creşterea producţiei agricole, cu o vădită tentă de conservarea mediului natural, FAO recomandă adoptarea unor măsuri care să ducă la o apropiere între producţia agricolă şi ecosistemele naturale prin gestionarea solului, apei, plantelor şi animalelor, ca un tot unitar. În acest mod s-ar realiza echilibrul ecologic natural, optimizând competiţia între diferitele specii vegetale şi animale, la nivelul cerinţelor alimentare. în practică însă, presiunea demografică, sărăcia şi subdezvoltarea obligă agricultorii să promoveze în cultură, nu cele mai potrivite plante atât din punct de vedere economic cât şi ecologic, ci unele plante „de conjunctură", cum ar fi acele plante cu cerinţe mari la export, care asigură profituri imediate cultivatorilor, ignorându-se efectele negative ale acestora asupra însuşirilor fizice şi chimice ale solului. Aşa s-a întâmplat cu promovarea excesivă în cultură a bumbacului care a folosit mult timp în monocultură a determinat aşa numita „oboseală a solului", dar care aducea profituri însemnate cultivatorilor.

După FAO, politicile publice în domeniul agriculturii ar trebui să încurajeze principiile agriculturii durabile. Agricultura fondată pe ecosisteme, care are în vedere factorii economici, ecologici şi sociali, în ansamblul lor, este după FAO (2000) singurul mod raţional de a asigura, pe de o parte, securitatea alimentară, iar pe de altă parte conservarea mediului natural.

3.3.3. Utilizarea durabilă a resurselor genetice sălbatice şi cultivate în ameliorarea plantelor

Utilizarea durabilă a resurselor genetice, este astăzi recunoscută ca mijlocul cel mai eficient de asigurare a securităţii alimentare. Şi aceasta se impune cu atât mai mult cu cât previziunile privitoare la presiunile omului asupra mediului natural vor creşte semnificativ în perioada ce urmează. Cele două miliarde de oameni în plus de hrănit, prognozate pentru 2030, solicită comunitatea intemaţională, naţională şi pe fiecare individ al Terrei, la eforturi susţinute pentru prezervarea şi conservarea resurselor naturale în care un loc special îl ocupă resursele genetice vegetale.

Una din posibilităţile de utilizare a resurselor genetice o constituie valorificarea, prin metode şi tehnici adecvate, însuşirile favorabile ale speciilor sălbatice, de la care interesează, cu prioritate, însuşirile de rezistenţă la condiţiile de stress ale mediului natural precum şi la atacul bolilor şi dăunătorilor, la care trebuie adăugate şi însuşirile de calitate.

Transferul genelor din speciile sălbatice şi din cultivarele primitive, în plantele de cultură, întâmpină unele greutăţi, care au fost grupate de Hawkes (1977) în cinci niveluri de dificultate: a) dificultate redusă (formele sălbatice şi cele cultivate sunt strâns înrudite); b) există diferenţe genetice între forma cultivată şi cea sălbatică, totuşi în urma încrucișării s-au obţinut hibrizi fertili; c) între specia cultivată şi cea sălbatică garniturile genetice se deosebesc prin numărul de cromozomi, adesea prin formule genomice diferite. Hibrizii obţinuţi pot fi fertili, numai prin aplicarea unor tehnici speciale; d) încrucişarea se face cu dificultate, obţinându-se puţini hibrizi fertili; e) se recomandă hibridarea somatică.

Transferul genelor de interes pe cale sexuată necesită timp îndelungat de încrucişări şi selecţie. Astfel că în ultimul timp, au fost descoperite metode noi de transfer folosindu-se ingineria genetică prin

care genele pot fi transferate între specii şi chiar genuri diferite, în mod direct, rapid şi specific.

Întrucât spaţiul nu ne permite, vom prezenta numai cele patru specii dominante, de care în bună măsură depinde securitatea alimentară, grâul, orezul, porumbul şi cartoful, la care de asemeni, din acelaşi motiv, vom prezenta doar acele însuşiri relevante în manifestarea rezistentelor la atacul bolilor şi dăunătorilor, problemă considerată în prezent una din cauzele majore a scăderii potenţialului biologic de producţie.

Grâul. Pe plan mondial grâul ocupă primul loc, cu o suprafaţă de 225.220 mii hectar, de pe care se obţin, în medie 590.997 mii tone (după FAO, voi 12, 1999).

La grâu există patru surse de gene sălbatice independente, fiecare având o omologie completă faţă de speciile cultivate. Astfel pentru ameliorarea grânelor tetraploide se poate apela la speciile sălbatice prezente în progenitorul tetraploid *T. dicoccoides,* ambele forme având aceeaşi contribuţie cromozomială A şi B. Ameliorarea grânelor durum se poate face, prin manipulare genetică, apelând la donorii diploizi: einkornul sălbatic (genomul A) şi *Ae. Speldoides* (genomul B). Ameliorarea grânelor de pâine se poate face folosind diploidul sălbatic *Ăe.squarosa* (genomul D).

T. dicoccoides prezintă interes pentru rezistenţă la rugina tulpinii şi la rugina galbenă. De asemeni s-a remarcat *Ae.ventricosa* pentru rezistenţă la *Cercosporella herpatrichoides* şi speciile sălbatice de pir din genul *Agropyron* pentru rezistenţă la rugina frunzelor.

Un aspect deosebit de important şi care merită subliniat constă în găsirea pe teritoriul României, în Munţii Apuseni, a unuia din strămoşii grâului cultivat cu denumirea de Alac *T. rnonococcum ssp. monococcum*) specie ce derivă direct din Alacul sălbatic (*T monoccum ssp. boeticum*).

Triticum monococcum, originar din Loc. Almasu Mare. Jud. Alba

Alacul cultivat este rezistent la temperaturi scăzute, secetă, arşiţă şi puţin pretenţios la sol, din care cauză reuşeşte pe solurile sărace din regiunile muntoase cu climă aspră. El a fost identificat de echipa de cercetători de la Banca de Gene Suceava, în judeţul Alba, în localitatea Almaşul Mare, în gospodăria ţăranului Ciur Măria.

Orezul ocupă locul 2 pe plan mondial după grâu, cu o suprafaţă de 150.121 mii hectare de pe care se obţine 561.126 mii tone.

Bolile orezului produc mari pagube culturii, cauzate în principal de ciupercă *Pyricularia oryzae* Cavara, virusul tungra, virusul piticirii, bacteria *Xanthomonas oryzae*, ciuperca *Thantephours cucunuriş* s.a..

Pyricularia orizae, produce cele mai mari pagube, distrugând frunzele, nodurile paiului, ramificaţiile paniculului. Pentru identificarea surselor de rezistenţă au fost studiate peste 270 de forme sălbatice şi cultivate, fiind depistate valoroase, următoarele surse: Telep, Nang, Chet Luc şi Trang Cut din Vietnam, Tradukan, Huan-sen-go şi To-poo-cho-z din China, H6 şi M-302 din Sri Lanka ş.a.

Virusul Tungro este răspândit în Asia tropicală şi subtropicală. Surse de rezistenţe s-au dovedit varietatea Pankhari203 din India, dar şi

numeroase surse sălbatice şi cultivate din Bangladesh, China, India, Indonezia, Malayezia, Pakistan, Sry Lanka.

Virusul piticirii se transmite prin puricele brun (Nilaparvata lugens). Datorită pagubelor mari ce le produce, au fost cercetate un număr record de surse de rezistenţă, de peste 10.000 de probe, din care 100 de forme sălbatice. Singura sursă identificată cu o foarte bună rezistenţă este o sursă sălbatică *O. nivara*, din India. Genele de rezistenţă din această formă sălbatică stau la baza creerii celebrului soi de orez I.R. 3, care asigură un nivel de producţie foarte ridicat de până la 10.000 kg boabe pe hectar, de foarte bună calitate.

Porumbul, ocupă locul 3 ca suprafaţă cultivată, dar primul loc ca nivel de producţie (604.926 mii tone). Spre deosebire de alte plante de cultură la care se cunosc bine rudele sălbatice, la porumb nu se cunoaşte decât ipotetic strămoşul sălbatic, iar ca genuri strâns înrudite cu care se încrucişează cu uşurinţă este Euchlaena (teosintele) o buruiană în culturile de porumb,. Baza genetică de diversificare a porumbului o reprezintă introgresiunea cu teosintele, precum şi cu numeroase rase şi populaţii locale.

Cartoful. Dintre plantele de cultură, cartoful beneficiază cel mai mult în ameliorare de aportul speciilor sălbatice şi a cultivarelor primitive, mai ales în ceea ce priveşte atacul bolilor şi dăunătorilor care distrug atât planta cât şi tuberculii.

Bolile care produc cele mai mari pagube sunt virozele, bacteriile şi ciupercile.

Pentru rezistenţă la virusurile X şi Y se folosesc cu succes *Solanum tuberosum, ssp*. *tuberosum*; pentru virusurile A şi Y, *S.stoloniferum*, pentru virusurile X şi „încreţirea frunzelor" *S.acuale.*

Pentru rezistenţă la mana cartofului se foloseşte *S.demissum*, specie care stă la baza creării de soiuri rezistente la mană precum Magestic, Doon, Star şi Herald. Pentru rezistenţa la *Pseudomonas solonacearum*, rezultate bune s-au obţinut folosind specia sălbatică *S.phurega*, iar pentru rezistenţă la *Globodera pallida*, se utilizează *S.vernei*. Din aceste câteva exemple, la care se pot adăuga exemple şi alte plante de cultură cu bolile lor, se poate desprinde aportul speciilor sălbatice şi a cultivarelor primitive, în combaterea pe cale genetică a

bolilor şi dăunătorilor, evitând în acest fel costurile mari ale combaterii pe cale chimică şi mai presus de toate, poluarea mediului.

De asemeni, se poate desprinde rolul uriaş pe care il pot avea resursele genetice vegetale în asigurarea securităţii alimentare şi în consecinţă necesitatea de a colecta, conserva şi valorifica aceste resurse, în beneficiul omenirii (Revista AMSEM, nr. 1, martie 2011).

3.4. Germoplasma naturală, sursă importantă de gene valoroase

În condiţiile actuale cea mai directă cale de a evalua valoarea germoplasmei, constă în demonstrarea că o sursă genetică poate rămâne în atenţia publică, atunci când valoarea ei monetară este scoasă în evidenţă şi totodată mediatizată. Acest aspect a devenit relevant în momentul în care, ţările în curs de dezvoltare au conştientizat valoarea şi bogăţia resurselor genetice aflate pe teritoriul lor, alcătuite din surse sălbatice şi semisălbatice de plante, epuizate în ţările dezvoltate, fiind obligate să identifice în alte regiuni, materiale genetice autentice, necesare activităţii de ameliorare din ţările lor.

În aceste condiţii populaţiile din ţările în curs de dezvoltare, posesoare de resurse genetice naturale, doresc să obţină un câştig prin valorificarea resurselor genetice din ţările lor, fiind conştiente că resursele pot contribui la îmbunătăţirea calităţii vieţii pe baza remunerării în masă monetară a acestor resurse. Ele solicită să primească o parte din profiturile mari realizate de ţările dezvoltate pe baza aportului adus de resursele genetice colectate din ţările subdezvoltate.

Cu toată importanţa resurselor naturale de germoplasmă, recunoaşterea valorii lor din partea specialiştilor, s-a simţit foarte târziu, ele fiind aproape de dispariţie. În faţa unei asemenea situaţii în mod

firesc se pune întrebarea: de ce germoplasma naturală a fost atât de puţin apreciată de specialişti?

După 1900 amelioratorii de plante folosind germoplasma naturală în lucările de ameliorare au obţinut mari profituri, valorificând creaţiile lor îmbunătăţite cu potenţial de producţie superior.

Dar puţine persoane asociază producţiile mari obţinute, de contribuţia resurselor genetice, cu rolul lor specific în acest demers. De fapt se poate constata că pînă când germoplasma naturală nu este încorporată într-o cultură care necesită a fi ameliorată, ea nu este percepută că ar avea vreo valoare, inclusiv o valoare monetară. Dar în procesul de ameliorare este imposibil de a cuantifica cât se consumă din germoplasmă, pentru transferul unei însuşiri noi, sau pentru crearea chiar a unui nou organism, superior, întrucât ea poate reprezenta fie o singură genă sau un grup de gene, fără a avea posibilitatea de a particulariza în bani, contribuţia şi rolul fiecărei structuri genetice, în obţinerea „produsului" final.

Calcule simple arată că valoarea unei monstre de germoplasmă, încorporată într-un organism viu, pentru exprimarea unei însuşiri importante este atât de mare, încât valoarea ei monetară să nu poată fi definită.

Cu toate acestea, mai ales că astăzi totul se calculează în bani, oamenii de ştiinţă, în special cei din SUA, au început să facă tot felul de calcule pentru a evidenţia contribuţia în masă monetară a germoplasmei, la ridicarea nivelului productiv al recoltelor.

Oficiul Departamentului American de Agricultură, atribuie contribuţiei germoplasmei un miliard de dolari/an, sumă ce reprezintă 50% din totalul creşterii productivităţii culturilor pentru anul 1930 luat în calcul, exprimat în procente: 333% pentru porumb, 136% pentru grâu, 109% pentru orez, 297% pentru cartof şi 157% pentru alune de pământ.

Mai mult de atât, pentru evidenţierea aportului intrinsec al germoplasmei, la ridicarea nivelului recoltelor, au fost făcute calcule în acest sens şi în ţările în curs de dezvoltare. În Asia în anul 1970, ameliorarea genetică a contribuit la creşterea productivităţii grâului cu 2 miliarde de dolari/an şi a orezului cu 1,5 miliarde de dolari/an. În anul 1984 recolta de grâu din India a fost cuantificată la 5 miliarde de dolari.

Desigur germoplasmei nu i se poate atribui toate depăşirile de producţie, dar trebuie avut în vedere că aportul adus prin mijloace agrotehnice, la creşterea producţiilor agricole, se realizează în mare măsură prin ameliorarea specifică a cultivarelor, pentru a valorifica superior măsurile agrotehnice aplicate.

În afara acestui mod de a cuantifica valoarea germoplasmei în dolari, există şi alt mod de a vedea lucrurile, care susţine că este imoral să se calculeze în bani valoarea germoplasmei, întrucât „viaţa nu are preţ, germoplasma ea însăşi reprezentând viaţa"

3.4.1. Câteva exemple de cutlivare ameliorate a căror valoare în dolari a crescut, prin infuzia de germoplasmă exotică

Îmbunătăţirea însuşirilor valoroase ale plantelor prin infuzia de gene exotice, se practică cu succes, sporindu-le valoarea monetară.

Germoplasma unei forme de grâu sălbatic din Turcia, aparent fără valoare deosebită, a fost transferată în varietăţile de grâu din SUA, îmbunătăţind evident rezistenţa lor la boli, aducând un beneficiu de 15 milioane de dolari/an, numai pe teritoriul SUA.

O formă de hamei sălbatic, caracterizată prin gustul uşor amărui, mult apreciat de consumatorii englezi de bere, a adus industriei de profil din Anglia un beneficiu de 15 milioane de dolari.

O specie de orz sălbatic din Etiopia, s-a dovedit a fi posesoarea unei gene de rezistenţă la virusul galben al piticirii plantelor, care transferată în soiurile de orz din California, a determinat combaterea

acestui virus, generând un spor de producţie în valoare de 160 de milioane de dolari.

O formă de tomată sălbatică, considerată buruiană, descoperită în Anzii Peruvieni, a contribuit cu genele ei la îmbunătăţirea cultivarelor de tomate din SUA, asigurând un câştig de 5 milioane de dolari/an.

Gena piticirii grâului identificată în soiul de grâu japonez, Norin 10, transferată în numeroasele varietăţi de grâu, care sufereau de o slabă rezistenţă la cădere, a îmbunătăţit rezistenţa acestora, determinând o creştere spectaculoasă a recoltei de grâu, mărind rezerva alimentară a ¼ din populaţia lumii.

Din aceste exemple se desprinde concluzia de ce trebuie colectate, valorificate şi conservate sursele de germoplasmă veche naturală, cărora în frecvente cazuri nu li se acordă nici o atenţie, motivat de faptul că ele nu reprezintă un interes practic imediat; potenţialul genetic al germoplasmei poate fi evidenţiat, în urma rezultatelor obţinute prin lucrările de ameliorare efectuate, în conformitate cu obiectivele de îmbunătăţire stabilite. Resursele genetice trebuie percepute ca valoroase pentru potenţialul genetic intrinsec de ameliorare şi nu ca un mijloc de utilitate practică imediată în producţie (Revista AMSEM, nr.7, august 2015).

3.5. Germoplasma, materia vieții

Pentru cei care lucrează în agricultură, și nu numai, cele mai de seamă resurse naturale mai apropiate de interesele sale sunt solul, apa și aerul, resurse indispensabile vieții pe pământ.

Dacă extindem și aprofundăm aria de cunoaștere a resurselor naturale, abordând de aceasta dată resursele cele mai fine ale vieții, vom identifica și o altă resursă denumită germoplasmă, a cărei valoare esențială este asigurată de gene care sunt reprezentate de structuri

materiale submicroscopice ale vieții. Acestea dirijează dezvoltarea oricărui organism viu, fie el om, animal, plantă sau microorganism.

În afara vieții, orice resursă naturală nu poate avea decât o valoare în sine, iar, ca să existe viață, trebuie să existe gene, acele structuri moleculare submicroscopice care controlează existența vieții pe pământ, genele reprezentând schema vieții.

Germoplasma constituie acea structură genetică submicroscopică a celulei, alcătuită din gena sau/și combinații de gene, la care, după unii oameni de știință, se adaugă și alte structuri genetice puțin cunoscute sau care așteaptă a fi cunoscute, purtătoare de însușiri ereditare, care guvernează procesul moștenirii organismelor vii, genele făcând parte din acest proces. Există un continuu al vieții pentru fiecare genă, încât ea nu va fi niciodată ceea ce este și niciodată ceea ce a fost.

Germoplasma poate îmbrăca diferite forme, fie sub forma unei singure gene sau unui grup de gene ori poate exista sub forma unor semințe, lăstari sau butași, prelevate de la plante, arbori, secțiuni dintr-o frunză, rădăcină sau tulpină. Totul face parte din ceea ce denumim germoplasmă.

3.5.1. Plasma germinativă

Cel care a pus bazele formulării termenului de germoplasmă a fost August Weismann (1834-1915) care, prin gândirea și conceptele sale, a emis teoria cu privire la plasma germinativă. El a susținut că organismele vii sunt constituite din două părți distincte, din care una este reprezentată de germen sau plasmă germinativă și alta din somă sau corp. Germenele este nemuritor și nu este influențat de condițiile de mediu și nici de somă, dar el poate influența soma. Germenele are o structură discontinuă, fiecare organism sau chiar fiecare celulă somatică fiind reprezentată în germen printr-o particulă denumită determinant, structură care se formează prin asocierea celor mai mici părți ale celulei

numită bifori. Prin gruparea în unități ereditare mai mari a determinantelor, se formează înșiși cromozomii.

Weismann susține că numai corpul sau soma este muritor în timp ce plasma germinativă este nemuritoare. De asemenea, el susține că există o substanță specială cu rol de purtător de ereditate a speciei, localizată în cromozomi, pe care a numito germoplasmă sau plasmă germinativă.

Prin unirea celulelor sexuale, se disting, chiar de la început, două direcții de divizare a celulelor. Prima celulă se diferențiează formând organele individului. Cea de a doua celulă rămâne nediferențiată, așa cum a fost moștenită de la părinți, neinfluențată de mediu, urmând a fi utilizată la maturitatea sexuală a descedentelor, la formarea de noi celule sexuale. Aceasta este germoplasma care rămâne nemodificată, alcătuind baza ereditară pentru generațiile viitoare, existând o continuitate a plasmei germinative de-a lungul generațiilor.

Termenul formulat de Weismann în anul 1883, pentru a prezenta și a explica conținutul și semnificația fenomenului ereditar, a rezultat prin unirea cuvintelor germen care semnifică germenele sau izvorul vieții și cuvântul plasmă care înseamnă material formativ. Noul termen de germoplasmă a rezistat neschimbat, încă din anul 1883, așa cum l-a stabilit Weismann, în comparație cu alți termeni propuși în acest sens, ca idioplasma sau keimbauplasma, care nu au rezistat.

3.5.2. Observații critice

Odată cu trecerea timpului, au apărut observații critice asupra conținutului și funcțiilor germoplasmei. Astfel, în anul 1985, dr. Steven C. Wilt, analizând problematica germoplasmei, a făcut observații critice, afirmând că „termenul propus de Weismann este imprecis și înșelător" precum și faptul că „el conține ceva din misterele eredității și lasă loc pentru ceea ce se va mai descoperi". De asemenea, a subliniat

că „germoplasma este un termen vulnerabil, pe care știința nu l-a putut defini niciodată cu claritate, dar nici nu l-a putut înlocui".

3.5.3. Din ce este alcătuită?

Gena și germoplasma reprezintă două structuri biologice care, după Wilt (1985), reprezintă același lucru. În această situație, în mod necesar, se naște întrebarea, dacă reprezintă același lucru, de ce nu se folosește pentru desemnarea ei numai termenul de genă? Explicația ar consta în faptul că germoplasma nu înseamnă numai gene, ci și alte structuri genetice prezentate neconvingător de cercetători, iar tentativa lor de a-l înlocui a eșuat.

Germoplasma nu are sinonim. În esență germoplasma constituie materialul care controlează ereditatea, suma potențialităților și calităților transmise ereditar de la părinți la urmași. Germoplasma, în întregul ei, controlează procesul moștenirii, iar genele sunt parte a acestui proces.

Dar în afară de gene, din ce se mai compune germoplasma?

Răspunsurile la această întrebare vor însemna pătrunderea în profunzimea conținutului germoplasmei care, în prezent, este concentrată într-un conglomerat neclar, plin de necunoscut și de mister, pe care cercetătorii se luptă să-l descifreze și să-l înțeleagă, fiind vorba de materia brută care produce transformările evolutive. Până se vor găsi diferențele între gene și germoplasmă, o apreciere sumară ar fi: genele reprezintă schema vieții, iar germoplasma materia vieții, adică gene plus ceva material adițional, care controlează ereditatea.

Germoplasma nu poate fi exprimată la plural, întrucât nu există și alte formațiuni genetice identice cu germoplama. De asemenea germoplasma nu are unitate de măsură, cel mai adesea făcându-se apel la caracteristicile semințelor (număr, greutate mărime, formă și culoare) și nici sinonim.

Indiferent de forma sa, germoplasma constituie o combinație de gene din orice celulă a organismelor vii (plante, animale, microorganisme și om), deoarece în fiecare celulă se găsește o copie a fiecărei gene care controlează acel organism.

Germoplasma a fost transmisă de-a lungul anilor de la o generație la alta, astfel încât o plantă vie de astăzi – indiferent dacă este porumb, grâu, cartof, etc – reprezintă un volum de istorie de viață, capitolele sale fiind scrise în perioade diferite de-a lungul anilor, sub influența mai multor factori din care amintim: schimbările de mediu, constituirea și reconstituirea genelor, manipulările genetice din timpul procesului de selecție etc.

3.5.4. Arheologi de gene

Geneticienii reprezintă acea categorie de specialiști apreciați „ca arheologi de gene", care lucrează pentru descifrarea tainicelor coduri și mesajelor genetice. De fapt, geneticienii sapă într-o comoară arheologică, deoarece aceste gene datează de sute sau chiar mii de ani, existând un continuu al vieții pentru fiecare genă de la începutul vieții organismelor.

Germoplasma nu este doar o resursă vie, ea este o resursă în continuă mișcare și transformare. Deși plantele nu se pot deplasa pentru a se înmulți, semințele lor pot fi comparate, plastic vorbind, cu „autostopiștii". Luate de vânt și de valuri, de păsări și de animale, semințele au străbătut Pământul, fiind dificilă astăzi stabilirea locurilor de origine a plantelor. Totuși, pe baza cercetărilor efectuate de unii specialiști puternic implicați în cunoașterea originii plantelor, așa cum au fost De Candolla A. (1885) și în special Vavilov (1931, 1941, 1951), există în prezent date și informații de valoare asupra originii plantelor cultivate.

Germoplasma este entitatea genetică, pe cât de mult folosită de specialiști, pe atât de puțin explicată (Revista AMSEM, nr.9, octombrie 2015)

3.6. Colecțiile mondiale de resurse genetice vegetale ale principalelor culturi agricole conservate în băncile de gene

La nivel mondial totalul colecțiilor de resurse genetice vegetale se ridică la 2,5 milioane de intrări, din care mai mult de 1,2 milioane (48%) reprezintă cerealele, 369.000 (14,7%) leguminoasele alimentare, 215.000 (86%) gramineele și leguminoasele furajere, 137.000 (5,5%) legumele, 174.000 (3%) clone de rădăcinoase și tuberculifere (tabelul 3.1.).

Tabelul 3.1.

Numărul total de intrări în colecția mondială de resurse genetice vegetale

Cultura	Număr de:			Procentul de diversitate genetică	
	intrări	eşantioane distincte	colecţii mai mari de 200 de intrări	Varietăţi tradiţionale	Specii sălbatice
CEREALE					
Grâu	410.000	125.000	37	95	60
Orz	280.000	55.000	51	85	20
Orez	215.000	90.000	29	75	10
Porumb	100.000	50.000	34	95	15
Sorg	95.000	30.000	28	80	10
Ovăz	37.000	15.000	10	90	50
Mei	41.000	3.000	8	60	10
Elensine	9.000	5.000	8	45	10
Alte forme de mei	16.000	8.000	17	80	30
LEGUMINOASE PENTRU BOABE					
Fasole	105.500	40.000	22	50	10
Soia	100.000	18.000	28	60	30
Arahide	34.000	11.000	7	70	50
Mazăre chiche	25.000	13.500	15	80	10

Mazăre cajan	22.000	11.000	10	85	10
Mazăre	20.500	6.500	11	70	10
Miebe	20.000	12.000	12	75	1
Haricot mungo	16.000	7.500	10	60	5
Linte	13.000	5.500	11	70	10
Bob	10.000	5.000	10	75	15
Lupin	3.500	2.000	8	50	5
RĂDĂCINOASE ŞI TUBERCULIFERE					
Cartof	42.000	30.000	28	95	40
Manioc	14.000	6.000	14	35	5
Igname	10.000	5.000	12	40	5
Cartof dulce	8.000	5.000	27	50	1
PLANTE INDUSTRIALE					
Bumbac	30.000	8.000	12	75	20
Trestie de zahăr	23.000	8.000	12	70	5
Cacao	5.000	1.500	12	x	x
Sfeclă de zahăr	5.000	3.000	8	50	10
PLANTE FURAJERE					
Leguminoase	13.000	0	47	0	0
Graminee	85.000	0	44	0	0

3.6.1. CEREALE

a) Colecţiile mondiale la grâu (*Triticum sp.*)

Cerealele sunt bine reprezentate în băncile de gene, grâul ocupând primul loc. Cele 41.000 de probe reprezentând grâne domestice din Orientul Mijlociu sunt conservate în 40 de Bănci de gene, majoritatea constituind forme locale și forme sălbatice înrudite. Colecțiile conservate pe „termen lung” sunt păstrate în băncile de gene din țările industrializate, în particular la VIR, San Petersburg, în Federaţia Rusă, precum și în Băncile de gene ale Laboratorului Naţional de Conservare a Seminţelor (NSSL) din Fort Collins, Colorado (SUA) și la Institutul de Germoplasmă din Bari, Italia, dar și la Institutul de Germoplasmă din Kyoto, Japonia unde se conservă o colecţie „de bază” alcătuită din forme sălbatice, rude ale grâului, axate pe genurile *Triticum* și *Aegilops*.

Cele mai mari colecţii din ţările în curs de dezvoltare se găsesc conservate la CIMMYT (Centrul Internaţional de Ameliorare a Porumbului şi Grâului) din Mexic şi la ICARDA (Centrul Internaţional de Cercetare Agricolă pentru Zonele Aride) din Siria.

La CIMMYT se conservă o colecţie de „durată medie", compusă din 31.000 de varietăţi tropicale şi subtropicale de grâu şi triticale, în timp ce ICARDA conservă 16.500 de forme de grâu (tabelul 3.2.)

Tabelul 3.2.

Fondul mondial de germoplasmă la grâu, conservat în Băncile de gene de pe Mapamond

Numărul de intrări	Tipul de păstrare	Instituţia	Locaţia
74500	M*L	VIR	Petrograd, Federaţia Rusă
39003	M	USDA	Beltsville, Md. SUA
37477	L*	NSSL	Fort Collins, Colorado, SUA
31144	M	CIMMYT	El Batan, Mexic
31000	C	ARO	Bet Dagan, Israel
26000	M,L	IG	Bari, Italia
22100	L	NSWDA	Tamworth, Australia
20000	C*	GCI	Beijing, China
16596	C	ICARDA	Alep, Siria
16000	C	IARI	New Delhi, India
13000	C	IPIGR	Plovdiv, Bulgaria
10875	M,L	FAL	Braunschweig, Germania
10000	M,L	IPK	Gatersleben, Germania
8000	C	IAAR	Radzikow, Polonia
7201	M,L	PCRC	Adis Abeba, Etiopia
7000	C	CNTP	Passo Fundo, Brazilia
6774	M	PGI	Kyoto, Japonia
6000	C	INCDA	Fundulea, România
6000	M,L	PARC	Islamabad, Pakistan
5000	M,L	IGPB	Praga, Cehia
4506	M,L	INTA	Pergamino, Argentina
4200	M,L	PBI	Cambridge, Anglia
4000	C	NIAS	Tsukuba, Japonia
4000	M	SPA	Wukung, China
4000	M	ARARI	Menemen, Turcia
4000	M	CGN	Wageningen, Olanda
2500	S	DARS	Versaille, Franţa

2000	S*	UC	Riverside, California, SUA
1726	M	DARS	Roboul, Afganistan
1353	M,L	SVGB	Suceava, Romania
1221	S	NBPCR	New Delhi, India
1200	M	UNA	Lima, Peru

M- medie durată; L- lungă durată; C- câmp; S- scurtă durată.

Tabelul 3.3.

b) Colecţiile mondiale de germoplasmă la porumb *(Zea mays)* conservate în băncile de gene de pe Mapamond

Numărul de intrări	Tipul de conservare	Instituţia	Locaţia
15.084	M,L	VIR	Petrograd, Rusia
15.000	M*	IMR	Belgrad, Serbia
11.000	M,L	CIMMYT	El Batan, Mexic
10.000	M	INIA	Champingo, Mexic
7619	L*	NSSL	Fort Collins, Colorado SUA
7145	M	VNA	Lima, Peru
5000	C*	ICA	Medelin, Columbia
5000	M,L	SVGB	Suceava, Romania
3200	C	RICPT	Fundulea, România
3000	M,L	INTA	Pergamino, Argentina
3000	M	ISU	Amers, Iowa, SUA
2800	L	PGRO	Otawa, Canada
2654	M,L	NIAS	Tsukuba, Japonia
2220	M	CIFEP	Cachamaba, Bolivia
1678	M,L	IPB	Los Banos, Filipine
1571	C	IARI	New Delhi, India
1500	M	NARS	Kitale, Kenia
1368	M	CRIFC	Sukamandi, Indonezia
1306	M	MRI	Trnava, Cehia
1040	M,L	INIA	Madrid, Spania
1000	C	CNU	Daejeon, Coreea de Sud
1000	M	MI	Baraga, Portugalia

M- medie durată; L- lungă durată; C- câmp.

Colecţiile de maximă importanță conservate pe „termen lung” sunt păstrate în ţările dezvoltate. Astfel NSSL din Fort Collins, Colorado, conservă pe „termen lung” colecţiile „de bază” din Lumea Nouă; în timp ce Institutul Vavilov din Petrograd este specializat pentru conservarea colecțiilor europene, Institutul pentru Cercetarea

Porumbului de la Braga, Portugalia, conservă colecțiile de porumb din Peninsula Iberică, iar Institutul Naţional de Cercetări Agricole din Tsukuba, Japonia, conservă germoplasmă de porumb asiatică.

În anul 1989, când a fost publicat inventarul volumului de germoplasmă conservat în băncile de gene, colecţiile cele mai numeroase se găseau în fosta URSS şi fosta Iugoslavie, „în condiții climatizate" la temperatura de -10^{0}C. În aceste două bănci de gene se găsesc conservate 30.000 de probe. Tot în SUA, la Universitatea din Illinois sunt conservate mutantele de porumb, care sunt disponibile comunității științifice internaționale. În cadrul CYMMIT, începând cu anul 1985 se conservă, în condiţii controlate de mediu, un volum important de germoplasmă tropicală, iar în Argentina şi Filipine, sunt conservate 3000 şi respectiv 1678 de probe, pe „termen lung". În Thailanda, la Bangkok, a fost construită o bancă de gene cu factori de mediu controlați, în care se va conservă germoplasma de porumb din continentul asiatic.

Pentru conservarea pe „termen mediu" responsabilitatea este încredințată CYMMIT-ului şi INIA, situate la El Batan, respectiv la Champingo, care au în responsabilitate conservarea a aproximativ 50% din germoplasma din Caraibe şi America Latină, reprezentată de populații locale şi forme sălbatice (teosinte anual - *Zea mexicana)* şi porumbul peren (*Zea diploperennis*) descoperit recent.

În anul 1986 aproape toate varietăţile locale din America Latină şi din zona mediteraneeană, au fost colectate şi supuse conservării în condiții controlate de mediu.

În prezent numărul băncilor de gene a crescut corespunzător cu volumul de germoplasmă colectat, care trebuie conservat în condiții controlate de mediu. Astfel, în Europa (Slovenia, Croația și Serbia) au fost puse în funcțiune bănci de gene dotate cu aparatură de specialitate

pentru a asigura semințelor condiții fizice și biologice, necesare menținerii viabilității lor, la parametrii stabiliți.

Este important de evidențiat, că în România a fost construită Banca de Gene Suceava, unitate de interes național, dotată cu aparatură performantă pentru producerea frigului la parametrii de temperatură și de umiditate stabiliți, astfel ca viabilitatea și integritatea genetică a semințelor să nu sufere modificări.

3.6.2. Colecțiile mondiale de resurse genetice la plantele tuberculifere și rădăcinoase

Cu excepția cartofului, culturile rădăcinoase şi tuberculifere nu au fost colectate și studiate în măsura în care au fost prezentate cerealele şi leguminoasele alimentare. Motivația acestei situații ar consta în dificultățile de ordin tehnic în ce privește conservarea acestor culturi.

Ținând cont de importanța cartofului în alimentația umană, fiind considerat sugestiv „a doua pâine”, motiv pentru care, cartoful alături de grâu, orez și porumb, constituie baza alimentației omenirii. Această constatare este în contradicție cu cerințele pentru o alimentație cât mai variată și mai bogată în elemente nutritive sănătoase. În prezent omenirea este dependentă de patru culturi menționate mai sus, denumite sugestiv „cei patru mari”. Dintr-o statistică efectuată, rezultă că din producția totală realizată la 30 de culturi alimentare importante, pe primele patru locuri se situează culturile menționate, care asigură 54,33% din producția mondială, în timp ce celelalte 26 de culturi împreună realizează numai 45,67%.

Totalul colecțiilor de cartof numără 42.000 de intrări, cartoful fiind cultura cea mai intens colectată, reprezentată atât de surse cultivate cât și de sălbatice. Au fost colectate aproape în întregime cultivarele locale și aproximativ 40% din speciile sălbatice.

Cultura cartofului se află în atenţia Centrului Internaţional al Cartofului (CIP) din Lima, Peru, care deţine o treime din totalul materialului colectat la nivel mondial.

Cartoful a fost domesticit în Peru, țară care furnizează 82% din colecțiile ce se conservă la CIP. Dintre acestea se găsesc puțin răspândite speciile domestice cum sunt: *Solanum ajanhuiri* şi *Solanum stentamum.*

Ca o concluzie generală asupra germoplasmei diferitelor culturi tropicale, se poate afirma că eroziunea genetică a produs mai puţine pagube culturilor de rădăcinoase şi tuberculifere decât în culturile cerealiere (Revista AMSEM, nr. 5, mai 2017).

3.7. Asigurarea securității alimentare, pentru o lume în continuă creștere

În urmă cu 500.000 de ani populația Terrei se ridica la câteva mii de locuitori. Au trebuit apoi milenii de ani ca omenirea să ajungă la începutul secolului al XIX-lea (1830) la un miliard de oameni. Ulterior ritmul de creștere a populației a crescut, încât în mai puțin de un secol (97 de ani) respectiv până în anul 1927, acest număr s-a dublat, după care timpul de adăugare a încă un miliard s-a scurtat progresiv: 33 de ani pentru a ajunge în anul 1960 la trei miliarde, 14 ani pentru a ajunge în anul 1974 la patru miliarde de persoane ” Ziua celor cinci miliarde” de locuitori ai Terrei s-a consemnat pe 11 iulie 1987. După Biroul de Recensământ al SUA, populația lumii la 31 octombrie 2011 a ajuns la 7 miliarde de cetățeni.

Pentru anul 2050 se prognozează 9,5 miliarde de locuitori.

World Population Prospect (2011) estimează că până în anul 2050 populația statelor în curs de dezvoltare va spori foarte mult, în timp ce țările europene și unele state asiatice vor înregistra scăderi importante ale populației.

Exodul către centrele urbane va continua, îndeosebi în Africa și Asia, cele mai aglomerate orașe sunt în America de Nord (77%), urmate de cele din Europa și America Latină.

Specialiști în demografie au prevăzut că în anul 2010 populația mondială se va stabiliza la 10 miliarde de locuitori, dar în perspectiva apropiată se preconizează stabilizarea demografică la 10 miliarde locuitori.

Degradarea mediului, creșterea demografică, producțiile relativ scăzute din agricultură și distribuția inechitabilă a hranei pe plan mondial, sunt cele mai dificile probleme cu care se confruntă omenirea. În principal acestea sunt:

1 Două miliarde de locuitori nu au asigurată securitatea alimentară în termenii stabiliți de FAO, adică situația ca fiecare locuitor al Terrei, în mod constant să aibă acces la acele alimente de bază care să-i permită menținerea unei vieți active și sănătoase (FAO, 1999). În numeroase țări subdezvoltate, creșterea demografică a progresat mai rapid decât producția de alimente. Producția mondială de cereale a sporit cu aproximativ 1%/ an, în timp ce procentul mediu de creștere demografică a fost de 1,6% / an. Situația cea mai grea este în Africa, unde din 46 de țări, 31 au o situație cu totul deosebită. Suprafața medie a culturilor cerealiere între 1950-1996 s-a micșorat la jumătate, scăzând de la 0,23 ha la 0,12 ha/ locuitor. În anul 2030 când populația mondială va ajunge la 8 miliarde de persoane, suprafața medie la aceste culturi, va fi de 0,08 ha/locuitor.

2 Diferențe mari între statele lumii în ceea ce privește securitatea alimentară. Există mari diferențe între țările lumii. Australia, Europa și America de Nord produc mari cantități de hrană atât pentru consumul intern cât și pentru export. Există însă îndoieli asupra viabilității pe termen lung, a acestor creșteri. Agricultura

super intensivă din țările foarte dezvoltate a produs în ultima vreme evenimente deosebite, cu efecte negative pentru agricultură, cu referire specială la atacul bolilor și dăunătorilor. Pe de altă parte, în cultura plantelor sunt puse sub semnul întrebării culturile modificate genetic, precum și dificultățile provocate de factorii biotici și abiotici de stres. Cu toate intervențiile omului, pierderile de recoltă sunt încă foarte mari. Țările cu venit foarte redus și cu deficit alimentar, nu produc suficient pentru a hrăni cetățenii proprii și nici nu pot importa produse alimentare, pentru a completa deficitul alimentar. În aceste țări, conform unei evaluări făcute de FAO, 800 de milioane de oameni suferă de malnutriție cronică.

3 Suprafața de teren agricol limitată. Teoretic suprafața terenurilor agricole ar putea spori cu 40% (două miliarde ha) dar practic acest lucru nu este posibil, întrucât aceste terenuri sunt de foarte proastă calitate (terenuri erodate, de interes marginal, și supuse unor secete frecvente și intense). Punerea lor în valoare ar necesita cheltuieli foarte mari, pe care țările sărace, nu au posibilități financiare să le facă.

4 Diminuarea suprafețelor exploatațiilor agricole familiale. Această situație se datorează creșterii explozive a populației care cu fiecare generație, duce la diminuarea suprafețelor agricole/locuitor. De exemplu din 57 de țări în curs de dezvoltare, mai mult de jumătate din toate exploatațiile aveau mai puțin de 1 ha pentru a hrăni o familie rurală cu 4-6 copii.

5 Degradarea solului – moderată sau severă afectează în jur de două miliarde de ha, ceea ce reprezintă suprafața egală cu cea a SUA și a Mexicului, la un loc. Irigațiile și drenajul sunt prost exploatate, favorizând degradarea solului prin eroziune și salinizare, iar în fiecare an se pierd 5-7 milioane de ha cultivate.

6 Lipsa apei și degradarea calității sale. Apa pentru irigații reprezintă în jur de 70% din volumul total de apă folosit de populația mondială. Din totalul suprafețelor irigate de 255 milioane ha, numai 17% produc o treime din volumul total de alimente disponibile. Mai puțin de o jumătate din apa destinată irigațiilor are efect asupra producției de alimente, restul se infiltrează în sol, pierzându-se prin canale de scurgere și prin evapotranspirație.

Pentru ca plantele să poată manifesta potențialul de producție ridicat, precum și însușirile de rezistență la boli și dăunători, ele trebuie să conțină o mare diversitate de gene care să controleze buna funcționare a activității fiziologice, morfologice și biochimice ale plantelor.

Folosirea redusă de care s-a bucurat până în prezent marea diversitate a culturilor cunoscută botaniștilor, este evidențiată de numărul redus de specii utilizate în culturile cerealelor, care reprezintă în jur de 1% din total (James și Wolf, 1961). Dacă am adăuga la acest procent numărul mare de plante nefolosite sau utilizate doar parțial în agricultură, de la celelalte familii, ne putem da seama de potențialul ridicat, care există pentru sporirea producției agricole, îndeosebi de natură alimentară. Este interesant faptul că deși cerințele pentru alimentație cât mai diversificată și echilibrată în elemente nutritive, se impune în mod deosebit, totuși omenirea se bazează în prezent în asigurarea hranei; în majoritate pe patru culturi: grâu, orez, porumb și cartof, denumite „cei patru mari", care asigură produse în cantitate mai mare decât cele 26 de culturi luate la un loc (tab.3.4.). Și dacă comparăm această situație cu consumul diversificat din timpul îndepărtat, alcătuit din câteva mii de specii de plante sunt necesare, nu numai pentru cuprinderea în mai mare măsură în consumul alimentar a unui număr mai mare de plante de cultură, ci și îmbogățirea actualului sortiment de

plante de cultură cu noi surse alimentare de natură vegetală, în consumul alimentar.

Ca urmare omul în trecutul îndepărtat folosea pentru hrană, un volum mai mare și diversificat de produse vegetale decât în prezent.

Tabelul 3.4

Suprafața cultivată și producția anuală a 30 de culturi alimentare

Cultura	Suprafața (mil ha)	Producția anuală (mil. tone)	Cultura	Suprafața (mil ha)	Producția anuală (mil. tone)
Grâu	160	15,23	Sfeclă de zahăr	30	1,27
Orez	120	13,36	Secară	30	1,27
Porumb	100	12,71	Portocal	30	1,27
Cartof	300	3,51	Cocotier	30	1,27
Orz	170	7,30	Bumbac (semințe)	25	1,06
Cartof dulce	130	5,51	Mere	20	0,55
Mazăre uscată	100	4,24	Yam	20	0,55
Struguri	60	2,54	Arahide	20	0,55
Soia	60	2,54	Pepene verde	20	0,55
Ovăz	50	2,12	Varză	15	0,54
Sorg	50	2,12	Ceapă	15	0,54
Trestie de zahăr	50	2,12	Fasole	10	0,42
Mei	45	1,91	Mazăre verde	10	0,42
Banane	35	1,48	Floarea soarelui	10	0,42
Tomate	35	1,48	Mango	10	0,42

Din păcate, paradoxal, prin lucrările de ameliorare efectuate, amelioratorii de plante, au pierdut numeroase gene valoroase, sărăcind în acest mod structura genetică a plantelor, lipsindu-le astfel de mijloace biologice de apărare împotriva factorilor de mediu biotici și abiotici.

Acest fenomen, duce la uniformitatea genetică a plantelor, care din punct de vedere estetic se prezintă agreabil, dar din punctul de vedere al productivității, situația devine „deplorabilă”.

Pierderea diversității genetice, prin reducerea potențialului productiv al plantelor, a constituit obiectul unor cercetări aprofundate, pentru a identifica cauzele acestui fenomen și în consecință măsuri ce trebuie luate, pentru evitarea lui. Astfel în anul 1972, Academia Națională de Științe a SUA a efectuat un studiu intitulat „Vulnerabilitatea genetică actuală a culturilor majore în SUA”, găsindu-se că „specii importante pentru agricultura americană au devenit impresionant de uniforme, cu o diversitate genetică precară, care se extinde alarmant, chiar și pe termen scurt”. S-a mai constatat că folosirea în lucrările de ameliorare modernă a surselor genetice intens procesate genetic, a redus șansele depistării unor surse de gene valoroase, recunoscându-se folosirea intensă în lucrările de ameliorare a raselor de câmp locale și a rudelor sălbatice a plantelor de cultură; a căror gene transferate în culturi moderne sporesc viabilitatea și vigoarea acestora, îndeosebi rezistența la boli și dăunători și la condițiile nefavorabile de mediu.

Eroziunea genetică a plantelor cultivate constituie o reală amenințare peste tot unde agricultura evoluează rapid și unde se aplică metode moderne de ameliorare. În asemenea condiții se pune fireasca întrebare: în situațiile în care eroziunea genetică produce adevărate ravagii, ar trebui să ne întoarcem la agricultura tradițională, sau să promovăm în continuare agricultura modernă cu toate riscurile ei? Este adevărat că agricultura tradițională, caracterizată de o bază genetică largă, toleranță la boli și dăunători și la adversitățile mediului, iar pe de altă parte tehnologiile tradiționale, fără îngrășămintele chimice și fără pesticide, cu lucrările solului executate cu animalele, asigură producții relativ constante, dar scăzute. O asemenea agricultură era potrivită pentru numărul de agricultori din vremurile trecute. Astfel dacă în 1550 populația Terrei era de 2516 milioane de locuitori, în anul 2001 a ajuns

la 6,1 miliarde de persoane, ia în anul 2012, la 7 miliarde. Pentru anul 2050 se prevăd 8-10 miliarde. În asemenea condiții se pune firească întrebare: oare agricultura tradițională ar putea face față unui asemenea număr de locuitori? Categoric că nu.

Agricultura modernă poate asigura producții ridicate acoperitoare pentru populația lumii, cu acceptarea unor riscuri, care pot fi contracarate, prin luarea unor măsuri potrivite.

În primul rând cultivarele moderne, super intensive, de mare performanță, pot fi create de amelioratori, prin îmbogățirea bazei genetice, sporindu-le rezistența la patogeni și la condițiile nefavorabile de mediu. În prezent amelioratorii dispun de metode și tehnici de lucru moderne verificate de practica agricolă care pot produce cantități mari la ha. În acest sens se impune continuarea eforturilor pentru depistarea de noi surse de gene, cu potențialul de a controla exprimarea unor niveluri ridicate de producție, care infuzate în cultivarele moderne, produc efectele dorite. Există încrederea, că prin utilizarea biotehnologiilor moderne de inginerie genetică, în special prin transgeneză, producțiile mari pot fi realizate.

În al doilea rând, tehnologiile de cultură vor suferi și ele îmbunătățiri, prin crearea unor utilaje performante, care vor reduce tasarea solului iar lucrările mecanizate vor avea randamente superioare, reușind să execute mai multe operațiuni, printr-o singură trecere.

Pentru a diversifica baza genetică se va folosi rotația culturilor, prin organizarea asolamentelor agricole.

În ceea ce privește folosirea îngrășămintelor chimice și a pesticidelor, cu toate că la ele se va lucra în continuare pentru diminuarea toxicității, cu toate acestea nu se va putea renunța la ele deocamdată; probabil cercetarea agricolă ne va aduce, și din acest punct de vedere, rezultate importante, pentru diminuarea toxicității atât a solului, cât și a produselor agricole.

O mare atenție se va acorda calității semințelor, care vor trebui produse în conformitate cu standardele naționale și internaționale, care pot fi puse la dispoziție, în cazul țării noastre, de Asociația

Producătorilor de Semințe și a Materialului Săditor, AMSEM (Revista AMSEM, nr.6 iunie 2018).

Toate culturile agricole, prin potențialul lor specific de producție, trebuie luate în atenția cercetătorilor pentru a adăuga contribuția lor la sporirea de ansamblu a nevoilor de hrană și a altor trebuințe ale populației.

De mare interes în acest sens, o au culturile de grâu, porumb, orez și cartof – „**cei patru mari"** – a căror potențial genetic de producție, poate fi decisiv în asigurarea existenței umane.

Cu privire la cultura porumbului, evoluția acestei specii, de la forma primitivă și până la formele superioare de astăzi, dovedește că ființele vii evoluează neîntrerupt către perfecțiune, iar aceasta din urmă nu are limite. Deși oamenii de știință au creat cultivare, cu potențiale de producție foarte ridicate, cu caractere agronomice superioare, cu toate acestea ei luptă în continuare pentru realizarea unor forme perfecționate care să satisfacă cerințele unei lumi în continuă creștere. Din această perspectivă în dezvoltarea culturii porumbului, se conturează unele tendințe, sau chiar direcții de activitate din care unele au devenit realități în programele de ameliorare, iar altele sunt deja realizate. Potențialul genetic ridicat de diversificare a porumbului, explică extinderea porumbului din zonele calde, în zone cu condiții pedo-climatice mai puțin favorabile, ceea ce dovedește marea plasticitate ecologică a porumbului, potențialul său de transformare. În acest proces omul a contribuit la crearea formelor superioare de porumb, traversând de la formele inferioare (populații locale) la hibrizii moderni de astăzi, considerați ca una din marile descoperiri ale biologiei secolului XX.

Potențialul genetic ridicat al porumbului a ajuns la cote atât de înalte, încât unii oameni de știință au devenit neîncrezători în posibilitățile viitoare de sporire a hranei. Doi mari amelioratori italieni (Brandolini și Mariani) au afirmat că „amplele studii și cercetări

efectuate conduc la constatarea că în viitor ca urmare a interpretării actuale a acțiunii și interacțiunii genelor, a materialului genetic disponibil, se întrevede că productivitatea porumbului a ajuns la cote atât de înalte, încât ea va putea fi depășită numai prin utilizarea în procesul ameliorării a unor biotehnologii noi, moderne, neconvenționale, care au în vedere transferul de gene valoroase, pe cale asexuată, proces care mărește viteza de transfer a genelor, direct, rapid și specific. Metodele clasice de ameliorare, se bazează pe transferul genelor pe cale sexuată, pe factorul „întâmplării" în atingerea obiectivelor de ameliorare urmărite. Cu toate acestea ameliorarea clasică a avut și încă are un rol important în crearea de cultivare valoroase, constituind o metodă care se aplică și în prezent, cu rezultate favorabile.

Progresele mari făcute în ameliorarea porumbului în România, se reflectă în producțiile ridicate obținute în ultimii ani, ajungându-se la producții comparabile cu producțiile unor țări mari producătoare de porumb precum Franța, ceea ce poate fi apreciat cu un mare succes al agriculturii noastre.

Cu privire la creșterea în viitor a productivității porumbului, cercetători de seamă în ameliorarea porumbului, susțin că în conformitate cu estimările teoretice făcute de cercetătorii americani, există posibilitatea ca în următorii cinci ani, câștigurile genetice să se realizeze, încât producția porumbului să crească în continuare. Limitarea creșterii producției la 5 ani, este în contradicție cu opiniile altor cercetători în domeniu, care susțin că în conformitate cu principiile evoluției materiei vii, factorilor evoluției nu li se pot fixa limite de existență sau inexistență, activitatea lor având în principiu un caracter nelimitat și nimeni nu poate ști care ar fi limita încetării sau continuării activității factorilor naturali ai evoluției. În acest sens există aprecierea unor specialiști care susțin că atâta vreme cât va exista SOARELE, vor

exista și viețuitoarele, iar când soarele nu va mai exista, orice formă de viață își va încheia existența.

Cu privire la situația grâului Consiliul Internațional al Cerealelor (CIC), estimează că producția mondială a grâului în sezonul 2018-2019 va fi de 729 milioane tone.

Pentru prima dată analiștii CIC au estimat că suprafețele însămânțate cu grâu în sezonul 2019-2020 ar urma să crească cu un procent, la un total de 220 milioane ha, fiind prima majorare înregistrată în ultimii patru ani.

La capitolul grâu moale, estimările prevăd că totalul obținut de agricultorii din Comunitatea Europeană ar urma să fie de 127 milioane tone, având loc o ușoară creștere față de calculele făcute în octombrie 2018.

Producția mondială de soia aferentă sezonului 2018-2019 ar urma să atingă un nivel de 367 milioane tone. Previziunile potențialului de creștere a recoltei anului 2019 sunt optimiste, datorită ameliorării nivelului de precipitații în zonele din vestul și nordul UE.

Suprafețele însămânțate cu orz sunt relativ stabile din punct de vedere al cifrelor în timp ce grâul moale câștigă teren, suprafața totală fiind în creștere cu patru procente.

România - lider european la culturile de floarea soarelui și porumb

Important de subliniat este că țara noastră și-a păstrat poziția de lider european la culturile de floarea soarelui și porumb, ocupând primul loc în UE în ceea ce privește atragerea de fonduri europene din agricultură și dezvoltare rurală.

Toate aceste realizări, au contribuit la eficientizarea și modernizarea agriculturii românești, aducând un aport substanțial la optimizarea securității alimentare. Ca urmare Compania Dow Du Pont și Economist Inteligence Unit (EIU) au publicat rezultatele în Indexul

Global de Securitate Alimentară, ediția 2018. Acest raport oferă un cadru comun pentru înțelegerea cauzelor lipsei siguranței alimentare la nivel global.

Pentru prima dată în istorie acest indice ocupă prima poziție în GFSI – 2018 datorită creșterii PIB pe cap de locuitor, cu aproximativ 30%, în intervalul 2012-2018, precum și ponderea de doar 6,9% a cheltuielilor medii alocate de o gospodărie pentru procurarea hranei (accesibilitatea alimentelor fiind foarte ridicată).

Dintre cele trei criterii analizate, România a obținut cel mai bun punctaj pentru calitatea și siguranța alimentelor (locul 32 în lume). România a obținut punctaj maxim (100 de punte) pentru un număr mare de categorii analizate de acest indice. Astfel a fost remarcată existența unui mediu favorabil pentru siguranța alimentară, dar și o varietate mare de surse de finanțare pentru fermieri.

Raportul menționează că siguranța alimentară din România este susținută de posibilitățile mari de stocare a alimentelor și acces facil la sursele de apă (Revista AMSEM, nr.1-2, ianuarie – februarie, 2019).

CAPITOLUL 4

CONSERVAREA RESURSELOR GENETICE VEGETALE

4.1. Conservarea diversității genetice *"in situ"*

În preocupările noastre conservarea biodiversității genetice a costituit și constituie și în prezent un interes deosebit, motivat de rolul și importanța genelor în ameliorarea organismelor vii. Această constatare a fost posibilă după 1900, cu ocazia descoperirii potențialului de transfer al genelor, în mod direct, rapid și specific și între organisme îndepărtate din punct de vedere al consituției genetice. Această mare descoperire a creat condiții de optimizare a lucrărilor de ameliorare, pe principii noi, prin scurtarea procesului de ameliorare, evitându-se în acest fel drumul lung și nesigur prin aplicarea metodelor clasice de ameliorare.

În "*polii genici"* plantele sălbatice sunt susceptibile de a fi conservate *"in situ",* dat fiind că ele cresc și se dezvoltă în populații naturale. Marile avantaje ale conservării "*in situ*", în raport cu conservarea "*ex situ*" (conservarea plantelor înafara habitatelor naturale de formare) constă în posibilitatea ce li se oferă plantelor de a-și continua evoluția în condiții naturale. Întrucât semințele plantelor sălbatice sunt recoltate și conservate în Bănci de Gene, în condiții termice foarte scăzute (-20^0C), evoluția lor naturală este întreruptă. Pentru a cunoaște diversitatea genetică și potențialul lor de diversificare, plantele trebuie să co-evolueze cu adversarii lor naturali. Plantele sălbatice înrudite pot aparține la trei categorii de plante încadrate în POLI GENICI: la porumb spre exemplu, putem deosebi

următoarele grupe de poli genici: PG-1 - are în componență specia cultivată *Zea mays* și speciile sălbatice: *Zea Mexicana* și *Zea diploperenis,* în timp ce grupa PG-2 cuprinde speciile sălbatice de *Zea perennis* și *Tripsacum sp.* iar PG-3 reprezintă fondul genetic comun terțiar (fig.3.1.)

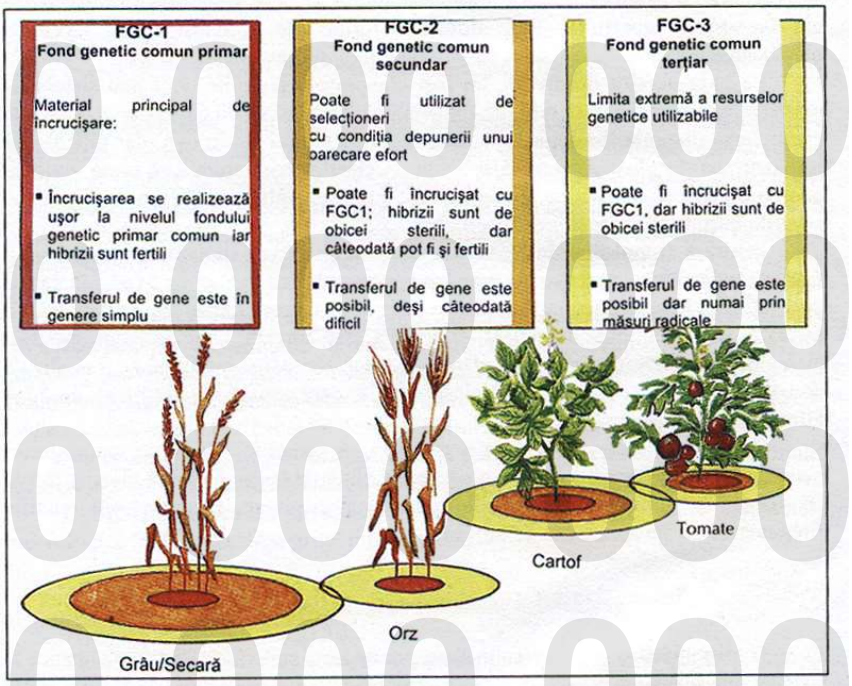


Fig. 4.1. Clasificarea plantelor în "*poli-genici*" (după Hoyt)

4.1.1. Rezervațiile naturale

Rezervațiile naturale reprezintă acele zone protejate în care sunt conservate specii noi sau ecosisteme deosebite, cu scopul conservării lor în condiții "*in situ".* Astfel de zone au fost organizate în Federația Rusă, în zonele înalte ale Munților Caucaz, care se întind între Marea Neagră și Marea Caspică, în Munții Kapet, la nord de frontiera iraniană. Aici a luat ființă o rezervație naturală pentru conservarea speciilor sălbatice de *pistacher, de abrocatier și de amanandier* și a *plantelor sălbatice furajere.*

India a organizat primul "*sanctuar de gene*" în colinele Goro, pentru conservarea speciilor sălbatice de agrume. Cercetătorii indieni și-au propus ca în această zonă să protejeze bananul, sfecla de zahăr, orezul și manguerul.

Etiopia conservă cafeaua sălbatică, în rezervații naturale special organizate.

Cea mai veche rezervație naturală din lume, protejată printr-o lege special emisă în anul 1870, este rezervația Yellowstone din Munții Stâncoși (SUA).

Majoritatea rezervațiilor naturale au fost înființate pentru conservarea faunei sălbatice, pentru protejarea unui peisaj natural deosebit de frumos și interesant, pentru salvarea unui mamifer, iar în alte cazuri pentru salvarea unei păsări, rare, pe cale de dispariție. În decursul ultimului deceniu al secolului trecut, din inițiativa UICN și cu concursul WWF, orientarea pentru conservarea zonelor naturale, în special cele de la Tropice, a fost o prioritate pentru a conserva câte un eșantion reprezentativ din fiecare ecosistem. De exemplu *Costa Rica*, țară model din punct de vedere al conservării "*in situ*", a organizat protecția unor mari suprafețe tropicale, aride sau umede, în zonele de câmpie sau la altitudine. Mai mult, a organizat 28 de parcuri și rezervații naturale, care corespund la mai mult de jumătate de million de hectare, sau 10% din suprafața totală a țării.

În *Tanzania* zonele protejate reprezintă în jur de 12% din suprafața țării, iar în *Botswana* până la 18%. *Pe plan mondial* "*zonele protejate*"*, de importanță majoră, organizate în 125 de țări, acoperă mai mult de 4,3 milioane de kilometri pătrați.*

Zonele protejate reprezintă o soluție optimă pentru conservarea speciilor sălbatice, întrucât apropierea lor de condițiile naturale din ecosisteme, asigură în particular conservarea diverselor habitate, precum și a unor specii rare.

Interesul pentru înființarea de rezervații naturale, este în prezent diferit față de vremurile trecute; în primul rând viteza eroziunii genetice, în prezent este mult mai mare, iar în al doilea rând pentru că populația lumii cunoaște o creștere explozivă, ce nu poate fi ținută sub control, situație care afectează securitatea alimentară, prin scoaterea din circuitul agricol a numeroase suprafețe de teren, prin amplasarea de noi edificii industriale și cartiere mari de locuit, prin necesitatea construirii de artere de circulație (autostrăzi și căi ferate). Din aceste motive, organizarea rezervațiilor naturale, pe lângă interesele științifice, estetice și de educație, în vederea protejării speciilor sălbatice, rude ale plantelor cultivate sunt evaluate ca un uriaș rezervor de gene favorabile.

În *SUA* au fost organizate 34 de parcuri și rezervații naturale, însumând 10.000 de km^2, iar *Canada* dispune de 25 de parcuri și rezervații natuarle și 51 de parcuri provinciale, cu caracter de rezervație naturală, cu o suprafață de 200.000 de km^2.

De asemenea, parcuri și rezervații naturale sunt organizate în Argentina, Noua Zeelandă, Madagascar, Finlanda, Italia, Franța, Elveția, Suedia, Austria și Ungaria.

În țara noastră au fost înființate parcuri și rezervații naturale, a căror început s-a consemnat încă de la sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului XX. Numărul rezervațiilor naturale a crescut de la 34 câte erau în 1944 la peste 130 în prezent, iar suprafața ocupată cu acestea a crescut de la 15.000 de hectare în anul 1944 la 80.000 ha în prezent. Rezervații mai mari de 1.000 ha se găsesc în Munții Apuseni, Retezat, Piatra Craiului, Cozia, Cheile Bicazului, Munții Ceahlăului, Munții Rodnei, Valea Cernei. În evidența ONU, țara noastră figurează cu 5 parcuri naționale și rezervații naturale echivalente: Retezat, Delta Dunării, Bucegi, Pietrosul Mare și Ceahlăul.

Inventarul speciilor ocrotite în aceste rezervații numără 1032 de specii, cu o multitudine de varietăți și forme, care din punct de vedere

sistematic, se repartizează în 45 de ordine, 77 de familii și 345 de genuri. Cea mai bogată în specii este familia Compositae cu 12 genuri și 198 de specii, din care 72 de specii, aparțin genului Hieracium. Urmează familia Gramineae, Scrophulariaceae, Rosaceae, Crucifere și altele.

4.1.2. Rezervele biosferei

Rezervele biosferei reprezintă acel tip de zone protejate, care au ca obiectiv specific conservarea plantelor sălbatice, înrudite cu plantele de cultură. Ele au ca motivație conservarea resurselor genetice și a eșantioanelor reprezentative ale ecosistemelor globului. De asemenea ele sunt organizate pentru a constitui "*polii genici*" de *cercetare științifică* și de a promova *dezvoltarea agricolă durabilă sau cu alt profil din zonele adiacente pentru a reprezenta modele de urmat pentru organizarea unui ecosistem.*

Pentru a îndeplini aceste obiective, este necesară o organizare specială, prin existența unei zone centrale strict protejate, înconjurată de o zonă tampon, unde cercetarea, turismul și educația sunt promovate. Zonele tampon sunt înconjurate de zone mari de tranziție, polivalente, locuite de om, un fel de extindere a zonei tampon protejată. Astfel serviciile biosferei vor fi în armonie cu populația locală, într-o astfel de organizare, încât să permită integrarea ideii de conservare și de dezvoltare a vieții sociale (figura 4.2.). Programul "Omul și Biosfera" al UNESCO a emis ideia rezervelor biosferei. În jur de 269 de zone protejate din 70 de țări din lume, au fost înscrise la UNESCO, făcând parte din rețeaua Programului "Omul și Biosfera". În această concepție de organizare s-au înființat zone protejate, conduse conform conceptului "rezervei biosferei".

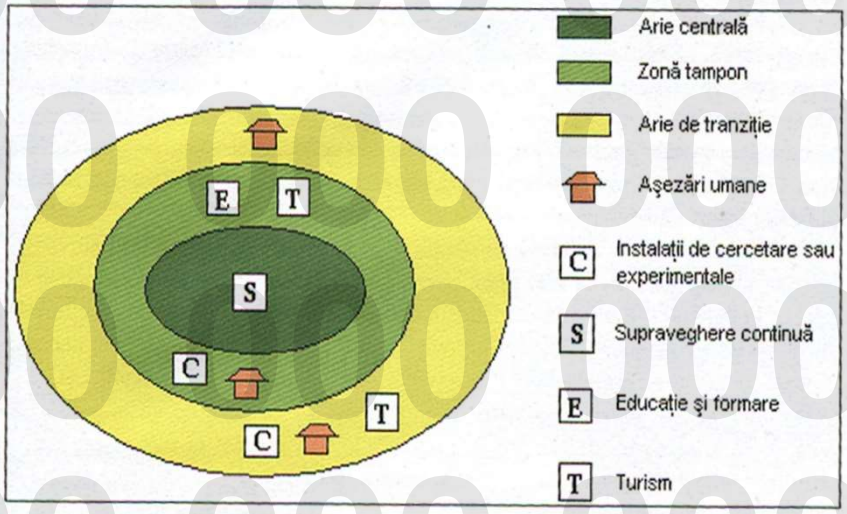


Fig. 4.2. Zonarea schematică a unei rezerve a biosferei

O rețea internațională de rezerve ale biosferei, care are la bază aceste principii, în particular promovarea conservării resurselor genetice și ale cercetării, sunt compatibile cu conservarea "*in situ*" a speciilor sălbatice înrudite cu plantele de cultură.

"Rezervele biosferei" au fost organizate pentru funcționarea instituțională a următoarelor rezervații:

- *Rezervația Sary-Tchelek*, cu o suprafață de 23.868 ha, componentă a rezervei biosferei Munților Tchoktal în regiunea Och în Kirckizia aproape de frontiera occidentală a Chinei, care conservă *nucul, mărul, prunul și părul*.
- *Rezerva Biosferei Sierra Manatlan din Munții Guadalaharei* (Mexic) a fost creată în mod special pentru conservarea naturală a plantelor sălbatice înrudite cu plantele de cultură. Guvernul Mexicului *a delimitat o zonă de 139.000 ha, în centrul căreia se înalță Munții Guadalaharei până la 2800 m altitudine, aflându-se trei mici amplasamente în suprafață de 250 ha, care includ singurele stațiuni cunoscute cu părinți sălbatici ai porumbului*

- Zea diploperenis. Dar tot aici se găsesc protejate animalele sălbatice precum jaguarii și aceloții și numeroase plante din flora spontană. Sierra Manatlan este nu numai o *rezervație naturală* ci și o *rezervație genetică, care protejează părinții sălbatici ca de exemplu cei de bananier, manioc, taro, cocotier, arborele de pâine, agrume și alți arbori fructiferi tropicali din zona temperată.*

4.1.3. Conservarea naturală și conervarea genetică

Prin *conservarea naturii* se urmărește protejarea unui ecosistem sau a unei comunități de mai multe specii, insistându-se asupra unei specii deosebite, amenințate cu dispariția.

Conservarea genetică a plantelor sălbatice înrudite, are ca obiectiv protejarea unei părți semnificative dintre un *pol genic* și a unei plante sălbatice înrudite. Deși între aceste două forme de conservare există mari diferențe, în ce privește însă obiectivele conservării există și puncte comune. Marile vertrebate au nevoie pentru existență de spații mari în care se găsesc și plante sălbatice, multe dintre ele reprezintă părinții sălbatici ai plantelor cultivate. Odată cu protecția ecosistemului în ansamblul său se realizează și o protecție a rezervelor genetice.

Conservarea naturii nu exclude posibilitatea activității turistice. Conservarea genetică nu deranjează conservarea naturii, dacă există o bună cooperare între cele două grupe de interese.

Din cele prezentate se desprinde ideia că între obiectivele *conservării naturii* și a *conservării genetice* există o apropiere evidentă, deși ele nu se suprapun. Dacă geneticienii, biologii, responsabili de mediu ar colabora în gestionarea acestor două tipuri de rezervații, ar avea de câștigat și unii și alții și în final va câștiga omul și natura.

4.1.4. Punctele "fierbinți" de pe Terra

Cu scopul de salvgardare a surselor de gene valoroase au fost stabilite 25 de amplasamente, foarte bogate în diverse specii de plante,

cu scopul de a realiza un program de conservare naturală, axat pe 25 de sanctuare, denumite "*puncte fierbinți*" care nu se confundă cu centrele de diversitate ale lui Vavilov. 20 dintre aceste "*puncte fierbinți*" sunt ampalsate la subtropice, iar 5 în regiunea mediteraneană. În total ele acoperă un teritoriu de mărimea Groenlandei (1,4% din suprafața Terrei) în care sunt protejate 44% din totalul speciilor de plante și 35% din animale. Ele nu cuprind și animale endemice, care deocamdată nu sunt amenințate de om. Spre exemplu în pădurea Guenegă trăiesc mai puțin de 5 locuitori/km^2, în timp ce densitatea populației în *"punctele fierbinți"* este de două ori mai mare decât media mondială.

În cadrul comunității științifice din domeniu nu există unanimitate în ce privește amplasarea *"punctelor fierbinți*". Cei ce nu sunt de acord susțin că atâta vreme cât există multe necunoscute în stabilirea repartiției geografice a biodiversității este foarte greu să delimitezi zonele cu prioritate ("punctele fierbinți"). Ei mai susțin că cele 25 de amplasamente au fost alese în cele mai frumoase păduri tropicale cu condiții favorabile de mediu, neglijându-se deșerturile, preeriile, tundrele și pădurile din zonele temperate. De asemenea ele neglijează biodiversitatea marină.

Între timp, s-a constatat că "*punctele fierbinți*" sunt amenințate de activitatea umană. Creșterea excesivă a populației și migrațiile, constituie principala cauză a degradării. Un studiu efectuat de FNUAP, a găsit că, în anul 1955 în jur de 1,1 milioane de oameni, adică 16,7% din populația mondială, trăiau în teritoriile ocupate de "*punctele fierbinți*". Rata medie de creștere a populației aici este de 1,8%, fiind apropiată de rata medie mondială care este de 1,6%.

"Punctele fierbinți" ecologic vulnerabile sunt sprijinite de unle ONG-uri, prin măsuri de optimizare a activității acestora, stabilind hotarele între producția de revenire, protecția mediului și sănătatea publică. În Bangladesh și India s-au stabilit măsuri de protejare a

Sundarbans – zonă unică de mlaștină și pădure –situată în Golful Bengal a cărei vegetație ocupă un loc special în cadrul vegetației bengaleze. De asemenea a fost elaborat un program de protecție pentru regiunile ecologice vulnerabile de la Ecuator.

Să respectăm și să îngrijim natura, așa cum trebuie să ne respectăm și să ne îngrijim de noi înșine!!! (Revista AMSEM, nr.8, august 2016)

4.2. Conservarea genetică a plantelor purtătoare de gene valoroase

În urma marilor descoperiri făcute după 1900 în genetica şi ameliorarea organismelor vii, prin reuşita transferului de gene, de la un organism „donor" la un alt organism „primitor", chiar foarte îndepărtat filogenetic, a fost deschisă calea transferului genelor direct, rapid şi specific, în interesul obţinerii unor organisme cu caractere noi, prin ceea ce denumim transgeneză, evitându-se în acest fel drumul lung şi nesigur al transferului pe cale sexuată. Astfel s-a ajuns ca genele să devină o „unealtă" de mare interes în cercetările teoretice şi pragmatice, contribuind la îmbunătăţirea cantitativă şi calitativă a produselor biologice obţinute.

Prin caracterul său inovator, transgeneza este considerată un eveniment revoluţionar, care va avea un impact important de primă mărime în evoluţia vieţii pe pământ. Astfel se explică de ce genele, se găsesc în prezent în centrul atenţiei cercetătorilor din multiplele domenii ale biologiei, de la care omenirea aşteaptă rezultate importante, pe măsura descoperirilor realizate.

Importanţa deosebită a genelor valoroase obligă cercetătorii să găsească soluţii tehnice pentru conservarea însuşirilor favorabile ale genelor, ţinând cont că există o continuitate a existenţei genelor, de-a lungul generaţiilor, de sute, poate chiar mii de ani. Necesitatea conservării genelor este motivată şi de potenţialul acestora de a proteja

germoplasma de influenţa distructivă a unor factori biotici şi/sau abiotici de mediu, care într-un timp scurt poate provoca adevărate dezastre culturilor agricole. Să ne gândim numai la atacul puternic al manei cartofului în Irlanda, în care situaţie au murit de foame mii de oameni, culturile de cartof nefiind protejate de gene specifice de rezistenţă.

În acest context se înţelege de ce genele trebuie conservate în condiţii de securitate deplină, pentru a fi valorificate la îmbunătăţirea rezistenţei plantelor la diferitele vulnerabilităţi, inclusiv însuşirile de rezistenţă la boli şi dăunători, dar şi a altor însuşiri deficitare.

În aceste condiţii conservarea genelor, pe perioade mari de timp, chiar de mărimea unui secol, a devenit o problemă majoră a zilelor noastre, pentru ca seminţele care sunt purtătoare a genelor de valoare să-şi păstreze viabilitatea şi integritatea genetică, la standarde cât mai înalte. Iată de ce în prezent, ţânând cont de asigurarea securităţii alimentare, a unei lumi în continuă creştere conservarea genelor a devenit o problemă de interes strategic.

4.2.1. Factorii de mediu implicaţi în conservarea genetică a seminţelor

Conservarea care urmăreşte păstrarea însuşirilor valoroase ale genelor, poartă denumirea de conservare genetică spre deosebire de conservarea seminţelor de interes comercial care urmăreşte unele obiective specifice conservării comerciale.

Cu privire la factorii de mediu implicaţi în asigurarea viabilităţii seminţelor, cercetările au stabilit că aceştia sunt: temeperatura din celulele de conservare, conţinutul de umiditate al seminţelor şi presiunea oxigenului. La majoritatea plantelor perioada de viabilitate a seminţelor este mai mare atunci când toţi cei trei factori amintiţi au valori scăzute. Există un grup de specii, la care o descreştere a conţinutului de umiditate din seminţe sub 12-31% determină o

descreştere a perioadei de viabilitate, fiind denumite „recalcitrante”. Asemena seminţe aparţin în special unor specii de arbori cum sunt: *Tarus sp. Quercus sp., Juglans sp., Carpinus caroliniana, Corylus sp, Castania sp., Acer sacharianum,* etc.

Relaţiile cantitative între temperatură şi umiditatea seminţelor au fost bine stabilite, în timp ce relaţiile cantitative între conţinutul de oxigen şi conţinutul de umiditate nu sunt deocamdată suficient clarificate. Pe baza calculelor matematice utilizate au fost construite aşa zisele „curbe de supravieţuire” ale seminţelor, fiind descrise astfel relaţiile cantitative între temperatură şi conţinutul de umiditate, pe de o parte şi perioada de viabilitate a seminţelor pe de altă parte. Există date exacte care dovedesc legăturile între aceşti factori. Pe baza calculelor făcute, a fost stabilit procentul de viabilitate, începând de la câteva zile până la zeci de ani. Mai mult, există unele dovezi bazate pe germinaţia unui eşantion mic de 25 de se minţe de orz, cu o vechime de 123 de ani, descoperite în fundaţia de la Nuremberg City Theatre, care demonstrează validitatea calculelor făcute pentru cunoaşterea viabilităţii seminţelor pe perioade foarte mari de timp. Acest aspect are o deosebită importanţă în conservarea genetică a seminţelor la temperaturi foarte coborâte, practicate de băncile de gene. Între specii există diferenţe în ceea ce priveşte pragul de îngheţ al seminţelor: seminţele de sorg, îşi reduc viabilitatea la -28,5^{0}C şi la un conţinut de umiditate de 22%; seminţele de soia, la aceiaşi temparatură nu sunt afectate nici la umiditatea seminţelor de 32%. Seminţele de porumb, cu umiditatea de peste 15%, suferă din cauza temepraturilor scăzute. Expunerea seminţelor de porumb, cu un conţinut de umiditate de 20%, timp de o oră, la temperatura de -18^{0}C determină moartea a 75% din seminţe. Aceiaşi pierdere se produce şi la temperatura de -5^{0}C, dar când conţinutul de umiditate este de 33%.

Se desprinde din aceste exemple că este contraindicat a se depozita seminţele de cereale la sub -2^{0}C, atunci când conţinutul de umiditate este de 20% sau mai mare.

Rezultatele cercetărilor efectuate dovedesc că indiferent de temperatură, cea mai lungă perioadă de viabilitate se realizează atunci când umiditatea este scăzută. Dar până la ce limite se poate reduce umiditatea seminţelor pentru a nu dăuna viabilităţii acestora? Rezultatele cercetărilor arată că seminţele de timoftică (*Phleum pratense*) depozitate timp de 3 ani, s-au păstrat mai bine atunci când umiditatea iniţială a seminţelor a fost de 7% decât cea de 5%. Contrar, la alte specii umiditatea de 5% a fost mai bună decât una superioară. Se poate trage concluzia că la majoritatea plantelor cele mai indicate umidităţi de conservare a viabilităţii seminţelor sunt între 5-6%.

4.2.2. Integritatea genetică şi factorii de influenţă

Viabilitatea seminţelor este strâns corelată cu integritatea genetică. Cu cât umiditatea seminţelor este mai mare, cu atât eroziunea genetică este mai puternică.

Integritatea genetică a seminţelor conservate se poate deteriora, datorită unor cauze, cum ar fi acumularea în timpul depozitării a aberaţiilor cromozomale, identificate la rădăcinile crescute din seminţele vechi. S-a ajuns astfel la concluzia că sporirea aberaţiilor cromozomale are loc odată cu creşterea vârstei seminţelor.

Adâncindu-se cercetările, s-a constatat că, nu numai vârsta înaintată a seminţelor, poate fi socotită singura cauză responsabilă a producerii mutaţiilor, ci şi alte cauze, cum ar fi efectele combinate ale temperaturii, conţinutului de umditate şi presiunea oxigenului. S-a mai constatat că sporirea cantitativă a mutaţiilor, are loc odată cu creşterea temperaturii, a conţinutului de umiditate şi cu creşterea duratei de tratament. Tratamentul cu temperaturi ridicate provoacă ruperi cromozomale. În urma supunerii seminţelor de orz la temperaturi de

95^0C, timp de 25 minute, sau la 40^0C şi cu umiditate în exces timp de 30 de zile, s-au înregsitrat peste tot anomalii cromozomale. De asemenea, supunerea seminţelor de grâu, imediat după recoltare la temperaturi de 50-60^0C, timp de 20 de zile, a avut un efect comparabil cu îmbătrânirea seminţelor păstrate în condiţii de mediu necontrolate, timp de 6-7 ani.

În afara umidităţii seminţelor, s-a constatat că şi umiditatea relativă, mai ales în prezenţa temperaturilor ridicate, provoacă aberaţii cromozomale. De asemenea s-a constat că atunci când seminţele proaspete, au fost ţinute într-o atmosferă compusă din CO_2, nitrogen sau oxigen, s-a înregistrat o creştere a mutaţiilor.

Cercetările efectuate cu privire la legătura între pierderea viabilităţii seminţelor şi acumularea deteriorărilor cromozomale la speciile de bob, mazăre şi orz, au fost reţinute câteva concluzii, dintre care menţionăm:

- Pierderea rapidă a viabilităţii seminţelor, determină în acelaşi timp, o acumulare rapidă a aberaţiilor cromozomale;
- Sămânţa care depăşeşte volumul critic de eroziune cromozomală, devine neviabilă;
- Condiţiile extreme de depozitare, contribuie şi ele la acumularea degradărilor cromozomale şi în final la pierderea viabilităţii seminţelor;
- Viabilitatea seminţelor exprimată în procente poate constitui un indicator al degradărilor cromozomale.
- Pe baza folosirii microscopului electronic, se avansează tot mai insitent ideea că şi organitele extra – nucleare, ar putea avea un rol important în pierderea viabilităţii seminţelor. Cercetările efectuate pe seminţele de soia, au găsit că mitocondriile celulelor seminţelor vechi, manifestau o dilatare evidentă, din cauza deteriorării membranei celulare.

- Studiul componentelor citoplasmatice, arată că cele mai afectate de îmbătrânirea seminţelor s-au dovedit plastidele care prezintă deformări evidente.

Cu privire la cauzele care produc pierderea viabilităţii seminţelor, au fost elaborate mai multe teorii, după cum urmează: acumularea inhibitorilor de creştere, pierderea rezervelor de hrană, modificări în structura proteinei, inactivitatea enzimelor de respiraţie, degradarea membranei celulare şi teoria efectelor mutagene.

Se acordă cea mai mare încredere teoriei efectelor mutagene, sau a acumulărilor mutagene, fiind acceptată de cei mai mulţi specialişti din domeniu. Ea susţine că pierderea viabilităţii seminţelor s-ar datora acumulării substanţelor automutagene în timpul depozitării (Revista AMSEM, nr.5, mai 2016).

4.3. Conservarea genetică a plantelor

Cu cât înaintăm în cercetarea genelor, cu atât apar oportunități pentru descoperirea de materiale genetice noi necesare activității de ameliorare a plantelor. Genetica care se ocupă de cercetarea genelor – structurile și funcțiile acestora - a devenit știința fundamentală a vieții constituind cea mai dinamică ramură a biologiei moderne, aducându-și contribuția la descifrarea multor fenomene ale vieții, cu deosebire legile eredității descoperite de Marele Mendel, prin care s-a făcut un pas uriaș înainte în cunoașterea Lumii Vii. Gena definită molecular, ca secvență de perechi de nucleotide, din macromoleculele de ADN este purtătoarea mesajului genetic, este unitatea de funcție, ale cărei efecte se regăsesc în formarea de noi caractere.

Descoperirile făcute în genetică, au produs și continuă să producă, însemnate beneficii omenirii, contribuind la îmbunătățirea calității vieții mai presus de toate la asigurarea securității alimentare. Dependența între gene și potențialul acestora în asigurarea hranei a produs un uriaș ecou în întreaga lume, prin rezultatele obținute și prin

perspectivele ce se întrevăd în descoperirea a noi rezultate importante. Cercetările de genetică au ajuns atât de departe încât s-a realizat ceva cu totul ieșit din comun: transferul genelor din regnul vegetal în genomul animal și consecințele acestui transfer. Desigur această realizare nu este deocamdată operațională, însă ea dovedește potențialul uriaș al biotehnologiilor moderne de a transfera și a transforma lumea vie în evoluția ei continuă.

Toate aceste descoperiri nu puteau să atragă atenția numai specialiștilor cu expertiză înaltă în domeniu, dar și omului simplu care devine nu numai curios ci și interesat de potențialul științific și aplicativ al descoperirilor făcute.

Dar pentru că genele să-și poată exprima mesajul genetic, ele trebuie temeinic cunoscute, cu deosebire transgeneza, prin care ele pot fi transformate în genomul altor plante, îmbunătățindu-le cu caractere noi, superioare. Pentru aceasta, genele de interes trebuie conservate și utilizate atât în activitatea curentă „ dar și pentru generațiile care vin după noi, în momentul în care necesitatea utilizării lor devine iminentă.

Conservarea genetică a plantelor constituie cea mai importantă etapă în lanțul măsurilor de cunoaștere a resurselor genetice vegetale, întrucât semințele prin conținutul lor ereditar sunt responsabile de transmiterea caracterelor genetice, de la părinți la urmași, cu condiția asigurării factorilor de păstrare specifice acestora, pe termen scurt, mediu și lung, astfel ca ele să fie protejate de factorii de mediu nefavorabili conservării viabilității și integrității lor genetice.

Atunci când se urmărește conservarea genelor valoroase, utile procesului de ameliorare, se realizează ceea ce denumim conservarea genetică, proces opus eroziunii genetice.

Factorii de mediu care controlează viabilitatea semințelor sunt: temperatura din celulele de conservare, conținutul de umiditate al semințelor supuse conservării și umiditatea relativă a aerului. Ca

principiu, cu cât valorile acestor trei factori sunt mai scăzute, cu atât viabilitatea semințelor se păstrează un timp mai îndelungat.

4.3.1. Factorii de mediu și viabilitatea semințelor

Distribuția normală a viabilității semințelor se poate modifica atunci când condițiile de depozitare devin necorespunzătoare. Cu privire la relația între temperatură și conținutul de umiditate, pe de o parte și viabilitatea semințelor, pe de altă parte, cercetările efectuate au găsit prin calcule matematice, care sunt raporturile de influență între ele. Deși speciile luate în studiu au fost diferite, rezultatele obținute au dus la aceiași concluzie: perioada de viabilitate a semințelor în condiții controlate poate fi determinată cu condiția cunoașterii temperaturii de conservare și a conținutului de umiditate al semințelor.

4.3.2. Integritatea genetică și condițiile de conservare a semințelor

Nu orice valoare a viabilității semințelor chiar și relativ ridicată, poate fi suficientă pentru conservarea integrității genetice a acestora.

Se urmărește ca prin calitatea condițiilor de păstrare, constelația de gene a populației să nu fie alterată. Cercetările făcute în acest sens arată că în măsura aplicării unor condiții de conservare științific stabilite, aberațiile cromozomale și mutațiile să nu se poată produce. Analizele citologice efectuate dovedesc că nu numai acumularea degradărilor cromozomale și mutațiile sunt responsabile de deteriorarea integrității genetice, ci și organitele extranucleare din semințele îmbătrânite, cele mai afectate fiind organitele citoplasmatice, îndeosebi mitocondriile.

Există date și informații potrivit cărora degradările nucleului și a citoplasmei pot avea loc chiar înainte ca sămânța să-și piardă viabilitatea.

Cauzele pierderii viabilității semințelor sunt: acumularea substanțelor inhibitoare de creștere, pierderea rezervelor de hrană,

modificări în structura proteinei, inactivitatea enzimelor de respirație, efectele mutagene. Acesteia din urmă i se acordă cea mai mare credibilitate, ea susținând că pierderea viabilității semințelor se datorează acumulării unor substanțe toxice, producătoare de mutații, care generează fie schimbări cromozomale letale, fie intoxicarea generalizată a embrionului.

4.3.3. Conservarea semințelor pe termen mediu și lung

Conservarea genetică presupune asigurarea condițiilor necesare pentru ca semințele purtătoare de gene valoroase, să fie conservate timp cât mai îndelungat, dacă se poate un secol sau chiar mai mult, plecând de la argumentul confirmat de viață că niciodată nu putem ști când și unde o genă sau o combinație de gene, cunoscându-i potențialul genetic, poate salva dispariția unei specii, din cauza unui atac puternic a unei mutații foarte agresive, produsă de o ciupercă, bacterie sau virus.

Nivelurile de temperatură și de umiditate pentru ca semințele să atingă o viabilitate cât mai lungă sunt:

- Longevitatea semințelor se dublează pentru fiecare scădere cu 5^0C a temperaturii de păstrare și cu 2% a conținutului de umiditate din semințe. Spre exemplu o sămânță depozitată la 10^0C și la 8% conținut de umiditate va fi viabilă de aproape 4 ori mai mult față de sămânța depozitată la 15^0C și 10% conținut de umiditate.
- Conservarea semințelor trebuie făcută în două moduri: pe termen mediu și pe termen lung. Unii amelioratori recomandă și al treilea mod, pe termen scurt; în care situație semințele sunt folosite în lucrările curente de ameliorare, iar semințele conservate pe termen lung reprezintă rezerva strategică, a cărei utilizare se face numai în urma unor evenimente speciale, care reclamă folosirea urgentă a lor.
- Valorile de temperatură și umiditate pentru fiecare mod de conservare a semințelor sunt:

- Pentru conservarea pe termen mediu, temperatura în celulele de conservare este pozitivă (+1^{0}C până la + 4^{0}C), iar umiditatea semințelor 7-8%;
- Conservarea pe termen lung se realizează la -20^{0}C și umiditatea semințelor de 6-7%. Aceste temperaturi și umidități asigură o viabilitate de 85%. Dacă germinația scade sub această limită (85%) stocul de semințe trebuie refăcut.

4.3.4. Conservarea strategică a semințelor

Conservarea strategică sau rezerva strategică are ca obiectiv de bază protejarea genelor valoroase în eventualitatea unei catastrofe naturale sau umane. Valoarea strategică a materialului genetic conservat poate fi atât de importantă încât să evite la un moment dat consecințele unei catastrofe prin, pierderea cvasi irecuperabilă a securității alimentare, generată de fenomene naturale (catastrofele provenite din inundații de mari proporții, secete profunde, pe mari întinderi, temperaturi excesive – pozitive sau negative, erupțiile vulcanilor, distrugerile provocate de boli sau dăunători, precum și fenomenele distructive provocate de om, fie prin declanșarea unor războaie interne sau internaționale, nemulțumirile sociale ale popoarelor sărace versus cele bogate. Sunt cunoscute în istorie asemenea fenomene datorate limitării sau lipsei rezervelor de hrană. Un caz devenit de referință în acest sens constă în distrugerea culturii cartofului în Irlanda, provocată de atacul distructiv a acestei culturi de mana cartofului, care a provocat moartea prin înfometare a unui număr mare de cetățeni irlandezi. Exemple cu declanșarea unor mari tragedii provocate de lipsa acută de hrană pot fi date, însă ceea ce trebuie reținut în acest context este necesitatea asigurării securității alimentare și în cazul unor evenimente naturale sau umane, distructive; prin crearea unei rezerve strategice prin care să poată acoperi necesarul de alimente în cazul unei eventuale crize naturale sau umane.

În revista INFO-AMSEM din august 2017, a apărut un articol scris de Tudor Alexandru redactor la această revistă care merită toată aprecierea și recunoștința noastră pentru alegerea acestui subiect foarte interesant și de mare actualitate. De fapt Revista INFO AMSEM, conștientizând valoarea resurselor genetice vegetale și-a făcut un bun obicei, ceea ce nu există în coloanele altor reviste de profil, de a publica frecvent și cu maximă responsabilitate problemele teoretice și aplicative ale conservării resurselor genetice vegetale.

Articolul intitulat „Banca de gene din Arhipeleagul Artic" (foto 4.3.) a fost inundată, are un conținut și o prezentare clară și coerentă încât el reușește să atragă atenția asupra importanței și valorii resurselor genetice vegetale, în asigurarea securității alimentare pentru prezent și pentru perioade foarte îndepărtate, chiar și de 1000 de ani.

Foto 4.3. Svalbard Global Seed Vault

De asemenea, articolul atrage atenția asupra măsurilor ce trebuie luate pentru a colecta și conserva și în țara noastră resursele genetice vegetale. Cu toate măsurile de securitate luate de Banca de Gene „Svalbard Global Seed Vault", fiind construită la aproximativ 1300 km

de Polul Nord, în mijlocul unui munte, cu asigurări de protecție din toate punctele de vedere. Cu toate acestea, și cu asemenea măsuri de securitate luate de Banca Nordică de Gene, a fost inundată, datorită stratului de sol și de roci, care trebuiau să-i țină protecție față de factorii de mediu externi, dar nu au reușit să facă față schimbărilor climatice. Bineînțeles că imediat s-au luat măsuri tehnice corespunzătoare, încât s-a evitat pierderea materialului genetic, conservat constituit din 1500 de milioane de mostre, de semințe de culturi agricole, provenite din Olanda, Elveția, Canada, Columbia, Mexic, Siria, etc., cântărind 4 tone, respectiv 20 de milioane de semințe

4.3.5. Conservarea genetică a plantelor în România. Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava

În Româna, pe baza Hotărârii de Guvern nr. 171 din 5 aprilie 1990 a fost înființată Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava, acreditată pentru colectarea, evaluarea și conservarea resurselor genetice vegetale la nivel național.

Contextul istoric prin care a apărut și ulterior s-a dezvoltat și modernizat activitatea domeniului resurselor genetice vegetale la constituit înființarea în anul 1956 de către Institutul de Cercetări Agricole a României (ICAR) a laboratorului de ameliorare a porumbului la SCA Suceava, plecând de la necesitatea îmbunătățirii formelor cultivate de porumb în zonele mai umede și răcoroase ale țării.

Pentru realizarea acestui obiectiv a fost elaborat un plan de acțiune, în care pe primul loc a fost organizarea unei expediții de colectare a resurselor genetice de porumb, la început din nordul și centrul Moldovei, ca ulterior să cuprindă întreaga țară. Echipa de cercetători constituită din cercetători de la ameliorarea porumbului ai SCA Suceava, în prima sa expediție au colectat 12 populații locale de porumb care au constituit sursa genetică pentru crearea soiurilor Suceava 1 și Hăngănesc de Suceava. Aceste prime populații locale

poate că nu au însemnat ceva cu totul deosebit pentru activitatea de ameliorare a porumbului, dar au avut meritul de a fi constituit germenele și în același timp primii locatari a ceea ce va deveni mai târziu, după 30 de ani, Banca de Gene Suceava.

Beneficiind de vizite de documentare în SUA, Rusia, Turcia, Italia, Germania, Olanda, etc., cercetătorii și-au îmbogățit cunoștințele teoretice și practice, pentru crearea unei instituții specializate a statului, care să fie acreditată pentru colectarea, evaluarea și conservarea resurselor genetice vegetale la nivel național și internațional, iar prin acordurile încheiate cu țări europene și neeuropene, colectarea de resurse genetice vegetale a depășit granițele țării noastre.

Nu am dori să se înțeleagă că totul s-a derulat fără greutăți și lipsuri, mai ales că a fost în discuție înființarea unei instituții unicat în România, în care obiectivul principal îl constituia construcția Băncii de Gene Suceava. Dar încrederea, pasiunea și convingerea noastră în realizarea acestui obiectiv au fost mai puternice decât influențele negative din partea unor instituții sau persoane.

Proiectarea Băncii de gene Suceava a durat 4 ani (1982-1986). Lucrările de construcție au început imediat după finalizarea proiectului de execuție (1986), terminându-se în anul 1990. În prezent Banca de Gene Suceava are o colecție de peste 17.000 de probe ce aparțin la 406 specii de plante. În ceea ce privește construcția unei noi Bănci de Gene, noi apreciem orice inițiativă care are menirea să colecteze și să conserve resursele genetice vegetale. În ordinea priorităților, apreciem că în această perioadă urgența care trebuie avută în vedere este colectarea de semințe, întrucât viteza eroziunii genetice, respectiv pierderea irecuperabilă a resurselor genetice valoroase este foarte mare. În ce privește conservarea genetică, există la Banca de Gene Suceava spații suficiente pentru întreaga colecție de germoplasmă din România atât cea colectată din teren cât și cea existentă în unitățile de ameliorare din

țara noastră , îndeplinindu-și astfel prevederea din Hotărârea de Guvern nr. 191, prin care s-a stabilit obiectivul principal al acestei instituții: de colectare, evaluare și conservare a resurselor genetice vegetale.

Foto 4.4. Clădirea Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava

4.3.6. Securizarea resurselor genetice vegetale, falsificarea și pirateria genelor

Însușirile valoroase ale genelor, existente în semințele plantelor și în materialul săditor, trebuie să-l responsabilizeze pe om moral și etic, în ceea ce privește grija și răspunderea față de conservarea germoplasmei, manifestând în același timp respect și bună credință pentru ceea ce ne-au lăsat înaintașii noștri, precum și grija și răspunderea pentru ceea ce vom transmite noi generațiilor viitoare care vor veni după noi.

În această idee, nu este vorba numai de patriotismul de care de bună seamă trebuie să dăm dovadă, ci și de un interes pragmatic în ceea ce privește conservarea germoplasmei, plecând de la adevărul că resursele genetice nu sunt numai o resursă vie, ele reprezintă o resursă în continuă mișcare, de sute sau de mii de ani, existând o continuitate a vieții pentru fiecare genă.

Însușirea de continuitate a vieții pentru fiecare genă îi conferă germoplasmei o valoare deosebită, responsabilizând etic și moral fiecare generație pentru conservarea în condiții de securitate deplină a însușirilor valoroase ale resurselor genetice și de a le transmite nealterate generațiilor viitoare.

Se desprinde din aceste aspecte, necesitatea securizării resurselor genetice vegetale, atât de factorii naturali distructivi dar și de factorul om care, paradoxal cunoscând valoarea deosebită a resurselor genetice tinde să le obțină în mod ilicit, încălcând orice reglementare legală în acest sens.

Creațiile moderne, super productive și cu alte însușiri importante se obțin cu materiale genetice procesate de amelioratori, care valorificate prin diferite formule speciale de combinare se obțin însușirile dorite de ameliorator. Aceste materiale genetice, prin valoarea lor deosebită atrag atenția și unor persoane, care prin mijloace ilicite, le pot sustrage, pentru a le valorifica. Se impune ca aceste materiale genetice să fie în atenția celor care trebuie să securizeze valorile genetice și să evite sustragerea lor pe cale ilicită. Fenomenul poartă denumirea de „pirateria genelor”

Un alt aspect negativ foarte important din categoria celor care eludează legea și doresc să se îmbogățească cu orice preț, invadând piața cu semințe și material săditor falsificate, a fost observat în urma controalelor efectuate de Inspectoratul Teritorial pentru Calitatea Semințelor, din județul Argeș, identificând o serie de produse

neconforme, pomi fructiferi și sămânță de porumb falsificate, care nu aveau nici o legătură cu ceea ce era menționat pe etichetă.

În urma controalelor făcute, vânzătorul de material falsificat a fost amendat cu suma de 2000 de lei, i s-a retras autorizația de funcționare și au fost sesizate organele abilitate pentru luarea măsurilor legale ce se impun (Revista AMSEM, nr.11, noiembrie 2017).

CAPITOLUL 5

SURSE DE MATERII PRIME DE ORIGINE VEGETALĂ

5.1. Descoperirea de noi surse de materii prime de proveniență vegetală

Descoperirea de noi surse de materii prime, necesare diverselor domenii ale economiei, constituie a preocupare de primă importanță, în dezvoltarea economică, socială și culturală a unei națiuni. În realizarea acestui deziderat, un rol important îl are explorarea și utilizarea resurselor genetice vegetale posesoare a unor materii prime noi, care să poată fi competitive cu alte produse similare neagricole. Pentru aceasta se impune lărgirea investigațiilor asupra acelor plante și aprofundarea cercetărilor asupra plantelor care promit noi surse de materii prime cu deosebire fibrele și pulpele, uleiurile, produsele rășinoase, parafinoase, farmaceutice și insecticide, cu proprietăți fizico-chimice specifice.

Plantele sintetizează numeroase glicozide complexe, pigmenți, steroizi, alcaloizi, taninuri, enzime precum și alte produse, posedând structuri complexe, adeseori cu o valoare ridicată. De asemenea ele conțin lipide, hidrați de carbon, proteine și alte substanțe, în special la plantele din flora spontană.

În prezent au fost organizate cercetări orientate spre identificare a unor semințe oleaginoase, proteice și a unor plante pentru industria celulozei. În SUA au fost supuse analizei chimice, un număr mare de semințe, reprezentând 170 de familii, 1643 de genuri și 5427 de specii. S-a stabilit că din cele 8364 de probe examinate, 3529 au conținutul de

ulei mai mare de 20% iar 1200 conțin mai mult de 60%. Menționăm că este vorba numai de specii din flora spontană.

5.1.1. Resurse genetice vegetale noi, bogate în proteine

Dintre speciile de plante analizate, unele au evidențiat un conținut de proteină mai mare de 40%. Dintre acestea, peste 62% sunt reprezentate de legumninoase, cucurbitaceae, malvaceae și compozite. Au fost identificate unele specii cu conținut ridicat de proteină, asociat cu alți constituenți valoroși sau altele, care nu au un conținut de proteină mare, dar sunt foarte productive, asigurând un conținut ridicat de proteină la hectar. Astfel o specie de tătănească (*Symphhitium perregrinum),* conține 24-32% proteină în asociere cu vitamina C_{12}; o specie de odolean (*Crambe cordifolia)* are 22-27% proteină și un conținut scăzut în celuloză; coroniștea (*Coronilla varia)*, conține 18% proteină, asigurând în același timp o producție de substanță uscată de 25 tone/ha și de proteină de 4500 kg/ha, depășind din acest punct de vedere trifoiul, lucerna și chiar spirulina; semințele speciei *Amaranthus edulis* au un conținut ridicat de proteine, în timp ce valoarea calitativă ridicată este asigurată de conținutul bogat în lizină (6,2 gr lizină la 100 gr proteină), egalând unele forme de porumb, cu un conținut ridicat de lizină. Frunzele, care și ele conțin proteină, pot fi consumate în aceleași condiții ca și frunzele de spanac.

5.1.2. Resurse genetice vegetale noi, bogate în aminoacizi

Literatura de specialitate indică 100 de specii, pentru care există date privind aminoacizii. Dintre acestea, 50% reprezintă gramineele și leguminoasele.

În cadrul programului „culturi noi” ce se desfășoară în SUA se apreciază că semințele provenind de la familiile *Amaranthaceae, Poligonaceae și Chenopodiaceae* sunt mai bine echilibrate din punct de vedere nutritiv, fiind superioare în acest sens leguminoaselor și gramineelor.

5.1.3.Resurse vegetale noi, bogate în ulei și acizi grași

Analizele chimice efectuate, scot în evidență un număr ridicat de plante cu conținut bogat în ulei, 392 de specii de plante cu un conținut de ulei de aproximativ 20%. În mod deosebit se remarcă cucurbitaceele, papaveraceele, coniferele, labiatele, euphorbiaceele și altele. S-a constatat că acizii oleic și palmitic, care sunt carboxilici C_{18} și C_{16} se găsesc cu prioritate în semințele de oleaginoase. În ordinul *Sapindales* semințele de *Simondsia californice (Buxaceae)* conțin un amestec lichid neobișnuit sub forma unui sirop gros format din catene lungi, de acizi și alcooli predominând compușii cu 20 și 22 de atomi de carbon. *Cardiospermum halicabum (Sapindaceae)* din același ordin, conține un acid carbonic C_{20} ca o componentă majoră (40% din acizii totali).

Foto. 5.1. Semințe de *Crambe abyssinica* și ulei obținut din semințe

Acidul erucic C_{22} monosaturat, se găsește frecvent în stare naturală, având o catenă de carbon mai mare de 18, prezent în două specii de plante din familia cruciferelor. Prima plantă luată în cultură, bogată în acid erucic este Crambe (*Crambe abyssinica)* în obținerea de uleiuri superioare (foto 5.1.), la fabricarea de fibre sintetice, roți dințate, adezive, obiecte expandate și filme.

Acidul dimorfolic (C_{18}) a fost identificat în semințele speciei *Dimorfoteca amsoatica*, bogată în ulei, compus în cea mai mare parte din acid dimorfocolic (60%). Toate speciile genului *Dimorfoteca* au în conținut același acid la fel ca în semințele lor uleioase.

Semințele oleaginoase din care se extrag gliceridele și produsele derivate ale acestora, formează baza de extracție a epoxizilor, care sunt folosite ca plastifiante pentru rășinile polivinilice sau ca elemente componente ale materialelor plastice.

Uleiul cu conținut bogat în acizii epoxi a fost identificat în semințele de *Verona anthelmitica*

5.1.4. Resurse vegetale noi, bogate în fibre celulare

Determinarea dimensiunilor celulare a mai multor probe prelevate de la 200 de probe de tulpini de plante, după efectuarea unor procedee moderate de macerare, a permis evaluarea speciilor de plante ca surse noi de materii prime fibroase. S-a constatat că raportul între lungimea și diametrul (L/D) celulelor de graminee, cât și a altor monocotiledonate, este în general ridicat. Pentru întreaga tulpină a dicotiledonatelor, chiar și pentru partea centrală a acesteia, raportul L/D este scăzut. Celulele fibroase ale liberului dicotiledonatelor, au în general raportul L/D ridicat, cu variații mari în funcție de tipul botanic. Astfel fibrele liberului leguminoaselor au raportul L/D mai mare decât liberul compozitelor.

Dintre plantele celulozice neutilizate industrial în producerea celulozei este Kenaful (*Hibiscus cannabinus* – foto 5.2.). Celuloza de

kenaf se poate folosi în amestec cu diferite tipuri de pastă lemnoasă. Transformarea în pastă a tulpinii de kenaf este relativ simplă, obținându-se o hârtie de ambalaj de calitate superioară, cu un luciu evident (foto. 5.3.). Importanța deosebită a acestei descoperiri constă și în posibilitatea economisirii unui volum important de materie lemnoasă, care poate fi folosită superior în alte domenii ale industriei lemnului.

Foto 5.2. Recoltarea kenafului în Statul Florida

Foto 5.3. Hârtie obținută din pulpă de kenaf

5.1.5. Câteva considerente de perspectivă în evaluarea substanțelor utile din plante

În activitatea de selectare a plantelor pentru folosirea lor ca surse de germoplasmă, pentru anumite însușiri utile, este acceptată ideea

potrivit căreia, compoziția chimică a plantelor reprezintă expresia fenotipică a unui complex de interacțiuni între factorii genetici și factorii de mediu. Ca și caracterele morfologice, însușirile calitative sunt controlate, în mare măsură de factorii genetici, în timp ce factorii de mediu se reflectă preponderent în deosebirile calitative ca proporții relative ale constituenților.

Între însușirile chimice și cele morfologice, acestea din urmă fiind ușor de observat, au fost folosite cu prioritate în diferite studii. Taxonomiștii au folosit caracterele morfologice în vederea construcției unor scheme pentru gruparea ordonată a membrilor regnului vegetal. Compozițiile chimice fiind mai dificil de determinat, sunt încă departe de a fi bine cunoscute totuși cu actuala aparatură de laborator, performantă, cercetarea compoziției chimice va determina obținerea unor rezultate din ce în ce mai valoroase. Rezultatele acestor eforturi vor trebui să se regăsească în mai buna înțelegere a inter-relațiilor și a evoluției regnului vegetal, precum și în cunoașterea practică a noi surse de materii prime, pe care le pot oferi plantele.

Obținerea unor astfel de informații, impune o colaborare strânsă între botaniștii care prospectează, identifică și evaluează potențialul noilor specii, chimiștii care evaluează potențialul de utilizare al constituenților chimici și agronomii care stabilesc tehnologia de cultură a plantelor luate în atenție.

În identificarea noilor plante, dorim să obținem specii posesoare a unor constituenți valoroși, alții decât cei existenți în actualele materii prime. În cazul în care sursa nou identificată va avea un conținut satisfăcător de substanțe chimice de interes, precum și o producție bună la ha, ea va trebui să fie imediat introdusă în utilizarea practică. Nu vor putea fi acceptate sursele neeconomice, fie din cauza conținutului slab al compușilor chimici, sau din cauza producțiilor scăzute pe care le realizează (Revista AMSEM, nr.10, octombrie 2017).

CAPITOLUL 6

RUDELE SĂLBATICE ALE PLANTELOR DE CULTURĂ

6.1. Rudele sălbatice ale plantelor de cultură, reprezintă cele mai valoroase surse de gene în ameliorarea modernă a plantelor

Necesitatea ameliorării productivității culturilor alimentare a cunoscut în permanență un trend ascendent pentru a asigura hrana necesară unei populații în continuă creștere. Mai mult, ameliorarea genetică este necesară pentru depășirea diferitelor praguri de stres, care duc la scăderea producției, prin schimbările intervenite în practicarea unei agriculturi intensive și a climei. Se impune, ca atunci când diversitatea genetică a plantelor de cultură este deficitară, să se intensifice și să se utilizeze diversitatea genetică, dincolo de fondul genetic al speciilor cultivate.

Acest proces poate fi inițiat cu specii sălbatice înrudite, apropiate din punct de vedere taxonomic, sau cu alte plante sălbatice sau buruieni, rude ale plantelor de cultură, dar se poate realiza și cu alte entități vii utilizând biotehnologii parasexuale care pot determina transferul genelor de la specii străine, depărtate din punct de vedere taxonomic.

Majoritatea diversității genetice estimată în raport cu o specie cultivată este limitată la speciile sălbatice înrudite. De exemplu, la tomate, 95% din diversitatea genetică a fondului genetic total al genului *Solanum* se găsește în speciile sălbatice. Acest lucru necesită informații despre rudele sălbatice ale speciilor cultivate, în ceea ce privește

numărul lor total, distribuția, valoarea genetică potențială și amenințările la adresa existenței acestora. Aceste informații vor ușura conservarea și utilizarea lor durabilă, atât de necesară în prezent.

Bogăția rudelor sălbatice ale plantelor de cultură în gene, care conferă rezistență la factorii de stres biotici și abiotici este bine cunoscută. Multe dintre genele străine au fost transferate în omologii lor cultivați prin hibridare îndepărtată, cu sau fără aplicarea tehnicilor biotehnologice și a mutagenezei. Este important de reținut că rudele sălbatice pot fi surse de gene pentru caracterele de producție și calitate nutrițională.

Contribuțiile anterioare și prezente ale rudelor sălbatice la ameliorarea culturilor au dus la constatarea că așa zisele specii sălbatice inferioare de fapt sunt superioare în conservarea multor gene foarte valoroase. Ele ar putea fi un rezervor valoros de resurse genetice, în identificarea de noi gene pentru ameliorarea cultivarelor noi de plante. Cu ajutorul tehnicilor moleculare, genele utile și poligenele din speciile sălbatice donatoare pot fi cartografiate și introgresate fosind marcheri moleculari, atenuând astfel constrângerile legate de lipsa de compatibilitate.

Caracterizarea și evaluarea speciilor sălbatice, rude ale plantelor cultivate ce aparțin fondurilor primare, secundare si terțiare de gene si utilizarea noilor gene, este una dintre strategiile importante a eforturile actuale de ameliorare a plantelor pentru crearea de noi soiuri, care să facă față provocărilor populației în continuă creștere și a schimbărilor climatice. Este adevărat că unele hibridări îndepărtate între speciile cultivate și cele sălbatice nu vor fi niciodată ușor de realizat, prezentând constrângeri aproape imposibile, cum este cazul sterilității totale sau parțiale. În astfel de situații, clonarea genelor, completată de ameliorarea transgenică, va deschide calea spre noi descoperiri. Până în prezent, folosirea rudelor sălbatice prin utilizarea metodelor clasice de

ameliorare și a tehnicilor moleculare a fost demonstrată la multe culturi de câmp și la plantele horticole.

În prezent se simte nevoia de actualizare a informațiilor privind rudele sălbatice ale speciilor cultivate, în special în ceea ce privește distribuția, însușirile caracteristice și potențialul genetic din punctul de vedere al resurselor genetice, informații noi privind amenințarea acestora, pentru a facilita protejarea și conservarea precum și posibilitățile de promovare a utilizării în ameliorarea genetică a speciilor cultivate.

Rudele sălbatice ale plantelor de cultură, în special acelea care fac parte din habitate naturale neperturbate și care nu au fost supuse presiunii selecției umane, formează un rezervor de gene care ajută la sporirea diversității genetice. Aceste resurse rare neexploatate, pot contribui la ameliorarea genetică a plantelor de cultură cu încorporarea genelor care conferă o mai mare rezistență la factorii care reduc productivitatea, îndeosebi factorii biotici și abiotici și contribuie la existența anumitor provocări, având un rol important în dezvoltarea unei agriculturi sustenabile. Pe lângă sustenabilitate, acestea ar putea contribui la creșterea productivității. Astfel, ca sursă genetică încorporată împotriva diverșilor factori de stres, speciile sălbatice conferă o bogăție de gene, programelor de ameliorare a plantelor de cultură.

Fondurile genetice de la plantele sălbatice includ următoarele resurse: tipurile naturale sălbatice, buruienile protejate și semi-protejate și diversitatea domestică (Hoyt 1988). Multe dintre acestea au contribuit la ameliorarea genetică a culturilor alimentare majore din lume, așa cum sunt culturile de orez, grâu, tomate, cartofi etc. De exemplu, la orez, rezistența la virusul piticirii și la lăcusta orezului a fost introdusă de la specia sălbatică *Oryza nivara* și rezistența la lăcusta plantelor mature s-a introdus de la *Oryza officinalis, Oryza granulata*

și Oryza sativa var. spontanea, ca donori au contribuit la reducerea incidenței virusului piticirii, arsura bacteriana, lăcusta plantelor verzi și a celor mature, la orezul cultivat *Oryza sativa*. Utilizarea speciilor sălbatice în ameliorarea plantelor a fost folosită cu rezultate bune; cartofii și tomatele sunt exemple favorabile de plante de cultură care au fost ameliorate, prin controlul introgresiei genelor de la cultivarele primitive, forme sălbatice și alte forme exotice. Utilizarea speciilor sălbatice la cartof datează din 1840, consemnată odată cu foametea irlandeză provocată de mană. Această situație a determinat specialiștii să se ocupe insistent pentru inducerea rezistenței la mană în soiurile cultivate de cartof, folosind gene de rezistență de la specia sălbatică *Solanum demissum.* În conformitate cu unele informații din anul 1970, 49% din soiurile cultivate în întreaga lume dețin gene transferate din speciile sălbatice.

Genele speciei *Solanum demissum* continuă să fie folosite în unele zone, și în prezent. Astfel, în SUA, 40% din suprafața totală a celor mai folosite soiuri de cartofi au în genealogia lor gene de la *Solanum demissum*. În consecință hibridarea care implică specii sălbatice, oferă posibilitatea de a atinge diversitatea genetică utilă disponibilă în speciile sălbatice și în buruieni, rude ale plantelor cultivate, folosind tehnici convenționale și/sau moderne adecvate.

Hibridarea îndepărtată ajută la generarea de noi combinații de variabilitate, în care selecția poate fi efectuată pentru recombinările dorite, încorporând caractere de interes. Prin urmare, în plus față de introgresia unei gene specifice pentru inducerea rezistenței la diferiți factori biotici și abiotici de stres, creșterea productivității și calității ajută la lărgirea bazei genetice a speciilor cultivate.

O îmbunătățire genetică a speciilor oferă amelioratorilor o selecție a recombinantelor nu numai cu rezistență la factorii de stres biotici și abiotici, dar și la alte caractere cum ar fi productivitatea și

calitatea. Cu toate acestea programul de hibridare interspecifică nu poate fi ușor de implementat pentru a face față mai multor constrângeri, precum barierele de hibridare, sterilitatea hibrizilor, etc Pentru aceasta se impune organizarea de echipe multidisciplinare cu oameni de știință specializați în resurse genetice, citogenetică, biotehnologie, ameliorare, fiziologie și patologie etc. Acestea ar ajuta la evaluarea rudelor sălbatice pentru stabilirea hibrizilor și realizarea de manipulări citogenetice, transformări genetice, și selecția recombinantelor, necesare pentru a ajuta introgresia controlată a genelor țintă, prelevate de la speciile sălbatice.

Există numeroase exemple cu privire la introgresia genelor de la speciile sălbatice în cultură cum ar fi grâul, orezul, bumbacul, cartoful, tomatele etc. Totuși există un volum mare de culturi susceptibile de a fi utilizate în hibridări îndepărtate la orez, grâu, porumb, sorg, mei, năut, arahide, tomate, cartof, etc., culturi importante la nivel global. Astfel va crește interesul pentru colectarea, conservarea, caracterizarea și evaluarea rudelor sălbatice pentru a ușura utilizarea lor în ameliorarea genetică a speciilor cultivate prin reproducere convențională interspecifică și tehnici biotehnologice, inclusiv tehnologiile ADN-ului recombinant. Rudele sălbatice au contribuit la înțelegerea multor probleme fundamentale, în special cele legate de origine, evoluție, relații filogenetice, statutul citologic și ereditatea genelor. Odată cu apariția markerilor moleculari, rudele sălbatice, au fost mult utilizate atât în studiile genetice, cât și în alcătuirea hărților genetice. În acest fel a fost posibilă o nouă organizare și reorganizare a aspectelor funcționale ale genei și ale genomului. Unele specii sălbatice au contribuit la înțelegerea amenințărilor potențiale ale fluxului de gene de la plantele modificate genetic, prin folosirea tehnologiei ADN recombinant, care afectează în mod negativ biodiversitatea, datorită naturii lor invazive. Unele specii sălbatice se găsesc în stadiul de a fi domesticite, în special

cele cu proprietăți fitomedicinale și nutriționale, precum și cele susceptibile de a fi utilizate pentru producția de bioenergie regenerabilă. Dar trebuie de menționat beneficiile lor asupra mediului, fitoremedierea ecologică a mediului, reducerea eroziunii solului, etc.

Cu toate aceste avantaje, speciile sălbatice au o reprezentare slabă în colecțiile de germoplasmă, naționale și internaționale.

Estimările oficiale arată că numai 2-6% din colecțiile internaționale de germoplasmă provin din rudele sălbatice. Speciile sălbatice rude ale multor culturi au fost slab reprezentate sau ignorate, cum ar fi *Vigna, Trichosanthes, Lactuca, Trigonella, Allium, Dioscorea* etc.

Vavilov, a fost primul care a realizat cât de importante sunt rudele sălbatice ale plantelor de cultură, la începutul secolului al XX-lea.

Se speră ca eforturile oamenilor de știință cu privire la rudele sălbatice ale speciilor cultivate identificate până în prezent să stimuleze cercetarea acestora prin:

1. Activități de colectare a ”rudelor sălbatice”, care să acopere o gamă largă spațială și ecologică.
2. Caracterizarea și evaluarea fenotipică a rudelor sălbatice, care constituie cele mai semnificative constrângeri în promovarea conservării și utilizării lor;
3. Generarea secvențelor genomului complet la rudele sălbatice, fiind folosite ca instrumente genomice;
4. Dezvoltarea bazelor de date pe măsura creșterii volumului de informații genetice și fenotipice. Integrarea bazelor de date in sistemul informațional global privind resursele genetice vegetale, cu legături directe pentru un acces mai ușor la aceste resurse.

Pasul viitor care poate fi inclus ar fi, de asemenea, crearea de populații pentru programele de pre-ameliorare convențională care să fie

disponibile pentru încorporarea directă în programele de ameliorare convențională, prin rețele de ameliorare participativă. În acest sens trebuie să se susțină și să se promoveze programe multilaterale globale de schimb de resurse genetice pentru culturile alimentare importante și rudele lor sălbatice, într-o manieră transparentă, asigurându-se dreptul de proprietate intelectuală.

Rudele sălbatice ar putea fi exploatate utilizând tehnologii de ADN recombinant, ceea ce implică metode eficiente de izolare a genelor.

Este necesară prioritizarea celor mai amenințate rude sălbatice de diferiți factori de stres biotici sau abiotici (Revista AMSEM, nr.3, martie 2018).

CAPITOLUL 7

INDIA – CENTRUL DE MEGA-BIODIVERSITATE A LUMII.

7.1. India –un exemplu de interes și preocupare pentru promovarea resurselor genetice vegetale cu deosebire a *rudelor sălbatice* a plantelor cultivate

7.1.1.Bogăția și diversitatea genetică a plantelor în India

Bazat pe bogăția diversității floristice și endemismul speciilor, India se numără printre cele 17 centre de mega-biodiversitate ale lumii. Aici sunt 3 din cele 34 de zone ale biodiversității identificate la nivel global, și anume, Himalaya, estul regiunii Indo-Myanmar și regiunea occidentală Ghats și Sri Lanka

Flora indiană reprezintă aproape 12% din diversitatea floristică globală. Floristica bogată din India are aproximativ 148 de genuri endemice care aparțin la peste 47 de familii ale plantelor superioare. Potrivit sondajului botanic din India (BSI), există 47.513 specii de plante, inclusiv specii de bacterii. Din acestea, aproximativ 20.141 taxoni sunt de angiosperme cu 17.926 specii aparținând la 2991 de genuri și 251 de familii, reprezentând aproximativ 7% din speciile descrise în lume. Există în India, circa 5725 de specii endemice, reprezentând 33,5% din flora indiană. După ultimul sondaj, acestea au crescut la 6000. Dintre cele 5725 de specii endemice descrise, cel mai mare număr, de peste 3471 specii, se găsesc în Himalaya, urmată de 2051 specii izolate în regiunea peninsulară și aproximativ 239 de specii în Insulele Andaman și Nicobar. Cu toate acestea, conform estimărilor recente, aproximativ 4045 de taxoni ce aparțin la 975 de genuri si 155

de familii sunt considerate endemice. Au fost identificate 3 megacentere și 25 microcentre de plante endemice. Cele trei megacentre ale endemismului din India sunt Himalaya (atât vestică, cât și estică), regiunea nord-estică Indo-Myanmar și Ghatii occidentali.

Zona centrală a Himalaiei include nu numai specii endemice din estul si vestul Himalaiei dar reprezintă și un creuzet de speciație. Pădurile umede verzi ale vestului Ghats, datorită topografiei variate și regimurilor microclimatice, au unele zone cu multe specii.

Familiile dominante de plante din subcontinentul indian sunt familia Poaceae reprezentată de 263 genuri și 1291 specii, urmate de Orchidaceae (184/1229), Leguminosae (173/1192), Asteraceae (167/1052), Rubiaceae (113/616), Cyperaceae (38/545), Euphorbiaceae (84/528), Acanthaceae (92/510), Rosaceae (40/492) și Lamiaceae (72/454). Un total de 42 de familii cu mai mult de 100 de specii fiecare.

7.1.2. Megacentre de diversitate genetică în India

Din punct de vedere agricol, subcontinentul indian este unul dintre cele 12 megacentere de diversitate a plantelor cultivate. De asemenea, India, figurează ca al doilea centru Vavilovian de origine și de diversitate a plantelor cultivate, după China (Vavilov 1926). Subcontinentul indian este centrul de domesticire a 117 de specii plus 55 de specii din centrul Indo-Malayan, în total fiind 172 de specii (Vavilov 1935); 24 în India plus 73, în Asia de Sud-Est (Harlan 1975); și încă 166 de specii cultivate (Zeven și de Wet 1982). În plus, a contribuit la diversificarea multor culturi prin introducerea de noi specii cultivate, care includ culturile alimentare, plantele furajere, condimente, plante ornamentale, plante medicinale și aromatice, arbori forestieri etc. Pe baza unor estimării recente, sunt în jur de 800 de specii de plante cultivate în India. Aceasta include, cele 172 și/sau 166 specii de plante raportate în centrul Hindustani (unul dintre cele opt centre Vaviloviene de origine și diversitate) și multe alte specii de plante introduse din diferite părți ale lumii. În ceea ce privește *rudele sălbatice* ale speciilor cultivate, un document preliminar a prezentat 334 de specii sălbatice (1984). De atunci, mai multe studii și cercetări s-au realizat în

ultimii 30 de ani. Aceste studii au schimbat imaginea lumii în ceea ce privește atât numărul de specii sălbatice disponibile ca *rude sălbatice* ale speciilor cultivate, ajungându-se la 912 specii, cât și distribuția, diversitatea genetică și valoarea potențială a acestora.

7.1.3.Rudele sălbatice în atenția cercetătorilor indieni

Este nevoie de actualizarea informațiilor privind rudele sălbatice ale speciilor cultivate, în special în ceea ce privește distribuția, trăsăturile caracteristicile și potențialul genetic, informații noi privind amenințarea la adresa existenței acestora pentru a facilita protejarea și conservarea precum și promovarea utilizării în ameliorarea genetică a speciilor cultivate. Aceasta va duce la eforturi susținute pentru căutarea de gene și alele noi în diversitatea genetică a rudelor sălbatice prin evaluare sistematică.

În aceste condiții, rudele sălbatice ale plantelor de cultură, în special cele care fac parte din habitate naturale neperturbate și nu au fost supuse presiunii selecției umane, formează un rezervor de gene care va ajuta la mărirea diversității genetice. Aceste resurse genetice sălbatice rare, neexploatate pot contribui în continuare la ameliorarea genetică a speciilor de cultură cu încorporarea genelor care conferă o mai mare rezistență la factorii care reduc productivitatea, în special cei biotici și abiotici și, prin urmare, contribuie la îndeplinirea diferitelor provocări, având un rol important în dezvoltarea unei agriculturi sustenabile. Ar putea fi folosită aceiași cale ca și cea folosită de speciile sălbatice, care au rezistat singure în timp și spațiu, supraviețuind mai mult decât cele mai vechi soiuri cultivate, fără asistență umană.

De asemenea, pe lângă sustenabilitate, aceasta ar putea contribui la creșterea productivității. Astfel, ca sursă de rezistență genetică încorporată împotriva diverșilor factori de stres, ele conferă un tezaur de gene pentru programele de ameliorare a plantelor de cultură.

Fondurile genetice de la plantele sălbatice includ următoarele resurse: tipurile naturale sălbatice, buruienile protejate, semi-protejate și diversitatea domestică. Multe dintre acestea au contribuit în mod semnificativ la îmbunătățirea genetică a culturilor alimentare majore

din lume, cum ar fi culturile de orez, grâu, roșii, cartofi etc. De exemplu, la orez, rezistența la virusul piticirii și la lăcusta orezului a fost introdusă de la specia sălbatică *Oryza nivara* (India Centrală) și de la orezul Pitambi (Silent Valley, Kerala) și rezistența la lăcusta plantelor mature s-a introdus de la *O. officinalis. Oryza granulata, O. officinalis, O. nivara și O. sativa var. spontanea* ca donori, au contribuit în mod semnificativ la reducerea incidenței virusului piticirii, arsura bacteriană, lăcusta plantelor verzi și a celor mature la orezul cultivat *O. sativa*. Prin urmare, speciile sălbatice oferă un rezervor de gene valoroase care poate fi folosit în programele de ameliorare a culturilor prin hibridare îndepărtată.

Din aceste motive, utilizarea speciilor sălbatice în ameliorarea plantelor a fost exploatată cu succes la multe specii de plante. Cartoful și tomatele sunt exemple excelente de plante de cultură care s-au îmbunătățit în mod consistent prin introgresia genelor de la cultivarele primitive, specii sălbatice și alte forme exotice. Utilizarea speciilor sălbatice de cartof datează din 1840 când a apărut foametea irlandeză provocată de mană. Acest lucru a forțat utilizarea rezistenței la mană de la specia sălbatică *Solanum demissum* care conține gene de rezistență la mană. Conform unei estimări făcute la sfârșitul anilor 70, 49% din soiurile cultivate în întreaga lume au gene transferate din speciile sălbatice. Genele acestei specii continuă să fie eficiente în unele zone, și în prezent, 40% din suprafața totală a celor mai populare soiuri de cartofi din SUA au în genealogia lor gene de la *S. demissum.* Prin urmare, hibridarea îndepărtată care implică specii sălbatice, oferă posibilitatea excelentă de a atinge diversitatea genetică utilă disponibilă la speciile sălbatice și buruieni, rude ale plantelor cultivate, folosind tehnici convenționale și/sau moderne, adecvate.

Primii pași în valorificarea rudelor sălbatice în India, s-au făcut în explorarea, inventarierea și documentarea rudelor sălbatice disponibile cu informații privind originea și distribuția acestora, caracteristici unice/esențiale și, eventual caracteristici genetice valoroase pentru utilizări specifice. Generarea de informații cu privire la relația lor

filogenetică cu speciile cultivate, trebuie să faciliteze selectarea strategiilor adecvate de încrucișare pentru introgresia genelor dorite, pentru utilizarea lor în ameliorarea plantelor. Acesta este principalul scop al acestei lucrări. Aplicarea unor procedee de ameliorare unice și imaginative ar ajuta la încorporarea unor caracteristici dezirabile, facilitând exploatarea întregului potențial al speciilor cultivate. Utilizarea speciilor sălbatice este concepută în principal pentru a fi vizată introgresia genelor dorite în speciile cultivate din resurse genetice alternative, altele decât variabilitatea genetică a speciilor cultivate.

7.1.4. Hibridarea îndepărtată, pentru realizarea recombinărilor dorite

Hibridarea îndepărtată ajută la generarea de noi combinații de variabilitate dintre care selecția care poate fi efectuată pentru recombinările dorite, încorporând caracteristicile dorite. Prin urmare, în plus față de introgresia unei gene specifice pentru inducerea rezistenței împotriva diferiților factori biotici și abiotici de stres, creșterea producției și calității, ajută la lărgirea bazei genetice a speciilor cultivate.

Astfel, o îmbunătățire genetică a speciilor oferă amelioratorilor o selecție nesfârșită de recombinări nu numai în raport cu rezistența la factorii de stres biotici și abiotici, dar și la alte trăsături cum ar fi productivitatea și calitatea pentru care potențialul a fost recent raportat la rudele sălbatice ale mai multor culturi. Cu toate acestea, programul de hibridare interspecifică nu poate fi ușor de implementat pentru a face față mai multor constrângeri, cum ar fi barierele de hibridare, sterilitatea hibridă, etc Aceasta ar avea nevoie de echipe multidisciplinare de oameni de știință specializați în resurse genetice, citogenetică, biotehnologie, ameliorare, fiziologia plantelor și patologie etc. Acest lucru ar ajuta la evaluarea rudelor sălbatice, la stabilirea hibrizilor (salvarea embrionilor) și realizarea de manipulări citogenetice, transformări genetice, și selectarea recombinărilor necesare pentru a sprijini introgresia controlată a genelor țintă de la speciile sălbatice.

7.1.5. Realizări importante în procesul de introgresie a genelor sălbatice

La nivel global, există numeroase exemple de succes cu privire la introgresia genelor din speciile sălbatice în speciile cultivate, cum ar fi la grâu, orez, bumbac, cartof, tomate etc.

În India, există câteva exemple de succes în cazul orezului, grâului, arahidelor, legumelor din grupa verzei, fasoliță, tomate, etc.

Cu toate acestea, există încă un domeniu considerabil de intensificare a extinderii hibridării îndepărtate la orez, grâu, porumb, sorg, mei, năut, arahide, roșii, cartofi, *Cucumis*, etc., care sunt importante la nivel global, și de asemenea este foarte important să se extindă la nivel global beneficiile hibridării îndepărtate la culturi noi. Lucrările științifice apărute în India, au făcut un efort mare în această privință cu compilarea informațiilor disponibile despre *rudele sălbatice* ale speciilor de plante cultivate, în special a plantelor cultivate indigene din India pentru a le aduce într-un domeniu științific. Aceasta va genera interesul dorit în colectarea, conservarea, caracterizarea și evaluarea rudelor sălbatice pentru a facilita utilizarea lor în ameliorarea genetică a speciilor cultivate prin reproducere convențională interspecifică și - tehnicile biotehnologice, inclusiv tehnologiile ADN recombinant. Pe lângă contribuția la ameliorarea genetică a omologilor lor cultivați, rudele sălbatice au jucat un rol foarte important în studiile științifice de bază în definirea și descifrarea genomului plantelor.

Ele au contribuit foarte mult la rezolvarea mai multor întrebări fundamentale, în special cele legate de origine, evoluție, relații filogenetice, statut citologic și moștenirea genelor la o serie de plante de cultură. De la apariția markerilor moleculari, rudele sălbatice au fost frecvent utilizate în studiile genetice. Implicarea lor în întocmirea hărților genetice a facilitat dezvoltarea acestor hărți la populațiile cu polimorfism optim în vederea construirii hărților genetice complete. Acest lucru a contribuit la o nouă organizare a aspectelor funcționale ale genei și genomului. Unele dintre ele contribuie enorm ca specii de

plante model la elucidarea și ameliorarea genomului speciilor de plante cultivate.

De asemenea, unele specii sălbatice au ajutat la înțelegerea posibilelor amenințări ale fluxului de gene de la plantele modificate genetic prin folosirea tehnologiilor de ADN recombinant, care afectează în mod negativ biodiversitatea datorită naturii lor invazive.

În alte câteva cazuri, este deja bine stabilit că multe *rude sălbatice* ale speciilor cultivate merită o atenție serioasă pentru domesticire. Acest lucru este valabil mai ales pentru exploatarea multora din industria plantelor pentru proprietățile lor fitomedicinale și nutriționale și pentru producția de bioenergie regenerabilă. În plus, mult mai multe specii pot fi valorificate pentru beneficiile lor asupra mediului, în fitoremedierea ecologiei și a mediului, restrângerea eroziunii solului, recuperarea solului prin îmbunătățirea fertilității solului etc.

7.1.6. Slaba reprezentare a speciilor sălbatice, rude ale plantelor cultivate în colecțiile de germoplasmă în India

În ciuda prezentării beneficiilor de mai sus ale speciilor sălbatice rude ale plantelor cultivate, unul dintre obstacolele în utilizarea lor în studii științifice detaliate este slaba lor reprezentare în colecțiile de germoplasmă. S-a estimat că numai 2-6% din colecțiile internaționale de germoplasmă provin din rude sălbatice. Chiar daca colecțiile pentru câteva culturi și *rudele lor sălbatice* sunt mari, rudele sălbatice ale multor culturi au fost slab colectate sau aproape ignorate în unele grupuri de culturi, cum ar fi furajele, culturile ornamentale, plantele medicinale și aromatice etc., precum și genurile cum ar fi *Vigna, Trichosanthes, Lactuca, Trigonella, Allium, Dioscorea* etc. în măsura în care nu se cunosc *rudele sălbatice* ale acestor specii pentru a fi identificate

Existența unei documentații cuprinzătoare cu informații de bază privind rudele sălbatice din toate culturile majore de câmp și horticole, agroforestrieră, pomi industriali fie nativi, fie naturalizați în India cu variabilitate semnificativă, va ajuta la aducerea lor în domeniul comunității științifice globale și în acest mod se pot identifica lacunele.

Acest lucru va promova sistematizarea privind colectarea, caracterizarea, evaluarea și conservarea acestora pentru a promova o utilizare mai largă, fiind obiectivul principal și forța motrice în spatele publicării multor lucrări științifice.

Vavilov, a fost primul care a realizat cât de importante sunt rudele sălbatice ale plantelor de cultură în ameliorarea plantelor cultivate, la începutul secolului al XX-lea (Vavilov 1926). De atunci, au existat mai multe inițiative naționale și globale care au arătat importanța promovării activităților de colectare, caracterizare, conservare si utilizare a speciilor sălbatice.

Prezentul efort de documentare a informațiilor despre rudele sălbatice ale plantelor cultivate vor încuraja, de asemenea, realizarea de studii taxonomice, genomice și moleculare.

Aceste studii vor facilita utilizarea anumitor tehnologii moderne de reproducere a plantelor, inclusiv tehnologii ADN recombinant pentru a depăși unele dintre constrângerile din hibridarea interspecifică și promovarea reproducerii precise pentru încorporarea directă a genelor naturale specifice dorite. De exemplu, prin folosirea metodelor convenționale a linkage -urilor, care conduc la transferul atât a genelor dorite cât și a celor nedorite, este un proces îndelungat și greoi. Cu toate acestea, poate fi depășit relativ ușor prin utilizarea unor tehnici îmbunătățite de analiză a genomului, selecție asistată de markeri, secvențiere în generațiile următoare, și transcripție etc.

Prin urmare, este necesară prioritizarea celor mai amenințate *rude sălbatice*. Colaborările dintre comunitățile locale, cercetători și diverse instituții naționale și internaționale, organizațiile responsabile pentru conservarea biodiversității trebuie să fie construite în consens, în vederea protejării rudelor sălbatice din cultură, atât *in situ* cât și *ex situ*. (Revista AMSEM, nr.8, august 2018).

CAPITOLUL 8.

BIOTEHNOLOGIA, BIODIVERSITATEA ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Dintotdeauna, într-o formă sau alta, biotehnologia a constituit o preocupare de seamă a omului, reprezentând unul dintre mijloacele cele mai apropiate şi mai de preţ în lupta sa permanentă pentru asigurarea bunurilor şi serviciilor necesare vieţii. În funcţie de nivelul de dezvoltare a fiecărei etape istorice din evoluţia cunoaşterii umane, de la primele începuturi ale existenţei sale şi până în epoca modernă, omul a depins de biotehnologii. Astfel, îşi asigură produsele necesare de primă necesitate, precum alimente, medicamente, energie, un mediu curat etc.

8.1. Simbioza între biotehnologie și biodiversitate

Importanţa şi rolul biotehnologiei iese mai bine în evidenţă atunci când analiza şi prezentarea lor se asociază cu un alt component important al naturii, cu care se găseşte într-o strânsă simbioză cu biodiversitatea. Aceasta asigură biotehnologia cu resursele biologice necesare, pe care le procesează în bunuri şi servicii indispensabile vieţii. Însuşi procesul de domesticire a plantelor sălbatice în plante de cultură, petrecut cu mii de ani în urmă, nu putea să aibă loc în afara acţiunilor conjugate ale biotehnologiilor şi biodiversităţii. Importanţa şi rolul pe care îl au în natură şi societate, pe de o parte, precum şi efectele conexiunilor puternice între biodiversitate şi biotehnologie, pe de altă parte, determinate de interdependenţa dintre ele, generează un deosebit interes, din partea omului care nu a putut trăi, şi cu atât mai mult în viitor, în afara lor. În măsura în care biotehnologia utilizează capacităţile biodiversităţii (plante, animale, micro-organisme), ea este

şi va fi întotdeauna tributară biodiversităţii. Amploarea diversităţii biologice, reprezentată de toate organismele vii de pe Terra, asigură biotehnologiilor, resursele necesare pentru realizarea de produse şi servicii utile omului. Legătura inseparabilă între biodiversitate şi biotehnologie este esenţială pentru securitatea alimentară, reprezentând un scop şi un obiectiv fundamental al dezvoltării durabile. Raporturile simbiotice foarte stânse între biodiversitate şi biotehnologie sunt prezentate cu claritate în „Convenţia asupra Diversităţii Biologice", adoptată la Rio de Janeiro în 1992. S-a subliniat cu acea ocazie importanţa biodiversităţii, fiind apreciată ca o bază solidă, pe care se sprijină genetica, asigurând biotehnologia cu resursele biologice necesare progresului şi dezvoltării. Mai mult, biotehnologia va asigura protecţia biodiversităţii şi a mediului natural, pentru supravieţuirea speciilor de plante şi animale, ameliorarea solului şi funcţiile ecosistemelor, precum şi punerea în stare normală a terenurilor degradate.

Biotehnologia şi biodiversitatea, fiecare cu specificul său, contribuie la transformarea organismelor vii în forme noi, varietăţi, rase şi populaţii.

8.1.1. Două fațete contradictorii

Biotehnologia, prin capabilităţile ei tehnice şi biologice, poate fi în acelaşi timp atât un factor de conservare a biodiversităţii, cât şi unul de eroziune a acesteia. Referitor la conservarea biodiversităţii prin biotehnologii moderne, cu referire la păstrarea biodiversității, în condiţii controlate de temperatură şi umiditate, păstrându-se viabilitatea şi integritatea genetică a unui volum important de resurse biologice, multe dintre ele nemaiputând supravieţui în stare naturală. S-a reuşit, prin cercetări specifice, să existe o armonie între cerinţele biologice ale plantelor şi condiţiile tehnice necesare supravieţuirii lor în condiţii controlate. Mai mult, biotehnologia nu numai că ajută la

conservarea biodiversităţii, dar, prin acţiunea lor asupra vieţuitoarelor, se dovedeşte a fi generatoare de biodiversitate. Întreaga istorie a ameliorării plantelor şi animalelor, începând cu domesticirea lor şi până la tehnologii moderne de ameliorare din zilele noastre, adică biotehnologii aplicate, au dus la crearea numeroaselor entități biologice de plante și animale, care nu reprezintă altceva decât forme de diversificare biologică. Din păcate, până la conştientizatea necesităţilor conservării resurselor genetice, de toate originile, în condiţii de siguranţă, un volum important de resurse genetice a fost pierdut irecuperabil. În domeniul resurselor vegetale, în băncile de gene din întreaga lume, sunt conservate şi studiate peste 2,5 milioane de probe de culturi, din care 1,2 milioane aparţin cerealelor și 369.000 leguminoaselor alimentare (fasole, mazăre, soia, linte, bob etc.). Mai există 137.000 specii legumicole, 74.000 de clone aparţinând rădăcinoaselor şi plantelor tuberifere și 215.000 arborilor de pădure. În grădinile botanice din întreaga lume, în număr de 1500, se găsesc în jur de 35.000 de specii, reprezentând 15% din flora mondială. Odată cu descoperirea culturilor de ţesuturi şi de celule şi cu dezvoltarea cercetărilor în biologia moleculară, s-a ivit o nouă cale pentru conservarea biodiversităţii. Este vorba de posibilitatea conservării ţesuturilor vegetale, de celule, de grăunciori de polen sau/şi de ovule, care, păstrate în condiţii speciale, îşi menţin viabilitatea şi funcţionalitatea pe perioade mari de timp. Biotehnologiile aplicate în acest sens sunt de mare fineţe şi acurateţe, necesitând manipulări genetice complexe, care cer o solidă pregătire profesională a echipei de specialitate, precum şi aparatură de laborator performantă. Acest mod de conservare a biodiversităţii este posibil, datorită descoperirilor făcute cu privire la totipotenţialitatea celulelor, prin care se demonstrează că, în anumite condiţii specifice, celula are capacitatea formării şi dezvoltării unei plante întregi. S-a dovedit astfel că, plecând de la o

celulă individuală, există posibilitatea dezvoltării unei plante funcţionale, care conţine aceeaşi germoplasmă ca şi aceea a plantei din care a fost prelevată celula. Şi astfel, conservând o singură celulă, poate fi conservată întreaga structură genetică a varietăţii de la care a fost extrasă celula.

8.1.2. Eroziunea biodiversităţii

Cu privire la cea de-a doua faţetă a biotehnologiei, eroziunea biodiversităţii, cu toate argumentele prezentate în favoarea conservării biodiversităţii prin biotehnologie, nu se poate absolutiza rolul biotehnologiilor în acest sens. Există voci cu notorietate, dar şi exemple concrete care dovedesc că biotehnologia, pe lângă conservarea biodiversităţii, are şi efecte contrare, determinând eroziunea ei.

Un prim factor de eroziune constă în atitudinea neglijentă şi a lipsei de prevedere a omului modern, care nu a sesizat la timp, rolul şi importanţa unei componente de seamă a biodiversităţii, resursele genetice vegetale şi animale lăsând să se irosească pe diferite căi un volum imens de resurse biologice autentice, îndeosebi formele sălbatice şi primitive, precum şi cele locale, „create" de agricultorii locali, ale căror însuşiri de rezistenţă la condiţiile nefavorabile de mediu le-au asigurat supravieţuirea, depăşind perioadele dificile, generate de factorii climatici externi.

Acest material genetic, al cărui conţinut de gene îi conferă rezistenţă la diferite tipuri de factori climatici nefavorabili, precum şi la stabilitatea recoltelor, constituie cel mai de preţ material genetic la dispoziţia geneticienilor şi amelioratorilor, în activitatea de ameliorare a plantelor şi animalelor. În acest context, se pune fireasca întrebare: pierderea formelor sălbatice de plante şi a soiurilor locale poate constitui un proces de eroziune biologică? Categoric, da! Din moment ce resursele respective au fost pierdute, fără posibilitatea de recuperare, se înţelege că reprezintă un fenomen de eroziune biologică. În ultima

vreme se constată un alt fenomen de eroziune care, paradoxal, este rezultatul activităţii amelioratorilor, în munca lor pentru crearea de soiuri şi hibrizi tot mai performante. Valoarea acestor creaţii a atras atenţia fermierilor care sunt interesaţi ca nivelul recoltelor să fie cât mai ridicat, introducându-le în cultură, înlocuind formele locale. În acest caz, nu mai este vorba de neglijenţă sau lipsă de prevedere, ci de un proces normal, firesc, de înlocuire a soiurilor locale vechi, cu altele noi, mai productive.

8.1.3. De la înlocuire la pierdere

Crearea soiurilor moderne reprezintă rodul muncii amelioratorilor, care, utilizând tehnologii moderne şi resurse biologice adecvate, reuşesc asemenea performanţe. Este adevărat că, peste tot în lume, unde agricultura avansează cu rapiditate, există o dinamică de schimbare a formelor vechi de plante cu forme noi. Ceea ce trebuie imputat în acest caz nu este înlocuirea varietăţilor locale sau a soiurilor vechi cu forme noi perfecţionate, ci pierderea lor odată cu procesul înlocuirii.

În momentul înlocuirii, în loc să existe un interes şi o grijă deosebită pentru a le asigura supravieţuirea în condiţii controlate, ele sunt date fie în consumul domestic, fie în furajarea animalelor. Procesul înlocuirii este inevitabil, chiar favorabil, pe când cel de pierdere este de neacceptat, putând fi totuşi evitat, prin măsuri tehnice corespunzătoare de conservare. Eroziunea biologică ce se produce în asemenea situaţii a făcut ca numeroşi oameni de ştiinţă să o eticheteze cu expresii destul de dure, precum „suicid” sau „partea întunecată a biotehnologiilor”.

Aici trebuie subliniat faptul că biotehnologiile şi biodiversitatea, reprezintă două aspecte fundamentale ale naturii şi societăţii, ale căror valori incontestabile nu pot fi despărţite, dacă se doreşte o analiză corectă şi obiectivă a înţelegerii posibilităţilor lor de a influienţa starea de bine din natură şi societate. Privite în dinamica lor, valorile

individuale ale biodiversităţii şi biotehnologiilor pot fi mai bine evidenţiate şi ierarhizate, dacă sunt judecate împreună, aceasta fiind consecinţa firească a legăturilor lor strânse, de multe ori interdependente.

8.1.4. Rolul informatizării

Aportul biotehnologiei moderne la conservarea şi valorificarea biodiversităţii a crescut odată cu utilizarea computerului, prin informatizarea electronică a întregului proces de colectare şi evaluare a biodiversităţii. S-a reuşit astfel ca informaţiile despre gene sau complexe de gene conservate să fie fixate pe suporturi magnetice, încât ele să fie disponibile, cu mare viteză, exactitate şi acurateţe, amelioratorilor şi geneticienilor.

În consecinţă, se poate afirma că biotehnologia constituie un mijloc important de conservare a biodiversităţii, atât prin macroconservare (plante întregi, seminţe, animale), cât şi prin microconservare (culturi de ţesuturi, de celule, ovule, polen sau gene).

O altă asociere importantă a biotehnologiei, cu domenii tehnologice majore, precum microelectronica, robotica, fibra optică, inteligenţa artificială şi altele a dus la o nouă eră a revoluţiei industriale, incluzând două mari descoperiri tehnologice: tehnologia informaţiei, bazată pe microelectronică şi biotehnologia modernă, care la rândul ei are la bază ingineria genetică şi tehnologia celulei. Există părerea, unor specialişti importanţi în domeniu, că asocierea tehnologiei informaţiei cu biotehnologia poate avea un efect mult mai mare asupra structurii economiei mondiale, decât alte descoperiri precedente, precum masele plastice din anii ‘40, tranzistorii din anii ‘50, computerul din anii ‘60 şi microcomputerul din anii ‘70.

În aceste condiţii,biotehnologia modernă, asociată cu tehnologia informaţiei, devine unul dintre cele mai dinamice şi de perspectivă domenii, cu un potenţial uriaş de dezvoltare a unor activităţi de primă

mărime în economia mondială şi naţională, precum în asigurarea securităţii alimentare, în medicină, agricultură, industrie, în probleme de mediu, care fără îndoială vor influenţa semnificativ comerţul şi producţia de bunuri şi servicii şi vor schimba structura produselor la nivel global şi naţional, cu profunde implicaţii sociale şi politice (Revista AMSEM, nr. 5, noiembrie 2011).

8.2. Diversitate și uniformitate

Uniformitatea și diversitatea reprezintă două aspecte contradictorii ale materiei. Un produs este uniform atunci când elementele ce îl alcătuiesc sunt asemănătoare și este divers, când acele elemente componente ale produsului nu sunt asemănătoare. Elementele care se compară pot consta în volume, forme, culori, utilizare, etc, care pot fi asemănătoare sau pot diferi, fie în cadrul produsului, fie între produse, în proporții bine studiate.

Opțiunea pentru uniformitate sau diversitate este o problemă cu o mare încărcătură subiectivă, în funcție de interes, de gust sau de modă. În general se constată o tendință mai mare pentru diversitate, decât pentru uniformitate. Există sentimentul că uniformitatea generează senzația de monotonie, de disconfort psihic, chiar de tristețe. Contrar, diversitatea induce optimism, confort psihic și fizic și dinamism. Starea de bine generată de diversitate este rezultatul jocului armonios al elementelor ce concură la frumusețea și utilitatea unui „produs” , plăcerea și satisfacția ce se degajă atunci când omul folosește acel „produs” (o casă, un cartier, un obiect, un parc, o zonă de agrement, un peisaj natural etc).

Dincolo de starea emoțională, opțiunea pentru uniform sau divers poate avea și o bază rațională, în funcție de interesele puse în joc (economice, estetice, comerciale etc), care nu întotdeauna se suprapun, total sau parțial, cu stările emoționale. Cu toate acestea, din ceea ce se observă în jurul nostru, se poate constata că în general, la alegerea unui

„produs” există o preferință mai mare pentru diversitate, decât pentru uniformitate. Probabil că jocul armonios de forme, de volume, de culori și de utilizări, trezește un interes și o plăcere mai mare pentru alegerea formelor diverse decât pentru cele uniforme. Cu toate acestea, nici o exagerare nu este benefică, chiar și în acest caz. Armonia și echilibrul între toate elementele ce caracterizează valorile unui „produs” natural sau artificial sunt decisive, în calitatea „produsului finit” . Ponderea elementelor de diversitate și a celor de uniformitate poate fi diferită, în funcție de specificul individual a elementelor care concură la calitatea de ansamblu al „produsului”, precum și de opțiunea celui care-l creează sau îl apreciază.

8.2.1. Care sunt persoanele interesate?

Starea diversă sau uniformă a „produselor” naturale sau artificiale preocupă și interesează marele public care, fie interesat sau nu, prin natura și formatul lor, le întâlnește la tot pasul, făcând aprecieri generale asupra valorilor. Însă interesează și unele categorii de oameni avizați din domeniul culturii, precum pictori, poeți sau scriitori, cercetători din diferite zone ale științei (ecologie, biologie, genetică, botanică, arhitectură etc). Și unii și alții, în funcție de interes, de pregătire, de vocație sau de pasiune, abordează în lucrările lor subiective specifice, fie din domeniul culturii, fie din cel al științei. Măsura în care se regăsesc diversitatea și uniformitatea în „produsele” elaborate, atât în domeniul culturii, cât și în cel al științei, nu poate fi cuantificată statistic, elementele fiind percepute cu prioritate de populație pe plan emoțional, prin sentimente de plăcere, de admirație, de satisfacție, de confort psihic și fizic, care le pot genera.

8.2.2. Genetică și agricultură

Starea de uniformitate sau de diversitate au o relevanță deosebită în biologie. Numai dacă ne-am referi la cel mai important fenomen biologic al naturii, evoluția, constatăm că ea nu poate avea loc în afara

diversității, iar diversitatea nu poate exista în afara evoluției. Lumea evoluează neîntrerupt, pentru că este diversă din punct de vedere biologic. Biodiversitatea reprezintă „materia primă” din care se construiește evoluția. Legătura între biodiversitate și evoluție este atât de strânsă, încât dependența lor este totală. Evoluția nu reprezintă altceva decât o modificare a constelației genelor, respectiv a structurii genetice a populației, îndreptată spre progres.

Pentru menținerea stării de diversitate, esențiale sunt „variațiile ereditare”, care, odată apărute într-o populație, nu se pierd prin încrucișări, ci se păstrează în fondul genetic al acesteia. Asupra variațiilor ereditare acționează selecția naturală, în vederea construirii de noi forme biologice.

Un anumit grad de variabilitate genetică contribuie la adaptarea populației la schimbările climatice, precum și la extinderea lor în noi teritorii.

Deși diversitatea este hotărâtoare în procesul evoluției, există în procesul evolutiv și perioade de uniformitate. Pentru realizarea acestora, acționează alternativ factorii naturali ai evoluției, precum mutația, recombinarea genetică și migrația, care produc variații ereditare (diversitate) și selecția naturală și driftul genetic care sortează variațiile ereditare optime, pentru realizarea unui nou progres evolutiv (uniformitatea). Din acest joc neîntrerupt al factorilor naturali ai evoluției, dintre care unii diversifică materia vie, iar alții o uniformizează, se realizează cel mai interesant și fascinant fenomen al vieții, evoluția. Dar, în acest caz, uniformitatea nu trebuie înțeleasă prin sărăcirea bazei genetice a populației, întrucât așa ceva nu are loc, ci prin armonia și echilibrul ce se realizează între genele care alcătuiesc constelația de gene a populației, ca urmare a eliminării, prin acțiunea selecției naturale și a driftului genetic, a variațiilor ereditare nefavorabile (dăunătoare) procesului evolutiv. Selecția și driftul vor

reține în populație numai acea diversitate genetică, care să o facă aptă de supraviețuire, în condițiile unei depline cooperări între gene, a unei armonii a diversității, îndreptată în același scop comun: evoluția.

Prin acțiunea factorilor naturali ai evoluției, organismele vii de pe Terra conțin structuri genetice complexe, care le asigură supraviețuirea, cu toate că, în timpul evoluției, apar și perioade dificile, generate de acțiunea factorilor naturali nefavorabili.

8.2.3.Unde poate duce uniformitatea

Când baza genetică a unei populații devine săracă în variații ereditare (uniformă), posibilitățile populației de a lupta cu factorii naturali distructivi sau cu atacul bolilor și dăunătorilor sunt foarte reduse. Uniformitatea genetică determină vulnerabilitate genetică la diferiți factori naturali. Efectele uniformității genetice pot fi clasificate în două mari grupe. Prima și cea mai importantă grupă cuprinde efectele atacului bolilor și dăunătorilor care, pe fondul unei vigori mai slabe a populației uniforme, fac plantele să sufere până la compromiterea lor totală. Cea de a doua grupă de vulnerabilitate, provocată de uniformitatea genetică, constă în sensibilizarea organismelor la condițiile de stres ale mediului. Efectele sensibilității organismelor la atacul bolilor și dăunătorilor, ca urmare a uniformității sau îngustării bazei genetice, au fost constatate în numeroase cazuri. Astfel în SUA, în anul 1970, s-a semnalat un atac puternic de helmintosporioză (*Helminthosporium maydis*) a porumbului cu citoplasmă sterilă masculină de tip Texas, care reprezintă 80% din totalul suprafeței cultivate cu porumb în SUA. Din cauza uniformității a tipului de citoplasmă conținut în plantele respective, atacul a dus la o pierdere foarte mare a producției de porumb, de 15% pe întreg cuprinsul Statelor Unite. Tot în SUA, din totalul suprafeței de ovăz, 80% a fost cultivată cu soiuri provenind din aceeași sursă de germoplasmă a soiului Victoria, al cărui genotip combină gena PC2 pentru rezistență la rugina

caronariană a ovăzului, cu gena strâns înlănțuită a sensibilității la helmitosporioză (*Helminthosporium victoriae*), boală care produce foarte mari piereri de recoltă.

Și în țara noastră, s-au petrecut astfel de situații. Este cazul soiului de orz de toamnă Miraj, care s-a dovedit foarte productiv, motiv pentru care s-a extins pe mari suprafețe. După introducerea sa în cultură în anul 1974, soiul Miraj a fost introdus în cultură în așa măsură, încât a ajuns să ocupe aproape în întregime toate zonele ecologice din țară, înlocuind din cultură soiurile folosite până atunci: Cenad 345, Cenad 396, Cluj 230, Intensiv 1 și Intensiv 2. Aceste soiuri erau și ele atacate de helmintosporioză (*Helminthosporium teres*), dar în mică măsură, practic fără pierderi semnificative. Din cauza uniformității genetice a suprafețelor cu orz, în anul 1980, când a fost un puternic atac a helmintosporiozei, soiul Miraj a avut pierderi mari, de 60%, iar pe unele suprafețe chiar mai mult.

8.2.4. Alte cazuri relevante

În anul 1846, în Irlanda, ca urmare a cultivării unor soiuri de cartof uniforme, a izbucnit o epidemie de mană care a distrus aproape în întregime această cultură, hotărâtoare în acea vreme în asigurarea hranei în Irlanda. În această situație, o mare parte din populația țării a murit efectiv de foame, iar o parte a emigrat în SUA.

Uniformizarea sau îngustarea genetică a plantelor predispune organismele la suferință, provocată de condițiile de stres ale factorilor naturali nefavorabili. Astfel, în Canada, în urma cercetărilor efectuate la porumb, s-a constatat că potențialul fotosintetic pe unitatea de suprafață a frunzei și proporția de materie uscată alocată bobului nu pot contribui la formarea producției în condițiile stresului de mediu. Cercetările au arătat că influența condițiilor de stres ale mediului este atât de puternică, încât, în prezența lor, producția de porumb a fost de

trei ori mai mică, decât atunci când porumbul a fost cultivat în condiții lipsite de stres, prin climatizare controlată.

Soiul de grâu Bezostaia, datorită performanțelor sale, s-a extins exagerat în cultură, ocupând suprafețe improprii pentru cultivarea sa, ajungându-se ca, în anul 1972, să ajungă la 15 milioane de hectare. Iarna anului 1972, în unele zone unde a fost cultivat, a fost foarte geroasă, peste posibilitățile fiziologice de rezistență la ger a acestui soi, ceea ce a determinat moartea plantelor prin îngheț, pe numeroase suprafețe.

Extinderea în cultură, în perioada 1960-1970 a soiului Bezostaia pe 90% din suprafața ocupată cu grâu, și a soiurilor Aurora și Kaukaz, în anul 1973, pe 45%, a condus la pierderi însemnate de producție, ca urmare a răspândirii unor agenți patogeni cu virulență ridicată, ca rugina brună și făinarea, cauza fiind uniformizarea reacției la variația condițiilor de mediu. Pe baza acestor constatări, în anii următori, au fost luate măsuri pentru contracararea acestor efecte negative, prin diversificarea sortimentului de soiuri de grâu folosite în cultură. Pentru condițiile din țara noastră, se recomandă cultivarea a 15-20 soiuri de grâu și 5-10 soiuri de orz. Acest aspect este valabil pentru toate plantele de cultură.

8.2.5. Drama britanică

Extinderea rapidă în cultură a unui soi sau hibrid foarte productiv este îmbrățișată de cultivatori cu multă încredere și entuziasm, în dorința, de altfel justificată, de a obține rezultate, cât mai favorabile. În acest entuziasm general, de multe ori, situația este scăpată de sub control, încât extinderea nu poate fi oprită, cu toate explicațiile oferite de specialiști. Astfel, în Marea Britanie, condițiile ecologice sunt variate, fiind necesară cultivarea mai multor soiuri din aceași specie, dar diferite din punct de vedere genetic, pentru a acoperi diversitatea de condiții climatice și pedologice. Aici, la un moment dat, se cultivau numai patru soiuri de grâu și cinci soiuri de orz și orzoaică. Această

situație a provocat atacul de rugină galbenă la grâu și de făinare la orz. Pentru a stavili atacul acestor boli, ulterior, s-au luat măsuri ca fiecare fermă să cultive cel puțin trei soiuri diferite cu rezistență la boli.

O situație asemănătoare s-a întâmplat la cultura de secară, unde la un moment dat se cultivau numai soiuri creiate din aceeași sursă de germoplasmă din secara tip Petkus. Și în acest caz au fost necesare măsuri de diversificare a bazei genetice de creare a noi soiuri, cu rezistență la boli, dar și la cădere. Au fost creiate soiurile Dankovskie zlote, Dankovskie nove și Paterne în Polonia, Prima, Dragomirna și Carpați în România, Odeskaia în Rusia, etc. Se poate trage concluzia că diversitatea genetică poate determina reducerea fluctuațiilor de recoltă, cauzată de atacul bolilor și dăunătorilor, asigurând o mai bună protecție împotriva adversităților de mediu și, în consecință, o mai bună stabilitate a producției (Revista AMSEM, nr. 6, decembrie 2011).

8.3. Biotehnologia și dimensiunea umană

Indiferent de nivelul tehnologiilor – scăzut, mediu sau înalt – ele reprezintă un atribut exclusiv al creativităţii omului care, din nevoia asigurării hranei, îmbrăcămintei, adăpostului și altor bunuri și servicii, a fost și este obligat să conceapă și să aplice diferite forme de tehnologii.

De la început dorim să facem deosebirea între tehnologie și biotehnologie, prin care, în mod convenţional, înţelegem, în primul caz, tehnicile concepute și aplicate pentru realizarea produselor care nu au viaţă, iar pentru al doilea caz, tehnicile folosite pentru „construcţia" produselor vii. Facem această precizare pentru a arăta că una este să construiești o casă și alta este să „construiești" un cultivar (soi sau hibrid). Deosebirea constă în forma tehnicilor folosite, care trebuie să răspundă conţinutului și obiectivului urmărit, dat fiind că, în construcţia unei case, având de-a face cu materiale fără viaţă (cărămizi, material

lemnos, ciment etc.), tehnologiile ce se cer a fi aplicate pot fi precis stabilite încă din faza de proiectare.

Cu totul altfel se pun problemele atunci când „construim” un cultivar (soi, hibrid sau sintetic), întrucât în acest caz materialele de construcţie au viaţă, fiind reprezentate de structuri genetice (ADN, gene, cromozomi sau alte structuri genetice), structuri care, în evoluţia lor, se mișcă, se schimbă, se transformă, producând diferite forme noi de expresivităţi genetice în fenotip.

Un exemplu recent de „mișcare” a genelor l-a demonstrat descoperirea făcută de Barbara McClinton care, după o muncă de peste 40 ani, a dovedit existenţa procesului de trecere a genelor de pe un cromozom pe alt cromozom și consecinţele acestor mișcări de gene, descoperire ce a fost răsplătită cu premiul Nobel.

În concluzie, având în vedere natura vie a materialului de lucru, alegerea biotehnologiilor trebuie să răspundă acestei situaţii date, operaţiune ce nu poate fi făcută decât de amelioratorii care sunt dotaţi cu cunoștinţele necesare și cu arta de a găsi soluţiile tehnice potrivite în procesul de ameliorare.

8.3.1. Arta amelioratorului

În toate etapele istorice de dezvoltare, pentru ca omul să le poată parcurge, a trebuit ca în permanenţă să caute și să aplice soluţii pentru a-și asigura condiţiile necesare supravieţuirii. Şi soluţiile tehnologice și cele biotehnologice, deși începuturile lor se pierd undeva în adâncul îndepărtat al istoriei, nu reprezintă altceva decât diferite forme de tehnologii, primitive la început, ca să se ajungă în prezent la o dezvoltare nemaiîntâlnită în societate, la tehnologiile de nivel înalt (high tech).

Mă voi referi, în cele ce urmează la biotehnologiile aplicate în ameliorarea porumbului, domeniu în care am lucrat timp de 41 de ani neîntrerupt, la Staţiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Suceava,

suficient timp să pot judeca, analiza și forma anumite convingeri, referitoare la o dezbatere interesantă printre amelioratorii de plante.

În principiu, ameliorarea reprezintă o ştiinţă sau o artă, înţelegând în acest context arta, acea capacitate proprie a amelioratorului, acel talent și acel spirit de observaţie ascuţit, personalizat, de a sesiza cu ușurinţă, în mod profesionist, fenomene biologice și exprimări genetice, particulare, susceptibile de a fi relevante în procesul de ameliorare. Arta amelioratorului, asociată pregătirii sale profesionale în domeniu, poate oferi mai multe șanse în procesul de ameliorare, pentru obţinerea rezultatelor dorite.

8.3.2. Aplicarea ştiinţelor, o necesitate

Este de necontestat faptul că în epoca modernă a ştiinţelor exacte, a progreselor făcute în toate domeniile de activitate, aplicarea ştiinţelor exacte a devenit o necesitate imperioasă. În prezent, calculele matematice se aplică nu numai în zborurile cosmice, ci și în numeroase alte domenii, chiar și în literatură. Numai că, așa cum arătam mai sus, în lumea vieţuitoarelor, spre deosebire de cea a nevieţuitoarelor, lucrurile sunt mult mai complexe și mai complicate, întrucât avem de-a face cu o altfel de structură a materiei cu care se lucrează. În cazul plantelor, ca și în cazul celorlalte organisme vii, complexitatea funcţionării genelor, a acţiunii și interacţiunii lor, în relaţie cu factorii externi, creează serioase dificultăţi, iar numai prin calcule matematice poate fi surprinsă întreaga formă de exprimare a factorilor genetici.

Probabil, în orice activitate umană, există o limită în aplicarea formulelor matematice, motiv pentru care în procesul de ameliorare trebuie avute în vedere observaţiile și puterea de sesizare a amelioratorului care, prin arta sa personalizată, de a face ameliorare, poate sesiza nu numai comportamentul normal, așteptat al dezvoltării plantei, ci și unele subtilităţi care nu au putut fi surprinse prin alte

metode, de exemplu, unele exprimări de natură fiziologică, biochimică sau patologică.

8.3.3.Totalitatea factorilor, decisivă

În consecinţă, după părerea noastră, pe baza acestor considerente, apreciem ca imprudentă afirmaţia că biotehnologiile de ameliorare a plantelor și a organismelor vii, în general, reprezintă exclusiv numai o știinţă sau numai o artă. Modul de manifestare a unor gene, a unor interacţiuni și conexiuni ale acestora, a unor procese celulare și moleculare de mare fineţe, în relaţie cu factorii externi, greu de surprins în totalitatea lor prin formule matematice, obligă amelioratorul să apeleze la evaluarea materialului în procesul de ameliorare, pe lângă rezultatele obţinute prin calcule matematice și rezultatele obţinute prin observaţiile și constatările sale.

Toate acestea, conjugate, pot asigura o acoperire mai completă în evaluarea materialului în procesul de ameliorare. Absolutizarea uneia sau alteia dintre ele nu credem că este productivă, în încercarea de a efectua o ameliorare de înaltă valoare. Ponderea lor de participare în procesul de ameliorare este diferit, în funcţie de determinismul genetic al exprimărilor, de felul și valoarea structurilor genetice la care se lucrează.

În orice caz, implicarea formulelor matematice, prin exactitatea datelor oferite, trebuie să ocupe un loc important, cu toate că, așa cum subliniam mai sus, oricâtă valoare ar avea formulele matematice în procesul de ameliorare a plantelor și oricât de performante ar fi ele, nu pot evita limitele, după cum nu se pot evita în orice activitate umană.

8.3.4.Calculele matematice, insuficiente

Am constatat că aplicarea excesivă a formulelor de calcul în lucrările de ameliorare nu poate fi considerată soluţia supremă, pentru cunoașterea obiectivă a exprimărilor genetice, fiziologice, biochimice sau patologice. Este foarte greu, dacă nu imposibil, de a fi surprinse în

totalitatea lor, prin calcule matematice, fiind necesare, pe parcursul procesului de ameliorare, de notările și observaţiile amelioratorului.

Acesta, cu „simţurile" sale educate și instruite, folosindu-se de cunoștinţele și de talentul său, poate sesiza anumite trăsături particulare, care să demaște o formă de exprimare a unor însușiri genetice, fiziologice sau patologice, cu relevanţă în lucrările de ameliorare. Însuși faptul că nu suntem roboţi, ci suntem oameni, impune ca biotehnologiile de ameliorare a plantelor să nu-și piardă dimensiunea umană (Revista AMSEM, nr. 4, mai 2013)

8.4. Cultura de celule și de țesuturi vegetale „*in vitro*", unealtă de bază a biotehnologiei moderne

Datorită importanţei teoretice și practice a culturii de celule și/sau de ţesuturi, în ultimii 25-30 de ani, s-au făcut progrese semnificative în stabilirea condiţiilor și metodelor de lucru, pentru realizarea lor.

În primul rând, s-au stabilit metodele de regenerare a plantelor întregi, plecând de la celule, care în prealabil pot fi transformate, pentru a conţine protoplaști modificaţi genetic.

În al doilea rând, au fost stabilite metodele producerii unor fitoproduse, precum untul de cacao, piretherinele și altele. În al treilea rând, prin multiplicare clonală „in vitro", se asigură înmulţirea acelor culturi care nu se pot reproduce sau se reproduc cu dificultate pe cale sexuată (prin seminţe).

8.4.1. Avantajele culturilor „in vitro"

Clonarea celulară, respectiv a ţesuturilor, realizată prin metode biotehnologice moderne „in vitro", a căpătat în ultima vreme o mare extindere, datorită avantajelor științifice și economice ce pot fi obţinute. Astfel, prin multiplicarea clonală a orhideelor, s-a reușit depășirea greutăţilor generate de înmulţirea sexuată, întrucât orhideele, pe lângă faptul că produc puţine seminţe, au și dezavantajul unor valori

germinative scăzute și heterogene din punct de vedere genetic. Toate aceste dezavantaje constituie factori limitativi în înmulţirea lor sexuată.

Multiplicarea clonală vegetativă, pe bază de explante de meristeme de orhidee, pe medii de cultură „in vitro", proliferează și generează plante întregi, asigurând o multiplicare a acestora de 5 până la 10 ori în fiecare lună. Dintr-un explant de 0,5-1,0 mm, prin clonare, se pot obţine câteva milioane de plante identice de orhidee, garoafe, crizanteme, gerbera, frezia, căpșuni etc.

Un avantaj evident al biotehnologiei „in vitro" constă în viteza cu care se realizează multiplicarea, atât din interes comercial, dar și ştiinţific. Spre exemplu, din 24 de garoafe, stocate timp de 24 de săptămâni la +4°C, în regim de 24 ore din 24 ore de lumină, cu o intensitate luminoasă de 500 lx, în 24 de săptămâni se pot obţine 137.750 de plante întregi, pe deplin funcţionale.

Capacitatea celulelor individuale de a regenera plante întregi (totipotenţă) asigură biotehnologiei moderne posibilitatea de a evita întâmplarea în procesul selecţiei, plus variantele existente în variaţia somaclonală a culturilor de protoplaști și/sau a culturilor de antere.

8.4.2. Comportarea plantelor în procesul clonării

Plantele reacţionează diferit în procesul clonării „in vitro", unele dovedind abilităţi evidente, altele dificultăţi majore.

Deși porumbul se reproduce în mod natural sexuat (prin seminţe), cercetările efectuate au dovedit că poate fi reprodus și pe cale vegetativă, dar cu greutăţi deosebite. Astfel, aplicând metoda clonării „in vitro" a ţesuturilor, s-a reușit clonarea unei plante întregi de porumb, capabilă să producă și să se reproducă normal. S-a desprins cu această ocazie ideea că reușita operaţiei de clonare depinde de genotipul utilizat, de alegerea ţesutului, de stadiul de dezvoltare a culturii și de mediul de creștere utilizat. S-a constat că liniile de porumb de origine temperată A188 și B73, precum și hibridul F1 obţinut din încrucișarea

lor, constituie o germoplasmă valoroasă în procesul de clonare. Favorabil a reacţionat și hibridul F1 rezultat din încrucișarea liniilor A188 x B84, îndeosebi în ceea ce privește regenerarea plantelor transgenice, plecând de la culturi de ţesuturi. Prin cultura „in vitro" s-a reușit regenerarea plantelor fertile, plecând de la glumele tinerelor flori ale liniei de porumb CM111 încrucișată cu Teosinte.

Analiza citologică efectuată a evidenţiat existenţa unei gene majore pe braţul lung al cromozomului 9 a liniei A188, care s-a dovedit a fi responsabilă de inițierea de calus embriogen și de regenerare de plante fertile. Cercetările efectuate pe formele de porumb din rasa Catelo arată o frecvenţă ridicată de regenerare, superioară celei din rasa Tuxpeño.

8.4.3. În folosul conservării biodiversității

Posibilitatea regenerării plantelor întregi plecând de la o celulă, folosind clonarea celulară și/sau moleculară, constituie o oportunitate deosebită pentru conservarea biodiversităţii; alături de alte mijloace de conservare, sporesc șansele protejării și păstrării biodiversităţii, evitând sau atenuând procesul de eroziune a acesteia.

8.4.4. Tehnicile folosite.

Se bazează pe regenerarea și dezvoltarea plantelor întregi, plecând de la o celulă, având în vedere că fiecare conţine toată informaţia genetică a genotipului din care provine. Dacă celulele sau ţesuturile prelevate sunt sănătoase, libere de boli, în special de viroze, prin multiplicare (clonare) „in vitro" se va obţine un număr de copii identice cu celulele de la care s-a plecat, libere de boli.

Utilizarea culturii de celule sau de ţesuturi prezintă, pe lângă altele, și avantajul înmulţirii unor specii de plante care produc cu dificultate sau nu produc seminţe, deci nu se reproduc pe cale sexuată. De asemenea, există specii, cum sunt leguminoasele, chiar dacă înmulţirea lor sexuată constituie calea normală de reproducere,

germinarea seminţelor uneori este îngreunată de așa-zisul fenomen „boabe tari”. Şi în acest caz regenerarea și clonarea celulelor și ţesuturilor constituie o rezolvare în procesul lor de înmulţire.

Însă dificultate în conservare prezintă și plantele care se reproduc, în principal, prin înmulţire vegetativă, așa cum sunt cartoful, maniocul, bananul, topinamburul, cacao și alte specii. Conservarea celulelor sau/și a ţesuturilor constituie soluţia de bază în procesul conservării acestor specii.

Avantaje economice. Pe lângă avantajele tehnice ce le oferă cultura de celule sau/și de ţesuturi în conservarea biodiversităţii, există și un alt avantaj, deloc neglijabil, care constă în economisirea unor importante suprafeţe de teren, ce ar trebui destinate în acest scop înmulţirii speciilor care se conservă prin seminţe, deci pe cale sexuată. Pentru conservarea culturilor de celule sau de ţesuturi în condiţii „in vitro”, sunt necesare spaţii foarte restrânse, în celule aclimatizate pentru depozitarea eprubetelor cu „produsele” de conservare. Astfel, pentru plantarea anuală a 6.000 de clone de cartof, sunt necesare 4 ha de teren, în timp ce conservarea „in vitro” a aceluiași volum de material, conservat sub formă de culturi de ţesuturi, necesită numai 4-5 mp în celulele de conservare climatizate. Un alt exemplu: 3.700 clone de manioc conservate la CIAT (Centrul Internaţional de Agricultură Tropicală), în condiţii de câmp necesită 8 ha; același volum de material conservat sub formă de culturi de ţesuturi necesită numai 42 de mp în celulele de conservare climatizate.

8.4.5. Conservare genetică la Suceava

Întrucât marea majoritate a plantelor se înmulţesc pe cale sexuată, băncile de gene conservă resursele genetice sub formă de seminţe. Această situaţie este valabilă și în cazul Băncii de Gene Suceava, care conservă în condiţii de temperatură și umiditate controlate peste 14.000

probe de seminţe provenind de la principalele plante sălbatice şi de cultură din România și din alte ţări.

Există și în cadrul speciilor cu înmulţire prin seminţe plante care, supuse unor temperaturi standard scăzute de conservare (-20°C), își pierd viabilitatea. Este cazul speciilor ale căror seminţe nu au traversat perioada de latenţă, din care cauză ele nu pot suporta temperaturile scăzute, pierzând viabilitatea. De asemenea, unele materiale de ameliorare, crescute „in vitro", prin androgeneză, ginogeneză, culturi de protoplaști, de celule, de meristeme sau materiale rezultate din procesul de micropropagare ori prin manipulările genetice, la care se adaugă speciile care în mod natural nu se reproduc prin seminţe, ci prin reproducţie vegetativă, nu pot fi conservate decât în condiţii sterile „in vitro", folosind pentru aceasta microstructuri vegetative și unele medii de păstrare. În această idee, trebuie să facem sublinierea că, în prezent, datorită cercetărilor efectuate, s-a găsit că metodele clonării prin culturi de ţesuturi și celule vegetale pot fi aplicate la un număr tot mai mare de plante, în diferite scopuri, indiferent de sistemul de reproducere vegetativ sau sexuat.

Foto 8.1. Cameră de conservare a culturilor de țesuturi la BRGV Suceava

Din categoria plantelor cu înmulţire predominant vegetativă, cu importanţă deosebită în alimentaţie, de a căror conservare genetică se ocupă compartimentul de conservare „in vitro” al Băncii de Gene Suceava, condus de dr. biolog Dana Constantinovici, este cartoful. Au fost colectate din Bucovina, precum și din alte zone ale ţării, peste 90 de populaţii de *Solanum tuberosum*, cu însușiri speciale, care trebuie conservate, precum calitate deosebită, toleranţă la unele boli, rezistenţă la condiţiile de stres ale mediului etc. Culturile sunt crescute în eprubete speciale sau în flacoane cu posibilităţi de închidere reglabile. În momentul inoculării, se folosește un volum echilibrat de substanţe nutritive, pentru a evita carenţele de orice tip, precum și stresul osmotic suplimentar.

Foto 8.2. Plantule de cartof dezvoltate in vitro după 36 - 40 de luni

În principiu, conservarea genetică „in vitro” are la bază prelungirea intervalului dintre repicaje, care se realizează fie prin aplicarea unor inhibitori de creștere, fie prin realizarea unei atmosfere controlate, ambele metode având același scop: încetinirea creșterii inoculilor, reducând-o la un minim biologic acceptabil, la așa zisa

„creștere minimală” sau „creștere latentă”. Creșterea minimală este metoda cea mai frecvent utilizată în conservarea culturilor de lăstari și de plantule și mai puţin pentru cultura de calus.

În funcţie de factorii de mediu, lumină și temperatură, se stabilesc culturile și timpul de conservare. Aplicându-se metoda de conservare prin temperaturi joase, cuprinse între 1°C și 4°C și a unor intensităţi de lumină adecvate, pot fi conservate timp de 1-2 ani culturile de calus și de lăstari.

Metodele prezentate rezolvă parţial conservarea prin temporizarea creșterii carmofitoinoculilor și nu prin oprirea creșterii lor. Din această cauză, cercetătorii caută în prezent soluţii de conservare a culturilor de celule, de ţesuturi, de butași și de calus, pe cât posibil asemănătoare ca durată și eficienţă metodei de conservare a seminţelor pe termen lung.

În acest sens, s-a studiat conservarea acestor structuri biologice în condiţiile temperaturii azotului lichid de -196°C, în care situaţie toate procesele fiziologice sunt inhibate, iar orice formă lichidă dispare, singura reacţie posibilă fiind formarea de radicali liberi sau rupturi în lanţul macromolecular. Conservarea la temperaturi foarte scăzute (crioconservarea) nu a putut fi adoptată deocamdată ca o metodă general valabilă de conservare genetică, indiferent de forma materialului supus păstrării.

8.4.6. Schimb de gene prin culturi de celule/țesuturi

Datorită descoperirii culturilor de celule și de ţesuturi „in vitro”, s-a născut posibilitatea schimbului naţional și internaţional de gene, ușurându-se astfel comunicarea și schimbul de materiale genetice, atât în interiorul ţărilor, dar și între ţări.

În această acţiune, pentru a evita transmiterea, odată cu materialul genetic, și a unor boli, se acordă o atenţie cu totul specială măsurilor de control. Conform standardelor internaţionale, există reguli precise ce

trebuie respectate. Pentru a avea siguranţa că materialul ce urmează a face obiectul schimbului de gene este liber de viroze, trebuie executate teste serologice standardizate de forurile de specialitate internaţionale în domeniu. Pentru aceasta, toate ţările participante la schimbul internaţional de gene trebuie să fie dotate cu aparatură specială, prin care se asigură condiţiile sterile în timpul transportului materialului genetic. În acest demers, se speră că anticorpii monoclonali vor juca un rol important în detectarea agenţilor patogeni. Trebuie remarcată activitatea CIAT care, după 1990, a expediat în ţările Americii Latine și în Asia de Sud-Est, 50 de varietăţi de manioc, libere de boli, sub forma culturilor de celule (Revista AMSEM, nr. 6, iulie 2013).

8.5. Biotehnologia modernă, vis sau coșmar

Biotehnologia modernă reprezintă unul dintre cele mai spectaculoase progrese ale științei biologice ale secolului al XX-lea, devenind o forţă creatoare de neimaginat în trecutul imediat, chiar și pentru cei mai eruditi oameni de știință din domeniu. Prin descoperirile făcute și prin ceea ce se prefigurează în viitor, biotehnologia devine o forţă economică puternică în domenii cheie ale dezvoltării, precum securitatea alimentară, sănătatea publică, protecţia mediului, ocrotirea biodiversităţii, inclusiv lupta împotriva schimbărilor climatice.

În cursul următoarelor secole, ea va permite găsirea soluţiilor practice în materie de asigurare a hranei a celor peste șapte miliarde de oameni ai Terrei din prezent, dar și în domeniile sănătăţii, energiei, tratării deșeurilor și de refacere a ecosistemelor degradate.

Cuvântul biotehnologie reprezintă o entitate lingvistică relativ recent folosită. În schimb, practica biotehnologiei dovedește că biotehnologiile constituie o îndeletnicire foarte veche a omului, de peste zeci de mii de ani, odată cu primele plante și animale domesticite și cu debutul sistemelor de agricultură. De șase mii de ani, egiptenii utilizează drojdia de bere la fabricarea pâinii. Toate aceste informaţii

din istoria și preistoria omenirii reprezintă procese incipiente de biotehnologii, care cu timpul au evoluat și s-au dezvoltat, devenind astăzi o forţă greu de anticipat în trecut. Astăzi cuvântul biotehnologie evocă o suită de imagini diferite, cel mai adesea situate la frontierele cunoașterii, din domenii importante ale economiei, agriculturii, mediului, medicinei, energiei, etc.

8.5.1. Ingineria genetică

Ingineria genetică – o ramură importantă a biotehnologiei moderne – reprezintă cel mai prosper și mai fertil domeniu al biotehnologiei neconvenţionale, contribuind prin aplicarea ei la cunoașterea și descifrarea multor „secrete" ale vieţii. Denumită de oamenii de știinţă „tehnologia ADN recombinant" și de mass-media „inginerie genetică", știința care, prin descoperirile senzaţionale obţinute și prin potenţialul ei creator, a făcut ca în minţile oamenilor să se nască întrebarea: va reuși oare ingineria genetică să producă viaţă în laborator?

Desigur, în acest moment, cu ceea ce se cunoaște în biotehnologie, se pare că este puţin posibilă, chiar imposibilă, o asemenea descoperire, dar oamenii sunt liberi să viseze. Realitatea este că realizările obţinute sunt atât de surprinzătoare, încât există aprecierea că depășesc însăși frontierele cunoașterii. Și, într-adevăr, cine își putea închipui, nu cu mult timp în urmă, că se va reuși să se „încrucișeze" regnul animal cu cel vegetal, operațiune ce s-a realizat între o plantă de morcov, și un animal, șoarece. Bineînțeles nu este vorba de o „încrucișare" clasică, pe cale sexuată, ci de acea „încrucișare" la care materialul care participă la procesul „încrucișării" este reprezentat de acele particule mici, submicroscopice (ADN, gene, cromozomi) care sunt transferate în mod direct sau prin intermediul vectorilor în genomul primitor. Este vorba de reușita fuzionării celulelor sau a secvenţelor de ADN de la șoarece cu cele de la morcov. Această reușită constituie

deocamdată doar o valoare în sine, fără importanţă economică, dar prin ea se dovedește o posibilitatea biologică, astfel încât celulele, respectiv secvenţe de ADN, atât de îndepărtate ca provenienţă, să se poată uni (fuziona).

8.5.2. Știință contradictorie

Cu toată capacitatea sa creatoare, ingineria genetică este o știinţă contradictorie. Apariţia ei a produs un puternic șoc în lumea oamenilor simpli, generând în toate categoriile profesionale și sociale senzaţia de uimire și de admiraţie și, mai ales, naşterea unor speranţe de mai bine pentru viitor. Însă, pe măsură ce substratul ei genetic a devenit tot mai bine cunoscut, oamenii au început să se îngrijoreze de potenţialul și de forţa ingineriei genetice, realizând că această știinţă reprezintă un domeniu cu o mare forţă creatoare, dar și cu o forţă imensă de distrugere. Din acest punct de vedere, ingineria genetică poate fi asemănată cu ingineria nucleară, întrucât și una, și alta, dovedesc un potenţial creator extraordinar cu influenţe benefice pentru omenire, dar și un potenţial, tot extraordinar, de distrugere a omenirii, ceea ce obligă la prudenţă maximă pentru a evita riscurile. Apariţia unor accidente impune testarea anticipată a riscurilor potenţiale. Elaborarea și aplicarea unor norme de protecţie, având caracter obligatoriu pentru toţi cei implicaţi în acest demers, este de maximă importanţă.

Riscurile la care facem subliniere constă în posibila scăpare în ambient a microorganismelor cu care se lucrează în laboratoare (viruși, bacterii, ciuperci), care odată scăpate din laborator, ar putea declanșa un adevărat dezastru biologic al omenirii.

Judecând avantajele și dezavantajele ingineriei genetice, oamenii de știinţă au ajuns la concluzia că avantajele ei depășesc dezavantajele, cu condiţia respectării cu stricteţe a normelor de securitate stabilite.

8.5.3. Avantajele ingineriei genetice

Dacă vorbim despre avantajele ingineriei genetice, putem constata existenţa unor rezultate remarcabile prin aplicarea lor. Ne vom referi numai la câteva exemple.

Pentru ameliorarea calităţii nutritive a plantelor, prin folosirea biotehnologiilor moderne, s-a reușit îmbunătăţirea calităţii substanţelor grase (acizi grași, lipide, uleiuri), prin transformarea rapiţei (Brassica rapa și B. napus) din producătoare de acizi grași necomestibili (erucic, linoleic), în producătoare de acizi grași comestibili (butiric, caprinic, palmitic, stearic, oleic), în care s-a intervenit asupra plasmidelor, utilizându-se gene antisens, gene cosupresoare, gene de supraexpresie și gene thiaesterază, preluate de la plantele cu o înaltă valoare oleică, precum floarea soarelui, soia sau ricin.

Tot în domeniul calităţii, remarcăm îmbunătăţirea valorii culinare a amidonului, prin intervenţii genetice asupra lanţului metabolic al hidraţilor de carbon. Amidonul reprezintă cel mai comun produs al fotosintezei, rezultând din polimerizarea glucozei sub acţiunea unei diversităţi de gluco-pyro-fosforilaze cu specificitate controlată de o diversitate de gene în relaţie cu genotipul plantei cultivate, cu organul de depozitare și cu condiţiile de mediu. Prin aplicarea unor tehnici speciale, s-a reușit modificarea radicală a cantităţii și structurii amidonului tuberculilor de cartof, îmbunătăţind în același timp calităţile culinare, de păstrare și industriale ale acestora.

Importante realizări se constată în îmbunătăţirea calităţii proteinelor boabelor de cereale prin ameliorarea structurii acestora în acizi aminici esenţiali, deficitari în alimentaţia cu cereale a animalelor monogastrice (lizina și triptofanul), și cu leguminoase furajere a rumegătoarelor (meteonina și cisteina).

Remarcabile s-au dovedit lucrările de inginerie genetică care au în vedere transferul genelor care codifică macromoleculele proteice

specifice unor substanţe farmaceutice active, cum sunt anticorpii, vaccinurile, hormonii, antibioticele, lipazele, colagenul, lactoferină, hemoglobină etc. Avantajele producerii acestor substanţe farmaceutice constau în eficienţa economică, în producerea lor, în stabilitatea lor la păstrare, simplificarea procesării și evitarea posibilităţilor de contaminare.

Ameliorarea aptitudinilor post recoltare a produselor vegetale ușor perisabile, precum fructele sau florile tăiate, a demonstrat că prin biotehnologii moderne, poate fi îmbunătăţită capacitatea de păstrare a fructelor și a degradării lor post recoltare, mai ales la culturile de tomate și la florile tăiate pentru buchete. Ameliorarea calităţii proteinelor a fost obţinută prin folosirea variabilităţii somaclonale, selectându-se pentru aceasta medii corespunzătoare, bogate în lizină sau analogii lizinei, reușindu-se izolarea unor mutante. În acest mod s-a realizat o linie de *Nicotiana sylvestris*, rezistentă la AEC (aminoetil-L-cisteină), un analog al lizinei, linie cunsocută sub denumirea de RAEC 1 cu un conţinut de 28 de ori mai mare în lizină.

La porumb, s-a reușit transformarea, obţinându-se porumbul transgenic, ale cărui boabe produc avadina, o proteină foarte valoroasă, care se comercializează.

În industria lemnului, conţinutul ridicat de lignină crează dificultăţi tehnice la fabricaţia celulozei și hârtiei. În vederea reducerii conţinutului de lignină, s-a folosit o genă antisens pentru genele care codifică enzimele implicate în calea metabolică de sinteză a ligninei, obţinându-se un nivel scăzut.

Însă transformările genetice, prin biotehnologiile moderne, depășesc uneori așeptările, ducând la transformări greu de anticipat. Astfel s-a reușit manipularea culorii florilor. În sinteza pigmenţilor de natură flavonoidă sunt implicate o serie de enzime precum CHS-chalcone synthase; DFR-hidra flavonal reductasa; CFI-chalcone

flavone isomerasa. Pentru a modifica culoarea florilor de *Petunia hybrida* s-a aplicat transgeneza și strategia antisens. Folosindu-se transgeneza genei As de la porumb, genă ce modifică enzima DFR a petuniei, s-au obţinut flori de petunie de culoare roșie-cărămizie, neîntâlnită în mod natural la petunia. Mai mult, prin aplicarea strategiei antisens, pentru gena ce codifică enzima CHS, s-au obţinut plante cu flori de culoare albă.

Prin transformare genetică s-a reușit ameliorarea calităţii parfumurilor și a substanţelor aromate, prin modificarea genetică a căilor metabolice a substanţelor eterice. Importante realizări, prin aplicarea biotehnologiilor moderne, s-au obţinut în domeniul rezistenţei plantelor la atacul bolilor și dăunătorilor, după cum urmează:

La atacul virușilor, prin transgeneza unui număr de gene ce codifică ARN antisens, s-a realizat rezistenţă la virușii tutunului TMV (Tobacco Mosaic Virus), la lucernă, împotriva virusului ALMV (Alfalfa Mosaic Virus), la cartof CaMV (Potato Virus X), la dovleac CMV (Cucumber Mosaic Virus) etc.

Pentru crearea de plante rezistente la infecţiile virale, este necesară integrarea în genomul plantei a unei gene specific virale, prin abordarea transgenezei, prin care să blocheze circulaţia virusului în plantă.

În general, rezistenţa este mai puternică când infecţia virotică este masivă.

La atacul bacteriilor. Proteinele cu proprietăţi bactericide aparţin de grupul proteinelor implicate în imunitatea umorală a insectelor, care sunt produse de insecte în urma injectării bacteriilor specifice plantelor pentru care dorim să obţinem rezistenţa. Dintre acestea menţionăm: cecrapinele, proteine imune produse de *Apis mellifera* și lysosimele și atacinele produse de pupele de *H. cercopia*. Aceste proteine se manifestă atât la bacteriile Gram pozitive, cât și la

cele Gram negative. Efectul lor toxic, folosit pentru combaterea bacteriilor, a fost demonstrat asupra bacteriilor *Clavibacter michiganense și Xanthomonas campestris,* precum și asupra speciilor din genurile *Ervinia și Pseudomonas.*

La atacul ciupercilor. Există numeroase posibilităţi de transfer prin inginerie genetică a unor gene care produc enzime fitoalexine, care degradează pereţii celulari ai patogenului; a unor gene care crează bariere anatomice împotriva pătrunderii patogenului prin lignificarea pereţilor celulari ai gazdei; a genelor de hipersensibilitate, care prin necrozarea celulelor gazdei blochează expansiunea patogenului. Ca exemple pot fi date plantele transgenice de tutun și *Brassica napus* cu rezistenţă la *Phytium și Rhyzoctonia,* plantele transgenice de cartof cu gene Sth2 cu rezistenţă *la Phytophtora infestans*, transgene obţinute de la insecte sau de la plante care produc chitină în pereţii celulari, producând rezistenţă anatomică.

Interesante descoperiri s-au realizat și în combaterea pe cale genetică a insectelor dăunătoare, precum și în ameliorarea rezistenţei plantelor la erbicide.

În cadrul descoperirilor făcute, prin aplicarea biotehnologiilor moderne, deși apreciate ca deosebit de valoroase și de îndrăzneţe, principiile pe baza cărora ele se sprijină oferă o bază teoretică solidă pentru noi descoperiri, cu importanţă practică deosebită în viitorul apropiat. S-ar putea, ca urmare a rapidităţii cu care se succed evenimentele ştiinţifice, ca ceea ce în prezent ni se pare senzaţional, „mâine” să facă parte din evenimentele trecutului. Iată de ce ingineria genetică este considerată astăzi, de cei mai importanţi biologi ai lumii, cea mai dinamică, prosperă și fertilă ramură a biotehnologiei (Revista AMSEM, nr. 6, decembrie 2012).

8.6. Producţia şi comerţul mondial cu produse obținute prin biotehnologii moderne – ingineria genetică

Biotehnologiile moderne care au la bază tehnicile ingineriei genetice, au apărut după anul 1900, odată cu îndreptarea atenţiei, în mai mare măsură a specialiştilor în genetică şi în ameliorarea plantelor, în potenţialul genelor de a fi manipulate în interesul omului.

Transferul genelor, pe cale directă – rapid şi specific – prin transgeneză, a constituit un eveniment biologic de primă mărime în cunoaşterea proceselor de manipulare a genelor, creindu-se condiţii pentru crearea şi experimentarea primelor produse genetice, obţinute prin transgeneză. După evaluarea acestora, s-a trecut la fabricarea lor pe scară industrială, obţinându-se cantităţi importante, în funcţie de cerinţele pieţii.

În acest context, în mod necesar, apare o nouă activitate – comerţul – prin care sunt puse la dispoziţia consumatorilor, produsele genetice nou create.

Producţia şi comerţul acestor produse au apărut ca o necesitate obiectivă a societăţii, constituind în acelaşi timp o problemă socială importantă, vis-à-vis de sănătatea fizică şi morală a populaţiei, în continuă creştere.

Pentru funcţionarea acestor activităţi au fost organizate unităţi specializate şi un marketing corespunzător.

Fiind o problemă nouă, literatura de specialitate, oferă puţine date şi informaţii privitoare la volumul produselor genetice existente, la valoarea lor de întrebuinţare şi valoarea în dolari a acestora.

În consecinţă, am încercat prin acest articol să aduc la cunoştinţă celor interesaţi câteva din produsele noi obţinute prin inginerie

genetică, subliniind evaluarea timpului necesar pentru implementarea lor.

*
* *

Potenţialul deosebit al biotehnologiilor moderne în dezvoltarea societăţii umane, a determinat numeroşi întreprinzători să investească sume mari de bani în biotehnologii cu speranţa unor profituri pe măsură. Investiţiile în biotehnologii, numai într-o perioadă de un deceniu, au totalizat trei miliarde de dolari.

Cu toate acestea evoluţia în dezvoltarea biotehnologiilor moderne, nu s-a derulat pe măsura aşteptărilor, îndeosebi din cauza obstacolelor tehnice, economice şi mai ales legislative. Există opinia unor specilişti că biotehnologiile se găsesc în primele etape ale dezvoltării lor comerciale iar impactul lor asupra economiei mondiale, deocamdată, nu se face simţit pe măsura prognozelor elaborate.

Totuşi chiar în aceste prime faze ale dezvoltării biotehnologiilor, volumul de produse biotehnologice este destul de mare, de aceia se cuvine evidențierea unei serii de vaccinuri, medicamente împotriva bolilor, produse alimentare, îmbunătăţirea nutritivă a alimentelor tradiţionale, producerea de enzime, etc.. Polimerii microbieni sunt utilizaţi într-un şir larg de produse industriale, dintre care amintim: în prelucrarea alimentelor, în industria textilă, precum şi într-o diversitate de produse chimice (cosmetice, vopsele, antigeluri şi altele).

Rămâneri în urmă în folosirea biotehnologiilor se constată în energie, în recuperarea mineralelor şi a petrolului, precum şi în controlul poluării şi a deşeurilor.

8.6.1. Piaţa produselor biotehnologice realizate prin ingineria gentică

Producţia comercială a produselor biotehnologice se găseşte concentrată în mâna câtorva ţări dezvoltate, existând tendinţa extinderii

şi în alte state dezvoltate sau în curs de dezvoltare. Impactul ingineriei genetice asupra pieţii este prezentat în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1.

Valoarea curentă a produselor biotehnologice la nivel mondial

Produsul	**Numărul de componente**	**Valoarea curentă de piaţă (mil. dolari)**	**Componente selectate pentru utilizare**	**Timpul necesar pentru implementare a produsului genetic (ani)**
Aminoacizi	9	1.703	Glutamat	5
			Triptofan	
Vitamine	6	667,7	Vitamina C	10
			Vitamina E	15
Enzime	11	212,7	Pepsin	5
Hormoni steroid	6	167,8	Cortizon	10
Hormoni peptide	9	268,7	Hormoni de creştere umani	5
Antigeni virali	9	-	Insulină	5
			Boli virotice	5
			Influenţa virusurilor	10
Peptide scurte	2	4,4	Aspartan	5
Amestec de proteine	2	300	Interferon	5
Antibiotice	4	4.240	Peniciline	10
			Eritromicină	10
Pesticide	2	10	Microbiene	5
			Aromatice	10
Metan	1	12.572	Metan	10
Aromatice	10	1.250,9	Aspirin	5
			Fenol	10

Valoarea curentă pe piaţă, diferă de la 4,4 milioane de dolari pentru peptide, la 12 milioane de dolari pentru metan.

Timpul necesar pentru realizarea unui produs pe baza ingineriei genetice şi pentru a-l face competitiv, variază de la 5 la 15 ani.

În ceea ce priveşte agricultura luată ca exemplu, sunt comunicate date statistice foarte puţine şi dispersate, impactul biotehnologiei asupra pieţii fiind evidenţiat la produsele modificate genetic (OMG), vizând seminţele cu o valoare cuprinsă progresiv de la 2 milioane de dolari la 20 milioane de dolari ca să ajungă la 436 milioane de dolari. Pentru fertilizatori, între 219 milionae de dolari şi 319 milioane de dolari, pentru produsele chimice de protecţie, între 134 milioane dolari şi 231 milioane de dolari. Datele statistice pentru produsele biotehnologice din agricultură sunt foarte sărace; totuşi pentru o informare în acest sens, am folosit ceea ce oferă literatura de specialitate la ora actuală: pentru produsele biotehnologice alimentare şi farmaceutice, valoarea în dolari a fost de 7.000 de milioane; pentru anticorpii monoclonali, 600 milioane de dolari; pentru produsele ADN, 360 milioane de dolari; pentru hormoni PPO, 200 milioane de dolari; pentru enzime, 750 milioane de dolari; pentru culturile de microbi, 200 milioane de doalri, etc.

Pe baza unui inventar făcut recent rezultă că pe plan mondial funcţionează în prezent 1036 de firme biotehnologice, din care 45% se găsesc în SUA; 29% în Anglia, Japonia, Germania şi Italia, deţinând câte 22 de firme fiecare; Franţa 20%, iar Olanda, Suedia şi Spania deţin câte 15 firme fiecare.

8.6.2. Câteva produse biotehnologice obţinute prin inginerie genetică, la care sunt cunoscute nivelurile cantitative realizate

Produsele alimentare pe baza animalelor ameliorate prin inginerie genetică a crescut într-un ritm anual în SUA de 28%. În acelaşi timp SUA înregistrează între 18,6% şi peste 20% din producţia mondială cu produse animaliere prin biotehnologie. Oceania a cunoscut cea mai rapidă creştere a porducţiei animaliere, cu o rată anuală de 10%. Alte regiuni care au crescut peste media mondială au fost: Africa cu

3,3%, America de Sud cu 7,7%, Asia 4,7%, iar ţările europene au scăzut de la 5,2% la 4,7%.

Volumul total de malţ a sporit de la 9,7% la 10 milioane de tone, cu o rată medie de 0,8%. Regiunile şi statele care au depăşit media mondială au fost Africa (10,1%), America de Sud (14,8%), Franţa (1,1%) şi Belgia (1%). Europa şi America de Nord au raportat cea mai mare producţie de malţ, din cea mondială.

Producţia mondială de acetonă a rămas constantă în jurul a 1,7 milioane de tone. America de Nord a realizat 56% din producţia mondială de acetonă. Alte regiuni: Europa a crescut de la 20,7% la 24,1%, America de Sud înregistrează cel mai mare ritm anual de creştere a producţiei de acetonă (8,8%).

Producţia mondială de butanol a crescut cu un ritm anual de 2,5%, Europa realizând cea mai mare parte a producţiei mondiale de acetonă, între 41,6% şi 46%.

Producţia mondială de etanol este dominată de Europa, cu valori cuprinse între 77,1% şi 82,2% din cantitatea mondială.

Deşi sunt cunoscute un număr mare de produse obţinute prin inginerie genetică, am evidenţiat aici numai câteva produse la care se cunosc cantitativ, nivelul producţiilor realizate, precum şi dinamica evoluţiei costurilor în dolari.

8.6.3. Comerţul cu produse realizate prin inginerie genetică

Producţia şi comerţul mondial cu produse biotehnologice, sunt puternic concentrate într-un număr restrâns de ţări din Europa, America de Nord şi Japonia.

Cu privire la importurile mondiale de antibiotice ele au fost dominate de Germania, Franţa, Italia şi Anglia, în timp ce exporturile acelorași produse au fost efectuate de Germania şi SUA.

În privinţa hormonilor steroizi, Japonia şi Anglia împreună au realizat 34% din importul mondial, în timp ce Germania şi Danemarca exportă împreună aproximativ 50%.

Cei doi mari importatori de vitamine au fost SUA cu 22% şi Franţa cu 11%. În postura de exportator, Germania a realizat cel mai mare volum de vitamine exportate, 29,6%.

Referitor la aminoacizii exportaţi, Germania ocupă primul loc atât la exportul, cât şi la importul mondial de aminoacizi, cu 24,7%, respectiv 29,4%.

La categoria enzimelor, SUA, Japonia, Germania, Franţa, Belgia şi Luxemburg, totalizează împreună circa 80% din importurile mondiale de enzime.

Importurile şi exporturile de fertilizatori nitrogenaţi au fost dominate de Franţa şi Olanda care au gestionat împreună aceste activităţi de comerţ, prima remarcându-se la import, şi cealaltă la export.

În domeniul pesticidelor și la produsele înrudite, SUA domină piaţa exporturilor (27,7%), în timp ce importurile au fost controlate de Franţa, SUA şi Germania.

În privinţa comerţului mondial cu produse biotehnologice s-au remarcat Franţa, Germania, Japonia, Anglia şi SUA, în timp ce ţările în curs de dezvoltare, între care şi România, aproape că nu contează în realizarea acestor activităţi (Revista AMSEM, nr. 4, aprilie 2016).

8.7. Simbioza între biodiversitate și biotehnologie

În ultima vreme, cu excepția fuziunii atomice sau nucleare, puține probleme științifice au avut un răsunet atât de puternic, cu implicații evidente, precum biotehnologiile. Și în prezent dezbaterile asupra biotehnologiilor sunt frecvente, în unele cazuri contradictorii, ceea ce explică interesul și importanța lor în societate.

Cu certitudine, biotehnologia reprezintă unul din cele mai spectaculoase progrese ale științei biologice ale secolului XX. Ea va deveni o forță economică importantă în următoarele secole și va permite descoperirea unor soluții practice problemelor mondiale în materie de sănătate, de alimentație, de energie, de tratarea deșeurilor și de regenerare industrială.

Biotehnologia este importantă și pentru faptul că ea constituie un factor de schimbare ecologică. Tehnologiile chimice și nucleare nu au reușit, așa cum s-a sperat, să rezolve problemele grave ale foamei și sărăciei în lume. Biotehnologia modernă va permite modificarea compoziției genetice a unor organisme, folosind manipularea genetică a unor plante, arbori, pești și alte viețuitoare, precum și toate culturile de fibre și produsele alimentare.

Dacă sensul noțiunii de biotehnologie, are o conotație relativ recentă, practica biotehnologică arată o activitate veche de zeci de mii de ani, marcată odată cu domesticirea primelor plante și animale și cu debutul sistemelor de agricultură. De șase mii de ani egiptenii utilizează drojdia de bere pentru fabricarea pâinii, iar simerienii cunoșteau modul de fabricare a berii. Aceste activități precum și strategiile de creștere a animalelor și cele de selecție a plantelor, din toată istoria și preistoria omenirii, sunt forme de biotehnologie, în faza de început a modului lor de exprimare.

Importanța și rolul pe care îl au în natură și societate, pe de o parte, precum și efectele conexiunilor puternice între biodiversitate și biotehnologie, pe de altă parte, determinate de interdependența între ele, generează un interes deosebit din partea omului, care niciodată nu a putut trăi, și cu atât mai mult în viitor, în afara lor.

În măsura în care biotehnologia utilizează capacitățile biodiversității (plante, animale și microorganisme), ea este și va fi întotdeauna tributară biodiversității. Amploarea biodiversității

biologice, reprezentată de toate organismele vii de pe Terra, asigură biotehnologiilor resursele necesare pentru realizarea de produse și servicii utile omului. Legătura inseparabilă între biodiversitate și biotehnologie este esențială pentru securitatea alimentară, reprezentând un obiectiv fundamental al dezvoltării durabile.

Raporturile simbiotice, foarte strânse între biodiversitate și biotehnologie sunt prezentate, cu multă claritate în Convenția asupra Diversității Biologice adoptată la Rio de Janeiro în 1992. S-a subliniat cu această ocazie importanța deosebită a Biodiversității, fiind apreciată ca fundamentul pe care se sprijină genetica, asigurând biotehnologia cu resursele biologice necesare progresului și dezvoltării. Mai mult, s-a subliniat că biotehnologia va asigura protecția mediului și a biodiversității, pentru supraviețuirea speciilor de plante și animale, ameliorarea solului și funcțiile ecosistemelor, precum și punerea în stare normală a terenurilor degradate.

Biotehnologia și Biodiversitatea, fiecare cu specificul ei, contribuie la transformarea organismelor vii, optimizându-le caracterele folositoare, în conformitate cu cerințele societății.

8.7.1. Agricultura tradițională și agricultura modernă – implicarea biotehnologiilor specifice pentru fiecare tip de agricultură

Practica îndelungată a producerii bunurilor și serviciilor efectuată la început în mod empiric și transmisă în timp, din generație în generație, a devenit la un moment dat, în evoluția societății umane tradiție, motiv pentru care această etapă poate fi denumită convențional „perioada tradițională a biotehnologiilor". Denumirea de tradițional are în vedere obiceiurile și practicile transmise din tată în fiu și care au devenit la un moment dat tradiționale.

Ca să se poată constitui în tradiție, a fost necesar ca practicarea serviciilor și produselor să fie utilizate în perioade foarte mari de timp

și să fie transmise, din generație în generație într-o formă cât mai puțin alterată.

Utilizarea microorganismelor este cunoscută și practicată din cele mai vechi timpuri. Cu ajutorul microorganismelor omul și-a preparat pâinea, a obținut vinul, berea, oțetul și brânzeturile, a „topit" inul și cânepa; toate acestea începute în mod empiric și continuate în mod tradițional.

Cu toate acestea, prin valoarea, importanța și conținutul lor, prin încărcătura morală și emoțională, ele venind din trecut de la părinți și strămoși, bine înrădăcinate în mintea și sufletul oamenilor, biotehnologiile tradiționale au o semnificație specială, dincolo de valoarea în sine a lor, motiv pentru care unele biotehnologii sunt păstrate și practicate și în prezent, în epoca modernă, existând tendința evidentă de extindere a interesului și preocupărilor asupra biotehnologiilor tradiționale. Aceasta cu atât mai mult cu cât consumatorii de produse alimentare preferă tot mai mult produsele alimentare tradiționale, pe care le consideră mai sănătoase și mai gustoase, fiind considerate „produse ecologice", decât produsele alimentare industriale, care conțin substanțe dăunătoare sănătății omului prin toxicitatea lor.

Trebuie să facem sublinierea că biotehnologiile nu reprezintă un concept nou, ele reprezentând de fapt procese biologice care se practică de mii de ani; însă ceea ce a evoluat mai evident sunt metodele și tehnicile folosite în procesarea lor.

În prezent, odată cu evoluția spectaculoasă a științei, conștiințele omului despre procesele biologice ce se petrec în organismele vii, pentru transformarea lor, au ajuns la un stadiu foarte avansat, încât el poate conduce și dirija, în cunoștință de cauză, procesele respective, ajungându-se la biotehnologiile moderne, care au ca fundament, tehnologia ADN recombinat (ingineria genetică).

8.7.2. Opțiuni referitoare la tipul de agricultură potrivit pentru agricultura modernă sau tradițională.

Eroziunea genetică a biodiversității plantelor cultivate, constituie o reală amenințare peste tot în lume unde agricultura evoluează rapid și unde se aplică metode moderne de ameliorare. În fața unei asemenea situații se pune următoarea întrebare: în condițiile în care eroziunea genetică face adevărate ravagii, ar trebui să ne întoarcem spre agricultura tradițională sau să promovăm și să dezvoltăm în continuare agricultura modernă cu toate riscurile ei?

Este adevărat că agricultura tradițională, integrează pe de o parte cultivarele locale, cu o bază genetică largă, tolerante la boli și dăunători și la adversitățile mediului, iar pe de altă parte o comportare satisfăcătoare în condițiile aplicării unor tehnologii simple tradiționale fără îngrășăminte chimice și fără pesticide, cu lucrări ale solului executate manual sau/și cu animale. În aceste condiţii agricultura tradițională asigură un nivel de producție modest, dar sigur, și mai ales o producţie constantă în timp, încât și în condițiile climatice și pedologice, mai puțin favorabile, uneori chiar nefavorabile, reușesc să asigure cultivatorilor și familiilor lor, hrana necesară pentru supraviețuire.

O asemenea agricultură ar putea fi potrivită pentru numărul de locuitori ai Terrei din vremurile trecute. Dacă la începutul secolului XIX populația lumii număra un miliard de persoane, în anul 1920 a ajuns la trei miliarde, în anul 1970 la patru miliarde, în anul 2000 la șase miliarde, iar în anul 2011 la șapte miliarde de persoane.

O asemenea creștere explozivă demografică ridică serioase probleme privitoare la asigurarea securității alimentare. Numărul excesiv a locuitorilor Terrei determină ca în prezent, cu atât mai mult în viitor, cele 1,5 miliarde de hectare de teren arabil ale Terrei să asigure

hrana a șapte miliarde de persoane existente în prezent și a 8-10 miliarde, cât se prognozează pentru anul 2050.

În acest context se naște în mod firesc o nouă întrebare: agricultura tradițională, cu mijloacele ei specifice, va putea face față unei asemenea creșteri demografice? Categoric că nu. Există aprecierea specialiștilor că în aceste condiții, este necesară abordarea unui alt tip de agricultură, modernizată și competitivă, care să dispună de mijloace materiale și biologice superioare – aceasta fiind tipul de agricultură modernă, care va putea răspunde cerințelor actuale și de perspectivă, a omenirii în continuă creștere. Un rol important în acest demers îl va avea utilizarea în lucrările de ameliorare a biotehnologiilor moderne.

În primul rând vor trebui îmbunătățite cultivarele actuale, superintensive, sporindu-le pe lângă însușirile de productivitate și cele de rezistență la patogeni și la condițiile de mediu precare. Pentru aceasta este necesară utilizarea materialului genetic vechi, autohton, deținător de gene valoroase pentru însușirile de adaptare. În comparație cu creațiile actuale, moderne, foarte productive, dar sensibile la condițiile de stres ale mediului (temperatură, sol, boli și dăunători) formele vechi de plante sunt bine adaptate la condițiile specifice biotice și abiotice ale zonei de cultură „luptându-se" în perioade foarte mari de timp cu mediul specific din zonă, reușesc să dețină gene sau complexe de gene valoroase, care pot fi transferate în patrimoniul genetic al cultivarelor moderne, superintensive, folosind transgeneza, sporindu-le potențialul de rezistență.

În al doilea rând, vor trebui modernizate tehnologiile de cultură, prin utilizarea de utilaje performante, care să reducă substanțial tasarea solului, prin efectuarea mai multor operațiuni, printr-o singură trecere.

Se vor folosi îngrășămintele chimice și pesticidele, pentru care au fost create cultivare speciale, care valorifică mai bine fertilizarea chimică și vor facilita erbicidarea. Poluarea solului și a produselor

agricole vor crea în continuare probleme de sănătate, însă efectele lor nocive vor fi diminuate, comparativ cu efectele lipsei de hrană generată de producțiile realizate de agricultura tradițională, prin folosirea în cultură a populațiilor locale. Aceasta nu înseamnă abandonarea materialului autohton, și odată cu el pierderea irecuperabilă a genelor valoroase, ci din contra el trebuie colectat, conservat și utilizat pentru optimizarea însușirilor de rezistență a cultivarelor nou create (soiuri, hibrizi, linii consangvinizate, sintetice, etc.), dar și a cultivarelor existente în cultură, foarte productive, dar deficitare în diferite însușiri de rezistență, care trebuie ameliorate.

O altă „unealtă indispensabilă biotehnologiilor moderne, constă în utilizarea „culturilor de celule și de țesuturi *in vitro*" a căror aplicare va grăbi procesul de ameliorare, care în condițiile tehnice ale agriculturii tradiționale, necesită un timp îndelungat pentru desfășurarea etapelor de ameliorare.

În lipsa unor biotehnologii moderne și performante și a unui material biologic valoros, nu se pot aștepta rezultate deosebite, prin care să se asigure, hrana necesară, în condiții decente, a celor 7 miliarde de persoane care populează Planeta noastră.

8.8. Utilizarea biotehnologiilor modern în evaluarea și managementul resurselor genetice vegetale

Una din cele mai importante realizări ale biotehnologiilor moderne cu implicații teoretice și practice deosebite în abordarea lucrărilor de ameliorare, constă în potențialul acestora de a produce, în mod direct, rapid și specific transformările organismelor vii. În acest demers, biotehnologia pune la dispoziția oamenilor de știință instrumentele necesare cu care să realizeze un salt uriaș în cunoașterea universului submicroscopic al genelor și astfel să definească, cu suficientă exactitate ce reprezintă biodiversitatea.

Barbara Mc. Clintoch, renumit genetician, consideră că specialiștii din domeniul geneticii au început să organizeze dezbateri despre ceea ce este „acolo", care „produce" schimbări evolutive. „Devine tot mai evident că noi cunoaștem puțin despre potențialul unui genom".

Este important de subliniat, arată Barbara Mc. Clintoch, că „biotehnologia creează bazele înțelegerii dezvoltării mutagenezei și a tuturor căilor prin care lucrează genele" .

Dintre toate efectele pe care biotehnologia modernă le are asupra biodiversității, nici una nu este mai relevantă și mai importantă decât forța ei de a acționa asupra transformărilor materiei vii. În realizarea acestor transformări, biotehnologiile moderne sunt susținute de două mari avantaje:

1. nu depinde de sex, în controlul genelor și;
2. viteza mare de producere a transformărilor.

În primul caz, biotehnologia, prin tehnicile folosite permite geneticienilor și amelioratorilor, să depășească cea mai severă barieră: sexul. Transferul genelor pe cale sexuată necesită un timp foarte îndelungat, iar procesul în sine este deosebit de dificil, în numeroase cazuri transferul poate fi aleatoriu. Prin inginerie genetică transferul genelor se realizează într-un timp foarte scurt, prin transgeneză, pe cale directă, evitând încrucișarea sexuată, care în numeroase cazuri este aleatorie, iar dacă se poate realiza, solicită un drum lung și dificil de backrosuri și selecții, nu numai că extinde posibilitățile de identificare a noi gene, dar sporește forța de pătrundere în acele posibilități precum și selecția genelor, cu potențial maxim de a fi valorificate în procesul de ameliorare.

În al doilea caz, biotehnologia modernă prin mijloacele ei specifice reușește să scurteze în mod dramatic, timpul de transfer. Astfel în locul celor 10-12 ani sau chiar 15 ani cât necesită timpul de transfer

presupus al genelor pe cale sexuată, aplicând biotehnologia modernă, timpul de transfer se reduce foarte mult, la câțiva ani sau la numai câteva luni, iar posibilitățile devin certitudini.

Un moment important în dezvoltarea lucrărilor de ameliorare îl reprezintă calitatea evaluării însușirilor surselor de gene conservate în băncile de gene. Din păcate, nici în cele mai evoluate bănci de gene din lume nu există o cunoaștere deplină (chimică, fiziologică, genetică, ecologică, etc.) a fiecărei probe conservată în aceste unități. Această situație a determinat ca în Raportul întocmit de un grup de experți de la Plant Breeding Research Forum, din SUA să denumească colecțiile de plante din Băncile de Gene „farmacii pline cu medicamente miraculoase, fără etichete". Ei apreciază că în băncile de gene există un potențial genetic valoros, de vindecare a unor boli dar „fără etichete", ceea ce face ca amelioratorii să caute la întâmplare, sursa genetică de care au nevoie. Necunoscându-se însușirile „personalizate" a fiecărei probe, se creează dificultăți în stabilirea obiectivelor de colectare a viitoarelor expediții. „Fără o evaluare corespunzătoare a colecțiilor conservate, acestea sunt bune de folosit ca piese de muzeu" afirma William Brovnin, specialist în domeniul resurselor genetice vegetale. De aici rezultă că biotehnologiile moderne trebuie orientate în așa fel încât cercetătorii să aibă posibilitatea de a asigura cunoașterea însușirilor valoroase a surselor individuale; fiecare sursă reprezentând o potențială plantă. Celulele care se găsesc într-un recipient de un litru, conțin aproximativ aceiași diversitate genetică cât conține o suprafață de 1000 de acri, cultivat cu plante.

8.8.1.Biotehnologia și „bibliotecile de gene"

În băncile de gene sunt supuse conservării milioane de gene, care pentru a fi cunoscute și conservate, în prealabil sunt studiate individual din punctele de vedere genetic, biochimic, fiziologic, ecologic, etc.

În general, biodiversitatea mai multor culturi, inclusiv culturi alimentare, se conservă sub formă de semințe. Dar sunt situații când plantele nu se conservă sub formă de semințe, cum este bananul, care poate fi conservat atât sub formă de plante întregi cât și sub formă de butași. Indiferent sub ce formă se conservă esențiale sunt genele, întrucât prin gene se conservă și se transmit caracterele ereditare. În acest context se naște întrebarea; cum să găsească amelioratorul într-un timp util și cu acuratețe însușirea de care are nevoie, din noianul de gene conservate pentru a fi transferate unei alte plante, căreia îi lipsește însușirea respectivă? Aceasta constituie o mare problemă pentru amelioratori și geneticieni. Rezolvarea acestei dificultăți a constituit o preocupare a celor care lucrează în programare, care în colaborare cu amelioratorii au creat software, prin care cercetătorii pot identifica cu maximă rapiditate și acuratețe, genele necesare. Acest mod de organizare în principiu este asemănător cu ceea ce s-a denumit „Biblioteci de gene", cu ajutorul cărora genele sunt conservate și manipulate ușor și rapid de identificat. Așa cum într-o bibliotecă modernă, pentru găsirea cu ușurință și acuratețe, a unei lucrări dorite, din imensul volum de lucrări existente în bibliotecă, există o bază de date administrată de un specialist IT, prin care întregul fond de carte este înregistrat și localizat cu ușurință, tot așa și regăsirea și circuitul datelor și informațiilor aferente genelor dintr-o bancă de gene pot fi integral înregistrate într-o bază de date, încă din etapa de colectare (datele de pașaport) și până în etapa de valorificare a genelor, în cadrul unei construcții genetice, grație implementării sistemului de management electronic al datelor.

Deși conservarea genelor, în principiu se face prin semințe, acolo unde reproducerea sexuată este dificilă sau nu se poate face, conservarea germoplasmei poate fi efectuată prin culturi de țesuturi sau de celule, aplicându-se o tehnică specială care permite cercetătorilor să

manipuleze fragmente de țesuturi sau de celule, prin care de fapt se conservă genele.

Cultura de țesuturi sau de celule deschide o nouă cale de conservare a biodiversității. Celule din meristeme, rădăcini, polen, embrion, pot fi conservate sub formă de culturi de țesuturi sau de celule. „Bibliotecile de gene", fiind organizate pe bază de management electronic permit ca într-un spațiu extrem de restrâns să fie conservate, în condiții de siguranță și cu costuri relativ mici, un foarte mare volum de diversitate genetică la dispoziția amelioratorilor.

8.8.2. Dreptul de proprietate asupra resurselor genetice vegetale

În acest context, în care gena reprezintă structura genetică fundamentală a dezbaterilor cercetătorilor cu privire la gestionarea germoplasmei, numeroase țări ridică problema apartenenței resurselor genetice vegetale. În general acest material rezultat din cooperarea internațională, colectat din principalele zone de diversitate genetică a speciilor, cu preponderență din țările în curs de dezvoltare, este conservat în băncile de gene, existente în cea mai mare parte în țările dezvoltate. La întrebarea dacă acest material aparține țărilor care au pus la dispoziție resursele genetice pentru colectare, sau țărilor care conservă resursele genetice vegetale, sau a umanității în general. În această idee după Harlan (2000) „nicio țară nu poate să trăiască autonom, izolată în materie de resurse genetice vegetale, cooperarea internațională fiind esențială, dacă se dorește protejarea biodiversității și dezvoltarea posibilităților de acces la germoplasmă". Rezolvarea acestei probleme va putea fi îndeplinită numai dacă există un mecanism eficient de împărțire corectă și echilibrată a beneficiilor obținute în urma folosirii resurselor genetice colectate din țările în curs de dezvoltare și procesate în țările dezvoltate.

În prezent cercetările agricole naționale și internaționale susțin forma de conservare „*ex situ*”, în timp ce un Forum interguvernamental lucrează la elaborarea mecanismelor de cooperare. Grupul Consultativ pentru Cercetarea Agricolă Internațională, unul din principalii autori ai eforturilor mondiale, în materie de resurse genetice vegetale, susține un sistem multilateral, prin care să se ușureze accesul la resursele genetice și care să ajute la armonizarea cu principiile Convenției asupra Biodiversității și complementar cu înțelegerile bilaterale. Un astfel de sistem va permite programelor naționale să negocieze accesul la resursele genetice și la informațiile aferente, inclusiv la împărțirea corectă și echitabilă a beneficiilor rezultate din tehnologii, la accesul la o gamă largă de germoplasmă ameliorată, ajutor financiar, ca urmare a recunoașterii „drepturilor agricultorilor”, etc. Punerea la punct a unui astfel de sistem prin care să se recunoască și să se recompenseze cei ce ajută la prezervarea diversității genetice, precum și cercetătorii din domeniul agriculturii, pentru valorificarea resurselor de germoplasmă în produse susceptibile de a ameliora securitatea alimentară și perspectiva dezvoltării economice, poate fi cheia rezolvării acestor probleme.

Deși s-au luat unele măsuri de conservare a patrimoniului genetic vegetal, el rămâne în continuare amenințat datorită pe de o parte, extinderii cultivarelor moderne care înlocuiesc cu o mare viteză cultivarele locale, iar pe de altă parte lipsa măsurilor de recunoaștere și recompensare a agricultorilor locali, pentru păstrarea diversității genetice. Se impune de urgență elaborarea unor reguli de conduită, care să satisfacă din punct de vedere economic și financiar familiile rurale care conservă diversitatea genetică a plantelor. În acest sens este pozitiv faptul că există consens în comunitatea internațională referitor la recunoașterea necesității elaborării unui document legal prin care să se reglementeze toate problemele de organizare și de management în

domeniile conservării și valorificării resurselor genetice. Dar cu prioritate cele legate de dreptul de proprietate asupra resurselor, situație ce nu a putut fi pregătită și analizată cu ocazia Conferinței de la Rio. Există propunerea ca resursele să fie sub controlul și sub supravegherea unei autorități internaționale și aceasta să fie FAO. În acest sens în urma mai multor dezbateri și consultări, s-a ajuns la concluzia că, cea mai potrivită soluție pentru relocarea colecțiilor din centrele locale de germoplasmă , să fie rețeaua colecțiilor de bază a FAO și sub patronatul FAO. Această propunere a fost însușită și aprobată de 32 de țări, care sunt de acord ca gestionarea germoplasmei să fie în responsabilitatea acesteia, considerând soluția optimă, în sensul unei cât mai bune conservări și utilizări a resurselor, în beneficiul întregii omeniri, în condițiile recunoașterii și respectării drepturilor naționale, asupra resurselor.

Cu toate acestea, țările în curs de dezvoltare își manifestă nemulțumirea, întrucât oamenii de specialitate din țările industrializate, colectează în deplină libertate germoplasma locală din țările sărace ale lumii, pe care o folosesc în crearea cultivarelor moderne, superintensive. O mare parte a diversității genetice din lumea a treia este depozitată în Emisfera Nordică, în băncile de gene din această zonă. Activitatea de ameliorare a devenit astăzi o muncă cu caracter predominant comercial, fiind subordonată companiilor de producere de semințe transnaționale, cu profil agrochimic. Pentru promovarea creațiilor lor și a creării condițiilor ca amelioratorul să fie pus în situația de a-și recupera investițiile făcute în cercetare, unele state dezvoltate au adoptat un sistem denumit „drepturile amelioratorului" prin care îi conferă acestuia „dreptul de brevet" care înseamnă monopolul asupra produsului creat, a comercializării și valorificării lui, pe o perioadă care poate ajunge până la 20 de ani. În acest context apare contradicția între accesul liber la resursele genetice din țările în curs de dezvoltare, pe de

o parte și dreptul de proprietate (dreptul amelioratorului) pe de altă parte; contradicție ce a creat în ultima vreme tensiuni exprimate cu ocazia diverselor reuniuni internaționale, în care țările lumii a treia și-au exprimat nemulțumirile lor, întrebând Națiunile Unite: „de ce cultivarele brevetate, având în construcția lor genetică resurse colectate din țările lumii a treia, asigură beneficii foarte mari societăților comerciale din țările industrializate, fără să fie recompensate pentru contribuția adusă de resursele colectate din aceste țări? La aceste întrebări FAO a intervenit cu o serie de răspunsuri de interes general, dar nu cu un răspuns direct, punctual la problemele concrete ridicate de țările în curs de dezvoltare.

8.8.3.Pirateria genelor

Valoarea deosebită a genelor, din punct de vedere științific dar mai ales la construcția de noi structuri genetice, a atras atenția nu numai cercetătorilor din domeniul geneticii ci și altor cunoscători ai potențialului genelor, de a genera produse valoroase, prin manipularea lor, în domeniul farmacologic, industrial și al securității alimentare, îmbunătățirea calității produselor alimentare, etc. Implicațiile genelor în realizarea acestor produse asigură profituri importante, atât procesatorilor cât și comercianților.

Astfel genele unei forme de grâu sălbatic, cu rezistență la boli din Turcia, aparent fără valoare, transferate în varietățile de grâu din SUA au contribuit prin rezistența la boli transmisă, la realizarea unui beneficiu de 50 de milioane de dolari/an numai pe teritoriul SUA; o formă de hamei sălbatic, a cărei structură genetică, oferă berii un gust ușor amărui, mult apreciat de consumatorii de bere din Anglia, a adus industriei de profil din Anglia un beneficiu de 15 milioane de dolari/an, și exemplele ar putea continua.

Toate aceste informații au fost sesizate și de cei interesați de a obține astfel de profituri, dar nu prin respectarea legilor, ci prin mijloace

ilicite. A sustrage o structură genetică protejată, pentru care s-au consumat multă muncă și bani, susceptibilă de a fi utilizată în activitatea de ameliorare, reprezintă o pierdere importantă economică și științifică. (Revista AMSEM, nr. 3, Martie 2017).

8.9. Aplicații curente și de perspectivă în valorificarea rezultatelor cercetării biotehnologice

8.9.1. Aplicații biotehnologice curente

Biotehnologia presupune integrarea mai multor domenii din care subliniem: biochimia, microbiologia, ingineria genetică, ingineria chimică și ingineria de proces, cu scopul optimizării potențialului genetic al plantelor, animalelor și al microorganismelor. Aplicațiile în domeniile sănătății, energiei, tratării reziduurilor și în probleme de mediu, sunt aspecte deosebit de importante și de actualitate, care preocupă biotehnologii.

Numeroase procese biotehnologice au o vechime foarte mare, motiv pentru care, metodele folosite în unele cazuri sunt mult rămase în urmă. Modernizarea lor este posibilă prin aplicarea noilor metode și tehnici descoperite în domeniile biologiei, chimiei, geneticii, informaticii, etc. Se pot realiza numeroase modernizări, prin promovarea unor metode avansate de control al proceselor de fermentație, mai ales de sisteme controlate prin microprocesori.

8.9.2. În domeniul extracției și recuperării metalelor prin metode biotehnologice

Din reziduurile de cărbuni rezultați în urma exploatației miniere, pot fi recuperate, prin procese biotehnologice cuprul și uraniul. Procesul de recuperare presupune dizolvarea cu ajutorul acizilor, a sulfidelor și a mineralelor. Organismele implicate sunt reprezentate de o serie de tihobacili, prin folosirea cărora numai în SUA se obține 10-15% din producția de cupru (dizolvarea microbiană). Cu toate acestea se cunosc puține lucruri despre biochimia și genetica organismelor implicate în

acest proces. Metodele utilizate în analiza bacteriilor și fungilor au scopul de a identifica capacitățile lor de a fi folosite în procesul extragerii metalelor, precum și mecanismele de rezistență la concentrații ridicate de metale.

Cărbunii cu concentrație ridicată de sulf care conțin pirite, nu sunt comerciali din cauza potențialului mare de risc asupra mediului provocat de arderea SO_2. Îndepărtarea piritelor, prin dizolvare, poate stimula utilizarea acestui material disponibil în cantități mari. S-a constatat că rezistența metal-ionică specifică tihobacililor este uneori purtată de plasmide, care oferă posibilitatea producerii de organisme modificate genetic, cu rezistență crescută.

Pentru recuperarea metalelor, există un număr însemnat de microorganisme care pot extrage și acumula metale din soluții diluate, altele acumulează metale prin absorbția polimerilor de suprafață, în timp ce activitatea bacteriilor care reduc sulfații conduc la îndepărtarea metalelor din soluție, și precipitarea lor cu sulfide metalice. Fierul, cuprul, mercurul, argintul, cobaltul și nichelul sunt exemple de acest tip.

Aceste însușiri sunt potențial purtate de plasmide. Progresele în acest domeniu includ utilizarea de culturi mixte pentru îndepărtarea ionilor toxici de metal cu potențial de recuperare. Sunt implicate organisme heterotrofe iar procesele de recuperare sunt economice, cu condiția existenței nelimitată, de carbon și energie. Capacitatea microorganismelor existente de a recupera metale foarte toxice (uraniu și plutoniu) și posibilitatea de modificare genetică a unor astfel de organisme pentru a dobândi abilități de acumulare a unor astfel de metale, trebuie să ofere avantaje de lungă durată, atât economice dar și de mediu.

8.9.3. În domeniul industriei alimentare și băuturilor

Cea mai amplă biotehnologie industrială (700 milioane de hectolitri pe an) se realizează în domeniul distilărilor. Printre materialele utilizate se află orzul, porumbul, sorgul, orezul și grâul în calitate de componente fermentative. Aromatizarea se realizează cu hamei, iar fermentarea cu *Sacharomyces spp.* Unele industrii naționale, păstrează tradițiile autohtone, altele lucrează la obținerea de forme noi de drojdie, pe bază de hibridare și/sau de fuziuni de protoplaști, pentru a utiliza o gamă crescută de substraturi pentru fermentație, de exemplu dextrinele.

O gamă largă de produse – brânză, iaurt, unt, kefir se realizează pe plan local dar și pe plan național. Producția pe scară largă de brânzeturi și iaurt implică culturi de microorganisme foarte specifice, cum sunt *Streptococcus spp.* care este susceptibil la atacul bacteriofagilor. Definite și culturi mono-organice, sunt utilizate în SUA și Australia, dar mai puțin în Europa. O gamă largă de îmbunătățiri a ratei de fermentație și de stabilitate au fost realizate prin inginerie genetică.

Majoritatea componentelor de colorare derivă din surse vegetale. Există potențial de producere a acestora de exemplu folosind principiul „fierbinte" al speciei *Capsicum frutescens* la culturile de celule vegetale sau la bacterii modificate genetic. Totuși la fel ca la alte aplicații din industria alimentară procedurile de reglementare a securității și costurilor ridicate ale prelucrării, reprezintă piedici importante în aplicare.

În spațiul exsovietic există 86 de plante cu proteine unicelulare dintre care 12 utilizează alkene ca substrat, iar restul sulfit și reziduuri rezultate în urma prelucrării cartofului.

Pentru posibilele evoluții în acest domeniu este necesar:

- utilizarea celulozei și a semicelulozei ca substrat incluzând organisme modificate genetic, cu proprietăți de descompunere;
- utilizarea de organisme consumatoare de H_2/CO_2, printre care organisme polisintetice și bacterii litotrofice;
- creșterea calității proteinei obținută din organismele unicelulare, prin modificarea genetică și clonarea celulelor umane și animale.

8.9.4. Aplicații biotehnologice de perspectivă

În domeniul agriculturii

Utilizarea plasmidei Ti din *Agrobacterium tumefaciens* și virusul mozaicului conopidei ca vector, oferă prin genele noi transferate posibilități de obținere de noi forme de plante de importanță economică ridicată. De asemenea, transferul de gene care controlează rezistența la temperaturi scăzute, la concentrații crescute de sare sau la anumite temperaturi specifice, transferul și exprimarea genei nif și creșterea conținutului de aminoacizi esențiali (lizina și metionina) sunt obiective deosebit de importante, care prin efectele lor pot asigura numeroase beneficii.

Fixarea azotului atmosferic prin clonarea capacității de fixare a azotului la plantele de cultură, reprezintă un obiectiv de mare interes. Au fost clonate și transferate genele nif, pentru bacterii, existând deja numeroase cunoștințe despre genetica și mecanismele de control ale acestui proces.

Alte strategii se găsesc în faza de proiecție, îndeosebi transferul de gene, care să imite simbioza bacteriei *Rhizobium leguminoasarum,* prin care să poată crește eficiența fixării azotului de către leguminoase.

Producția pe termen lung de proteine monocelulare și cea din petrol monocelular, a devenit activă din punct de vedere economic. Nevoia de bază de fermentație pentru proteina monocelulară și producerea chimică de energie pe scară largă, impune în mod evident

coordonarea strânsă a politicilor agrare în dezvoltarea acestor procese biotehnologice.

Combaterea insectelor dăunătoare constituie un alt domeniu în care dezvoltarea micro-organismelor și a virusurilor ca agenți de combatere, poate să reducă astfel dependența agriculturii de pesticide, care de cele mai multe ori sunt foarte poluante. Unii din acești entopatogeni pot fi crescuți cu ajutorul unui echipament convențional de fermentație, în timp ce alți entopatogeni implică insecte vii sau culturi celulare.

În domeniul chimiei

Aplicații în acest domeniu includ producția de furaje prin fermentarea materialelor vegetale (resurse regenerabile) și reziduurile din alte industrii. Din cele 10.000 de substanțe chimice organice, de cea mai mare importanță pentru analizele chimice, numai șase au fost produse în cantități comerciale pentru fermentație: acidul acetic, acetona, butanolul, etanolul, glicerolul și izopropanolul. Din motive economice aceste produse se realizează prin sinteză chimică. Prețul ridicat al petrolului ar trebui să facă ca procesele fermentative să fie mai atractive.

Spre deosebire de procesarea chimică, cataliza biologică se desfășoară la temperaturi mai scăzute, situație ce va deveni mai atractivă din punct de vedere economic având în vedere creșterea costului energiei electrice.

În domeniul energiei

Folosirea alcoolului ca sursă de energie, constituie în prezent subiectul unei astfel de dezbateri. În Brazilia programul „alcool", bazat pe fermentarea trestiei de zahăr, a cassavei sau a melasei, asigură producerea a 4 x 10^9 litri/an, cu o țintă de 11 x 10^9 litri/an. În SUA programul „gazol" se bazează pe fermentația amidonului extras din porumb.

Producerea de combustibil pe această cale, se găsește în prezent într-o dezbatere amplă, plecând de la faptul că această biotehnologie necesită scoaterea din circuitul agricol a suprafețe mari de culturi agricole ce asigură hrană populației și înlocuirea lor cu plante specifice acestei tehnologii.

8.9.5. Procese industriale de fermentație

O serie de produse industriale obținute prin fermentație pe cale industrială, se găsesc în prezent în procesare și în comercializare.

Etanolul. Se folosește ca substrat pentru producerea etanolului din trestia de zahăr, cassava, paiele, celuloza și semicelulozele. Fermentarea acestora prin utilizarea drojdiei este cea mai comună.

În Brazilia există tendințe de înlocuire a trestiei de zahăr cu cassava. În viitor, etanolul de fermentație va deveni în această țară, din ce în ce mai important, atât în calitate de combustibil, dar și ca furaj chimic. Este posibil ca în procesul de fermentație, să fie promovată *Sacharomyces cerevisae*, modificată genetic pentru a putea utiliza formele noi cu o masă de fermentație mai mare de exemplu xyluloza, derivate din componentele semicelulozei xylan. Utilizarea și a altor organisme spre exemplu *Zymomonas mobilis*, care modificată genetic, poate utiliza amidonul din celuloză. *Clostridium spp.* precum și ciupercile filamentoase *Fusarium* ar putea constitui surse potențial valoroase.

Butanolul se realizează prin transformarea zaharurilor folosind *Clostridium spp.* iar ca substrat melasa. Se folosește ca solvent și ca furaj chimic.

Glicerolul se obține din fermentația „dirijată” din *Sacharomyces cerevisae*

Acidul acetic se realizează prin oxidarea etanolului de către bacterii. Se folosește numai în producerea de oțet.

În continuare mai pot fi enumerați: acidul citric, acidul lactic, aminoacizii care se obțin din acid glutamic (sare monosodică și lizină),

vitamine (caroten, precursor al vitaminei A, produs pe parcursul creșterii fungilor de *Blakeselea trispora,* pe substrat de melasă); Riboflavina dezvoltată de *Ashbya gossypii*, crescută pe substrat de zaharuri. Vitamina C realizată de *Gluconobacter oxidans* iar vitamina B_{12} de organisme crescute pe melasă și zaharuri.

Metanul se obține din fermentație anaerobă a reziduurilor organice de amestecuri complexe de bacterii anaerobe.

Antibiotice. Producerea de agenți antimicrobieni din șase genuri de ciuperci filamentaose (1000 de compuși), trei genuri de actinomicete (300 de compuși) și două genuri de bacterii nefilamentoase (500 de compuși).

Metaboliți secundari care alcătuiesc 25% din vânzări pentru penicilină, 10-15% pentru cefalosporine și 10-15% din tetracicline – toate produse fungice. Mecanismul genetic al producerii de metaboliți secundari nu este suficient cunoscut (Revista AMSEM, nr.8, august 2017).

CAPITOLUL 9.

EROZIUNEA GENETICĂ ȘI CONSECINȚELE EI

9.1. Diversitatea genetică versus eroziunea genetică

Resursele genetice vegetale cuprind totalitatea plantelor sălbatice și cultivate, împreună cu rudele lor sălbatice, genele, fragmentele de ADN și ARN și alte entități genetice, performante pentru funcțiile lor ereditare. Resursele genetice vegetale pot fi considerate orice tip de reproducere, vegetativă sau sexuată. Cu alte cuvinte pot fi considerate resurse genetice vegetale toarte plantele cultivate sau sălbatice, care au valoare în procesul de ameliorare, și care, mai mult sau mai puțin cresc și se dezvoltă aproape peste tot.

Ca urmare a acțiunii factorilor naturali ai evoluției precum și a intervențiilor consistente ale omului, există pe Terra o diversitate mare de forme sălbatice și cultivate, care suportând de-a lungul timpului presiunea factorilor naturali, au fost obligate să-și dezvolte pentru supraviețuire, însușiri și caractere de rezistență specifice.

Trebuie să subliniem un aspect foarte important: în lipsa diversității genetice a viețuitoarelor, nu poate exista EVOLUȚIA ȘI NICI TRANSFORMĂRILE GENETICE în forme tot mai evoluate, răspunzând astfel cerințelor naturii cu genotipuri care întregesc peisajul vegetal al Terrei, precum și cerințele omului cu surse pentru asigurarea hranei populației.

Datorită acestor însușiri și având în vedere pericolul dispariției lor, în ultima vreme, pe baza cunoștințelor și înțelegerii valorilor lor genetice, au devenit, în prezent de mare actualitate, astfel că pierderea

sau degradarea unei părți importante a mediului natural, prin procesul eroziunii genetice să fie limitată sau eliminată.

Conservarea diversității genetice a plantelor, constituie, în contextul actual social, economic și științific, o obligație nu numai a cercetătorilor dar și a întregii societăți, pentru grija și răspunderea ce trebuie să o manifeste pentru protejarea fondului național de gene, în interesul generației de astăzi, precum și a generațiilor care vin după noi.

Preocupările și interesul pentru creșterea producției agricole, siguranța alimentară și stabilitatea mediului, au încurajat activitatea cercetătorilor și atitudinea oamenilor care au înțeles cerința societății, pentru asigurarea securității alimentare. Această cerință trebuie înțeleasă, în sens larg, nu numai ca o chemare patriotică (care trebuie onorată), ci și de oamenii de știință care în mod profesionist pot explica întregii societăți, importanța și rolul resurselor genetice vegetale, în combaterea celui mai mare flagel al zilelor noastre **– foamea.** Și această problemă a atins punctul culminant în strategiile de dezvoltare.

Conservarea și utilizarea resurselor genetice vegetale și a cunoștințelor tradiționale, au constituit sursa schimbărilor dramatice ce au avut loc în știință, pe parcursul ultimelor decenii. Evaluarea și documentarea resurselor genetice vegetale și a cunoștințelor tradiționale, reprezintă condiția prealabilă pentru utilizarea durabilă a acesteia, pentru siguranță alimentară.

Resursele genetice vegetale reprezintă o bogăție instituțională a întregii umanități. Se arată că 10% din speciile existente au primit denumiri științifice, reprezentând aproximativ 250.000 – 300.000 de specii. Dintre acestea 20% asigură 90% din cerințele alimentare, 9 specii asigură 75% din necesarul de alimente și numai 4 specii : orez, grâu, porumb și cartof asigură 60% din acest necesar.

Diversitatea genetică poate fi caracterizată de numărul mare alcătuit din 300.000 de specii superioare; numai 7000 de specii au fost domesticite, fiind cultivate de agricultorii vremurilor în diferite scopuri.

Preocupările referitoare la creșterea producției agricole, siguranța alimentară, stabilitatea producției agricole, și păstrarea nealterată a mediului; au fost încurajate pentru conservarea și utilizarea resurselor genetice vegetale, ceea ce a constituit sursa schimbărilor dramatice în cercetarea științifică, pe parcursul ultimelor decenii.

Diversitatea genetică a plantelor ***se realizează în principal din variațiile secvențelor nucleotidelor a ADN-ului și ARN-ului din orice specie.*** Resursele genetice vegetale includ toate plantele care au valoare, inclusiv toate culturile agricole, împreună cu rudele lor sălbatice. Genele, fragmentele de ADN și ARN și alte resurse genetice, sunt considerate resurse genetice vegetale și în acest context ele trebuie analizate și prezervate în Bănci de Gene, pentru funcțiile lor ereditare

Diversitatea genetică a plantelor se obține în principal din variațiile secvențelor de nucleotide a ADN-ului din orice specie și o parte redusă se poate schimba, atunci când apare o mutație care se observă în variațiile proteinelor și în polimorfismul markerilor, în variația însușirilor fiziologice și morfologice și în caracterele agronomice, care se dezvoltă în genotipurile nou create.

În organismele cu reproducere sexuată, se realizează un nou genotip prin unirea celulelor de reproducere de la ambii părinți, diferiți genetic. În consecință, descendenții rezultați din această polenizare încrucișată sunt genetic diferiți de părinții lor.

Reproducerea sexuată este foarte importantă pentru susținerea diversității genetice, conținută de o specie; după reproducere ele coagulează materialul genetic parental, rezultând o nouă configurație genetică diferită de cea a părinților lor. Când o populație din cadrul unei specii, este caracterizată de un fond genetic larg, înseamnă că populația

are un fond de gene bogat, organismele având o bună oportunitate de existență și răspândire, decât populația cu o bază genetică îngustă. În această situație unele dintre plantele acestei populații poate avea unele caractere, care le-ar face rezistente la orice tip de stres biotic și/sau abiotic, având însușiri care le-ar asigura mai multe șanse pentru supraviețuire. Conform selecției naturale, indivizii care se adaptează cel mai bine condițiilor de mediu supraviețuiesc. Așadar dacă apare o epidemie care amenință o anumită specie, cu cât variabilitatea genetică a speciei este mai mare cu atât probabilitatea ca specia să traverseze cu bine condițiile vitrege precare este mai mare. În condiții de laborator prin progresele recente făcute în biotehnologie, există numeroase tehnici care pot fi utile pentru amelioratorii de plante pentru a îmbunătăți calitatea soiurilor, de asemenea să genereze o nouă diversitate genetică. Prin reproducerea convențională, cercetătorii fac eforturi pentru a crea soiuri rezistente la factorii de stres biotic și abiotic, sau pentru productivitate și calitate ridicată, sau alte însușiri dorite.

Când diversitatea genetică scade, apare riscul unor caractere nedorite. Într-o bază genetică îngustă plantele nu au suficiente opțiuni de a se încrucișa cu alți indivizi din cadrul populației. Aceștia sunt forțați să se reproducă între rude foarte apropiate genetic, rezultând o depreciere de încrucișare. Structura genetică a indivizilor din populație devine tot mai identică, eroarea genetică devenind o mare problemă. Situația devine astfel foarte dăunătoare, atunci când încrucișările au loc între rude foarte apropiate. Genele letale ascunse la părinți se pot multiplica, iar efectul lor fenotipic dăunător se poate manifesta la descendenți. De exemplu orice organism poate fi purtător a unei boli, dar simptomele bolii nu pot fi observate fenotipic, indivizii înrudiți pot fi mai susceptibili de a avea mutații identice când se încrucișează; descendenții rezultați pot avea simptomele acelei boli. Într-o populație cu baza genetică săracă este posibil ca purtătorii bolii să determine

încrucișarea, iar după o perioadă de timp, populația în întregul ei, va fi destabilizată. Deci diversitatea genelor consolidează o populație prin activizarea posibilităților cuantificabile, unii indivizi vor fi capabili să suporte turbulențele, astfel că prin încrucișare vor exista indivizi mai puțin vulnerabili la turbulențe iminente.

Diversitatea biologică reprezintă diferențele prezente în orice tip de organism, în materialul lor ereditar și mediul în care acestea trăiesc.

9.1.1. Eroziunea genetică

Eroziunea genetică reprezintă procesul de pierdere a diversității genetice. Sintetic vorbind eroziunea genetică înseamnă pierderea materialului genetic.

Eroziunea genetică se produce din mai multe cauze, însă paradoxal, cele mai mari pierderi de material genetic se produce din cauza omului tocmai cel care, prin cunoștințele și informațiile ce le posedă poate conștientiza pericolul ce se abate asupra omenirii prin aceste pierderi, precum și responsabilitatea morală și etică de a le proteja.

În prezent termenul de „eroziune genetică" a căpătat un sens mai larg, extinzându-se în toate cazurile unde se constată pierderi de material genetic. Se are în vedere îndeosebi soiurile și populațiile locale a căror existență este motivată de contribuția țăranilor locali care pe parcursul cultivării lor, au intervenit prin alegerea semințelor, de la cele mai viguroase și sănătoase plante mamă, asigurând astfel o bază genetică largă, cu potențial genetic bogat și sănătos, tocmai acest material genetic, în a cărei structură genetică se găsesc gene sau complexe de gene, cu potențial de a genera însușiri și caractere, foarte bine adaptate la condițiile vitrege de mediu. Din păcate acest material genetic, datorită unor caractere morfologice mai puțin atrăgătoare, dar bogat în gene favorabile este amenințat cu extincția. Însuși amelioratorii de plante contribuie la aceste pierderi, odată cu înlocuirea lor cu forme

mai atrăgătoare și mai productive, dar care niciodată nu vor egala diversitatea și bogăția de gene ale soiurilor vechi și a populațiilor locale, foarte bine adaptate la climatul local.

Aceste situații, de pierdere a materialului genetic vechi, autohton, l-a determinat pe marele biolog Harlan să le numească cu expresia dură, dar corectă „genetica dezastrului".

9.1.2. Evaluarea pierderilor de material genetic

Deși este dificil de a evalua pierderile de resurse genetice vegetale, totuși unele estimări au fost făcute. Astfel în SUA, cercetările efectuate au găsit că 70% din cultivarele de soia, 98% din formele de trifoi, 66% din soiurile de ovăz au fost pierdute.

În fosta URSS, cultivare vechi colectate de Vavilov în expedițiile sale nu se mai găsesc, în totalitatea lor. În sudul Anatoliei, datorită unei mari diversități a inului, Vavilov a localizat centrul de origine a acestei culturi. Cu ocazia unei noi expediții efectuate, după 15 ani cercetătorii au identificat în această zonă numai o singură formă de in, și aceia originară din Argentina.

În Siria, Istanbul și Cipru grupul endemic de sfeclă cu pețiolul alungit, a dispărut din unele țări din Orientul Apropiat, În unele țări africane are loc înlocuirea multor specii și soiuri cu material ameliorat. În Algeria și Siria populațiile locale de grâu foarte vechi cu calități culinare deosebite nu se mai găsesc. De asemenea, 75% din cultivarele de orz nu se mai găsesc la cultivatorii de orz din SUA. În Turcia, în ultimii ani au dispărut sute de varietăți de grâu moale și tare, iar în Etiopia au dispărut multe varietăți și soiuri de orz. În Peninsula Iberică a fost larg răspândită lintea monoflorală. În țările mediteraneene era mult răspândită ciumiza, care a dispărut în totalitate. Formele locale vechi de cartof din Chile, Bolivia și Peru, forme mult apreciate pentru diversitatea lor genetică, au fost în mare parte pierdute.

Cea mare adâncă eroziune genetică s-a manifestat la formele diploide de cartof cu denumirea comună de criola. În Chile formele primitive de cartof, în număr de 200, au fost în mare măsură erodate genetic, în Arhipelagul Chilae, din sudul țării, au fost grav afectate de eroziunea genetică., încât au rămas jumătate din numărul lor. Cauza acestui dezastru se localizează în sensibilitatea deosebită la atacul de mană. Dacă s-ar efectua un inventar al soiurilor cultivate în Peru, Bolivia și Chile, în ultimele decenii, care au fost grav afectate de eroziunea genetică, ne-am putea da seama de proporțiile mari ale pierderilor de material genetic la cartof, America de Sud fiind centrul de origine al cartofului cultivat. Iată de ce suntem obligați să-i dăm dreptate marelui Harlan, care așa cum am menționat, etichetează această situație cu expresia „genetica dezastrului". Dr. Wallace, un mare specialist în domeniu menționa „omul civilizat de astăzi se găsește în continuu progres, dar același om se găsește lipsit de grija față de formele primitive de viață. Oare câte forme primitive vor trebui să mai dispară până ne vom trezi la realitate?

Ne întrebăm și noi: oare câte forme primitive de plante, de mare valoare genetică pentru întreaga lume, vor trebui să dispară, până ne vom trezi la realitate? (Revista AMSEM, nr.4, aprilie 2019).

9.2. Uniformitatea genetică a plantelor şi consecin - ţele ei

Starea de diversitate sau de uniformitate are relevanţă foarte importantă în biologie, fenomen care poate fi constatat dacă avem în vedere că cel mai important fenomen al naturii – evoluţia – nu poate avea loc înafara diversităţii, iar diversitatea nu se poate dezvolta înafara evoluţiei. Viaţa evoluează neîntrerupt către perfecţiune, pentru că este diversă, iar perfecţiunea mu poate fi atinsă niciodată, rămânând permanent o stare potenţială de progres evolutiv.

În procesul evoluţiei, importante sunt variaţiile ereditare, care asigură organismelor vii potenţialul de a evolua, datorită factorilor naturali care generează variaţiile ereditare şi selecţia naturală care sortează variaţiile naturale valoroase, pentru a dezvolta un nou progres evolutiv.

Din cercetările şi analizele efectuate s-a desprins constatarea că organismele genetic uniforme, sunt sensibile la atacul bolilor şi dăunătorilor, precum şi la condiţiile nefavorabile de mediu, cauza fiind sărăcirea organismelor vii în variaţii ereditare, variaţii care asigură organismelor vitalitate, sănătate şi o dezvoltare armonioasă în relaţia cu natura.

Deşi diversitatea genetică este hotărâtoare în procesul evoluţiei, există în acest proces şi perioade de uniformitate, pentru realizarea acestor stări diferite, acţionează alternativ factorii naturali ai evoluţiei, în care se realizează atât variaţii ereditare, dar şi uniformitate genetică, ca urmare a acţiunii selecţiei naturale, care sortează şi elimină variaţiile naturale nefavorabile procesului evolutiv. Din acest joc neîntrerupt al factorilor naturali ai evoluţiei, din care unii diversifică materia vie iar alţii o uniformizează, pentru pregătirea condiţiilor unui nou progres evolutiv, se realizează cel mai interesant fenomen al vieţii: evoluţia. Dar în acest proces uniformitatea nu trebuie percepută în mod absolut, ci prin armonia şi colaborarea genelor diverse ce alcătuiesc constelaţia de gene a populaţiei, ca urmare a selecţiei naturale, care elimină variaţiile ereditare nefavorabile procesului evolutiv. Selecţia naturală va reţine în structura genetică a populaţiei acea diversitate genetică care să-i asigure populaţiei supravieţuirea şi reproducerea în condiţiile cooperării între genele diverse, a unei armonii a diversităţii îndreptată spre acel obiectiv comun: evoluţia.. Toate aceste proces se petrec în natură, într-un mod atât de exact şi de necesar încât asigură echilibru între factorii de mediu şi evoluţia populaţie

9.2.1. Consecinţele uniformităţii genetice a plantelor

Când baza genetică a populaţiei devine săracă în diversitate genetică şi uniformitatea creşte, organismele devin vulnerabile la factorii de mediu şi la atacul bolilor şi insectelor dăunătoare.

Observaţiile şi constatările făcute de specialişti asupra cauzelor acestor procese, au ajuns la concluzia că uniformitatea genetică ar fi cauza vulnerabilizării culturilor uniforme. Analizând istoria trecută şi cea apropiată, cercetătorii au găsit că şi în trecut dar şi în perioade mai recente s-au petrecut asemenea situaţii. În acest sens merită scoase în evidenţă două situaţii relevante, asupra urmărilor folosirii în cultură a plantelor genetic uniforme, trăgându-se cu această ocazie un puternic semnal de alarmă, din care s-au putut desprinde concluzii şi învăţăminte, atât pentru ştiinţă, dar şi pentru practica agricolă.

Analizate cele două situaţii, a ieşit în evidenţă necesitatea urgentă de a se declanşa o adevărată ofensivă împotriva uniformităţii genetice a culturilor, reactualizându-se şi reevaluându-se rolul şi importanţa deosebită a resurselor genetice vegetale naturale, pentru asigurarea culturilor cu un conţinut genetic diversificat, cu potenţial de a contracara, efectul distructiv al uniformităţii genetice.

9.2.2. Urmările uniformităţii genetice a cartofului în Irlanda

Analizându-se cele două situaţii petrecute atât în istoria îndepărtată, precum şi în istoria recentă, a putut fi identificat atacul puternic de mană a cartofului în Irlanda între anii 1845 şi 1848, care a devenit un exemplu de referinţă a ceea ce înseamnă o dramă provocată de uniformitatea genetică a unei culturi, care este cartoful.

Din cele prezentate de istorici, rezultă că în acea perioadă populaţia Irlandei era în mare măsură dependentă de cartof.

Aceasta o dovedeşte faptul că până în 1780 irlandezii consumau 4 kg de cartof zilnic, incluzând şi copii de toate vârstele, se presupune că aceştia consumau zilnic 10-12 kg de tuberculi de cartof. Din

documentele vremii îndeosebi din analizele făcute de Academia Naţională de Ştiinţe a SUA în această problemă, rezultă că ororile foametei irlandeze din acea perioadă s-au datorat atacului puternic de mană a cartofului, favorizat de sensibilizarea culturilor uniforme genetic, în aşa măsură încât nu se putea asigura nici măcar necesarul minim pentru subzistenţă. Un cercetător în cultura cartofului; prof. Crist descrie în 1971, pe baza statisticilor oficiale, că jumătate din populaţia Irlandei a murit efectiv de foame, iar un sfert a emigrat în Statele Unite ale Americii.

Un alt cercetător de prestigiu în cultura cartofului; prof Hawkes, scria în 1979, că „sămânţa" de cartof introdusă în Irlanda provenea din câteva clone aduse din America de Sud. Mana s-a răspândit repede în toată Irlanda, pentru că formele de cartof proveneau din aceiaşi sursă de germoplasmă, sensibilă la atacul de mană.

9.2.3. Consecinţele uniformităţii genetice a porumbului în Statele Unite ale Americii

Pentru agricultura SUA, cultura porumbului este foarte importantă, ea având un rol deosebit în economia ţării. Aşa se explică suprafeţele mari cultivate în jurul a 39.000.000 ha, precum şi producţii medii de 16.800 kg/ha. Atenţia specială dată culturii porumbului se regăseşte în investiţiile mari alocate în mecanizarea totală a culturilor, în care porumbul ocupă un loc special. Rezultatele obţinute prin valorificarea producţiei se datorează în mare măsură cercetărilor efectuate, utilizând cele mai performante mijloace de cercetare, precum şi cercetători cu o pregătire profesională foarte bună.

Este interesant faptul că în asemenea condiţii, cultura porumbului în SUA în anul 1970 a suferit un puternic atac a ciupercii ce produce helminthosporioza porumbului (*Helminthosporium turcicum*) care a distrus frunzele plantelor de porumb provocând o pierdere de 15% din

producţia totală, a căror seminţe proveneau din loturile de hibridare, realizate pe baza androsterilităţii citoplasmatice de tip Texas (rasa T).

La sfârşitul anului 1960, aproape întreaga suprafaţă cu porumb în SUA se realiza pe baza hibrizilor care aveau în structura lor linii consangvinizate masculine cu o singură formă de sterilitate, caracter genetic anuclear. Hibrizii de porumb realizaţi pe baza sterilităţii citoplasmatice masculine de tip Texas prezentau o mare sensibilitate la helminthosporioza porumbului, boală care înainte de apariţia rasei T, nu provoca decât pierderi minore. Odată cu apariţia rasei T, foarte agresivă şi cu un potenţial crescut de răspândire, helminthosporioza porumbului a devenit foarte dăunătoare, ciuperca constituind a doua faţă a unei boli cunoscută încă din 1962, când a avut loc o epidemie a bolii în Filipine, care a cuprins culturile de porumb din sud, până în vestul mijlociu şi până în Canada. Boala se transmite repede întrucât odată cu transferul genelor de sterilitate citoplasmatică de tip T se transferă „în bloc" şi genele care transmit sensibilitatea porumbului la atacul helminthosporiozei.

Atacul bolii „distrugerea frunzelor de porumb" provocată de ciuperca *Helminthosporium turcicum* asociat cu cele întâmplate în Irlanda cu atacul manei cartofului *(Phytophtora infestans)* au constituit motive serioase pentru efectuarea de studii şi analize trăgându-se concluzii şi învăţăminte foarte utile, pentru ştiinţă şi pentru practica agricolă, declanşându-se şi reactualizându-se rolul şi importanţa resurselor genetice naturale, pentru asigurarea cultivarelor nou create cu un conţinut genetic diversificat, cu potenţial de a contracara efectul atacului de boli şi a stresului factorilor nefavorabili de mediu.

Mana cartofului şi fuzarioza porumbului reprezintă nu numai un dezastru în sine, produs de două boli foarte periculoase a porumbului şi a cartofului, dar mai ales semnificaţia ştiinţifică şi practică, ţinând cont

că aceste două plante ocupă un loc foarte important în producţia mondială de alimente.

Iată de ce atacul celor două boli şi dezastrele provocate au generat o nouă îngrijorare dar şi o mobilizare atât a cercetătorilor dar şi a cultivatorilor de porumb şi cartof, aceştia fiind obligaţi să caute şi să identifice cauzele care au determinat apariţia acestor două boli precum şi măsurile ce se impun pentru a fi evitate.

Cercetările efectuate de specialişti cu notorietate în domeniu a ajuns la constatarea că în cazul cartofului şi a porumbului atacul celor două boli au fost generate de uniformitatea genetică a culturilor, care s-a putut manifesta datorită sărăcirii în diversitate genetică.

S-a ajuns la concluzia că este greşită tendinţa amelioratorilor pentru crearea de cultivare genetic uniforme, recomandându-se utilizarea în lucrările de ameliorare a unei germoplasme locale, în structura ei genetică existând gene sau combinaţii de gene, cu potenţial de a rezista provocărilor menţionate.

În plus de aceasta, bolile prin pagubele mari produse devin catalizatorul primei încercări organizate pentru a acţiona coordonat, în vederea conservării surselor vechi de germoplasmă, deţinătoare a unor gene pentru rezistenţă.

Se desprinde din cele prezentate cât de importantă este diversitatea genetică, care oferă cultivarelor şansa de a rezista la atacul bolilor şi a factorilor de mediu nefavorabili. Pe de altă parte, uniformitatea genetică, în contrast cu diversitatea, devine cauza principală a vulnerabilizării plantelor la multitudinea de factori de stres ai mediului şi la atacul bolilor.

9.2.4. „Există pierderi care pot deveni câştiguri" (din înţelepciunea populară)

Din această zicală avem multe lucruri de învăţat. Referindu-ne la pierderile mari de recoltă suferite la cartof şi porumb din cauza bolilor

descrise, au devenit – paradoxal – un câştig pentru omenire, deoarece ele au stat la baza semnalului de alarmă la care am făcut referire, deoarece au atras atenţia asupra gravităţii cauzelor ce au determinat pierderile mari de recoltă, inclusiv de vieţi omeneşti, luându-se măsuri imediate pentru organizarea de dezbateri şi efectuarea de cercetări referitoare la starea genetică actuală a culturilor. Ca urmare în anul 1972 Academia Naţională de Ştiinţe a SUA a efectuat un studiu intitulat „Vulnerabilitatea genetică a culturilor majore în SUA", descoperindu-se că plantele importante pentru agricultura americană sunt „impresionant de uniforme şi de vulnerabile" şi că „diversitatea genetică a culturilor scade într-un ritm alert, chiar şi pe termen scurt". S-a mai constatat că „folosirea în lucrările de ameliorare modernă a surselor de germoplasmă puternic procesate genetic, a redus şansele depistării unor surse de gene valoroase, recomandându-se întoarcerea la utilizarea în activităţile de ameliorare a raselor de câmp şi rudelor sălbatice, în care se găseşte cea mai bogată şi diversificată sursă de diversitate genetică valoroasă"

De asemenea „câştigurile" au apărut şi prin luarea măsurilor de organizare a unor dezbateri tematice, din a căror concluzii a reieşit că „nimeni nu a urmărit metodic şi precis cât de uniforme sunt culturile în SUA şi în consecinţă nimeni nu cunoaşte pe fond cât de vulnerabile sunt ele, sub aspect genetic". Ceea ce se cunoaşte cu destulă exactitate constă în existenţa unei tendinţe către uniformitate, situaţie explicată de Academia Naţională de Ştiinţe a SUA astfel „culturile devin vulnerabile sub aspect genetic, deoarece societatea cere amelioratorilor uniformitate. Piaţa cere un produs uniform, pe care fermierul trebuie să-l producă iar amelioratorii să-l creeze; uniformitatea <producerii> înseamnă uniformitate genetică" .

„Distrugerea frunzelor de porumb" provocată de ciuperca *Helminthosporium turcicum* a relevat cât de necesară este germoplasma

veche naturală, pentru agricultura modernă, stimulându-se în aceste condiţii colectarea resurselor de germoplasmă naturală şi în plus de aceasta un simţ al urgenţei vis-á -vis de evenimentele petrecute în anul 1970 cu atacul puternic al ciupercii *Helminthosporium turcicum* la porumb.

Ca urmare, în anul 1972 se organizează Conferinţa ONU pentru Mediul Înconjurător de la Stockholm, care a exercitat o puternică presiune mondială pentru conservarea mediului, promulgându-se şapte rezoluţii în favoarea conservării resurselor genetice naturale şi stoparea pierderilor acestora.

În iunie 1974 se înfiinţează IBPGR (Comitetul Internaţional pentru Resurse Genetice Vegetale, cu sediul la Roma, responsabilizat cu colectarea şi păstrarea colecţiilor mondiale de germoplasmă.

A urmat înfiinţarea CIMMYT (Centrul Internaţional pentru Ameliorarea Porumbului şi Grâului din Mexic).

Se înfiinţează două centre de cercetare, în Columbia şi Nigeria, ambele fiind orientate, încât munca amelioratorilor să fie concentrată pe punerea la lucru a germoplasmei pentru creşterea producţiei de alimente în ţările în curs de dezvoltare.

Viziunea nouă în a vedea şi acţiona pentru colectarea şi conservarea resurselor genetice vegetale s-a răspândit în toată lumea, înfiinţându-se instituţii specializate ale statului cu caracter naţional şi internaţional, „bănci de gene", asigurându-se condiţii tehnice şi organizatorice pentru conservarea pe termen scurt, mediu şi lung a fondului genetic mondial.

În acest context internaţional prin iniţiativa, efortul şi perseverenţa colectivului de amelioratori suceveni a luat fiinţă şi în România, Banca de Gene de la Suceava, care în scurt timp de la constituire, raportează o activitate susţinută pentru colectarea şi conservarea germoplasmei în România.

Iată că pierderile suferite la porumb şi cartof au devenit câştiguri, aşa cum se zice în proverbul românesc că „sunt situaţii în viaţă când pierderile se pot transforma în câştiguri” (Revista AMSEM, nr.3, aprilie 2015).

9.3. Eroziunea genetică – cauzele care o produc și măsurile de combatere

Există numeroase forme de eroziune, atât materială, morală, dar și spirituală etc., care, în conformitate cu specificul fiecăreia, produc însemnate pierderi și distrugeri în viaţa economică, socială și culturală a unei ţări.

Toate formele de eroziune sunt dăunătoare, dar cele mai severe forme sunt cele ce se petrec în lumea vie, pentru că pot provoca, prin consecinţele lor, adevărate dezastre, asupra oamenilor, animalelor, plantelor sau microorganismelor.

Eroziunea genetică poate acţiona asupra tuturor formelor de viaţă, atât la nivelul ecosistemelor, la nivelul speciilor, cât și al genelor. În sens larg, prin noţiunea de „eroziune genetică” se înţelege pierderea irecuperabilă a genelor, indiferent în ce organisme se găsesc ele (superioare sau inferioare). Vă prezentăm în continuare, pe scurt, cauzele eroziunii genetice.

9.3.1. Factorul uman

Reprezintă principala cauză a erodării speciilor, prin distrugerea habitatelor naturale, introducerea de specii străine, neadaptate noilor ecosisteme, prin poluarea mediului sau prin încălzirea globală. La acestea mai trebuie adăugate braconajul speciilor sălbatice, pierderea irecuperabilă (din neglijenţă, prin lipsa de prevedere) a germoplasmei autohtone (specii sălbatice și cultivare primitive).

Deși eroziunea fiinţelor vii se produce din cauza factorilor naturali, prin inundaţii de mari proporţii, prin secetă de lungă durată, prin ploi abundente și violente, asociate cu vânturi puternice sub formă

de vijelii, etc., totuși cele mai severe forme de eroziune sunt rezultatul activităţii umane. Este un paradox, faptul că omul – care ocupă cea mai înaltă treaptă pe scara evoluţiei, dotat cu însușiri superioare, cu inteligenţă, cu memorie, cu judecată, cu limbaj prin care poate percepe pericolul eroziunii vieţii – nu se oprește din aceste acţiuni distrugătoare, de cele mai multe ori din motive subiective, din activitatea sa distrugătoare.

9.3.2. Degradarea habitatelor naturale

Creșterea explozivă a populaţiei determină o puternică presiune asupra resurselor naturale ale Terrei, prin distrugerea sau degradarea habitatelor naturale. Deși o parte din resursele naturale ale Terrei sunt reciclabile, totuși într-o lume în care creșterea populaţiei este explozivă, asigurarea resurselor de hrană devine o mare problemă. Pentru a crea condiţii cu scopul sporirii cantităţilor de alimente, trebuie să protejăm „sănătatea" habitatelor naturale, evitând intervenţiile brutale, care le pot distorsiona evoluţia lor firească. În acest sens, mari distrugeri de habitate naturale se produc prin defrișarea pădurilor, ocuparea „sub plug" a numeroase terenuri inadecvate agriculturii etc. Când dispare un habitat, dispar și toate speciile de plante și animale care îi erau specifice, se pierd nu numai cele mai mari vertebrate, ci și cele mai fine forme de viaţă, reprezentate de microorganisme, care au și ele un rol bine definit în evoluţia normală a vieţii.

9.3.3. Poluarea

Odată cu revoluţia industrială, a apărut un nou fenomen, cu influenţe din ce în ce mai devastatoare asupra existenţei vieţii, el fiind aproape pretutindeni prezent, atât în sol, în apă, cât și în atmosferă. Emisiile diverselor gaze erodează profund vieţuitoarele Terrei, inclusiv omul, provocând în același timp ceea ce denumim „efectul de seră", generator al schimbărilor climatice. Numai substanţele cu efect pesticid au depășit astăzi cifra de 600, numărul produselor comerciale chimice

a trecut de 10.000, iar producţia anuală de pesticide depășește 1,7 milioane de tone. Poluarea, sub toate formele de exprimare, produce cea mai severă eroziune în lumea vie, întrucât eliminarea ei este greu de anticipat, trebuie de insistat pe acele măsuri ce pot duce la diminuarea efectelor nocive ale poluării.

9.3.4. Braconajul speciilor sălbatice

Cu toată legislația existentă în domeniu, care protejează speciile sălbatice, braconajul se practică în continuare, contribuind la distrugerea speciilor, cu riscul ca la unele să se ajungă la limita existenţei lor. De multe ori, tocmai cei ce sunt chemaţi să protejeze viaţa animalelor sălbatice sunt implicaţi în asemenea acţiuni de omor, pentru care nu sunt pedepsiţi în conformitate cu faptele lor.

9.3.5. Pierderea soiurilor și populaţiilor locale de plante

Odată cu crearea și introducerea în cultură a soiurilor și hibrizilor moderni, materialul biologic local nu mai este de actualitate, nu mai prezintă interes. Astfel, un volum însemnat de germoplasmă autohtonă este pierdută, irecuperabilă și, odată cu ea, surse de gene valoroase pentru combaterea factorilor de stres din mediul său natural.

Înlocuirea în cultura mare a soiurilor și populaţiilor locale, cu soiuri și hibrizi moderni cu potenţiale de producţie superioare, reprezintă un proces firesc ce trebuie susţinut, în dorinţa creșterii producţiei. Ceea ce nu este firesc însă și trebuie combătut constă în faptul că materialul înlocuit nu trebuie eliminat, ci păstrat pentru însușirile sale valoroase, cu deosebire cele de rezistenţă la factorii climatici extremi. În prezent, soiurile și populaţiile locale nu mai prezintă interes, pentru a fi cultivate în marea producţie, întrucât potenţialul lor productiv este limitat. Dar însușirile lor de a rezista unor condiţii aspre de mediu (secetă, exces de umiditate, rezistenţă la frig etc.) le recomandă a fi folosite ca surse de gene pentru ameliorarea

însușirilor deficitare ale noilor creaţii care, în unele cazuri, dovedesc vulnerabilitate la condiţiile de stres ale mediului natural și artificial.

9.3.6. Măsuri pentru combaterea eroziunii genetice

Există un consens în lumea specialiștilor, conform căruia sporirea cantitativă și calitativă a producţiei de alimente, pe măsura creșterii puternice a populaţiei, poate fi realizată prin îmbunătăţirea consistentă a însușirilor plantelor, de a rezista la factorii climatici extremi, precum și cei generaţi de încălzirea globală și de atacul bolilor și dăunătorilor. În acest demers, foarte dificil de realizat, se apreciază că trebuie apelat la două măsuri principale. În primul rând, este vorba de asigurarea și utilizarea germoplasmei locale bine adaptate condiţiilor naturale din ţara noastră, deţinătoarea însușirilor respective, în construcţia noilor cultivare ameliorate.

În al doilea rând, se recomandă utilizarea în activitatea de ameliorare a biotehnologiilor moderne, care, pe de o parte, permit manipularea genelor, în conformitate cu obiectivele de ameliorare propuse, iar pe de altă parte, grăbirea parcurgerii acestor procese.

Eroziunea genetică poate fi combătută și prin protejarea habitatelor naturale, în cadrul cărora trăiesc și se înmulţesc numeroase specii vegetale și animale, în strânsă dependenţă de factorii naturali ai mediului și de activitatea umană.

9.3.7. Asigurarea germoplasmei

Cu toate pierderile mari suferite, surse autohtone de germoplasmă mai pot fi găsite la speciile sălbatice, înrudite cu plantele de cultură, care deţin însușiri de rezistenţă la condiţiile nefavorabile de mediu (rezistenţă la secetă, la frig, la exces de umiditate, la cădere etc.).

În colecţia Băncii de Gene din Suceava, sunt conservate 17.031 de probe, reprezentând 409 specii, din care 15 din grupa cerealelor, 7 rude sălbatice ale cerealelor cultivate, 11 leguminoase pentru boabe, 4 din grupa plantelor rădăcinoase și tuberculifere, 21 de legume, 112

plante medicinale și aromatice etc. Tot acest material biologic, care reprezintă o mare parte a fondului genetic naţional, constituie o bogăţie strategică a ţării noastre, fiind conservat în condiţii de maximă siguranţă, ferit de orice proces de eroziune genetică, pentru a fi folosit la îmbunătăţirea potenţialului productiv al plantelor de cultură, din ţara noastră.

O mare parte din materialul conservat este reprezentat de soiuri și populaţii locale românești, considerate cele mai valoroase surse de gene pentru combaterea stresului de mediu, pentru noi și pentru cei ce vor veni după noi.

9.3.8. Producții mici, dar constante

Înainte de introducerea soiurilor și hibrizilor în cultură, întregul sortiment de plante cultivate în România era reprezentat de soiuri și populaţii locale create și promovate în cultură de agricultorii locali, al căror nivel productiv era destul de modest, dar constant în timp. Aproape în orice condiţii climatice, aceste cultivare asigurau supravieţuirea țăranilor și a familiilor lor.

Soiurile și populaţiile locale se menţineau prin selecţia repetată a cultivatorilor locali, care alegeau pentru recolta viitoare seminţele de la cele mai sănătoase și viguroase plante, crescute în condiţii variate de mediu, traversând și perioade favorabile, dar și perioade destul de dificile din punct de vedere climatologic. Aceste variaţii climatice, în unii ani, deosebit de grei, aveau să-și pună amprenta genetică în comportamentul morfo-fiziologic al plantelor, făcându-le în timp mai rezistente la acţiunea lor. În aceste condiţii, s-au format „populaţiile locale” care au asigurat, „peste vremuri”, un nivel modest, dar sigur de producţie, pentru hrana de toate zilele.

9.3.9. Hibrizii moderni, cu plus și minus

Crearea și introducerea în cultură a soiurilor și hibrizilor moderni prezintă o serie de avantaje incontestabile, dar și unele dezavantaje.

Odată cu creșterea excesivă a populaţiei, pe de o parte, și cu ridicarea standardului de viaţă, pe de altă parte, sporirea nivelurilor de producţie ale culturilor agricole a devenit o cerinţă de prim-ordin. Peste tot în lume, dar și în România, s-a trecut la o nouă abordare în activitatea de ameliorare, prin îndreptarea atenţiei în mai mare măsură asupra genelor, în comparaţie cu plantele. Astfel s-au născut biotehnologiile moderne – celulare și/sau moleculare – reușindu-se crearea de soiuri și hibrizi superproductivi, care au revoluţionat agricultura.

În această atmosferă generală de realizări deosebite, chiar și unii din cei care au obţinut asemenea rezultate remarcabile au neglijat sau au dat dovadă de lipsă de prevedere, pentru conservarea materialului genetic, care a stat la baza creaţiilor lor. Răspândirea rapidă în cultură a acestor noi creaţii și neluarea măsurilor de colectare și păstrare a populaţiilor locale a constituit o formă aspră de eroziune genetică, prin pierderea irecuperabilă a numeroase gene, îndeosebi pentru însușirile de rezistenţă.

Există în literatura de specialitate suficiente exemple despre avantajele productive ale acestor cultivare noi, dar și unele dezavantaje, îndeosebi în ceea ce privește însușirile de rezistenţă, de toate tipurile. Soiurile și hibrizii moderni, prin structura lor genetică, au cerinţe specifice, faţă de condiţiile de mediu, neasigurarea acestora provocând căderi importante în potenţialul productiv. Toate aceste neajunsuri pot fi rezolvate prin utilizarea genelor favorabile existente în materialul genetic autohton, beneficiind în prezent de suficiente cunoștinţe și metode, pentru transferul lor în cultivarele moderne, dar deficitare în unele însușiri.

9.3.10. Utilizarea biotehnologiilor

Primele începuturi de îmbunătăţire a însușirilor productive ale plantelor au constat în selecţia empirică efectuată de om, apreciată ca un început de drum lung de procese, surprize și speranţe. Traversând

perioada empirică și cea tradiţională a biotehnologiei, s-a ajuns în prezent la un nivel de abordare foarte înalt, la biotehnologia celulară și moleculară.

De fapt, valorificarea superioară a potenţialului genetic al germoplasmei s-a consemnat după 1900, odată cu îndreptarea atenţiei în mai mare măsură a cercetătorilor asupra genelor, decât a plantelor.

În procesul continuu de îmbunătăţire a plantelor, tehnicile și metodele folosite de om urmăresc evoluţia naturală a lor, prin procese genetice fundamentale, precum mutaţia, recombinarea genetică și selecţia. Deși oamenii de știinţă sunt obligaţi să urmeze evoluţia naturală a plantelor – în ceea ce privește parcurgerea etapelor biologice respective, pentru creșterea vitezei de parcurgere a lor – ei au elaborat biotehnologii noi de ameliorare, care se deosebesc de evoluţia naturală a plantelor, prin grăbirea transformărilor genetice, produse ca urmare a integrării mecanismelor evoluţiei într-un sistem raţional, reprezentat de metodele biotehnologice de ameliorare.

Biotehnologiile moderne respectă învăţămintele „Mamei Natură", în ceea ce privește etapele naturale ale evoluţiei. Însă, în noile condiţii de dezvoltare a societăţii, omul este chemat să caute soluţii pentru grăbirea lor.

Privitor la recombinarea genelor, pe cale naturală și artificială, prin încrucișarea sexuată, omul – din necesitatea grăbirii procesului de ameliorare și evitării caracterului întâmplător al acestuia - a descoperit ingineria genetică, știință care schimbă fundamental modul de recombinare a genelor specifice, prin ceea ce numim transgeneză. Prin această metodă, se evită drumul lung și nesigur al transformărilor pe cale sexuată, iar pe de altă parte se maximizează exactitatea și viteza procesului de ameliorare.

Importanţa deosebită în acest proces, a calităţii genetice a germoplasmei, pentru viitorul ingineriei genetice, este deosebit de

mare, ea constituind sursa fundamentală a noilor biotehnologii (Revista AMSEM, nr.5, iunie 2014).

9.4. Vulnerabilizarea genetică a culturilor – cauze și efecte

Controlul genetic al productivității plantelor, este determinat de expresia întregului sistem genetic, care controlează direct sau indirect procesele metabolice fundamentale (fotosinteza, asimilația în procesele de creștere, multiplicarea celulară și morfogeneza) precum și în procesele de dezvoltare (diferențierea fazială, echilibrul hormonal, gametogeneza).

Fiecare dintre aceste procese este controlat și reglat, atât prin sisteme genetice directe, dar și prin sisteme genetice complementare, expresia lor fenotipică fiind controlată de acțiunea factorilor de mediu și de procese complexe de echilibru morfo-fiziologice.

Când, în derularea mecanismelor genetice apar distorsiuni funcționale sau/și structurale a sistemului genetic, genele sau complexele genetice nu-și pot îndeplini funcționarea lor normală, apărând unele dereglări, mai mici sau mai mari, în funcție de intensitatea lor. Un fenomen este cert: când baza genetică se reduce și funcționarea genelor scade, se îngustează și exprimarea unor însușiri cantitative sau calitative, sistemul nemaiputând răspunde unei activități normale.

Luând ca exemplu porumbul, ca fiind planta asupra căreia s-a efectuat un volum însemnat de cercetări genetice, inclusiv cercetarea uniformității și diversității genetice, s-a constatat că potențialul genetic al productivității porumbului, s-a limitat foarte mult, situație motivată prin interpretarea actuală a acțiunii și interacțiunii genelor și a materialului genetic disponibil. În consecință se întrevede că productivitatea porumbului deja atinsă, în viitor va putea fi obținută numai cu mari eforturi, fapt ce conduce la concluzia că viitoarele creșteri ale producției se vor realiza mai degrabă printr-o perfecționare

continuă a măsurilor agrofitotehnice, decât prin sporirea potențialului genetic al productivității. Conform cercetărilor din domeniu, ca urmare a îngustării bazei genetice a porumbului, se preconizează ca productivitatea genetică actuală a porumbului se va putea menține, chiar și cu o ușoară creștere și în următoarele cinci decenii. Considerăm că această limitare excesivă este puțin forțată, cu toate că un studiu făcut de cercetătorii americani intitulat ”Vulnerabilitatea genetică a culturilor americane” a constatat că specii importante din agricultura americană sunt impresionant de uniforme genetic și în consecință vulnerabile. De asemenea s-a constatat că „diversitatea genetică a plantelor de cultură scade într-un ritm alarmant, chiar și pe termen scurt”. S-a mai constatat că folosirea în lucrările de ameliorare modernă a surselor de germoplasmă intens procesate genetic, au redus dramatic șansele identificării unor surse noi de germoplasmă valoroase.

Ce au descoperit specialiștii pentru contracararea dificultăților genetice, apărute în activitatea de ameliorare?

- Utilizarea în lucrările de ameliorare a surselor locale de germoplasmă, cu o vechime foarte mare, surse ce pot fi identificate în soiurile și populațiile locale, în speciile sălbatice înrudite în care se găsește cel mai bogat și diversificat fond genetic.
- Folosirea în activitatea de ameliorare a materialelor genetice descoperite de Vavilov, care străbătând pământul în majoritatea zonelor ecologice, stabilește 12 centre de diversitate genetică amplasate în apropierea Ecuatorului, nefiind afectate de ghețari, unde oamenii practicând timp îndelungat agricultura, pot fi găsite cele mai multe rase de câmp și rude sălbatice ale plantelor cultivate, fiind o adevărată „comoară genetică a Lumii”

Diversitatea genetică a plantelor a intrat în atenția cercetătorilor odată cu recunoașterea importanței acesteia, ca fiind cea mai valoroasă

sursă de germoplasmă în ameliorarea unor însușiri deficitare ale plantelor moderne.

Când cultivatorii de plante au înlocuit varietățile lor primitive, cu noile creații moderne, amelioratorii au pierdut din atenție ceea ce era mai de preț, pentru activitatea lor: genele din cultivarele primitive.

De ce au fost denumite teritoriile din Asia, Africa și Europa „marile laboratoare (de ameliorare empirică) ale lumii?

Expedițiile de colectare și cercetare efectuate de Vavilov a materialului genetic primitiv, din care unele soiuri și populații primitive, au stat la baza creării soiurilor moderne de astăzi, au atras atenția specialiștilor că cea mai bogată și diversificată în resurse genetice autentice au fost colectate din Asia, Africa și Europa, teritorii în care ameliorarea empirică a avut loc timp de mai multe secole, creându-se o multitudine de forme noi, fără număr, pe suprafețe foarte mari, constituind „rezervorul mondial de germoplsmă", care a așteptat multe secole până să fie recunoscut și valorizat.

Înainte de anul 1936 majoritatea amelioratorilor nu știau unde se găsesc, marile „ comori genetice ale Lumii". Cel care a fost primul care a deschis calea spre cunoașterea și răspândirea germoplasmei adevărate a fost nimeni altul decât Marele Vavilov, care printr-o muncă perseverentă a străbătut aproape întreaga Lume în căutarea de ceea ce au creat strămoșii noștri, - noi specii de plante, lipsind doar Africa de Vest. Din 1916 până la mijlocul anului1930, Vavilov a organizat expediții științifice în Iran, Turcia, Etiopia, Afganistan, China și Peru, adunând peste 30.000 de specii sălbatice, 2800 de forme de porumb, 31.000 de eșantioane de grâu și multe altele.

Ca o concluzie, la acest subcapitol se poate desprinde lesne de înțeles de ce Asia, Africa și Europa sunt adevăratele centre de diversitate genetică, iar denumirea de „marile laboratoare" ale Lumii, sugerează de fapt marile centre de ameliorare empirică a Lumii, unele au fost „create", de agricultorii locali din acele vremuri îndepărtate, forme noi de plante cultivate ancestrale. Primii oameni care au decis să

semene „altfel” de semințe au fost cei care au observat că unele plante sunt mai sănătoase și mai viguroase decât altele, dorind ca în sezonul următor să realizeze o producție la fel de bună sau chiar mai bună, alegând semințe de la acestea. Repetând această operațiune, oamenii au constatat că recolta lor se îmbunătățește, acreditând această realizare unor ființe supraomenești, cu prioritate unor zei, mai mult decât unor ființe umane.

Acești primi „selecționeri” reprezintă primii oameni care au sesizat posibilitatea îmbunătățirii plantelor prin intervenția lor, fiind considerați înaintașii agricultorilor de astăzi.

Prin recoltarea semințelor de la cele mai bune plante și păstrarea acestora pentru recolta viitoare „selecționerii” au devenit parteneri într-un domeniu, care până la ei a fost patronat de Mama Natură.

Primii selecționeri au observat ca plantele lor de cultură sunt ceva mai mult decât formele sălbatice, reușind să domesticească plantele, obținând prima dată o recoltă mai bună, de la o entitate biologică nouă, denumită de specialiști „cultivare primitive” considerate astăzi ca cele mai valoroase forme de germoplasmă la îndemâna amelioratorilor moderni.

9.4.1. Adevăratele valori ale surselor de germoplasmă din Asia, Africa și Europa

Valoarea genetică a soiurilor și populațiilor de plante create de primii „selecționeri” ai Lumii, este rezultatul activității conștiente a omului, desfășurată în condițiile de mediu date. Ținând seama de condițiile de mediu din Asia, Africa și Europa, care și-au pus amprenta pe structura genetică în formare a noilor creații populare, obținându-se o germoplasmă cu o bogată și diversificată constelație de gene în conformitate cu obiectivele selecționerilor și cu condițiile specifice ale mediului. În ele au fost concentrate gene sau complexe de gene, cu însușiri noi de productivitate și de rezistență la boli și dăunători - dar foarte importante – și la condițiile aspre climatice și pedologice, foarte diversificate la care au fost domesticite. Aceste însușiri, dobândite de

cultivarele primitive, reprezintă adevăratele valori ale germoplasmei primelor creații ale selecționerilor primitivi, creații care au suferit un lung proces de transformare, dar au menținut în structura lor biologică multe din însușirile de rezistență provenite de la părinții lor sălbatici. Acestea reprezintă adevărata bogăție genetică, descrisă de specialiști „comoara genetică a Lumii".

9.4.2. Efectele vulnerabilității genetice

Istoria agriculturii recentă sau mai veche, prezintă numeroase exemple de dezastre datorate stării de vulnerabilitate a culturilor, din cauza sărăcirii bazei genetice a culturilor care devin uniforme genetic cu posibilități reduse de apărare împotriva atacului bolilor și dăunătorilor, precum și ale adversităților mediului.

Sumar voi prezenta câteva exemple de dezastre provocate de uniformitatea genetică a culturilor prin apariția bolilor și dăunătorilor.

- ✓ Între anii 1845-1848, în Irlanda la cultura cartofului a avut loc atacul puternic de mană (*Phytophtora infestans*), afectând grav populația Irlandei, care era în mare măsură dependentă în hrana oamenilor și a animalelor, de cultura cartofului. Până în 1870 irlandezii consumau zilnic câte 4 kg de cartofi de persoană, dar incluzând și copii de toate vârstele, se ajungea la un consum zilnic al populației de 10-12 kg. tuberculi. În aceste condiții asociată și cu alți factori favorizanți, în conformitate cu analiza făcută de Academia Națională a SUA, ororile foamei irlandeze, apărută în acea perioadă, s-au datorat atacului puternic de mană, favorizat de sensibilitatea culturilor, soiurile cultivate fiind foarte sensibile, mai ales în condițiile unei uniformități genetice foarte pronunțată; nu s-a mai putut asigura necesarul de hrană pentru subzistență, încât jumătate din populație a murit efectiv de foame, iar un sfert din ea a imigrat în SUA (Cristea,1971).
- ✓ Tot din cauza uniformității genetice în statul Florida din SUA a apărut o boală foarte agresivă, în pepinierele de citrice provocate de cancerul citricilor (*Xanthomonas campestri).* La sfârșitul

anului 1984 bacteria responsabilă de producerea cancerului și-a făcut apariția într-o pepinieră de citrice din Centrul Floridei. În luna octombrie a aceluiași an, trei milioane de butași au murit, reprezentând o cincime din totalul plantațiilor de citrice din Florida.

După analizele efectuate asupra patogenului s-a identificat o mutație virulentă a bolii.

Singura metodă de combatere ar fi fost distrugerea prin ardere a plantațiilor de citrice, producându-se pierderi de milioane de dolari. În anul 1985 în centrul Floridei s-a semnalat atacul cancerului la diferite specii de arbori, afectând trei milioane de arbori, care au fost sacrificați prin ardere.

Între anii 1984-1985, nouă milioane de arbori de citrice au fost distruși prin ardere, datorită infestării cu cancer, 300 de pepiniere fiind închise.

Și exemplele ar putea continua, prin ceea ce s-a petrecut în SUA cu atacul ciupercii *Helminthosporium turcicum,* care a distrus cultura porumbului, cu mențiunea că materialul atacat a constat din hibrizii obținuți pe baza sterilității citoplasmatice masculine de tip Texas, care prezentau o mare sensibilitate la helminthosporioza porumbului, boală care înainte de apariția rasei T, la sfârșitul anului 1960 nu provoca decât pierderi minore. Helminthosporioza porumbului, prin amploarea dezastrului produs și prin manifestarea agresivă a bolii a însemnat pentru lumea specialiștilor, mai mult decât pierderile în sine, obligând pentru prima dată specialiștii să tragă un puternic semnal de alarmă asupra acestei situații, care a dus la pierderea producției de porumb in SUA pe 12% din suprafața ocupată cu porumb, obținută pe baza sterilității masculine de tip Texas (Revista AMSEM, nr.1-2, ianuarie 2018).

9.5. Pierderea diversității genetice a plantelor reflectă mai degrabă influența umană, decât ciclurile naturale

Eroziunea genetică și diversitatea genetică a plantelor constituie concepte noi și utile, pentru cei care lucrează in domeniul conservării resurselor genetice vegetale, a administratorilor de terenuri, pentru practicienii de restaurare a vegetației, cercetătorii care studiază evoluția eroziunii genetice și factorii naturali, precum și antropogeni care le produc.

In esență, eroziunea genetică constă in pierderea diversității genetice, amplificate sau accelerate de activitățile umane. Prima utilizare a termenului de eroziune genetică a avut loc atunci, când s-a făcut referire la pierderea de forme primitive de plante, prin înlocuirea lor cu forme moderne, superproductive. Această tendință de înlocuire a populațiilor locale și a soiurilor vechi, unele ancestrale, a dus la dispariția soiurilor tradiționale.

Termenul este și in prezent utilizat, in general la pierderea diversității genetice a plantelor, inclusiv la pierderea diversității genetice la speciile de plante native. Însă, așa după cum este definit termenul *schimbări climatice*, care reprezintă o modificare accelerată a modelelor climatice, care reflectă mai degrabă influența umană, decât ciclurile naturale, termenul *eroziune genetică* este mai frecvent utilizat, in contextul pierderii diversității genetice, legat de activitatea umană, care are o rată mai rapidă sau la scară mai mare, decât ar fi de așteptat, in temeiul proceselor naturale.

9.5.1.Cum se măsoară eroziunea genetică

Eforturile de măsurare a diversității genetice variază in funcție de diversitatea genetică a plantelor. Implicit in conceptul de eroziune genetică, există o limită de referință, de unde poate fi măsurată eroziunea genetică.

- ✓ La nivelul unei populații, diversitatea este măsurată prin numărul și frecvența alelelor (adică diferite forme ale unei gene). Pentru aceasta, se folosesc markerii genetici fenotipici sau moleculari, cu scopul de a măsura și a monitoriza nivelul de diversitate genetică.
- ✓ La ordinile superioare ale organizării biologice, estimarea eroziunii genetice are in vedere, diversitatea genetică a populațiilor.
- ✓ La nivelul speciei, eroziunea genetică poate însemna densitatea redusă a populației sau pierderea populației.
- ✓ La nivel de habitat sau ecosistem, eroziunea genetică poate însemna o simplificare a nivelurilor trofice, in sistarea și reducerea numărului de specii reprezentative.
- ✓ La nivel de producție națională, eroziunea genetică poate fi măsurată prin reducerea numărului de produse de bază, a varietăților vechi, care sunt heterogene, având în compoziție și cultivare noi, mai uniforme, multe aduse din import.

9.5.2.Pierderi care se pot produce

Există o perspectivă in conservarea resurselor genetice vegetale, de asemenea, și o perspectivă a eroziunii genetice. Un obiectiv cheie de conservare constă în cuprinderea diversității genetice a probelor reprezentative disponibile in populația vizată; totodată, speciile sau mediul natural pentru gestionare în condițiile conservării „in situ". Toate metodele de conservare sunt supuse riscului eroziunii genetice, inerente în astfel de practici necesare, de exemplu eșantionarea, regenerarea, propagarea, depozitarea și păstrarea.

In general eroziunea genetică, la toate aceste niveluri, este pierderea diversității in interiorul speciei. Poate reprezenta pierderea unei populații întregi, diferite genetic de alte populații, pierderea sau modificarea frecvenței alelelor specifice, în cadrul populației.

Pierderea finală a diversității genetice constă în dispariția unei specii la scară națională sau globală. Această pierdere a diversității biologice a fost măsurată în mod tradițional prin frecvența extincției speciilor.

Există numeroase exemple de beneficii ale pierderii alelelor dăunătoare. Dar acest proces nu poate fi absolutizat, întrucât pierderea diversității genetice nu poate fi obligatorie.

9.5.3.Degradare fără pierderi

Diversitatea genetică a unei specii sau a unei populații poate fi degradată consistent, fără o pierdere imediată ca număr. De exemplu, in Canada și in SUA, există câteva specii de arbori care sunt atât de puțini, încât au fost declarați ca fiind „pe cale de dispariție" sau „amenințați". Cu toate acestea, există preocupări privind eroziunea genetică la speciile forestiere, exprimate in Catalogul internațional din anul 1995, privind statutul genetic al pădurilor din zona temperată și, mai recent, în Raportul Mondial de Resurse Forestiere, unde se menționează că jumătate din speciile forestiere sunt amenințate de eroziune genetică în ecosistemele forestiere (FAO 2014).

Deși, in teorie, pierderea diversității genetice ar putea mări potențialul invaziv al plantelor invadatoare, acest aspect, deocamdată, rămâne neconfirmat de dovezi experimentale concludente. Unele cercetări au relevat niveluri scăzute de diversitate genetică în cazul unor populații invazive, ca de exemplu *Phragmites australis, Bromus tectorum, Setaria viridis*, deși această situație nu este caracteristică speciilor populațiilor invazive.

Însă este cazul speciilor exotice invazive, care sunt introduse într-un mediu nou, existând posibilitatea de a scoate în evidență ceea ce se numește „gâtuire genetică", deoarece plantele nou introduse reprezintă doar o probă, poate una foarte mică, un eșantion din întreaga gamă de diversitate a speciilor.

9.5.4.Urmările distrugerii habitatelor

Diversitatea genetică este pierdută în aceeași măsură în care specia dispare. Pierderea și fragmentarea habitatelor pot reduce dimensiunile populațiilor de plante. Dacă habitatul este distrus și nu există o regenerare ulterioară cu semințe de la băncile de gene sau cu semințe colectate anterior, atunci pierderea diversității genetice apare imediat, atunci când planta pierdută nu există în altă parte. Legăturile între fragmentarea habitatului și pierderea diversității genetice la speciile forestiere au fost bine stabilite.

9.5.5.Practici nefaste de management

Există potențial de a reduce eroziunea genetică, prin activitatea de propagare, asociată restaurării, reabilitării sau reîmpăduririi ori scenarii de reproducere a diversității biologice care a fost măsurată în mod tradițional, prin frecvența extincției speciilor.

Unele practici de management pot contribui la pierderea diversității genetice. Astfel, specia perenă de pajiști *Asclepias meadii*, care apare in mod deosebit în pajiștile din prerie, este recunoscută ca fiind amenințată. Specia se poate reproduce atât sexuat și este incompatibilă în sine, dar și asexuat (prin rizomi). Prin urmare, parte din habitatele rămase sunt cosite anual, o practică obișnuită de peste un secol.

Cu toate acestea, unele habitate rămase sunt protejate de incendii, încă de la mijlocul anilor ‘50, focul reprezentând o perturbare naturală în aceste ecosisteme. O comparație a diversității genetice a celor două sisteme diferite a furnizat dovezi că există o diversitate genetică mai mică între pajiștile necosite și cele cosite. S-a găsit că cele cosite au îndepărtat păstăile cu boabele în „lapte”, prevenind dispersia semințelor și, in consecință, reproducerea asexuată, ceea ce a determinat creșterea rizomilor. Astfel diversitatea genetică a fost redusă rapid pe unitatea de

suprafață, de numărul mai redus sau mai mare al indivizilor distincți din punct de vedere genetic.

Diversitatea genetică în zona cosită va continua să scadă, deoarece selecția a eliminat clonele suplimentare și nu s-au promovat noi clone din reproducția sexuată. Astfel, tendințe mai mari ar fi în activitatea selecției naturale a clonelor, dar cu o reducere a diversității genetice.

Într-o zonă gestionată, pot exista mai multe specii țintă cu un plan de gestionare. Insă planurile pot fi în conflict cu planul de management al habitatului sau cu planul de gestionare a unei specii țintă din interiorul acelei zone. Populațiile mai puțin diverse pot fi susceptibile la agenții patogeni sau la condițiile precare de mediu.

9.5.6.Concluzii și sublinieri importante

Merită de subliniat faptul că soiurile noi, puțin diverse genetic, sunt mai susceptibile la agenții patogeni sau la condițiile de mediu precare. Fără diversitate genetică, nu poate exista nici adaptare și nici evoluție.

Selecția naturală acționează asupra diversității genetice, indivizii adaptați supraviețuiesc și se reproduc. Pierderea diversității genetice reduce capacitatea populației de a se adapta în timp, reduce potențialul de evoluție și scade capacitatea de reproducție.

De fapt, unul dintre principiile de bază ale evoluției biologice constă în aceea că rata schimbărilor evolutive este proporțională cu cantitatea de variabilitate genetică a unei specii (Revista AMSEM, nr.6, iunie 2019).

CAPITOLUL 10
FONDUL DE GENE

10.1. Un nou concept în genetică: fondul de gene

Obiectivul principal al efortului actual al cercetătorilor, este de a promova conservarea și utilizarea resurselor genetice alternative, adică rudele sălbatice a speciilor cultivate, în programele de ameliorare a plantelor. Gestionarea eficientă în acest demers, reprezintă cheia utilizării, cu rezultate favorabile a resurselor genetice vegetale. Periodic, au existat încercări de a aborda această problemă, fiind propuse sisteme pentru gruparea lor, având o bază genetică mai largă, care să permită conservarea și utilizarea durabilă, în procesul de ameliorare a plantelor. Ca urmare, s-a deschis calea elaborării sau propunerea unor ghiduri pentru clasificarea sau gruparea diversității genetice accesibilă unor specii cultivate, țintă care să îmbunătățească gestionarea și simplificarea utilizării lor.

Cele două concepte care s-au folosit pentru atingerea acestor obiective au fost „fondul de gene" și „colecția de lucru".

Pentru a conserva spectrul total al variabilității evitând duplicatele și cu informații despre relațiile dintre componentele diversității genetice disponibile și accesibile, este necesar să se dezvolte un cadru în care atât sistemele informale, cât și cele formale, să poată opera cu minimă confuzie. Pentru a realiza acest lucru, a apărut mai întâi conceptul „fond genetic" propus de Harlan și de Wet, cu scopul de a cuprinde întreaga diversitate genetică, accesibilă totală a unui taxon, inclusiv diversitatea dintre o specie cultivată și eventualele specii sălbatice afiliate genetic.

Deoarece s-a considerat mai important să se promoveze utilizarea resurselor genetice vegetale accesibile în ameliorarea plantelor, prin

metode de reproducere convenționale, sau cu ajutorul dezvoltării biotehnologiei, care se bazează în primul rând pe relația de compatibilitate încrucișată, pentru a aduce resursele genetice accesibile, în limitele de utilizare, după o abordare corespunzătoare a încrucișărilor. Pentru a face față problemei mulțimii colecțiilor de specii cultivate, mai târziu a apărut conceptul „colecții de lucru" ceea ce depășește sfera acestei lucrări.

10.1.1. Conceptul „fond de gene"

Metodele de taxonomie oficială nu au fost satisfăcătoare pentru clasificarea variabilității existente în cadrul speciilor cultivate și a rudelor lor sălbatice și din punctul de vedere al conservării și utilizării. S-au creat numeroase confuzii, în special datorită diferențelor de opinie dintre cercetătorii, care au dezvoltat aceste clasificări în funcție de modurile de informare. De exemplu unul dintre cercetători a clasificat numai 31 de specii la sorgul cultivat, în plus față de cele sălbatice și de buruieni, care sunt pe deplin compatibile cu speciile domestice. Un alt cercetător le-a redus la 9 iar un altul la o singură specie, adăugându-se astfel confuzia din punct de vedere al conservării și utilizării. Există un număr mare de astfel de confuzii și la alți taxoni, inclusiv specii de legume, cum ar fi *Cucumis,* cu privire la statutul specific al speciilor, precum *C. callasius, C. trinigoneus,* ca număr diferit de specii în diferite publicații. În plus taxonii sălbatici diferă de omologii lor cultivați. Ei diferă nu numai prin caracterele morfologice ci și prin modul de reproducere, care a dus la izolarea lor genetică și reproductivă. Prin urmare acestea merită un tratament taxonomic și descriptiv special. Din nefericire de mult timp nu există un ghid pentru gruparea consistentă a toxonilor. Harlan și de Wet au dezvoltat conceptul „fond de gene", prin dezvoltarea unei structuri care să reprezinte diversitatea totală disponibilă într-un grup și să o caracterizeze prin atribuirea taxonilor, fondurilor de gene primare, secundare și terțiare. La nivel intraspecific

soiurile sunt grupate în rase, subrase, într-un mod informal, fără reguli rigide.

Diferențele între taxonii sălbatici și taxonii domestici sunt bine cunoscute. Cu toate acestea atât plantele sălbatice cât și cele cultivate au suferit diferite tipuri de schimbări și presiuni de selecție, datorate mai multor factori. Rezultatul acestora se concretizează prin acumularea unei cantități mari de variații genetice evidente între formele foarte apropiate genetic. Pentru a oferi o perspectivă genetică și a se concentra asupra plantelor cultivate, în raport cu alte componente ale diversității a fost propusă de specialiști trei categorii informale: fond primar de gene (FG-1), fond secundar (FG-2) și fond terțiar de gene (FG-3)

10.1.2. Fondul primar de gene (FG-1)

Printre componentele acestui fond de gene, transformarea între plantele populațiilor distincte este ușoară. Hibrizii sunt în general fertili, cu o asociere cromozomală bună. Segregarea genelor este de obicei normală. Transferul de gene se face în general, ușor. Speciile biologice includ aproape întotdeauna rase spontane (sălbatice și/sau buruieni), precum și rase cultivate. Speciile pot fi împărțite în două subspecii:

- Subspecii A ce includ rase cultivate
- Subspecii B ce includ rase spontane

În termeni taxonomici, fondul primar de gene este aproape identic cu speciile folosite în aplicarea conceptului biologic de specie.

10.1.3. Fondul secundar de gene (FG-2)

Poate include toate speciile biologice care se încrucișează cu speciile cultivate. Transferul de gene este posibil, dar cu condiția ca una dintre ele să se lupte cu barierele, care sunt bine sau mai puțin bine dezvoltate. Ele pot determina ca unii hibrizi să fie mediocri, afectând ciclul gametic, modelul de recombinare fiind dificil de realizat până la maturitate, cu recuperarea tipurilor dorite, în generațiile următoare. Acest fond de gene poate fi valorificat în lucrările de ameliorare. Petru

aceasta, amelioratorul sau geneticianul trebuie să depună eforturi suplimentare pentru a depăși incompatibilitatea încrucișărilor și barierele de recombinare, cu aplicarea diferitelor manipulări citogenetice posibile pentru a stabili un hibrid fertil și un transfer reușit de gene.

În termeni taxonomici, fondul secundar de gene, în majoritatea cazurilor, corespunde următoarei diviziuni a genelor, cum ar fi secțiunile. Aceasta depinde de stadiul evolutiv al mecanismului de izolare în funcție de divergențele morfologice, care nu pot merge mână în mână.

10.1.4. Fondul terțiar de gene (FG-3)

La acest nivel, pot fi făcute încrucișări între speciile sălbatice și speciile cultivate, dar hibrizii tind să fie letali sau complet sterili. Transferul de gene fie nu este posibil prin tehnicile cunoscute sau sunt necesare tehnici radicale, cum ar fi „cultura de embrioni" sau grefarea pentru a obține hibrizi, prin dublarea numărului de cromozomi sau utilizarea „punților genetice" pentru a obține o anumită fertilitate sau alte abordări biotehnologice.

Fondul terțiar de gene definește limitele exterioare ale potențialului de acoperire genetică. Deoarece puțini cercetători au lucrat cu acest fond de gene, este destul de modest definit. Totuși din orice încrucișare care poate fi făcută, există o șansă că va fi descoperită o tehnică care va face posibilă utilizarea ei. Poate că cel mai puternic instrument în prezent cunoscut pentru introducerea genelor din fondul terțiar de gene în plantele cultivate, este utilizarea hibrizilor complexi care pot funcționa ca o „punte genetică" sau prin aplicarea unor tehnici biotehnologice, inclusiv tehnologia ADN recombinant.

Taxonomic, fondul terțiar de gene poate corespunde în mare măsură genului, dar taxonomic este bine izolat de cei mai apropiați aliați. Se poate extinde, de asemenea, dincolo de limitele genetice.

Fondul secundar de gene ar putea schița grupuri care ar fi acceptabile pentru anumiți taxoni ca limite generice, însă fondul terțiar

de gene, descrie limita superioară a fondului potențial de gene dintr-o specie cultivată. Nu este o unitate taxonomică. Acestea sunt pur și simplu ghiduri pentru plasarea clasificărilor existente în perspectiva genetică din perspectiva utilizării.

Diferențierea poliploidiei trebuie bine înțeleasă și luată în considerare. S-ar putea să nu existe nici o soluție care să se aplice tuturor culturilor dar, ca o orientare generală, s-a propus să fie recunoscute nivelurile genetice separate pentru diferite niveluri de ploidie. Barierele genetice datorate poliploidiei nu sunt întotdeauna puternice, iar transferul de gene între nivelurile de ploidie poate fi destul de mare în unele cazuri. Barierele există; totuși, în general este util să se indice prezența lor prin furnizarea de epitete separate.

Taxonomia formală a eșuat cel mai vizibil la nivel intraspecific. Tendința de supraclasificare este vizibilă, iar categoriile formale sunt oferite grupurilor de cultivare care au o integritate genetică mică sau deloc. Categoriile suplimentare intraspecifice, de exemplu, ar oferi un minim de peste 2000 de clase care ar putea duce la o mai mare confuzie decât clarificarea termenului "soi"; trebuie căutat un termen botanic, deoarece este dificil de confundat.

În concluzie, clasificarea plantelor în grupuri distincte este cheia unor abordări științifice a materialului genetic, în funcție de criteriile propuse, în diferite grupări taxonomice, filogenetice, botanice etc. ajungând la utilizarea eficientă a materialului genetic. Fondurile de gene, orientează amelioratorii și geneticienii în alegerea materialului de lucru, în cele mai raționale poziții în activitatea de ameliorare, ținând cont de compatibilitatea la încrucișări, precum și de alte cerințe importante.

În lipsa unor clasificări raționale, bazate pe informații științifice, reușita lucrărilor de ameliorare este greu de atins, dacă nu imposibil Revista AMSEM, nr. 4. aprilie 2018).

CAPITOLUL 11

AMELIORAREA MODERNĂ A PLANTELOR – ASISTATĂ GENETIC

11.1. Creşterea performanţelor plantelor de cultură

În majoritatea lucrărilor noastre, precum şi în a altor autori, sunt prezentate rezultatele privind valoarea resurselor genetice vegetale, cu deosebire a soiurilor şi populaţiilor locale, ca surse de gene pentru îmbunătăţirea unor însuşiri importante ale plantelor agricole, cu prioritate a însuşirilor de rezistenţe de diferite tipuri (stresul de mediu, boli şi dăunători, soluri cu diferite grade de toxicitate), precum şi însuşiri de calitate. Această constatare, de altfel foarte importantă, ar fi rămas doar ca o valoare în sine, dacă cercetătorii nu ar fi descoperit căile şi metodele de valorificare a acestor oportunităţi genetice, prin transferul direct, rapid şi specific al genelor de interes, existente în structura genetică a soiurilor şi populaţiilor locale, în genomul altor plante ce necesită îmbunătăţiri. Plecând de la acest adevăr, am considerat necesară şi oportună, prezentarea biotehnologiilor de lucru, în vederea realizării transferului de gene, de la un organism donor la un organism receptor, ce reclamă îmbunătăţiri.

Gena identificată şi izolată poate fi transferată şi exprimată în mod direct sau prin intermediul vectorilor. Pentru reuşita transferului, secvenţele de gene introduse în celule primitoare trebuie înserate în genomul acesteia, exprimate şi menţinute pe tot parcursul diviziunilor celulare ulterioare. În sfârşit, celula plantei transformate trebuie să poată fi regenerată în plante întregi. În funcţie de modul cum se acţionează asupra celulelor primitoare, transferul genelor de interes se poate realiza prin metode directe, în care situaţie se acţionează direct

asupra celulelor plantei care „solicită” îmbunătăţiri şi prin metode indirecte, în care caz se acţionează tot asupra celulelor plantei primitoare, dar nu direct, ci prin intermediul vectorilor.

11.1.1. Metode directe

Electroporarea constă în aplicarea de impulsuri electrice de înaltă tensiune asupra celulelor ţintă, cu scopul de a realiza pori în membranele celulare, permeabilizându-le, prin care să poată pătrunde soluţia cu ADN exogen. Metoda poate fi aplicată atât la animale, cât şi la plante. Succesul electroporării la plante a permis transformarea reuşită a mai multor specii, precum şi elucidarea mai multor aspecte de reglare şi de expresie genetică. La diferite specii, metoda a fost standardizată, în vederea introducerii de ADN într-o proporţie crescută, în condiţiile menţinerii viabilităţii celulelor, într-un procent rezonabil.

Prin introducerea de ADN exogen, nivelul de transformare este de aproximativ 20 până la 50 de ori mai scăzut decât cel obţinut de la celulele intacte, nesupuse procedeului de introducere.

Mai mulţi cercetători şi-au propus să explice fenomenul electroporării, propunându-se diferite teorii, precum teoria electromagnetică, teoria electroinducţiei şi teoria vâsco-elasticităţii. S-a constatat că, aplicând aceste metode, permeabilitatea membranei celulare creşte, permiţând ADN-ului să pătrundă în celulă, care depinde în mare măsură de grosimea membranei celulare, de tensiunea cu care se străpunge membrana şi de presiunea hidrostatică.

Pentru transferul genelor în protoplaștii vegetali, s-au utilizat tipuri diferite de impulsuri electrice: impulsuri rectangulare şi impulsuri alternative de curent. Pentru a prelua ADN-ul prin permeabilizarea membranei pleomidice, puterea câmpului electric trebuie să depăşească o anumită valoare minimă de inducere a preluării ADN-ului. Niveluri foarte scăzute de expresie tranzitorie s-au determinat la protoplastii mezofilici de tutun, când au fost electroporaţi cu un câmp electric de

putere de până la 200 V/cm. Câmpurile electrice optime pentru orz (*Hordeum vulgare*) au fost de cinci impulsuri a câte 100-400 de impulsuri pe secundă la 120 V/minut. Eşantioanele cu microspori supuse electroporării au dezvoltat microcalusuri sau proembrioni iar apoi plante întregi.

Creşterea concentraţiei de ADN în mediul de electroporare duce la creşterea frecvenţei de transformare. S-a raportat o corelaţie lineară între expresia tranzitorie la protoplaştii electroporaţi de morcov şi concentraţia de ADN plasmid până la 40 μg/ml.

În legătură cu compoziţia mediilor de electroporare s-a găsit că acestea se află într-o strânsă relaţie cu parametrii electrici şi au dimensiunile plasmidelor. Puterea impulsurilor scade odată cu creşterea conductivităţii mediului, atunci când se uitilizează impulsuri electrice care scad exponenţial.

În unele experienţe protoplaştii au fost incubaţi într-o baie de gheaţă câteva minute înainte şi imediat după electroporare, pentru a spori preluarea ADN-ului prin prelungirea duratei de permeabilitate a membranei celulare.

Microinjecţia. Metoda constă în transferul ADN-ului exogen, prin injectarea celulei cu ADN. Sunt utilizate aparate microscopice de injectare speciale, în aşa fel încât celula să nu fie traumatizată, pentru a supravieţui şi a se putea regenera.

Tehnica a fost folosită la rapiţă pentru ulei, pentru obţinerea de clone transgenice din protoplaşti şi himere transgenice, din proembrioni derivaţi din microspori din seminţe. Prin această tehnică este posibilă executarea de injecţii în nucleu prin citoplasmă, iar celulele pot fi cultivate individual, pentru a obţine calus şi mai departe plante întegi.

Potenţialul microinjecţiei ca metodă de obţinere a plantelor transgenice stabile, a fost demostrat pentru prima dată la seminţele de rapiţă, dovedind că reprezintă o metodă eficientă de transformare.

Faptul că în acest caz numai o singură celulă primeşte ADN la fiecare injecţie, ridică serioase probleme în manevrarea cu multă îndemânare a instrumentului special de laborator.

Metoda biolistică. Prin această metodă se accelerează particule de tungsten sau de aur de mărimea unui micron, într-un încărcător de armă care, prin declanşare, să prindă viteză suficient de mare pentru penetrarea neletală a pereţilor membranelor celulare. Tungstenul acţionează ca purtător al acizilor nucleici, deoarece este netoxic pentru celule şi destul de dens pentru o penetrare rapidă a materialului la ţesutul ţintă. Pentru fiecare transfer este nevoie de 50 µ de tungsten, care să fie accelerat cu o viteză de până la 430 m/sec, în condiţii de vacuum special. Aproximativ o jumătate din ţesutul bombardat rămâne viabil, în condiţiile penetrării a cel puţin 21 de „proiectile".

Transferul de ADN sau ARN a putut fi detectat prin prezenţa infecţiei virale sau a activităţii CAT.

Aceste experimente au demonstrat că aplicarea metodei biolistice poate transfera cu succes acizi nucleici viabili către ţesutul ţintă, cu condiţia unui control riguros al concentraţiei de tungsten, pentru a proteja celulele de traume. Cea mai mare eficienţă de transformare ($2X10^{-3}$) s-a realizat atunci când s-a folosit 1,25µl până la 2,5µl dintr-un preparat de ADN tungsten de 2µg/mg. Nivelurile de exprimare genetică CAT au variat de la 17 la 36%, cu o activitate relativă a fiecărui „bombardament" de până la 70%. Expresia genetică pentru CAT a fost diminuată de la 2% până la 8% în celulele embriogenice.

Una din primele aplicaţii ale acestei tehnici biolistice s-a efectuat cu ocazia studiului genelor structurale (A1, B z1, şi B z 2) şi asupra genelor reglatoare (B1,C1, P1 şi R1) pentru producerea pigmentului antocian la porumb. Genele A1 sau B z1 clonate au fost transferate în stratul aleoronic al boabelor de porumb prin, „bombardare" cu ADN şi cu mutanţi sintetici complimentari, pentru producerea de antocian unui

ţesut. Important a fost faptul că genele transferate au fost reglate în mod asemănător ca şi contrapartidele lor endogene. Genele B clonate au fost şi ele transferate ţesutului aleoronic şi embriogenetic A1 în care caz produşii acestora au coordonat expresia genelor structurale A1, B z1. Mutantele din locusul B z 2 din calea antocianică au putut fi identificate şi clonate conţinând trompozomi endogeni.

Dezvoltarea metodei „bombardamentului" cu proiectile încărcate cu ADN pentru transferul şi expresia genelor în celulele vegetale, a depăşit unele restricţii apărute în cazul polenului. Tot prin metoda biolistică s-a reuşit transferul genei NPTII, pentru rezistenţa la kanamicină. La porumb prima transformare stabilă şi regenerare s-a realizat utilizând ca ţintă suspensii de culturi (A188 X B73) embriogenice. ADN-ul transformat a constat dintr-o plasmidă superspiralată cu promoter 35S şi gena BAR cu ADN marker selectabil. Aproximativ 50 până la 60% din plantele transformate au menţinut gena BAR.

La bumbac folosirea acestei metode de transfer a genelor a dat bune rezultate, obţinându-se după fiecare „bombardament" câte 30 de clone stabile, reprezentând 0,7% din celulele care au exprimat gena GUS. La grâu utilizându-se „bombardamente" cu proiectile de mare viteză s-a reuşit transformarea stabilă de calus, prin transferul direct de ADN în cultura în suspensie.

Metoda accelerării electrice a particulelor. Metoda presupune transferul de gene, utilizând descărcarea de înaltă tensiune către o picătură de apă care, prin evaporare rapidă, eliberează energia necesară pentru a propulsa particule mici de aur însoţite de ADN, către celula ţintă. Metoda a fost aplicată pentru a obţine plante transgenice de soia, prin accelerarea de particule în meristemele excizate și care au dezvoltat plante prin organogeneză. Majoritatea plantelor transgenice posedau rădăcini, tulpini și frunze care erau himere pentru expresia GUS. Din

1845 de meristeme tratate, aproximativ 2% din plantele regenerate au exprimat activitatea GUS.

11.1.2. Metode indirecte

Aceste metode de transfer ale genelor nu au în vedere acţiuni directe asupra genelor, ci prin intermediul unor vectori, de tipul bacteriilor, ciupercilor sau virozelor.

11.1.2.1.Transfer prin intermediul bacteriilor

Agrobacterium tumefaciens este o bacterie care infestează în mod natural multe dicodiledonate și gimnosperme, provocând tumori, prin introducerea de ADN în celulele plantei la locul ranei. Capacitatea de a crea tumori depinde de prezenţa unei plasmide de mari dimensiuni, denumită plasmida inducătoare de tumori Ti. Analiza moleculară arată o mică porţiune de plasmida Ti, numită T-ADN, care să transfere în celulă, integrându-se covalent în cromozomul plantei. O regiune a plasmidei Ti din afara T-ADN, numită regiunea de virulenţă poartă așa zisele „gene vir", implicate în inducerea tumorii. Oncogenele codifică producerea acidului indoleoacetic și a riboxidei zeamitice, care sunt hormoni naturali ai plantei. Supraproducţia din acești hormoni are ca rezultat dezvoltarea tumorală a celulelor. Totodată ADN-T codifică mai multe gene, care controlează sinteza compușilor numiţi opini, care reprezintă substraturile metabolice pentru bacterie. Prin transferul ADN genele opin în genomul celular al plantei, bacteriile devin capabile să distrugă metabolismul plantei, pentru a produce substanţe (opine), de care pot profita bacteriile.

Genele care urmează a fi transferate în celulele plantei „receptoare" trebuie înserate între margini sau adicente faţă de cel puţin o margine a ADN-T. Prin clonarea de ADN străin în interiorul ADN-T a plasmidei Ti, poate fi valorificată abilitatea naturală a bacteriei *Agrobacterium* de a transfera ADN nou, în genomul plantei.

Identificarea ţesutului plantei transferată de către *Agrobacterium* poate fi observată prin creșterile tumorale caracteristice care proliferează rapid în mediile lipsite de hormoni, datorită unui echilibru hormonal interior modificat.

Manipularea genetică a plantei cu plasmida Ti nu are decât o valoare limitată, dacă celulele transformate de plantă prezintă tumori, făcându-le incapabile în cazul unor plante fertile normale. În consecinţă, s-a impus eliminarea proprietăţilor oncologice ale ADN-T care inhibă diferenţierea nominală a celulelor plantei. Oncogenele, așa numitele plasmide „dezarmate" deși au fost îndepărtate din ADN-T totuși au rămas în zonele de graniță. Aceste plasmide „dezarmate" nu numai că își menţin capacitatea de a transfera ADN-T către genomul plantei, dar permit un lucru foarte important, regenerarea plantei sănătoase.

11.1.2.2. Transfer prin intermediul virozelor

ADN-ul anumitor viroze naturale ale plantelor poate fi utilizat pentru transferul genelor în plante normale, sănătoase. Dintre toţi vectorii, virusul mozaic al conopidei (CaMV) este foarte utilizat. CaMV, un Caulimovirus (prescurtarea cuvintelor conopidă mozaic și virus) conţine ADN cu două spirale, permiţând cu uşurinţă folosirea sa în manipulările pe care le presupune tehnologia ADN-ului recombinat. Capacitatea CaMV-ului de a infecta planta și apoi de a se deplasa în interiorul gazdei, permite lipsa culturilor de celule.

Plantele se pot inocula în fiecare frunză cu CaMV modificat. S-a demonstrat că o regiune a genomului CaMV nu este absolut necesară multiplicării virale. Când se înlocuiește acestă genă cu o genă bacteriană, CaMV-ul este capabil să infecteze și să exprime sistematic gena bacteriană a plantei inoculată.

Concluzii

Se desprinde din acest articol că, în prezent, există o gamă largă de plante, precum și numeroase biotehnologii, prin care plantele beneficiază de transformări genetice, de la cele folosite ca modele experimentale (*Nicotina tabacum și Petunia hybrida*) până la cele „recalcitrante" la astfel de transformări.

Ca metode de transfer a genelor, rezultate bune s-au obţinut fie prin *Agrobacterium tumefaciens*, fie prin *electroporare*. Dacă plantele monocotiledonate au acceptat cu multă uşurinţă procesele de transformare, nu același lucru se poate spune despre plantele dicotiledonate, care manifestă o oarecare recalcitranţă. Pentru transferul genelor pe cale directă se pot folosi microinjecţia și abordările biolistice, folosindu-se protoplaștii pe post de celule receptoare.

Microinjecţia, metoda biolistică și descărcarea electrică au asigurat o eficienţă ridicată de transformare la porumb, soia, bumbac și rapiţă. Deși prin aplicarea metodei biolistice se constată moartea unui procent însemnat de celule datorat traumatismelor suferite prin „împușcare", totuși metoda este apreciată prin rapiditatea cu care sunt transmise genele în celula ţintă, care au rezistat tratamentului. Cunoașterea și aplicarea rezultatelor obţinute prin implementarea biotehnologiilor moderne, neconvenţionale, pentru transferul genelor, reușește să pună în valoare însușirile favorabile existente ale soiurilor și populațiilor locale, cu deosebire a celor ce determină rezistenţa la condiţiile de stres ale mediului. Graţie biotehnologiilor moderne, valoarea genetică a resurselor genetice vegetale este valorificată, ceea ce constituie o adevărată revoluţie în adâncirea cunoașterii materiei vii (Revista AMSEM, nr. 4, August 2012).

11.2. Speciile sălbatice, surse de gene valoroase pentru ameliorarea plantelor

Una dintre soluțiile cheie de combatere a stării de înfometare a populației constă în creșterea producției agricole. În acest sens, o importanță deosebită trebuie acordată la două obiective fundamentale: ameliorarea rezistenței plantelor la condițiile precare de mediu și sporirea rezistenței plantelor la atacul bolilor și daunătorilor. Există convingerea că, prin lucrări de ameliorare specifice combaterii pe cale genetică a acestor cauze, producția agricolă ar putea crește cu mai mult de 30%.

Ca material genetic de incontestabilă valoare se dovedesc speciile sălbatice înrudite cu plantele de cultură, precum și soiurile vechi, primitive, care, formându-se și dezvoltându-se în condiții de mediu diverse – secete prelungite și frecvente, aridizarea și deșertificarea solului, excesul de umiditate etc. – au fost obligate să-și dezvolte în procesul lung al evoluției, acele însușiri și caractere prin care să supraviețuiască. Însușirile respective nu sunt altceva decât expresia funcționării genelor sau a complexelor de gene, care fiind minuțios studiate, în special din punct de vedere al ereditabilității, pot fi transferate în cultivarele moderne, superintensive. Din păcate, în derularea procesului de ameliorare, și-au pierdut o serie de însușiri de adaptare, fiind cunoscute relațiile antagoniste între însușirile de productivitate și cele de rezistență la adversitățile de mediu. De aceea se impune intervenția amelioratorilor pentru a infuza în constituția genetică a cultivarelor moderne gene de rezistență. Toate plantele de cultură își au originea în speciile sălbatice. În afară de porumb, la majoritatea plantelor de cultură se cunosc progenitorii sălbatici. Este important acest lucru, întrucât cu cât gradul de rudenie este mai apropiat, cu atât posibilitățile de transfer ale genelor sălbatice cresc.

11.2.1. Bănci de gene

Dezvoltarea agriculturii intensive, în care un rol important îl are introducerea și generalizarea soiurilor și hibrizilor superproductivi, a determinat înlocuirea din cultură a soiurilor vechi și a populațiilor locale, bine adaptate la condițiile de mediu din zonă, care își păstrau o serie de însușiri de rezistență la adversitățile de mediu, asigurând producții mai scăzute, dar constante. În prezent oamenii de știință se luptă pentru a colecta, păstra și valorifica din cea ce a mai rămas din aceste materiale, în așa zisele Băncii de gene. Înlocuirea formelor vechi de plante, cu forme noi, moderne, constituie un proces normal, benefic pentru progresul agriculturii, cu condiția ca înlocuirea să nu însemne și pierderea materialului înlocuit, el trebuind să fie supus conservării și valorificării în procesul de ameliorare. În acest sens, țările sărace pun la dispoziția țărilor bogate resurse genetice ce nu se mai găsesc în țările lor, dar fără a fi recompensate pentru aceasta. Deși pot fi date multe exemple, vom prezenta trei plante de cultură mult folosite în alimentație și care au beneficiat și beneficiază și în continuare de aportul speciilor sălbatice și a cultivarelor primitive.

Tomate

Tomata cultivată (*Lycopersicon esculentum*). Genul *Lycopersicon* conține șapte specii diploide, care sunt importante în funcție de culoarea fructelor, în două subgenuri: subgenul cu frunze roșii *Eulycopersicon*, care include două specii *L. esculentum și L. pimpinellfolium* și subgenul cu frunze verzi *Europersicon*, incude un grup mult mai divers de patru sau cinci specii. Numărul de cromozomi diploizi pentru toate speciile de *Lycopersicon* este de 24, iar hibrizii interspecifici prezintă în meioză în mod normal 12 perechi de cromozomi. Atunci când *L. esculentum* se încrucișează cu speciile din subgenul *Europersicon*, încrucișările sunt reușite, cu condiția ca plantele de *L. esculentum*, să fie folosite ca partener matern. Din lista

bolilor de care suferă *L. esculentum* și care a constituit obiectivul lucrărilor de ameliorare, pot fi citate cel puțin 10 boli diferite, cu dificultăți diferite de combatere, mergând până la tehnici sofisticate, inclusiv „cultura de embrioni". *L. esculentum var. cerasiforme* este cunoscută ca o buruiană de-a lungul Tropicelor și Subtropicelor. Se încrucișează ușor ca *L. esculentum*, iar hibrizii obținuți sunt fertili. Se comportă foarte bine în condiții diferite de mediu, precum la excesul de umiditate și temperaturi ridicate. Prezintă rezistență naturală la ciupercile care atacă frunzele. Fructele sunt roșii, de mărimea unei cireșe, de foarte bună calitate.

L. pimpinellfolium. Se întâlnește atât în zonele secetoase, dar și în cele cu umezeală mijlocie. Este importantă, prin rezistența la boli, dar și prin însușirile de calitate, reprezentate prin conținutul ridicat de vitamine.

L. cheesmanii. Este endemică în insulele Galapagos. Are fructe mici, de culoare galbenă-portocalie, posedând gena B. Se comportă bine într-o mare varietate de habitate, dar cu o comportare mai bună în habitatele secetoase.

L.hirsutum este o specie robustă, cățărătoare, cu fructe de culoare alb-verzuie. Preferă habitatele semiumede și umede din vestul Ecuatorului și din Peru, la altitudini înalte. Este rezistentă la temperaturi mai scăzute. Se încrucișează cu ușurință cu *L. esculentum,* folosită ca partener femel.

L. chmielewskii și *L. parriflorum* sunt răspândite în văile Azilor Peruvieni, au fructe de culoare alb-verzue fără a sintetiza vreodată caratenoizi colorați.

Solanum penelii este răspândită în vestul Perului, preferând zonele uscate. Prezintă rezistență la bolile frunzelor și ale fructelor.

L. persuvianu este strâns înrudită cu *L. chilense*. Hibridarea cu *L. esculentum* se poate efectua, dar numai folosind tehnica ”cultura de embrioni”.

L. chilense este cea mai puțin răspândită. Prezintă o foarte bună rezistență la secetă și se încrucișează cu ușurință cu specia *L. esculentum*. Toate aceste specii sălbatice, constituie surse valoroase de gene pentru diferite tipuri rezistență la boli și dăunători precum și la condițiile climatice extreme, ele putând fi găsite în colecții vii la Centrul de conservare genetică de tomate al Universității Davis din California.

Orezul

Încă din anul 1960, a fost înființat în Filipine, Institutul de cercetare pentru cultura orezului (IRRI), care are ca obiectiv principal crearea de soiuri rezistente la boli și dăunători, precum și la cădere. Astfel au fost create soiuri IR 5 și IR 8, două varietăți cu paiul scurt, productive, rezistente la cădere. Varietatea IR 8 a dominat producția de orez din Asia Tropicală. Însă, cu timpul s-a dovedit sensibilă la atacul bolilor. Imediat, prima măsură luată a fost asigurarea materialului genetic necesar unei adevărate ofensive împotriva bolilor, colectându-se de pe întregul areal al culturii orezului, peste 20.000 de forme diferite de orez, reprezentate de specii sălbatice și soiuri vechi cultivate de agricultorii locali. Studiul acestui material a dus la descoperirea rezistenței la unii dăunători periculoși, precum Cicadela verde (Nephateltix), virusul tungo, vestejirea bacteriană a frunzelor sau pericullariosa, care atacau soiurile existente în cultură. Crearea și a altor soiuri, precum IR 20 și IR 26, s-a dovedit benefică, dar pentru timp scurt, întrucât sensibilizarea lor la biotipul 1 al cicadelei brune (*Nilaparvata lugene*) s-a făcut simțită. Din acest motiv, activitatea de ameliorare s-a intensificat, considerându-se problema nerezolvată. Din cele 20.000 de genotipuri de orez colectate și studiate, au fost reținute 5000, care au fost supuse unei cercetări mai aprofundate, prezentând

unele semnale de prezență a unor gene de rezistență valoroase. Și, într-adevăr, au descoperit că, în specia sălbatică *Oryza nivara*, identificată în Utar Pradesh (India), câteva plante rezistente la nanism, rezistență asigurată de o genă dominantă, denumită Gs, care segregă independent genele de rezistență a cicadelei brune, vectorul nanismului erbaceu. Gena dominantă de rezistență a cicadelei brune a fost Bph1, care a fost identificată în două linii PTB18 și PTB21, ambele originare din sudul Indiei. Pe baza materialului genetic studiat și valorificat, cercetătorii de la IRRI au reușit soiul IR 36, cu rezistență foarte bună la boli, la cădere și de calitate superioară. După anul 1982, soiul IR 36, datorită superiorității sale din multe puncte de vedere, s-a extins în cultură ocupând numai în Asia peste 11 milioane de hectare, suprafață neegalată de un alt soi. Valoarea acestuia este asigurată de următoarele caracteristici: este timpuriu (107-110 zile perioada de vegetație), randament foarte bun (4-6 t/ ha), rezistență la boli și dăunători (cicadela verde, cicadela brună, pericullariosa, vestejirea bacteriană, virusul tungo, nanismul erbaceu), calitate superioară (boabele sunt lungi și subțiri, translucide), tolerează salinitatea și alcalinitatea solului. Am insistat asupra acestui exemplu, pentru a evidenția rolul și importanța surselor autentice de gene adaptate la diversele condiții climatice și pedologice, precum și munca în echipă multidisciplinară. La crearea soiului IR 36, au fost folosite genele valoroase de la 13 surse locale de orez diferite, provenind din șase țări, având la bază specia sălbatică *Oryza nivara*, înrudită cu orezul cultivat.

Cartof (*Solanum tuberosum*). Genul Solanum are 400 de specii, dintre care numai 200 formează tuberculi. *Specia Solanum demissum*; posedă gene majore de rezistență verticală la mana cartofului (*Phytophtora infestans*). Specia sălbatică *S. stoloniferum* posedă rezistență orizontală la mană. Pentru atacul virusurilor, manifestă

rezistență *S.acuale,* iar pentru virusurile A și Y *S. stoloniferum* (Revista AMSEM, nr. 2. aprilie 2012).

11.3. Necesitatea îmbogăţirii şi diversificării culturilor agricole

Agricultura mondială este dominată în prezent de 3+1 culturi, respectiv de grâu, porumb, orez plus cartof, a căror producţie cumulată reprezintă 54% din recolta mondială (fig.1). Aceiaşi situaţie se prezintă şi în ţara noastră cu deosebire că lipseşte orezul, culturile dominante fiind grâul şi porumbul care, ocupă în jur de 50% din suprafaţa arabilă a ţării. Se poate adăuga şi cartoful, dar nu la potenţialul celor două culturi dominante.

Trebuie să facem menţiunea că în trecut din cele 250.000 de specii existente pe Terra 10.000-50.000 erau comestibile, din care 150-200 de specii erau cele mai mult utilizate, dar în prezent s-a ajuns la o relativă dependenţă a resurselor de hrană de numai 3 culturi, respectiv, două în ţara noastră, situaţie ce ar putea deveni periculoasă, din mai multe puncte de vedere.

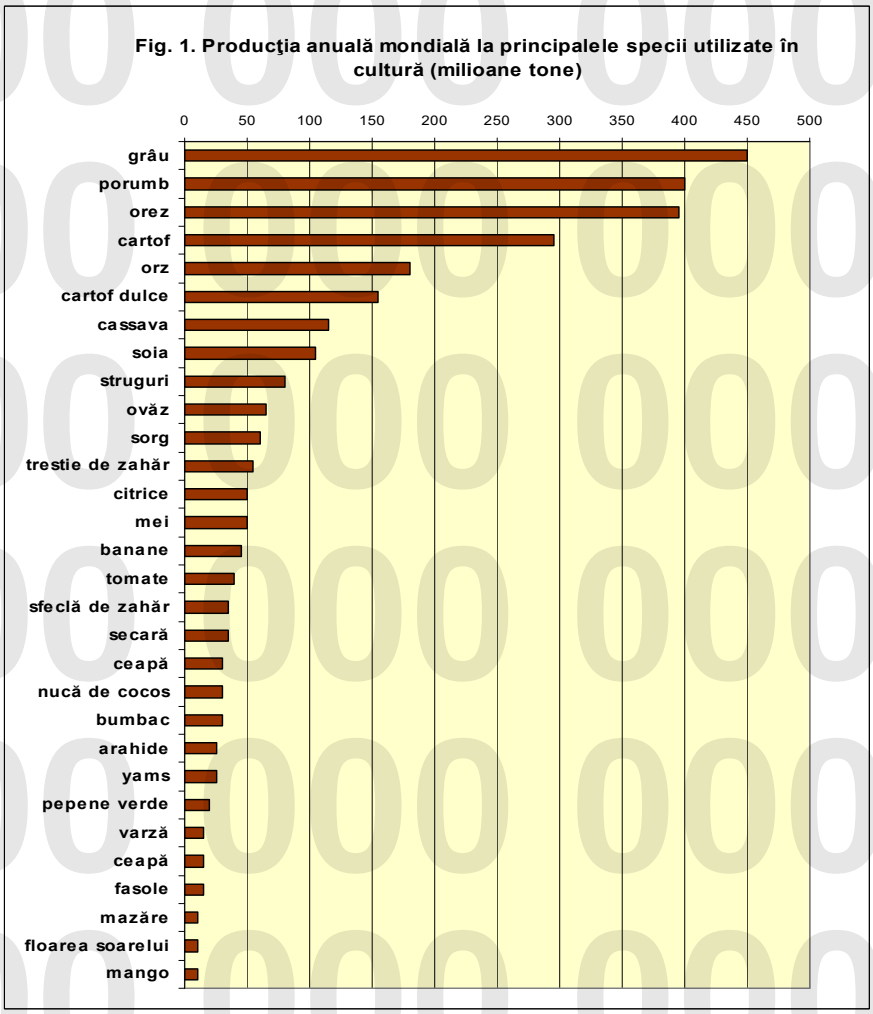
În primul rând se pune problema apariţiei unor potenţiale riscuri majore în ce priveşte vulnerabilitatea acestor 4 specii la atacul bolilor şi dăunătorilor, extinzându-se în aşa măsură pe întregul Mapamond, riscul apariţiei unor boli sau dăunători extrem de virulenţi, cu potenţial de distrugere şi de răspândire rapidă care poate duce la diminuarea dramatică a producţiei de alimente, într-un timp foarte scurt, fără a avea timpul material de a contrapune cu alte specii, cu care să se echilibreze situaţia.

Să ne amintim ce s-a întâmplat în S.U.A., în anul 1970 când datorită unei mutaţii produsă de ciuperca *Helminthosporium maydis* (sfâşierea frunzelor de porumb), ce reprezintă agentul unei maladii a frunzelor de porumb, care a provocat o pierdere de 15% din producţia de porumb a S.U.A., lanurile cuprinse de această boală, se întindeau pe

milioane de ha a cărei sămânţă provenea din loturile de hibridare realizate pe baza androsterilităţii citoplasmatice de tip T (Texas).

La sfârşitul anului 1960 aproape întreaga suprafaţă cu porumb a S.U.A. se producea pe bază de hibrizi care aveau în componenţa lor linii consangvinizate cu inflorescenţe mascule cu o singură formă de sterilitate, provenind din Texas, caracter genetic nenuclear al celulei.

Fig. 1. Producţia anuală mondială la principalele specii utilizate în cultură (milioane tone)



Din păcate hibrizii obţinuţi pe baza de sterilitate masculină citoplasmatică, prezentau sensibilitate la atacul ciupercii helminthosporiozei, boală care înainte de apariţia mutantei T de la sfârşitul anilor 60, nu producea decât pierderi minore. Dar odată cu apariţia mutantei T, ciuperca a devenit deosebit de agresivă şi de virulentă, cu mare potenţial de răspândire, distrugând aparatul foliar al porumbului, diminuând producţia pe milioane de hectare, ducând la pierderi de sute de milioane de dolari.

Dar acest fenomen s-a petrecut într-o ţară bogată cu posibilităţi financiare mari, încât, statul a avut de unde să contracareze golul financiar provocat de acest dezastru.

Mai dramatică devine situaţia, într-un stat cu o situaţie economică financiară şubredă, aşa cum s-au prezentat lucrurile în anii 1845 şi 1848, în Irlanda, când atacul de mană a cartofului *(Phitophtora infestans)* a constituit un adevărat dezastru. Irlanda, în acea perioadă, era în mare măsură dependentă în hrana oamenilor şi a animalelor de o singură cultură şi aceasta era cartoful. Până în 1780 irlandezii consumau zilnic câte 4 kg de cartofi de persoană, aici incluzând şi copii de toate vârstele, astfel, ceea ce înseamnă că adulţii consumau zilnic între 10-12 kg de tuberculi/persoană. În aceste condiţii asociate şi cu alţi factori favorizanţi în conformitate cu analiza făcută de Academia de Ştiinţe a S.U.A., ororile foametei irlandeze s-au datorat atacului puternic de mană a cartofului care, a diminuat producţia de tuberculi în aşa măsură încât nu s-a mai putut asigura măcar necesarul minim pentru existenţă. În consecinţă, după cum sublinia Crist (1971), ½ din populaţia Irlandei a murit de foame, iar ¼ din ea a emigrat în S.U.A.

Şi din acest exemplu se poate desprinde concluzia că limitarea excesivă a speciilor în asigurarea necesarului de hrană a populaţiei este foarte periculoasă, existând riscul apariţiei unor fenomene nedorite, îndeosebi cele de natură patologică, care ar putea compromite culturile.

Cu toate sensibilităţile acestor două culturi (grâu, porumb) la atacul unor boli datorită potenţialului lor productiv şi al utilităţilor

practice, precum şi a cercetărilor care se efectuează pentru diminuarea pierderilor provocate de boli şi dăunători, ele vor constitui şi în viitor sursele principale de produse pentru hrana oamenilor şi a animalelor, dar luând în considerare şi măsura îmbunătăţirii structurii culturilor la un optim biologic acceptat, încât să fie cuprinse în asolamentele agricole şi alte culturi, diversificând şi lărgind astfel baza biologică a speciilor din fiecare fermă, cu avantajele biologice, agrotehnice şi economice ce decurg de aici.

Din experimentele executate de agrotehnicieni, se cunoaşte reacţia culturilor în asolamentele agricole, încât în funcţie de specificul speciilor şi de interesele fermierilor se pot stabili, pe baze ştiinţifice, culturile potrivite.

Ne vom referi în acest material la o singură cultură susceptibilă de a ocupa un loc important în asolamentele agricole, pe baza calităţilor ei biologice, biochimice şi economice ce o caracterizează, rămânând ca pentru viitor, în funcţie de spaţiul redacţional disponibil să continui lista şi cu alte specii.

Bobul (*Vicia faba* L.)

Este o plantă anuală, cu rădăcină pivotantă, pe care se dezvoltă numeroase nodozităţi colţuroase. Talia plantelor măsoară 80-160 cm, este goală în interior, puţin ramificată, şi are patru muchii. Frunzele au culoarea verde-albăstruie, sunt paripenate cu 2-3 perechi de foliole mari, eliptice, glabre şi suculente, cu stipele bine dezvoltate. Florile sunt reunite câte 2-8 în raceme, au culoarea albă, cu câte o pată neagră pe fiecare

aripioară. Fructul este o păstaie cilindrică, uneori uşor turtită, lungă de 4-14 cm, cu 2-6 boabe.

Seminţele sunt de mărimi diferite, de la mici la mari, de formă sferică, cilindrică până la plată, de culoare alb-gălbuie, cafenie, maro sau neagră. Masa a 1000 de boabe variază între 280- 2000 gr, în funcţie de provenienţă.

Cu privire la originea bobului, există mai multe păreri în această problemă. Maratova (1931) susţine că centrul de origine a bobului ar fi Asia occidentală, în timp ce De Condolle susţine, Bazinul Mării Mediterane. După Vavilov (1928), varietăţile de bob cu seminţe mari şi plate provin din zona Mediteraneană, iar cele cu boabe mici şi rotunde, au originea în vestul Asiei, în Afganistan..

Din aceste centre de origine bobul s-a răspândit aproape în toate zonele agricole ale Terrei. Anghelin F. (1965) arată că bobul se cultivă de la paralela 10^0(Sudan, Etiopia) până al paralela de 63^0 latitudine nordică (Suedia), iar ca altitudine el poate fi găsit până la 3700 m. Această răspândire în condiţii de mediu atât de diferite, oglindeşte atât potenţialul de diversificare a acestei specii cât şi posibilităţile ei genetice de adaptare.

Arealul mare de răspândire a bobului, este motivat de importanţa sa în alimentaţia umană şi a animalelor, datorită conţinutului ridicat de substanţe proteice, minerale şi vitamine. Proteina brută variază între 25,1% şi 31,2%, extractele neazotate între 39,4% şi 59,4%, grăsimile între 1,2% şi 2%, celuloza între 3,4% şi 8,05%. Proteina brută este superioară celei din fasole cu 1,6%-7%, fiind aproape de două ori mai mare decât la grâu şi aproape de trei ori mai mare decât la porumb, secară, ovăz (Saghin Gh. (1966).

În consumul alimentar, boabele de bob se consumă fie în stare verde, fie uscată, frunzele se folosesc cu bune rezultate în prepararea de

salată verde. În nordul României, îndeosebi în Bucovina, boabele uscate se folosesc la ciorbe, pireuri, etc.

În ce priveşte furajarea animalelor, boabele procesate sub formă de uruială, în amestec şi cu alte furaje concentrate, datorită conţinutului de elemente nutritive valoroase, constituie un furaj excelent pentru animale.

În unele state cu temperaturi mai scăzute, bobul se foloseşte pentru consumul animalelor, sub formă de siloz, cu foarte bune rezultate.

Pe plan mondial bobul se cultivă pe 3.300.000 ha existând o tendinţă evidentă pentru extindere. Cele mai mari suprafeţe se găsesc în China, 1.800.000 ha. În Europa, marii cultivatori de bob sunt Italia, Spania, Grecia, Turcia, Germania, Danemarca, etc. În Africa, îndeosebi în Maroc şi Egipt, bobul prezintă o importanţă deosebită, îndeosebi în alimentaţia umană. Interesul pentru bob a determinat ca unele state să organizeze programe speciale de dezvoltare a acestei culturi, atât pentru necesităţile interne, dar şi pentru export.

În ţara noastră, cultura bobului a fost în atenţia cercetătorilor de la S.C.D.A. Suceava, înfiinţând în acest scop un Centru de Cercetare, specializat pentru culturile agricole din zonele montane, la Pojorâta, Judeţul Suceava, situat în Obcinele Bucovinei. Aici pe lângă cercetările executate la cultura cartofului, s-a desfăşurat un program cuprinzător de ameliorare a bobului, condus de dr. ing. Saghin Gh., şeful acestui centru şi responsabilul Programului Naţional de Ameliorare a Bobului.

Rezultatele au fost remarcabile, regăsindu-se într-o lucrare de doctorat a d-lui Saghin Gh. cu tema „Contribuţii la stabilirea tehnologiei de cultivare a bobului (*Vicia faba* L., *var. major*, Harz,) în condiţiile din Obcinele Bucovinei". De asemenea, tot în aceleaşi condiţii, dr. ing. Saghin Gh. a creat două soiuri de bob: Montana şi Moldovița, a căror nivel de producţie s-a situat la peste 4000 kg/ha, pe solurile nisipoase,

cu fertilitate naturală slabă, de la Pojorâta. Din păcate, criza economico-financiară care a afectat profund cercetarea, a dus la desfiinţarea lucrărilor de ameliorare şi de tehnologie la cultura bobului de la Pojorâta, Staţiunea Suceava, nemaiavând posibilităţi de a menţine în activitate această preocupare (Revista AMSEM, nr. 8. septembrie 2014).

11.4. Genele *Rht1 şi Rht2* pentru reducerea taliei plantelor de grâu, a revoluţionat cultura grâului

Căderea plantelor produsă de factori interni sau/şi externi, constituie un fenomen foarte periculos, datorită pierderilor mari de recoltă, care pot ajunge, în funcţie de intensitatea şi frecvenţa factorilor provocatori, la pierderi însemnate din producţia plantelor, în frecvente cazuri chiar până la pierderea totală a recoltei.

Ţinând cont de caracteristicile morfofiziologice şi anatomice ale speciilor cele mai afectate de cădere sunt cerealele păioase, a căror sistem radicular şi a ţesuturilor tulpinii, în principiu sunt mai vulnerabile la cădere decât formaţiunile cvazicorespondente ale celorlalte plante, ca de exemplu porumbul.

11.4.1. Cauzele căderii plantelor

Cauzele căderii plantelor sunt multiple, ele putând fi grupate în două categorii: cauze interne şi cauze externe .

Primele se referă la constituţia genetică a cultivarelor, care este primordială în exprimarea însuşirilor de rezistenţă, însuşiri care se reflectă în structura anatomică a tulpinii. Există o strânsă legătură între rezistenţa la cădere a grâului şi numărul fasciculelor libero-lemnoase din tulpină, dispunerea lor în tulpină, grosimea sclerenchimului hipodermic şi a tecilor de sclerenchim, care înconjoară fasciculele. Cu cât numărul fasciculelor libero-lemnoase este mai mare, cu cât cele două inele de fascicule sunt situate mai la interior şi cu cât stratul de

sclerenchim hipodermic şi tecile de sclerenchim care înconjoară fasciculele sunt mai groase, cu atât tulpina este mai rezistentă la cădere.

Cauzele externe ale căderii sunt reprezentate de sistemul radicular, care are funcţia de a explora o suprafaţă cât mai mare de sol pentru extragerea elementelor nutritive. Genotipurile se pot diferenţia în ce priveşte capacitatea de absorbţie a elementelor nutritive, în funcţie de mărimea şi volumul masei radiculare, de densitatea perişorilor absorbanţi, de potenţialul fiziologic al întregului sistem radicular.

Talia plantelor are şi ea un rol predominant în rezistenţa la cădere, soiurile cu talie redusă sunt mai rezistente la cădere. Pe lângă talia plantelor, importantă în însuşirea de rezistenţă s-a dovedit a fi şi elasticitatea paiului, care favorizează rezistenţa. Pentru a spori rezistenţa la cădere este important ca în procesul de administrare a îngrăşămintelor să se ţină cont de influenţa favorabilă a îngrăşămintelor fosfatice.

Insuficienţa luminii şi a spaţiului, umiditatea excesivă a solului şi a aerului, asociată cu o vreme caldă, fertilitatea naturală ridicată a stratului arabil, fertilizarea în exces cu azot, favorizează căderea plantelor. Vânturile puternice şi ploile abundente, reprezintă de asemenea factori favorizanţi ai căderii plantelor.

Atacul bolilor produce vulnerabilizarea paiului, predispunându-l la cădere. Asemenea boli sunt produse de ciupercile *Pseudocercosporella herpomyces graminis* şi de *Gasenomyces gramini,* care determină înnegrirea bazei tulpinii şi rădăcinii plantelor de grâu. Cercetările au constatat că înfrăţirea puternică nu constituie un factor favorizant al căderii plantelor, numai atunci când există suficient spaţiu şi lumină.

11.4.2. Combaterea căderii plantelor prin mijloace genetice

Rezistenţa la cădere a cerealelor păioase este strâns corelată cu înălţimea plantelor şi cu elasticitatea paiului. Există în acest sens

părerea unanimă a geneticienilor că scurtarea paiului, constituie metoda optimă de ameliorare a rezistenţei la cădere. Acest fapt este dovedit prin crearea în ultima vreme a numeroase soiuri de grâu cu talie scurtă, care la unele genotipuri asigură producţii de 10-15 t/ha. Dar şi această producţie foarte ridicată ar putea fi depăşită prin crearea de soiuri semipitice, ţinând seamă că paiele constituie o materie primă valoroasă pentru extragerea celulozei, precum şi pentru hrana animalelor.

Cu privire la mecanismele genetice implicate în scurtarea paiului, rezultatele arată acţiunea mai multor gene localizate în cromozomii 1A, 2A, 2B, 2D şi 3D. La grânele semipitice, după unii autori, talia ar fi controlată de trei gene majore cu acţiune dominantă şi aditive, iar după alţii ar fi controlată de mai multe gene *Rht1, Rht2, Rht3, Rht4, Rht5, Rht6 şi Rht7.* După Săulescu (1984) utilizarea pe scară mare a genelor *Rht1* şi *Rht2* pentru reducerea taliei plantelor, au deschis o nouă etapă în ameliorarea grâului.

Cercetările au arătat că influenţa factorilor ereditari la realizarea fenotipică a înălţimii plantelor este semnificativă, iar influenţa factorilor de mediu este redusă.

Rezistenţa la cădere a păioaselor este strâns corelată cu rezistenţa şi elasticitatea tulpinii, însuşiri care, la rândul lor sunt strâns corelate cu structura anatomică şi constituţia microchimică a ţesuturilor mecanice ale tulpinii. Este interesantă constatarea prin care se dovedeşte că nu există nici o legătură între grosimea paiului şi rezistenţa la cădere, dar s-a găsit o legătură foarte strânsă între unghiul de dispersie a rădăcinilor şi rezistenţa la cădere, dispersia orizontală fiind superioară dispersiei verticale.

11.4.3. Evoluţii spectaculoase în crearea de soiuri productive, rezistente la cădere

Căderea plantelor, prin pierderile mari de recoltă suferite la care se adaugă şi plafonarea potenţialului biologic a soiurilor cu talia

plantelor înaltă, de a valorifica superior investiţiile făcute în agricultură, reprezentate de îngrăşămintele de toate tipurile, pesticidele pentru combaterea bolilor, întreţinerea culturilor, etc. pentru asigurarea unor producţii pe măsura cheltuielilor făcute, au atras atenţia cercetătorilor să-şi orienteze activitatea de ameliorare, pe obiective care să vizeze crearea de soiuri cu talia plantelor redusă, cu potenţial genetic ridicat pentru a valorifica cât mai eficient măsurilor agrotehnice aplicate. Bine-nţeles că unul din obiective l-a reprezentat rezistenţa la cădere, dar fără a neglija şi alte obiective importante, precum rezistenţa la ger, la boli şi însuşirile de panificaţie superioare.

Pe baza colecţiei de soiuri făcută de Vavilov, s-a fundamentat ştiinţific concepţia privind superioritatea hibridărilor între forme îndepărtate ecologic şi geografic, fapt ce a contribuit esenţial la o relansare a activităţii de ameliorare a grâului, concretizat în prima etapă pe crearea de soiuri noi, aşa cum a fost crearea soiului Bezostaia1, lansat în cultura mare în anul 1959 de amelioratorul rus Luchianenko. Soiul Bezostaia1 care combinând, pentru prima dată, o bună rezistenţă la cădere, cu la fel de bună rezistenţa la ger şi cu o calitate superioară de panificaţie, a devenit în anii 1965-1970, unul din soiurile de grâu cel mai răspândit din lume, ocupând peste 10 milioane de hectare în fosta URSS şi în estul Europei, ajungând să fie cultivat şi în Franţa,Turcia, Afganistan, etc.

Mai mult de atât, prin calităţile sale deosebite, soiul Bezostaia1 a dominat evoluţia ulterioară, a activităţii de ameliorare, cu prioritate în sud-estul Europei, el apărând în genealogia multora din soiurile actuale.

Două gene responsabile de scurtarea taliei plantelor *rht1 şi rht2*, introduse în genomul soiului Norin10, a revoluţionat cultura grâului.

Crearea soiului Bezostaia1, a însemnat un progres de etapă, întrucât a apărut şi s-a dezvoltat o nouă etapă în ameliorarea grâului, care pur şi simplu a revoluţionat această cultură, prin utilizare pe scară

largă a genelor pentru reducerea taliei plantelor la crearea soiului Norin10, soi care în anul 1949, a fost introdus de Vogel de la Universitatea Statului Washington, într-un program de ameliorare pentru îmbunătăţirea rezistenţei la cădere a grânelor din estul SUA. Ca rezultat al acestui program a fost creat soiul Gaines, care a dominat cultura grâului în SUA o lungă perioadă de timp. În paralel o serie de linii cu talie scurtă realizate cu participarea soiului Norin10, (condusă de Vogel), au fost puse la dispoziţia amelioratorilor din Mexic, Chile, Anglia, etc.

Cea mai rapidă şi spectaculoasă valorificare a genelor care controlează reducerea taliei plantelor a fost realizată de echipa de amelioratori condusă de Norman Borlang în cadrul Programului Mexican de Cercetare Agricolă, transformat ulterior în Centrul Internaţional pentru Ameliorarea Porumbului şi Grâului (CIMMYT). În programul de încrucişări au fost introduse linii din combinaţia Norin10 x Brevor, primite de la Vogel, pe baza cărora au fost create soiurile semipitice Pitic62 şi Penjam62, lansate în 1962, iar în anii următori soiurile Sonora64, Lima66, Siete Ceros, etc. Datorită nivelului de producţie ridicat, rezistenţei la cădere, la boli şi dăunători, şi datorită lipsei de reacţie la factorul lumina zilei, au constituit prin performanţele lor remarcabile, ceea ce avea să devină mai târziu, „revoluţia verde", care a dus la o creştere spectaculoasă a producţiei de grâu, într-o serie de state, în care foametea începuse să facă adevărate ravagii, precum în India, Pakistan, America Centrală, etc., motiv pentru care în anul 1984 se cultivau cu aceste soiuri, 35 milioane de hectare.

Succesul obţinut poate fi şi un exemplu a ceea ce înseamnă aplicarea creatoare a unor concepţii moderne de ameliorare, din care merită subliniate, accelerarea progresului genetic prin organizarea obţinerii a două generaţii pe an, folosind condiţiile de mediu diferite din acelaşi an, şi testarea naţională şi internaţională a soiurilor nou create,

pentru verificarea comportamentului întregului volum de material nou creat, în ceea ce priveşte însuşirile de adaptare, la condiţii ecologice diferite.

Activitatea colectivului de amelioratori, condusă de Borlang, şi rezultatele obţinute, au constituit nucleul în jurul căruia s-a dezvoltat un spirit nou de colaborare între amelioratorii din întreaga lume, CIMMYT devenind un nou concept de cooperare internaţională voluntară în scopul de a contribui la creşterea rapidă şi substanţială a producţiei de hrană a lumii. Iată de ce în anul 1970, Norman Borlang primeşte înalta distincţie; Premiul Nobel pentru pace, precum şi Premiul UNESCO, reprezentând recunoaşterea contribuţiei pentru ameliorarea porumbului şi grâului la bunăstarea şi pacea lumii şi în acelaşi timp a contribuţiei echipei de amelioratori din Mexic la dezvoltarea cooperării internaţionale.

Trebuie subliniat, în acest context, că exemplul bun a ceea ce a făcut Borlang şi echipa sa a constituit şi un bun îndrumar pentru cooperarea internaţională, dovadă fiind cooperarea iniţiată de Universitatea din Nebrasca privind crearea unui volum mare de soiuri de grâu. Au urmat şi alte înţelegeri în care au fost puse bazele unui program complex de cooperare privind elaborarea bazelor teoretice ale producerii de sămânţă şi a noilor metode de creare de soiuri de înaltă productivitate şi calitate superioară.

După specialiştii în domeniu, ameliorarea ştiinţifică a reuşit în mai puţin de un secol să producă modificări radicale în cultura grâului, aşa cum sunt ameliorarea precocităţii, rezistenţei la ger, la secetă, la boli, rezultate ce au permis extinderea culturii grâului precum şi stabilitatea recoltei.

Succesul realizat de echipa de amelioratori condusă de Norman Borlang, înafara rezultatelor remarcabile obţinute, demonstrează ce înseamnă, la un moment dat, să păstrezi peste timpuri o genă şi să o

valorifici într-un scop atât de umanitar ca lupta împotriva foamei. Oare ce satisfacţie profesională şi morală mai mare poate fi? (Revista AMSEM, nr. 9. octombrie 2014).

11.5. Mutaţiile şi resursele genetice vegetale, izvoare importante de gene pentru ameliorarea plantelor de cultură

„Mutaţiile" şi „resursele genetice vegetale" reprezintă două entităţi biologice cu relevanţă deosebită în lucrările de ameliorare, datorate conţinutului lor în „*variaţii ereditare*". În timp ce *mutaţiile* produc *variaţii ereditare* prin afectarea genelor, cu efect fenotipic alterat, *resursele genetice vegetale,* prin multitudinea formelor de exprimare genetică produse de factorii de mediu extern şi abilitatea specifică a omului, conţin în structura lor ereditară şi *însuşiri de adaptare* la condiţiile variate ale mediului, care asigură *valoare de fond resurselor genetice vegetale.*

Mutaţiile de toate categoriile (genetice sau cromozomale) se găsesc la originea timpurie a resurselor genetice, prin variaţiile ereditare ce le produc şi care în fenotip apar fie foarte discret aproape neobservabile (gene minore), fie prin mutaţii mari, bine observabile (mutaţii majore sau macromutaţii).

În timp ce mutaţiile prin modul lor de exprimare se găsesc la baza formării variaţiilor ereditare, resursele genetice reprezintă forme evoluate (transformate) a variaţiilor ereditare, concretizate sub formă de microorganisme, plante şi animale, cu caracteristici noi, rezultate în urma „transformării". Rezultă că resursele genetice au „beneficiat" în faza primară a formării lor de efectele mutaţiilor, pentru a ajunge în acel stadiu de dezvoltare care să le permită includerea în categoria „resurselor genetice vegetale".

Iată de ce, pentru prima oară în literatura noastră de specialitate, încercăm să explicăm şi să prezentăm asocierea, de altfel firească între

aceste două entităţi biologice, cu tentativa de a scoate în evidenţă modul de *formare, conţinutul şi importanţa* ambelor structuri biologice, în procesul de ameliorare a plantelor de cultură.

11.5.1. Mutaţiile

Dacă din punct de vedere al produsului genetic între mutaţii şi resurse genetice vegetale există o oarecare asemănare în sensul că ambele categorii biologice sunt valoroase pentru conţinutul lor în variaţii ereditare, din punct de vedere cronologic deosebirile sunt foarte mari, în sensul că în timp ce recunoaşterea şi cercetarea mutaţiilor are loc de foarte mult timp, începând cu sfârşitul secolului XIX-lea, resursele genetice, în forma acceptată astăzi a noţiunii de ,,resurse genetice" au fost valorizate abia la sfârşitul sec XX mai precis în anul 1976, odată cu apariţia lucrărilor lui Otto Frankel, considerat fondatorul variantei moderne a conceptului de ,,resurse genetice vegetale", iar anul 1976 este anul de referinţă care marchează reevaluarea conceptului noţiunii de ,,resurse genetice naturale".

Recunoaşterea timpurie a mutaţiilor inclusiv cauzele producerii lor prin factorii mutageni naturali (radiaţiile cosmice şi radioactive, excedent de substanţe chimice, în special al manganului, deranjamente de natură biochimică a unor ţesuturi sau organe cu rol reproductiv [polen, sămânţă], temperaturi excesive, pozitive sau negative, etc) ne obligă să recunoaştem că existenţa organismelor vii pe Terra (microorganisme, plante şi animale) în asociere cu factorii mutageni menţionaţi au dus la declanşarea procesului mutagen şi apariţia mutaţiilor.

Forma specială atipică câteodată neobservabilă, iar altă dată spectaculoasă de manifestare a mutaţiilor, curiozitatea şi interesul omului de a le cunoaşte, sub toate aspectele nu puteau să rămână înafara preocupărilor acestuia, să nu fie studiate şi observate, făcând posibil ca începând cu sfârşitul secolului XIX să apară primele informaţii despre

ele. În anul 1850 Sprenger descoperă o mutaţie apărută la *Chelidonium mayus* iar in 1871 se menţionează mutanta monofilă la *Fragaria sp*. Mai târziu, în anul 1887 D.A.Gordon descrie o multitudine de mutaţii la *Datura stramonium*.

În timpul ce a trecut de la primele observaţii asupra mutaţiilor şi până în zilele noastre, peste 160 de ani, a fost efectuat un volum impresionant de cercetări care au contribuit la cunoaşterea teoretică şi practică a mutaţiilor (De Vries, 1901, Muller 1927, Gnotofson 1961, Gaul 1964, Dubinin 1966) etc. De Vries, introduce primul, termenul de mutaţie, înţelegând prin acestea toate schimbările genetice bruşte a organismelor, înţeles și criticat ulterior, prin faptul că explicaţia devriană despre mutaţie, implică serioase dificultăţi în interpretarea obiectivă a mutaţiei.

De Vries susţinea că o singură mutaţie poate declanşa apariţia unei noi specii. Cu timpul au apărut alţi oameni de ştiinţă cu idei şi concepţii noi, care au demonstrat că speciile apar din populaţii izolate, prin acumularea treptată a unor mutaţii minore şi nu prin schimbări bruşte a unei singure mutaţie.

Pe baza acumulărilor în timp a cunoştinţelor, în prezent mutaţia este definită ca o modificare discontinuă cu efect genetic (Mayer 1963) sau o schimbare structurală şi funcţională a materialului genetic (Grant, 1985, Ceapriv, 1992).

După originea lor mutaţiile sunt produse natural şi/sau artificial. Cele naturale apar spontan, având la bază acţiunea factorilor naturali mutageni iar cele artificiale sunt produse de om, prin tratarea cu anumiţi agenţi mutageni, cota de mutabilitate, în acest caz, crescând foarte mult, dar nu şi calitatea acestora.

Mutaţiile se produc la nivelul genelor (mutaţii genice) sau la nivelul cromozomilor (mutaţii cromozomale).

Mutaţiile naturale stau la baza formării primare a resurselor genetice, produse de agenţii mutageni naturali, printre care şi agenţii mutageni ecologici: temperaturile excesive, ridicate sau coborâte, care în general produc mutaţii recesive, dintre care multe sunt elementare. Puţinele mutaţii pozitive care apar au un efect important în procesul evolutiv, inclusiv în formarea resurselor genetice, întrucât ele sunt eliminate de selecţia naturală care reţine în procesul evoluţiei formele adaptabile la condiţiile de mediu date şi care în evoluţia lor ulterioară se vor regăsi cu însuşirile lor valoroase, în special cele fiziologice care le-au asigurat valoarea în plantele devenite astăzi de mare interes: „*resursele genetice vegetale”*.

Mutaţiile artificiale sunt produse de agenţi mutageni artificiali, fizici sau/şi chimici prin schimbările ce le provoacă în molecula de ADN, modificându-se formula genetică. În prezent este recunoscut că apariţia mutaţiilor se datorează fenomenului de copiere eronată a biosintezei replicative a ADN-ului, considerând că ADN-ul îndeplineşte un rol de matrice (o catenă cu o anumită secvenţă a nucleotizilor ordonă sinteza unei catene complementare). Orice eroare sau copiere greşită survenită în cursul biosintezei replicative a ADN-ului va avea ca efect schimbarea succesiunii nucleotizilor şi deci schimbarea structurii genetice.

În prezent cel mai utilizat agent mutagen este reprezentat de razele Rontgen la care au fost stabilite raporturile între frecvenţele mutaţiilor, mărimea şi modul de aplicare a dozelor de iradiere. S-a constatat că în cazul mutaţiilor genice există o dependenţă liniară între frecvenţa mutaţiilor şi mărimea dozei, în timp ce pentru mutaţiile cromozomiale dependenţa este relaţională.

Următorul agent mutagen utilizat sunt razele ultraviolete, a căror acţiune nu a fost suficient lămurită, elaborându-se doar nişte ipoteze prin care li s-a conferit acestora un mod de acţiune indirect.

Pe lista agenţilor mutageni mai pot fi enumeraţi *agenţii chimici,* reprezentaţi de analogii *bazelor purinice* şi *piridinice*: hidroxilamina, acidul nitric şi acridinile.

Efectele acţiunii agenţilor mutageni naturali şi artificiali constau în faptul că furnizează material genetic nou, în mare măsură diversificat, contribuind la îmbogăţirea izvoarelor diversităţii genetice. În plus mutantele sunt importante şi puternice, pentru că oferă *singura* posibilitate de desfacere a *însuşirilor corelate,* care nu pot fi *despărţite prin hibridare.*

Mutageneza asigură rezultate deosebite în domeniul microbiologiei. Mecanismele genetice de transformare a unor microorganisme, pentru utilizarea lor comercială sunt *mutaţia* urmată de *selecţie.* Frecvenţa naturală a mutaţiei ADN-ului este de 1 la 10^3 dar ea poate fi crescută prin mutageneză artificială, provocată de diferiţi agenţi mutageni fizici. Pentru că procesul este aleatoriu este necesară *selecţia,* astfel încât să fie izolate numai microorganismele cu proprietăţi utile şi avantajoase. Acest mod de lucru aplicat în industria antibioticelor, prin mutaţie şi selecţia tulpinilor valoroase de penicilină a dus la ameliorarea producţiei de penicilină de aproximativ 10^3ori.

11.5.2. Aprecieri favorabile şi aprecieri îndoielnice asupra eficienţei mutagenezei în ameliorarea plantelor

Cu toată strădania cercetătorilor făcută într-o perioadă lungă de timp, asupra fenomenului mutagen şi cu toate investiţiile mari făcute în oameni, în infrastructura necesară şi cheltuielile materiale şi financiare, rezultatele obţinute nu mulţumesc întrutotul cercetătorii, ele neacoperind mulţumitor aşteptările acestora. Volumul enorm de muncă şi entuziasmul care a pus stăpânire pe cercetători nu s-a concretizat astfel ca mutaţia să devină una din pârghiile importante şi sigure în ameliorarea plantelor.

Este adevărat că mutaţiile pot contribui la îmbunătăţirea unor însuşiri deficitare ale plantelor (soiurile de orz Bonus şi Winser au fost îmbunătăţite prin o mai bună rezistenţă la cădere şi boli, în timp ce soiurile Pallus şi Mari au fost precocizate). Rezultatele favorabile s-au obţinut şi la alte culturi (grâu, ovăz, porumb, mazăre, fasole, cartof, bumbac, etc), precum şi în domeniul microbiologiei.

Cu toate aceste realizări, există îndoieli asupra eficienţei mutagenezei în lucrările de ameliorare a plantelor. Astfel până acum nu s-a reuşit crearea unui cultivar cu totul nou, folosind exclusiv mutageneza. Una din cauze ar fi că mutaţiile chiar şi cele mai valoroase dovedesc puţină stabilitate genetică ceea ce l-a determinat pe Fröier încă din 1954 să recomande „restrângerea activităţii în domeniul mutagenezei" iar Potlog şi Velican (1971) tot în acest sens afirmă: „numărul soiurilor de plante agricole obţinute prin mutageneză şi ajunse în producţie este destul de redus, faţă de eforturile făcute în domeniu".

Întrucât toate aceste aprecieri au în vedere *mutageneza artificială* trebuie să recunoaştem rolul şi importanţa *mutagenezei naturale,* în procesul general al evoluţiei precum şi în diversitatea genetică naturală a organismelor vii, fără de care nu ar exista progres în evoluţia generală a fiinţelor vii.

Cu privire la strategia actuală a producerii şi folosirii mutaţiilor există părerea ca în actualul context economic când pe de o parte, criza economică şi financiară are loc, afectând cu prioritate activitatea de cercetare, iar pe de altă parte îndoiala în eficienţa mutaţiilor artificiale, se impune valorificarea şi utilizarea mutaţiilor naturale în programele de ameliorare şi care dovedesc o mai bună stabilitate genetică şi nu reclamă costuri materiale şi financiare în obţinerea lor, ele constituind un dar făcut de natură, pe care suntem obligaţi să le conservăm şi să le valorificăm raţional.

11.5.3. Resursele genetice vegetale

Conceptul lansat de „resurse genetice vegetale", cuprinde o gamă largă de principii şi metode pentru a descrie şi înţelege *diversitatea genetică a speciilor cultivate* şi a *rudelor lor sălbatice,* în vederea utilizării lor în activitatea de ameliorare a plantelor.

Termenul de „resurse genetice vegetale" în varianta modernă, îi aparţine cercetătorului australian Dr. Otto Frankel, (1967) termen folosit pentru prima dată în lucrările sale de căpătâi „Guarding the plant breeders treasury" apărută în New Scientist, 35: 358-540 şi în „Crop Genetic Resources for today and tomorow" publicat în Cambridge University Press, lucrări care fundamentează în mod ştiinţific domeniul „resurselor genetice vegetale", stabilindu-i principii şi metode proprii, ridicându-l la rangul de domeniu ştiinţific de sine stătător.

Investigând condiţiile sociale, economice, climatice şi demografice care au generat apariţia acestui eveniment, constatăm pe de o parte, creşterea excesivă a populaţiei, ajungând la peste 7 miliarde de locuitori, cu influenţe negative în asigurarea securităţii alimentare, iar pe de altă parte, noua provocare determinată de efectele schimbărilor climatice, care amplifică la cote mult superioare, degradarea economică şi socială a popoarelor lumii.

În acest context, specialiştii constată iminenţa pierderilor irecuperabile a resurselor genetice vegetale, îndeosebi a celor mai de preţ resurse genetice: plantele cultivate, rude ale speciilor sălbatice. În principiu orice pierdere de resurse genetice valoroase înseamnă o posibilitate în minus de a lupta împotriva foamei, subdezvoltării şi a nivelului de trai, ţinând cont că o singură genă valoroasă prin efectele ei majore, poate la un moment dat salva de la pieire milioane de oameni.

Dintre resursele genetice vegetale, cele mai apreciate sunt *formele primitive,* (populaţii locale), adesea colectate din zone izolate, în care nu au pătruns culturile moderne. Ele sunt foarte diverse sub aspect

genetic şi s-au dezvoltat adesea ca un amestec de specii, sau ca populaţii diverse ale unei specii. Adesea ele pot avea originea în centrele vechi Vaviloniene ale diversităţii genetice, dovedind o mare capacitate de adaptare la condiţiile concrete unde s-au format şi dezvoltat.

Aceste resurse fiind apropiate genetic de cultivarele moderne prezintă o importanţă maximă pentru activitatea de ameliorare şi în consecinţă şi o importanţă la fel de maximă pentru conservarea genetică.

O altă categorie de resurse genetice, cu care omul modern duce o bătălie aprigă pentru a o elimina sunt buruienele, rude ale plantelor cultivate, care reprezintă acel grup de plante, adaptate unor habitate în care intervenţia omului este prezentă şi care în general, însoţesc plantele de cultură. Paradoxal, spre deosebire de plantele sălbatice majoritatea speciilor de buruieni supravieţuiesc tocmai datorită omului, în ciuda eforturilor sale de a le distruge.

În majoritatea culturilor există rase de buruieni specifice grâului, secarei, porumbului, cartofului, orezului, etc. Buruienele însoţitoare culturilor, în anumite condiţii pot deveni plante de cultură. De exemplu secara, care la început se prezenta ca o buruiană însoţitoare grâului şi asemănătoare fenotipic acestuia, cultivatorii cu greu puteau separa grâul de secară. Odată ce însă cultivatorii au împins grâul şi în zonele nordice, cu temperaturi mai scăzute şi cu soluri mai sărace, grâul nu a mai rezistat, în timp ce secara suporta bine asemenea condiţii. În acest mod secara cu timpul devine o cultură importantă în zonele nordice. Aşa se explică de ce Polonia, Suedia, Rusia (partea de nord) au devenit mari cultivatoare de secară.

Între planta de cultură şi buruiana însoţitoare există relaţii biologice apropiate, sub forma unor structuri de introgresiune. Cu toată existenţa barierelor în scurgerea genelor, fluxurile de gene sunt destul de puternice, dar numai atât cât îi este necesar procesului evolutiv. Deşi

ambele specii cresc una lângă alta, ele nu îşi pierd identitatea. Cu toate că în mod discret, reuşesc să-şi facă un schimb uşor de germoplasmă, în întregul lui, sistemul de introgresiune reprezintă o adaptare elegantă şi discretă şi mai ales echilibrată cu scopul derulării procesului evolutiv. Dacă s-ar realiza un volum prea mare de încrucişări ar duce la degradarea genetică a plantei de cultură în timp ce un volum de încrucişări prea mic, nu ar fi suficient pentru realizarea introgresiunii. Barierele de scurgere a genelor trebuie să fie suficient de puternice, dar incomplete pentru a permite sistemului să funcţioneze. În felul acesta ciclul diferenţiere-hibridare este împlinit, iar variabilitatea populaţiilor creşte. Faptul că sistemele plante de cultură-buruieni au evoluat atât de mult, este o dovadă că selecţia naturală intervine pentru a ajusta volumul şi frecvenţa hibridărilor, apropiindu-le astfel de un optim evolutiv.

Toate acestea explică de ce buruienele au fost incluse în grupul ,,resurselor genetice vegetale" şi de ce se impune colectarea, păstrarea şi valorificarea acestor forme de plante. Buruienele nu trebuie judecate numai pentru daunele pe care le provoacă plantelor de cultură ci şi pentru beneficiile reale şi potenţiale ce le pot aduce în binele omului şi ale naturii. Pentru aceasta, cercetătorii trebuie să găsească soluţii tehnice şi biologice, pentru ca ambele forme de cultură să poată supravieţui.

Dacă iniţial în grupul ,,resurselor genetice vegetale" au fost incluse, cu prioritate plantele de cultură înrudite cu speciile sălbatice, ulterior din necesitatea lărgirii plajei de diversitate genetică sensul noţiunii de ,,resurse genetice" s-a lărgit fiind incluse în această categorie şi formele ameliorate (soiuri şi hibrizi), precum şi mutaţiile naturale şi artificiale (Revista AMSEM, nr. 4. aprilie 2014).

11.6. Rezistenţa genetică, obiectiv prioritar al programelor de ameliorare a plantelor

Rezistenţa genetică a plantelor la boli, constituie cea mai bună metodă de control a acestora, atât din punct de vedere a eficienţei combaterii, dar şi din punctul de vedere al protejării mediului înconjurător.

Deşi în numeroase cazuri este relativ uşor de obţinut o rezistenţă, nu în aceeaşi măsură este uşoară păstrarea acelei rezistenţe.

În urma lucrărilor de ameliorare aplicate, s-a reuşit introducerea a numeroase gene de rezistenţă simplă.

Din păcate, patogenul are adesea o remarcabilă abilitate de a se adapta la aceste gene de rezistenţă, prin apariţia de mutante în structura sa genetică, câteodată mai agresive şi mai dăunătoare decât gena din care a provenit.

Rezistenţa a fost împărţită în două grupe: rezistenţa aparentă şi rezistenţa adevărată, împărţire care se bazează pe diferenţele ce apar în privinţa mecanismelor de acţiune.

Caracteristica primei grupe constă în reducerea şansei de contact între ţesutul gazdei şi a parazitului, în timp ce caracteristica grupei a doua este de a acţiona în momentul contactului între ţesutul gazdei şi parazit.

Rezistenţa aparentă generează un grup heterogen de mecanisme, adesea depinzând de structura întregii plante, de anumite părţi ale plantei, sau de anumite ţesuturi ale acesteia.

Ca exemple pot fi date cultivarele de orz (*Hordeum vulgare*), care datorită înfloririi închise se dovedesc foarte rezistente la atacul mălurei; rezistenţa dată de înălţimea plantei la cultivarele de grâu împiedică răspândirea inoculului pe partea superioară a plantei, dar scade rezistenţa la cădere.

Rezistenţa adevărată reduce rata de colonizare sau dezvoltare a parazitului din primul moment al contactului între ţesutul gazdei şi parazit.

11.6.1. Genetica relaţiei gazdă-parazit.

Rezistenţa şi patogenitatea la formele normale, poate fi ereditară fiind controlată de o singură genă sau de mai multe gene. S-a observat o ereditate citoplasmatică a rezistenţei şi a patogentităţii. Cel mai important aspect al geneticii relaţiei gazdă-parazit este acela că genele pentru rezistenţă de la gazdă pot opera pe genele de bază, cu genele virulente din parazit.

Încă din 1956 s-a formulat conceptul genă pentru genă bazat pe studiul clasic realizat la in. Există două tipuri de acţiune a genelor în cadrul relaţiei gazdă-parazit, prima relaţie fiind genă pentru genă, iar a doua, prin acţiunea independentă a genelor. Variaţiile rezistenţei şi variaţiile patogenităţii sunt independente una de alta. Rezistenţa şi genele patogene pot opera fiecare independent, în cazul rezistenţei aparente, sau împreună în cazul rezistenţei adevărate.

11.6.2. Rezistenţa verticală şi rezistenţa orizontală

Tipul de acţiune a genei şi numărul de gene, determină la rasele specifice rezistenţa verticală, iar la rasele nespecifice rezistenţa orizontală.

Rezistenţa unui cultivar numai la unele rase fiziologice ale unui agent patogen, se numeşte rezistenţă verticală. Întrucât la schimbarea rasei agentului patogen, rezistenţa verticală se pierde, ea poate fi apreciată ca o rezistenţă temporară.

Rezistenţa verticală este determinată de gene majore, relativ uşor de urmărit de amelioratori. Fiind în joc o rezistenţă temporară la boli, ea are ca efect, în prima parte, o rezistenţă ireproşabilă, după care în scurt timp eficacitatea ei scade, chiar până la compromiterea totală a culturii atacate.

În contrast cu rezistenţa verticală, rezistenţa orizontală se manifestă dincolo de capacitatea de modificare a patogenului. Eficacitatea ei nu se pierde, fiind o rezistenţă stabilă. În general rezistenţa orizontală se transmite prin mai multe gene (poligene). Ea poate varia în privinţa manifestării şi este dificil de transmis prin intermediul tehnicilor tradiţionale de ameliorare. Rezistenţa orizontală este binecunoscută la plantele lipsite de rezistenţă verticală sau cu rezistenţă verticală slabă.

Avantajele rezistenţei orizontale şi deziluziile provocate de rezistenţa verticală, au determinat pe amelioratori să-şi îndrepte atenţia spre rezistenţa orizontală, fără a renunţa însă la speranţa găsirii unor oligogene puternice, care să confere rezistenţei verticale o mai mare stabilitate şi siguranţă, sau la ideea de a combina rezistenţa verticală cu cea orizontală.

Fără îndoială, rezistenţa orizontală se dovedeşte superioară rezistenţei verticale. Dar până la crearea de cultivare suficiente, cu acest tip de rezistenţă, suntem nevoiţi să menţinem în cultură cultivare cu rezistenţă verticală. Pentru a evita pierderile de recoltă se impune ca acestea să fie schimbate când atacul a devenit păgubitor. Uneori această situaţie o întâlnim cel mult după 5-6 ani de cultură.

În prezent există preocupări intense pentru crearea de cultivare cu rezistenţă orizontală. În acest sens la nivelul FAO este organizat un program complex de ameliorare, al cărui obiectiv este crearea de cultivare cu rezistenţă verticală amplă. Programul are în vedere acele plante, la care sensibilitatea la boli constituie factorul principal de limitare a producţiei. În program sunt cuprinse 20 de specii de plante, cu relevanţă în consumul alimentar, dintre care grâul ocupă primul loc.

Metoda de lucru pentru crearea cultivarelor cu rezistenţă orizontală la boli, are ca scop obţinerea unor populaţii cu o mare flexibilitate genetică, care supuse unei puternice presiuni de selecţie, să-

şi îndrepte frecvenţa genelor către o maximizare a rezistenţei la boli. Flexibilitatea genetică se obţine prin încrucişare liberă în interiorul culturilor existente.

Odată cu presiunea genetică pentru rezistenţa la boli, se execută în paralel şi o presiune de selecţie pentru însuşirile agronomice importante.

Presiunea de selecţie se realizează prin selecţie negativă şi selecţie pozitivă. Selecţia negativă se execută înaintea înfloririi, iar selecţia pozitivă se face înainte de recoltare, în cursul recoltării sau după recoltare, selectându-se indivizii cei mai corespunzători scopului urmărit.

Selecţia pentru rezistenţă la boli se face în general în condiţii de infecţie naturală. Pentru grăbirea procesului de ameliorare se pot aborda şi infecţiile artificiale.

Ca durată, un astfel de program se poate întinde până la cinci ani, cu condiţia ca şi în continuare să se selecteze din câmpurile de selecţie, cele mai bune plante sub aspectul rezistenţei la boli şi al caracterelor agronomice.

11.6.3. Bolile principalelor plante de cultură şi sursele genetice de rezistenţă

Grâul este atacat de numeroase şi foarte păgubitoare boli : făinarea grâului produsă de *Erysiphe graminis*, rugina brună de *Puccinia recondita*, rugina galbenă de *Puccinia striiformis şi Puccinia glumarum,* rugina neagră de *Puccinia graminis,* mălura comună de *Tilletia caries, Tilletia foedita, Tilletia tricocoides şi Tilletia intermedia,* mălura pitică de *Tilletia controversa*, tăciunele zburător de *Ustilago tritici,* pătarea brună a frunzelor de *Septoria tritici,* putrezirea rădăcinilor de *Cochilobolus sativus,* etc.

Pentru fiecare boală, au fost identificate surse genetice de rezistenţă, care pot fi transferate în grânele actuale, deficitare în

rezistenţă la atacul bolilor, folosind metodele de ameliorare recomandate.

Una din sursele naturale actuale de germoplasmă, importantă în ameliorarea rezistenţei la boli a grâului este o formă de grâu identificată în Turcia, şi introdusă în SUA cu numărul de identificare P.I. 178.383. Este o formă de grâu roşu, ale cărui însuşiri de panificaţie sunt mediocre. Datorită sensibilităţii la rugina brună şi la cădere, multă vreme nu a primit nici o atenţie, stând 12 ani în conservare. În fine, în anul 1960 se descoperă că P.I. 178.383 are o rezistenţă foarte bună la patru rase de rugină galbenă, la 35 de rase de mălură comună şi la 10 rase de mălură pitică. De asemenea, dovedeşte o bună rezistenţă la *Urocitis tritici, Fusarium* şi *Typhula.* În afară de aceste însuşiri favorabile P.I. 178.383 are o foarte bună viteză de creştere după răsărire. Datorită acestor însuşiri este mult folosit în lucrările de ameliorare din Montana, Idaho, Washington şi Oregon (SUA). În aceste state el este folosit pentru genele de rezistenţă la rugina galbenă şi la mălură.

De asemenea, surse genetice se găsesc în toate compartimentele de ameliorare a grâului de la Institutul Fundulea, şi la Staţiunile de cercetări agricole care execută programe de ameliorare a grâului: Turda, Suceava, Lovrin, etc.

Orezul. Importanţa culturii orezului, pentru asigurarea hranei unei părţi a populaţiei lumii, reprezintă motivul pentru o preocupare deosebită a cercetărilor privind combaterea bolilor acestei culturi.

Prin studii amănunţite s-a stabilit că centrul de diversitate genetică a orezului este localizat în Nepal, în provincia Assam din Juda, în Vietnam şi în China.

Orezul este atacat de boli, cu grad diferit de virulenţă: boala cea mai de temut este arsura orezului provocată de *Pericularia orizae*, care distruge frunzele tinere, nodurile paiului, baza şi ramificaţiile

paniculului. Unele rase izolate de *Pericularia orizae*, diferă în ceea ce priveşte patogenitatea, caracteristicile de cultură şi cerinţele faţă de nutriţie. Boala are un mecanism genetic ce îi permite o diversitate continuă: conidii uninucleate şi multinucleate, celule heterocariote, anastomoză, parasexualism şi heterocitozomi.

Pericularia orizae are multe rase, din care unele apar în diferite zone geografice. Atât culturile de conidii şi de celule, precum şi conidiile dintr-o leziune simplă, pot da naştere la mai multe rase ale bolii.

Analizele mendeliene, arată că rezistenţa unei varietăţi este controlată de următoarele mecanisme: de la una la patru gene dominante, care pot acţiona fie independent, fie în cooperare; de la o genă dominantă majoră şi de la câteva gene minore; de la gene dominante linkate, o genă recesivă pentru rezistenţă şi o genă dominantă, care inhibă gena de rezistenţă.

Cercetările efectuate în Japonia în acest sens au diferenţiat 13 gene majore, cele mai multe conferind rezistenţă verticală.

Cu privire la sursele de rezistenţă, din testarea a 270 de forme de orez au fost identificate cu rezistenţe următoarele varietăţi: Telep, Nang, Chet Luc şi Trang Cut din Vietnam; Taducan şi Correan din Filipine; Pah Lenad din Thailanda, Huan-sen-go şi Ta-peo-cho-z din China, H_5 şi M-302 din Sri-Lanka, D25-4, C46-15 din Burma (Birmania); Ram Tulasi-sel din India şi R67 şi Mamorioka din ţările Africane.

Virusul Tungro, produce cea mai agresivă şi răspândită viroză a orezului, transmiţându-se cu ajutorul insectei *Nepholettix virescens*, dar şi prin specii înrudite ca: *Nepholettix nigropecta, Nepholettix parens şi Recilia dorsalis.*

Cea mai valoroasă sursă de rezistenţă la virusul Tungro s-a dovedit varietatea Pankhari 203 din India, care este rezistentă atât la virus dar şi la insecta vectoare.

Virusul piticirii, este răspândit în India, Malaiezia, Filipine, Sri-Lanka, Vietnam şi Thailanda. Au fost studiate 10.000 de probe de orez pentru identificarea formelor rezistente, din care 100 de probe au fost forme sălbatice. Singura sursă de rezistenţă a fost găsită într-o rasă sălbatică de *Oryza nivara.*

Orezul mai este atacat şi de bacterii precum *Xanthomonas orizae, Xanthomonas translucens, Thantephonus cucunuris* şi altele.

Porumbul. Spre deosebire de celelalte specii, cu importanţă majoră în alimentaţie la care se cunosc rudele sălbatice din care provin, la porumb nu se cunoaşte decât ipotetic strămoşul sălbatic, iar ca specii strâns înrudite nu este cunoscută nici una, genul *Zea* având o singură specie *Zea mays*. Ca genuri mai apropiate de porumb sunt *Euchlena* (teosinte*)* şi *Tripsacum.*

Datorită posibilităţilor de hibridare cu teosinte, există o mare diversitate genetică în sânul speciei *Zea mays.* Teosintele este strâns înrudit cu porumbul, el găsindu-se în lanurile de porumb sub formă de buruiană.

O altă sursă bogată în diversitate genetică o reprezintă formele de porumb cultivate în zone geografice şi climatice diferite, datorită extinderii acestei specii aproape în toate continentele lumii. Condiţiile foarte variate de creştere s-au reflectat în structura genetică a porumbului, formându-se soiuri şi populaţii locale, cu însuşiri şi caractere cerute de aceste condiţii.

Bolile porumbului care produc pierderi importante de recoltă sunt putregaiul tulpinilor şi a ştiuleţilor (*Fusarium graminearum)*, fuzarioza boabelor (*Fusarium moliniforme*), putregaiul uscat al ştiuleţilor

(*Nigospora oryzae*), helminthosporioza (*Helminthosporium turcicum)*, tăciunele comun al porumbului (*Ustilago maydis)* şi altele.

Natura rezistenţei porumbului la fuzarioza tulpinilor şi ştiuleţilor este de tip „orizontal", cu condiţionare poligenică. S-a constatat că formele de porumb cu conţinut ridicat de amidon sunt mai sensibile la boală decât cele cu bobul tare, iar formele timpurii, mai sensibile decât cele târzii.

Cu privire la cea de-a doua boală a porumbului foarte păgubitoare (helminthosporioza), din cercetările efectuate s-a desprins existenţa a două tipuri de rezistenţe: tipul cantitativ, condiţionat de acţiunea mai multor gene şi tipul calitativ, sau tipul monogenic care se caracterizează prin apariţia unor noi forme de leziuni ale bolii. Şi la celelalte boli ale porumbului au fost identificate surse genetice de rezistenţă.

Cartoful. Bolile cartofului producătoare de mari pierderi de producţie sunt mana produsă de *Phytophtora infestans*, râia neagră a cartofului produsă de *Synchytrium endobioticum*, rizoctonia de *Rizoctonia solani*, fuzarioza de *Fusarium sp.*, râia comună de *Stremtomyces scabies*, cancerul bacterian produs de bacteriile *Ervinia sp.* şi *Corynebacterium spedonicum*, virozele produse de virusurile X,Y,S,A, G şi M şi altele.

În zonele cu climat umed, atacurile de mană pot provoca pierderi de recoltă la soiurile sensibile şi netratate de 67%, iar la soiurile rezistente de 10-20%.

Şi în cazul cartofului se deosebesc două forme de rezistenţă: verticală şi orizontală. În primul caz, mecanismele genetice ce se declanşează la atacul bolii, face ca patogenul să fie inactivat în ţesutul plantei gazdă, oprindu-se răspândirea ciupercii. Rezistenţa verticală este absolută şi acţionează specific, numai asupra anumitor rase patologice ale agentului patogen. Determinismul genetic al acestui tip

de rezistenţă este monogenic, controlat de gene majore independente. Surse genetice de rezistenţă se găsesc în speciile sălbatice *Solanum demissum*, în 10 gene şi la speciile *Solanum stoloniferum şi Solanum verrucosum.*

În al doilea caz, rezistenţa orizontală se declanşează prin unele modificări morfo - anatomice ale epidemiei, care împiedică sau întârzie pătrunderea ciupercii în ţesuturile plantei gazdă. Între planta gazdă şi parazit se realizează reacţii de toleranţă, prin numărul mare de gene minore care formează o barieră orizontală împotriva tuturor surselor patogene, dar nu în mod absolut.

Cu privire la rezistenţele împotriva virozelor, au fost identificate surse de rezistenţă în germoplasma speciei *Solanum demissum*, în special pentru bolile care atacă frunzele, dar şi în alte specii: *Solanum columbianum, Solanum andreanum, Solanum huacabambense, Solanum mongolia* şi altele.

Surse genetice de rezistenţă au fost descoperite şi împotriva râiei cartofului, a rizoctoniei precum şi împotriva altor boli.

Trebuie de subliniat în finalul acestui articol că rezistenţele genetice, chiar şi cele „absolute" nu sunt întotdeauna „absolute", fiind necesară, în anumite situaţii şi o suplimentare de tratament pe cale chimică. În orice caz descoperirea surselor de germoplasmă cu rezistenţă genetică la boli şi posibilitatea de transfer a genelor de rezistenţă în soiurile moderne, superproductive, constituie o mare realizare a geneticienilor şi amelioratorilor.

Deşi ar trebui prezentate şi rezistenţele genetice, împotriva bolilor şi la celelalte specii de plante de cultură importante, dar spaţiul redacţional este limitat şi în consecinţă ne oprim aici ((Revista AMSEM, nr. 11 decembrie 2014).

11.7. Ameliorarea calității produselor vegetale

Ameliorarea conținutului de substanțe utile înseamnă îmbunătățirea compoziției chimice, a proteinelor, lipidelor și glucidelor, astfel ca valoarea lor nutritivă, digestibilitatea și asimilarea acestora de către organism să fie cât mai ridicată. Calitatea produselor folosite în hrana oamenilor și animalelor depinde de aportul pe care factorii de nutriție cu rol plastic, energetic și biocatalitic îl aduc la creșterea și dezvoltarea organismelor. În prezent eforturile oamenilor de știință sunt concentrate cu prioritate în direcția ameliorării conținutului și calității proteinei vegetale, deoarece, în comparație cu cele animale, proteinele vegetale sunt mai ieftine și mai accesibile.

Problema proteinei se găsește în interesul general al specialiștilor din domeniu. În țările în curs de dezvoltare, unde ritmul de creștere a populației este foarte ridicat, se pune accentul în primul rând pe sporirea producției de proteine la unitatea de suprafață și în al doilea rând pe ameliorarea calității proteinelor. În țările dezvoltate, se acordă atenție ameliorării proteinelor, astfel că nivelul nutritiv al acestora să ajungă la nivelul proteinelor din lapte, carne sau ouă.

Interesul pentru ameliorarea calității proteinelor vegetale este determinat și de faptul că unele dintre ele sunt sărace în acizi aminici esențiali și conțin substanțe cu acțiune distrofiantă, care trebuie înlăturate.

11.7.1. Ameliorarea conținutului de proteine

Preocuparea pentru creșterea conținutului și a calității proteinei se justifică prin carența proteică, îndeosebi în țările subdezvoltate, deoarece creșterea producției mondiale de proteine nu ține pasul cu ritmul ridicat al creșterii populației. În prezent, există mai multă proteină decât în trecut. Însă calitatea de proteine care revine pe locuitor este cu 5% mai redusă decât în anul 1978. Principalele surse de proteine sunt cele care provin din plante, ele reprezentând 70% din proteinele

totale comestibile. Diferența de 30% o reprezintă proteinele de origine animală.

Din resursele vegetale, cele mai bogate în proteine sunt cerealele (grâul, secara, orzul, orezul, porumbul și sorgul) care asigură 50-55% din totalul de proteine. Urmează leguminoasele pentru boabe (mazărea, fasolea, soia, lintea, năutul, bobul, arahidele), care asigură 10-12%, plantele uleioase (fl oarea-soarelui, rapița, ricinul, inul) care asigură 3-5%, legumele și fructele cu 2-5%.

În afara acestor surse, așa-zise clasice, cantități importante de proteine se găsesc în ciupercile comestibile, cu conținut de 38-45%.

În alge se află 45-65% proteine, la care se adaugă vitamine, precum B1, PP, B5, B6, B12 și provitamina A. Algele sunt mai puțin cunoscute la noi sub aspect culinar, ele fiind consumate îndeosebi în China, Japonia, Coreea de Nord și Coreea de Sud. În prezent algele sunt consumate cu predilecție în țările extremului orient, fiind preferate algele brune.

Resursele vegetale constituie principalul rezervor de proteine, care poate fi îmbunătățit pentru ridicarea cantitativă și calitativă a acestora. Cercetările efectuate în țara noastră au scos în evidență o mare variabilitate a conținutului de proteine în cadrul cerealelor, de unde s-a tras concluzia că această însușire este susceptibilă de a fi îmbunătățită, având în vedere limitele de variație foarte mari, chiar de la simplu la dublu.

Au fost analizate 12 soiuri de grâu indiene și mexicane, în care s-a găsit o variație foarte largă a conținutului de proteine și lizină. În funcție de genotip, conținutul de proteine a variat de la 12,1% la soiul PV3 la 18% la soiul Scharbati Sonorn, iar cel de lizină calculat la 100 grame proteine, de la 1,76% la 2,96%.

Constituția genetică are cea mai mare influență în conținutul de proteine, cuprins între 40 și 60%. Spre exemplu, soiul Atlas 66 are în compoziție peste 18% proteine.

Surse importante de proteine au fost identificate și în alte specii, precum în leguminoase care reprezintă peste 60%, dar și în alte familii de plante (Curcubitacee, Malvacee și Compozite). Au fost remarcate și unele specii cu un conținut ridicat de proteine, asociat și cu alți constituienți valoroși sau alele care nu au un conținut de proteină ridicat, dar prin productivitatea foarte ridicată asigură o cantitate mare de proteine la hectar. Astfel o specie de tătăneasă (*Symphytum peregrimum*) conține 24-32% proteină, fiind în același timp foarte bogată în vitamina B12. O specie de odolean (Crambe cordifolia) are 22-27% proteină cu un conținut scăzut de celuloză. Coronișteа (*Coronilla varia*) conține 18% proteine, asigurând o producție de masă uscată de 25 de tone la hectar și de proteine de 4.500 kg/ha, depășind în privința conținutului de proteine trifoiul, lucerna și chiar spirulina. Semințele unei specii de știr (*Amaranthus edulis*) sunt foarte bogate în proteine, conținând 6,2 g de lizină și 100 g de proteină, egalând pe cele obținute din soia.

11.7.2. Ameliorarea conținutului de ulei

Cu toate că principalele plante care produc ulei în țara noastră au un conținut satisfăcător de ulei, acest caracter poate fi ameliorat, atât prin aplicarea unor lucrări de ameliorare, cât și prin aplicarea unor tehnologii de cultură corespunzătoare. Limitele de variație ale acestui caracter fiind foarte mari, conținutul de ulei poate fi îmbunătățit prin ameliorare genetică.

Cu rezultate deosebite în acest sens, se remarcă floarea-soarelui, al cărei conținut în ulei din miez a crescut de la 56-58% la vechile soiuri, la 63% la soiurile moderne de tip VNIMK și chiar la 68% la cei mai buni hibrizi între linii consangvinizate. Prin ameliorarea continuă a

celor două componente (conținutul în coji și conținutul în ulei din miez), conținutul de ulei din semințe a cunoscut una dintre cele mai spectaculoase transformări genetice, reprezentând peste 50% din greutatea semințelor uscate.

Semințele oleaginoase conțin acid oleic și palmitic, acizi care sunt carboxilici C18 și C16. Un număr redus din semințele de oleaginoase conțin semințe cu catene lungi cu 20 sau mai mulți atomi de carbon. În ordinul Sapindales, semințele de Simondsia californie (Buxaceae) conțin un amestec lichid neobișnuit, sub forma unui sirop gros, format din catene lungi cu acizi și alcooli, predominând compușii cu 20 sau mai mulți atomi de carbon. Semințele uleioase de Limanthes douglasii (Limanthasceae) au un conținut redus de acid carboxilic C18, dar cu un conținut ridicat de acid carboxilic C20.

Acidul erucic C22 monosaturat constituie acidul gras care se găsește în stare naturală, având o catenă de carbon mai mare de 18. Acest acid se găsește în marea familie a cruciferelor.

Prima plantă luată în cultură pentru conținutul ei ridicat de acid erucic a fost *Crambe abyssinica*, folosită pentru lubrifierea tiparelor, în vederea obținerii de oțeluri superioare, în fabricarea de fibre sintetice, obiecte expandate și filme. Au fost create două soiuri, Prophet și Indy, care asigură o cantitate mare de semințe la hectar și un ulei de bună calitate. Important pentru conținutul lor în ulei sunt soia, inul de ulei, rapița, ricinul. În prezent, există o preocupare deosebită pentru extragerea uleiului de rapiță pentru fabricarea de carburanți și, de asemenea, există preocupări și realizări în transformarea genetică a unor surse de gemoplasmă de rapiță din necomestibile în comestibile.

11.7.3. Ameliorarea conținutului de hidrați de carbon

Sporirea conținutului în hidrați de carbon interesează la fabricarea amidonului, dextrinei, alcoolului, berii din cartof, la porumb, grâu, orz, orzoaică etc. Un rol important pentru asigurarea materiei prime pentru

amidon îl are cartoful care, în medie, reprezintă 80% din greutatea de substanță uscată a tuberculilor, în timp ce pentru proteine revine aproximativ 8%, iar pentru grăsimi 1%. Pentru industrie, se creează soiuri cu conținut ridicat de amidon de peste 20%. Valoroase în acest sens se deosebesc soiurile Green, Montain, Palma, Ackerzenghen și altele.

Conținutul de amidon se găsește sub controlul unui număr mare de gene care acționează dominant.

Porumbul constituie a doua cultură pentru conținutul în amidon. Boabele de porumb bine maturate conțin 80% amidon din substanța uscată a bobului, precum și cantități reduse de dextrine și zaharuri, pentozani și celuloză. Amidonul se găsește aproape în totalitate în endospermul bobului (98%) sub formă de granule.

Conținutul în hidrați de carbon este controlat de un număr mare de gene recesive, care afectează raportul între amiloză și amilopectină. Cantități importante de amidon se găsesc în cerealele păioase.

11.7.4. Ameliorarea conținutului de aminoacizi

Literatura de specialitate scoate în evidență aproximativ o sută de specii, la care s-au făcut studii mai amănunțite privind aminoacizii. Dintre acestea, 50% sunt reprezentate de graminee și leguminoase. Au fost identificați unii aminoacizi înrudiți, cum se prezintă aminoacidul canavanina, care este înrudit cu argenina, existând sub formă liberă în semințele a numeroase genuri de leguminoase, toate făcând parte din familia Papilionaceae.

Valoarea nutritivă a semințelor se găsește în atenția cercetărilor, în special pentru aminoacizii lizină și meteonină. Produsele din familia leguminoaselor, cu deosebire în făina de soia, au un conținut ridicat de lizină, fiind în același timp sărace în meteonină. Cercetările efectuate în SUA asupra conținutului de aminoacizi la familiile *Amaranthaceae, Polygonaceae și Chenopodiceae* arată că semințele provenite de la

aceste familii sunt mai bine echilibrate din punct de vedere nutritiv, fiind superioare, leguminoaselor și gramineelor. Am încercat în acest articol să prezint cele mai de seamă însușiri calitative ale plantelor, care au stat și stau și în prezent în atenția cercetătorilor, ținând cont de valoarea lor în alimentația umană și a animalelor. Dar inventarul însușirilor calitative ale plantelor nici pe de o parte nu este epuizat, fiind necesară pentru cuprinderea și a altor însușiri importante, comunicări care vor face obiectul unor lucrări ulterioare (Revista AMSEM, nr. 4 mai 2015).

11.8. Ameliorarea conținutului de principii active

Importanța plantelor medicinale constă în conținutul de principii active, din rădăcini, tulpini, frunze, flori, fructe, care sunt utilizate sub formă de infuzii, extracte alcoolice etc., în scopuri preventive sau curative.

În ultimii 40-50 de ani, odată cu progresele mari făcute în biologie și biochimie, studiul plantelor medicinale a devenit o preocupare de mare interes, în cadrul resurselor vegetale. Pe plan mondial, dezvoltarea fitochimiei și a fitofarmacologiei, ca ramuri a biochimiei, au determinat apariția fitoterapiei, în care rolul plantelor medicinale a devenit esențial.

Din cele 190 de specii care oferă principii pentru industria farmaceutică, în țara noastră sunt cultivate 50-60 de specii. Deși e mic, numărul acestora a crescut simțitor, dacă avem în vedere că, în 1931, când a avut loc primul congres al cultivatorilor de plante medicinale în România, se cultivau în jurul a 20 de specii. Această situație a fost impusă de o serie de factori din care amintim:

- volumul redus de produse vegetale obținute de la unele plante din flora spontană, comparativ cu cerințele crescânde de substanțe active ale industriei farmaceutice;

- necesitatea ocrotirii unor specii rare sau pe cale de dispariție (*Angelica arachangelica*, *Gentiana lutea*, *Arctostaphylos uvaursi* și altele);
- principiile active ale unor specii luate în cultură față de cele existente în flora spontană (*Carum carvi*, *Valeriana officinalis*, *Claviceps purpurea* etc.);
- introducerea în cultură a unor specii care nu cresc în flora spontană a țării noastre (*Solanum laciniatum*, *Majorana hortensis*, *Digitalis purpurea*, *Levandula angustifolia*, *Salvia oficinalis* etc);
- posibilitatea îmbunătățirii conținutului în principii active și a calității acestora.

La acești factori se mai adaugă valorificarea superioară a terenurilor slab productive, sărături, terenuri cu exces de umiditate sau podzolice.

11.8.1. Baze genetice

Lucrările de ameliorare în domeniul plantelor medicinale, atât pe plan mondial, cât și în România, sunt mult rămase în urmă. Cu toate acestea, în prezent, pe baza cercetărilor efectuate, au fost clarificate unele aspecte privind bazele genetice ale ameliorării plantelor medicinale. Astfel, astăzi se cunoaște că însușirea de a produce principii active este ereditară și condiționată poligenic, iar cantitatea acestora este determinată oligogenic. De asemenea, se știe că, la unele specii, există un paralelism între creșterea numărului de genomuri și sporirea de principii active.

Formele poliploide, care s-au format în majoritatea cazurilor prin hibridări spontane, au o bogăție de principii active. Plantele medicinale cu înmulțire vegetativă produc un număr mai mare de mutații, decât speciile cu înmulțire regenerativă.

Însă sunt multe aspecte încă neilucidate, de mare importanță economică, ca de exemplu condiționarea genetică a însușirilor de calitate, prin care s-ar putea acționa pentru separarea genotipurilor bogate de substanțe active.

Productivitatea plantelor medicinale este diferită de la o specie la alta, fiind determinată poligenic. Ereditatea cantitativă a principiilor active este supusă acțiunii unor factori modificatori, interni și externi, care modifică expresivitatea genelor.

Resursele genetice valoroase pentru ameliorarea capacității de producție sunt populațiile locale din flora spontană, care prezintă o mare bogăție de forme sub aspect morfologic și al conținutului în principii active. Cercetările au confirmat inepuizabila sursă de gene ce o poate oferi flora spontană.

11.8.2. Variația principiilor active

Cercetătorii au analizat variația conținutului în principii active și au constatat că, între populații, există mari diferențe, chiar și în arealul aceleiași localități. Conținutul în ulei volatil al populațiilor de *Thymus pannonicus* din Transilvania este cuprins între 0,31 și 0,37%, în timp ce, în Dobrogea, aceste populații au un conținut de peste 1,40%. Mătrăguna (*Atropa belladonna*) prezintă două varietăți importante: *nigra* care conține antocian și *lutea* lipsită de antocian.

Degețelul roșu (*Digitalis purpurea*), introdus în cultură la noi în țară, a dat naștere la o serie de populații cu o producție de 2.500 kg de frunze uscate la hectar, cu un conținut ridicat de cardenolipide de peste 11 kg/ha. Din acest soi, în urma autofecundării și hibridării, s-au obținut linii uniforme, cu o producție de 2.200 kg/ha de masă foliară și un conținut total de cardenolide de peste 1.000mg/100g.

Rezultatele cercetărilor farmacologice efectuate în România, asupra speciilor de *Achillea*, evidențiază o mare diversitate a conținutului de azulenă, în funcție de zona geografică.

În lucrările de ameliorare a mentei, se folosesc populații și soiuri care au ca sursă de genoplasmă speciile *Mentha piperita* și *Mentha crispa*. La noi în țară, există două varietăți: *M. piperita var pallescens* realizează o producție de masă uscată mare, dar săracă în ulei eteric: *M. piperita var rubescens* este mai puțin productivă, dar asigură un conținut ridicat de ulei eteric. Din *M. piperita var ruberscens* a fost creat soiul Columna, cu o producție de herba verde de 239q/ha, iar de ulei volatil, de peste 77 kg/ha.

11.8.3. Hibridarea între specii

Numărul de constituienți chimici aflați în extractul de plante medicinale este variabil, în funcție de specie, pentru industrializare, urmărindu-se un anumit component. Uleiul volatil din herba de *Mentha piperita* conține aproximativ 40 de constituienți, dar cel principal este mentolul.

La *Digitalis lanata*, dintre cei 60 de constituienți chimici, lantozida C determină calitatea principiilor active. În schimb, la *Lavandula angustifolia* se urmărește sporirea procentului de acetat de linatil în uleiul volatil.

Studiile numeroase efectuate au identificat în flora spontană cantități mari și de calitate de azuline din flori, cu deosebire populațiile locale aparținând speciei *Achillea millefolium*. Surse bogate în principii active au fost depistate în mentă, îndeosebi la *Mentha piperita*, la care conținutul de mentol, mentonă și linolol este foarte diferit.

În procesul de ameliorare a mentei, apar în mod frecvent mutații somatice, lesne de identificat fenotipic și care reprezintă o revenire către formele inițiale. Cu toate că majoritatea acestor mutații au o valoarea relativ scăzută, s-au găsit și forme foarte bogate în mentol. La noi, au apărut spontan linii cu conținut foarte bogat de 75,0-78,5% mentol.

Hibridarea între specii reprezintă o metodă valoroasă pentru diversificarea bazei genetice la plantele medicinale, realizându-se o

mare diferențiere în spectrul chimic al principiilor active provenite de la ambii părinți. Astfel, prin încrucișarea speciilor de mac *Papaver somniferum* x *P. orientale* sau *P. somniferum* x *P. bracteatum* s-a reușit obținerea de hibrizi cu un conținut ridicat de tebaină în capsule, în lăstari și rădăcini.

Pentru reușita unor rezultate superioare în ameliorarea plantelor medicinale, se impun cercetări mult mai profunde, privind bazele genetice ale acestor însușiri, aplicând metode mai eficiente de separare a surselor valoroase.

11.8.4. Condiții favorabile

România are condiții favorabile pentru creșterea unui număr important de plante medicinale, atât din flora spontană, cât și din cea cultivată. Există o mare variație de condiții climatice, pedologice, orografice etc. De la solurile cernoziomice, bogate în humus și până la solurile podzolice, acide, există numeroase tipuri de sol pe care se poate dezvolta o varietate mare de specii, cu calități terapeutice deosebite.

Tipurile de climă umedă și răcoare, cu temperatură medie anuală de 8°C și până la climatul secetos din Bărăgan și Dobrogea, de asemenea reprezintă o ofertă de mediu specifică plantelor cu climatul arid și secetos.

Importanța plantelor medicinale a fost motivul înființării, la Fundulea (Călărași), a unei Stațiuni de cercetare pentru plantele medicinale, care s-a remarcat prin rezultate foarte bune, în ceea ce privește baza teoretică a plantelor medicinale și aspectele practice. În prezent, nu mai funcționează, deși era singura unitate de cercetare cu acest profil în România! (Revista AMSEM, nr.5 iunie 2015).

11.9. Metode clasice (convenţionale) şi metode moderne (neconvenţionale) de ameliorare a plantelor

Ingineria genetică a început să fie în atenţia cercetătorilor, odată cu anul 1973, când în urma unui experiment reuşit Stanley Cohen de la Unievrsitatea din Stanford şi Herbert Boyer de la UC San Francisco, au „lipit" o genă de la un organism pe ADN-ul altui organism, ca şi cum ar fi făcut parte dintotdeauna din codul său genetic.

După această excepţională reuşită, mulţi cercetători s-au dedicat studiului acestei probleme, abordând în scrierile lor, experienţele şi rezultatele obţinute. Deşi de la acea dată, au trecut 41 de ani, importanţa cu totul deosebită a ingineriei genetice, noutatea şi rezultatele obţinute, au ţinut treză nu numai atenţia oamenilor de ştiinţă ci şi opinia publică. Aspectele ştiinţifice şi practice sunt atât de importante uneori chiar senzaţionale, încât există interes, ca şi în continuare ingineria genetică să fie la fel de actual şi de „proaspătă".

Ameliorarea plantelor a început odată cu luarea în cultură a lor. Descoperirile arheologice dovedesc că omul a început să cultive plantele agricole către sfârşitul epocii paleolitice. Seminţe carbonizate găsite în săpături arată că în epoca neolitică omul a luat în cultură grâul, meiul, lintea, inul şi unii pomi fructiferi.

Ameliorarea empirică efectuată de om avea ca obiective alegerea celor mai frumoase, mai mari şi mai grele spice, boabe, fructe, etc., sănătoase şi de dimensiuni cât mai mari. Alegând an de an asemenea spice, boabe, fructe el realiza de fapt o presiune de selecţie pe caracterele dorite, îmbunătăţind în acest mod, producţia.

Ameliorarea empirică a fost în preocuparea tuturor popoarelor vechi. În vechea literatură a egiptenilor şi chinezilor se găsesc date care dovedesc că aceste popoare foloseau în cultură chiar şi soiuri. Aşadar, nu s-ar fi putut ajunge la un soi dacă nu s-a fi efectuat lucrări de selecţie.

11.9.1. Metode clasice (convenţionale)

Trecerea de la ameliorarea empirică la ameliorarea clasică apare ca o necesitate deosebită determinată de acumulările făcute în timp, îndeosebi cunoştinţe în domeniul sexelor şi a primelor încrucişări artificiale.

Cel care a pus bazele ştiinţifice ale biologiei a fost Charles Darwin (1809-1882), care în anul 1859 a publicat opera sa de căpătâi „Originea speciilor", în care prezintă factorii evoluţiei precum şi mecanismele transformării speciilor.

Un moment important în evoluţia în biologie l-a constituit descoperirea făcută de Gregor Mendel (1822-1884) prin elaborarea legilor transmiterii caracterelor ereditare la descendenţi, de fapt a descoperit legile eredităţii.

Cu privire la ţara noastră, începutul ameliorării plantelor s-a demarat cu ameliorarea empirică, urmată de ameliorarea clasică. Printre primii amelioratori de seamă din acea perioadă se remarcă N. Cârnu, C. Munteanu, C. Sandu Aldea, Gh. Ionescu Siseşti şi alţii.

În prima parte, lucrările de ameliorare s-au bazat pe o intensă valorificare a selecţiei individuale a populaţiilor şi soiurilor locale.

În perioada de după 1900, considerat an de referinţă pentru începutul ameliorării clasice, aplicându-se metode de ameliorare din ce în ce mai eficiente s-a reuşit crearea a numeroase soiuri şi hibrizi, foarte valoroase.

Dintre metodele clasice folosite se remarcă selecţia care deşi foarte veche se aplică cu succes şi în prezent, în diferite variante, precum selecţia în masă, selecţia liniei pure, selecţia individuală. Urmează hibridarea cu următoarele variante: hibridarea simplă, hibridarea dublă, hibridarea triplă, hibridarea recurentă, hibridarea în masă, şi altele; consangvinizarea care nu constituie o metodă de ameliorare în sine, ci doar o etapă în obţinerea unui material genetic

valoros prelucrat cu ajutorul hibridărilor, în vederea realizării fenomenului heterozis, fenomen care constă în sporirea vigorii, mărimii, fecundităţii, dezvoltării rezistenţei la boli, etc.

Toate aceste metode clasice au fost şi sunt intens folosite în crearea de soiuri şi hibrizi, ele constituind metodele care au avut o contribuţie esenţială la progresele făcute în ameliorarea plantelor.

Pe lângă rezultatele valoroase obţinute, ameliorarea clasică are şi unele dezavantaje determinate de modul de manipulare a genelor şi cromozomilor prin reproducţia sexuată.

Lucrările de ameliorare folosind metodele convenţionale menţionate, îndeosebi pentru transferul unor gene din speciile sălbatice, pentru îmbunătăţirea însuşirilor de rezistenţă la patogeni şi la condiţiile nefavorabile de mediu, datorită barierelor de izolare reproductivă, întâmpină serioase dificultăţi. Astfel la o serie de plante importante pentru alimentaţie, precum grâul, porumbul, cartoful, tomatele, sub presiunea de selecţie efectuată pentru productivitate, soiurile şi hibrizii obţinuţi, au pierdut o serie de însuşiri, mai ales cele de rezistenţă la climatul nefavorabil şi la condiţiile de mediu precare. Transferul de gene rezistente poate fi făcut prin metodele clasice de ameliorare, dar într-un timp îndelungat, folosind cu precădere speciile înrudite taxonomic.

Un alt mare neajuns al metodelor clasice de ameliorare este posibilitatea ca odată cu transferul genei sau genelor de interes să fie transferate „în bloc” şi o serie de gene nefavorabile. Este cazul devenit clasic al transferului sursei de sterilitate citoplasmatică la porumb, de tip Texas, care odată cu transferul genei respective s-a transmis şi sensibilitatea la helminthosporioza porumbului (*Helminthosporium turcicum*).

Trebuie menţionat şi faptul că metodele clasice de ameliorare, mai ales când se încearcă transferul de gene de la speciile sălbatice

îndepărtate filogenetic, necesită un program de lungă durată. Din experienţa de până acum rezultă că de la prima hibridare cu forma cultivată receptoare şi forma sălbatică donatoare, până la atingerea scopului propus, este necesar un timp îndelungat de backcrosuri şi selecţie, care poate dura şi peste 10-15 ani.

11.9.2. Metode moderne (neconvenţionale)

Pentru depăşirea barierelor ce le ridică metodele clasice de ameliorare, cercetătorii au descoperit metode moderne de transfer direct al informaţiei genetice, de la o specie la altă specie, chiar şi între cele îndepărtate genetic.

Primii care au efectuat un transfer reuşit de gene între forme îndepărtate genetic au fost Cohen şi Boyer, care au dezvoltat pentru prima dată tehnicile pentru tehnologia ADN-ului recombinant, care permite transferul de gene de la un organism la altul. Ei au denumit acest proces tehnologia ADN recombinant iar mass media, inginerie genetică.

Principiul de bază a ingineriei genetice este că materialul genetic ADN poate fi transferat de la o celulă a unei specii, la altă specie chiar neînrudită.

Progresul rapid făcut în ingineria genetică se referă la rafinamentul tehnicilor de lucru care permit ca genele din unele specii să fie transferate şi exprimate în alte specii. În prezent aproximativ 20 de culturi pot fi manipulate genetic.

În comparaţie cu metodele clasice de ameliorare, ingineria genetică revoluţionează ştiinţele biologice, determinând o schimbare radicală a conceptului de abordare a obiectivelor de ameliorare a plantelor, obiective precum ameliorarea calităţii produselor vegetale, obţinerea de produse farmaceutice, ameliorarea aptitudinii postrecoltare, rezistenţa plantelor la bolile virotice, bacteriene şi a celor provocate de ciuperci, ameliorarea rezistenţei la erbicide şi altele.

În prezent, ingineria genetică este aplicată în domeniul îmbunătăţirii calităţii produselor vegetale. Aceste produse rezultate din unele procese metabolice, controlate de gene structurale şi regulatoare se pretează cel mai bine manipulării genetice. Realizări în acest sens au fost obţinute în ameliorarea substanţelor grase (acizi graşi, lipide, uleiuri) prin transformarea unor plante ca rapiţa (*Brassica rapa şi Brassica napus*) din producătoare de acizi graşi necomestibili (acid erucic, linoleic, etc), în producătoare de acizi graşi comestibili (acid butiric, caprinic, palmitic, stearic, oleic, etc) utilizaţi în alimentaţia umană ca ulei pentru salată, pentru prăjit, uleiuri dietetice, uleiuri pentru producerea margarinei, înlocuitori de lactate şi altele.

Pentru realizarea acestor produse s-a acţionat asupra plastidelor, folosindu-se gene antisens, gene cosupresoare, gene de supraexpresie preluate de la plantele cu valoare oleică mare (floarea soarelui, soia, ricin).

Rezultate importante s-au obţinut în ameliorarea amidonului produs final al fotosintezei, care rezultă din polimerizarea glucozei.

La cartof au fost transferate gene bacteriene, utilizându-se tehnologia antisens. Prin aceste manipulări s-a reuşit modificarea radicală a cantităţii şi structurii amidonului din tuberculi, îmbunătăţindu-se calităţile culinare, de păstrare şi industrializare a acestora.

S-au obţinut rezultate remarcabile în ameliorarea calităţii proteinelor îndeosebi în direcţia aminoacizilor esenţiali, deficitari în alimentaţia cu cereale a animalelor monogastrice (lizină şi triptofan) şi cu leguminoase furajere a rumegătoarelor (metionină şi cisteină).

Există lucrări de inginerie genetică, care se referă la transferul unor gene ce codifică macromoleculele proteice specifice unor substanţe farmaceutice active, cum sunt anticorpii, vaccinurile, hormonii, antibioticele, vitaminele şi alte substanţe cu rol terapeutic.

S-au făcut progrese importante în realizarea unor plante trasngenice la tutun, tomate şi cartof, cu toleranţă relativă pentru PMV (potato mozaic virus); la lucernă, pentru AMV (alfa –alfa mozaic virus); la castraveţi, pentru ZYMV (Zuchini zellow mozaic virus); la pepenele galben, pentru CMV (cucumber mozaic virus)

11.9.3.Dezavantajele şi riscurile ingineriei genetice

Rezultatele obţinute prin aplicarea ingineriei genetice pot constitui hrana viitorului, dar şi un coşmar care ameninţă sănătatea planetei şi a locuitorilor ei. Această oroare de folosire a plantelor transgenice este generată de posibilitatea ca transgenele să-şi schimbe radical unele caracteristici importante ale plantei cultivate, determinând reale riscuri asupra echilibrului ecologic. Nimeni nu poate garanta că dacă produsele obţinute prin folosirea plantelor transgenice vor fi sau nu fără riscuri.

Deşi până în prezent nu s-a constatat nici un fenomen advers prin folosirea ingineriei genetice, cu toate acestea introducerea cultivarelor transgenice în sistemul agricol, poate prezenta o serie de riscuri cu efecte mai mult sau mai puţin previzibile şi evitabile. Există trei categorii de riscuri: de natură genetică, de natură ecologică şi de natură igienico-sanitare.

În analiza riscurilor trebuie avute în vedere, pe de o parte atitudinea firească a omului, faţă de orice noutate, iar pe de altă parte de posibila existenţă a unor reale riscuri care nu trebuie neglijate. Dar nici nu trebuie să se ajungă până acolo încât de frica riscurilor să se compromită progresul economic şi social şi chiar, viitorul omenirii.

Riscurile de natură genetică se referă la posibila penetrare a genelor din grupul plantelor transgenice în populaţiile genetice aflate în echilibru natural, care pot distorsiona structura genelor plantelor afectate.

Riscurile de natură ecologică sunt cel mai puţin previzibile. Prezenţa transgenelor poate produce schimbări în dinamica populaţiilor, cu efecte dintre cele mai periculoase asupra interacţiunii dintre flora şi fauna spontană, cu consecinţe uneori imprevizibile.

Riscurile de natură igienico-sanitare. Înainte de a fi scoase pe piaţă, cultivarele transgenice trebuie bine cunoscute prin analize de laborator şi prin testări de lungă durată. Aceleaşi testări sunt necesare şi la alimentele provenite din cultivarele transgenice de porumb, cartof, soia la care au fost transferate gene de rezistenţă la insecte sau erbicide de provenienţă bacteriană, a căror prezenţă enzimatică ar putea fi nocivă sănătăţii umane prin toxicitate şi factori alergeni.

Având în vedere potenţialul de risc al aplicării ingineriei genetice, Academia de Ştiinţe a SUA şi Consiliul său de Cercetare au elaborat un raport asupra stabilirii unui cadru legal, cu decizii asupra introducerii microorganismelor în mediul înconjurător, avându-se în vedere identificarea criteriilor pentru definirea categoriilor de risc şi recomandarea căilor de evaluare a riscurilor potenţiale, asociate introducerii microorganismelor în mediu înconjurător.

De asemenea Organizaţia Mondială de Cooperare şi Dezvoltare (OECD) pentru a ajuta ţările membre în privinţa utilizării produselor obţinute prin inginerie genetică, în industrie, agricultură şi mediul înconjurător, a publicat un studiu cu recomandări oficiale, în scopul acordării de ajutor ţărilor membre în stabilirea propriilor măsuri, prin întocmirea de programe naţionale de bioprotecţie.

Guvernul României, conform reglementărilor Uniunii Europene a elaborat Ordonanţa de Urgenţă nr. 49/2000 prin care s-a constituit Comisia Naţională pentru Securitate Biologică. Reglementările elaborate stabilesc norme obligatorii pentru evaluarea şi prevenirea riscurilor genetice, ambientale şi igienico-sanitare care pot surveni atât

pe parcursul lucrărilor, cât şi în urma introducerii organismelor modificate genetic (Revista AMSEM, nr. 2. martie 2015).

11.10. Valoarea potenţialului genetic de ameliorare a surselor de germoplasmă sălbatice şi cultivate

Prin conţinutul lor genetic bogat şi diversificat, în gene sau combinaţii de gene valoroase, existente cu precădere în rudele sălbatice ale plantelor cultivate, dar şi în formele sălbatice în sine, care analizate detaliat, pot fi descoperite surse de gene valoroase, cu potenţial genetic de ameliorare ridicat.

Datorită cercetărilor efectuate, au fost identificate gene, care controlează unele însuşiri importante în dezvoltarea plantelor, asigurând creşterea nivelului productiv, precum şi a calităţii acesteia.

Punerea în valoare a acestor surse de gene constituie rezultatul descoperirilor făcute în genetica celulară şi/sau moleculară, care asigură depistarea şi cunoaşterea genelor, dar şi metodele şi tehnicile de transfer a acestora, cu precădere transgeneza, dar fără a fi neglijate metodele clasice de ameliorare, care cu toate dezavantajele constatate sunt folosite, cu bune rezultate şi în prezent.

Se cunosc numeroase tehnici de transfer al genelor utilizând biotehnologiile moderne: metoda biolostică, metoda infecţiei cu *Agrobacterium infestans*, metoda electroporării, hibridarea şi selecţia, prin care se reuşeşte transferul genelor, grăbind în acest mod desfăşurarea procesului de ameliorare.

Folosind transgeneza, s-a reuşit ameliorarea calităţii produselor alimentare, a rezistenţei plantelor la boli şi dăunători, şi la condiţiile de stres ale mediului, etc.

Toate aceste operaţiuni tehnice, cu deosebire metodele moderne neconvenţionale de mare finețe, sunt motivate de necesitatea scurtării

timpului de ameliorare, îndeosebi în ceea ce priveşte durata procesului de transfer al genelor de la donor la receptor.

Se pot oferi numeroase exemple de transfer al genelor pentru anumite însuşiri, cu valoare ameliorativă ridicată, care au adus mari beneficii omenirii.

Ne vom referi la două exemple din care unul din exemple pune în evidenţă valoarea ameliorativă a unor surse de germoplasmă, cu rol determinant în ceea ce denumim astăzi „revoluţia verde".

11.10.1. Crearea de soiuri rezistente la rugina grâului

Plecând de la lipsa cronică de hrană, pentru o mare parte a populaţiei din ţările subdezvoltate, îndeosebi pentru ţările din zonele subtropicale, Fundaţia Rokhfeler, în cooperare cu guvernul mexican, au stabilit ca o echipă formată din cei mai buni amelioratori ai SUA să se deplaseze în Mexic, cu scopul de a contribui la ridicarea nivelului proucţiei grâului şi porumbului.

Pentru realizarea acestui obiectiv, au fost organizate echipe de cercetători, care să identifice şi să colecteze sursele de germopalsmă corespunzătoare scopului urmărit. Întrucât bolile grâului şi sensibilitatea la cădere a plantelor constituiau cele mai dificile probleme, echipa de colectare a avut ca obiectiv găsirea acelor surse de germoplasmă care să confere sursele de rezistenţă necesare. Dintre boli, rugina grâului făcea adevărate ravagii, favorizate de climatul mai umed specific zonelor tropicale. O sursă de germoplasmă cu potenţial ridicat de rezistenţă a fost identificată în varietăţile de grâu create în colaborare cu cercetători din SUA, America de Sud, Australia şi Noua Zeelandă. Cu acest material, echipa de amelioratori a lucrat timp de 10 ani, pentru ca genele de rezistenţă să fie transferate şi exprimate în grânele mexicane.

11.10.2. Germoplasma rezistentă la cădere descoperită în soiul Norin 10

Cu privire la cea de-a doua problemă, care a constat în sensibilitatea la cădere a plantelor, rezolvarea a venit de la o sursă de germoplasmă identificată în varietatea de grâu japonez denumită Norin 10, în a cărei structură genetică au fost descoperite genele de rezistenţă, exprimate în scurtarea taliei plantelor, făcându-le în acest fel rezistente la cădere. În Japonia au fost efectuate încrucişări între Norin 10 şi alte forme de grâu, din care au fost trimise în SUA 16 descendenţe, care au fost încrucişate la rândul lor cu varietatea ameliorată de grâu Brevor. În anul 1953 descendenţele rezulate din aceste încrucişări între Norin 10 şi Brevor au fost expediate echipei de amelioratori condusă de dr. Norman Barlaug, care au fost încrucişate cu grâul mexican, rezistent la rugina paiului, obţinând mai multe mii de descendenţe, din care numai trei s-au dovedit valoroase, constituind materialul, care avea să devină mai târziu, ceea ce s-a numit „revoluţia verde". Primele culturi de grâu ameliorate cu aceste două tipuri de rezistenţă la rugina paiului şi la cădere au fost semănate în Mexic între anii 1962 şi 1968, sămânţa obţinută fiind folosită în cultura mare în India şi Pakistan şi în alte ţări din regiune, unde lipsa de hrană devenise o mare problemă.

Utilizarea genelor pentru scurtarea taliei plantelor, identificate în germoplasma varietăţii de grâu Norin 10, precum şi genele pentru rezistenţă la rugina grâului, au influenţat pozitiv rezervele alimentare a ¼ din populaţia lumii, din care peste 100 de milioane de persoane se găsesc la limita supravieţuirii (Witt, 1985).

Cea de-a doua cultură, cu rol determinant în asigurarea securităţii alimentare a unei populaţii numeroase din Asia şi Africa este orezul.

Deşi potenţialul natural de producţie a acestei culturi este bun, cu toate acestea, atacul bolilor şi dăunătorilor reduce drastic nivelul producţiilor. Este de apreciat, modul cum s-au mobilizat cercetătorii

asiatici, pentru combaterea numeroaselor boli şi a unor insecte dăunătoare, dintre care evidenţiem virusul tungro, răpândit atât în Asia tropicală cât şi în Asia subtropicală, răspândirea bolii find produsă de insecta *Nephatettix virescens*, dar şi de speciile înrudite. Ca urmare, o echipă de specialişti asiatici au întreprins acţiuni ample de colectare a surselor rezistente la virusul tungro, dintre care cea mai rezistentă s-a dovedit variatea Pankhati din India. Cu bună rezistenţă s-au remarcat unele populaţii de orez din Bangladesh, China, Indonesia, Malaysia şi Pakistan.

O altă boală importantă este piticirea plantelor, produsă de virusul piticirii, răspândită în India, Malaysia, Filipine, Sri Lanka, Thailanda şi Vietnam. Pentru combaterea lui au fost descoperite sursele genetice de rezistenţă, cercetându-se în acest scop 10.000 de populaţii de orez, din care 100 de forme sălbatice. S-a remarcat ca foarte rezistentă o formă sălbatică de *Oryza nivara* din India, care prezintă avantajul încrucişării cu uşurinţă cu orezul cultivat *Oryza sativa*, descendenţele obţinute fiind fertile.

O boală răspândită în toate ţările asiatice care produce „pătarea bacteriană a frunzelor" este bacteria *Xanthomonas orizae*. Şi în acest caz a fost necesară colectarea şi studierea unui volum important de germoplasmă, compus din 9.000 de probe, dintre care s-au evidenţiat sursele din Bangladesh, China, Egipt, India, Indonesia, Japonia, Filipine, Taiwan. Un spectru larg de rezistenţă au dovedit genotipurile TKM-6, Sigadis, B1 şi IR-22. Cercetătorii de la Institutul de Cercetare a Orezului, Los Banos (IRRI) din Filipine au descoperit că rezistenţa la patogen este controlată, fie de o genă dominantă, fie de două gene linkate, sau de două gene complementare; rezistenţa hibrizilor în F1 poate fi recesivă sau dominantă.

11.10.3. Concluzii

Din aceste două exemple care scot în evidenţă contribuţia esenţială a surselor de germoplasmă valoroasă, sălbatică sau cultivată, care pe motiv că nu reprezintă un interes practic imdiat, nu se găsesc în atenţia celor care sunt obligaţi să o facă.

În calitatea sa de cea mai evoluată formă de viaţă, omul dotat cu grad înalt de cunoaştere şi de înţelegere a vieţii, cu posibilităţile sale mentale şi emoţionale superioare, poate percepe potenţialul biologic a germoplasmei, în evoluţia vieţii pe Pământ.

Toate însuşirile valoroase ale germoplasmei trebuie să-l responsabilizeze pe om, moral şi etic, în ce priveşte grija şi răspunderea faţă de conservarea germoplasmei, manifestând în acelaşi timp respect şi bunăcuviinţă pentru ce ne-au lăsat înaintaşii noştri, precum şi grija şi răspunderea a ceea ce vom transmite noi generaţiilor care vor veni.

În această idee, nu este vorba numai de patriotism, de care ar trebui să dăm dovadă, ci de un interes pragmatic, în activităţile de colectare şi conservare a germopalsmei, plecând de la adevărul că germoplasma nu este numai o resursă vie, ea este o resursă în continuă mişcare şi transformare existând o continuitate a vieţii pentru fiecare genă. Gena nu va fi niciodată ceea ce este şi niciodată ceea ce a fost. Însuşirea de continuitate a vieţii pentru fiecare genă, îi conferă germoplasmei o valoare deosebită responsabilizând etic, moral şi profesional fiecare generaţie să conserve în condiţii de securitate deplină, însuşirile valoroase ale germopalsmei şi de a le transmite nealterate generaţiilor viitoare.

Folosesc acest prilej pentru a sublinia cu satisfaţie faptul că în România, prin implicarea profesională şi morală a colectivului de cercetători de la Staţiunea de Cercetări Agricole Suceava şi de la Banca de Gene Suceava, în problema resurselor genetice vegetale, s-a reuşit să se înfiinţeze instituţional Banca de Gene Suceava, instituţie de

interes naţional, finanţată din bugetul statului, cu personalitate juridică, având ca obiective, colectarea, evaluarea şi conservarea resurselor genetice vegetale la nivel naţional, iar în colaborare cu băncile de gene surori din întreaga lume, să contribuie la formarea şi dezvoltarea fondului genetic vegetal mondial.

Ideea înfiinţării în ţara noastră a unei instituţii de stat care să conserve resursele genetice vegetale a fost sprijinită de o serie de instituţii importante precum Academia de Ştiinţe Agricole şi Silvice, de Academia Română, prin Editura Academiei, de numeroasele reviste de specialitate, dintre care remarcăm Asociaţia AMSEM, prin revista INFO-AMSEM, care pe parcursul timpului a publicat numeroase articole, evidenţiind importanţa şi rolul resurselor genetice vegetale în dezvoltarea agriculturii (Revista AMSEM, nr. 11.decembrie 2015).

11.11. Necesitatea adaptării şi domesticirii plantelor

Întreaga lume traversează în prezent o perioadă, de intense căutări pentru descoperirea a noi surse de materii prime şi energie.

Necesitatea de bunuri materiale, îndeosebi de hrană, a fost şi este în atenţia omului, ea evoluând odată cu evoluţia generală a societăţii, ajungând în prezent, în condiţiile schimbărilor climatice şi a creşterii excesive a populaţiei, îndeosebi în ţările în curs de dezvoltare a Asiei şi Africii, cea mai importantă, dar şi cea mai dificilă problemă a omenirii.

Activitatea care se defăşoară pentru devansarea producţiei alimentare faţă de creşterea explozivă a populaţiei, este strâns legată de lupta ce se desfăşoară pentru cosnervarea mediului natural. Legăturile omului cu natura sunt diverse şi deosebit de complexe. Natura oferă omului bunuri materiale şi spirituale, fără de care nu ar putea supravieţui. Cu toate acestea, firele care leagă omul de natură se rup prea des, cauzele fiind unele preocupări ale omului, care în numeroasele sale activităţi, în loc să beneficieze de darurile naturii le nesocoteşte sau

le distruge. Să ne gândim la dezastrele ce s-au petrecut şi se petrec încă, cu defrişările masive a numeroaselor suprafeţe de pădure din ţara noastră care prin modul barbar prin care au fost exploatate a lăsat în urma lor, munţi întregi fără vegetaţie, cu un aspect sinistru, cu pagube enorme economice, de mediu şi sociale. Şi toate acestea nu s-au petrecut într-o zi sau într-o săptămână, sau o lună, ci pe parcursul a multor ani, în văzul întregii societăţi, inclusiv a celor ce au menirea instituţională să apere avuţia ţării. Dar în cele mai multe cazuri ele s-au derulat în complicitate cu aceştia, şi ceea ce este mai grav constă în faptul că nimeni nu dă socoteală pentru pierderile enorme suferite.

Vegetaţia constituie cea mai importantă componentă a naturii, de care în mare măsură depinde însăşi viaţa noastră. În cadrul vegetaţiei pe lângă alte forme vegetale se includ şi plantele sălbatice şi cele primitive, precum şi rudele lor evoluate – plantele de cultură. Ca urmare a influenţei factorilor naturali ai evoluţiei, formele primitive sălbatice şi cultivate, conţin în structura lor ereditară însuşiri de adaptare, importante, precum rezistenţa la secetele intense şi prelungite, la arşiţile dogoritoare, la temperaturile suboptimale, la excesul de umiditate, etc., însuşiri care s-au format în procesul lung al evoluţiei şi ca urmare ele reprezintă cele mai valoroase surse de gene utile procesului de ameliorare.

11.11.1. Adaptarea şi domesticirea plantelor, însuşiri determinante în procesul evoluţiei

Adaptarea, privită din punct de vedere al evoluţiei, constituie un proces de schimbări în patrimoniul genetic al organismelor. Un rol important în procesul adaptării îl are diversitatea condiţiilor de mediu, care faţă de condiţiile din trecut, cele existente astăzi, devin tot mai uniforme, datorită practicilor agricole moderne, care impun plantelor aceeaşi tendinţă. În consecinţă, se constată o perturbare a habitatelor, în sensul unor schimbări cu efecte genetice importante, precum şi

existenţa în tranziţie a unor medii cultivate şi necultivate, care au creat condiţii ecologice noi, pentru desfăşurarea proceselor hibridării, introgresiunii şi mutaţiei şi ca urmare posibilităţi noi de contact genetic, lărgindu-se astfel fondul genetic al tuturor speciilor cultivate.

Între specii există deosebiri, în ceea ce priveşte capacitatea de adaptare; unele au o capacitate de adaptare mai redusă, în timp ce altele beneficiază de o capacitate mare de adaptare aşa cum posedă diferitele specii de graminee (timoftica, golomăţul, păiuşul de livezi, etc.), unele specii de legume (varza, ceapa, tomatele, morcovul, salata, spanacul, etc.), unele plante de câmp (porumbul, floarea soarelui, cânepa, bumbacul, cartoful, etc.), etc. Există în acelaşi timp specii care deşi au capacitate de adaptare redusă, conţin ecotipuri cu capacitate de adaptare foarte mare (soiul de secară Petkus, soiul de floarea soarelui Jdanov, etc.)

Din punct de vedere genetic, adaptarea constituie un proces mult mai complex, şi mai profund decât este apreciat uneori, simplist şi limitat. În prezent se apreciază că este puţin probabil ca unei singure gene sau unui număr restrâns de gene să li se poată atribui formarea unor trăsături adaptive. Aşa spre exemplu adaptarea climatică, în care caz sunt implicate nu numai trăsături de ordin fotoperiodic, de temperatură şi vernalizare, ci şi reacţii fiziologice şi modificări morfologice. Interacţiunile complexe care concură la procesul adaptării dovedeşte că nu caracterele singulare ci grupurile mari de caractere afectează fenotipul la diversele niveluri şi în diferite moduri, determinând finalitatea procesului adaptării.

Diversitatea genetică este determinantă în procesul adaptării, însă nu orice grad de diversitate genetică contribuie la sporirea adaptabilităţii. Selecţia naturală şi driftul genetic acţionează asupra variaţiilor genotipice din cadrul populaţiilor, reducând numărul acestora.

Diversitatea genetică a plantelor sălbatice şi primitive este de ordin cantitativ, ea fiind mai mare la plantele sălbatice şi primitive, şi mai limitată la plantele moderne. La formele primitive, diversitatea genetică a permis evoluţia unor rase adaptate la condiţiile de mediu locale. Astfel, se explică coexistenţa unor plante gazdă şi a unor agenţi patogeni, care au determinat evoluţia rezistenţei la boli sub formă de rezistenţă de câmp sau rezistenţă orizontală, cum este cazul rezistenţei cartofului la mană şi a genului *Aegilops* la rugină.

11.11.2. Uniformitatea genetică şi adaptarea

În contrast cu diversitatea genetică, uniformitatea genetică constituie însuşirea improprie adaptării; cu cât plantele sunt mai sărace în diversitate genetică, cu atât sunt mai sensibile la advesităţile mediului.

Presiunea de selecţie şi direcţionarea selecţiei, accentuează pierderea diversităţii genetice, de unde se poate trage concluzia că uniformitatea genetică a plantelor moderne este în contradicţie cu cerinţele lor de adaptabilitate. În această situaţie se naşte următoarea întrebare: dacă formele moderne au adaptabilitate redusă, de ce ele sunt preferate de cultivatori. Deşi există tendinţa de uniformizare a condiţiilor de mediu prin irigaţii, desecări, administrarea îngrăşămintelor, etc. cu scopul de a corecta factorii deficitari ai mediului, crearea unor genotipuri suficient de uniforme, dar care să aibă în structura lor genetică potenţialul de a contracara factorii de mediu nefavorabili este posibilă, prin crearea soiurilor sintetice şi a formelor multiliniale, în care să fie concentrată prin complementaritate însuşirile diverse, ale liniilor ce compun genotipul nou creat, genotipuri care se deosebesc între ele din punct de vedere al caracterelor adaptive şi care pot combina aleatoriu, dar reacţionând la fel în aceleaşi condiţii de mediu.

Cu toate că adaptarea reprezintă o consecinţă a efectelor presiunii de selecţie a mediului asupra indivizilor care alcătuiesc o populaţie, într-o astfel de manieră încât să influenţeze supravieţuirea diferenţiată a acestora, aprecierea cantitativă a proceselor de adaptare trebuie să se facă prin folosirea parametrilor populaţiei şi nu a individului. Folosirea noţiunii de populaţie a permis o înţelegere mai bună a procesului de adaptare, proces care are loc nu la nivelul unor indivizi izolaţi, ci a populaţiei în ansamblul ei.

11.11.3. Procesul domesticirii plantelor

Domesticirea plantelor reprezintă procesul biologic prin care plantele sălbatice, ca urmare a factorilor naturali ai evoluţiei şi a intervenţiei omului, suferă transformări importante, având ca finalitate domesticirea plantelor sălbatice; toate plantele cultivate au la origine speciile sălbatice.

Pe lângă factorii naturali ai evoluţiei (migraţia, mutaţia, selecţia naturală şi driftul genetic) intervenţia omului a avut un rol determinant în accelerarea evoluţiei plantelor în parcursul lor spre domesticire, favorizând sau anulând efectele selecţiei naturale, care în lipsa controlului uman ar fi determinat schimbări în frecvenţa genică, utile supravieţuirii şi reproducţiei, dar cu o scăzută importanţă economică. Acoperirea boabelor de porumb cu glume lungi, a constituit o însuşire reţinută de selecţia naturală, favorizând înmulţirea porumbului primitiv, pentru om însă această însuşire era nefavorabilă provocându-i greutăţi la eliberarea boabelor de pe ştiulete. Pentru aceasta a fost necesară intervenţia omului, care a fost obligat să realizeze prin domesticire, scurtarea glumelor, uşurând desprinderea boabelor de pe ştiulete.

Plantele de cultură, ca urmare a domesticirii, pierd o serie de însuşiri, care în stare sălbatică erau imperios necesare pentru supravieţuire. Din această cauză omul a devenit obligat să preia asupra sa grija înmulţirii plantelor de cultură.

Prin procesul de domesticire a plantelor sălbatice pentru a fi convertite în plante de cultură, omul a obţinut o uriaşă realizare, asigurând omenirii hrana necesară, deschizând în acelaşi timp drumul spre noi descoperiri importante în biologie, îndeosebi în genetica şi ameliorarea plantelor (Revista AMSEM, nr. 1 -2. Ianuarie 2016).

11.12. Speciile sălbatice și primitive de cartof, necesare în ameliorarea plantelor

În preocupările noastre privitoare la potențialul de utilizare a resurselor genetice vergetale în ameliorarea plantelor, au fost incluse și speciile sălbatice și primitive, care ocupă un loc prioritar în această activitate.

În ceea ce privește cartoful, se deosebesc trei etape în preocupările cercetătorilor referitoare la speciile sălbatice și cultivarele primitive, cu trimitere specială la oportunitățile de colectare a surselor valoroase de germoplasmă.

Prima etapă a reprezentat debutul expedițiilor de identificare și colectare a speciilor sălbatice din America de Sud și din Mexic. Cu speciile colectate s-au făcut încercări de hibridare cu cartoful cultivat (*Solanum tuberosum)*, pentru cunoașterea compatibilității la încrucișări, vizând formele fertile și cele sterile.

În a doua etapă se scoate în evidență rezistența la mană (*Phytophtora infestans*) a speciilor sălbatice *Solanum demissum și Solanum edinense* și a hibrizilor obținuți prin încrucișarea cu *Solanum tuberosum.*

În a treia etapă se consemnează expedițiile de amploare organizate de Vavilov pentru colectarea unui volum important de forme sălbatice primitive și cultivate de cartof, care i-a permis să fundamenteze teoretic și practic întreaga muncă de ameliorare ce a urmat.

În prezent se apreciază că s-a intrat într-un vast program de cercetare pentru valorificarea speciilor sălbatice și primitive cultivate, în lucrările de ameliorare.

Mana cartofului *(Phytophtora infestans)*

11.12.1. Diversitatea genetică la cartof

Dezvoltarea diversității genetice la cartof este mult mai dificilă decât la alte plante. Spre exemplu în timp ce porumbul concentrează întreaga variabilitate genetică într-o singură specie cultivată (*Zea mays*), iar toate varietățile aparținând speciei au același număr de cromozomi, la cartof există specii cultivate diploide, teraploide și pentaploide. Dintre acestea, imnportanță prezintă specia tetraploidă *Solanum tuberosum*. Nivelul ridicat de ploidie crează dificultăți mari în transferul genelor. Insistându-se asupra posibilităților de încrucișare s-a reușit realizarea acestei operațiuni între speciile sălbatice și cartoful cultivat (*Solanum tuberosum*). În grupul speciilor cultivate există diferențe în ceea ce privește nivelurile de ploidie, cuprinzând forme de la diploide până la pentaploide. Cea mai mare diversitate genetică se

găsește în tetraploidul *Solanum tuberosum ssp. andigena*, care se exprimă prin diferențe evidente în formă, culoare, textură, chimia tuberculului și prin diferențe mai mici în cee ce privește rezistența la boli, la frig și prin diferențe de adaptare.

Solanum tuberosum ssp. andigena

Înafara a șapte specii primitive cultivate, în cadrul genului *Tuberosum* există 100 de specii sălbatice unele din ele cu un mare potențial de ameliorare.

11.12.2. Transferul germoplasmei sălbatice în cartoful cultivat

Cu toate barierele de sterilitate existente, cercetările efectuate dovedesc că genele valoroase ale speciilor sălbatice, pot fi transferate în cartoful cultivat. Este important de reținut că transferul genelor sălbatice, pe lângă însușirile valoroase transmise, contribuie și la dezvoltarea unui efect heterotic asupra productivității și o exprimare mai evidentă a celorlalte însușiri vizate. Acest avantaj general, explicabil prin teoriile moderne ale heterozisului trebuie atribuit creșterii heterozigoției.

Folosirea speciilor sălbatice de cartof în lucrările de ameliorare are ca obiectiv principal, identificarea raselor de razistență la mană și la viroze (virusurile X și Y), la gândacul de Colorado, la optimizarea conținutului de proteine și a celui de Vitamina C și chiar sporirea productivității.

Cercetările au evidențiat valoarea speciilor sălbatice și a cultivarelor primitive de cartof în lucrările de ameliorare, reprezentate de sursele genetice din *Solanum demissum și Solanum andigena.* Genele a patru specii sălbatice au fost transferate în cultivarele: Corida, Esta, Franzi, Heidrum și Wega, asigurând rezistență la genotipurile Ro,1-5, ale nematodului *Globotera rostochinensis* și rezistență medie la virusul "răsucirii frunzelor".

Speciile sălbatice și cultivarele primitive, importante în ameliorarea cartofului cultivat, sunt următoarele: *Solanum tuberosum, ssp. tuberosum* (chilian) care se evidențiază prin rezistență la virusurile X și Y și la rasele de *Sinchitrium endobioticum* (cancerul cartofului).

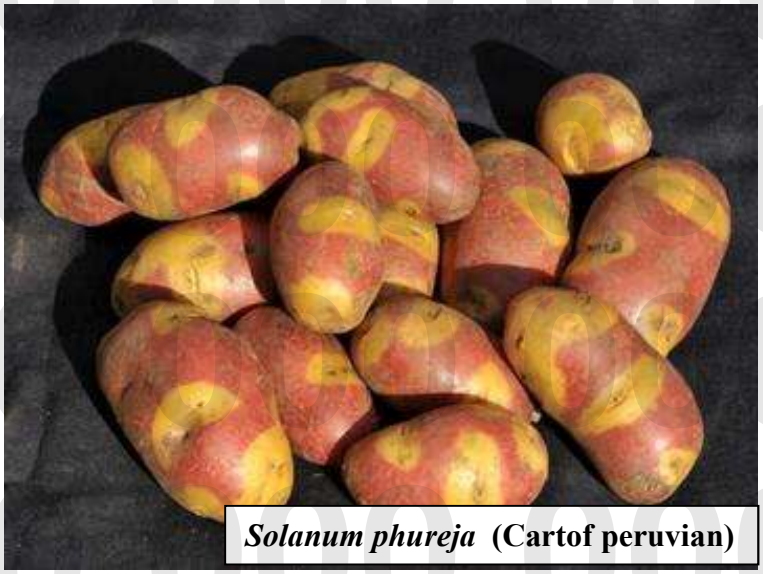
Solanum tuberosum ssp andigena, reprezintă rezultatul încrucișării între *Solanum demissum* și *Solanum andigena* fiind răspândit în Mexic. Germoplasma de *andigena* a fost utilizată în fosta URSS, creindu-se astfel cultivarul Inandra. De asemenea germoplasma *speciei Solanum andigena*, în combinație cu specia *Solanum demissum*, intră în numeroasele soiuri ameliorate din Europa. De interes în acest sens sunt liniile CPC 1673 și CPC 1960, care poartă gene de rezistență

Solanum andigena

la patotipurile Ro1 și Ro4 ale nematodului *Globodera rostochinensis* și la virusul X al cartofului.

Solanum phureja este folosită în Marea Britanie (Scoția), Germania și Danemarca pentru rezistență la *Pseudomonas solanocearum.*

Solanum demissum este cea mai veche și cea mai frecvent utilizată sursă în ameliorarea cartofului, a cărei germoplasmă participă în pedigreul cultivarelor, aproape din toate țările cultivatoare de cartof. Principala valoare a acestei specii sălbatice este rezistența la mană.



Solanum phureja **(Cartof peruvian)**

Plecând de la distrugerile mari care le provoacă cartofului, această descoperire a constituit un mare succes al amelioratorilor, mai ales că există posibilități tehnice de transfer al genelor de rezistență majoră și minoră în cartoful cultivat.

Solanum demissum

După răspândirea diverselor specii de mană, rezistența genelor majore a adevenit fără valoare, dar s-a menținut rezistența generată de genele minore.

O altă caracteristică importantă a germoplasmei din această specie, este rezistența la virusul "răsucirii frunzelor". De asemenea s-a constat că germoplasma din *Solanum demissum,* imprimă un efect heterozis exprimat prin mărirea vigorii plantelor și creșterea productivității. Această caracteristică a speciei sălbatice *Solanum demissum*, explică larga utilizare a ei în lucrările de ameliorare. Se poate afirma că nu există nici un program de ameliorare a cartofului în care să lipsească *Solanum demissum.*

Folosind *Solanum demissum* au fost creați o serie de hibrizi de ameliorare și soiuri, care au fost utilizați ca părinți în diversele încrucișări (Magestic, Doon, Star și Herald în Marea Britanie și Olanda). De asemenea soiurile Aquila, Apta, Capella, Maritta și Schwalbe au fost folosite ca părinți pentru crearea soiurilor valoroase în Marea Britanie, Rusia și Germania, iar cu soiul Kenebec, în SUA și Canada. Folosind în lucrările de ameliorare mai multe proveniențe de *Solanum demissum,* s-au obținut o serie de cultivare și linii de ameliorare ca de exemplu cultivarele Cosima, Rhenhart și linia 19286 care au stat la baza creării a 10 soiuri în Danemarca.

Solanum vernei se remarcă pentru rezistență la *Globodera pallida* precum și un conținut bogat în amidon. loA fost utilizată la crearea a 11 soiuri moderne în Olanda și Germania.

Solanum vernei

Solanum stoloniferum este valoroasă pentru rezistență sporită la virusurile X și Y și la unele rase de mană. În Germania a fost folosită la crearea a 10 soiuri, dintre care 6 cu rezistență exttremă la virusul Y.

Solanum stoloniferum

Solanum spegazzini EBS 510, se caracterizează prin rezistență la *Globodera rostochinensis* (gena Fb), rasele 1,2,3,4 și 5. Hibrizii de retroîncrucișare dovedesc rezistență adițională la *Fusarium.*

Solanum acaule

Solanum acaule, rezistentă la virusul X, controlată de gena dominantă Rxacl și la virusul "încrețirii frunzelor". Transferul genelor de rezistență s-a consumat după 5-6 generații de retroîncrucișări. Cercetările efectuate arată că transferul genelor este posibil nu numai de la speciile sălbatice înrudite cu *Solanum tuberosum*, ci și de la specii sălbatice puțin înrudite sau neînrudite, de exemplu speciile din seria *acaulia și longipedicellata*.

Utilizarea speciilor sălbatice și a cultivarelor primitive de cartof este într-o fază avansată, încât în Germania dintr-un milion de hibrizi de ameliorare, cât se produc anual în Germania, 90% se obțin cu participarea speciilor sălbatice sau/și a cultivarelor primitive.

Cu toate că folosirea materialului sălbatic și primitiv de cartof este mai avansată față de alte culturi, totuși aproape 60 de specii sălbatice și peste 600 de cultivare primitive nu sunt folosite suficient în lucrările de ameliorare. Utilizarea acestui material ar putera genera însușiri noi, necunoscute și ar putea oferi un orizont nou în realizarea unor

interacțiuni alelice și nealelice neîntâlnite, sporindu-se astfel heterozigoția.

*
* *

Se desprinde din acest material cât de importante și valoroase sunt speciile sălbatice și cultivarele primitive în lucrările de ameliorare și cât de mult pot contribui ele la asigurarea securității alimentare, pentru o lume în continuă creștere.

Să ne îngrijim și să prețuim darurile inestimabile ale naturii, pentru binele nostru și al generațiilor care vor veni după noi!! (Revista AMSEM, nr. 5. iulie 2016).

11.13. Ameliorarea caracterului producție la plantele agricole

Să analizăm evoluția ameliorării plantelor pe parcursul unei perioade istorice îndelungate. Se poate constata o transformare continuă a germoplasmei plantelor care, suferind presiunea factorilor naturali ai evoluției, și-au dezvoltat o serie de însușiri. Astfel au continuat drumul lung și sinuos al evoluției la care a contribuit și activitatea conștientă a omului, prin grăbirea proceselor biologice naturale, implicate în creșterea productivității plantelor.

Evoluția productivități plantelor nu ar fi avut loc, dacă mecanismele genetice răspunzătoare de controlul genetic al caracterului producție nu ar fi existat sau nu ar fi funcționat la parametrii biologici normali.

Evoluția *caracterului producție* dovedește că, alături de alți factori favorabili, o importanță deosebită o are „factorul genetic". În acest sens, pot fi date numeroase exemple prin care se confirmă existența factorului genetic al productivității plantelor.

La sfârșitul anilor ‘60, previziunile asupra situației alimentare din India erau destul de precare, în principal din cauza creșterii explozive a populației. La sfârșitul anului 1970, se anunțase o penurie de alimente de mari proporții. Datorită noilor cultivare create, care au asigurat producții ridicate pe suprafețe mari, previziunea nu s-a adeverit.

Deși în anul 1980 populația Indiei s-a dublat, producția alimentară, care a avut și are la bază grâul și orezul, a crescut substanțial, datorită în bună parte progresului genetic, asigurat de noile soiuri create, deținătoare a unor însușiri favorabile, care au revoluționat pur și simplu recolta de grâu și orez.

India, China, Indonezia și alte state asiatice au avut asemenea creșteri de producție, încât nu a mai necesitat importul de cereale.

Ameliorarea caracterului producție a cunoscut o creștere continuă, ajungând de la câteva sute la mii de kilograme pe hectar, la creațiile moderne. Acest lucru s-a întâmplat, deși caracterul producție se constituie într-un proces genetic destul de dificil, dat fiind că, la realizarea lui, este necesară participarea unui număr mare de gene într-o interacțiune foarte complexă, anevoioase de controlat.

Potențialul genetic de producție s-a dezvoltat pe parcursul a 10.000 de ani, de când a apărut agricultura și implicit domesticirea plantelor.

11.13.1. Contribuția factorilor genetici

Capacitatea de producție este determinată de factorii interni (genetici) și de factorii externi (negenetici). Conform cercetărilor realizate de specialiști, rezultă că 56% din varianța totală a producției unui cultivar este afectată de condițiile de mediu (factori negenetici). Aceasta scoate în evidență că 40-50% din varianța totală este sub control genetic.

Caracterul producție, la rândul său, este determinat de numeroase componente genetice, din care fiecare luată individual are propriul

determinism genetic, controlat atât de factorii genetici, cât și de condițiile de mediu. Greutatea boabelor de grâu depinde de raportul dintre amidon și proteina din endosperm, care determină consistența bobului. Dar din clasa proteinelor, în afară de prolamine și glutenine, se includ și globulinele, albuminele și heteroproteidele. Variațiile cantitative ale tuturor acestor substanțe determină variații în greutatea boabelor, precum și în ceea ce privește însușirile de panificație.

Stratul aleuronic, prin proporția substanțelor chimice, influențează greutatea bobului. Pericarpul influențează greutatea boabelor prin grosimea, structura, anatomia și compoziția chimică a epicarpului, mezocarpului și endocarpului. La rândul lor, formarea substanțelor menționate în citoplasma celulelor verzi este determinată de intensitatea luminii.

Cercetările asupra morfogenezei bobului scot în evidență că, în această perioadă, au loc în plantă și bob, numeroase procese chimice, biochimice și fiziologice, care influențează greutatea bobului.

Rezultă că greutatea bobului este controlată de numeroase gene, caracterul *greutatea bobului* fiind de ordin cantitativ. În același timp, el este controlat și de factorii de mediu.

Cu privire la componentele producției, cercetările efectuate dovedesc că ele acționează independent asupra producției totale și se transmit independent.

11.13.2. Contribuția factorilor de mediu

Factorii negenetici pot fi naturali sau artificiali, favorabili sau nefavorabili. Acești factori sunt hotărâtori în expresivitatea fenotipică, motiv pentru care genotipul a fost definit ca o normă de reacție. La unele organisme, norma de reacție la factorii externi se schimbă puțin sau nu se schimbă, în care situație avem de-a face cu așa zisa *homeostazie genetică*, în timp ce la alte organisme norma de reacție este profundă, fenomen întâlnit cu denumirea de *plasticitate fenotipică*.

Factorii externi care influențează caracterul producție sunt factorii meteorologici (cantitatea de precipitații, respirația, temperatura, umiditatea etc.), condițiile agrotehnice (irigațiile, îngrășămintele aplicate etc.).

11.13.3. Identificarea surselor ascunse de gene

La speciile sălbatice, se găsesc unele caractere care, în mod natural, nu se observă. Identificarea de noi surse de gene valoroase și punerea în valoare și sursele *ascunse* necesită operațiunea de hibridare și analiza descendenților, care, datorită segregării, pot fi descoperite. Există patru moduri pentru depistarea surselor (genelor) ascunse: interacțiunea genică, interacțiunea plasmatică, variația latentă și mutageneza.

Interacțiunea genică poate fi scoasă în evidență datorită unei însușiri monogenice prezente în părintele sălbatic, obținând expresivitatea genei ascunse, atunci când este introgresată, folosind forma cultivată ca partener matern. Un astfel de tip de interacțiune este acela al genei B prezentă în cadrul speciei *Lycopersicum hirsutum* și în alte specii cu fructe verzi. Deși gena B codifică sinteza carotenului în fructul matur, ea nu are efecte depistabile la speciile cu fructe verzi, pentru că ea nu sintetizează carotinoizi colorați. Însă, atunci când este introdus *Lycopersicum esculentum* cu fructe roșii, gena B produce un efect spectaculos, o segregare de 1:1, de la roșu la portocaliu, fiind depistată în prima generație de backcross. Gena B a fost transferată în câteva soiuri, de exemplu în soiul Clara Red.

Intercțiunea plasmatică este rareori întâlnită la hibrizii interspecifici de tomate. În asemenea încrucișări, *Lycopersicum esculentum* este invariabil utilizată ca părinte femelă.

Variația latentă se referă la genele recesive ale speciilor autoincompatibile.

Mutageneza . Rate înalte de mutații sunt frecvente la hibrizii interspecifici.

11.13.4. Perspective în ameliorarea caracterului producție

Potențialul genetic de producție a ajuns la cote atât de înalte, încât unii cercetători se îndoiesc dacă va mai putea fi ameliorat. În unele cazuri, contribuția intrinsecă la ameliorarea capacității de producție a fost asociată cu ameliorarea rezistenței la boli, la cădere sau la condițiile nefavorabile de mediu.

Într-o experiență cu soiuri noi și vechi de grâu, s-au studiat condițiile artificiale de prevenire a bolilor și a căderii, constatându-se că soiurile nou create au depășit soiurile vechi, cu 2000 kg/ha, atât la fertilizarea mai ridicată, cât si la o fertilizare mai scăzută cu azot.

Despre posibilitățile viitoare de sporire a caracterului producție, mai multe informații se găsesc la porumb, existând două puncte de vedere diferite: unul care nu susține posibilitatea ameliorării caracterului producție, iar altul care susține această posibilitate.

Cei ce au rezerve sau îndoieli asupra creșterii în viitor a caracterului producție al porumbului consideră că, în prezent, datorită volumului imens de cercetări efectuate, precum și prin rezultatele obținute, porumbul a ajuns în situația de a fi cea mai studiată specie din punct de vedere genetic. Astfel posibilitățile genetice de sporire a caracterului producție se apropie de sfârșit.

În acest sens, Brandolini și Mariani, doi mari amelioratori italieni, au afirmat că amplele studii efectuate conduc la concluzia că, în viitor, pe baza interpretării actuale a acțiunii și interacțiunii genelor și a materialului genetic disponibil, se întrevede că productivitatea deja atinsă a porumbului va fi greu de depășit prin metode genetice.

Susținătorii acestui punct de vedere consideră că, în prezent și cu atât mai mult în viitor, potențialul genetic de productivitate al

porumbului devine tot mai limitat, iar o creștere ar putea fi posibilă mai degrabă prin mijloace agrotehnice decât prin mijloace genetice.

Cealaltă tabără consideră că – în cazul porumbului, prin structura sa genetică, prin modul de funcționare a organelor reproductive, prin marea diversitate genetică, prin cunoașterea tot mai aprofundată a genomului, prin perfecționarea continuă a metodelor și tehnicilor specifice de analiză celulară și moleculară – posibilitățile de sporire a potențialului productiv nu sunt nici pe departe epuizate și nici limitate. Revista AMSEM, nr. 7. iulie 2017).

11.14. Markeri moleculari și ameliorarea modernă a plantelor

Marcherii moleculari sunt constituiți din gene cu efecte fenotipice detectabile a căror localizare este cunoscută și care permit localizarea și a altor gene sau a altor locusuri. Plecând de aici se poate înțelege atenția și importanța ce li se acordă în lucrările de ameliorare a plantelor, ținând cont că markerii moleculari au un rol deosebit în accelerarea progresului în ameliorarea plantelor și eliminarea, pe cât este posibil, a caracterelor întâmplătoare.

Pentru reușita acestor probleme, este necesară aplicarea unor tehnici speciale (RFLP; PCR, RAPD, AFLP, etc).

Pentru a fi considerat marker, cea mai rară dintre alele, trebuie să aibă o frecvență mai mare de 1%. Spre exemplu un marker valoros pentru studiul genelor situat pe cromozomul X ar trebui să aibă o frecvență de 50% pentru gametul femel.

Markerii ADN asigură legătura fundamentală între biologia și ameliorarea plantelor. Pentru realizarea acestei oportunități este necesar studiul plantelor la nivel molecular în vederea cunoașterii polimorfismului ADN-ului nuclear, astfel încât rezultatele obținute să poată fi utilizate în analiza genomului și pentru selecția asistată de markeri.

Tehnologia de clonare a acestor gene a permis, realizarea programelor fundamentale într-un mare număr de elemente din biologie. Unul din acestea îl reprezintă utilizarea fragmentelor de ADN cromozomal clonat cu markeri genetici. În acest procedeu ADN-ul este dirijat prin intermediul enzimelor de restricție. Enzimele de restricție aparțin ADN-ului endonuclear, identificat în diverse microorganisme. Cele de timpul II sunt capabile de a scinda ADN-ul în locusurile denumite **sitesuri** unde se găsește o secvență de bază specifică. Sunt analizate fragmente de restricție omoloage de ADN obținute prin aceste sciziuni, ca și marckeri genetici. Acest proces este mult folosit pentru cartografierea genelor, fiind cunoscut sub denumirea de polimorfism de secționare a fragmentelor de restricție sau cartografiere RFLP.

Sondele de ADN polimorfice afectează prin hazard (RAPD) polimorfismul secționării fragmentelor amplificate (AFLP) și reacția în lanț a polimerazelor (RCP). Aceste metode reprezintă alte tehnici care au fost dezvoltate pentru detecția polimorfismului și grilajul marcherilor legați de populațiile de segregare.

Cercetarea hărților genetice ale cromozomilor în stare haploidă, care reprezintă tot atâtea grupe de linkage pentru diverse specii, poate explica și existența și a altor înlănțuiri strânse, care pe plan fenotipic se pot exprima prin corelații de diferite tipuri, de exemplu prin caractere cantitative și calitative.

Situarea locusurilor în același grup linkage de gene sau de cromozomi, determină corelații pozitive sau negative de intensitate variabilă între caractere. Când locusurile sunt foarte strâns linkate, corelațiile pot fi foarte puternice, în timp ce prin slăbirea linkajului, odată cu creșterea distanței relative dintre gene se reduce și intensitatea corelațiilor. Cunoașterea intensității linkajului și a tipurilor de corelații prezintă interes pentru programele de ameliorare a plantelor pe termen scurt și lung. Marcherii moleculari pot fi utilizați pentru etichetarea

QTL specifici surselor genetice directe, pentru caractere genetice complexe precum toleranța la stresul de mediu sau pentru însușirile de calitate. S-a găsit că QTL a câtorva caractere cantitative clasice, precum înălțimea plantei ar fi aproape de locusul genetic calitativ, raportându-se la același caracter.

Studiile de genetică moleculară, ar putea de asemenea permite identificarea caracterelor corelate în planul caracterelor fenotipice. Cea mai mare parte a QTL-urilor pentru mărirea conținutului în ulei sunt asociate cu o micșorare a greutății boabelor. Totuși s-au găsit câteva locusuri în interiorul acestor QTL-uri care erau asociate unui caracter, fără a fi asociate cu altul. O astfel de informație permite amelioratorilor de a introgresa selectiv alelele interesante pentru un caracter care nu ar fi asociat cu efecte indezirabile. Analizele genetice moleculare au tentat amelioratorii de a lega heterozisul măsurat în termen de randament, la marcherii de diversitate între părinți, sau în intervalul hibrizilor simpli. Marcherii moleculari au posibilitatea detectării asociaților de linii care au o bună corelație cu pedigreul cunoscut, însă ele sunt indicate ca ineficiente pentru predicția efectelor aptitudinii specifice de combinare.

Tehnicile markerilor moleculari nu sunt eficace pentru predicția heterozisului, însă ele vor permite o înțelegere mai bună a complexității fenomenului. Marcherii moleculari sunt din ce în ce mai folosiți în încrucișările între porumb și alte specii. Descoperirea modelului apomictic de reproducere la hibrizii de porumb x Tripscaum, devine posibilă datorită utilizării marcherilor de la porumb prin RFLP. Astfel s-a semnalat exemplul unui hibrid de porumb reușit cu o specie din afara maydeelor (ovăz x porumb). S-a identificat la câțiva hibrizi particule stabile, având patru cromozomi de porumb și o variabilă haploidă cu 21 de cromozomi de ovăz. S-a utilizat analizele markerilor de ADN cu ajutorul RFLP pentru identificarea cromozomilor de porumb prezenți în descendențele încrucișate ovăz x porumb.

Folosirea markerilor moleculari în genetica și ameliorarea plantelor, înseamnă posibilitatea de a analiza în cele mai mici detalii, harta genetică a caracterelor cantitative complexe prin detectarea locusurilor acestor caractere, denumite QTL. Deși identificarea genelor minore, responsabile de caracterele cantitative prin marcarea lor cu unele gene majore (markeri morfologici) cu care acestea pot fi linkate este destul de veche prin marcarea lor cu unele gene majore, abia recent metoda a intrat în practica amelioratorilor de plante, odată cu descoperirea markerilor moleculari la nivelul ADN-ului, obținuți prin tehnici moleculare speciale.

Cercetători în domeniu au prezentat marcherii ADN și utilitatea acestora în programele de ameliorare a plantelor, subliniind că această tehnologie este necesară pentru determinarea precisă a diferențelor între specii, întrucât hărțile genetice sunt specifice fiecărei specii. Contrar acestei aprecieri, există în prezent posibilitatea de concentrare asupra asemănărilor între genomurile speciilor. Analiza moleculară a genomurilor speciilor, creează oportunități pentru abordarea strategiilor de clonare, precum și investigații asupra evoluției genomurilor. Analiza posibilităților comune a sondelor ADN, pentru detectarea și cartografierea secvențelor omoloage și legăturile prezervate între specii izolate sexual (ex. porumbul, orezul, sorgul și grâul) deschid posibilități importante în abordarea lucrărilor de ameliorare a plantelor pentru geneticieni și amelioratori.

Analiza genetică moleculară a scos în evidență omologii și legături între porumb și sorg, între porumb și orez, descoperind omologii între porumb, orez și grâu pentru numărul regiunilor genotipurilor, una dintre ele este locusul care controlează absența ligulei, ce reprezintă o etapă importantă în domesticirea cerealelor pentru boabe. Cercetătorii au studiat evoluția genomului la șase specii de monocotiledonate, dintre care și porumbul. Utilizând analiza

segmentelor legate, cercetătorii au arătat că „decupând” cromozomii individuali în segmente și prin rearanjarea blocurilor prezervate, genomurile a 6 specii majore ar putea fi aliniate în structuri foarte asemănătoare. Această analiză a condus la ipoteza importantă a existenței unui cromozom ce aparține cerealelor ancestrale.

În prezent funcțiile și legăturile conservate includ QTL și caractere genetice integrate, care prezintă interes pentru programele de ameliorare a plantelor pe termen scurt și lung. Markerii moleculari pot fi utilizați pentru etichetarea QTL specifici surselor genetice directe, pentru caractere genetice complexe precum toleranța la stresul de mediu sau pentru însușirile de calitate. S-a găsit că QTL a câtorva caractere clasice, precum înălțimea plantei ar fi aproape de locusul genetic calitativ, raportându-se la același caracter.

Studiile de genetică moleculară, ar putea de asemenea permite identificarea caracterelor corelate în planul caracterelor fenotipice. Cea mai mare parte a QTL-urilor pentru nivelul conținutului în ulei sunt asociate cu o micșorare a greutății boabelor. Totuși s-au găsit câteva locusuri în interiorul acestor QTL-uri care erau asociate unui caracter, fără a fi asociate cu altul. O astfel de informație permite amelioratorilor de a introgresa selectiv alelele interesante pentru un caracter care nu ar fi asociat cu caracterele indezirabile.

11.14.1. Cartarea genetică prin RFLP (Restriction Fragment Lenght Polimorfism)

Tehnologia ADN-ului recombinant reclamă construcția unui nou tip de hartă genetică, care se bazează pe utilizarea enzimelor de restricție, care servesc la identificarea markerilor genetici specifici pentru toți cromozomii. Cunoscând numărul și tipul de enzime folosite este posibilă construirea unei hărți cu amplasarea precisă a markerilor genetici din tot genomul. În asemenea hărți, markerii genetici sunt răspândiți randomizat, iar distanțele între ei sunt mult mai mici decât în

tipul uzual de hartă.

Avantajul unei asemenea hărți genetice constă în faptul că amelioratorul poate face selecția caracterelor dorite, altfel decât prin programele convenționale de ameliorare. De asemenea, cu ajutorul acestor hărți se poate direcționa programul de ameliorare cu un conținut mai mult decât o genă. Crearea plantelor transgenice este asociată cu construcția hărților RFLP. Integrarea hărților RFLP în ameliorarea plantelor, incluzând procedeele de realizare a plantelor transgenice, oferă posibilitatea transferului de gene noi de la speciile sălbatice înrudite, făcând posibilă clonarea unor gene complementare cum ar fi genele pentru rezistență la boli sau toleranță la stresul de mediu.

Principiul cartografierii RFLP constă în localizarea unei secvențe particulare dintr-o populație heterogenă de ADN genomic. ADN-ul este digerat de una sau mai multe enzime de restricție, iar fragmentele rezultate sunt separate prin electroforeză de gel. Acest ADN denaturat este apoi transferat pe o membrană de nylon; poziția relativă a fragmentului de ADN păstrându-se în timpul transferului, ADN-ul fixat pe membrană este apoi hibridat cu o sondă de ADN cu marker P32 care permite localizarea benzilor complementare ale sondelor.

Accesul direct la genele implicate în controlul unor caractere cantitative complexe, prin marcarea lor cu ajutorul markerilor, oferă posibilitatea urmăririi transmiterilor în descendențe, transmitere ce se face în mod similar genelor majore, sporind in acest fel eficiența procesului de selecție.

Utilizarea markerilor legați fizic de QTL-urile care controlează variabilitatea unui caracter cantitativ; poate permite acumularea relativ rapidă a genelor favorabile în același genom, aplicând metoda selecției back-cross, sau metoda selecției genealogice. În cazul backcrossului se poate urmări transferul concomitent a mai multor QTL-uri specifice de adaptare, în urma încrucișărilor formelor complementare, este posibilă

obținerea unor genotipuri foarte stabile, în diferite condiții de mediu.

Comparativ cu selecția clasică fără markeri genetici, câștigul atins în eficacitatea selectivă în cazul selecției asistată de markeri, este cu atât mai mare cu cât proporția variației aplicate de markeri este una mai mare (Revista AMSEM, nr. 5.mai 2018).

11.15. Ameliorarea modernă a plantelor

Concentrarea atenției asupra diversității genetice a determinat adoptarea definiției „ameliorarea modernă a plantelor" sau „ameliorarea științifică". Actul de utilizare a diversității genetice pentru îmbunătățirea performanțelor agronomice a plantelor, a condus la un efort formal și în conformitate cu principiile științifice, descriu ameliorarea modernă ca o integrare a geneticii cantitative, statistice și cunoașterea geneticii – fenotipică a caracterelor importante, în dezvoltarea culturilor și în modelele de dezvoltare, pentru a avansa înțelegerea noastră asupra diversității germoplasmei funcționale.

Modificările diversității genetice apar ca urmare a încrucișărilor cu alți părinți: recombinarea, driftul genetic și selecția sunt efectuate de amelioratori.

Definiția dată de „ameliorarea modernă a plantelor" este foarte largă și nu se consideră necesară utilizarea unei tehnologii specifice pentru definirea „modernului". Suntem conștienți de utilizarea organismelor modificate genetic, dar în definirea lor se recomandă respectarea principiilor științifice. Prin urmare, utilizarea OMG – urilor și a metodelor ecologice, ar putea coexista și nu ar putea împiedica folosirea celor mai bune principii din ambele domenii. Toxina Bt este inclusă în multe pesticide "aprobate organic" fiind recomandată pentru utilizarea pesticidelor ecologice.

Împărțirea productivității ca fiind "intrinsecă" sau "operațională", se consideră o falsă dihotomie. Baza genetică a creșterii productivității are ca fundament creșterea rezistenței la stres, sau o

proporție relativ mai mare a organelor fotosintetice. Nici una dintre aceste surse de creștere a productivității nu ar putea fi considerate "intrinsece", deoarece fotosinteza *per se* nu a crescut. Mai mult, protejarea productivității este la fel de importantă ca și crearea bazei genetice pentru potențialul de productivitate. Protejarea producției de atacul bolilor și insectelor folosind gene marker la porumb, a fost apreciată ca un exemplu de câștig genetic. Protecția recoltelor împotriva deteriorării mecanice este la fel de importantă.

Darwin susține că dezvoltarea soiurilor domestice oferă exemple puternice de evoluție în desfășurare. Fiecare varietate interacționează cu mediul creind presiuni de selecție asupra organismelor dăunătoare și a bolilor, mai ales când un soi este cultivat pe o suprafață mare. Soiuri care în trecut au fost bine adaptate, rareori își păstrează sursele de gene valoroase pentru mai mult timp. Deficiențele varietale apar datorită presiunii bolilor și dăunătorilor sau a schimbărilor în managementul culturilor. Exemple în acest sens pot fi date la porumb, în perioada 1920-1940 când se cultivau suprafețe mari de porumb pentru că se recolta ușor, manual. Cu toate acestea, ulterior situația s-a schimbat, intervenind recoltarea mecanizată. Creșterea densității plantelor, prin reducerea distanței între rânduri, a fost posibilă prin îmbunătățirea echipamentelor de plantare, asociate cu dimensiuni mai mari ale sistemului foliar. Plantele mai înalte au exercitat o presiune crescută asupra tulpinii și rădăcinii, în care situație amelioratorii au fost nevoiți să acorde mai multă atenție acestor caractere.

Fenomenele meteorologice extreme au creat presiune sporită asupra tulpinilor și de aici necesitatea rezistenței la secetă. Culturile rezistente la erbicide ușurează în primăvară cultivarea plantelor pe soluri mai reci si mai umede și cu capacitate sporită de extindere a bolilor, impunând o selecție suplimentară de către amelioratori pentru caracterele "defensive".

11.15.1. Consecințele ameliorării moderne a plantelor

Înainte de apariția ameliorării moderne, amelioratorii au exercitat trei roluri: (1) în producția de alimente, (2) în administrarea resurselor genetice și (3) în îmbunătățirea performanței culturilor prin practică agronomică și selecție varietală. Schimbarea poate fi graduală, de-a lungul multor decenii, în care agricultorii folosesc populațiile locale pentru ca să se hibrideze sau să se amestece cu alte varietăți, sau pot apărea mai rapid în câțiva ani sau câteva decenii. Populațiile locale rezistă în condiții de mediu mai puțin favorabile, datorită stabilității performanțelor, preferințelor consumatorilor sau lipsei sprijinului amelioratorilor, mai degrabă decât datorită abilităților intrinseci de potențial ridicat de producție.

Disponibilitatea ridicată a resurselor și specializarea seturilor de calificări, subliniază rolurile complementare ale agricultorilor ca producători și amelioratori de plante și creatori de soiuri. Prin urmare, diversitatea genetică a populațiilor care nu este transferată în programele formale de ameliorare se va pierde dacă rolul conservaționistului nu este recunoscut în mod conștient.

11.15.2. Direcții noi de diversitate genetică, ca rezultat al modernizării plantelor

În ce direcție se îndreaptă diversitatea genetică în spațiu și în timp și schimbările sale odată cu tranziția agricultorilor de la utilizarea populațiilor locale la folosirea soiurilor moderne? Sistemele formale de ameliorare a plantelor și mai puțin sistemele formalizate, inclusiv prin intermediul rețelelor de producători și amelioratori, facilitează accesul internațional și utilizarea diversității genetice prin respectarea cerințelor fitosanitare de asemenea și accesul și împărțirea beneficiilor sunt îndeplinite. De exemplu, înainte de aceste acorduri internaționale, la stabilirea programelor de ameliorarea a porumbului (*Zea mays* L.) în S.U.A. cea mai răspândită varietate cu polenizare liberă, în Centura

Porumbului a fost dentatul Reid (RYD). În timp ce în prezent, cultivatorii de porumb din această regiune cultivă o gamă mult mai largă de hibrizi. În anii 2000, au fost cultivați 14 hibrizi Pioneer, pe scară largă în Centura Porumbului. Cel mai cultivat soi cu polenizare liberă în Centura Porumbului înainte de anii 1930, a fost dentatul Reid (RYD), în prezent această varietate reprezintă 24% din diversitate datorită introducerii de hibrizi cu pedigree de la alți părinți. Agricultorii cultivă o diversitate mai mare de germoplasmă, ca urmare a creării de rețele între amelioratorii de plante.

O varietate modernă tipică de grâu de primăvară, lansată în țările în curs de dezvoltare poate fi derivată din 45 – 50 de populații, iar un soi modern de orez, de la 25 sau mai multe populații.

Cea mai mare diversitate în cadrul populațiilor se află între plantele individuale. In contrast, repartiția diversității între diferite varietăți se realizează prin schemele de ameliorare, prin selecția pedigree sau selecția reciprocă recurentă. Realitatea biologică inevitabilă este aceea a interacțiunii genotipului × mediu, care condiționează fenotipul. De când condițiile de mediu variază în concordanță cu clima și tipul de sol, succesul soiului este demonstrat de diversitatea genetică în spațiu. Diversitatea genetică este, de asemenea, asociată în timp cu diversitatea recentă sau proaspătă, care stă la baza câștigului genetic, fiind creată prin reducerea reproducerii și recombinării, inclusiv diversitatea provenită din alte regiuni geografice.

11.15. 3. Cuantificarea diversității genetice

Caracterizarea și monitorizarea diversității genetice este important să se exercite atât cantitativ cât și calitativ, dar și temporal și spațial. Comparațiile denumirilor varietale nu oferă nici un indiciu de diversitate. Un parametru ideal ar putea fi măsurarea diversității din punct de vedere al caracterelor agronomice. Cu toate acestea, diversitatea genetică utilă rămâne de obicei ascunsă, în observațiile

ocazionale. De exemplu, Harlan (1975) a remarcat: "O formă de grâu colectat dintr-o parte îndepărtată a Turciei Răsăritene în 1948 ... arăta foarte urât ..., înalt, cu tulpini subțiri, sensibil la cădere, susceptibil la rugina frunzelor, slab rezistent la îngheț, dificil la vernalizare, iar bobul avea calități slabe la maturitate. În aceste condiții, nimeni nu i-a acordat atenție aproape 15 ani. Dintr-o dată, rugina cu dungi a devenit o problemă serioasă în statele din nord-vest și această formă s-a dovedit a fi rezistentă la patru rase de rugină, 35 de rase de tăciune comun, zece rase de făinare și cu o toleranță bună la tăciune și mucegaiul de zăpadă." Amplitudinea și varianța diversității genetice care stau la baza caracterelor agronomice prezentau potențial genetic pentru a asigura, că progresele sunt suficiente pentru a fi obținute prin selecție. De exemplu, lungimea știuletelui este o componentă a productivității la porumb, dar selecția știuleților după lungime nu a avut ca rezultat o producție mai mare, datorită corelației negative cu alte caractere de productivitate. Alte surse de date au fost utilizate pentru a caracteriza diversitatea genetică, inclusiv morfologia, heterozisul, markerii moleculari. Datele pedigreelor sunt supuse erorilor din cauza unor date incorecte sau lipsa datelor, și nu pot reflecta selecția, dar pot dezvălui tendințe. Tehnologiile markerilor moleculari au evoluat foarte rapid, în anii ‘80 s-au testat 20-25 de gene, în timp ce astăzi sunt testate mii sau milioane de nucleotide unice sau polimorfice (SNP), totul devenind în prezent o rutină. Markerii moleculari sau datele de secvență oferă cele mai utile mijloace de măsurare a diversității genetice. Aceste date oferă un "limbaj" comun de diversitate genetică, care cuprind specii sălbatice și buruieni, plante domestice și soiuri noi. Cu toate acestea, complexitatea genetică de reglementare, crearea de diversitate nouă și alte mecanisme (de exemplu, sistemele epigenetice) oferă încă o înțelegere globală a performanțelor agronomice în ceea ce privește secvența genetică sau

reacția de metilare, în prezent, fiind de departe cele mai complete analize genetice.

11.15.4. Deficiențe care au determinat pierderea diversității genetice odată cu domesticirea plantelor

Prin domesticirea speciilor sălbatice, în decurs de 8.000-10.000 de ani s-a pierdut 65-70% din diversitate. Cele mai mari pierderi de diversitate a suferit grâul (65-84%), urmat de floarea soarelui (55-60%), în timp ce orzul a suferit cele mai mici pierderi ale diversității (20%).

11.15.5. Modificări ale diversității genetice la porumb (de la populații locale la linii ameliorate si varietăți bine adaptate)

Au fost examinate aproape întregul set de aproximativ 350 de rase de porumb din America. Populațiile au fost grupate în patru grupe mari: „Dealurile Înalte din Mexic, Nordic, Ardean și Zona Tropicală Depresionară". Cele din Dealurile Înalte și cele din zonele Tropicale Joase au înregistrat cea mai mare diversitate. Cu toate acestea, zonele nordice din SUA au deținut 88% din diversitatea genetică și 71% din numărul de alele/locus comparativ cu cele din Dealurile Înalte din Mexic. S-a estimat că hibrizii din grupele 101-206 înserează împreună 98% din diversitatea genetică, 76-93% din numărul de alele și 73% din numărul de alele pe locus, în comparație cu populațiile locale. Setul din SUA (54 linii) au 93-98% din alele prezente în populații. Comparativ cu strămoșul sălbatic, populațiile americane de porumb au păstrat 84% din diversitatea genetică și 67% din numărul de alele.

Au fost grupați 260 de hibrizi în trei grupe mari; hibrizi cu tulpina nerigidă, hibrizi cu tulpină rigidă și hibrizi tropicali. Hibrizii tropicali s-au format mai ales între rasele din zona tropicală de câmpie (66%) și din Dealurile Înalte din Mexic (18%). Hibrizii cu tulpina nerigidă și cei cu tulpină rigidă s-au format din Dentatul de Sud (37-38%) și Induratul de Nord (23-27%) care împreună formează rasa Belt Dent a porumbului, cea mai productivă și cea mai bună rasă de porumb, la nivel

mondial. Rasele Induratul de nord si Dentatul de sud sunt radical diferite în morfologia, constituția izoenzimică și citologie. Doebley (1988) le-a descris ca "reprezentând capetele opuse ale spectrului de variație la porumb". De asemenea, s-a apreciat că sunt mai diferite „în raport cu variația găsită la gramineele sălbatice, dacă s-ar lua în considerare diferite specii și, eventual, membri din genuri diferite".

Rasele de porumb din zonele înalte, evidențiază exemple de introgresie de la strămoșul sălbatic, teosintele, și astfel reprezintă surse de diversitate exotică atât în germoplasma sălbatică cât și în cea cultivată.

Din aceste date și exemple, evidențiate se poate desprinde la ce nivel s-a ajuns cu genetica moleculară și sau celulară. Dacă în urmă cu câțiva ani manipularea genetică constituia un moment de uimire dar și de apreciere în știința genetică făcând ca în prezent gena să nu mai fie considerată cea mai mică particulă materială cu calități ereditare, întrucât cercetările în genetică au descoperit ca în interiorul genelor se găsesc nucleotiodele, particule ereditare supermicroscopice, care participă în procesul ereditar. Nucleotidele au importanță deosebită în evoluție întrucât ele sunt purtătoare ale variațiilor ereditare, din care se dezvoltă caracterele ereditare.

Dinamica gândirii și a ritmului descoperirilor științifice sunt atât de rapide, încât o descoperire făcută „astăzi„ , „mâne" poate deveni rutină.

În concepția geneticii moleculare gena reprezintă o secvență de nucleotide sau o pereche de nucleotide, din care macromoleculele de ADN, prin procesul de translocație transmit mesajul genetic, ce determină formarea multor caractere ereditare. Până nu demult gena a fost considerată ca o triplă unitate: de funcție, de mutație și de recombinare. Dacă în privința funcției gena funcționează ca un întreg, deci poate fi considerată unitate de funcție, nu același lucru se poate

spune despre mutație și recombinare. Faptul că în interiorul aceleiași gene există un număr însemnat de perechi de nucleotide, pot avea loc recombinări între nucleotide diferite. Gena definită molecular ca secvență de nucleotide în macromolecula de ADN este purtătoarea mesajului genetic, fiind unitatea de funcție ale cărei efecte se oglindesc în formarea diversității genetice.

CAPITOLUL 12

PORUMBUL

12.1. Potenţialul actual de producţie al porumbului, mai poate fi ameliorat?

Importanţa deosebită a porumbului în alimentaţia umană, în furajarea animalelor şi în industrie, explică marea sa extindere pe întregul mapamond, care după FAO, vol. 12 ocupă anual 148.200 mii hectare, situându-se pe locul 3 ca suprafaţă după orez şi grâu şi pe primul loc ca nivel de producţie (605.000 mii tone anual). Prin suprafeţele mari ce le ocupă, dar mai ales prin producţiile ce le realizează, omenirea este în mare măsură dependentă de porumb în asigurarea hranei. Datorită compoziţiei sale chimice, pe lângă importanţa alimentară, porumbul constituie un furaj de bază în hrana animalelor şi o valoroasă materie primă pentru industrie.

Şi în România porumbul are o importanţă deosebită, situaţie ce se reflectă şi în suprafeţele mari ocupate, în jurul a 3 milioane de hectare anual, ceea ce reprezintă 30% din suprafaţa arabilă a ţării.

Evoluţia porumbului de la forma sa sălbatică presupusă, până la formele moderne de astăzi, dovedeşte că lumea organică evoluează neîntrerupt către perfecţiune, care nu are limite.

Deşi oamenii de ştiinţă au creat cultivare cu potenţiale de producţie foarte ridicate şi cu caractere agronomice superioare, ei luptă în continuare pentru depăşirea acestor plafoane.

În realizarea acestui demers, oamenii de ştiinţă se sprijină pe avantajele ce le oferă porumbul în studiile de genetică şi de fiziologie.

12.1.1. Principalele avantaje ale porumbului în abordarea cercetărilor de genetică

Datorită importanţei şi rolului jucat în economia agricolă mondială, porumbul constituie fără îndoială cea mai studiată plantă de cultură, din punct de vedere genetic. Prin suprafeţele mari ce le ocupă şi prin producţiile ce le realizează, prin marea diversitate genetică naturală a speciei, prin particularităţile biologice ale reproducţiei sexuate şi a mecanismelor genetice de producere a mutaţiilor şi prin plasticitatea însuşirilor de adaptare, porumbul constituie cea mai valoroasă plantă în abordarea cercetărilor genetice.

Datorită structurii sale morfogenetice, porumbul posedă organe vegetative şi reproductive clar diferenţiate, aşa cum sunt: sistemul radicular, aparatul foliar, inflorescenţa masculă (spicul) ce poate genera de la 14 la 15 milioane de grăunciori de polen şi inflorescenţa femelă (ştiuletele) care poate produce în urma fecundării 400-500 de gameţi femeli, respectiv seminţe. Unisexualitatea organelor neproductive pe aceeaşi plantă, permite realizarea unor operaţiuni de control, în înmulţirea sexuată, precum autofecundarea şi hibridarea.

Numărul redus de cromozomi, faţă de celelalte plante de cultură (n=10), precum şi deosebirile structurale a componentelor celulare, favorizează abordarea cercetărilor de citogenetică.

Toate aceste particularităţi morfogenetice bine exprimate şi individualizate, favorizează abordarea cercetărilor genetice, motiv pentru care porumbul este considerat în acest sens ceea ce pentru cercetările de genetică animală o reprezintă cobaiul.

12.1.2. Unele rezultate în ameliorarea productivității porumbului pe cale genetică

Importanţa deosebită a porumbului pentru economia agricolă mondială, a generat un puternic interes a oamenilor de ştiinţă pentru continua îmbunătăţire a potenţialului productiv.

Plecând de la cercetările lui Mendel a fost posibilă identificarea exprimării fenotipice a modului de transmitere ereditară a numeroaselor mutaţii ale porumbului. Pe această bază s-a putut demonstra exprimarea de tip mendelian a variabilităţii caracterelor cantitative, precum şi a eredităţii culorii aleuronei bobului de porumb. De asemenea s-a demonstrat asocierea dintre genele implicate în ereditatea aleuronei şi genele endospermului.

Cercetările de genetică cantitativă au contribuit la perfecţionarea ameliorării genetice a porumbului, ca urmare a lansării conceptului general al consangvinizării şi al heterozisului, precum şi elaborării conceptului despre capacitatea generală şi specifică de combinare.

Un progres important al cercetărilor de genetică cantitativă la porumb a fost realizată în ultimele decenii a secolului XX, prin abordarea fenomenelor genetice structurale şi funcţionale, cu ajutorul analizelor moleculare. Astfel emiterea conceptelor privind structura ADN-ului molecular, a codului genetic reflectat în structura aminoacizilor din molecula proteică, a mecanismelor transmiterii mesajului genetic, au determinat numeroşi cercetători să abordeze în studiile lor aspecte asupra poliformismului molecular al ADN-ului şi ARN - ului şi izolarea şi clonarea secvenţelor specifice exprimării unor anumite gene de interes.

Dezvoltarea cercetărilor de genetică la porumb, în foarte mare măsură se datorează muncii cercetătorilor americani, fapt ce explică progresele uriaşe făcute în SUA în realizarea unor niveluri de producţie foarte ridicate. Descoperirea fenomenului heterozis a însemnat triplarea producţiei de porumb în SUA în mai puţin de 10 ani, practic se poate spune că heterozisul a declanşat o adevărată revoluţie în productivitatea porumbului. Astfel, folosind seminţe hibride de porumb, dinamica creşterii producţiilor a cunoscut o creştere uluitoare. În anul 1930, se cultivau hibrizi pe numai 0,03% din suprafaţa ocupată cu porumb; în

anul 1936 s-a ajuns la 1%, ca în anul 1938 suprafeţele să crească la 17%. Producţiile obţinute de fermieri a făcut că în anul 1949 mai mult de ¾ (86,74%) din suprafaţa ocupată cu porumb din SUA să fie cultivată cu hibrizi. După anul 1950 întreaga suprafaţă cu porumb va fi ocupată numai cu hibrizi.

În măsura creşterii suprafeţelor cu hibrizi, în aceeaşi măsură au crescut şi producţiile. Astfel în perioada 1933-1935 când suprafeţele cu porumb erau dominate de soiuri locale, producţia medie a fost de 12,8 q/ha. În perioada anilor 1946-1948 a crescut la 23,2 q/ha, ca în perioada 1989-1991, folosind sămânţa hibridă să ajungă la o producţie medie de 71,84 q/ha. Mai mult, unii fermieri în anul 1981, realizează peste 200q/ha. Astfel Blondon (1984) evidenţiază fermieri care a realizat în anul 1981, pe întreaga suprafaţă a fermei o producţie medie de boabe de 217q/ha.

O evoluţie la fel de interesantă se constată şi în ţările europene dezvoltate. În Franţa, ţară mare producătoare de porumb a Europei, în anul 1952 se cultivau numai soiuri şi populaţii locale, de la care se obţineau 1230 kg/ha. Prin introducerea hibrizilor de porumb, se constată şi aici un salt spectaculos al producţiei, realizând în perioada 1989-1991 o producţie medie, pe întreaga suprafaţă de 6723 kg/ha, iar în perioada 1997-1998, producţia medie a ajuns la 8302kg/ha.

În aceeaşi perioadă datorită folosirii heterozisului la porumb, se obţin producţii ridicate în Italia (7603 kg/ha), Ungaria (6162 kg/ha). Heterozisul îşi dovedeşte valoarea şi în producţiile realizate în Spania, Austria şi Germania.

Şi în ţara noastră introducerea în cultură a seminţei hibride de porumb a determinat o oarecare creştere a producţiei de porumb, dar nu atât de spectaculos ca în statele avansate. După 1990 sistemul de producere a seminţei hibride, care era bine organizat, încât satisfăcea cererea de sămânţă hibridă la nivel naţional, a cunoscut o puternică

degradare, ca de altfel, întregul sistem de producere a seminţelor, la toate speciile cultivate în România, suprafeţe mari de teren a staţiunilor de cercetări agricole, destinate producerii de seminţe din categorii biologice superioare (bază superelită, superelită şi elită, linii consangvinizate şi forme parentale ale hibrizilor) fiind trecute în proprietate privată, iar pe suprafeţele rămase nu s-au mai asigurat fondurile necesare, pentru continuarea funcţionării sistemului, măcar pentru o parte dintre aceste categorii biologice.

12.1.3. Cercetări de genetică la porumb în România

Despre cercetările de genetică la porumb în România, în „stricto senso", mai ales după prezentarea rezultatelor obţinute în Statele Unite ale Americii. Lucrurile au început să se mişte abia după 1960, odată cu fuziunea compartimentelor de ameliorare la porumb de la ICAR cu cel de la Institutul de Cercetări de la Fundulea, nou înfiinţat, dar numai cu un caracter profund aplicativ. Şi înainte de acest an au existat preocupări în domeniu, la Cluj în 1936 şi la Bucureşti în 1933, unde s-au executat lucrări de ameliorare prin consangvinizare şi mai târziu cercetări privind heterozisul hibrizilor între soiuri (1950-1957).

Lucrurile au evoluat astfel ca în perioada următoare cercetările să se concentreze asupra stabilirii legăturilor cauzate între caracterele liniilor consangvinizate parentale şi exprimarea lor în hibrizi. Se acordă atenţie specială studiului intensităţii fenomenului heterozis (1961-1970).

În continuare sunt abordate metodele de analiză genetică a caracterelor cantitative, producerea de mutaţii prin radiaţii gama, introducerea poliploidiei şi analiza heterozisului mitocondrial.

Un aspect pe care s-a insistat deosebit l-a constituit analiza determinismului genetic al caracterelor cantitative, ale proceselor fiziologice şi ale reacţiei la boli şi dăunători, precum şi ale calităţii produselor.

Mai puţin s-a insistat asupra exprimărilor fenotipice a unor oligogene transferate, aşa cum sunt genele lg1 şi lg2, precum şi acţiunea genei su1. Mai mult s-a făcut pentru exprimarea interacţiunii genelor oligo-poligene, având în atenţie transferul genei O2 pentru crearea de genotipuri cu bob bogat în aminoacizi esenţiali.

12.1.4. Aprecieri contradictorii privind posibilităţile genetice de sporire în viitor a productivităţii porumbului

Plecând de la importanţă deosebită a porumbului în dezvoltarea socială şi economică a lumii, cercetările de genetică efectuate şi rezultatele obţinute, au ajuns într-un stadiu atât de avansat, încât în prezent, unii cercetători, cu notorietate în domeniu, pe baza cunoaşterii posibilităţilor genetice actuale de creştere a producţiei porumbului, au ajuns la concluzia că aceste posibilităţi au fost atât de mult studiate şi super exploatate încât ele se apropie de epuizare, dacă nu cumva sunt deja epuizate.

Ei consideră, pe baza interpretărilor actuale a acţiunii şi interacţiunii, precum şi a materialului genetic disponibil, în viitor potenţialul genetic devine tot mai limitat încât potenţialul de producţie la porumb va mai putea fi ridicat doar prin mijloace agrofitotehnice şi mai puţin prin mijloace genetice.

Luând cunoştinţă de asemenea aprecieri, majoritatea geneticienilor şi amelioratorilor de porumb resping aceste concluzii, considerând că porumbul, prin structura sa genetică specială, prin diversitatea naturală extraordinară a formelor sale, prin acumularea în timp a unui volum impresionant de cunoştinţe genetice şi fiziologice şi prin abordarea unor biotehnologii performante, posibilităţile genetice de sporire a productivităţii porumbului, nu sunt nici pe departe epuizate. Diversitatea genetică a porumbului este atât de mare încât în permanenţă se descoperă noi surse de gene valoroase, care identificate şi izolate, pot fi transferate prin metode moderne, moleculare şi/sau

celulare bine cunoscute şi stabilite, încât ameliorarea genetică pentru productivitate ridicată, chiar dacă nu în mod spectaculos, va continua cu succes şi în următoare perioadă de timp.

12.1.5. Abordarea unor cercetări speciale de genetică şi fiziologie

Analizându-se potențialul genetic viitor, pentru continua ridicare a productivităţii porumbului, în condiţiile în care ştacheta producţiilor este destul de ridicată, cercetătorii consideră că există încă o plajă largă de posibilităţi, cu precizarea că noile rezultate ce se doresc a fi obţinute vor solicita o mai mare aplicare spre aspecte cu încărcătură genetică şi fiziologică deosebită. Este vorba de identificarea, izolarea şi transferul genelor pentru diferite însuşiri, în special pentru rezistenţa la condiţiile de stres ale mediului natural, mai ales că schimbările climatice generează, din ce în ce mai mult condiţii de stres, dure şi frecvente. În acest sens cercetările efectuate sugerează că în viitor producţia de porumb se va datora ameliorării însuşirilor de rezistenţă de toate tipurile. În urma unor experimente efectuate în Canada s-a constatat că atunci când plantele de porumb crescute în condiţii de mediu controlate, fără stres, producţia de porumb a fost de trei ori mai mare, decât cea obţinută de la aceeaşi hibrizi crescuţi în condiţii naturale, cu factorii de stres ai mediului prezenţi. S-a tras concluzia că sporirea toleranţei la stres, poate constitui factorul major de creştere a productivităţii şi în consecinţă amelioratorii trebuie să îmbunătăţească aceste însuşiri de rezistenţă.

12.1.6. Prioritatea cercetărilor de fiziologie

Există convingerea unanimă acceptată a cercetătorilor, că cel puţin în următoarele decenii producţia porumbului va putea spori prin intensificarea cercetărilor fiziologice. Se va urmări creşterea eficienţei conversei energiei solare absorbită pe întreaga suprafaţă foliară a frunzelor. Factorii care influenţează eficienţa conversei energiei solare

absorbite sunt rata fotosintetică a frunzei şi distribuţia luminii asupra întregii suprafeţe foliare. Vigoarea timpurie a plantei, potenţialul fotosintetic al frunzelor, distribuţia luminii asupra plantelor, reprezintă factorii esenţiali ai productivităţii.

Însemnătatea aplicării principiilor fiziologice în ameliorarea productivităţii porumbului este deosebită dacă avem în vedere că în toate fenomenele vieţii plantelor se consumă substanţe organice şi se pune în libertate energia conţinută în acestea. Fotosinteza şi chimiosinteza sunt singurele fenomene în care plantele produc substanţe organice din substanţe minerale. Cantitatea de substanţe produsă prin chimiosinteză este neglijabilă, dacă o comparăm cu substanţele produse prin fotosinteză. Se poate afirma că fotosinteza reprezintă singurul fenomen „de producţie al naturii".

Prin fotosinteză plantele înglobează în substanţele organice o parte din energia solară fixând-o sub formă de energie chimică potenţială. Fotosinteza reprezintă singurul fenomen prin care planeta noastră fixează energia solară, reprezentând un fenomen de natură cosmică, care determină producţia agricolă (Revista AMSEM, nr.7, august 2013).

12.2. Soiuri și populații locale de porumb, surse importante de gene, pentru rezistență la condițiile de stres ale mediului

Crearea și răspândirea în cultură a soiurilor și hibrizilor de plante ameliorate a generat un mare entuziasm și interes în rândul cultivatorilor, în perspectiva obţinerii unor producţii mari și a unor profituri pe măsură, acţiune ce trebuie apreciată și susţinută. În această atmosferă generală de optimism și încredere, înlocuirea soiurilor și populaţiilor locale de porumb cu forme moderne intensive a avut și are loc cu mare rapiditate, încât la începutul acţiunii s-a pierdut din vedere păstrarea lor ca surse de gene, pentru însușirile de rezistenţă la condiţiile

nefavorabile de mediu. Ironia sorţii face ca rezultatele muncii amelioratorilor, prin crearea de forme intens ameliorate, să se întoarcă împotriva muncii lor, prin pierderea irecuperabilă a materialului genetic ce a stat la baza „construcţiei" formelor ameliorate.

Agricultura modernă, intensivă, presupune soiuri și hibrizi nu numai cu potenţial ridicat de producţie, ci și cu rezistenţă la condiţiile nefavorabile de climă, mai ales că, în prezent, ne confruntăm și cu efectele excesive ale încălzirii globale, cu secete puternice și prelungite, cu temperaturi foarte ridicate, cu fenomene de aridizare și/sau deșertificare a solurilor în Câmpia Română și în Dobrogea, cu excese de umiditate etc.

În consecinţă, se impune ca programele de ameliorare a plantelor să fie astfel orientate, încât problemele de rezistenţă să constituie principalul obiectiv de ameliorare, iar ca materiale genetice de „construcţie" să fie utilizate soiurile și populaţiile locale. Acestea, pe parcursul istoriei formării și dezvoltării lor, și-au dobândit acele însușiri care să le asigure supravieţuirea. Însușirile procesate prin metode și tehnici de ameliorare specifice pot fi transferate formelor moderne, superintensive, dar deficitare la noile condiții.

12.2.1. Banca de gene

În Banca de Gene Suceava, se conservă și se evaluează 3.392 de soiuri și populaţii locale, colectate din toate judeţele ţării, din care un număr mai mare de 2000 de populaţii provin din judeţele: Suceava 523 de populaţii, Bistriţa-Năsăud 318, Hunedoara 242, Neamţ 230, Maramureș 231, Cluj, 204.

Este regretabil că unii specialiști din agricultură, din necunoașterea problemei în domeniu, confundă Banca de gene cu un depozit, unde se conservă seminţele. Este adevărat că depozitul de conservare a seminţelor în condiţii climatizate constituie „piesa" importantă unei bănci de gene, dar nu și instituţia în sine, care, conform modului de organizare și funcţionare, desfășoară o activitate complexă, pliată pe cele trei mari obiective de bază: ***colectarea, evaluarea și conservarea resurselor genetice vegetale***, care la Banca de gene Suceava sunt temeinic cunoscute și implimentate, în conformitate cu standardele internaţionale în domeniu.

Relații antagoniste

Între însușirile de rezistenţă la factorii climatici nefavorabili și însușirile de productivitate, relaţiile sunt antagoniste, ceea ce explică, pe de o parte, rezistenţa evidentă a soiurilor și populaţiilor locale la condiţiile de stres ale mediului, iar pe de altă parte, potenţialul modest de producţie al acestora. În consecinţă, atunci când se face evaluarea materialului de

ameliorare, soiurile și populaţiile locale trebuie evaluate pentru aceste însușiri de rezistenţă și nu pentru valoarea lor ca surse de productivitate.

Întrucât relaţiile antagonice între productivitate și însușirile de rezistenţă creează mari dificultăţi amelioratorilor de porumb, această problemă a stat și stă în atenţia geneticienilor și amelioratorilor, căutându-se soluţii tehnice pentru a încerca concentrarea în același genotip, a ambelor forme de însușiri. Pentru ruperea acestui antagonism, cercetătorii au găsit soluţia valorificării independente a mecanismelor genetice, implicate în ereditatea fiecărui caracter.

Cercetările asupra mecanismelor de transmitere ereditară, precum și a corelaţiilor la nivel genetic aditiv și neaditiv, citoplasmatic matern și nuclear citoplasmatic, au arătat existenţa unei corelaţii antagoniste. Aceasta poate fi ruptă prin alegerea metodelor de lucru, apelându-se la selecţia recurentă, prin acumularea simultană a genelor aditive, care să poată realiza maximum de potenţial productiv și, în paralel, intensificarea exprimării însușirilor valoroase pentru rezistenţă. Prin aplicarea acestei metode, care va mai necesita noi teste pentru confirmare, ar exista posibilitatea îmbunătăţirii performanţelor noilor creaţii, în sensul exprimării ambelor tipuri de însușiri, în prezent antagoniste.

Rezultatele cercetărilor își pot dovedi valoarea nu numai pe plan teoretic, ci mai cu seamă pe plan practic, în special pentru amelioratorii care lucrează la crearea formelor de porumb foarte timpurii, dar și cu potenţial de producţie satisfăcător, întrucât corelaţia negativă între cele două însușiri este foarte puternică. Ori, aplicând această metodă, pot fi realizate ambele obiective.

12.2.2. Formarea soiurilor locale

Cu privire la condiţiile în care s-au format și dezvoltat populaţiile locale de porumb în România, trebuie mai întâi să cunoaștem căile și perioadele de pătrundere a porumbului în ţara noastră, știut fiind că, în

arealul geografic în care se află și ţara noastră, nu a fost localizat niciun centru de origine a unei plante de cultură, așa cum rezultă din cercetările efectuate de Vavilov. În consecinţă, toate plantele de cultură ce se cultivă în ţara noastră, reprezintă introduceri din alte regiuni ale lumii, în perioade și pe căi diferite.

Nu există nici o îndoială de originea americană a porumbului, iar despre căile și perioadele de introducere în România, din informaţiile furnizate de istorici, rezultă că ar fi pătruns în Ţara Românească în jurul anului 1679, în Transilvania între 1631 și 1648 și, după 1673, în Moldova, nu pe cale directă din SUA, ci prin ţări intermediare (Spania, Italia,Turcia, Argentina etc.).

Ulterior, în secolul XVIII, au fost introduse din estul Americii de Nord, mai întîi în Europa de Vest și de Centru și, de aici, în România, formele indurate de porumb cu opt rânduri de boabe. În secolul al XIX-lea, au fost introduse, din Italia, soiurile Cincantin și Pigneletto, iar în anul 1904, în urma secetei puternice din ţara noastră, s-a importat din Argentina (La Plata) porumbul dentat, provenit din Corn Belt din SUA.

Din aceste date rezultă că primele forme de porumb introduse în România datează de peste 330 de ani în Ţara Românească și Moldova și peste 380 de ani înTransilvania, constatare deosebit de importantă, în explicarea marii diversificări a bazei genetice a porumbului, în contact cu condiţiile ecologice din România.

Toate aceste soiuri de porumb, alcătuite dintr-o germoplasmă foarte diferită, în contact cu condiţiile particulare ale fiecărei zone naturale din România, precum și cu preferinţele ţăranului român, au suferit în perioadele lungi de secole de cultivare, presiunea factorilor naturali din mediu, dar și a cultivatorilor, fiind obligate să se adapteze la noile condiţii ecologice și umane din ţara noastră. Temperaturile medii anuale cuprinse între 8°C în nordul ţării și peste 11°C în sud, precipitaţiile medii anuale de 350 de mm în Delta Dunării și Dobrogea,

de 400 mm în Moldova și de peste 700 mm în Câmpia de vest a Transilvaniei, solurile cernoziomice în diferite grade de levigare, solurile aluvionare și nisipoase și solurile podzolice, în diferite stadii de podzolire, au constituit oferta ecologică pentru porumbul introdus în ţara noastră. Această mare diversitate ecologică, la care trebuie adăugată selecţia efectuată de ţăranul român, au stat la baza transformărilor iniţiale a porumbului în România.

Ca răspuns la condiţiile existente, s-au format „populaţii locale" de porumb, cu un contur morfologic și fiziologic bine delimitat, prin care se deosebeau de alte populaţii. Acestea au constituit materialul iniţial de ameliorare, pentru crearea soiurilor ameliorate și, mai târziu, materialul iniţial pentru extragerea liniilor consangvinizate pentru construcţia hibrizilor de porumb autohtoni.

12.2.3. Clasificarea porumbului

Pentru valorificarea optimă a marii diversităţi de forme, atât din punct de vedere morfologic, cât și genetic, existente în sânul speciei *Zea mays*, a fost necesară clasificarea lor în diferite grupe, folosind pentru acestea anumite criterii de departajare. Dar acest lucru este îngreunat de lipsa unor linii clare de demarcare între formele de porumb existente în cadrul genului monotipic *Zea*, monoic și cu fecundare anemofilă, în care, prin polenizare încrucișată, se realizează un schimb continuu de gene între populaţii, făcând dificilă adoptarea unui model de clasificare, capabil să includă în el toată variabilitatea porumbului. Primele clasificări au fost efectuate de botaniștii Bonafous (1836), Kornieke (1855), Sturtevant (1899) și, mai târziu, de Kuleshov (1929) și Grebenscikov (1949), toate având la bază formele de porumb bine cunoscute, îndeosebi caracterele știuletului și a boabelor. Formele de porumb, ale căror caractere ale știuleţilor și ale boabelor erau mai puţin clare, au rămas în afara clasificării propuse de acești botaniști, întrucât însuși sistemul clasificării adoptat de ei nu permite acest lucru.

12.2.4. Clasificarea artificială

Cel mai răspândit sistem de clasificare a fost cel propus de Sturtevant, care consideră că fiecare grup propus de el reprezintă o specie, iar *Zea mays*, este o specie polimorfă. Acest sistem de clasificare s-a aplicat de peste 100 de ani și se bazează aproape în exclusivitate pe caracterele endospermului (cornos, făinas și mixt). Ca urmare, sistemul are un puternic caracter artificial, rigid, motiv pentru care utilizarea lui practică este destul de limitată, neputând fi aplicat decât în industria de morărit și panificaţie.

Clasificarea lui Sturtevant, care se bazează pe caracterele fizice ale boabelor, este lesne de efectuat și este obiectivă, dar ea nu oferă altceva decât niște înregistrări simple, ce pot fi asemănate cu cele efectuate într-o carte de teefon, în care abonaţii sunt prezentaţi în ordine alfabetică. Tot așa și clasificarea artificială grupează formele de porumb pe baza unui singur criteriu: caracterele endospermului.

12.2.5. Clasificarea naturală

Rase dominante în România

Clasificarea lui Sturtevant a constituit obiectul unor critici importante din partea a doi cercetători, Anderson și Cutler, care au

arătat că sistemul artificial, bazându-se pe un singur criteriu în clasificarea formelor de porumb, îi limitează utilizarea numai în industria de morărit. Ori necesităţile actuale de clasificare au o plajă de cuprindere mult mai largă și mai diversă, ceea ce s-ar putea realiza printr-un sistem de clasificare mult mai flexibil, precum și printr-o oglindire filogenetică cuprinzătoare a diversităţii porumbului. Astfel, ar putea fi concretizat prin abordarea unui sistem nou de clasificare: ***clasificarea naturală***.

Structura endospermului, care constituie criteriul de bază al clasificării artificiale, se sprijină pe un suport genetic foarte îngust, controlat monogenetic, motiv pentru care nu poate cuprinde întreaga diversitate a porumbului, în contrast cu clasificarea naturală, care se bazează pe întreaga constelaţie de gene a populaţiilor, incluzând un număr maxim de gene, luând în atenţie caractere mult mai importante în clasificare, decât caracterele endospermului, cum ar fi caracterele panicului, care să se sprijine în exprimarea lui pe un suport genetic mult mai larg, de natură poligenică.

12.2.6. Noțiunea de rasă

În clasificarea naturală, unitatea taxonomică de bază este rasa. Întrucât în ţara noastră noţiunea de „rasă” este folosită aproape în exclusivitate în regnurile animal și uman, pătrunderea ei în domeniul vegetal prezintă serioase dificultăţi, generate de necunoașterea temeinică a sensului biologic al noţiunii de rasă. Prin noţiunea de „rasă” se înţelege „un grup de indivizi cu un număr suficient de caractere distincte în comun, ce ocupă areale definite, care sunt capabile să se menţină prin reproducţie panmictică”.

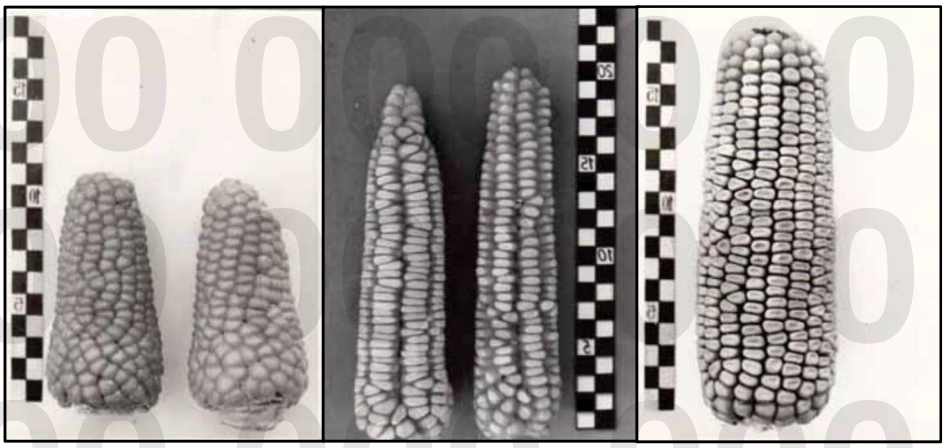
Folosirea conceptului de rasă, în clasificarea naturală a porumbului, pornește de la premisa că rasele trebuie considerate ca grupuri mari și, în consecinţă, orice analiză a grupurilor rasiale trebuie să fie una de grup și nu a unor indivizi izolaţi. Rasa trebuie concepută nu ca o combinaţie a unor trăsături care să-i confere fiecărui individ înfăţișarea sa, ci mai degrabă concepută ca un tablou complex, în care variaţiile individuale sunt mai puţin vizibile, ele evidenţiindu-se mai

bine, într-o vedere de ansamblu. Verificarea practică a justeţei acestor principii s-a făcut prin aplicarea lor la clasificarea naturală a porumburilor din Vestul Statelor Unite ale Americii, Mexic, Cuba, Brazilia.

12.2.7. Rase autohtone

Odată ce ne-am însușit principiile sistemului de clasificare naturală în rase naturale, întrucât în ţara noastră nu s-a folosit un astfel de sistem de clasificare a porumbului, am considerat necesară și oportună introducerea și în România a acestui sistem de clasificare, care să ofere informaţii utile, de actualitate, de largă deschidere, în domeniile ştiinţelor biologice, genetice, ameliorării plantelor etc. Pentru aceasta, s-au folosit rezultatele cercetărilor făcute pe 1886 pe populaţii locale, provenite din toate zonele naturale din ţara noatră și puse la dispoziţie de Institutul Naţional de Cercetare – Dezvoltare Fundulea și Staţiunile de cercetare Turda, Lovrin, Albota, Șimnic, Podu Iloaiei și Geoagiu.

În lipsă de spaţiu tipografic, nu vom prezenta metodele și tehnicile de lucru și vom trece direct, dar și aici foarte sumar, la prezentarea câtorva rase reprezentative. Pentru denumirea raselor am folosit denumirile date de agricultorii locali și alte denumiri sugestive.



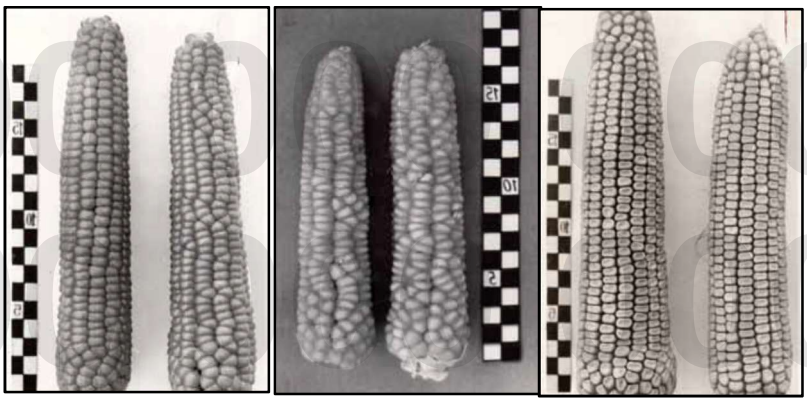
Rasa Hăngănesc **Rasa Lăpușneac** **Rasa dinte de cal timpurie**

Rasa Cincantin.

S-a cultivat în nordul și centrul Moldovei, îndeosebi în judeţele Botoșani, Suceava, Neamţ, Bacău și Iași. Extinderea în cultură a fost determinată de calitatea deosebită a boabelor, de mărime mică, de formă piramidală, de culoare galbenă-aurie. Din făina boabelor se prepară un produs comestibil mult apreciat de populaţie. Datorită calităţii ridicate, precum și dimensiunile reduse, boabele erau folosite cu prioritate în hrana păsărilor, asigurând o culoare intensă de galben-portocaliu a gălbenușului oului. O altă însușire importantă este prolificitatea, purtând în medie trei știuleţi pe plantă.

Rasa Hângănesc.

Se presupune că denumirea acestei rase provine de la localitaea Hangu din judeţul Neamţ. Caracteristica de bază este precocitatea, fiind cea mai timpurie formă de porumb din România. S-a cultivat în judeţele Bacău, Neamţ și Suceava și parţial în sud-vestul Moldovei și în Podișul Transilvaniei. Știuleţii sunt de mărime mică, mijlocie, cu o formă caracteristică conică, tronconică, întotdeauna vârful fiind acoperit cu boabe.



Rasa Românesc comun Rasa Scorumnic Rasa dinte de cal tipică

Rasa Românesc Comun

A ocupat suprafeţe mari în judeţele din acea vreme, Romanaţi, Dolj și Mehedinţi, fiind apreciată îndeosebi pentru dimensiunile mari

ale știuletului cuprinse între 20 și 30 de cm, de formă cilindrică sau ușor conică. Culoarea boabelor este aurie, din această rasă evidenţiindu-se populaţiile Românesc de Vânju Mare, Românesc de Manglavit și Românesc de Ticveni.

Rasa Moldovenesc.

S-a cultivat în centrul și nordul Moldovei, având știuleţi de formă cilindrică-conică, cu lungimea medie de 16 cm. Bobul, de consistenţă tare, are formă piramidală, de culoare roșie portocalie, lucioasă. Se deosebește printr-o foarte bună rezistenţă la secetă, probabil o adaptare specifică la secetele frecvente din Moldova.

Rasa Lăpușneac.

S-a cultivat în principal în zona cursului mijlociu al Mureșului, fiind apreciată de populaţie pentru calitatea boabelor. Caracteristica de bază o reprezintă numărul constant de opt rânduri de boabe pe știulete. Aceeași caracteristică a existat și la o variantă oltenească, cultivată în nordul judeţului Olt, tot cu 8 rânduri de boabe, rasa Scorumnic, denumită de localnici Optac, mai timpurie decât Lăpușneac.

În afară de aceste forme, au mai fost clasificate și alte rase aparţinând convarietăţii dentate, îndeosebi în sudul ţării.

Prin păstrarea soiurilor și populaţiilor locale vechi de plante, contribuim la conservarea viabilităţii și integrităţii fondului genetic naţional și asigurăm generaţiilor prezente și viitoare, o zestre biologică de mare valoare, respectând în același timp munca și priceperea înaintașilor noștri (Revista AMSEM, nr.3, iunie 2012).

12.3. Perioada de vegetaţie a porumbului însuşire importantă pentru răspândirea sa pe Terra, inclusiv în România

Potenţialul genetic de transformare a porumbului explică marea sa diversitate a formelor de exprimare fiziologică şi morfologică, existentă în prezent în sânul speciei *Zea mays*.

Aşa se explică de ce porumbul, plecând de la originea sa tropicală, în condiţii termice bine asigurate, să ajungă în prezent să fie cultivat aproape pe toate continentele Terrei, cu condiţii foarte variate de climă şi sol, faţă de condiţiile locului de origine. În prezent, porumbul ocupă pe plan mondial o suprafaţă de 131.837 mii de hectare, situându-se pe locul trei ca suprafaţă, după orez şi grâu, şi pe primul loc ca nivel de producţie.

Este surprinzător cum s-a transformat porumbul – fiziologic şi morfologic - care plecând de la forma sălbatică presupusă, descoperită în Mexic cu ocazia săpăturilor arheologice, cu o vechime de peste 4000 de ani, înainte de Hristos, cu ştiulete bisexuat, de numai câţiva centimetri lungime, pe care se dezvoltau câteva boabe mici, închise parţial în glume, ca să ajungă în prezent prin transformări genetice de profunzime, la forma sa unisexuat monoică, cu polenizare liberă, anemofilă, în care structurile sale reproductive se găsesc pe aceiaşi plantă, spicul reprezentând partea masculă iar ştiuletele partea femelă.

Răspândirea porumbului, după introducerea lui în Europa în anul 1492 de către Cristophor Columb, s-a extins destul de repede în Europa, inclusiv şi în România, care conform izvoarelor documentare existente, indică introducerea sa în jurul anului 1679 în Ţara Românească, între 1631-1648 în Transilvania şi după 1673 în Moldova. În linii mari se poate spune că porumbul se cultivă în România de aproximativ 300 de ani, perioadă foarte scurtă, dacă comparăm cu cele câteva mii de ani de când se cultivă grâul în ţara noastră, dar care au suferit transformări fiziologice şi morfologice semnificative.

Edificator în ceea ce priveşte viteza răspândirii şi importanţa porumbului în România, constatăm şi în documentul elaborat în anul 1931 de organele agricole din acea vreme intitulat ”Programul de încurajare a porumbului” aprobat de Conferinţa Porumbului, în care printre altele se arată ”….*în Europa grâul se cultivă în 28 de ţări iar*

porumbul numai în 14 ţări. Noi suntem a doua ţară din lume în ce priveşte suprafaţa cultivată cu porumb şi suntem a doua sau a treia ţară din lume în ce priveşte exportul, după cum recolta e mai bună sau nu. După Paşovschi, 1957, în anul 1955 porumbul ocupa, în România, 25% din suprafaţa de porumb a Europei şi 4,5% din suprafaţa mondială"

Oricâtă importanţă economică ar avea porumbul şi oricâtă utilizare ar avea în hrana oamenilor, în industrie şi în furajarea animalelor răspândirea sa pe Terra nu ar fi fost posibilă fără abilităţile sale genetice de transformare, în care relevantă este perioada de vegetaţie.

12.3.1. Lungimea perioadei de vegetaţie a porumbului

Analizând factorii care au permis răspândirea porumbului în condiţii eco - geografice atât de diverse şi într-un timp istoric relativ scurt, ne duce la concluzia că, cea mai dinamică influenţă a avut lungimea perioadei de vegetaţie. Datorită condiţiilor naturale diverse, precum şi intervenţia conştientă a omului, în zonele unde a pătruns porumbul, cu temperaturi şi soluri nu întotdeauna potrivite cerinţelor biologice de dezvoltare a porumbului, perioada de vegetaţie a fost supusă unor presiuni puternice, pentru a supravieţui în condiţiile naturale date. În acest fel, datorită potenţialului genetic de transformare, perioada de vegetaţie a suferit cele mai spectaculoase transformări încât să existe în prezent în cultură forme de porumb cu lungimea perioadei de vegetaţie de 70 de zile, la unele soiuri din Canada şi din fosta URSS, până la 330-480 de zile a unor soiuri din Guatemala şi Columbia.

Considerăm relevantă în acest context, însuşirea de precocitate a porumbului, prin care s-a reuşit scurtarea perioadei de vegetaţie, datorită căreia în prezent cultura porumbului ocupă suprafeţe semnificative în zonele nordice, contrar cerinţelor sale termice ridicate şi a corelaţiei negative existentă între productivitate şi perioada de vegetaţie.

Referitor la cultura porumbului în România, constatăm o afinitate specială a ţăranului român faţă de porumb, apropiindu-se de el, cu mult interes, chiar şi cu o plăcere deosebită, răspândindu-se în cultură pe suprafeţe foarte mari, mai mari decât cele cultivate cu grâu, revenindu-i într-o anumită perioadă în jur de 40% din suprafaţa arabilă.

Anii	Suprafaţa grâului (ha)	Suprafaţa porumbului (ha)
1926	3.327.000	4.059.000
1927	3.101.000	4.219.000
1928	3.206.000	4.455.000
1929	2.737.000	4.794.000
1930	3.055.000	4.426.000

Aceste suprafeţe cultivate cu porumb, nu puteau acoperi numai zonele favorabile, extinzându-se şi în zone cu condiţii climatice şi pedoclimatice mai puţin favorabile, chiar nefavorabile. Astfel, în acea vreme, în judeţele Bacău, Vâlcea, Gorj şi Muscel ocupa peste jumătate din suprafaţa arabilă; în 17 judeţe între 35-50%; în 37 de judeţe între 30-35% şi în 13 judeţe între 1 şi 20%. Cu toate că specialiştii din acea perioadă apreciau că această răspândire este *„exagerată”* , interesul şi apropierea specială a ţăranului român pentru porumb nu au putut opri răspândirea lui în zone mai puţin prielnice. Edificator în acest sens o arată faptul „*că în timp ce în Câmpia Dunării ocupa 44% din terenul cultivat, în judeţele de munte ajungea la 78%”,* se menţionează în Programul de Încurajare a Porumbului. În prezent, suprafeţele mari cu porumb în România, ocupă în jurul a 30% din suprafaţa arabilă, fiind cultivat în zone naturale foarte diverse în ce priveşte potenţialul termic.

12.3.2. Precocitatea porumbului

Cu toate că în prezent sunt stabilite zonele de favorabilitate a porumbului, totuşi suprafeţe mari de porumb sunt cultivate în zone cu condiţii pedo-climatice mai puţin favorabile, unde solurile, orografia şi

îndeosebi temperaturile sunt mai puţin corespunzătoare porumbului. Cu toate acestea, dacă formele de porumb întrunesc anumite condiţii, ele pot reuşi şi în zonele mai umede şi răcoroase, între care însuşirea de precocitate este obligatorie.

Evaluarea precocităţii întâmpină unele dificultăţi generate de stabilirea definiţiei termenului de precocitate, precum şi de stabilirea practică a precocităţii.

A se vorbi de hibrizi timpurii de 90, 100 sau 120 de zile, fără a se preciza suma temperaturilor active cumulate în numărul de zile respectiv, nu este suficient, decât în situaţia în care sunt, aceleaşi condiţii climatice. Această afirmaţie impune ca termenul de precocitate să fie temeinic analizat, deoarece el nu poate fi acceptat ca o reducere a duratei perioadei de vegetaţie, ci ca o adaptare a plantei la condiţiile termice mai puţin favorabile. Este cunoscut faptul că porumbul este o plantă iubitoare de căldură şi mai puţin sensibilă la variaţiile lungimii zilei, dar mai sensibil la variaţiile de temperatură, motiv pentru care cultivarea acestuia trebuie restrânsă pe suprafeţe mai mici. Contrar acestei evidenţe porumbul se extinde din ce în ce mai mult, datorită pe de o parte cerinţelor cultivatorilor, iar pe de altă parte activităţii amelioratorilor, care au creat hibrizi de porumb precoci şi cu un nivel de producţie satisfăcător.

12.3.3. Fazele de maturitate ale porumbului

Maturitatea boabelor de porumb este atinsă atunci când încetează migraţia substanţelor nutritive din frunze, tulpină şi rădăcină spre bob. În acest moment denumit *„maturitate fiziologică”*, bobul a atins maximum de umplere cu elementele nutritive, umiditatea lui fiind în acest stadiu în jurul a 30%.

Când migraţia este terminată, celulele de pe placa nutritivă, se necrozează, formând aşa zisul *„punct negru”*, moment în care boabele au atins greutatea maximă şi încep să se usuce.

Când condiţiile termice sunt deficitare, punctul negru nu se poate forma, îngreunând stabilirea fazei de maturitate fiziologică. Întrucât maturitatea fiziologică are loc la umidităţi diferite ale boabelor ea nu poate constitui un indicator al maturităţii tehnologice, deci a momentului optim pentru recoltatul porumbului. Întrucât în faza de maturitate fiziologică, boabele conţin umiditate destul de mare, făcându-le improprii pentru păstrare, pentru a intra în faza tehnologică de maturare, boabele trebuie să scadă în umiditate de la 30% (când au atins maturitatea fiziologică), la umidităţi inferioare cuprinse sub 20%. Viteza de pierdere a apei din bob este diferită, în funcţie de genotip, găsindu-se că pentru o scădere a umidităţii de la 38 la 20%, sunt necesare între 14 şi 30 de zile, în funcţie de fiecare genotip în parte.

Influenţa genotipului în ce priveşte viteza de pierdere a apei din bob a fost constatată şi în cadrul Staţiunii de Cercetare Dezvoltare Agricolă Suceava, staţiune situată într-o zonă cu condiţii termice deficitare porumbului, stabilindu-se că în principiu există o corelaţie pozitivă între perioada de vegetaţie şi perioada până la înfloritul porumbului. Cu toate acestea între diferite genotipuri există diferenţe în ceea ce priveşte parcurgerea acestor faze; existând cazuri când corelaţia ce se realizează în general la porumb, să nu fie valabilă în anumite cazuri particulare. În general cu cât perioada până la înflorit este mai scurtă, cu atât ajungerea la maturitatea deplină este mai rapidă. În

particular însă există forme de porumb care deşi au o perioadă mai lungă până la înflorit, ajung mai repede la maturitate decât altele, a căror perioadă până la înflorit este mai scurtă şi asigură producţie ridicată, aşa cum există genotipuri de porumb care parcurg într-o perioadă egală sau cu acelaşi consum de căldură perioada până la înflorit, nu ajung la maturitate în acelaşi timp. De mare importanţă în acest sens este viteza de umplere a bobului şi viteza de pierdere a apei din bob. Astfel hibrizii HD96 şi HD99 deşi parcurg în acelaşi timp perioada de vegetaţie, nu parcurg în acelaşi timp toate fazele de vegetaţie. HD99 are perioada răsărit-înflorit mai lungă decât HD96, dar ajunge la maturitate cu un conţinut de umiditate mai redus decât HD96 cu 2,4%.

Aceste situaţii explică de ce noţiunea de precocitate este greu de definit cu exactitate, apelându-se la noţiunile de maturitate fiziologică şi maturitate tehnologică.

12.3.4. Exprimarea perioadei de vegetaţie prin unităţi termice

Întrucât exprimarea perioadei de vegetaţie a porumbului în zile este foarte subiectivă, s-a ajuns la concluzia că influenţa deosebită a temperaturii asupra creşterii şi dezvoltării porumbului, permite exprimarea perioadei de vegetaţie cu mai multă obiectivitate în aşa zisele „unităţi termice”. Această metodă este cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de „metoda unităţilor de căldură”.

Cu toată multitudinea de date acumulate privind dependenţa porumbului de factorul termic, abia în anul 1964 în Canada se introduce pentru prima dată un sistem de clasificare a hibrizilor de porumb după suma unităţilor de căldură. Mai târziu, în anul 1974 sistemul este introdus şi în SUA.

Sistemul are în vedere pe de o parte necesarul de căldură pentru fiecare hibrid, iar pe de altă parte delimitarea pe baza datelor meteorologice pe o perioadă lungă de timp a sumei unităţilor de căldură pentru fiecare zonă de cultură în parte.

Suma unităţilor de căldură se calculează de la semănat până la formarea punctului negru, iar disponibilul de căldură pentru fiecare zonă, se calculează între ultimul îngheţ de primăvară şi ultimul îngheţ de toamnă.

Metoda de calcul al unităţilor de căldură se prezintă astfel: GDD (zile grade creştere) – consideră 10^0C ca minim biologic şi 30^0C ca maxim biologic. Formula de clacul este următoarea:

$$GDD=n(max.\ ^0C + min^0C)/2\text{-}10^0C$$

Temperaturile maxime mai mari de 30^0C se consideră 30^0C, iar cele mai mici de 10^0C se consideră 10^0C. Metoda consideră 10^0C ca minim biologic. Această metodă tratează temperaturile din timpul zilei separat de cele din timpul nopţii. În timpul zilei se foloseşte ca prag de temperatură 10^0C, iar ca optimă, temperatura de 30^0C. În timpul nopţii se foloseşte temperatura minimă de $5,5^0$C.

Aplicând această metodă în SUA au fost stabilite şase zone de cultură a porumbului în funcţie de suma unităţilor de căldură, pentru fiecare zonă.

În concluzie, în comparaţie cu exprimarea perioadei de vegetaţie a porumbului, prin numărul de zile, care diferă în funcţie de zona climatică, unităţile de căldură necesare parcurgerii perioadei semănat-maturitate deplină, constituie o soluţie mult mai obiectivă şi în consecinţă mult mai folositoare, atât creatorilor de hibrizi cât şi cultivatorilor. Pentru aceasta însă, în funcţie de condiţiile climatice locale şi de hibrizii cultivaţi, trebuie folosită metoda de calcul al unităţilor de căldură, pentru cunoaşterea necesarului de temperatură, în vederea maturării porumbului. Cunoscând potenţialul termic al fiecărei zone naturale, amelioratorii de porumb lucrează pentru crearea acelor hibrizi care să răspundă cel mai bine potenţialului termic al zonei respective, iar cultivatorii de porumb să-şi aleagă pentru cultură acei

hibrizi care să ajungă la maturitatea deplină în zona de cultură respectivă (Revista AMSEM, nr.5, iunie 2013).

12.4. Porumbul timpuriu

În România, deşi porumbul nu a întâlnit peste tot cele mai favorabile condiţii, îndeosebi cele termice, în timp, s-a adaptat condiţiilor diferite de temperatură, astfel încât să poată produce şi să se reproducă în majoritatea zonelor agricole din ţară.

Dincolo de aceste considerente de ordin climatologic, porumbul a însemnat pentru ţăranul român, poate, mai mult decât în alte ţări, o apropiere specială, chiar emoţională, văzând în această cultură mai mult decât un produs alimentar. Românul a considerat porumbul, ca o binecuvântare pentru salvarea lui şi a agriculturii în general, denumindu-l „rege al agriculturii". Chiar şi marii noştri oameni de ştiinţă, sub impresia plăcută a acestei plante, compară porumbul cu „Făt Frumos cu chica în vânt, cu buzduganul la brâu şi cu mantia verde de mătasă foşnitoare, în serile senine de vară" (prof. N. A. Săulescu, citat de V. Cotea).

12.4.1. Porumbul timpuriu, extins în zone mai umede şi răcoroase

Pentru a înţelege motivaţia răspândirii hibrizilor timpurii pe suprafeţe atât de mari, trebuie să evidenţiem avantajele economice şi tehnice ce rezultă din cultivarea lor:

- valorifică condiţiile climatice şi pedologice din zonele mai umede şi răcoroase ale ţării, asigurând ajungerea plantelor la maturitatea deplină, până la căderea primelor brume de toamnă;
- prin eliberarea timpurie a solului, constituie o bună premergătoare pentru cerealele de toamnă, iar prin precocitatea lor, permit executarea la timp a lucrărilor de pregătire a solului şi semănatul grâului în perioada optimă, astfel grâul şi porumbul timpuriu formează

un cuplu favorabil, permiţând obţinerea de recolte bune de ambele culturi, fără a se stânjeni una pe cealaltă, în timp ce hibrizii târzii nu pot oferi asemenea avantaje;

● prin precocitatea lor, trebuie să intre într-o proporţie bine stabilită de fiecare unitate din zonele mai umede și mai reci, cu asigurarea valorilor termice favorabile, tocmai pentru a fi o premergătoare valoroasă pentru cerealele de toamnă.

● pot fi folosiţi cu rezultate sigure în situaţia compromiterii, în timpul iernii, a unor culturi de toamnă; semănaţi, în condiţiile Staţiunii de Cercetări Agricole (SCDA) Suceava, în prima parte a lunii iunie, în locul unui lan de secară compromisă de ger, au ajuns la maturitatea deplină.

● întrucât în zona porumbului timpuriu, există în fiecare an sol cu exces de umiditate, pregătirea şi semănatul acestuia nu se poate face, decât după îndepărtarea excesului de umiditate din sol, iar întârzierea semănatului pe aceste soluri nu se poate recupera decât folosind hibrizi timpurii;

● există şi posibilitatea puţin riscantă ca, în zonele cu asigurare termică foarte bună, să se obţină două recolte pe an, una cu orzoaică de primăvară, rapiţă sau mazăre etc. şi alta, cu porumb timpuriu.

Toate aceste avantaje au trezit un interes deosebit cultivatorilor, încât suprafeţele ocupate de porumb să cunoască un trend crescător, aproape în toate zonele arabile ale lumii. În paralel a crescut şi diversificarea formelor de întrebuinţare (porumb de floricele, porumb zaharat în industria conservelor, etc).

12.4.2. Extinderea suprafețelor cultivate

Conform statisticilor FAO, rezultă că, în perioada cuprinsă între 1989-1991, pe plan mondial, s-a cultivat cu porumb pe 131.837.000 ha, crescând la 141.148.000 ha în 1996, la 142.628 ha în 1997 şi la

140.168.000 în 1998. În aceeaşi ani, pe continente situația se prezenta astfel:

Continentul	Suprafețele ocupate cu porumb (ha)			
	1989-1991	1996	1997	1998
America centrală și de Nord	37.014.000	40.773.000	40.350.000	41.522.000
America de Sud	16.926.000	18.762.000	19.771.000	16.781.000
Europa	10.699.000	11.389.000	11.178.000	11.010.000
Asia	39.400.000	42.782.000	41.878.000	42.675.000
Africa	24.419.000	25.223.000	25.936.000	24.731.000

Deşi nu dispunem de date statistice suficiente, referitoare la răspândirea suprafeţelor de porumb pe grupe de precocitate, cu toate acestea în unele lucrări de specialitate, îndeosebi în Europa, există asemenea date, din care rezultă că, pe lângă alte argumente, extinderea porumbului a fost şi este posibilă datorită creării de către amelioratori a unor hibrizi timpurii şi extratimpurii, prin a căror precocitate a fost posibilă extinderea porumbului în zone noi de cultură, apreciate până nu demult ca improprii acestei specii.

Franţa. Odată cu crearea hibrizilor timpurii, cultura de porumb a cunoscut o extindere foarte mare. Până în anul 1952, Franţa cultiva cu porumb 355.000 ha, cu soiuri şi populaţii locale, de la care se realiza în medie 1200-1300 kg/ha. După această dată, graţie hibrizilor timpurii, porumbul s-a extins şi în zonele nordice, folosind creaţiile amelioratorilor francezi de la INRA (Institutul Naţional de Cercetări Agricole), precum şi hibrizii din seriile Angou, Limagren, etc, ajungând progresiv la 1.770.000 ha de pe care obţine producţii foarte ridicate. Astfel în anul 1996 obţine o producţie medie de 8.302 kg/ha, în 1997, 8150 kg/ha şi în 1998, 9050 kg/ha. Producţiile mari obţinute se datoresc pe de o parte valorii hibrizilor folosiţi, iar pe de altă parte măsurilor agrofitotehnice specifice aplicate (densitatea plantelor, fertilizare, erbicidare, tratamente împotriva bolilor şi dăunătorilor etc).

Germania. Suprafeţele cultivate cu porumb în această ţară au crescut spectaculos, cu toate că temperaturile sunt deficitare. În perioada anilor 1964-1965, se cultivau 18.000 ha, iar în anul 1970 s-a ajuns la 100.000 ha. Odată cu unificarea celor două state germane, suprafeţele au atins cifra de 500.000 ha, din care o parte a fost destinată porumbului furajer.

Au fost înfiinţate structuri specializate de testare şi ameliorare a hibrizilor, cu infrastructura necesară şi dotate cu aparatură de laborator necesară, cu cercetători pregătiţi în SUA. Astfel, la firma „Nordsaad" în nordul Germaniei, există un laborator specializat în acest domeniu. Luând cunoştinţă de realizările cercetătorilor români în activitatea de ameliorarea porumbului timpuriu, conducerea Nordsaad a cerut ajutorul cercetătorilor de la SCDA Suceava şi Turda, pentru organizare în colaborare a unui program de testare şi ameliorare a hibrizilor extratimpurii şi timpurii, care s-a desfăşurat în bune condiţii, obţinându-se rezultate importante.

Polonia. Prin poziţia sa geografică, clima acestei ţări nu este atât de favorabilă culturii porumbului. Totuşi cercetătorii polonezi consideră că trebuie folosite şi minimele posibilităţi termice existente, astfel încât porumbul să se cultive în asemenea condiţii. În acest scop, s-a organizat, în cadrul Institutului de Selecţie şi Aclimatizare a Plantelor de la Smolite, un departament pentru ameliorarea şi testarea hibrizilor timpurii şi foarte timpurii. Aici s-a observat că hibrizii europeni sunt mai potriviţi condiţiilor naturale poloneze, decât cei americani. Dintre hibrizii europeni, hibridul dublu HD-Suceava 95 şi hibridul triliniar HT Suceava 108 s-au remarcat atât în condiţiile experimentale, cât şi pe suprafeţele mari, în cadrul fermelor de producţie.

Anglia. Din cauza primăverilor şi verilor răcoroase, condiţiile climatice pentru porumb nu asigură temperaturile favorabile. La

Oxford, temperatura medie pentru perioada mai-septembrie este de 14°C. Cu toate acestea, cercetătorii au manifestat interes pentru cultura porumbului, dovadă fiind experienţele efectuate la Cambridge, în care s-a testat o gamă largă de hibrizi, identificând hibridul dublu HD-Suceava 41, care s-a dovedit cel mai timpuriu din setul celor studiaţi, dar cu un procent ridicat de umiditate în boabe la recoltare.

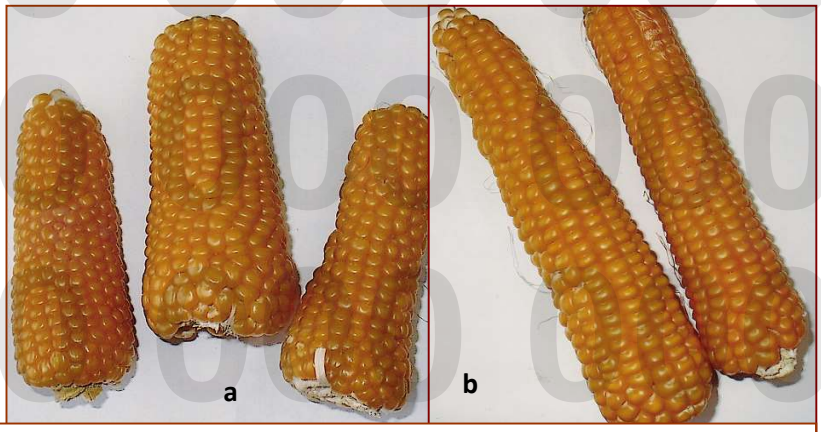
Suedia. Deşi condiţiile climatice se află la limita sau sublimita minimă a temperaturii optime pentru porumb, cercetătorii nu abandonează interesul pentru porumb, considerând că hibrizii extratimpurii şi rezistenţi la frig ar putea reuşi în zonele mai bine asigurate termic ale Suediei.

Referitor la testarea hibrizilor extratimpurii şi rezistenţi la frig, în anul 1975, cercetătorii suceveni au fost invitaţi în Suedia, pentru a discuta probleme legate de performanţele hibrizilor, cu referire specială la rezistenţa la frig şi nivelul de precocitate. Din păcate, invitaţia nu a putut fi onorată, din motive bine cunoscute pentru acea vreme.

12.4.3. Zone de cultură în România

La delimitarea zonelor naturale de cultură a porumbului timpuriu şi extratimpuriu în România, s-au analizat factorii climatici, îndeosebi regimul termic, apreciindu-se că acesta constituie elementul determinant în conturarea zonelor de favorabilitate pentru porumb în România.

1. Zona de cultură a porumbului extratimpuriu este cantonată în nordul Podişului Sucevei, în estul Podişului Transilvaniei şi la periferia nordică a Munţilor Apuseni. În această zonă, producţia se corelează mai mult cu cantitatea de căldură acumulată în timpul vegetaţiei, decât cu cantitatea de precipitaţii. O mare atenţie trebuie acordată alegerii formelor cultivate, întrucât uneori atracţia formelor tardive, prin vigoarea şi aspectul lor, crează confuzie în rândul cultivatorilor, în ceea ce priveşte alegerea raţională a materialului biologic de utilizat; orice eroare făcută poate compromite cultura.



Soiurile de porumb: Hăngănesc de Suceava (a) şi Suceava 1 (b)

Pentru a avea siguranţa producţiei, se recomandă cultivarea soiurilor ameliorate Hângănesc de Suceava şi Suceava 1, precum şi a hibridului extratimpuriu HD Suceava 95, considerat cel mai timpuriu hibrid de porumb din ţară. De valoare, se dovedesc şi hibrizii triliniari foarte timpurii Suceava 97, Montana şi Nordic.

Hibrizi extratimpurii de porumb creaţi la S.C.D.A. Suceava

2. Zona porumbului timpuriu se găseşte în nord-estul Podişului Sucevei, în nordul Depresiunii Jijiei, în nordul Câmpiei Transilvaniei şi

Hibrizi timpurii de porumb creaţi la S.C.D.A. Suceava

pe dealurile someşene. Se recomandă a fi cultivate atât forme timpurii (50-70%), cât şi forme extratimpurii (25-50%). În acest mod, prin alegerea raţională a formelor cultivate, pot fi rezolvate probleme legate de succesiunea porumb-grâu, încât cele două specii să nu se stânjească reciproc. Se recomandă a fi cultivaţi hibrizi timpurii creaţi la SCDA Turda şi cei extratimpurii şi timpurii obținuţi la SCDA Suceava (Suceava 99, Bucovina, Milenium, Turda 165, Turda 200 şi Turda-Moldova 188).

3. Zona de cultură a porumbului semitimpuriu se întinde în apropierea zonei de cultură a viţei de vie, fiind demarcată de izoterma anuală de 9°C, ce se suprapune frecvent cu apariţia primei zone cu îngheţ la data de 1 noiembrie. În această zonă, se pot acumula până la 2900-3000°C, dacă se iau în considerare zilele cu temperatura medie >10°C.

Datorită variaţiilor mari de orografie şi de expoziţie, această zonă se suprapune îndeosebi cu zona porumbului timpuriu, astfel cum este cazul regiunilor nordice ale Munteniei şi Olteniei, precum şi a părții

estice a Banatului. Cele mai tipice condiţii pentru zona a treia sunt conturate în judeţele Botoşani, Bacău, Vrancea, Mureş, Maramureş, Bihor şi Satu Mare.

Hibrizii recomandaţi pentru cultură pot fi Turda 201, Turda 210, Turda Super creaţi la Staţiunea Turda, Cidan, Milcov şi Oituz creaţi la Institutul Naţional de Cercetare Dezvoltare Agricolă Fundulea.

12.4.4. Scopul ameliorării

În toate programele de ameliorare a porumbului, indiferent de grupa de precocitate, pe primul loc se situează obiectivul legat de capacitatea de producţie, întrucât cultivatorii sunt interesaţi ca hibrizii să realizeze producţii cât mai ridicate, chiar şi în cazul formelor foarte timpurii, deşi între acestea şi însuşirea de productivitate există o corelaţie negativă. Cu cât perioada de vegetaţie este mai scurtă, cu atât timpul afectat plantei pentru depunerea substanţei uscate în boabe este mai redus şi, în final, ca o consecinţă logică, o producţie mai mică pe unitatea de suprafaţă. Deşi cultivatorii pot înţelege această corelaţie, interesele lor nu vor fi niciodată anulate de această înţelegere, renunţând la producţii ridicate, care să le asigure acoperirea cheltuielilor făcute şi obținerea de profit.

În aceste condiţii, nici amelioratorii nu pot fi mulţumiţi, creaţiile lor nefiind promovate în marea producţie, dacă nu realizează un nivel de producţie care să mulţumească cultivatorii. De aici rezultă că ameliorarea porumbului timpuriu şi extratimpuriu implică serioase dificultăţi în comparaţie cu ameliorarea hibrizilor tardivi, amelioratorii fiind obligaţi să creeze hibrizi foarte timpurii şi productivi şi care să ajungă la maturitatea deplină până la căderea primelor brume de toamnă. Trebuie ca amelioratorii să găsească soluţii biologice şi tehnice, astfel încât corelaţia existentă între perioada scurtă de vegetaţie şi productivitate să fie cât mai favorabilă. Este o sarcină destul de grea, dacă avem în vedere caracterul foarte puternic al corelaţiei.

Ameliorarea porumbului timpuriu şi extratimpuriu au constituit obiective de cercetare la SCDA Suceava şi Turda.

12.5. Rezistența porumbului la frig

A te preocupa de rezistenţa la frig a porumbului, în condiţiile în care el este bine cunoscut, prin excelenţă, ca un mare iubitor de căldură, pare a fi un paradox. Dar, iată, natura şi omul, fiecare cu specificul său, pe baza condiţiilor diversificate ale mediului natural, precum şi a nevoilor de hrană ale omului, reuşesc să îmbogăţească comportamentul fiziologic al porumbului cu noi însuşiri, astfel încât să existe forme rezistente la frig, care să producă şi să se reproducă şi atunci când sunt temperaturi mai scăzute, răspunzând pe de o parte necesităţilor supravieţuirii speciei, iar pe de altă parte, tendinţelor actuale de extindere a culturii porumbului şi în zonele nordice.

Răspândirea actuală pe întregul mapamond, cu condiţii climatice şi pedologice atât de variate faţă de cele din zona sa de origine, unde s-a format ca plantă de cultură, duce la concluzia că porumbul a cunoscut în evoluţia sa firească o asemenea transformare a structurii genetice, încât etichetarea sa ca plantă strict tropicală pare să nu mai corespundă realităţii. Într-adevăr, porumbul, fiind de origine tropicală, are mare nevoie pentru creştere şi dezvoltare de temperaturi bine asigurate. Dar tot atât de adevărat este că, în prezent, datorită presiunii factorilor naturali, specifici zonelor unde a fost introdus în cultură, precum şi selecţiei efectuate de cultivatorii locali, porumbul şi-a îmbogăţit baza genetică cu o serie de însuşiri noi, dintre care unele vin în contradicţie chiar şi cu însuşirea sa fundamentală, rezistenţa la frig, prin care unele populaţii reuşesc să reziste la temperaturi suboptimale creşterii, dezvoltării şi maturării depline şi acolo unde condiţiile, îndeosebi temperatura, nu sunt cele mai potrivite cerinţelor sale biologice.

12.5.1. Studii în România

În ţara noastră, studii de rezistenţă la frig a porumbului au fost întreprinse atât în zona de sud, folosind hibrizi tardivi şi semitardivi, precum şi în cea de nord, unde condiţiile climatice, îndeosebi temperatura, sunt deficitare cerinţelor plantei.

Se cunoaşte că îngheţurile târzii de primăvară, de scurtă sau lungă durată, sunt fenomene meteorologice des întâlnite în cursul lunilor aprilie-mai, cu prioritate în nordul Moldovei.

Datele meteorologice prelevate, aferente acestor luni, din ultimii 40-50 de ani, au aratat că frecvenţa zilelor cu temperaturi care scad sub 0°C a fost destul de mare în această parte a ţării (Dorohoi 7 zile, Roman 7 zile, Suceava 9 zile, Botoşani 6 zile, Nemţ 6 zile, Bacău 7 zile). Aceste condiţii termice au loc tocmai în cele mai critice momente din viaţa plantei, când seminţele introduse în sol trebuie să germineze şi să răsară.

Cercetările efectuate pentru stabilirea pragului minim al temperaturii optime pentru semănatul porumbului au arătat că temperatura care condiţionează în general răsăritul se încadrează între 10°C şi 12°C, dar cu tendinţă evidentă de creştere.

12.5.2. Rezultate ale experienţelor

Pentru cunoaşterea potenţialului natural de rezistenţă la frig, s-a apelat la populaţiile de porumb din nordul Moldovei, plecând de la premiza că formele locale din această regiune, suportând de-a lungul timpului presiunea factorului termic deficitar, precum şi selecţia efectuată de cultivatori locali, au fost obligate, pentru a supravieţui, să se adapteze la asemenea condiţii termice mai scăzute.

Au fost folosite 41 de populaţii locale, colectate din judeţele Suceava şi Neamţ, alături de hibridul dublu HD 99, utilizat ca martor.

- Zona Câmpulung Moldovenesc - 29 de populaţii;
- Zona Neamţ - 2 populaţii;
- Zona Vatra Dornei - 1 populaţie;

- Zona Rădăuţi - 9 populaţii.

Total 41 de populaţii

Înainte de a începe experimentarea propriu-zisă, s-a efectuat analiza valorii germinative a fiecărei populaţii, reţinând pentru cercetare numai populaţiile care au germinat în proporţie de 100%. În acest fel, prin comparaţie, s-au putut stabili diferenţele în ceea ce priveşte însuşirea de rezistenţă la frig între populaţii, dar şi între ele şi martorul HD 99.

Seminţele alese pentru cercetare au fost plasate, pentru germinare, pe un substrat de nisip sterilizat, la temperaturi constante de +4°C, +6°C, +8°C şi +12°C, în camere frigorifice, cu climatul controlat. După 20 de zile de expunere la temperaturile stabilite, s-a efectuat prima analiză a materialului, determinându-se procentul de germinare a seminţelor, creşterea tulpinii, creşterea rădăcinilor embrionare, formarea rădăcinilor primare şi a frunzelor. O parte din plante au fost lăsate să crească în continuare la temperatura optimă biologică de 22°C, la care s-a determinat conţinutul de clorofilă brută din frunze, acumularea de substanţă proaspătă şi uscată.

Germinarea seminţelor

Prin menţinerea seminţelor germinabile de porumb, în condiţii de temperaturi scăzute de 4°C, 6°C, 8°C, s-a constatat o puternică frânare a proceselor de germinare şi creştere, manifestată atât la analizele efectuate imediat după perioada de expunere la frig, cât şi ulterior, după o perioadă de refacere, la temperaturi optime.

La determinările efectuate imediat după 20 de zile de temperaturi scăzute a rezultat că, la 4°C, la nici o populaţie, seminţele nu au germinat; de la 6°C, seminţele populaţiilor Pângăraţi 136 şi Buhalniţa 150, din zona judeţului Neamţ şi a populaţiilor Câmpulung Moldovenesc 54 şi Crucea 239 din zona judeţului Suceava au germinat în proporţie de 15-18%.

Un salt evident al capacităţii de germinare s-a constatat la seminţele populaţiilor supuse la 8°C. În medie, procentul de seminţe germinate a crescut de patru ori (29% faţă de 7% media procentului de germinaţie la pragul termic de 6°C.). S-au remarcat printr-o germinaţie mai bună populaţiile Pângăraţi 136, Câmpulung Moldovenesc 54 şi Crucea 239, cu peste 50% seminţe germinate, în timp ce celelalte populaţii, precum şi HD 99 au germinat foarte slab, sub 10%.

S-a analizat în continuare germinaţia seminţelor la temperatura de 12°C, considerată ca limită minimă a temperaturii optime pentru germinare. S-a constatat că, şi la acest prag termic, există o reducere a procesului de germinare faţă de potenţialul optim biologic determinat, în medie procentul de germinaţie a tuturor populaţiilor fiind de 50%.

Dacă, după perioada cu temperaturi constante la cele patru praguri termice, seminţele au fost expuse la temperaturi mai ridicate de +15°C ... +22°C, s-a produs o stimulare evidentă a germinaţiei tuturor populaţiilor experimentate. Dar, şi la aceste niveluri optime de temperaturi biologice pentru germinaţie, s-au constatat diferenţe în ceea ce priveşte viteza şi vigoarea procesului de germinare, considerat un indicator foarte important în evoluţia ulterioară a plantei. Şi în acest caz, s-au remarcat populaţiile Pângăraţi 136, Câmpulung Moldovenesc 54, Buhalniţa 150, Crucea 239 şi Frumosu 161, care au manifestat un potenţial ridicat de germinare, traversând cu bine acţiunea lungă a unor temperaturi scăzute, faţă de limitele termice optime.

Acest lucru este foarte important, întrucât, în nordul Moldovei şi în alte zone ale ţării, există posibilitatea frecventă ca, după semănat, să se înregistreze, la adâncimea de semănat, temperaturi scăzute asemănătoare celor utilizate în experienţele noastre. Ori traversarea cu bine a acestei perioade critice, fără moartea plantelor şi reluarea creşterii şi dezvoltării normale a lor, odată cu creşterea temperaturii, poate fi pusă pe seama exclusiv a rezistenţei la frig.

Formarea şi creşterea tulpinii

În condiţiile pragurilor termice abordate în experienţele noastre, de 4°C, 6°C, 8°C, formarea şi creşterea tulpinii au fost inhibate într-o manieră mai mare decât procesul de germinare în ansamblul său. După 20 de zile de supunere la pragurile termice scăzute, tulpinile au măsurat doar câţiva milimetri, nepermiţând o diferenţiere între populaţii.

După o perioadă de stimulare a creşterii (8 zile cu temperaturi optime), s-a observat o diferenţiere evidentă între populaţii. Astfel, cele supuse temperaturii de +4°C au format tulpini, cu lungimea de 1-20 mm, în funcţie de rezistenţa la frig a fiecărei populaţii. Foarte rezistente s-au dovedit populațiile Câmpulung Moldovenesc 54, Pângăraţi 136 şi Crucea 239, ale căror tulpini au măsurat în medie 30 mm şi sensibile Bucşoaia 59, Straja 86, Vama 63 şi hibridul HD 99, cu mai puţin de 10 mm.

Formarea şi creşterea rădăcinilor

În condiţiile pragurilor termice abordate (4°C, 6°C şi 8°C) nu s-au constatat difernţieri între populaţii. La determinările făcute după perioada de frig, în condiţii de temperatură optimă pentru porumb, timp de 8 zile, populaţiile s-au diferenţiat în ceea ce priveşte potenţialul de înrădăcinare, cele mai bine înrădăcinate fiind Crucea 239, Buhalniţa 150, Pângăraţi 136, în timp ce martorul HD 99 a avut o înrădăcinare slabă.

Acumularea de substanţă proaspătă şi uscată

Acumularea de substanţă proaspătă şi uscată a pus în evidenţă influenţa temperaturilor scăzute, asupra ritmului de creştere a plantelor. Testele efectuate în acest sens au aratat o netă diferenţiere între populaţii, cea mai valoroasă fiind Pângăraţi 136, cu 142 mg/plantă la 4°C, 195 mg la 6°C şi 340 mg la 8°C. Cel mai scăzut ritm de acumulare a substanţei proaspete s-a înregistrat la populaţia Bucşoaia 59, numai 3 mg/plantă la 4°C, 5 mg la 6°C şi 11 mg la 8°C.

Capacitatea de refacere

Determinările efectuate asupra funcţionării aparatului fotosintetic, în desfăşurarea proceselor de creştere şi dezvoltare, au stabilit că, între populaţii, există diferenţe în ceea ce priveşte conţinutul de clorofilă din frunze, la plantele care au fost supuse la frig în timpul germinării seminţelor.

Conţinutul total de clorofilă din frunzele verzi scoate în evidenţă o diferenţă semnificativă între populaţii, valorile calculate fiind cuprinse între 80 mg/l la populaţia Vama 63 şi 112 mg/l la populaţia Câmpulung Moldovenesc 54.

12.5.3. Concluzii

În studiul efectuat asupra a 41 de populaţii locale de porumb din nordul Moldovei, cu privire la capacitatea de rezistenţă la frig, s-a constatat valoarea populaţiilor Pângăraţi 136, Bucşoaia 150, Câmpulung 54 şi Crucea 239, ale căror semințe au reuşit să germineze în proporţie de 14-18%, la temperatura de 6°C. O creştere de 2°C a temperaturii (8°C) a majorat de patru ori procentul de germinare, în condiţiile în care seminţele populaţiilor Bucşoaia 59 şi HD 99 aproape nu au germinat.

Prin expunerea populaţiilor la condiţii de refacere (15-22°C, după ce au traversat perioada de frig la temperaturile de 4°C, 6°C, 8°C), s-a constatat o stimulare netă a procesului de germinaţie, evidenţiindu-se aceleaşi populaţii (Pângăraţi 136, Bucşoaia 150, Câmpulung Moldovenesc 54 şi Crucea 239).

De asemenea, s-a observat o corelaţie pozitivă între capacitatea de germinare, pe de o parte şi procentul de creştere a plantelor, formarea şi creşterea rădăcinilor, precum şi acumularea de substanţă proaspătă şi uscată, pe de altă parte. Seminţele populaţiilor Pângăraţi 136, Bucşoaia 150 şi Crucea 239 au manifestat o foarte bună rezistenţă la putrezire, indicii de rezistenţă fiind mai mari de 90%.

Un aspect deosebit de important, ce merită a fi subliniat, a constat în refacerea spectaculoasă a plantelor unor populaţii, după stresul

provocat prin parcurgerea celor trei praguri termice cu temperaturi suboptimale, dovedind vigoare în creştere şi dezvoltare. Pentru practica agricolă, acest lucru este foarte important, întrucât, în lunile aprilie şi mai, temperaturile folosite de noi în experienţe, de 4°C, 6°C, 8°C, apar frecvent, în momentul germinării şi răsăririi culturilor de porumb.

Studiul efectuat a dovedit valoarea unor populaţii de porumb în ceea ce priveşte rezistenţa la frig, concluzie deosebit de importantă pentru alegerea materialului iniţial în lucrările de ameliorare, în vederea creării de soiuri sau hibrizi de porumb rezistenţi la temperaturi scăzute, îndeosebi în prima parte din viaţa plantei (Revista AMSEM, nr.8, septembrie 2013).

12.6. Prolificitatea porumbului

Numărul de ştiuleţi pe plantă mai mare decât unu, sau însuşirea de prolificitate, constituie o posibilitate potenţială importantă de creştere a productivităţii porumbului. Cu toate acestea, în general, cultura porumbului cu unul sau doi ştiuleţi pe plantă, este predominantă în lanurile de porumb, (figurile 12.1. şi 12.2.) întrucât formarea şi a ştiuleţilor secundari, contează mai puţin în producţia totală a plantei, ei rămânând, în general, mai slab dezvoltaţi, cu boabe mai puţine şi mai rare, în frecvente cazuri neajungând la maturitatea deplină, primind denumirea populară de „babe".

Cercetările efectuate asupra acestei însuşiri, au dus la concluzia că în evoluţia naturală a porumbului, presiunea de selecţie s-a desfăşurat în sens contrar evoluţiei naturale, aspect ce rezultă din analiza ordinei în care se grupează formele de porumb în ce priveşte însuşirea de prolificitate, din care se poate constata că numărul de ştiuleţi pe plantă, urmează un trend descendent, în funcţie de vechimea formelor de porumb: formele everta, considerate cele mai vechi şi mai puţin evoluate, sunt şi cele mai prolifice, putând avea un număr mai mare de ştiuleţi pe plantă (figurile 12.3.-12.5.), urmează, în ordinea evoluţiei formele indurate (intermediare) şi pe ultimul loc formele dentate considerate cele mai evoluate şi la care s-a lucrat cel mai mult.

Fig. 12.1. Plante de porumb cu un ştiulete/plantă

Fig. 12. 2. Plante de porumb cu doi ştiuleţi /plantă

Fig. 12.3. Plantă de porumb cu lăstari tineri în jurul ei

Fig. 12. 4. Plantă matură de porumb cu lăstari productivi

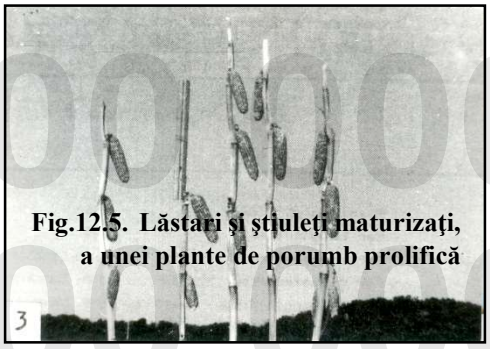


Fig.12.5. Lăstari şi ştiuleţi maturizaţi, a unei plante de porumb prolifică

Acest lucru confirmă afirmaţia făcută anterior că sensul selecţiei naturale a porumbului a fost îndreptat spre forme prolifice, în timp ce selecţia efectuată de om, în epoca modernă a ameliorării porumbului, s-a efectuat spre forme neprolifice, în general cu unul, eventual doi ştiuleţi pe plantă.

Motivaţia care a stat la baza acestei atitudini, a constat din aprecierea făcută asupra formelor prolifice, care consideră că ştiuleţii secundari ai plantelor prolifice, comparativ cu ştiuletele principal al plantelor neprolifice, sunt, în general, mai slab dezvoltaţi, cu valori mai reduse a masei a 1000 de boabe, cu creştere şi dezvoltare neuniformă, iar producţia cumulată de la toţi ştiuleţii este cel mult egală dacă nu inferioară formelor cu un singur ştiulete. În plus de aceasta, numărul mai mare de ştiuleţi pe plantă, creează dificultăţi în efectuarea lucrărilor de recoltare, consumând mai mult timp şi forţă de muncă, pentru realizarea acestora, în condiţiile unei producţii aproximativ egală cu acea a formelor neprolifice.

La prima vedere s-ar părea că motivaţia este corectă, ea având un sâmbure de adevăr, numai că cercetările relativ recente efectuate asupra aspectelor genetice şi fiziologice ale prolificităţii, au găsit că această însuşire are un puternic suport genetic, ceea ce sugerează posibilitatea creării de hibrizi prolifici superiori celor neprolifici (figura 12.6), care poate duce la crearea de hibrizi prolifici, care să depăşească hibrizii neprolifici, dacă nu neapărat printr-un nivel de producţie superior, cel puţin prin câteva avantaje incontestabile, care îi recomandă de a fi utilizaţi în producţie.

Fig. 12. 6. Plantă de porumb cu mai mulţi ştiuleți/plantă

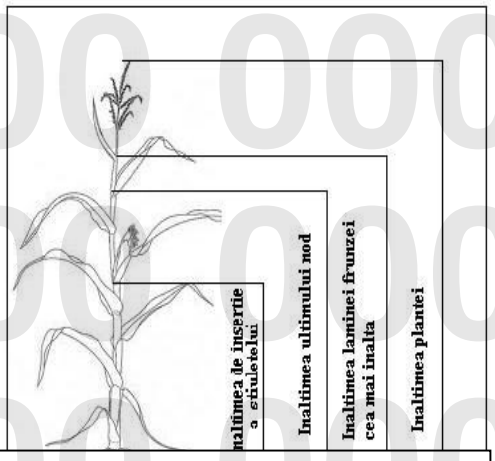


Fig. 12. 7. Plantă de porumb cu un ştiulete dezvoltat din mugurul axilar situat sub subţioara frunzei a şasea

În principiu, ştiuleţii porumbului se formează pe plante, de jos în sus, din mugurii axilari, care apar în timpul creşterii active a plantelor, în subţioara frunzelor (figura 12.7.), prezenţa lor fiind notată după 43 de zile de la semănat. Creşterea mugurilor axilari are loc pe toată perioada organogenezei florale, incluzând şi primordiile stigmatelor care sunt evidente pe ovarele bazale, cu ocazia determinărilor efectuate după 68 de zile de la semănat.

Cu privire la formarea celui de-al doilea ştiulete, (ştiuletele secundar) cercetările efectuate arată că la unele genotipuri acesta se găseşte în competiţie cu primul ştiulete (ştiuletele principal), exceptând în cea de a doua zi de dinaintea apariţiei stigmatelor, când ştiuletele superior se alungeşte cu 9 mm faţă de cel inferior. Creşterea mai redusă a ştiuletelui inferior este explicată prin deficitul de lumină, el dezvoltându-se la umbra ştiuletelui superior.

12.6.1. Influenţa factorilor genetici şi a condiţiilor de mediu asupra prolificităţii porumbului

Capacitatea de a produce mai mulţi ştiuleţi pe plantă este rezultatul interacţiunii dintre însuşirile genetice şi factorii de mediu. După unii cercetători, cu o apreciere cu totul generală, se crede că în jur de jumătate din potenţialul de producţie ar fi asigurat de factorii genetici şi jumătate de condiţiile de mediu.

În aceleaşi condiţii de mediu însă, în cadrul fiecărui genotip, valorile prolificităţii pot fi diferite, ceea ce ar explica existenţa factorilor genetici în exprimarea însuşirii de prolificitate.

Factorii genetici. În funcţie de calitatea formelor supuse procesului de ameliorare şi de metodele folosite pentru transferul genelor de interes, există posibilitatea obţinerii formelor prolifice. Complexitatea genetică a însuşirilor ce necesită a fi transferate, care în general sunt de natură poligenică, cu un determinism genetic larg, impune identificarea şi izolarea genelor de interes, precum şi aplicarea de biotehnologii corespunzătoare. Se pot folosi atât biotehnologiile clasice, convenţionale, a căror aplicare însă necesită o perioadă lungă de timp iar rezultatele pot fi aleatorii şi biotehnologii moderne, neconvenţionale, în special metoda biolistică, a cărei rezultate pot fi obţinute într-un timp mai scurt şi mai sigur.

Condiţiile de mediu. Prin varietatea şi intensitatea lor, factorii de mediu exercită o presiune puternică asupra însuşirilor prolificităţii porumbului. Regimul de precipitaţii şi repartiţia acestora, nivelul temperaturilor, fertilizarea, densitatea plantelor, calitatea lucrărilor de îngrijire a culturii, etc. au importanţă în optimizarea însuşirii de prolificitate, la limita pe care condiţiile de mediu le pot asigura.

12.6.2. Mecanisme genetice implicate în prolificitatea porumbului

Cercetările de genetică efectuate au găsit că formarea şi dezvoltarea unui număr mai mare de ştiuleţi pe plantă la formele prolifice, uniforme ca dimensiune şi ca număr de boabe, apropiate de valorile ştiuletelui superior, presupun existenţa unor mecanisme genetice şi fiziologice specializate prin care să se realizeze o distribuţie diferenţiată a cantităţii şi calităţii elementelor nutritive către fiecare structură reproductivă, inclusiv sau cu prioritate către inflorescenţa femelă, generatoarea ştiuletelui, cu elementele sale componente

(peduncul, bractee, rahis şi boabe). Controlul genetic al distribuţiei elementelor nutritive, către fiecare structură reproductivă se pare că se face independent, tocmai pentru a putea diferenţia cantitatea de elemente nutritive, distribuite în funcţie de importanţa şi cerinţele specifice ale fiecărei structuri reproductive.

În structura genetică a formelor neprolifice, probabil că acest tip de mecanisme genetice nu funcţionează în integralitatea lor, ca şi în cazul formelor prolifice, dovadă fiind dezvoltarea neuniformă a ştiuleţilor, cea mai mare cantitate a elementelor nutritive fiind dirijată către ştiuletele principal, care este cel mai bine dezvoltat şi în mai mică măsură către ştiuleţii secundari, a căror dezvoltare este mai redusă, deosebire uşor de constatat în lanurile de porumb.

12.6.3. Avantajele porumbului prolific versus neprolific

Cercetările efectuate în ultima vreme, au scos în evidenţă avantajele formelor prolifice, faţă de cele neprolifice, îndeosebi în ceea ce priveşte superioritatea rezistenţei lor la condiţiile neprielnice ale factorilor de mediu, aspect deosebit de important în general, dar mai ales în situaţia particulară a schimbărilor climatice. Acestea ar fi următoarele:

10. formele prolifice manifestă o mai bună rezistenţă la secetă, fapt dovedit de comportarea plantelor cu această însuşire, care şi la densitate sporită de plante la ha, însuşirea de prolificitate este mai puţin afectată, în timp ce plantele fără această însuşire, la asemenea densităţi, rămân în majoritatea lor sterile;
11. formele prolifice se caracterizează prin stabilitate deosebită a acestei însuşiri şi, nu numai în condiţii normale de mediu ci şi în condiţii mai puţin favorabile, chiar şi în condiţii de secetă;
12. însuşirea de prolificitate oferă posibilitatea plantelor să suporte densităţi sporite de plante la hectar, fără ca producţia să fie semnificativ afectată;

13. formele prolifice manifestă abilitate de adaptare la diversitatea factorilor de mediu şi la condiţiile de cultură aplicate;
14. potenţialul crescut de adaptare a formelor prolifice, favorizează răspândirea în cultură a hibrizilor triliniari;
15. talia mai redusă a formelor prolifice permite o densitate mai mare a plantelor, contribuind la nivelul producţiei realizate;
16. avantajele formelor prolifice asigură rezultate economice şi financiare favorabile fermierilor.

Toate aceste avantaje, posibile de prezentat şi analizat odată cu existenţa formelor prolifice, au devenit subiecte de analiză şi dezbatere printre amelioratorii şi cultivatorii de porumb, publicându-se în revistele de specialitate, rezultatele obţinute. Deşi şi în literatura noastră de specialitate au apărut câteva lucrări, marea lor majoritate apar în literatura străină, cu autori străini, ceea ce dovedeşte că abordarea în ţara noastră a prolificităţii porumbului este destul de restrânsă, aşa cum de altfel mai restrânsă, până aproape de desfiinţare este întreaga cercetare în România.

Singura lucrare mai importantă în ţara noastră o reprezintă teza de doctorat a d-lui dr. Bică Nicolae intitulată „Studiul genetic al prolificităţii porumbului" lucrare apreciată atât pentru actualitatea şi importanţa subiectului abordat, dar şi pentru valoarea în sine a concluziilor trase.

În ţara noastră, prin activitatea depusă de colectivele de amelioratori ai Staţiunilor de Cercetare Agricolă Turda şi Podu Iloaie a fost creat hibridul prolific triliniar HT 180, care face parte din grupa FAO de precocitate 300-400, omologat în anul 1979 şi care produce în medie 1,77 ştiuleţi pe plantă. Au fost creaţi şi alţi hibrizi prolifici, dar care, n-au depăşit faza de testare în cadrul Comisiei de Stat pentru Încercarea Soiurilor.

12.6.4. Surse de gene pentru prolificitate

Un studiu mai amplu asupra resurselor genetice valoroase pentru această însuşire a fost efectuat în cadrul laboratorului de ameliorarea porumbului de la Staţiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Suceava, având ca material de studiu 159 de populaţii locale, colectate în principal din nordul ţării, clasificate în rase şi subrase naturale (tabelul 12.1.).

Tabelul 12.1.

Prolificitatea unor populaţii de porumb din Nordul României clasificate în rase naturale

Rasa/subrasa	Prolificitatea în ştiuleţi	Semnificaţia	Numărul populaţiilor studiate
Hăngănesc	1,49	b	89
Moldovenesc	1,44	b	22
Cincantin	1,81	a	17
Hăngănesc/Moldovenesc	1,47	b	22
Moldovenesc/Cincatin	1,52	b	9
Media	**1,55**	**x**	**159**

Din datele cuprinse în tabelul 1 se observă că valoarea medie a prolificităţii populaţiilor studiate a fost de 1,55 ştiuleţi pe plantă. Cea mai ridicată valoare a fost identificată la populaţiile rasei Cincantin, a cărei valoare a prolificităţii a fost în medie de 1,81 ştiuleţi pe plantă, cu limite cuprinse între 2,63 la populaţia Crucea 240 şi 1,30 la populaţia Bucşoaia 115. Prolifice s-au dovedit şi populaţiile Vatra Moldoviţei 215, cu 2,40 ştiuleţi pe plantă, Crucea 241 cu 2,10 ştiuleţi pe plantă şi Frumosu 184 cu 2,03 ştiuleţi pe plantă.

O altă rasă care s-a dovedit prolifică este rasa Moldovenesc, valoarea medie a prolificităţii fiind de 1,44 ştiuleţi pe plantă, cu limite cuprinse între 2,33 ştiuleţi pe plantă şi 1,00 ştiuleţi pe plantă la populaţia

Straja 142. Subrasele au avut valori cuprinse între 1,47 şi respectiv 1,52 ştiuleţi pe plantă.

Populaţii prolifice au fost identificate şi în alte zone ale ţării. În Moldova studiile efectuate de Gologan a găsit că un număr de 22 de populaţii locale au avut un număr mai mare de 1,2 ştiuleţi pe plantă. De asemenea în Muntenia, Oltenia şi Transilvania au fost identificate populaţii cu număr ridicat de populaţii prolifice.

Se poate desprinde din aceste date că în România există un bogat fond genetic de germoplasmă prolific, ceea ce conferă posibilităţi favorabile pentru ameliorarea acestei însuşiri.

12.6.5. Densitatea plantelor şi prolificitatea porumbului

Cercetările efectuate au demonstrat că formele prolifice sunt mai tolerante la densităţi mari, ele dovedind o mare capacitate de adaptare la condiţiile unor culturi cu densitatea plantelor mărită. Adaptarea în asemenea condiţii este explicată prin toleranţa sporită la umbrire (o mai redusă competiţie pentru lumină), marcată prin menţinerea unui număr mai ridicat de ştiuleţi pe plantă, uneori egali în dimensiuni. Echilibru în dezvoltarea ştiuleţilor s-ar datora unei oarecare independenţă în repartiţia asimilatelor, sensibilităţi la accentuarea protandriei şi a unei activităţi mai ridicate a nitrat-reductazei (cauza posibilă a rezistenţei la umbrire) şi a unei reduceri a greutăţii a 1000 de boabe (ca o consecinţă a compensaţiei randamentului).

Trebuie subliniat că formele prolifice, în condiţiile densităţilor mari înmagazinează o cantitate mai mare de substanţă uscată printr-o mai bună activitate fiziologică (fotosinteza şi reducerea azotului mineral).

12.6.6. Prolificitatea porumbului şi activitatea nitrat –reductazei

Sterilitatea unui număr important de plante, determinată de creşterea densităţii lor, constituie expresia proceselor fiziologice complexe, datorită efectului specific al luminii asupra metabolismului

azotat, intermediat de activitatea nitrat-reductazei, ca factor care controlează utilizarea azotului nitric, prin caracteristicile enzimei. Poziţia sa la începutul lanţului de reducere, îi conferă un rol de factor limitativ a activităţii enzimelor şi în afinitatea sa ridicată faţă de nitraţi. Nitrat-reductaza este instabilă şi sensibilă la influenţa factorilor de mediu (temperatură, umiditate, conţinut de oligoelemente). Ea este inductibilă datorită substratului său de nitraţi şi mai cu seamă datorită luminii. Cercetările efectuate au scos în evidenţă că unele genotipuri de porumb, tolerante la densităţi mari prezintă o activitate ridicată a reductazei (ANR), care se asociază cu însuşirea de prolificitate în ştiuleţi. Mai mult, s-a constatat că activitatea nitrat-reductazei determinată la unele linii consangvinizate şi hibrizi rezultaţi din ele, normale şi prolifice, este foarte diferită. La liniile prolifice activitatea nitrat reductazei este net superioară comparativ cu liniile neprolifice. În toate studiile în care s-au făcut determinări, activitatea enzimatică a hibrizilor apare puternic aditivă iar heritabilitatea foarte înaltă. S-a constatat astfel o corelaţie fiziologică între activitatea nitrat-reductazei a porumbului în faza de creştere şi însuşirea de prolificitate (Revista AMSEM, nr.7, august, 2013).

12.7. Exploatarea puterii/energiei hibrizilor - heterozisul - la fel de semnificativă ca şi energia atomică

"*Am aflat în aceste zile multe despre energia atomică; dar sunt convins că istoricii, vor clasifica exploatarea puterii energiei hibrizilor ca fiind la fel de semnificativă*" spunea dr. Henry A. Wallace, fondatorul Pioneer – Breed International Inc.(1955) şi de două ori secretar de stat în Ministerul Agriculturii al SUA, în vremea administraţiei lui Franklin D. Roosevelt (1930-1940).

12.7.1. Heterozisul

Forţa/vigoarea la care făcea referire Henry A. Wallace, tradusă în termeni biologici, înseamnă ceea ce denumim astăzi ”fenomenul heterozis” sau „vigoare hibridă”.

Într-adevăr descoperirea fenomenului heterozis de Shul în 1908 şi de East în 1935, a însemnat o mare izbândă a ştiinţei în lupta pentru asigurarea hranei, contribuind în acelaşi timp cu explicaţii pertinente privind cauzele declanşării fenomenului.

Pentru porumb una din cele mai actuale definiţii dată acestui fenomen este următoarea: „Heterozisul este baza afacerilor de multe milioane de dolari în agricultură. Multe din posibilităţile generaţiei noastre de a asigura nevoile de hrană ale omenirii depind în mare măsură de heterozis. Dar încă nu cunoaştem decât fragmente din baza genetică şi moleculară a acestui fenomen biologic important, însă noi avem datoria să-l exploatăm pentru sporirea şansei de asigurare a supravieţuirii unei părţi importante a globului (CIMMYT, 1977)”.

Heterozisul se manifestă prin dezvoltarea luxuriantă a hibrizilor în generaţia F1, interesând în primul rând creşterea nivelului productiv. El se manifestă prin sporirea dimensiunilor diferitelor organe ale plantelor, precum şi înălţimea, grosimea şi mărimea inflorescenţelor, creşterea numărului de frunze, flori, fructe. La porumb fenomenul heterozis se manifestă printr-o creştere puternică a organelor reproductive; la tomate printr-o înmulţire evidentă a fructelor şi florilor.

Heterozisul afectează şi unele însuşiri fiziologice, cum ar fi rezistenţa la secetă, la ger, la boli şi dăunători, precocitate, respectiv tardivitate, ş.a.m.d.

„Forţa hibrizilor” este maximă în generaţia F1, după care în generaţiile următoare F2, F3 etc., heterozisul îşi pierde din vigoare, iar în generaţiile mai avansate dispare aproape în totalitate.

Heterozisul este caracteristic atât plantelor alogame dar şi plantelor autogame. Cel mai puternic se manifestă la plantele alogame (secara, porumbul, hrişca, floarea soarelui, cânepa, sfecla, trifoiul şi lucerna). Dintre plantele autogame menţionăm: grâul, orzul, ovăzul, sorgul, fasolea, soia, inul, bumbacul, tomatele, vinetele.

Heterozisul la porumb a fost exploatat pentru mai multe caractere şi însuşiri, dar capacitatea de producţie a însemnat caracterul asupra căruia şi-au concentrat atenţia majoritatea amelioratorilor. Aşa se explică de ce în SUA, ţara care a aplicat pentru prima dată în producţie fenomenul heterozis, (1939) a cunoscut cea mai dinamică creştere a producţiilor, de la 1800 kg/ha în perioada 1900-1930, la 7700 kg/ha în ultima decadă a secolului XX. Generalizarea cultivării hibrizilor în SUA cu sămânţă hibridă s-a consemnat în anul 1965, după prima introducere a lor în anul 1930.

Desigur sporurile de producţie nu se datorează în exclusivitate folosirii seminţei hibride, ci şi tehnologiilor de cultură, amelioratorii furnizând cultivatorilor hibrizi cu potenţial care să răspundă la măsurile tehnologice îmbunătăţite (densităţi sporite de plante la ha, cantităţi sporite de îngrăşăminte chimice, etc).

12.7.2. Utilizarea heterozisului în sporirea producţiei de porumb în România

Începând cu anul 1956, odată cu instituţionalizarea laboratoarelor de ameliorare a porumbului la staţiunile experimentale agricole din ţară, dependente de Institutul de Cercetări Agricole a României (ICAR), sub conducerea eminentului cercetător ing. Vladimir Moşneaga, iar în anul 1957 prin înfiinţarea Institutului de Cercetări pentru Cultura Porumbului de la Fundulea, au fost puse bazele realizării programelor moderne de ameliorare a porumbului, care aveau ca prioritate crearea de hibrizi, mai întâi între soiuri, pentru ca ulterior să se treacă la crearea de hibrizi simpli, triliniari şi dubli, folosind linii consangvinizate.

Generalizarea hibrizilor dubli în cultură în ţara noastră s-a consemnat în anul 1964, ceea ce a însemnat dublarea producţiei medii de porumb la ha (Giosan, 1982). Cele mai importante sporuri de producţie s-au obţinut prin înlocuirea soiurilor şi populaţiilor locale cu hibrizi dubli şi prin utilizarea hibrizilor simpli şi triliniari. Progresele genetice prin răspândirea hibrizilor simpli şi triliniari (1970-1986) s-au concretizat prin creşterea producţiei medii pe ţară de la 21,2 q/ha în anul 1970 la 44,1 q/ha în anul 1984, reprezentând practic o dublare a producţiei medii la ha.

În prezent prin perfecţionarea genetică a hibrizilor, producţiile au crescut foarte mult, chiar în condiţii mai puţin favorabile acestei culturi.

În general sporurile de producţie datorate exclusiv fenomenului heterozis sunt cuprinse între 25-50%, la hibrizii dubli obţinuţi prin încrucişarea liniilor consangvinizate şi 12-15% la hibrizii simpli obţinuţi prin încrucişarea între soiuri.

Şi pentru ţara noastră valorificarea fenomenului heterozis în producţia de porumb, a însemnat o mare reuşită a amelioratorilor şi producătorilor de sămânţă, rămânând ca şi aplicarea tehnologiilor de cultură să se ridice la acelaşi nivel de calitate.

12.7.3. Consangvinizarea

Obţinerea unui efect heterozis ridicat se realizează atunci când la încrucişare participă ca parteneri liniile consangvinizate, care nu sunt altceva decât descendenţii plantelor autofecundate. Autofecundarea are un triplu efect asupra plantelor:

În primul rând se observă o depresiune a capacităţii de creştere şi dezvoltare a plantelor, care se concretizează prin micşorarea înălţimii, vitalităţii şi productivităţii plantelor. Majoritatea liniilor autofecundate nu ajung nici la jumătatea înălţimii surselor din care provin, iar producţia lor poate fi mai scăzută cu 50, chiar până la 75% din producţia surselor din care au fost extrase. Foarte puţine linii autofecundate

asigură o producţie apropiată de cea a soiurilor iniţiale cu fecundaţie normală. În prima generaţie de autofecundare se constată cea mai puternică depresie, după care în generaţiile următoare acest fenomen scade în intensitate, dincolo de care plantele nu mai reacţionează la autofecundare.

Nu toate speciile reacţionează la fel, în ce priveşte depresiunea creşterii şi dezvoltării. Astfel la dovleac nu se constată nici un semn de depresie, la sfeclă depresiunea este redusă, la secară, floarea soarelui, lucernă şi diferite ierburi este pronunţată iar la porumb şi varză este foarte pronunţată.

În al doilea rând se observă că în urma autofecundării scade variabilitatea liniilor. Liniile autofecundate prezintă cea mai mare variabilitate în prima generaţie, urmând ca în generaţiile următoare, variabilitatea să scadă treptat, astfel încât în generaţiile a 7-a şi a 8-a liniile să fie practic uniforme. În unele situaţii mai ales atunci când materialul autofecundat este mai „omogen", liniile autofecundate extrase din acest material se uniformizează în mai puţin de 4-5 ani de autofecundare. Reducerea variabilităţii liniilor se datorează scăderii heterozigoţiei şi creşterii homozigoţiei plantelor. Repartiţia homozigoţilor şi heterozigoţilor în interiorul liniilor în decursul generaţiilor se calculează cu ajutorul binomului $1+(2^r-1)^n$, în care **r** reprezintă numărul generaţiilor iar **n** numărul caracterelor alelomorfe. Uniformizarea nu are loc în aceiaşi măsură la toate liniile. Chiar şi după 13 ani de autofecundare se mai pot identifica urme de heterozigoţie. Dar acest lucru nu are nici o importanţă pentru practică, deoarece procentul de heterozigoţie este mult prea mic ca să ridice probleme în acest sens.

În al treilea rând o altă consecinţă a autofecundării este scindarea sursei iniţiale de autofecundare în numeroase biotipuri, majoritatea acestora fiind condiţionată de factori recesivi homozigoţi, ce reprezintă abateri de la tipul normal. Astfel, întâlnim plante pitice, plante cu

defecte clorofiliene, plante total sau parţial sterile, plante lipsite de vitalitate, etc.. Dar nu toate formele homozigote recesive trebuie eliminate, din contra unele dintre ele trebuie reţinute şi folosite în ameliorare, astfel cum sunt formele cu paiul scurt rezistente la cădere la cereale; formele cu inflorescenţă compactă la trifoi; formele autofertile la unele ierburi; formele hermafrodite la spanac, ricin, cânepă. În urma consangvinizării ies la iveală şi unele biotipuri valoroase, care în materialul cu fecundare normală nu ar fi putut fi scoase în evidenţă.

Pe lângă biotipurile homozigote recesive, în urma consangvinizării apar şi biotipuri homozigote dominante, care constituie material valoros pentru ameliorare. La secară pot să apară forme rezistente la rugini şi la făinare; la porumb forme rezistente la tăciune (*Ustilago zeae*), şi la frig; la floarea soarelui forme rezistente la diferite boli, etc.

Cea mai valoroasă formă de utilizare a liniilor autofecundate constă în ridicarea potenţialului productiv a recoltei, în urma încrucişării lor.

În final, se poate trage concluzia că heterozisul şi consangvinizarea, constituie două fenomene biologice, care studiate şi experimentate, au devenit în prezent o armă deosebit de importantă în mâna omului în lupta pentru asigurarea siguranţei alimentare a omenirii (Revista AMSEM, nr.7, august, 2014).

12.8. Dezvoltarea modernă a culturii porumbului prin aplicarea biotehnologiilor high tech

Evoluţia culturii porumbului de la forma sa primitivă, până la formele ameliorate de astăzi, dovedeşte că lumea organică evoluează neîntrerupt către perfecţiune, iar aceasta nu are limite. Deşi oamenii de ştiinţă au creat cultivare cu potenţial de producţie ridicat şi cu caractere agronomice superioare ei luptă în continuare pentru depăşirea propriilor lor performanţe. Din această perspectivă, în dezvoltarea culturii

porumbului, amelioratorii şi-au propus abordarea unor obiective speciale, sprijinite de biotehnologii moderne, moleculare şi celulare, circumscrise în jurul creşterii nivelului productiv şi a calităţii acesteia.

12.8.1 Creşterea intrinsecă a potenţialului genetic de producţie

Deşi potenţialul genetic de producţie a cunoscut în timp un trend ascendent, cercetătorii apreciază că actualul potenţial productiv al porumbului, foarte ridicat, va putea fi depăşit, ţinând cont, pe de o parte, de fondul de germoplasmă disponibil, iar pe de altă parte, de aplicarea noilor biotehnologii moderne, prin care să determine o valorificare superioară a bazei genetice disponibile.

Potenţialul genetic de producţie a atins cote atât de înalte, încât unii oameni de ştiinţă devin sceptici în posibilităţile viitoare de sporire a nivelului productiv. Ei se sprijină pe faptul că porumbul a fost atât de mult studiat şi „lucrat" genetic, încât posibilităţile sale actuale sunt în mare măsură epuizate, considerând că în viitor creşterea nivelului productiv va putea fi realizată mai degrabă prin perfecţionarea şi aplicarea măsurilor agrotehnice, decât prin abordarea mijloacelor genetice. Dar ținând cont, pe de o parte, de posibilităţile de combinare şi recombinare a genelor, de sursele inepuizabile de germoplasmă, de structura genetică şi anatomică a porumbului, iar pe de altă parte, de potenţialul ridicat al biotehnologiilor moderne, acordând o atenţie sporită genelor, prin aplicarea transgenezei, există convingerea specialiştilor că producţia porumbului va putea creşte, prin mijloace genetice substanţial superioare, mijloacelor agrotehnice. De fapt acest adevăr poate fi constatat atât în SUA, cât şi în ţările europene, în care sporurile de producţie în ultimii 70 de ani a cunoscut un trend ascendent, fiind cuprinse între 0,48 şi 1,41 q/ha. În România în perioada 1957-1975 câştigul genetic a fost de 1,02 q/an. Astfel în Transilvania, la Staţiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Turda s-a înregistrat în perioada 1957-1981 un progres genetic mediu de 0,48q/ha/an; la Institutul Naţional de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Fundulea, în perioada 1957-1981 s-a înregistrat un câştig genetic cuprins între 0,48 -

0,98 q/ha/an; la Staţiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Suceava de 1,1-0,98 q/ha/an iar la Staţiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Podu Iloaiei de 1,81 q/ha/an.

Toate aceste informaţii dovedesc că posibilităţile genetice de sporire a producţiei porumbului nu sunt nici pe departe epuizate, ci din contra ele se vor realiza şi în viitor, datorită noilor cunoştinţe şi descoperiri în genetica şi ameliorarea porumbului, fără a neglija aportul potenţial adus de măsurile agrofitotehnice.

12.8.2. Contribuţia cercetărilor fiziologice – Fotosinteza –

Pe lângă aplicarea unor biotehnologii speciale şi a unor surse valoroase de germoplasmă există convingerea că în următoarea perioadă producţia porumbului ar putea spori, acordând atenţie mai mare factorilor fiziologici şi celor cu profil genetic. Creşterea eficienţei energiei solare absorbită de întreaga suprafaţă foliară a plantelor, va trebui să constituie o preocupare deosebită. Vigoarea timpurie a plantelor, potenţialul fotosintetic al frunzelor, distribuţia optimă a luminii pe întreaga suprafaţă a plantei, reprezintă factorii favorizanţi ai productivităţii.

Faptul că în toate fenomenele vieţii plantelor, se consumă substanţe organice şi se pune în libertate energia conţinută în substanţele organice, reprezintă un moment important în evoluţia plantelor.

Fotosinteza şi chimiosinteza reprezintă singurele fenomene prin care plantele produc substanţe organice din substanţe minerale. Cantitatea de substanţe produsă prin chimiosinteză este neglijabilă dacă o comparăm cu substanţele produse prin fotosinteză. Se poate afirma că fotosinteza reprezintă singurul fenomen „de producţie" al naturii.

Prin fotosinteză plantele înglobează în substanţele organice o parte din energia solară, fixând-o sub formă de energie chimică potenţială. Fotosinteza reprezintă singurul fenomen prin care planeta noastră fixează energia solară, reprezentând din acest punct de vedere

un fenomen de natură cosmică; fotosinteza determină producţia agricolă.

Importanţa implementării acestor principii în îmbunătăţirea însuşirilor fiziologice ale plantelor, cu deosebirea a însuşirilor de rezistenţă la adversităţile mediului, reprezintă una din priorităţile majore ale cercetării din perioada actuală. Acest aspect capătă relevanţă mai ales în condiţiile schimbărilor climatice, datorită virulenţei şi frecvenţei crescânde a factorilor climatici nefavorabili, generaţi de încălzirea globală. În aceste condiţii se pare că viteza efectelor negative ale încălzirii globale, depăşeşte pe cea a îmbunătăţirii rezistenţei plantelor la noile provocări, fapte dovedite de pierderile mari suferite de fenomenele climatice violente şi frecvente, de intensitate maximă, din ultima vreme (secete puternice şi prelungite, inundaţii de mari proporţii, vânturi intense sub formă de vijelii etc.). Toate aceste evenimente, cu influenţe economice şi sociale negative, impun un nou mod de abordare a problemelor fiziologice, punându-se un accent deosebit pe cercetarea fiziologică, cu deosebire a ameliorării însuşirilor de rezistenţe de toate tipurile, în conformitate cu influenţa distructivă a fiecărui factor climatic în parte.

12.8.3. Metode moderne, neconvenţionale de transfer al genelor – Transgeneza –

Dezvoltarea culturii porumbului presupune, pe lângă aplicarea metodelor clasice de ameliorare şi abordarea biotehnologiilor moderne, neconvenţionale, dintre care menţionăm mutageneza dirijată, variaţiile somaclonale şi în mod deosebit transgeneza.

Procesul tehnologic prin care genele sunt transferate în mod direct, de la un organism „donor” la un altul „receptor” se numeşte transgeneză. Organismul care a integrat şi exprimat gena respectivă se numeşte organism modificat genetic; el conţinând ADN exogen, introdus pe cale artificială, fiind disponibil să transmită în descendenţă noile însuşiri dobândite.

Introducerea unei gene străine în organismul unei plante, sau modificarea expresiei unei gene, determină apariţia unui nou organism „modificat genetic” (OMG), sau organism transgenic; genele transferate se numesc transgene.

Transgeneza reprezintă rezultatul manipulărilor genetice, folosită în biologia celulară şi/sau moleculară, în vederea schimbării favorarabile a proprietăţilor bacteriilor, plantelor, chiar şi a vertrebratelor, în folosul mediului şi a omului.

Comparativ cu transferul genelor pe cale sexuată, omul din dorinţa şi necesitatea scurtării procesului de ameliorare, descoperă transferul genelor pe cale directă prin transgeneză, inserţia genelor dorite, realizându-se în genomul plantei receptor.

Transferul genelor se poate realiza prin viruşi vegetali, pe cale bacteriană, folosind vectorul *Agrobacterium tumefaciens*, transferul mediat chimic, prin metoda electroporării, metoda biolistică; şi altele.

Dintre toate aceste metode utilizate, cele care s-au dovedit mai eficiente sunt metoda prin electroporare şi metoda transferului prin bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.

Cu privire la comportamentul speciilor la transferul de gene, porumbul reacţionează favorabil la acest mod de transfer. Transformarea porumbului aplicând transferul genei Bt provenit de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, bacterie ce se găseşte liberă în sol şi care produce o endotoxină pentru combaterea unui număr însemnat de dăunători, dintre care şi sfredelitorul porumbului *Pyrausta nubilalis*. Proteinele toxice numite „cry” sunt modificate de gena Bt, care se găseşte în această bacterie.

Pentru transformarea genotipurilor de proumb cu gena Bt se foloseşte metoda biolistică de transfer. Transformarea porumbului cu gena „Cry1A”, împotriva moliei porumbului asigură o bună protecţie împotriva acestei insecte. La CIMMYT în Mexic se lucrează în prezent la transformarea germoplasmei de porumb pentru inducerea rezistenţei la principalele insecte dăunătoare.

Dificultatea, pentru realizarea unor rezistenţe stabile la mai multe insecte, constă în faptul că deocamdată se foloseşte pentru rezistenţe, o singură genă exotică, gena Bt care ar fi susceptibilă la o rezistenţă pe o durată de timp mai scurtă. Rezolvarea acestei probleme ar putea fi combinarea rezistenţei asigurată de gena Bt, cu o sursă de genă adiţională.

Pentru ţara noastră, ca de altfel pentru toate ţările cu agricultură avansată, asemenea cercetări ar trebui să devină o necesitate, ţinând cont de cererea crescândă de alimente, pentru o importantă parte a populaţiei lumii, iar pe de altă parte, de noua provocare generată de schimbările climatice a căror pagube sociale şi economice sunt foarte mari.

Este suficient să ne amintim de secetele şi inudaţiile devastatoare ce au avut loc în istoria trecută şi recentă a ţării noastre, cu deosebire de seceta intensă şi prelungită din acest an.

Din păcate, după anul 1989, cercetarea gricolă în România cunoaşte o puternică degradare, datorată lipsei de condiţii materiale, cu deosebire cele financiare, cercetătorii fiind obligaţi să părăsească preocupările lor de cercetare, angajându-se în alte activităţi, chiar înafara pregătirii lor profesionale şi a specializărilor specifice efectuate pentru a-şi asigura subzistenţa lor şi a familiilor lor. În aceste condiţii cercetarea fiziologică, ca să nu mai amintim de cercetările cu profil genetic, se găsesc într-o situaţie deosebit de precară, iar perspectivele nu sunt de loc încurajatoare. S-a ajuns într-o situaţie în care distrugerea şi degradarea cercetării agricole a fost uşor de realizat, iar refacerea ei va fi foarte greu de obţinut. Deocamdată, în acest domeniu atât de important pentru agricultura ţării, nu există un obiectiv politic bine conturat. Din păcate!!.(Revista AMSEM,. nr.10, noiembrie 2015).

12.9. *Zea* perenă - sursă importantă de germoplasmă sălbatică

Rudele sălbatice ale plantelor cultivate, precum speciile sălbatice în sine, reprezintă cele mai valoroase surse de gene pentru ameliorarea plantelor, întrucât fiind „produse" realizate exclusiv de natură, dovedesc un potenţial ameliorator foarte ridicat, îndeosebi în ce priveşte însuşirile de rezistenţă la acţiunea nefavorabilă a factorilor climatici dăunători (toleranţă la temperaturi excesive, la umiditatea crescută a solului, la secetele intense şi prelungite, la solurile sărăturate sau acide, etc.).

Rezistenţa deosebită a plantelor sălbatice şi a rudelor lor cultivate la acţiunea nefavorabilă a factorilor de mediu, nu putea să rămână neobservată atâta vreme cât ele reuşesc să-şi asigure continuitatea speciei, prin declanşarea acelor mecanisme genetice specifice pentru supravieţuire şi în asemenea condiţii.

Este meritul cercetătorilor din domeniu care au identificat căile şi mijloacele biotehnologice performante pentru transferul genelor de interes, în cultivarele moderne, cu potenţial productiv ridicat, dar în numeroase ocazii, datorită influenţei unor factori de mediu excesivi, nu-şi pot manifesta acest potenţial.

Ca urmare, există în prezent o preocupare majoră a cercetătorilor de a ajuta unele cultivare prin ameliorarea însuşirilor deficitare, folosind biotehnologii moderne, la nivel celular şi/sau molecular.

Pentru reuşita acestei probleme, este necesară descoperirea surselor de germoplasmă valoroase, care introduse în plantele moderne să confere acestora posibilitatea de a-şi manifesta potenţialul genetic de care dispun.

12.9.1. Descoperirea porumbului sălbatic, peren

O descoperire importantă, apreciată îndeosebi de specialiştii în domeniu, care dă mari speranţe ameliorării unor însuşiri valoroase

porumbului, a fost realizată de un student de la Facultatea de Botanică a Universităţii Agricole din Guadalajara din Mexic, Rafael Guzman, care cu ocazia unei expediţii ştiinţifice efectuate în sudul Mexicului, a descoperit, prin vegetaţia luxuriantă a locului, o plantă deosebită considerată de specialişti „descoperirea secolului". Este vorba de o rudă sălbatică a porumbului, denumită ştiinţific *Zea diploperenis*. Fiind analizată de specialiştii catedrei de botanică a facultăţii respective au avut revelaţia descoperirii a ceva cu totul deosebit, din următoarele motive:

Zea diploprenis este o formă de *Zea* sălbatică perenă, cu însuşiri şi caractere specifice formelor sălbatice, necesare pentru supravieţuire, fără intervenţia omului. Fiind un „produs" realizat exclusiv de „mama natură", în timpul evoluţiei, în conformitate cu condiţiile ecologice locale, şi-a dezvoltat însuşiri de adaptare la asemenea condiţii. Interesantă este însuşirea de perenitate, necunoscută la nici o altă formă de porumb. De asemenea nu se cunoaşte originea perenităţii, mecanismele genetice care au generat perenitatea. Fiind un caracter atât de important, cu siguranţă specialiştii în biotehnologie se vor apleca cu interes asupra acestei însuşiri, pentru a identifica bazele genetice ale formării şi dezvoltării perenităţii, posibilităţile de transfer ale genelor pentru perenitate, în cultivarele anuale, moderne.

Zea diploperenis poate fi încrucişată cu porumbul normal anual, care dovedeşte asemănare între cromozomii celor două forme, una sălbatică, perenă şi alta cultivată, anuală. Acest aspect devine esenţial în ceea ce priveşte posibilitatea de transfer a genelor de interes.

Zea diploperenis este rezistentă sau imună la şapte boli care atacă porumbul, dintre care o boală se găseşte în SUA, o alta în America de Sud, a treia în Africa; celelalte patru boli sunt răspândite în alte zone de cultură a porumbului din Asia, America Centrală şi de Sud. Important

este că până în prezent nu se cunoaşte nici o altă sursă genetică de rezistenţă la aceste boli, înafara speciei *Zea diploperenis*.

Zea diploperenis, crescând probabil de secole în pădurile Mexicului, şi-a dezvoltat mecanisme genetice de apărare împotriva insectelor, ciupercilor, bacteriilor şi a altor dăunători ai plantelor, reuşind supravieţuirea şi continuarea evoluţiei. Descoperirea posibilităţilor de transfer a genelor, între cele două forme, va permite ca întregul arsenal de gene, pentru rezistenţă, să poată fi transferat în porumbul modern, sensibil la aceste boli, folosind pentru aceasta metodele cunoscute şi aplicate de geneticieni, cum ar fi metoda biolistică, metoda microinfecţiei sau metoda de transfer prin *Agrobacterium tumefaciens.*

O altă însuşire importantă, care asigură valoare speciei *Zea diploperenis*, constă în capacitatea fiziologică de a valorifica solurile sărace în elemente nutritive, probabil ca urmare a condiţiilor precare de mediu în care s-a format şi dezvoltat. Acest potenţial ridicat de a valorifica solurile sărace în nutrienţi, demască existenţa unui sistem radicular bogat, bine dezvoltat, capabil să exploreze eficient un volum mare de sol, în vederea asigurării elementelor nutritive necesare.

De asemenea un rol important care asigură existenţa şi evoluţia acestei specii, constă în creşterea conservării energiei solare absorbită de întreaga suprafaţă foliară a plantei, asigurată de condiţiile ecologice favorabile din zona respectivă. Este cunoscut că factorii care influenţează eficienţa conversiei energiei solare absorbite sunt rata fotosintetică a frunzelor şi distribuirea luminii asupra întregii suprafeţe foliare. Este de aşteptat, conform cercetărilor efectuate ca această însuşire să caracterizeze şi activitatea fiziologică a speciei sălbatice *Zea diploperenis.*

Am prezentat cele mai importante însuşiri fiziologice ale porumbului sălbatic peren, *Zea diploperenis.* Dar ele sunt mai

numeroase, din care amintim: ritmul alert de asimilare a substanţelor nutritive, rezistenţa la secetă, valorificarea solurilor sărace în nutrienţi, viteza de acumulare a substanţelor organice, rezistenţa la temperaturi suboptimale, etc.

Având în vedere multitudinea de însuşiri favorabile ce caracterizează această specie sălbatică, în laboratoarele de cercetare biotehnologică se lucrează pentru cunoaşterea aspectelor genetice, fiziologice, fitopatologice şi biochimice ale speciei *Zea diploperenis*. Se speră că toate aceste cercetări vor aduce importante cunoştinţe şi informaţii care supuse manipulărilor genetice vor contribui la dezvoltarea culturii porumbului, la creşterea productivităţii prin îmbunătăţirea însuşirilor morfo-fiziologice ale porumbului cultivat (Revista AMSEM, nr. 6, iulie 2015).

CAPITOLUL 13

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI EFECTELE LOR ASUPRA PLANTELOR

13.1. Efectele schimbărilor climatice extreme asupra plantelor agricole.

Din cauza evenimentelor climatice deosebite din ultima vreme, în special seceta severă și extinsă din acest an, evoluţia climei a devenit un subiect de mare interes și de îngrijorare a populaţiei în general, mai ales a agricultorilor. În acest context, prin gravitatea situaţiilor create și prin complexitatea problemelor ce le ridică seceta, considerăm necesară și oportună explicația unor astfel de fenomene și impactul lor asupra culturilor agricole.

13.1.1. Vremea și clima

Deși în vorbirea curentă nu se face deosebire între vreme și climă, specialiștii în domeniu găsesc deosebiri esenţiale între ele. Clima reprezintă totalitatea fenomenelor meteorologice dintr-un anumit loc sau regiune de pe Terra. Reprezintă starea caracteristică a atmosferei, dedusă din observaţiile repetate pe lungi perioade de timp.

Clima reprezintă nu numai o analiză a valorilor medii, ci și abaterile de la valorile medii, ca și posibilităţile de repetare a anumitor serii de observaţii. Informaţiile despre climă își au originea în observaţiile și informaţiile despre vreme. În timp ce vremea reprezintă situaţii climatice specifice, clima reprezintă o generalizare a acestora.

Clima este o sinteză a vremii, pentru un loc particular sau regiune geografică dată, pe perioade lungi de timp, de minimum 30 de ani, în timp ce vremea se referă la perioade scurte de timp. Vremea este

definită drept o situaţie atmosferică existentă într-un anumit moment, descrierea ei făcându-se într-un singur punct de observaţie.

Vremea este starea atmosferică terestră în continuă schimbare. Starea vremii constituie o condiţie de viaţă sau o resursă de mediu. Într-o formă sau alta, vremea a fost și rămâne o parte universală și permanentă a realităţii.

13.1.2. Sensul noțiunii de schimbare climatică

Încă de la începutul secolului al XX-lea, omul a sesizat o creștere însemnată a conţinutului de bioxid de carbon din atmosferă, punând-o pe seama arderii, în cantităţi foarte mari, a petrolului (sub diferite forme), a cărbunelui și a gazelor naturale, pentru producerea energiei. A sesizat că în natură se schimbă ceva, căutând să-și explice ce se schimbă și de ce, mai ales că fenomenul, prin specificul său, nu are hotare, cuprinzând, într-o formă sau alta, întregul Pământ.

Denumirea de „schimbare climatică“ nu corespunde cu ceea ce se petrece în natură, întrucât clima nu se schimbă. Probabil că ceea ce se consideră în prezent schimbare climatică nu se referă la schimbarea în sine a unui anumit tip de climat, ci mai degrabă la schimbarea expresivităţii factorilor climatici existenţi, a formei lor de manifestare, și nu a factorilor climatici în sine.

Cu toate acestea, termenul „schimbare climatică” s-a încetăţenit, având darul să sugereze acele schimbări care se produc în forma de exprimare a factorilor climatici și nu apariţia de noi factori climatici necunoscuţi. Temperaturi ridicate sau coborâte, precipitaţii abundente, degenerând în inundaţii sau lipsa de precipitaţii, cu dezvoltarea secetelor de lungă durată, vânturi puternice sub formă de vijelie, uragane, tornade, descărcări electrice generatoare de incendii, cu pierderi materiale și de vieţi omenești, reprezintă fenomene meteorologice „obișnuite” în natură, contribuind la formarea unui

tablou complet, a ceea ce de fapt reprezintă natura cu toate formele ei de manifestare.

Secetele devastatoare din anii 2007 și 2012, inundaţiile mari din anii 2002 și 2005 apărute la intervale scurte de timp și cu o manifestare violentă, greu de prevăzut și de stăpânit, înzăpezirea cu cantităţi neobișnuite de zăpadă, viscolul violent care s-a produs în iarna lui 2012 ce a cuprins însemnate suprafeţe și localităţi de pe cuprinsul ţării confirmă existenţa acestor noi forme de manifestare a factorilor climatici a căror cauză nu se localizează în derularea „obișnuită" a factorilor climatici ci în forma lor nouă „neobișnuită", de manifestare, apărute odată cu poluarea atmosferei, îndeosebi cu bioxid de carbon, eliberat în cantităţi foarte mari de marele centre industriale, de autovehicule, de centrale termice etc. Spre deosebire de factorii „normali" ai climei, cei generaţi de încălzirea globală au apărut din cauza activităţii omului modern, care în goana sa, după profituri mari, forţează capacitatea naturii de a primi gazele cu efect de seră, peste posibilităţile ei „normale".

13.1.3. Efectele factorilor climatici extremi asupra culturilor

Toate formele de manifestare a factorilor climatici produc efecte distorsionate în activitatea economică și socială a zonelor afectate, în funcţie de natura și intensitatea factorului meteorologic, de care depinde dimensiunea pierderilor. Cele mai mari dezastre, în condiţiile ţării noastre, se produc de la doi factori: seceta și inundaţiile. Ne vom referi la secetă, întrucât este factorul climatic ce domină în prezent România. Acest fenomen meteorologic nu a apărut odată cu prezenţa schimbărilor climatice, el fiind cunoscut dintotdeauna. Ce aduc nou schimbările climatice în modul de manifestare a factorilor climatici constă în potenţialul lor foarte ridicat de distrugere prin violenţă deosebită, prin modul abrupt a apariţiilor, prin intensitate și frecvenţă ridicate.

Pentru condiţiile climatice ale ţării noastre, seceta constituie un factor deosebit de periculos, prin gama largă de domenii afectate. O secetă care într-o oarecare măsură a intrat în memoria colectivă a poporului nostru, este cea care s-a abătut în anul 1946, deseori fiind pomenită ca un exemplu de dezastru provenit de la un an secetos. Cu toate că seceta din anul 1946 a avut o localizare mai restrânsă, cu deosebire în Moldova, puternica impresie de dezastru a fost amplificată și de efectele negative ale războiului, încă nevindecate. Intensitatea, răspândirea, frecvenţa și urmările secetelor din anii 2000, 2003, 2007, precum și cea din acest an dovedesc o nouă formă de manifestare a factorilor climatici. Seceta din anul 2007 a fost apreciată de Organizaţia Mondială a Meteorologiei ca fiind cea mai severă din ultimii 100 de ani. Dar, după cum evoluează vremea, s-ar putea ca seceta din acest an să fie mult mai severă faţă de cele abătute în anii anteriori, întrucât avem de a face cu o secetă aproape generalizată, ea cuprinzând majoritatea judeţelor ţării, de la sud la nord și de la est la vest.

Culturile grav afectate – porumbul, floarea soarelui, sfecla de zahăr, cartof, legume, viţa de vie – sunt calamitate în proporţii cuprinse între 30% și 80%, cu perspectiva de compromitere totală, în cazul continuării secetei.

Apariţia secetei, în faza de umplere și de maturare a bobului, produce vestejirea și uscarea plantelor, fenomen constatat îndeosebi atunci când se abat curenţi de aer fierbinţi, cu origine în nordul Africii, așa cum s-a întâmplat în anul 2007 și parţial și în 2012.

Temperaturile ridicate excesive au cea mai mare influenţă negativă în faza de coacere „în lapte”, surprinzând în acest stadiu paiul și boabele într-un moment fiziologic nepregătit să suporte temperaturi ridicate. Dar temperaturile excesive acţionează și în faza maturării depline a boabelor, în care situaţie cele mai afectate sunt însușirile de panificaţie.

Rezistenţa la temperaturi ridicate excesive este determinată de creșterea vâscozităţii și elasticităţii citoplasmei, sporirea termostabilităţii proteinelor, creșterea capacităţii de sintetizare a proteinelor, acumularea unor substanţe protectoare care inhibă denaturarea și coagularea proteinelor etc.

Cercetările efectuate arată că nu există o corelaţie semnificativă între efectele negative produse de temperaturi ridicate excesive și cele negative ale secetei. Nu au fost identificate diferenţe între aceste două fenomene meteorologice la culturile de cereale păioase (grâu comun, grâu durum, triticale și orz). Pentru contracararea efectelor dăunătoa re ale temperaturilor excesive, precum și efectele secetei, se impune, pe de o parte, cultivarea soiurilor rezistente, acolo unde secetele și temperaturile ridicate sunt frecvente, iar pe de altă parte, crearea de soiuri tolerante la aceste fenomene meteorologice, folosind ca surse de gene, resurse genetice care se cultivă în zonele deșertice și semideșertice, precum și speciile sălbatice rude ale plantelor cerealiere, posesoare ale unor gene de rezistenţă, îndeosebi Aegilops kotschi.

Cea mai sigură soluţie de combatere a secetei constă în irigarea culturilor, soluţie ce ocupă spaţii largi în presă și în diverse simpozioane, îndeosebi în anii secetoși, fiind repede uitate în anii normali. Și așa, de 20 de ani, discutăm și ne propunem obiective frumoase, ne fixăm ţinte de îndeplinit, dar nimic nu se realizează. Mai mult, și ceea ce au construit înaintașii noștri, sisteme mari, moderne de irigat, totul a fost distrus și furat, instalaţiile de udare luând drumul societăţilor comerciale pentru valorificarea fierului vechi. Ceea ce se impune cu maximă urgenţă constă în pregătirea condiţiilor financiare și materiale pentru că, dacă seceta va continua, să fie puse în funcţiune acele sisteme de irigat care permit acest lucru, pentru asigurarea condiţiilor.

Cercetările efectuate de specialişti cu expertiză în domeniul climatologiei au dus la cunoaşterea sensurilor schimbărilor climatice. Se ştie că cele mai importante influenţe climatologice îl va avea factorul temperatură. Cercetătorii estimează o încălzire globală cu 6^0C în zonele temperate şi cu 5^0C la tropice, existând pericolul ca zonele tropicale să fie serios afectate. De asemenea, se prevede că 40% din pădurile existente pe Terra vor suferi mari pierderi, cu consecinţe ecologice foarte importante.

Alte aprecieri asupra nivelurilor creşterii temperaturii arată că încalzirea climei va spori în cursul secolului nostru cu 1-3^0C. Dar se apreciază că şi acest nivel de temperatură este destul de ridicat, Pământul necunoscând vreodată o schimbare atât de rapidă în cursul ultimilor 10.000 de ani. Cu siguranţă consecinţele creşterii temperaturii vor influenţa puternic comportamentul plantelor si animalelor, fiind necesară adaptarea lor la noile condiţii pentru supravieţuire.

De asemenea, se ştie că unele zone de pe Terra vor suferi secete importante, iar altele, inundaţii de mari proporţii. Vânturile puternice sub formă de vijelie, tornade, uragane se vor îndesi, iar intenstatea exprimării lor va creşte. Nivelul apelor va spori, el devenind mai periculos îndeosebi în zonele de coastă, unde va produce mari inundaţii. Din cauza nivelului crescut al temperaturilor calotele glaciale au început să se topească, procesul de dezgheţ continuând cu şi mai mare intensitate. Deşertificarea şi aridizarea solului, deja constatate în unele regiuni, inclusiv în sudul ţării noastre în Oltenia, Bărăgan şi Dobrogea, unde suprafeţe întinse de teren au fost ocupate de nisipuri, iar în altele, din lipsa apei, suferă procesul de aridizare, formându-se crăpături adânci în stratul arabil al solului.

Toate aceste fenomene meteorologice extreme, influenţează negativ creşterea şi dezvoltarea organismelor vii, fie prin randamente scăzute, fie prin moartea acestora. În aceste condiţii în funcţie de

abilităţile lor de adaptare, unele vor supravieţui armonizându-se cu condiţiile ecologice schimbate ale încălzirii globale, altele vor dispărea.

13.1.4. Contracararea consecinţelor negative

Fenomene meteorologice deosebite s-au produs dintodeauna pe Terra, încât ele nu pot fi atribuite exclusiv încălzirii globale. Cu toate acestea, abia în ultimii 10-20 ani, se constată că ceva s-a schimbat, cu deosebire în modul lor violent şi frecvent de manifestare, precum şi în contrastele climatice extreme, exprimate prin intensitate şi frecvenţă ridicate, fenomene în prezent cuantificabile, ceea ce determină specialiştii în domeniu să facă legături cauzale între aceste fenomene şi deviaţiile climatice constatate în ultimul timp.

Măsurile de combatere a efectelor factorilor climatici extremi pot fi împărţite convenţional în două categorii: 1) măsuri de combatere a cauzelor generatoare de încălzire globală şi 2) ameliorarea însuşirilor de adaptare a plantelor şi animalelor la noile condiţii climatice, generate de încălzirea globală.

Cu privire la această categorie de măsuri trebuie să evidenţiem mai întâi, contribuţia gazelor cu "efect de seră", ca urmare a arderii combustibililor fosili, cărbune, petrol şi gaze naturale sub formă de bioxid de carbon (CO_2), de metan (CH_4) şi de fluorocarbonaţi (CFC_s) care reţin căldura în atmosferă producând ceea ce denumim "încălzire globală". Dintre aceste gaze, bioxidul de carbon participă la producerea "efectului de seră" în proporţie de 80%, metanolul cu 15% şi fluorocarbonaţii cu 5%. Între anii 1900 şi 2000 emisiile de CO_2 au fost multiplicate de 12 ori, depăşind 534 milioane de tone pe an în 1900 şi 659 milioane tone pe an în 1997. În fiecare an emisiile de bioxid de carbon, ca aurmare a utilizări combustibililor fosili în producerea de energie, se ridică la peste 6 milioane de tone, deşi – paradoxal - există convingerea că acest lucru contribuie nemijlocit la schimbările extreme ale climatului. Pe măsura creşterii gradului de industrializare, a sporirii

populaţiei şi a creşterii standardelor de viaţă, consumul de energie devine tot mai mare.

Ţările dezvoltate sunt responsabile în cea mai mare parte de emisiile foarte mari de gaze cu "efect de seră". Procesul industrializării, la baza căruia un rol important l-a avut şi îl are utilizarea combustibililor fosili ca sursă de energie, început în secolul XIX, şi puternic dezvoltat în deceniile ce au urmat, a adus omenirea în situaţia dificilă, ce pare de nesurmontat, în care pe de o parte, se constată o dezvoltare economică foarte puternică, iar pe de altă parte procesul încălzirii planetare, cu efectele sale distructive.

Se poate intui că reducerea consumului combustibililor fosili, pe bază de petrol şi cărbune, constituie soluţia "cheie", logică de urmat. În acest demers 38 de state industrializate s-au întrunit la Kyoto în anul 1997, pentru a găsi soluţii de reducere a consumului global de CO_2, cu 5,2% până în anul 2012, faţă de anul 1990. Protocolul încheiat a putut intra în vigoare în anul 2004, fiind semnat la 16 februarie 2005 de 14 state, cărora le revenea împreună 55% din cantitatea totală a acestor gaze.

O altă măsură importantă a fost luată de Summitul de Primăvară a Consiliului UE din februarie 2007, când s-a hotărât ca până în anul 2020, statele membre să reducă consumul de energie pe ansamblul UE, cu 20%, să reducă tot cu 20%, producerea gazelor cu "efect de seră", iar consumul de combustibil utilizat în transport să reprezinte 10% biodizel. De asemeena s-a hotărât reducerea noxelor cu 20%, măsură ce are caracter obligatoriu pentru toate statele membre ale UE.

Cu privire la utilizarea biocombustibililor, Summitul UE a hotărât ca 10% din consumul total de nergie să fie reprezentat de biodizel.

Datorită influenţelor negative a combustibililor fosili, s-a indicat sporirea eforturilor pentru producerea de carburanţi nepoluanţi, prin construcţia de instalaţii eoliene, procesarea biomasei, energie solară şi

geotermală. De asemenea, energia nucleară va trebui să fie utilizată, dar cu luarea tuturor măsurilor de evitare a accidentelor nucleare.

13.1.5. Ameliorarea însuşirilor de adaptare a plantelor

Pentru ca plantele să poată fi puse în situaţia să producă şi să se reproducă şi în condiţiile noi generate de încălzirea globală, există două moduri de abordare a acestei probleme, deşi ambele au o singură finalitate: ADAPTAREA.

În primul rând trebuie avut în vedere procesul natural de adaptare a organismelor, în contextul general al evoluţiei speciilor, în care caz adaptarea trebuie privită ca un proces integrator al evoluţiei. Nu se poate vorbi de evoluţie înafara adaptării.

Adaptarea constituie una din însuşirile principale ale materiei vii, ea fiind o reacţie complexă, influenţată de numeroase funcţii, atât asupra indivizilor, cât şi asupra populaţiei, cuprinzând comportamentul morfologic, fiziologic, biochimic, sistemul de împerechere, precum şi structura cromozomilor, într-o asemenea măsură, încât toate acestea luate la un loc, fac ca o populaţie să fie mai bine adaptată decât altă populaţie.

Adaptarea este un proces generat de schimbări complexe în structura şi funcţiile organismului, în urma cărora acesta poate trăi şi se poate reproduce nestingherit în condiţiile de mediu date. De fapt adaptarea este o ajustare armonioasă a fiinţelor vii la condiţiile ecologice existente.

Consecinţa adaptării este dobândirea de către organismele vii a capacităţilor de a învinge adversităţile de mediu şi de a se reproduce în mod normal.

Schimbările climatice vor genera noi forme de manifestare a factorilor climatici la care, în funcţie de abilităţile de adaptare, unele plante vor supravieţui, altele în lipsa unor asemenea abilităţi, fie vor suferi, fie vor dispărea. Esenţial în acest proces este existenţa în

structura genetică a populaţiei a variaţiilor ereditare, absenţa lor făcând imposibilă adaptarea. Reuşita adaptării depinde de valoarea genelor care concură în acest proces. Este puţin probabil ca trăsături adaptive importante să fie atribuite unei singure gene sau grup restrâns de gene. În general, complexitatea procesului adaptării, implică în mod necesar o complexitate corespunzătoare de gene, caracterul adaptiv fiind controlat poligenic (de mai multe gene).

Adaptarea la factorii climatici extremi, caracteristici încălzirii globale, presupune raporturi foarte complexe, în care vor fi implicate nu numai reacţii de ordin fotoperiodic şi de temperatură, ci şi reacţii fiziologice şi morfologice, la schimbările survenite în regimul de umiditate al soului, precum şi reacţii de respiraţie şi cele fotosintetice de lumină. Vor fi implicate de asemenea, reacţii de ajustări interne de coadaptare ale genotipului. Acumularea complexelor de factori poligenici ar putea impune un caracter cantitativ peste efectele oligogenice de bază.

În consecinţă, important în procesul adaptării sunt grupurile mari de caractere, care afectează genotipul în diferitele niveluri şi moduri, contribuind la finalitatea procesului adaptiv şi mai puţin caracterele monogenice.

În al doilea rând trebuie să acceptăm şi un alt mod de abordare a adaptării, care are în vedere viteza şi frecvenţa ridicate a schimbărilor climatice; situaţii recunoscute destul de târziu de oamenii de ştiinţă. Frecvenţa, violenţa şi evoluţia rapidă a factorilor climatici extremi, îndeosebi din ultimii 10-20 ani, ne obligă să acţionăm prin măsuri urgente, stabilite în mod ştiinţific, şi să nu aşteptăm efectele adaptării plantelor prin ceea ce ne oferă natura în cadrul evoluţiei speciilor. În acest proces sunt chemaţi geneticieni, amelioratori, fiziologi, etc., pentru a găsi soluţii de grăbire a ameliorării însuşirilor de adaptare a

plantelor, încât ele să poată produce şi să se reproducă şi în condiţiile generate de schimbările climatice.

Cu privire la metodele şi tehnicile biotehnologice folosite, ele urmăresc evoluţia naturală a plantelor prin procese genetice fundamentale, precum: mutaţia, recombinarea genetică şi selecţia.

Deşi oamenii de ştiinţă sunt obligaţi să urmeze evoluţia naturală a plantelor, biotehnologiile de ameliorare a plantelor se deosebesc de evoluţia naturală a plantelor prin viteza modificărilor genetice, produse ca rezultat al integrării mecanismelor evoluţiei într-un sistem raţional, reprezentat de metode biotehnologice de ameliorare. Privitor la recombinarea genelor pe cale naturală şi artificială, prin încrucişarea sexuată, omul din necesitatea grăbirii procesului de ameliorare şi evitării caracterului întâmplător al acestui proces, descoperă ingineria genetică, care schimbă fundamental modul de recombinare, transferul genelor făcându-se în mod direct, rapid şi specific prin ceea ce numim transgeneză, proces care evită drumul lung şi nesigur al transformărilor pe cale sexuată, iar pe de altă parte maximalizând exactitatea şi viteza procesului de ameliorare.

13.1.6. Adaptări naturale

Datorită faptului că plantele şi animalele trăiesc în condiţii de mediu relativ omogene, ele suportă cu dificultate procesul de adaptare. Din această cauză când ajung în condiţii climatice schimbate, ele fie suportă greu procesele de adaptare, fie nu le suportă.

În funcţie de potenţialul genetic al fiecărei specii, de abilităţile de transformare genetică, speciile vor reacţiona diferit în procesul de adaptare. În general, speciile de plante şi animale au un potenţial limitat de adaptabilitate. Cu toate acestea, există specii înzestrate cu o mare capacitate de adaptare, putând ocupa areale largi, într-un timp relativ scurt.

Este cazul unor specii de plante europene, transferate în Canada, s-au adaptat la condiţiile ecologice din această ţară. Pungulița (*Thlaspi arvense*), linariţa (*Linaria vulgaris)* şi loboda (*Chenopodium album*) s-au adaptat în toate zonele naturale din Canada. Mai mult, traista ciobanului (*Capsela bursa pastoris)* a ajuns până la paralela 65^0. Pălămida (*Cirsium arvense),* de baştină din climatul tropical din sudul şi sud-estul Asiei s-a adaptat la climatul tropical din Orientul Mijlociu, iar de aici la cel din Europa, ajungând în mai puţin de 60 de ani până în Danemarca. Şobolanul cenuşiu (*Rattus rattus)* originar din India, s-a adaptat la condiţiile climatice din Europa, într-o perioadă relativ scurtă.

13.1.7. Adaptări artificiale

Pentru a nu aştepta efectele adaptării plantelor prin ceea ce ne oferă natura în cadrul evoluţiei speciilor, mai ales că nu toate tipurile de adaptări necesare omului se realizează prin procesul evoluţiei - este necesară intervenţia omului, prin care să se realizeze, pe de o parte cerinţele de adaptare la condiţiile climatice schimbate datorate încălzirii globale, iar pe de altă parte asigurarea cerinţelor de viaţă materiale şi spirituale ale omului.

În timp ce natura prin mijloacele ei specifice, adaptează plantele şi animalele, în conformitate cu cerinţele mediului natural în care trăiesc şi se reproduc, majoritatea adaptărilor având ca scop îmbunătăţirea însuşirilor de rezistenţă la factorii nefavorabili de mediu, adaptările artificiale au în vedere, cu prioritate, pe lângă însuşirile de rezistenţă şi de cele pentru productivitate şi de calitate. De fapt în întregul proces de domesticire a plantelor şi animalelor omul nu a făcut altceva decât să adapteze organismele sălbatice, la noile lui cerinţe, reclamate de viaţa sedentară, transformându-le în perioade istorice îndelungate, în forme noi domestice, dependente tot mai mult de activitatea omului.

În prezent obiectivele de adaptare, integrate în programele de ameliorare, cuprind o plajă largă de însuşiri, având în vedere pe de o

parte rezistenţele de toate tipurile, inclusiv sau cu prioritate la factorii schimbărilor climatice, iar pe de altă parte ridicarea nivelului productiv ale recoltelor, însuşire contradictorie celor de rezistenţă.

În lupta sa pentru existenţă, omul a găsit căile şi mijloacele de adaptare a organismelor vii - plantele şi animalele – prin lucrări de ameliorare, folosind la început metode simple, empirice, cu preponderenţă selecţia, ca să ajungă în prezent la un stadiu foarte avansat la biotehnologiile moderne, în care transgeneza ocupă un loc principal.

În acest fel s-a reuşit prin mijloace biotehnologice tot mai perfecţionate la rezultate, uneori spectaculoase, prin care învinge contradicţia între însuşirile de rezistenţă şi cele de productivitate. De asemenea sunt de remarcat rezistenţa la unele boli şi dăunători, precocizarea unor soiuri şi hibrizi foarte productivi dar deficitari în ajungerea la maturitatea deplină, din cauza tardividăţii, îmbunătăţirea rezistenţei la temperaturi scăzute, suboptimale, ridicarea nivelului calitativ al produselor, reprezintă numai câteva exemple din aceste reuşite în ameliorarea însuşirilor de adaptare.

13.1.8. Fiziologia plantelor cultivate în condiții extreme

Schimbările climatice au fost constatate și analizate îndeosebi în ultimii 20 de ani, în care au avut loc secete puternice și prelungite, cu temperaturi foarte ridicate de peste 50°C la suprafaţa solului, cu vânturi fierbinţi, care scot din sol și ultima picătură de apă.

Deficite pluviometrice mari s-au produs în anii 1907, 1924, 1928, 1934, 1945, 1946, 1948, 1953, 1982, 1983, 1992, 1993 și cu frecvență mai mare în 2000, 2001, 2002, 2003, 2007 și 2012. Pe lângă alte influenţe negative, schimbările climatice au dus la procesul de aridizare a solului, proces care se manifestă prin uscarea excesivă a pământului, formând la suprafaţa lui o crustă groasă, puternic dezhidratată, cu crăpături adânci, care îngreunează procesele de aerare a solului și fac ca

rădăcinile plantelor să nu-și mai poată îndeplini funcţiile fiziologice, pentru extragerea apei și a elementelor nutritive.

Totodată, microorganismele din rizosfera terenului sunt inhibate în desfășurarea activităţii microbiene normale, producând suferinţă „vieţii" obișnuite a solului.

În România, existenţa și extinderea fenomenului aridizării solului a fost semnalată în Câmpia Română, în Sud-Estul Moldovei și în Dobrogea.

Însușirile fiziologice ale plantelor cultivate, care necesită a fi examinate și cunoscute, în condiţiile solurilor aride, sunt următoarele: ritmul de dezvoltare, potenţialul fiziologic de supravieţuire, abilitatea de a extrage apa din sol, potenţialul de elaborare a materiei uscate și distribuţia acesteia în condiţiile aridizării solurilor.

13.1.9. Creșterea și dezvoltarea plantelor

Perioadele de creștere și dezvoltare a plantelor, în regiunile aride, includ germinarea și dezvoltarea culturilor, iniţierea și formarea sistemului radicular, înflorirea și formarea structurilor reproductive.

Germinarea și răsărirea culturilor, în zonele cu climat arid, întâmpină serioase dificultăţi, îndeosebi în cazul celor de toamnă, dat fiind că perioada semănatului și răsărirea corespund cu un anotimp secetos în ultimii ani, care îngreunează executarea lucrărilor de pregătire a terenului și semănatul de calitate. Din această cauză, germinația are loc cu dificultate, deseori plantele răsărind în „ferestrele de iarnă" sau în primăvară.

Formarea și extinderea rădăcinilor poate fi examinată în termeni de durată și ritm, însușiri fiziologice dependente de specie, genotip, de tipul de sol și de starea fizică a solului (umed sau uscat). Cerealele își încheie extinderea rădăcinilor după înflorit, iar rădăcinoasele își continuă expansiunea lor, atât timp cât își dezvoltă frunze noi.

Ritmurile de pătrundere a rădăcinilor în sol sunt mai reduse la leguminoase și mai ridicate la cereale.

Ramificarea și extinderea rădăcinilor pe orizontală determină alungirea lor, fenomen descris în termeni de lungimea rădăcinii pe unitatea de volum de sol (bv). Ritmurile de creștere a bv, pentru întregul sistem de rădăcini, diferă între specii, genotipuri și site-uri, ca urmare a ritmului de prelucrarea apei din sol.

Parcurgerea stadiilor de dezvoltare și formarea structurilor reproductive depind în mare măsură de abilitatea plantelor de supravieţuire în condiţiile aride. Genotipurile pot răspunde diferit în asemenea condiţii. Unele, prin uşurinţa de a se dezvolta cu rapiditate, evită şocul unui puseu de secetă, într-un moment important din viaţa plantei. Pentru altele, întârzierea formării aparatului reproductiv poate prezenta un avantaj, de care ar putea beneficia mai târziu, odată cu apariţia unor condiţii mai favorabile.

Cele mai multe tipuri de meristeme vegetative și reproductive, sunt capabile să supravieţuiască unor perioade cu secete prelungite, atunci când transpiraţia este neglijabilă. S-a constatat că unele specii sunt capabile să rămână în viaţă, prin schimbarea orientării frunzelor faţă de soare, astfel încât, printr-o nouă poziţionare a frunzelor, să primească mai puţine radiaţii solare. De asemenea, la unele plante, cum este și porumbul, frunzele se răsucesc în timpul insolaţiilor puternice, micșorând în acest fel suprafaţa expusă soarelui.

Schimbările climatice extreme se manifestă prin ridicarea temperaturii între 1°C și 3,5°C, prin secete severe și prelungite cu frecvenţă și intensitate ridicate care duc la aridizarea și deșertificarea solurilor, prin inundaţii de mari proporţii cu pierderi de vieți și pagube materiale, prin depunerea unor mari cantităţi de zăpadă troienind localităţi și căi de comunicaţie. De asemenea, se declanșează vânturi puternice sub formă de vijelie sau tornade, sunt distruse irecuperabil

numeroase forme de biodiversitate, reprezentate de plante și animale. Toate aceste fenomene se produc violent, cu intensitate maximă și reprezintă forma nouă de exprimare a factorilor climatici, în condiţiile încălzirii globale.

13.1.10. SINK -ul reproductiv

Elaborarea și distribuţia materiei uscate se realizează linear, în funcţie de ritmul de apă pe care îl transpiră. În mediile uscate și aride, ritmul de elaborare a materiei uscate este mai redus, decât în mediile umede, fiind un răspuns care are o bază fiziologică, datorită schimbului de gaze a frunzelor.

Distribuţia asimilatelor între diferitele structuri ale plantelor este determinată de potenţialul de extragere a apei din sol și de potenţialul specific de transpiraţie, cel puţin până la începerea procesului reproductiv.

Procesul de transpiraţie depinde de volumul de apă accesibil și de ritmul în care ea este extrasă. Pentru o rezervă de apă dată, acești factori sunt determinaţi de ritmul de expansiune a rădăcinii, de extinderea și mărimea sistemului de rădăcini și de densitatea plantelor la ha.

Când plantele înfloresc, potenţialul recoltei depinde de numărul de boabe sau de păstăi, care se formează. Această așezare lineară a locurilor reproductive poate fi dezavantajoasă speciilor a căror reproducere este sensibilă la temperaturi ridicate și la secetele din arealele aride. Pentru a evita efectul lor, unele specii își dezvoltă locul de formare a organelor reproductive (SINK-ul reproductiv) mai timpuriu, în timp ce sistemul de rădăcini încă mai coboară. De asemenea, pot fi flexibile, atunci când își stabilesc SINK-ul. O astfel de flexibilitate se constată la unele cereale, a căror reproducere nu este bine sincronizată cu sistemul radicular.

Mai frecvent, acest aspect iese în evidenţă la plantele rădăcinoase, al căror SINK reproductiv se stabilește treptat, într-o perioadă mai lungă

de timp. La aceste plante, flexibilitatea în formarea SINK-ului reproductiv, le permite ca rădăcinile lor de înmagazinare să rămână disponibile ca SINK, timp de mai multe luni.

La cereale, sistemul de rădăcini nu se extinde de obicei în cursul fazei reproductive, așa că cea mai mare parte a materiei uscate, după înflorire, este disponibilă pentru acumularea în boabe. În același timp, rădăcinile acelor plante a căror vegetaţie nu se oprește (plante nedeterminate) își continuă activitatea și au de obicei prioritate pentru a asimila, disponibilizând puține asimilate pentru SINK-ul reproductiv. Se întâlnesc situaţii când SINK-ul reproductiv are capacitate mai mare decât materia uscată produsă după înflorire. Ele formează boabele în funcţie de ritmul de producere a materiei uscate înainte de înflorire. Dacă rezerva de apă se epuizează imediat după înflorire, SINK-ul potenţial va fi mult diminuat faţă de cel posibil acumulat.

În aceste condiţii recolta poate fi redusă, în ciuda potenţialului existent, dacă genotipul nu are capacitatea de retranslocare a unei însemnate părţi din apa înmagazinată în tulpină și în frunze. Această rezervă ar putea fi singura, deoarece rădăcinile primesc până la 50% din materia uscată înainte de înflorire.

13.1.11. Specii adaptate la secetă

Genotipurile diferă mult, în ce privește capacitatea de retranslocare a rezervelor nutritive din tulpină și frunze. Dintre cerealele cultivate pe solurile aride, unele cultivare de porumb și sorg, par să nu aibă această capacitate, în timp ce altele translocă până la 40%.

Analizate împreună, însușirile de control ale repartiţiei de masă uscată (Wv) trebuie să asigure acumularea de materie uscată în ţesutul vegetativ, înainte să producă orice recoltă reproductivă. În mediile uscate și puternic aride, unde umiditatea este foarte scăzută, plantele cu cel mai redus Wv realizează cea mai mare producţie reproductivă, unele valori ale Wv fiind de 2 g/plantă pentru un cultivar de mei bine adaptat

acestor condiţii aride, 15 g pentru sorg, aproximativ 100 g pentru alunul de pământ și mai multe sute de grame pentru manioc, în care caz Wv se situează deasupra materiei uscate vegetative de bază.

Cunoașterea răspunsurilor fiziologice ale plantelor la schimbările climatice este necesară, pentru evaluarea cel puţin a direcţiei și, într-o anumită măsură, a dimensiunii efectelor schimbărilor climatice, cauzate de concentraţiile crescute de CO_2 , de regimul de precipitaţii, de nivelul temperaturilor și deficitul de saturaţie. Problema care se pune în condiţiile solurilor aride este dacă îmbunătăţirile de recoltă vor ţine pasul cu efectele contrare ale schimbărilor climatice.

13.2. Schimbările climatice și necesitatea ameliorării plantelor

Pentru ca plantele să crească, să se dezvolte şi să se reproducă în condiții normale, trebuie să existe o armonie între cerinţele lor biologice şi condiţiile ecologice ale fiecărei zone naturale. Atunci când în mediul natural intervin influențe străine, care deteriorează armonia între mediu şi plantele arealului respectiv, creşterea şi dezvoltarea vegetaţiei naturale şi cultivate va fi stânjenită sau chiar compromisă. Din cercetările efectuate până în prezent, pe baza măsurătorilor şi observaţiile ştiinţifice asupra schimbărilor climatice, se ştie cu destulă siguranţă că încălzirea globală constituie o certitudine şi că există un trend ascendent al temperaturii, diferenţiat în funcţie de poziţionarea geografică a fiecărei zone de pe Terra și de cantitatea de dioxid de carbon (CO_2) emisă. Măsurile ce se preconizează a fi luate, împotriva acestui fenomen, sunt oportune, necesare şi justificate, pentru ca plantele să fie puse în situaţia să crească, să se dezvolte şi să se reproducă normal. În rândul unor astfel de măsuri se înscriu şi cele care trebuie luate de amelioratorii şi geneticienii de plante, pentru a îmbunătăţii însuşirile biologice şi fiziologice, în conformitate cu noua situaţie generală de încălzire globală.

13.2.1. Obiective de ameliorare

Diversitatea genetică a speciilor şi a culturilor este atât de mare, încât există potenţial genetic mult, încă necunoscut şi nefolosit, pentru a ameliora însuşirile de rezistenţă a plantelor la factorii nefavorabili de mediu, care se întrevăd. Ceea ce aduce suplimentar încălzirea globală la factorii climatici cunoscuţi constă într-o formă de manifestare a lor mult mai evidentă, devenind mult mai violenţi şi mai frecvenţi, cu un potenţial de distrugere superior. Plecând de aici, considerăm că noţiunea de „schimbare climatică" însuşită astăzi în mediile academice nu corespunde realităţii, întrucât clima nu se schimbă. Însă cu adevărat se schimbă gradul de expresivitate a factorilor climatici cunoscuţi şi nu schimbarea tipurilor de climă. Considerăm că uzanţa folosirii noţiunii de schimbare climatică nu se referă la o schimbare în sine a unui tip de climat, ci mai degrabă la schimbarea expresivităţii factorilor climatici existenţi, a formei lor de manifestare. În aceste condiţii, obiectivele programelor de ameliorare trebuie să aibă în vedere însuşiri care se cer îmbunătăţite:

a) rezistenţă la condiţiile de temperatură excesivă (ridicate şi coborâte);
b) rezistenţă la secetă şi arşiţă;
c) rezistenţă la excesul de umiditate;
d) ameliorarea toleranţei la condiţiile mai puţin favorabile de sol;
e) ameliorarea rezistenţei la boli şi dăunători şi altele.

Asemenea obiective au fost şi sunt în atenţia amelioratorilor, încă de la începutul acestei activităţi. În plus, va trebui îmbunătăţită exprimarea fenotipică, mai evidentă, a formelor de rezistenţă menţionate mai sus, împotriva factorilor climatici extremi. Desigur, există în acest sens unele limite, peste care nu se poate trece, dar îmbunătăţirea acestor forme de exprimare considerăm că este posibilă.

Ne bazăm, în această afirmaţie, pe volumul uriaş de gene conservat astăzi în întreaga lume, în cele peste 100 de bănci de gene, în care este studiată şi stabilită valoarea însuşirilor fiziologice ale genelor. În acest sens, este de apreciat faptul că ţara noastră are o Bancă de gene la Suceava, care adăposteşte o bogată colecţie de plante, purtătoare a unor gene valoroase, care pot fi folosite în ameliorarea diferitelor tipuri de rezistenţă.

Foto 13.1. Vedere generală din câmpul experimental al Băncii de Gene Suceava

13.2.2. Metode de ameliorare

În principiu, alegerea metodelor de ameliorare se va face în funcţie de obiectivele de ameliorare stabilite, de specificul biologic al speciilor, de materialul biologic disponibil, de cunoştinţele existente în domeniu şi de pregătirea profesională a echipei de specialişti. Din ceea ce se cunoaşte până în prezent, despre modul de manifestare a

schimbărilor climatice, şi din previziunile pe termen mediu şi lung, se poate aprecia că metodele şi tehnicile de ameliorare folosite pentru exprimarea însuşirilor de rezistenţă la acţiunea factorilor rnefavorabili de mediu vor putea fi aplicate şi în ameliorarea însuşirilor de rezistenţă la factorii negativi generaţi de încălzirea globală. Obiectivele de ameliorare menţionate mai sus nu sunt noi întucât factorii „normali" de climă impun cuprinderea lor în toate programele de ameliorare elaborate. Atunci se pune problema, ce se schimbă în condiţiile încălzirii globale, încât să fie necesare lucrări de ameliorare a plantelor? Forma violentă de exprimare a factorilor climatici generată de încălzirea globală afectează rezistenţa plantelor la diferite forme de violenţă, motiv pentru care se impun ca, prin lucrările de ameliorare specifice, să se îmbunătăţească semnificativ însuşirile de rezistenţă a plantelor la acţiunea distructivă a lor. Şi în condiţiile „obişnuite" de manifestare a factorilor climatici este necesară ameliorarea însuşirilor de rezistenţă la acţiunea acelor factori, în condiţiile noi generate de încălzirea globală apar efecte noi suplimentare, care adăugate la cele „obişnuite" sporesc gradul de violenţă şi de distrugere, necesitând lucrări de ameliorare pentru crearea de genotipuri a căror însuşiri de rezistenţă să fie superior exprimate, corespunzător cu forma de violenţă şi de frecvenţă a factorilor climatici caracteristici încălzirii globale. Ţinând cont de experienţa de până acum, suntem de părere că metodele clasice (convenţionale) de ameliorare – a căror valoare a fost şi este confirmată peste tot unde au fost aplicate – pot fi folosite şi în ameliorarea diferitelor tipuri de rezistenţă, dar cu sublinierea unui timp mai îndelungat, pentru obţinerea rezultatelor. Dintre metodele clasice, două sunt esenţiale: selecţia şi hibridarea, fiecare cu variantele ei de lucru. Astfel, o importantă metodă constă în folosirea metodei bacross. Cu toate rezultatele obţinute, metodele convenţionale de ameliorare cunosc o serie de restricţii determinate de posibilităţile scăzute de a

realiza combinaţia de gene de la formele parentale. Acest neajuns le conferă acestora un grad înalt de întâmplare. Un alt neajuns constă în posibilitatea ca, odată cu transferul genelor de interes, să fie transformate în bloc şi gene nefavorabile. În prezent, datorită unor descoperiri făute în genetica moleculară şi celulară, au fost puse la punct metode de transfer a genelor pe cale asexuată, care asigură un transfer direct, precis şi specific al genelor de interes. În comparaţie cu metodele tradiţionale (convenţionale),de ameliorare, ingineria genetică permite transferul genelor de la un organism la altul, chiar neînrudite, pe cale directă, prin transgeneză, evitând în acest fel drumul lung al transferului pe cale sexuată.

13.2.3. Schimbările climatice în România

Cercetările efectuate de specialiştii Administraţiei Naţionale de Meteorologie (ANM), folosind date de la 14 staţii meteorologice, în perioada 1901-2000, au evidenţiat o încălzire medie cu 0,3ºC, mai evidentă în partea sud estică a ţării (0,8ºC), la Bucureşti, Constanţa şi Roman. În regiunea intercarpatică, încălzirea este nesemnificativă, cu excepţia situaţiei de la Baia Mare, unde încălzirea de 0,7ºC arată o influienţă antropogenă indusă de activităţile industriale din zonă, asupra regimului termic. Din punct de vedere pluviometric, s-a evidenţiat o tendinţă de scădere a cantităţilor anuale de precipitaţii, mai pronunţată în centrul ţării, cu creşteri uşoare în nord-est şi în unele regiuni din sud. Specialiştii ANM constată că, de 20 de ani, temperatura medie a crescut din cauza „efectului de seră”, asociat cu fenomenele naturale. Din acest motiv, frecvenţa şi intensificarea fenomenelor meteorologice şi hidrologice extreme sunt din ce în ce mai evidente, concretizate prin precipitaţii violente şi abundente, inundaţii mari, precum şi temperaturi ridicate şi secete puternice, care survin la perioade scurte de timp. Au fost inundaţii deosebite în perioada anilor 1974-1976, dar mai cu seamă în anul 2005, care au cuprins aproape toate regiunile ţării, fiind

considerate drept cele mai puternice din ultima sută de ani. De asemenea se poate constata o frecvenţă ridicată a anilor secetoşi, mai mult decât în urmă cu 50 de ani. Secetă puternică a fost în anul 2000, apoi în2003, iar în vara anului 2007 s-a instalat cea mai puternică secetă din ultima vreme. Toate aceste date şi informaţii dovedesc existenţa extremelor climatice care obligă amelioratorii şi geneticienii de plante să cuprindă în programele lor de ameliorare, crearea de genotipuri noi, cu rezistenţe specifice la acţiunea factorilor de mediu nefavorabili.

13.3. Rezistența plantelor la stresul provocat de factorii climatici extremi

Există convingerea specialiștilor în domeniu că, în lupta omenirii pentru asigurarea securităţii alimentare, a unei lumi în continuă creștere, precum și combaterii efectelor negative ale schimbărilor climatice, ameliorarea rezistenţei plantelor la efectele dăunătoare ale diferitelor tipuri de factori climatici poate constitui una dintre soluţiile care ar merita atenţia amelioratorilor, fără a neglija sau abandona obiectivul principal al oricărui program de ameliorare a plantelor: sporirea intrinsecă a potenţialului genetic de producţie.

Bine ar fi dacă, prin ameliorarea genetică, pentru productivitate s-ar realiza „la pachet” și ameliorarea rezistenţei la acţiunea dăunătoare a diferiţilor factori climatici extremi, proces dificil de realizat, din cauza contradicţiei puternice între însușirile implicate în cele două direcţii de ameliorare.

Există două mari categorii de factori nefavorabili, care diminuează substanţial producţia plantelor: factorii climatici și factorii fitopatologici. Și intr-un caz și în altul, pentru rezolvarea problemei, trebuie activate sursele genetice de rezistenţă specifice fiecărui factor în parte, precum și biotehnologii adecvate care, prin aplicare, să ducă la sporirea rezistenţei plantelor.

13.3.1. Impact asupra porumbului

În cadrul factorilor de mediu cu impact puternic asupra recoltelor, se includ factorii extremi, care pot provoca adevărate dezastre economice și sociale. În acest sens, pot fi evidenţiate lipsa acută de umiditate (secetele), excesul de umiditate (inundaţiile, băltirile îndelungate), temperaturile extreme, ridicate (canicule, arșiţe) sau coborâte (brume, îngheţuri), vânturile puternice (vijelii, tornade).

Întodeauna natura a fost bântuită de factorii naturali, încât se poate aprecia că ne găsim în faţa unor manifestări climatice obișnuite, normale. În prezent și cu atât mai mult în viitor, din cauza schimbărilor climatice, generate de emisiile ridicate a gazelor cu efect de seră, îndeosebi a CO_2, la manifestările așa zise normale se adaugă suplimentar, efectele factorilor climatici extremi, care amplifică la cote mult superioare exprimarea factorilor climatici, ei devenind foarte violenţi și abrupţi, a căror frecvenţe și intensitate foarte ridicate provoacă mari dezastre naturale și sociale.

Pentru cunoașterea măsurii influenţei acestor factori climatici asupra potenţialului productiv, cercetările efectuate au dus la concluzia că atunci când o cultură cu mai mulţi hibrizi de porumb a fost crescută în condiţii cu toţi factorii de mediu controlaţi, în case de vegetaţie climatizate, producţia realizată a fost de trei ori mai mare, comparativ cu producţia realizată de la aceiași hibrizi de porumb, crescuţi în condiţii naturale, cu toţi factorii climatici prezenţi. S-a demonstrat astfel în ce masură stresul provocat de factorii climatici, în ansamblul lor, poate reduce producţia plantelor, dar în același timp, și în ce măsură plantele își pot manifesta cvazi întregul potenţial productiv atunci când factorii climatici se găsesc sub control. În funcţie de specificul biologic al fiecărei specii și a fiecărui cultivar, precum și de vulnerabilităţile specifice la factorii de climă, se stabilesc metodele de ameliorare, inclusiv sursele de rezistenţă potrivite.

13.3.2. Ameliorarea rezistenței la secetă

Lipsa acută de umiditate, ca factor climatic extrem, reprezintă cea mai severă formă de distrugere și degradare a formelor de viaţă. Seceta poate fi privită din mai multe puncte de vedere: agronomic, fiziologic, biochimic și molecular.

Din punct de vedere agronomic, reacţia la secetă poate fi privită prin măsura stabilităţii producţiei unei culturi sau cultivar într-un mediu deficitar în umiditate. Formele care dovedesc stabilitatea producţiei și în condiţii de secetă, pot fi clasificate în categoria surselor genetice rezistente.

Din punct de vedere fiziologic, criteriul de apreciere a secetei se bazează pe menţinerea creșterii și în timpul secetei și reluarea normală a activităţii fiziologice, după depășirea perioadei de stres hidric.

Din punct de vedere biochimic, seceta se definește prin toleranţa reacţiilor biochimice, precum sinteza proteinelor, conservarea ARN-ului mesager și deficitul de apă din organism.

Aspectele moleculare, în contextul secetei, au fost semnalate odată cu descoperirea genelor de reglare osmotică la *Escheria coli*, prin care s-a demonstrat că supravieţuirea celulelor individuale prin osmolegare este posibilă, indiferent de sursa de stres (lipsa apei sau temperaturile ridicate).

În climatologie, se apreciază că, pe timp de vară, seceta se declanșează după 10 zile lipsite de ploaie. O secetă pe o durată de trei săptămâni sau mai mult, se consideră o secetă puternică, plantele încep să piară. Dar sunt secete care durează 100 de zile și mai mult, în care situaţie toate vieţuitoarele inclusiv omul, suferă, ducând chiar la pierderea vieţii acestora.

Strategia de ameliorare are în vedere două direcţii:

a) testarea în culturi comparative a rezistenţei actualului sortiment de soiuri;

b) organizarea unui program special de ameliorare, având ca obiectiv rezistenţa la secetă – ambele direcţii nu se exclud, ci se completează.

Unul dintre mecanismele fiziologice care pot fi utilizate în ameliorarea rezistenţei la secetă este fuga de secetă, care implică modificarea ciclului de viaţă a plantei, la un optim pentru mediul ţintă. Cultivarele foarte timpurii de porumb, grâu, orz, cartof etc., prin maturarea lor înainte de instalarea secetei, pot evita stresul unui puseu de secetă, prin așazisa fugă de secetă (evitarea deshidratării), însușire care poate fi realizată prin menţinerea turgescenţei în condiţiile stresului hidric. Există în acest sens, mai multe metode de selecţie, bazate pe asocierea între condiţia apei și a temperaturii. Toleranța la deshidratare se realizează prin stabilitatea membranei celulare și remobilizarea carbonaţilor înmagazinaţi.

Un alt mecanism se referă la sursele genetice de rezistenţă. Astfel, trebuie folosite formele salbatice înrudite cu plantele cultivate, precum și formele cultivate, dovedite ca rezistente la secetă. Pentru grâu, se recomandă specia *Aegilops kotski* și soiurile Lovrin 34, Flamura 88, F133. Pentru porumb, soirile ICAR 54, Dobrogean, Portocaliu de Tg. Frumos etc.

13.3.3. Ameliorarea rezistenţei la temperaturi ridicate

Rezistenţa la temperaturi ridicate (arșiță, canicula) este determinată în cazul grâului de creșterea vâscozităţii și elasticităţii citoplasmei, a termostabilităţii proteinelor, a sporirii capacităţii de resintetizare a proteinelor, de tamponare biochimică și fiziologică a acţiunii toxinelor care se formează în celule.

Cercetările efectuate au stabilit că nu există o corelaţie semnificativă între pagubele produse de arșiță și cele de secetă.

Temperaturile ridicate sunt periculoase pentru cerealele păioase, indiferent dacă sunt asociate sau nu cu seceta atmosferică sau cu seceta

solului, de unde rezultă că temperaturile ridicate ca factor climatic dăunător, poate acţiona singur, independent de factorul secetă atmosferică sau a solului.

Forma de exprimare a acestui factor climatic se manifestă prin arşiţă, fiind foarte periculos, îndeosebi în perioada formării boabelor, când plantele se usucă, căpătând culoarea albă, fenomen denumit pălire.

Pentru combaterea acestui factor climatic extrem, se recomandă cultivarea soiurilor rezistente sau tolerante, existente în colecţia unităţilor de cercetare.

Temperaturile ridicate sub formă de arșiță provoacă daune importante culturilor prășitoare precum porumbul, cartoful, sfecla etc. La porumb, în faza de maturare în ceară, se produc cele mai mari pagube, ducând la șiștăvirea boabelor. Cartoful, de asemenea, suferă din cauza temperaturilor ridicate, mai ales că această specie este iubitoare de temperaturi moderate. Și la aceste culturi, îndeosebi la porumb, există surse de gene de rezistenţă, care sunt folosite în programele de ameliorare pentru această însușire

13.3.4. Ameliorarea rezistenţei la frig

În colecţia mondială, există numeroase forme de plante, cu rezistenţă la diferite praguri termice negative. La grâu, numeroasele studii efectuate au confirmat că cea mai ridicată capacitate de supravieţuire la temperaturi scăzute se constată la grânele sovietice Alabaskaria, Lutescens 239 și Ulianovska, la cele finlandeze Sampo, la cele poloneze Malgorzatka Udyca etc. La porumb, cu o bună rezistenţă la frig se dovedesc populaţiile din nordul Moldovei: Pângăraţi 136, Bucșoaia 150, Crucea 239, precum și hibridul Suceava 95.

13.3.5. Ameliorarea rezistenţei la excesul de umiditate

Diversitatea redusă între specii, respectiv între cultivare, în ce privește rezistenţa la umiditatea în exces, explică de ce obiectivele de ameliorare în acest sens sunt foarte restrânse, ca să nu spunem absente.

În general, în literatura de specialitate, inclusiv în ţara noastră, există foarte puţine referiri despre acest aspect, încât nu putem vorbi de cultivare rezistente la excesul de umiditate. Probabil intensitatea factorului umiditate este atât de puternică încât depășește capacitatea de supravieţuire a plantelor, acoperind eventualele diferenţe, dacă ele există.

13.3.6. Ameliorarea rezistenţei la cădere

Vânturile puternice sub formă de vijelie sau tornade produc pagube deosebit de importante. Rezistenţa, respectiv sensibilitatea plantelor la cădere, se diferenţiază în funcţie de stadiul de creștere a plantelor și de constituţia lor morfologică și anatomică.

Căderea depinde de înălţimea plantelor, de rezistenţa și elasticitatea paiului. Părerea unanimă a specialiștilor este că cea mai sigură cale pentru ameliorarea rezistenţei la cădere este scurtarea lungimii paiului. Crearea în ultimii 35-40 de ani a soiurilor cu talia scurtă a permis sporirea substanţială a producţiei de grâu. La ora actuală, tendinţa este de a crea soiuri semipitice, ţinând seama că paiele sunt necesare în industria celulozei, în creșterea animalelor sau refacerea humusului în sol.

Pentru ameliorarea acestei însușiri, se poate apela la sursele de gene existente în soiurile japoneze (Norin 10) și italiene (Fortunato, San Pastore).

13.3.7. Metode de ameliorare

Diversitatea genetică a plantelor de cultură și descoperirea metodelor de valorificare a acestei diversităţi oferă garanţia că plantele vor putea beneficia de importante îmbunătăţiri, pentru a produce și a se reproduce, și în condiţiile stresului provocat de factorii climatici excesivi. În abordarea lucrărilor de îmbunătăţire a însușirilor de rezistenţă, trebuie să avem în vedere limita de suportabilitate a speciei, la factorii de stres ai mediului, peste care nu se poate trece.

Fără a intra în detalii de natură teoretică sau tehnică, ne vom referi la aspectele generale, de principiu, ale câtorva metode mai importante.

Selecţia, cu variantele ei de aplicare, constituie metoda de bază în lucrările de ameliorare. Cu toate că selecţia privită ca proces biologic în sine se practică încă de la introducerea în cultură a plantelor și cu toate criticile aduse, selecţia rămâne în continuare metoda de bază în ameliorarea plantelor. S-a crezut într-o vreme că, prin descoperirea ingineriei genetice, nu va mai fi nevoie de această metodă, dar pe parcurs lucrurile s-au temperat, apreciindu-se că cele două metode de ameliorare, selecţia și ingineria genetică, nu se exclud, ci se completează.

Metodele principale ale selecţiei sunt selecţia în masă și selecţia individuală, fiecare având, la rândul ei, variante de aplicare.

Rădăcinile selecţiei își au originea în lucrările lui Darwin care arată, pentru prima dată, că speciile de plante și animale sălbatice s-au format sub acţiunea selecţiei naturale. Prin alegerea sistematică în generaţii succesive a celor mai viguroase și sănătoase plante și animale, omul a reușit să obţină cultivare noi de plante, respectiv rase de animale, tot mai performante.

Important de reţinut este faptul că selecţia nu ar exista sub nici o formă, dacă ar lipsi din structura genetică a speciilor, respectiv a cultivarelor, diversitatea genetică.

13.3.8. Hibridarea

Hibridarea, ca metodă de ameliorare, a însemnat un progres evident, întrucât permite unirea a două forme diferite, într-un organism nou, numit hibrid. Dintre formele de hibridare, avantajele cele mai evidente le asigură hibridarea sexuată, pentru că permite întrunirea însușirilor a două sau mai multe forme parentale, cu conţinut genetic diferit, în același organism.

Din punctul de vedere al ameliorării plantelor, hibridarea prezintă importanţă, deoarece produce diversitate genetică. Unele variaţii care apar pe această cale manifestă anumite însușiri care depășesc părinţii, numite transgresiuni.

Privită din punctul de vedere al potenţialului productiv, hibridarea se constituie într-o metodă care stimulează evident producţia, prin ceea ce denumim fenomenul heterozis.

Populaţiile hibride fac obiectul ameliorării, în funcţie de oferta fiecărei combinaţii hibride, pe de o parte, și de obiectivele de selecţie a amelioratorului, pe de altă parte.

13.3.9. Mutageneza

Prin acţiunea factorilor mutageni, se realizează variaţii ereditare discontinue (mutaţii), datorită schimbării structurii genetice. Orice variaţie ereditară apărută în afara hibridării se numește mutaţie. Ea poate fi provocată pe cale naturală, prin acţiunea razelor cosmice, prin nivelul temperaturilor, prin izotopi radioactivi naturali etc. și pe cale artificială, prin factori mutageni fizici, chimici și biologici.

Mutaţiile pot fi induse la nivelul genelor – schimbări în frecvenţa bazelor azotate (deleţia, adiţia, inversia, substituţia), mutaţii în structura cromozomilor (remanieri de rearanjamente în structura cromozomilor), mutaţii în numărul de cromozomi, care se realizează prin acţiunea factorilor mutageni.

De subliniat, în acest context, că mutaţiile reprezintă o importanţă deosebită ca sursă de diversitate genetică, care oferă amelioratorilor surse de gene pentru combaterea unor factori de mediu nefavorabili, inclusiv factori climatici extremi.

13.3.10. Transgeneza

Dintre metodele de ameliorare moderne, neconvenţionale, trebuie incluse tehnicile oferite de ingineria genetică, în special transgeneza, prin care se evită transmiterea ereditară pe cale sexuată a unor însușiri

nedorite, datorită caracterului ei aleatoriu, transferul de gene de interes, făcându-se în mod direct, rapid și specific.

Ingineria genetică, prin biotehnologiile moderne folosite, va juca un rol deosebit de important în ameliorarea însușirilor de rezistenţă a plantelor, la stresul provocat de factorii climatici extremi, prin avantajele ce le oferă faţă de metodele clasice de ameliorare. Precizez că ambele forme de ameliorare clasice și/sau moderne nu se exclud, ci se completează, în obţinerea rezultatului dorit: noul cultivar ameliorat. (Revista AMSEM, 1 februarie 2014)

13.4. Schimbările climatice pot avea consecințe dramatice asupra plantelor

Toate procesele se petrec in natură, într-un mod atât de exact și necesar, încât se asigură in permanență un echilibru intre factorii de mediu și structura genetică a populației. Există forțe interioare, care echilibrează acțiunea lor nefavorabilă. Însă acest proces presupune un timp istoric foarte îndelungat.

Diversitatea genetică a viețuitoarelor constituie principala însușire a materiei vii. Cei mai mari dușmani ai diversității genetice sunt eroziunea genetică și uniformitatea genetică.

Observațiile și constatările făcute, despre stările de diversitate și uniformitate ale materiei vii, scot in evidență tendința cvasigenerală a omului, pentru stările de diversitate ale materiei in general, considerate mai prietenoase, mai funcționale și mai atrăgătoare, decât starea de uniformitate.

Starea de diversitate și cea de uniformitate au o importanță deosebită în biologie. Numai dacă ne-am referi la cel mai important fenomen al materiei – evoluția materiei vii – vom constata că acest fenomen nu poate avea loc în afara diversității, iar diversitatea nu se poate petrece în afara evoluției.

13.4.1. Evoluție

Deși diversitatea este hotărâtoare în procesul evoluției, există în acest proces și perioade de relativă uniformitate. Pentru realizarea acestor stări diferite, acționează alternativ factorii naturali ai evoluției – mutația, recombinarea genetică, migrația și colonizarea – care produc variații naturale (diversitatea), în care selecția naturală și driftul genetic sortează variațiile ereditare, valoroase pentru realizarea unui nou progres optim evolutiv.

Din acest joc neîntrerupt al factorilor naturali ai evoluției, din care unii diversifică materia vie, iar alții o uniformizează pentru pregătirea condițiilor unui nou progres evolutiv, se realizează cel mai interesant și mai fascinant fenomen al vieții: evoluția.

În acest caz, uniformitatea nu trebuie înțeleasă în sens absolut, ci prin armonia și colaborarea între genele diverse, ce alcătuiesc fondul de gene ale populației, ca urmare a eliminării prin selecție naturală, a variațiilor ereditare nefavorabile procesului evolutiv. Selecția naturală reține în structura genetică a populației, acea diversitate genetică, menită să o facă aptă pentru supraviețuire și reproducere, în condițiile unei cooperări între gene, a unei armonii a diversității, îndreptate spre același scop: evoluția.

13.4.2. Violență ridicată a factorilor climatici

În aceste condiții, ne întrebăm, dacă schimbările climatice, prin consecințele lor dramatice, cu pierderi materiale și de vieți omenești, ar fi incorect să fie considerate un proces evolutiv sau involutiv. În acest sens specialiștii evoluționiști își vor spune părerea autorizată, profesionistă.

Este adevărat că, în ultima vreme, sunt fenomene meteorologice cu intensități și frecvențe diferite, precum temperaturi excesiv de ridicate, asociate cu vânturi puternice sub formă de vijelie, tornade frecvente și deosebit de periculoase, uragane, taifunuri și ploi abundente

care produc inundații de mari proporții, afectând grav locuințele și alte așezăminte umane, dificultăți în circulația rutieră, feroviară și maritimă, pierderi de vieți omenești etc.

Pe de altă parte, apar secetele de medie sau lungă durată, cu consecințe dezastruoase, ce decurg din acestea, mai ales în agricultură și societate. De când se cunosc fenomenele meteorologice, poate că cele mai sever exprimate ar fi în anul 2019, când s-a constatat o intensificare și o violență ridicată a factorilor climatici. Atât de deosebit a fost anul 2019 din punct de vedere climatic, încât cei neîncrezători în existența încălzirii globale pot să-și reconsidere opinia în acest sens.

Mari pierderi se constată și în diversitatea genetică a viețuitoarelor, sărăcind baza genetică a lumii vii, la cote alarmante, diminuând sau eliminând factorii genetici determinanți în creșterea producției agricole.

13.4.3. Cauze certe

În urma analizelor efectuate asupra cauzelor acestor fenomene, s-a ajuns la concluzia că își au originea în procesul încălzirii globale, ca urmare a „efectului de seră", din cauza reducerii stratului de ozon, de către gazele emanate: bioxid de carbon (80%), fluorocarbonați (5%) și metan (15%). Pământul își pierde protecția față de razele fierbinți ale soarelui, încălzind suprafețele terestre, peste limite normale!

Dintre toate aceste gaze, principalul rol îl are bioxidul de carbon (CO_2). În ultima vreme, ca urmare a arderii combustibililor fosili (petrol, cărbune), se produc cantități foarte mari de CO_2. Cu cât se produce o cantitate mai mare de gaze cu efect de seră, cu atât brește în stratul de ozon este mai mare, iar temperaturile la suprafața terestră cresc.

Schimbările climatice au fost semnalate, din punct de vedere teoretic, încă de la începutul secolului al XX-lea. Însă încălzirea globală a fost luată în serios abia ulterior, numai când s-a observat o înrăutățire

a schimbărilor climatice, apreciată la timpul respectiv doar ca o modă. Apoi, dintr-o modă, evoluția vieții a transformat-o într-o realitate acută a zilelor noastre.

13.4.4. Pierderi

Diversitatea genetică, prin conținutul ei bogat în gene și complexe de gene, a suportat de-a lungul timpului, violența și virulența factorilor naturali. Deci a fost obligată să se adapteze, pentru a asigura supraviețuirea și reproducerea populațiilor de plante.

Fondul de gene al populației se consolidează, cu prețul pierderii unor indivizi din populație, dar rămân acei indivizi care au depășit vicisitudinile schimbărilor climatice, astfel încât populația să poată reveni la normal, să-și refacă întregul fond genetic, cu toate atributele vieții normale.

Au fost cazuri când nu a mai existat nicio speranță de revenire la starea normală, după trecerea unei perioade dezastroase – factori climatici deosebit de violenți, precum secetele intense și de lungă durată, inundații de mari proporții, incendii de pădure. În urma lor, au rămas adevărate dezastre. S-au pierdut culturi agricole, așezăminte umane sau animale.

13.4.5. Supraviețuire

Cu toate acestea, conform observațiilor și cercetărilor efectuate în astfel de zone, după trecerea unui timp îndelungat, dar suficient ca să fie constatate urmările turbulenților factorilor naturali, au fost identificați indivizi în formare, care au supraviețuit.

În plus, trebuie să luăm în calcul un fenomen care are loc și care poate contribui în timp, la refacerea vegetației: colonizarea care, în general, se produce în lumea animalelor și păsărilor, dar nu trebuie exclus acest proces și în regnul vegetal, începând cu flora sălbatică. Vegetația, prin diversitatea ei genetică bogată, are abilități pentru

adaptare la noile condiții ecologice, instalate după evenimentele tragice, în urma dezastrelor.

În Anglia, s-au efectuat cercetări asupra florei botanice, fiind urmărite specii omniprezente, precum *Poa annua Agrostis capillaris, Deschampsia caespitosa*. S-a constatat că, în evoluția lor biologică, au prezentat o mare variație genetică (Grime și colab.,1988), chiar și în climatul Angliei care pune bariere majore expansiunii geografice a speciilor.

13.4.6. Răspunsul vegetației

Schimbările în structura vegetației determinate de încălzirea globală au la origine atât factori interni, cat și externi. Cu siguranță, sub influența condițiilor climatice schimbătoare, speciile reacționează diferit, in funcție de abilitățile lor, specifice de adaptare. Cele ce se adaptează ocupă nișe bine definite in cadrul ecosistemelor, înțelegând prin aceasta, posibilități biologice de creștere și dezvoltare, îndeosebi de reproducere în noile condiții. Cele care nu reușesc să se adapteze sunt obligate să dispară, locul lor fiind luat de alte specii, respectiv populații care au fost adaptate în noile condiții.

Factorii externi care acționează sunt reprezentați de temperaturile extreme, de vanturi puternice sub formă de vijelie, de furia apelor, care transportă semințele indiferent de zonele naturale în care există, fie în cazul adaptării ca să supraviețuiască, fie să moară. Un rol important il are factorul uman, care, conștient sau inconștient, în mișcarea sa permanentă pe suprafața Pământului, contribuie la răspândirea semințelor.

Ritmul in care vegetația răspunde la schimbarea climei depinde în mare măsură de condițiile de habitat, de management și, cel mai important, de biologia reproductivă.

Răspunsul vegetației la condițiile schimbate de climă se produce cel mai rapid in condiții de „tulburare" frecventă și intensă a habitatului.

De asemenea, politica de viitor și managementul vegetației pot fi factori perturbatori ai vegetației.

13.4.7. Influența mișcării Pământului

Analizele recente efectuate in Anglia confirmă că revoluția – care a avut loc in schemele deplasării Pământului, încă din anul 1930 – a determinat schimbări rapide și continue în compoziția floristică a Angliei. Îndeosebi în terenurile joase, a existat o presiune puternică a plantelor perene, care cresc repede și au o mare fecunditate. De exemplu, *Holcus lanatus, Chamerion angustifolium, Senecio squalidus* au determinat o puternică nitrificare, prin folosirea îngrășămintelor chimice, cu consecințe nefaste asupra creșterii vegetației.

Printre aceste plante există în sud trei specii, *Cirsium acarna, Hordeum murinum* și *Tilia cordata*, la care studiile efectuate au arătat că eșecul extinderii lor spre nord a fost din cauza producerii de semințe insuficiente (Pigott, 1968, Pigotte și Hittky, 1981, Davison, 1977).

Studiile efectuate asupra germinației polenului au arătat că temperaturile scăzute influențează negativ producția semințelor la *Tilia cordata*. Rezulta că, pentru unele specii sensibile la temperaturi scăzute, s-ar putea ca încălzirea globală să fie benefică in acest sens.

13.4.8. Prevederi ale direcției de schimbare a vegetației

Pe baza datelor și informațiilor provenite din cercetările și studiile efectuate, prof. univ. em. John Philip (1996) a făcut o prognoză a schimbărilor in vegetația Angliei, ca urmare a încălzirii globale.

In partea de sud a Angliei, îndeosebi pe solurile uscate, sezonul de creștere se va deplasa semnificativ spre toamnă, iarnă și primăvară, cu faza de trecere, vara.

In zona de nord, vara se va produce o prelungire a sezonului de creștere. Vor avea loc schimbări in abundența relativă a diferiților constituenți din tipurile de vegetație, îndeosebi in sudul Angliei. Acestea vor varia potrivit factorilor de habitat și de management al

vegetației și vor fi previzibile in conformitate cu datele fenologice și cu volumul de ADN nuclear.

Se presupune că ierburile și geofitele, cu volum ridicat de ADN nuclear, vor rămâne importante în habitatele uscate, dar unde rezerva de umiditate trebuie să fie totuși suficientă, pentru susținerea creșterii de vară.

Tot in sudul Angliei, se așteaptă ca biofitele să scadă mult in locurile uscate, pe terenurile înierbate și împădurite. Sezoanele actuale de creștere a biofitelor (toamna și primăvara) se așteaptă să fie înlocuite în multe locuri sudice, cu o perioadă de iarnă, iar lichenii să devină mai abundenți pe plan local.

Clima mai caldă și prelungirea verii vor provoca un nivel mai ridicat de înflorire și de producere a semințelor și sporilor, precum și o mai mare incidență de polenizare încrucișată. Acest fenomen se va produce în nordul Angliei, unde înmulțirea prin semințe a plantelor este rar întâlnită. Mulți arbori și plante erbacee – de exemplu *Tilia cordata, Euonymus europaeus, Cirsium acarna*, care în prezent ating doar limita de nord a Angliei sau sudul Scoției – se vor extinde in toată zona de nord a Angliei.

13.4.9. Migrarea plantelor

Conform lui Grime, va avea loc o expansiune spre altitudini mai ridicate, a unor specii de șes.

Este de așteptat ca plante din nord să se instaleze și în partea de sud a Angliei, îndeosebi speciile cu înrădăcinare superficială, calcifuge, precum *Deschampsia flexuosa, Gallium*, *Viola lutea* și altele.

Speciile din nordul Angliei se vor retrage la altitudini mai joase în arealele sudice unde vor găsi condiții mai bune de creștere și de dezvoltare.

Încălzirea climatului va permite pătrunderea în Anglia a plantelor care înfloresc în condițiile mediteraneene. Unele dintre aceste specii se

găsesc în mod sporadic în sudul Angliei, îndeosebi în zonele de coastă și în cele urbane.

Schimbarea climei, beneficiind și de alți factori modificatori, nu pare să ducă la dispariția speciilor comune din flora britanică.

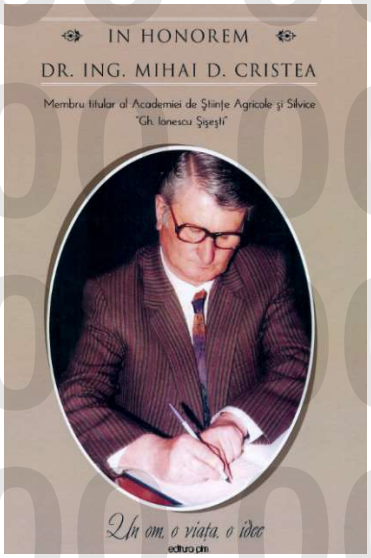
13.4.10. Nici România nu va scăpa

Deosebirile de climat intre condițiile Angliei și cele din țara noastră – care probabil se vor resimți și in continuare într-o formă modificată, in conformitate cu schimbările climatice generate de încălzirea globală – fac ca predicțiile transformărilor climatice asupra vegetației din Romania să necesite studii detaliate ale specialiștilor in domeniu.

Exemplele pe care le oferă cercetările și studiile făcute în Anglia pot oferi unele experiențe teoretice și practice în domeniul climatologiei. Acestea nu ar trebui evitate, mai ales că Anglia se situează pe un loc de frunte in Europa, în ceea ce privește dotarea cu infrastructură specifică, cu specialiști cu înaltă pregătire în problemele climatologiei, care ar putea constitui exemple de urmat și în Romania (Revista AMSEM, nr. 9., septembrie 2019)

CAPITOLUL 14
..DESPRE OAMENI ȘI PLANTE”

14.1. Dr. ing. Mihai D. Cristea, sub semnul recunoştinţei şi al preţuirii



Consemnări de dr. biolog Silvia Străjeru, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava

Anul acesta, dr. ing. Mihai Cristea, prestigios cercetător şi fondator al Băncii de Resurse Genetice Vegetale Suceava, entitate unicat în România, a împlinit 83 de ani, prilej cu care Staţiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Suceava şi Banca de Gene Suceava, unităţi la al căror renume a contribuit în mod fundamental, i-au dedicat un volum, sugestiv intitulat „In honorem dr. ing. Mihai D. Cristea, membru titular al Academiei de Ştiinţe Agricole şi Silvice *Gh. Ionescu Şişeşti*, Un om, O viaţă, O idee“.

Bun revenit acasă

Într-o atmosferă sărbătorească şi încărcată de emoţii, vineri, 9 noiembrie 2012, a avut loc lansarea acestei cărţi, apărute la editura PIM din Iaşi, sub îngrijirea dr. ing. Dumitru Bodea, dr. biolog Silvia Străjeru, dr. ing. Marius Murariu şi dr. ing. Danela Murariu. Coperta a fost realizată de Anca Murariu, iar finanţarea asigurată, în totalitate, de SCDA Suceava.

La evenimentul organizat de SCDA Suceava şi Banca de Gene Suceava, cea din urmă jucând şi rolul gazdei, au participat peste 50 de invitaţi, foşti colegi, colaboratori, prieteni şi distinse personalităţi ale cercetării agricole din ţară, toţi reuniţi de sentimente sincere şi statornice de admiraţie, respect, preţuire şi recunoştinţă. Invitat de onoare a fost chiar sărbătoritul şi protagonistul publicaţiei, oferită, cu dedicaţie, tuturor celor prezenţi.

Privilegiul de a transmite un cuvânt de bun sosit participanţilor i-a aparţinut dr. biolog Silvia Străjeru care, cu bucurie şi nedisimulată emoţie, în nume personal, dar şi al colegilor de la Banca de Gene, a prezentat, mai întâi, reverenţe şi urarea de „Bun revenit acasă" dr. ing. Mihai Cristea. Moderator al festivităţii a fost dr. ing. Dumitru Bodea, director al SCDA Suceava.

S-au adresat mulţumiri pentru prezenţa la această întâlnire de suflet, desfăşurată intr-o atmosferă destinsă şi neconvenţională, domnilor profesor dr. Gheorghe Sin, preşedinte al Academiei de Ştiinţe şi Silvice ''Gh. Ionescu Şişeşti", prof. dr. Vasile Vântu, rector al Universităţii de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad", Iaşi, prof. dr. Constantin Vasilică, membru de onoare al Academiei de Ştiinţe şi Silvice ''Gh. Ionescu Şişeşti" şi prof. dr. Ioan Haş, director al Staţiunii de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda (foto 2). Au răspuns cu generozitate invitaţiei de a lua parte la ceremonia din 9 noiembrie, distinsa familie de cercetători Traian şi Vasilichia Sarca, precum şi domnul ing. Vasile Schipor, director al Direcţiei Agricole Suceava.

Prezentare de prof. dr. Constantin Vasilică

Volumul omagial a fost prezentat audienţei de prof. dr. Constantin Vasilică, care a reuşit creionarea unui portret complex şi foarte convingător al omagiatului, subliniind bogata activitate publicistică a acestuia.

Nivelul intelectual elevat al acestui episod memorabil din istoria Băncii de Gene Suceava şi SCDA Suceava, unităţi „creaţie" a sărbătoritului, a fost susţinut de mesajele transmise de domnul academician Cristian Hera, vicepreşedinte al Academiei Române şi domnul academician Valeriu D. Cotea, care din motive obiective n-au putut fi prezenţi la ceremonia de la Suceava.

În cadrul lansării au luat cuvântul: prof. dr. Gheorghe Sin, preşedinte al Academiei de Ştiinţe şi Silvice ''Gh. Ionescu Şişeşti", prof. dr. Vasile Vântu, rector al Universităţii de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad", Iaşi, prof. dr. Ioan Haş, director al SCDA Turda, dr. ing. Traian Sarca, dr. ing. Dumitru Popovici, ing. Gheorghe Zaharescu, dr. ing. Dumitru Bodea, dr. biolog Silvia Străjeru şi dr. ing. Danela Murariu.

Un moment cu o vibraţie emoţională aparte a fost oferit de d-na Andrei Claudia, fiica regretatului coleg dr. ing. Marius Murariu, care a citat câteva din gândurile acestuia, inserate în carte.

La sfârşit, vădit impresionat, domnul dr. ing. Mihai Cristea a mulţumit organizatorilor, vorbitorilor şi tuturor celor prezenţi, pentru aprecierea şi recunoaşterea eforturilor sale de o viaţă, pe tărâmul cercetării agricole.

Selecțiuni

Din volumul prezentat la întâlnirea din data de 9 noiembrie 2012, selectăm câteva pasaje semnificative pentru activitatea renumitului cercetător botoşănean.

Acad. Cristian Hera, vicepreşedinte al Academiei Române, preşedinte al Secţiei de Ştiinţe Agricole şi Silvice al Academiei Române, preşedinte de onoare al ASAS: „Îmbinând cercetarea teoretică cu cea aplicativă, împreună cu colectivul de amelioratori ai Staţiunii Suceava, Mihai Cristea a înregistrat performanţe deosebite în crearea de hibrizi timpurii, foarte productivi, capabili să ajungă la maturitate

deplină în condiţiile zonelor cu asigurare termică scăzută, dintre care s-au remarcat: Suceava 95 (omologat în 1975), cel mai timpuriu hibrid din ţara noastră, adecvat pentru cultivare in zone premontane, HT Suceava 108 (omologat în 1980) cu calitate deosebită a boabelor, HT Suceava 99 (omologat în 1985) cu talie relativ înaltă şi perioadă scurtă de acumulare a substanţei uscate in bob, HT Suceava 97 (omologat în 1989) dotat cu rezistenţă deosebită la frigul de primăvară şi specializat pentru producerea mălaiului grişat, urmaţi de hibrizii Montana (1992), Bucovina (1997), Nordic (1995) ş.a. (…)

Prestigios genetician şi ameliorator, într-o continuă perfecţionare profesională, Mihai Cristea a realizat semnificaţia biodiversităţii şi obligativitatea conservării acesteia, în special pentru dezvoltarea agriculturii. Astfel, iniţiază la SCA Suceava măsuri pentru colectarea formelor vechi de plante, din flora cultivată şi din cea spontană, precum şi pentru conservarea biologică şi fizică a acestora şi studiază dinamica înlocuirii formelor primitive cu formele moderne. (…)

Prodigioasa activitate de cercetare a dr. Mihai Cristea este înmănuncheată în 120 de lucrări ştiinţifice, dintre care 11 tratate şi monografii, dacă ne referim la prezent, deoarece condeiul său neobosit ne surprinde mereu cu noi scrieri pe teme de mare actualitate".

Acad. Valeriu D. Cotea: „Să reclădeşti instituţional o Staţiune de Cercetări Agricole la Suceava, să fondezi o Bancă de Gene pe care să o menţii la cote europene, să conduci peste 35 de ani o unitate de cercetare agricolă de elită din România, să formezi colective de cercetători de remarcabilă valoare pentru agricultura românească, să fii un pasionat cercetător şi om de ştiinţă, cu o operă ştiinţifică de invidiat şi, în sfârşit, să ţi se recunoască, poate nu totdeauna la adevărata valoare, meritele la nivel naţional şi internaţional, sunt argumentele pentru care, mă simt onorat că am fost în aceeaşi barcă, pe aceleaşi ape, în aceleaşi timpuri cu inginerul Mihai Cristea. (…)

Astăzi, Mihai Cristea este un nume cunoscut în lumea celor care îşi desfăşoară activitatea în învăţământul, cercetarea şi practica agricolă şi, cu deosebire, este un nume sonor în domeniul geneticii şi ameliorării plantelor."

Prof. dr. Gheorghe Sin, membru corespondent al Academiei Române, preşedintele ASAS: „Cu perseverenţă şi eforturi deosebite, a reuşit să-şi realizeze visul, prin finalizarea unei clădiri funcţionale pentru conservarea resurselor genetice vegetale, astfel că în anul 1991, a fost inaugurată o instituţie nouă, unică în ţară, Banca de Resurse Genetice Vegetale – Suceava, având ca director pe cel care cu râvnă, pasiune şi stăruinţă exemplară s-a preocupat de geneza acestui aşezământ. (…)

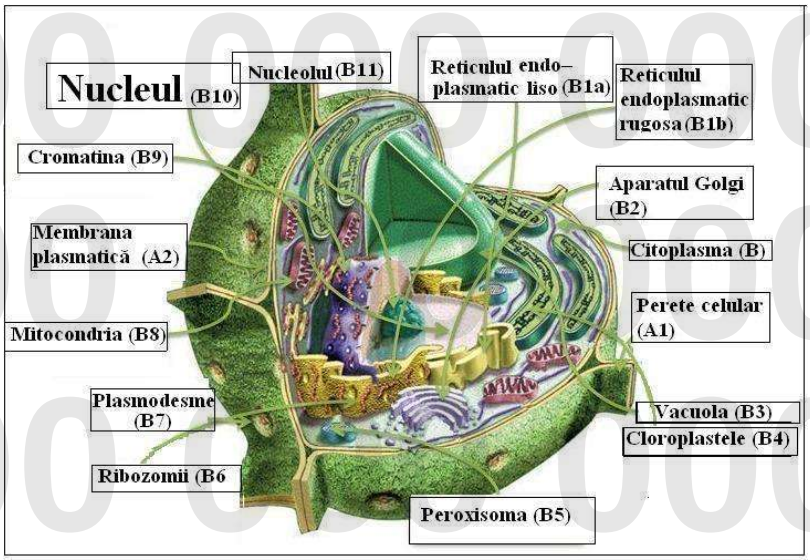
Ca director s-a dovedit un excelent manager al Staţiunii de Cercetări Agricole Suceava, prin dezvoltarea bazei tehnice a acesteia, prin crearea unor condiţii favorabile activităţii de cercetare, prin sprijinul acordat formării cercetătorilor tineri, reprezentând o personalitate academică românească recunoscută de comunitatea ştiinţifică, constituind în acelaşi timp şi un exemplu de dăruire şi probitate profesională, ţinută morală şi generozitate. (…)

Membru al Academiei de Ştiinţe Agricole şi Silvice încă de la înfiinţarea acestei instituţii, distins cu ordine şi medalii pentru activitatea sa ştiinţifică, cetăţean de onoare al Municipiului Suceava, sunt alte dovezi pentru aprecierea de care se bucură, pentru care îi dorim din tot sufletul *La mulţi ani!*, plini de bucurii şi satisfacţii, de sănătate şi fericire alături de cei dragi" (Revista AMSEM, nr.6,decembrie 2012).

14.2. Contribuția lui George Emil Palade, savant de origine română la cercetarea celulei

Una dintre marile realizări ale secolului al XIX-lea în biologie a constat din descoperirea faptului că materia vie este alcătuită din celule, atât la organismele simple, unicelulare, cât și la plantele și animalele

superioare; numai virusurile nu au o organizare celulară. Teoria celulară susţine că toate organismele au o organizare celulară sau pluricelulară, iar fiecare celulă provine exclusiv din alte celule. În organismul uman, care își are originea într-o singură celulă zigot, există un număr de aproximativ 2x1011 celule.



Organitele citoplasmatice componente ale celulei vegetale

14.2.1. Treptele cunoașterii

Emiterea teoriei celulare a creat un mare interes și entuziasm în rândul cercetătorilor, ducând la realizări deosebite privind structurta și funcţiile celulare, precum și mecanisme prin care se realizează transmiterea însușirilor ereditare la nivel celular. S-a descoperit că, în momentul în care celula se divide, nucleul se împarte în niște structuri, în număr relativ constant, pentru o anumită specie, numită cromozomi. A urmat descoperirea fenomenului diviziunii celulare, denumită mitoză la animale și fecundaţia la plante, care constituie esenţa procesului sexual.

Nucleul și cromozomii au rolul esenţial în transmiterea caracterelor ereditare. Legătura între cromozomi și factorii ereditari (genele) a fost făcută de doi cercetători, unul american și celălalt german, care aproape în același timp au emis ipoteza că genele sunt așezate liniar de-a lungul cromozomilor, impoteză ce a fost preluată, analizată și detaliată de Morgan și școala sa.

Cu toată diversitatea celulelor lumii vii, în corpul plantelor, animalelor, omului și microorganismelor, atât ca format, cât și ca posibilităţi funcţionale, există o anumită ordine în organizarea celulară, valabilă pentru orice organism.

Știinţa care a pus în evidenţă rolul structural și funcţional al diferitelor componente celulare, precum și rolul anumitor structuri citologice în ereditate este citologia. Prin colaborarea geneticienilor cu citologii s-a născut o nouă știinţă, citogenetica, știinţă care se ocupă de ereditatea organismelor la nivel celular.

14.2.2. Componența celulelor

Fiecare celulă vie este delimitată la exterior de un perete celular sau de membrana celulară, bine dezvoltată la ţesuturile vegetale și aproape invizibilă la ţesuturile animale, membrană care este un produs de secreţie al citoplasmei. Iniţial s-a crezut că singurul rol al membranei celulare este de protecţie a citoplasmei și a nucleului. În prezent, această susţinere a fost reconsiderată, stabilindu-se că membrana celulară joacă un rol fiziologic și biochimic important în viaţa celulei.

O componentă importantă a celulei o constituie citoplasma, care este mărginită de membrana celulară și care apare la microscopul electronic ca o structură omogenă, elastică, cu o puternică capacitate de a reflecta lumina.

În interiorul citoplasmei, se găsesc două părţi distincte: un strat periferic sau ecoplasma, care are o constituţie mai compactă lipsită de granule și endoplasma, în care sunt localizate diferite structuri

citoplasmatice. Ecoplasma apare sub formă de coloid, constând din macromolecule capabile să treacă din starea de gel în starea de soluţie. Endoplasma se caracterizează prin vâscozitate scăzută, dar superioară vâscozităţii apei.

În compoziţia chimică a citoplasmei intră apă, protide, polizaharide, acizi nucleici și alte substanţe care, având o organizare specifică, formează citoscheletul.

Problema cunoașterii constituenţilor citoplasmatici a provocat interesante dezbateri și analize asupra diverselor moduri de organizare și funcţionare ale acestora, atribuindu-le funcţii din cele mai variate. Este vorba de reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, vacuole, cloroplaste, peroxisoma, ribozomi, mitocondrii, nucleu și nucleol.

14.2.3. Nucleul și nucleolul

Toate componentele celulare au importanţă în viaţa celulei, dar cele care dovedesc un plus de importanţă sunt nucleul și nucleolul. Participarea constantă și activă a nucleului și a componentelor sale la întreaga activitate a celulei este dovedită de prezenţa și funcţionarea mecanismelor fiziologice și biochimice ale nucleului, care au loc în interiorul celulei. Nucleul participă ca organ de sinteză a ADN, având rolul determinant în procesul ereditar celular, precum și ca centru de sinteză a ARN mesager, jucând astfel rolul de purtător al mesajului genetic de la ADN la citoplasmă. Nucleul ia parte la diviziunea celulară (mitoza) și la maturarea gameţilor sexuali (meioza). Nucleolul, prin mecanismele genetice ce le dezvoltă, se apreciază că intervine în sinteza ARN, precum și la transferul acestuia în citoplasmă.

Plecând de la faptul că, în structura nucleului, se găsesc cromozomii, pe care liniar sunt plasate genele care controlează întreaga activitate fiziologică și biochimică a fiecărei componente celulare – deci a celulei în integritatea sa – se înţelege importanţa fundamentală a nucleului în viaţa fiinţelor vii, inclusiv a omului. Apariția microscopului

electronic a permis descoperiri importante de structuri celulare și mecanisme genetice de funcţionare ale acestora. Dar cercetătorii consideră că importanţa specială a cunoașterii celulei, atât din punct de vedere academic, cât și pragmatic, impune continuarea cercetărilor, apreciind că celula, deși a beneficiat de descoperiri remarcabile, ascunde în ea, încă multe aspecte puţin cunoscute sau necunoscute.

14.2.4. O nouă perioadă revoluţionară

Convingerea că se vor face progrese importante în cercetarea celulei poate fi găsită în însăși descoperirile făcute în ultimul timp de savanţi străini, inclusiv de savanţi de origine română.

Astfel, cu ocazia descoperirilor, Barbara McClintoch, cercetător de origine americană, afirma: „Am avut plăcerea să experimentez și să lărgesc senzaţia creată că schimbările revoluţionare în conceptele genetice s-au petrecut și în ultimii 60 de ani. Cred că, acum, noi experimentăm o altfel de revoluţie. Ea constă din schimbarea conceptelor noastre despre genom: părţile componente, organizarea, mobilitatea și modul lor de apărare. Fără îndoială, noi vom avansa de la această perioadă revoluţionară spre păreri modificate despre componentele celulei și cum funcţionează ele, dar numai să așteptăm următoarea fază revoluţionară, care va aduce alte schimbări și concepte”.

Pentru descoperirile „elementelor transpozabile” sau a „genelor săritoare”, Barbara McClintoch a dovedid că genele nu se găsesc definitiv fixate pe cromozomi, ci se mișcă de pe un cromozom pe altul, producând efecte majore în fenotip. Această descoperire a fost onorată cu Premiul Nobel.

Cunoașterea celulei și a diviziunii celulare constituie o cerinţă fundamentală a studiului eredităţii, deoarece, de modul cum se realizează continuitatea vieţii, depinde și fenomenul ereditar. În esenţă, problema se reduce la cunoașterea mecanismului ereditar,

prin care moștenirea se transmite de la celula-mamă la celulele fiice, în procesul diviziunii mitotice, precum și la cunoașterea mecanismului prin care caracterele ereditare se moștenesc de la o generaţie la alta, în urma diviziunii celulare reducţionale (meioza), a formării gameţilor masculi și femeli la plante și a procesului fecundării.

14.2.5. George Emil Palade

George Emil Palade, savant de origine română, a contribuit la cunoașterea organitelor celulare și a funcţiilor acestora.

George Emil Palade s-a născut pe 19 noiembrie 1912, la Iași, dintr-o familie de cadre didactice. Tatăl său era profesor de filosofie, iar mama, profesoară de liceu.

La vârsta de 7 ani, a început pregătirea la Școala „Mihail Kogălniceanu" din Iași, unde a urmat cursurile timp de trei ani (1919-1922). Pe peretele școlii, la intrare, este amplasată o placă memorială, cu următorul text: „În această școală, între 1919-1922, și-a început drumul spre știinţă George Emil Palade, medic de origine română, născut la Iași, pe stradela Sărăriei, la 19.XI.1912. Descoperirile sale reprezintă eforturile susţinute în domeniul cercetărilor fundamentale în biologie și medicină, eforturi apreciate de comunitatea ştiinţifică internaţională, prin acordarea în 1974, a Premiului Nobel, ceea ce-i conferă un prestigiu strălucit ştiinţei și culturii românești".

În 1930, s-a înscris la Facultatea de Medicină a Universităţii din București, pe care a absolvit-o în 1940, obţinând titlul de doctor în medicină, cu o teză care a avut ca temă, structurile histologice.

14.2.6. Organitele și mecanismele genetice

În 1946, s-a căsătorit cu Irina Malaxa, fiica industriașului Nicolae Malaxa, cu care a avut doi copii. A plecat împreună cu soţia în SUA, unde a fost angajat pe post de cercetător la Universitatea Rockefeller din New York. Aici a avut șansa să-l întâlnească pe Albert Claude, omul

de ştiinţă care i-a devenit mentor. A lucrat împreună cu acesta la Departamentul de patologie celulară. Astfel, a combinat metodele de fracţionare a celulei cu microscopul electronic, producând componenţi celulari care erau omogeni morfologic. Analiza biochimică a fracţiunilor mitocondriale izolate i-a permis stabilirea rolului organitelor subcelulare, ca un component major al celulei, producător de energie.

Cea mai importantă descoperire a lui Palade, care i-a adus notorietate și prestigiu internaţional, a constat în explicaţia mecanismului celular al producţiei de proteine și punerea în evidenţă a particulelor intracitoplasmatice bogate în ARN, la nivelul cărora se realizează biosinteza proteinelor, numite „ribozomi" sau „corpusculii lui Palade".

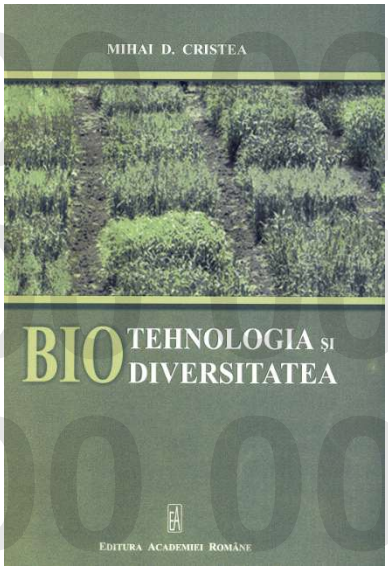
În 1961, G. E. Palade a fost ales membru al Academiei de Ştiinţe a SUA. În 1974, a fost distins cu Premiul Nobel pentru fiziologie, împreună cu Albert Claude și Christian de Duve, pentru „Descoperiri privind organizarea funcţională a celulei, cu importanţă în dezvoltarea biologiei celulare moderne".

George Palade a fost ales membru de onoare al Academiei Române în 1975, iar în 1989, membru de onoare al Academiei Româno-Americane de Arte și Ştiinţă (ARA), la Universitatea din California.

În 2007, președintele României l-a decorat cu Ordinul Naţional „Steaua României" în grad de Colan.

La vârsta de 96 de ani, George Emil Palade s-a stins din viaţă, în SUA, lăsând în urma sa o bogată și fructuasă activitate plină de descoperiri celebre, îmbogăţind ştiinţa universală cu cunoştinţe importante despre elementele biologice fundamentale ale vieţii (Revista AMSEM, nr.10, noiembrie 2014).

14.3. Biotehnologia și biodiversitatea



Lucrarea **„Biotehnologia şi Biodiversitatea**”, scrisă de Mihai Cristea membru titular ASAS, cuprinde 15 capitole, 225 de pagini şi 274 titluri bibliografice, încearcă să aducă în actualitate şi să atragă atenţia asupra unei probleme de maximă importanţă a zilelor noastre, cu implicaţii deosebite în dezvoltarea economică, socială şi ştiinţifică a ţării, în domenii hotărâtoare ale dezvoltării precum securitatea alimentară, sănătatea publică, conservarea mediului şi protecţia biodiversităţii.

Este pentru prima oară în literatura noastră de specialitate când problemele biotehnologiei nu se mai tratează izolat de alte domenii ale ştiinţei cu care sunt în strânsă legătură, în special cu biodiversitatea, plecând de la faptul că importanţa şi rolul biotehnologiei iese mai bine în evidenţă atunci când analiza şi prezentarea ei se asociază cu biodiversitatea. De fapt, simbioza între biotehnologie şi biodiversitate este atât de puternică încât condiţionează existenţa multor bunuri şi servicii necesare existenţei vieţii.

În măsura în care biotehnologia utilizează capacităţile biodiversităţii (plante, animale şi microorganisme), ea este şi va fi întotdeauna tributară biodiversităţii. Legătura inseparabilă între biotehnologie şi biodiversitate este esenţială pentru securitatea alimentară, pentru sănătatea publică şi pentru protecţia mediului.

Progresele realizate în toate etapele de dezvoltare istorică a societăţii, de la primele începuturi şi până în zilele noastre, sunt strâns

legate de descoperirea şi aplicarea diferitelor forme de tehnologii, ele constituind unealta de bază în lupta sa continuă pentru existenţă. Nevoia de hrana, de îmbrăcăminte, de alte bunuri şi servicii a impus ca primele tehnologii descoperite şi implementate de om să fie făcute în domeniul biotehnologiei, cu ajutorul cărora omul îşi producea pâinea, produsele alimentare (brânzeturi, iaurturi, unt) unele băuturi (vinul, berea, oţetul), precum şi materia primă pentru îmbrăcăminte (topitul inului şi cânepei). Toate aceste operaţiuni au la bază procesul biologic de fermentaţie, fiind aplicat de om în prima fază, în mod empiric, iar odată cu dezvoltarea societăţii umane, să conştientizeze procesele biologice ce se petrec in timpul producerii lor și să treacă la o nouă etapă de dezvoltare biotehnologică - la biotehnologia modernă.

Oricât de valoroase şi performante ar fi biotehnologiile, ele nu îşi vor manifesta întregul potenţial de care dispun, dacă nu sunt susţinute de resurse biologice valoroase care sa fie bine cunoscute şi caracterizate, încât să poată oferi surse importante de gene, în conformitate cu obiectivele stabilite.

Una din uneltele de bază a tehnologiei este cultura de celule şi de ţesuturi, domeniu care prin importanţa lui în biologia celulară şi moleculară cunoaşte o dezvoltare deosebită făcând posibilă descoperirea unor procese biologice de mare importanţă şi actualitate, dintre care se remarcă transferul genelor pe cale directă, asexuată (transgeneza).

In decursul evoluţiei sale, biotehnologia a traversat mai multe etape, începând cu aplicaţiile biotehnologice empirice, care prin folosirea lor, în perioade mari de timp, au devenit tradiţionale, ca să se ajungă în prezent la un stadiu deosebit de avansat, la biotehnologia modernă, având la baza tehnologia ADN recombinat şi ingineria genetică.

Ameliorarea clasică a plantelor şi ingineria genetică au ca obiectiv comun îmbunătăţirea cantitativă şi calitativă a produselor. Dar în timp ce ameliorarea clasică foloseşte ca metode de lucru transferul genelor pe cale sexuată, care presupune un drum lung de încrucişări şi selecţii (backcross) pentru atingerea obiectivelor stabilite, biotehnologia modernă (ingineria genetică) asigură transferul de gene pe cale directă rapid şi specific, prin inserţia genelor de interes de la donor la receptor, folosind metode si tehnici moderne de transfer: electroporarea, microinjecţia, bombardamente cu micro proiectile de ADN, vectori biologici(bacterii şi viruşi).

Se evită în acest mod caracterul întâmplător, caracteristic metodelor clasice de ameliorare, mărind în schimb eficienţa şi viteza procesului de ameliorare.

Pe baza cunoştinţelor acumulate în prezent se aplică numeroase biotehnologii în domenii foarte diferite precum în extracţia şi recuperarea metalelor, în domeniul culturilor de celule, în industria alimentară şi a băuturilor, în manipulările genetice în microbiologie, în producerea de energie, în reciclarea deşeurilor etc.

Implicarea biotehnologiilor în ameliorarea plantelor constituie o preocupare deosebită, în diferite domenii precum în ameliorarea calităţii producţiei vegetale, în îmbunătăţirea rezistenţei plantelor la atacul bolilor şi dăunătorilor şi la stresul de mediu, ameliorarea rezistenţei plantelor la erbicide etc.

Pentru a ajuta ţările în curs de dezvoltare în implementarea biotehnologiilor, în capitolul 11 sunt prezentate unele măsuri biotehnologice în acest sens, îndeosebi prin implicarea companiilor transnaţionale, în agricultură, în alimentaţie, în industria farmaceutică şi în alte domenii cu unele indicaţii la dezvoltarea propriilor capacităţi biotehnologice.

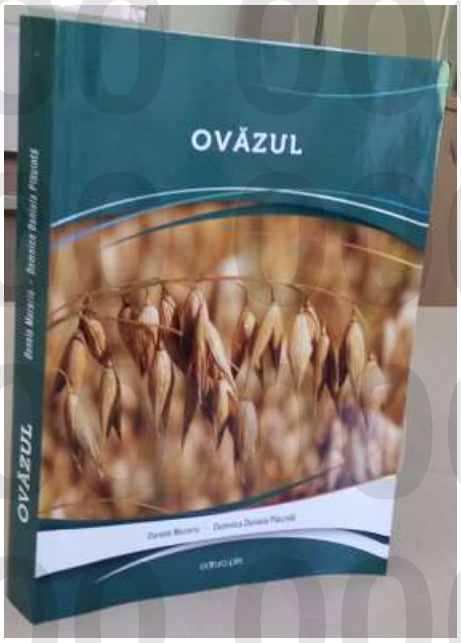
Modul cum a evoluat aplicarea biotehnologiilor în ameliorarea plantelor în România, cu referire la perioadele ameliorării empirice şi ştiinţifice este prezentat în capitolul 12.

Producţia şi comerţul mondial cu produse biotehnologice, arată că aceste activităţi se găsesc într-o mare expansiune, existând un interes deosebit pentru producerea şi comercializarea lor.

Produsele obţinute prin biotehnlogiile moderne, denumite organisme modificate genetic(OMG), se găsesc în prezent în centrul unei puternice dezbateri, între susţinătorii lor pentru utilizare şi cei care se împotrivesc folosirii acestor organisme. Disputa cea mai puternică se poartă între Statele Unite ale Americii şi Uniunea Europeană, având ca motivaţie modul diferit de abordare a reglementărilor cu privire la sănătatea omului şi a mediului. Specialiştii americani pun accent în acest sens pe produsul obţinut prin modificarea genetică, în timp ce europenii pe procesul biotehnologic folosit în realizarea lui. Multe discuţii se duc asupra nocivităţii OMG-urilor ca urmare a modificărilor genetice efectuate. Viaţa va dovedi calea de urmat în aceste probleme atât de sensibile, fiind convinşi că şi de o parte şi de alta există buna intenţie de a asigura omenirea cu produse alimentare sănătoase, libere de substanţe nocive care să satisfacă cerinţele unei lumi în continuă creştere. Responsabilitatea este mult prea mare ca să nu se ajungă la înţelegeri corecte.

Lucrarea „**BIOTEHNOLIGIA ŞI BIODIVERSITATEA”**, conform celor prezentate mai sus, este abordată într-o viziune nouă, modernă ţinând seama de conexiunile şi inter relaţiile între diferite domenii ale ştiinţelor (dr. ing. Paul Varga, Revista AMSEM, nr.5, iunie 2013).

14.4. „OVĂZUL”, o lucrare modernă în spiritul noilor descoperiri



De curând, la Editura „Pim” din Iași a apărut lucrarea „OVĂZUL”, elaborată de dr. ing. Danela Murariu și dr. ing. Domnica Daniela Plăcintă. Lucrarea reprezintă un eveniment deosebit în literatura noastră de specialitate, constituind prima lucrare monografică, în care este abordată în exclusivitate, cultura ovăzului, acoperind în acest fel cu date și informații valoroase un gol important în literatura din domeniu. Cartea cuprinde 13 capitole, prezentate într-un număr de 405 pagini, folosind ca bibliografie 664 de titluri bibliografice.

În unele lucrări elaborate există câteva informații izolate, referitoare la unele aspecte din cultura ovăzului, prin care se încearcă evidențierea punctuală a unor caractere și însușiri biologice, fiziologice, morfologice, etc. care exceptând valoarea lor în sine, au oferit prilejul de a constata cât de puține date și informații se găsesc la ora actuală despre ovăz și ca urmare necesitatea elaborării unei lucrări de sinteză, dedicată în exclusivitate acestei culturi.

Dar această necesitate a fost generată și de prezentarea fragmentată și incoerentă a abordărilor unor aspecte specifice culturii ovăzului.

Utilizarea ovăzului cvasi exclusiv în hrana animalelor, îndeosebi a cabalinelor, este bine evidențiată în zicala „mănânci calule

ovăz". Această zicală care demască utilizarea aproape exclusivă a ovăzului în hrana cailor, este în prezent reconsiderată de cercetătorii din domeniu, încât paleta de utilizări a produselor obținute din ovăz s-a lărgit foarte mult, în conformitate cu rezultatele biochimiștilor și a celor din industria de panificație.

Concentrarea preocupărilor de cercetare și de producție în jurul unei singure însușiri a boabelor de ovăz este contraproductivă în efortul depus pentru identificarea a noi surse genetice, care se găsesc îndeosebi în boabele de ovăz, care așteaptă a fi descoperite și utilizate. În acest sens, subliniem meritul autorilor lucrării „Ovăzul" care pe baza propriilor cercetări, precum și a altor cercetători, constată existența în structura genetică a ovăzului a unor gene sau complexe de gene valoroase, atât în ceea ce privește însușirile fiziologice, genetice, rezistența la atacul bolilor și dăunătorilor, gene care pot fi valorizate, folosind biotehnologiile moderne, îndeosebi transgeneza, dar fără a neglija metodele și tehnicile clasice de ameliorare, care rămân în continuare de actualitate.

Cu privire la situația ovăzului în România, se poate afirma că în ultimii 30 de ani suprafețele cultivate cu ovăz în România au scăzut în mod drastic. Din datele statistice preluate de la Institutul Național de Statistică reiese că în perioada 1934-1938 ovăzul se cultiva pe 674 mii ha, iar în anul 2016 numai pe 171 mii ha. În ceea ce privește producția totală de ovăz obținută în România, la nivelul anului 2016 s-a obținut o producție de 256 tone, din care numai 2% s-a folosit pentru consumul uman.

Pe plan internațional acestei culturi i se acordă o atenție mult mai mare, existând încă din anul 1994 în cadrul Programului European de Cooperare pentru Resurse Genetice Vegetale (ECPGR), Grupul de lucru "Avena" care a reunit curatori de colecții de ovăz din toate băncile de gene europene, printre care și Banca de Gene de la Suceava, prin

persoana doamnei Murariu Danela. Acest grup de lucru coordonează activități referitoare la colectare, documentare, caracterizare, conservare și utilizare a resurselor genetice de ovăz (*dr. ing. Mihai D. Cristea, membru titular ASAS,* Revista AMSEM, nr. 9, sept. 2017).

14.5. Germoplasma – o lucrare de maximă noutate în literatura de specialitate

În luna iulie a acestui an la Editura Academiei Române a fost publicată lucrarea ”Germoplasma” elaborată de dr. ing. Cristea D. Mihai, membru titular al ASAS. București. Apariția acestei lucrări în literatura noastră de specialitate reprezintă un eveniment editorial semnificativ, fiind o lucrare care analizează exclusiv problemele germoplasmei privită atât din punct de vedere practic cât și teoretic.

Vasta problematică a germoplasmei vegetale a fost sistematizată în 12 capitole, fiind susținută iconografic de 60 de fotografii și 20 de tabele și figuri. Pentru susținerea științifică a expunerii, autorul a apelat la 168 de referinţe bibliografice, dintre care 50 sunt lucrări românești.

Așa după cum menționează și domnul dr. ing. Cristea D. Mihai, în cuvântul de început, mulți autori români, pentru a evidenția anumite însușiri ereditare ale organismelor vegetale sau animale folosesc în mod frecvent termenul de germoplasmă, dar până în prezent nici un autor român nu a scris o lucrare de sinteză care să prezinte și să analizeze complexitatea acestui termen. Din aceste motive considerăm că este o lucrare de pionierat în literatura românească de specialitate.

Cum era și firesc autorul se referă numai la germoplasma vegetală, a cărei valoare intrinsecă este asigurată de gene. După o scurtă introducere unde autorul descrie sugestiv rolul genelor: „*Oricât de prețioase ar fi aurul, argintul sau petrolul valoarea lor ar rămâne un scop în sine, dacă nu ar exista viața, ajunsă la un nivel foarte înalt al evoluției, care să le descopere, să le aprecieze valoarea și să le exploateze rațional. În afara vieții, orice resursă naturală, nu poate*

avea decât o valoare în sine, iar ca să existe viață trebuie să existe gene, reprezentate de structurile moleculare, submicroscopice, care dirijează întreaga viață pe Pământ; genele constituind schema vieții.", urmează capitolul al doilea unde se face o incursiune istorică a evoluţiei conceptelor despre ereditate și a mecanismelor prin care aceasta acționează (mecanismele ereditare), începând din perioada antichității până în zilele noastre. În capitolul 3 se prezintă pe larg părțile componente ale celulei și mecanismele transmiterii caracterelor ereditare la nivel celular după care, în capitolul 4 sunt descrise originea și evoluția germoplasmei la principalele plante de cultură (grâu, porumb, cartof, floarea soarelui și diferite specii de legume).

În capitolul 5 sunt analizate cele cinci componente ale germoplasmei vegetale: speciile sălbatice, buruienile, cultivarele primitive, cultivarele moderne, și materialul genetic în curs de procesare. Notăm că în capitolul 6 în care se prezintă valorile germoplasmei, atrăge atenția subcapitolul 6.5. ("O atitudine etică și morală față de valorile germoplasmei") în care autorul spune: *„ ....nu este vorba numai de patriotism, de care moralmente trebuie să dăm dovadă, ci de un interes pragmatic în conservarea și utilizarea surselor de germoplasmă, plecând de la adevărul că germoplasma nu este numai o resursă vie, ea este și o resursă în continuă mișcare, de sute de mii de ani, existând o continuitate a vieții pentru fiecare genă*.".

Capitolul 7 prezintă metodele clasice și moderne de transfer a genelor, iar în capitolul 8 este descris rolul biotehnologiei în menținerea diversității germoplasmei.

Ne-a atras în mod deosebit atenția capitolul 9, unde autorul arată care sunt consecințele încălzirii globale și a schimbărilor climatice asupra germoplasmei atât la nivel mondial cât și la nivelul țării noastre. Se specifică faptul că, schimbările climatice care pot duce până la pierderea de vieți omenești exercită și o mare presiune asupra resurselor genetice vegetale și animale, distrugând ecosisteme naturale.

Fenomenul deşertificării este cel mai cunoscut, şi mediatizat, suprafețele deșertice crescând în defavoarea terenurilor agricole pe aproape întreg mapamondul. România, la rândul ei, este afectată de schimbările climatice, din ce în ce mai vizibile în ultimii ani, concretizate prin perioade de secetă şi temperaturi ridicate, ploi abundente şi torenţiale (într-un interval de timp foarte scurt), vânturi puternice ce ating uneori 100 km/h, anomalii termice care pun sub semnul întrebării evoluția normală a anotimpurilor.

Următoarele două capitole (10 şi 11) prezintă diversitatea germoplasmei și colecțiile mondiale de germoplasmă la principalele specii de plante de cultură.

În ultimul capitol autorul descrie resursele genetice vegetale din România, făcând o incursiune în istoria conservării resurselor genetice vegetale în țara noastră, care a început în anul 1956 când s-au pus bazele ameliorării științifice a principalelor plante de cultură și culminând cu înființarea în anul 1990 a Băncii de Resurse Genetice Vegetale Suceava, la inițiativa și sub îndrumarea directă a domnului dr. ing. Mihai D. Cristea, unitate care îi poartă astăzi numele, având în prezent o colecție de peste 17.000 de probe ce aparțin la 405 specii de plante.

Prodigioasa activitate de cercetare a dr. Mihai D. Cristea este înmănuncheată în 15 lucrări monografice și de sinteză la care se adaugă și această carte, care cu siguranță va fi urmată de alte lucrări sau articole, deoarece ne surprinde mereu cu noi teme de mare actualitate.

Cu toate greutățile vieții din ultimul timp, la această vârstă înaintată, domnul dr. ing. Mihai D. Cristea rămâne un model de tenacitate în promovarea științei agricole românești, având toată aprecierea și considerația întregii comunități științifice agricole din România *(Prof. Mihai Nicolescu, Vicepreşedinte A.S.A.S. „Gheorghe Ionescu Şişeşti" Bucureşti,* Revista AMSEM*,* nr.11, noiembrie 2017).

14.6. „Rudele sălbatice ale plantelor cultivate în România”, o nouă carte de referință.

De curând, în prima parte a acestui an, la Edit. Pim din Iași a apărut lucrarea „*Rudele sălbatice* ale plantelor cultivate în România” elaborată de dr. ing. Cristea D. Mihai, membru titular al ASAS și dr. ing. Danela Murariu, CSI la Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava. Apariția acestei cărți în literatura românească de specialitate reprezintă un eveniment editorial semnificativ, fiind o lucrare care aduce în atenția specialiștilor rolul speciilor sălbatice în menținerea diversității genetice și utilizarea acestora în programele de ameliorare a speciilor cultivate.

Privită în ansamblu, prin examinarea cuprinsului am fost impresionat de multitudinea aspectelor studiate și analizate, legate de *rudele sălbatice* ale speciilor cultivate.

Cartea cuprinde 11 capitole, prezentate într-un număr de 368 de pagini, un glosar de 87 de termeni cheie în domeniul resurselor genetice vegetale și o bibliografie selectivă formată din 168 de titluri bibliografice.

Așa cum este menționat de autori în primul capitol: „Contribuțiile anterioare și prezente ale rudelor sălbatice la ameliorarea culturilor, au dus la constatarea că așa zisele specii sălbatice inferioare

sunt de fapt superioare, în conservarea multor gene valoroase. Ele ar putea fi un rezervor valoros de resurse genetice, în identificarea de noi gene pentru ameliorarea cultivarelor noi de plante.", se desprinde importanța și necesitatea utilizării speciilor sălbatice în programele de ameliorare, asistate genetic.

În capitolul 2 este definit conceptul „*rude sălbatice*" ale plantelor cultivate, iar în al treilea capitol se analizează importanța „*rudelor sălbatice"* în programele de ameliorare a plantelor, abordându-se o tematică bogată privind prezența surselor de gene valoroase în constituția lor genetică, rezistența naturală a acestora la factorii biotici și abiotici de stres, obiectivele și strategiile ameliorării plantelor în contextul încălzirii globale și creșterea variabilității genetice prin folosirea speciilor sălbatice în ameliorarea culturilor agricole.

Capitolele 4 și 5 sunt dedicate metodelor de transfer și de transformare a genelor și a clasificării taxonomice a speciilor sălbatice, punându-se un accent deosebit pe metodele moderne de transfer al genelor și pe clasificarea genetică a acestora.

În capitolele 6, 7 și 8 sunt prezentate strategii de reproducere pentru utilizarea speciilor sălbatice în ameliorarea plantelor, metode moderne de ameliorare a plantelor și adaptarea speciilor sălbatice la schimbările climatice.

Un spațiu generos este acordat colectării și conservării speciilor sălbatice (capitolele 9 și 10), cu descrierea etapelor colectării și a strategiilor de conservare a „*rudelor sălbatice"*. De asemenea, în aceste două capitole sunt prezentate activitățile de colectare și conservare a speciilor sălbatice la Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava.

Capitolul 11, cu ponderea cea mai mare în această lucrare, are menirea de a veni în sprijinul specialiștilor care vor colecta specii sălbatice, prin furnizarea de informații clare și imagini color sugestive

de la 174 specii sălbatice, rude ale plantelor cultivate. Pentru o bună sistematizare a informațiilor, autorii au grupat speciile sălbatice conform încadrării rudelor cultivate: cereale, leguminoase pentru boabe, plante uleioase, plante textile, plante rădăcinoase și tuberculifere, graminee furajere perene, leguminoase furajere perene, legume și plante medicinale și aromatice.

Este important de menționat că autorii au făcut o selecție a celor mai importante rude sălbatice ale speciilor cultivate, acestea găsindu-se într-un număr mult mai mare pe teritoriul României.

Lucrarea este redactată la un ridicat nivel științific, într-un stil clar, concis, accesibil atât cercetătorilor, cadrelor universitare cât și studenților din instituțiile de profil.

În concluzie, consider că lucrarea se poate număra printre cele de pionierat, constituind prima lucrare, în care este abordată în exclusivitate problema ***rudelor sălbatice*** ale plantelor cultivate în România.

Apariția acestei lucrări aduce o contribuție importantă la dezvoltarea cercetării agricole românești și pune la dispoziția specialiștilor un instrument valoros și eficient de documentare pentru cunoașterea resurselor genetice sălbatice românești, alte cunoștințe, idei, soluții și metode de lucru noi și de actualitate. (*Traian Dobre, redactor șef, revista AMSEM, nr.9, septembrie 2018*).

14.7. Dr. ing. Mihai Cristea, distins cercetător român, a împlinit 90 de ani

Acum, la împlinirea vârstei de 90 de ani, îmi face o deosebită plăcere și sunt onorată să exprim sentimentele de prețuire și respect pe care le am față de dr. ing. Mihai (D.) Cristea, membru titular al Academiei de Științe Agricole și Silvice (ASAS) „Gheorghe Ionescu Șișești", distins cercetător român, ameliorator și fondator al Băncii de

Resurse Genetice Vegetale (BRGV) Suceava, prima din România, care îi poartă numele.

Mihai Cristea s-a născut la 30 iulie 1929 în localitatea Cucorăni, Comuna Mihai Eminescu, Judeţul Botoşani, localitate în care a revenit după anul 1996, fiind predestinat parcă să aducă mai mult renume, acestei localități încărcate de istorie.

După absolvirea Facultății de Agricultură din Craiova, a urmat un stagiu de doi ani ca inginer șef la CAP Pompiliu Ștefu, Județul Constanța și șef serviciu la Direcția Regională Agricolă Suceava.

În anul 1956, a intrat în activitatea de cercetare, la Stațiunea Experimentală Agricolă Suceava, iar din anul 1962 a devenit director a acestei instituții.

Numirea la Stațiunea de Cercetare Agricolă Suceava a coincis cu înființarea laboratorului de ameliorare a porumbului timpuriu, inclus în Programul național de ameliorare a porumbului, aflat pe atunci sub coordonarea eminentului cercetător Vladimir Moșneaga.

Aici, Cristea a creat și omologat 7 hibrizi de porumb extratimpurii și timpurii, fapt ce a dus la recunoașterea stațiunii sucevene, ca singura unitate din țară care producea sămânță hibridă de porumb cu durata de vegetație foarte scurtă.

În scrierile sale, domnia sa a menționat marea sa dragoste pentru porumb: „Ca o problemă personală, mărturisesc că destinul a făcut ca, după terminarea studiilor universitare, să lucrez în cercetare, la ameliorarea porumbului timpuriu, la Stațiunea de Cercetări Agricole Suceava. M-am apropiat de această plantă cu mult interes, plăcere și chiar pasiune, dincolo de obligațiile profesionale și instituționale, pe care le aveam. Această legătură strânsă între mine și porumb a durat și durează de 62 de ani neîntrerupți (1956-2018). Trebuie să mărturisesc că această plantă mi-a adus multe împliniri și bucurii, satisfacții morale și profesionale, pe măsura rezultatelor obținute“.

A vorbi despre activitatea științifică și managerială a lui Mihai Cristea presupune o analiză amănunțită, pentru evidențierea dimensiunilor eforturilor și a realizărilor într-o perioadă de aproape 63 de ani. Sigur, astfel de analize și recunoașteri ale activității domniei sale în cercetare și manageriat, făcute de instituții abilitate ale statului, au fost apreciate prin acordarea de importante titluri științifice, diplome și medalii.

A publicat peste 200 de referate științifice cu rezultate de cercetare proprii și în colectiv și 16 lucrări monografice și de sinteză.

Munca i-a fost recunoscută şi apreciată cu titlul de membru titular al ASAS, premiul Academiei Române „Traian Săvulescu“ (1980), premiul ASAS „Nicolae Săulescu“ (2005), Ordinul Național „Serviciul Credincios în grad de cavaler“ (2002), numeroase medalii.

Unul dintre domeniile de suflet ale lui Mihai Cristea a fost și rămâne cel al resurselor genetice vegetale și, implicit, al biodiversității în acest domeniu de mare actualitate.

Domnia sa a scris numeroase cărți referitoare la conservarea biodiversității, cauzele eroziunii genetice, conservarea diversității genetice, schimbările climatice etc. Neobosit, chiar și la această frumoasă vârstă, scrie în continuare, adăugând an de an, noi volume de carte, care îmbogățesc substanțial patrimoniul științific al României. Generațiilor viitoare le vor fi utile lucrările publicate.

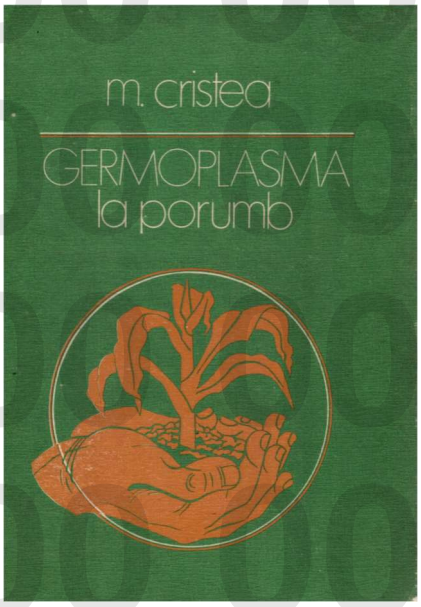
Nu poți să vorbești despre Mihai Cristea, fără inevitabila asociere cu una dintre cele mai mari realizări din domeniul cercetării și conservării biodiversității din România: conceperea, înființarea și dezvoltarea Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea“ Suceava, de prestigiu național și internațional. Viziunea acestei instituții subordonate ASAS este conservarea sustenabilă a resurselor genetice vegetale importante pentru agricultura românească și utilizarea lor în beneficiul societății și al mediului.

Pentru mine personal, șansa de a fi deseori în preajmă sau alături de Mihai Cristea a constituit și constituie o perioadă foarte productivă, reținând idei, opinii şi sugestii în desfășurarea activității mele de cercetător la Banca de Gene Suceava

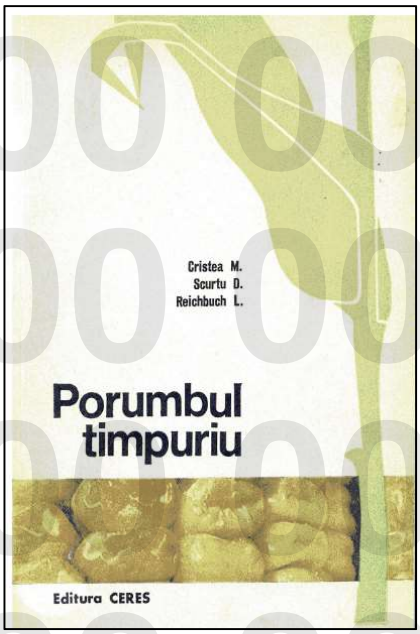
La împlinirea vârstei de 90 de ani, noi toți îi dorim mulți ani cu sănătate, bucurii şi tot binele pe care îl merită! (*Danela Murariu, Banca de Resurse Genetice Vegetale,,Mihai Cristea" Suceava,* Revista AMSEM, nr.10, octombrie 2019)

CAPITOLUL 15

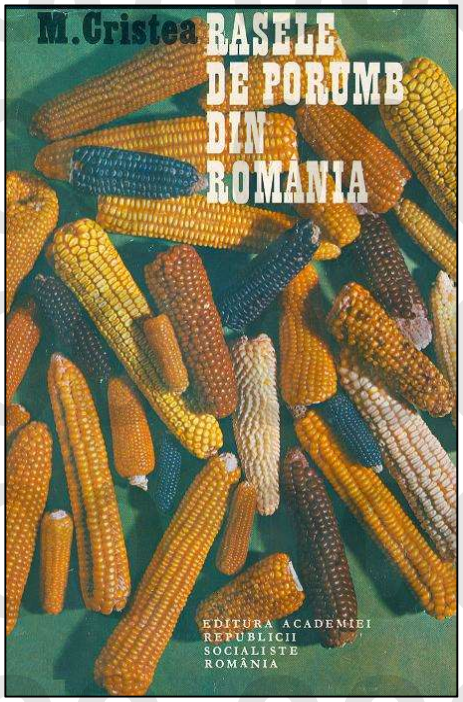
CĂRȚI PUBLICATE ÎN PERIOADA 1975 -2019



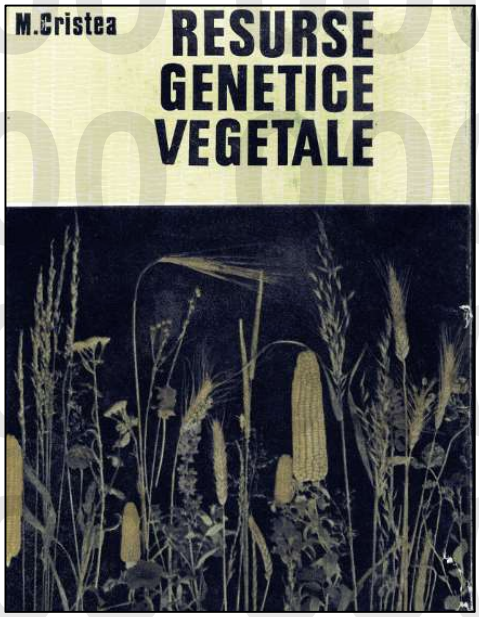
Autor :
Cristea D. Mihai
Editura CERES, București, 1975
12 capitole cuprinse în 300 de pagini



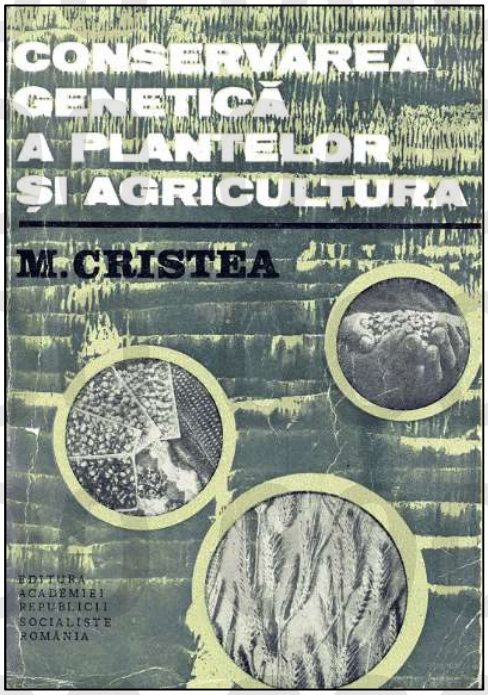
Autori :
Cristea M., Scurtu D., Reichbuch L.
Editura CERES, București, 1976
7 capitole cuprinse în 199 de pagini



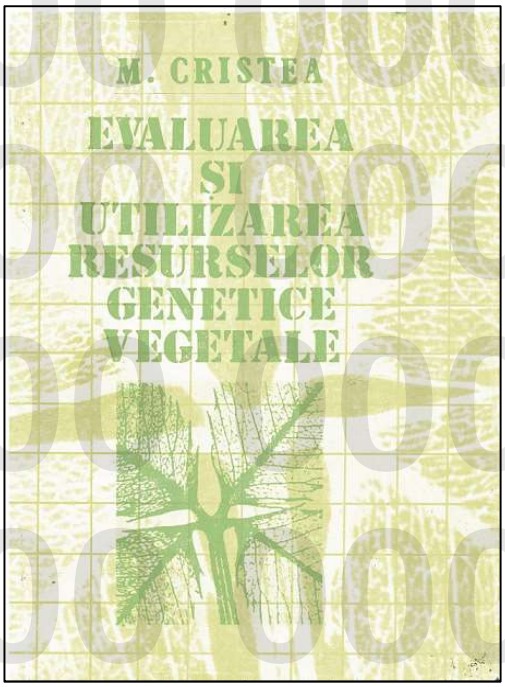
Autor : M. Cristea
Editura Academiei Române, 1977
10 capitole cuprinse în 226 de pagini



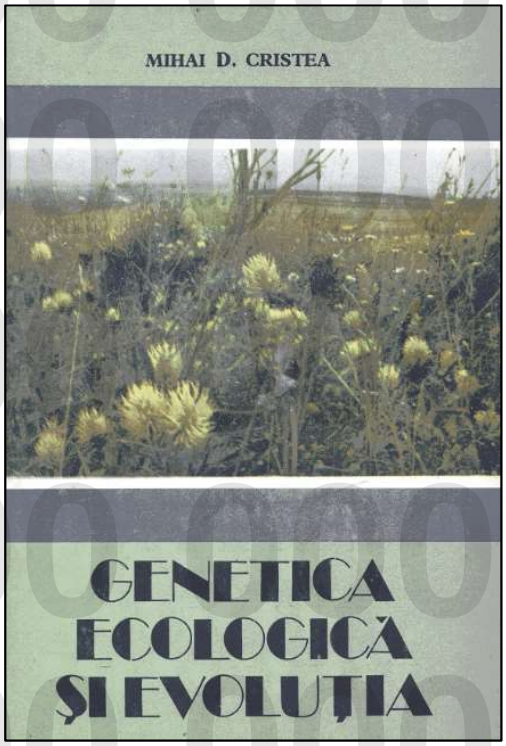
Autor : M. Cristea
Editura Academiei Române, 1981
13 capitole cuprinse în 284 de pagini



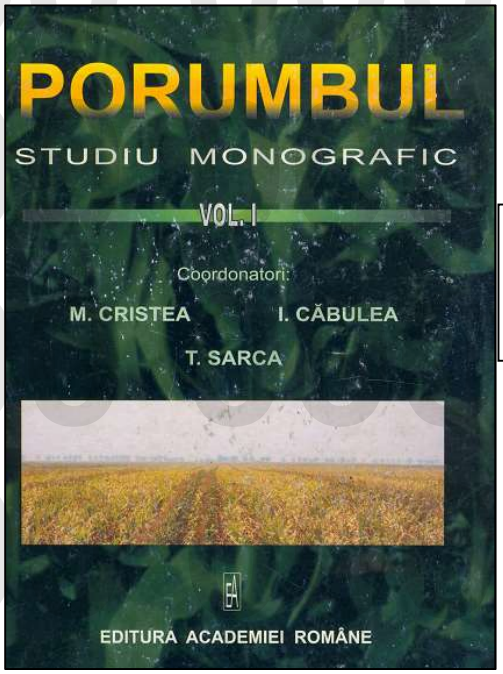
Autor : M. Cristea
Editura Academiei Române, 1985
10 capitole cuprinse în 231 de pagini



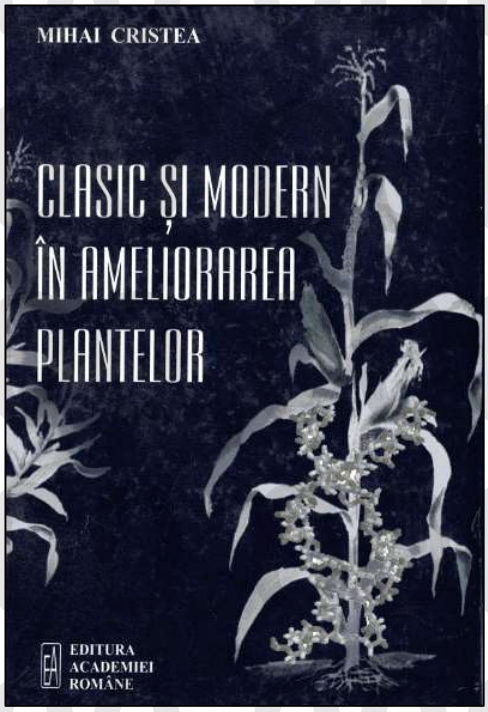
Autor : M. Cristea
Editura Academiei Române, 1988
10 capitole cuprinse în 231 de pagini



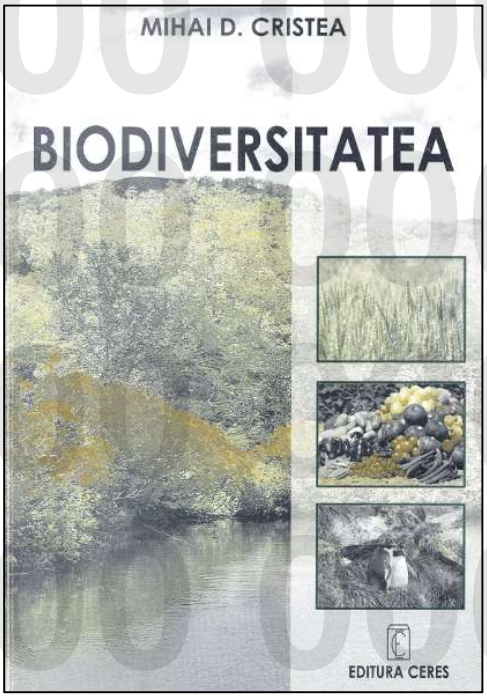
Autor : M. Cristea
Editura Academiei Române, 2006
9 capitole cuprinse în 217 pagini



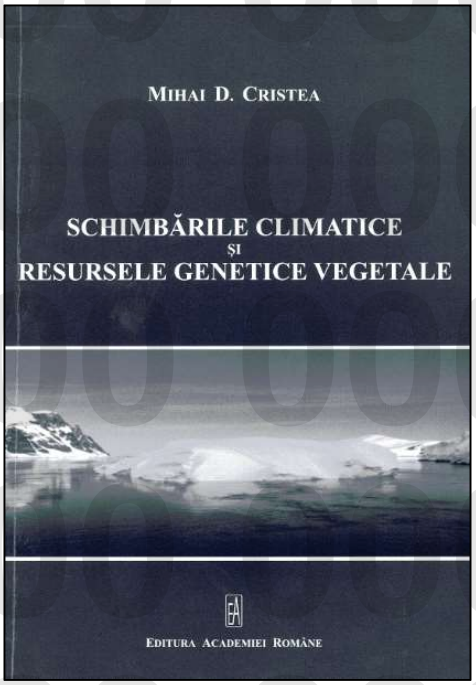
Autori :
M. Cristea, I. Căbulea, T. Sarca
Editura Academiei Române 2004
15 capitole cuprinse în 650 de pagini



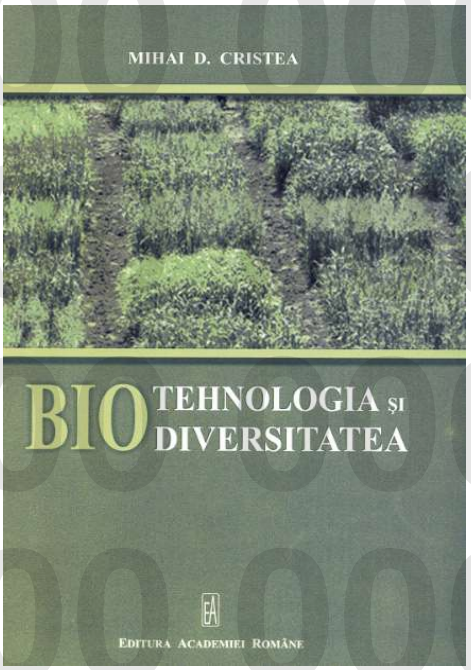
Autor : M. Cristea
Editura Ceres, București, 1991
16 capitole cuprinse în 261 de pagini



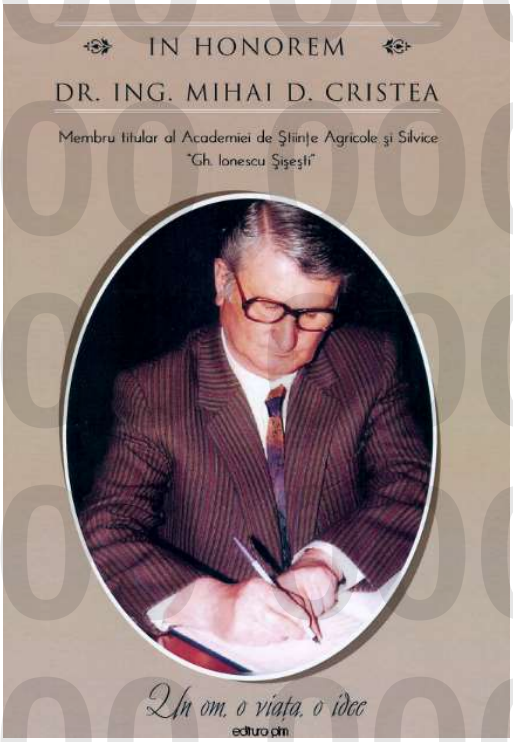
Autor : Mihai D. Cristea
Editura Ceres, București, 2006
15 capitole cuprinse în 224 de pagini



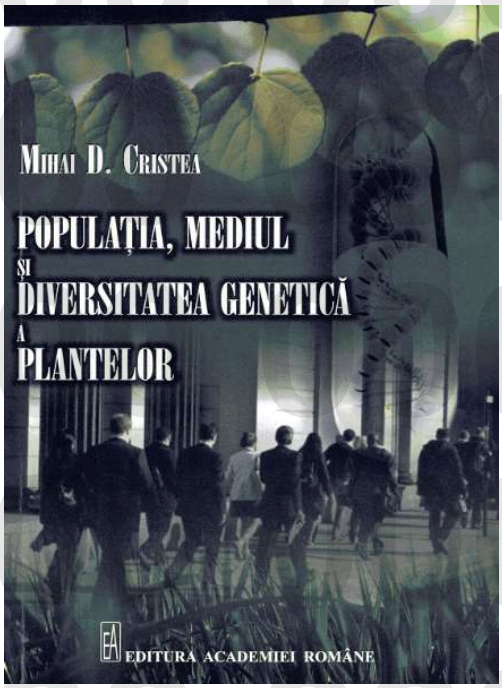
Autor : Mihai D. Cristea
Editura Academiei Române, 2011
15 capitole cuprinse în 243 de pagini



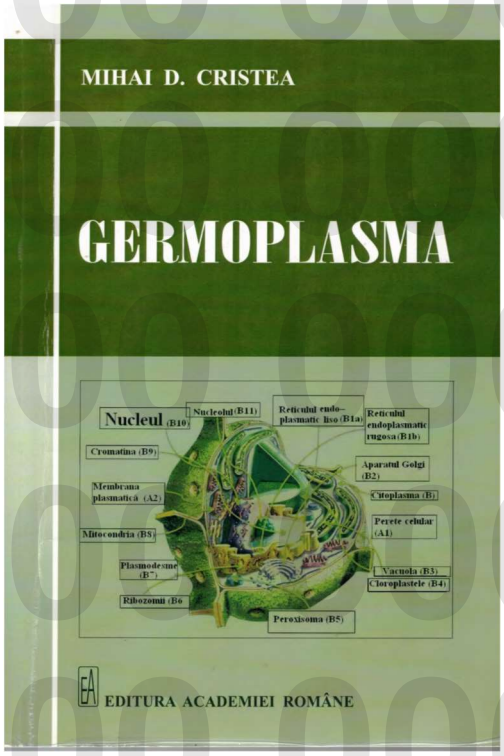
Autor : Mihai D. Cristea
Editura Academiei Române, 2012
15 capitole cuprinse în 210 pagini



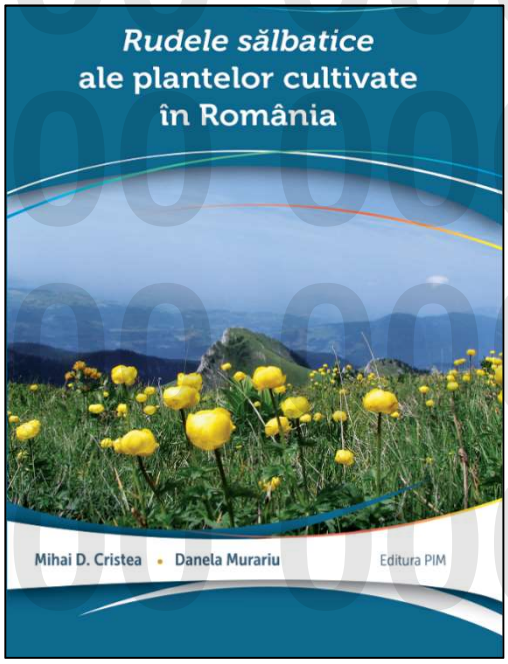
Autor : Mihai D. Cristea
Editura PIM, Iași, 2012
147 de pagini



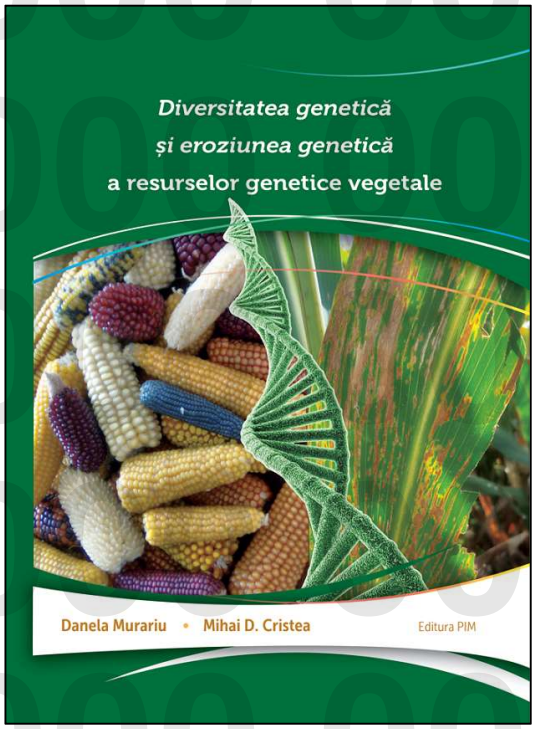
Autor : Mihai D. Cristea
Editura Academiei Române, 2013
14 capitole cuprinse în 172 de pagini



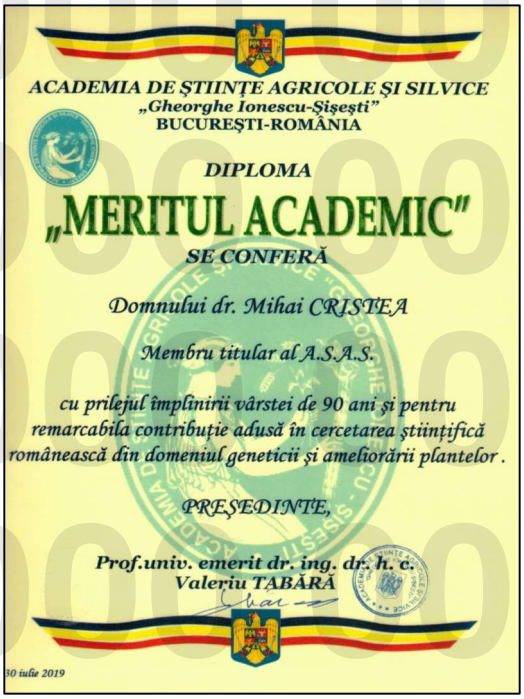
Autor : Mihai D. Cristea
Editura Academiei Române, 2017
12 capitole cuprinse în 202 pagini



Autori : Mihai D. Cristea, Danela Murariu
Editura PIM Iași, 2018
11 capitole cuprinse în 396 de pagini



Autori : Danela Murariu
Mihai D. Cristea
Editura PIM Iași, 2019
11 capitole cuprinse în 416 pagini


ACADEMIA DE ŞTIINŢE AGRICOLE ŞI SILVICE
„Gheorghe Ionescu-Şişeşti"
BUCUREŞTI-ROMÂNIA

DIPLOMA

„MERITUL ACADEMIC"

SE CONFERĂ

Domnului dr. Mihai CRISTEA

Membru titular al A.S.A.S.

cu prilejul împlinirii vârstei de 90 ani şi pentru remarcabila contribuţie adusă în cercetarea ştiinţifică românească din domeniul geneticii şi ameliorării plantelor.

PREŞEDINTE,

Prof.univ. emerit dr. ing. dr. h. c.
Valeriu TABĂRĂ

30 iulie 2019

Diploma „Meritul Academic" oferită de Academia de Științe Agricole și Silvice București în anul 2019

Glosar de termeni

ADN (acid dezoxiribonucleie) – molecule care depozitează informaţia genetică în toate organismele, cu excepţia a câtorva viruși. Informaţia codificată de ADN determină structura și funcţionarea unui organism.

ARN (acid ribonucleic) – acid nucleic complementar ADN. Cele trei tipuri de ARN relevante în procesele genetice sunt ARN mesager (mARN), ARN ribozomic (rARN) și ARN transfer (tARN).

Bază – unităţi de acizi nucleici. În cazul ADN cele patru baze sunt: adeina (A), guaninA (G), citozina (C) și timina (T).

Bacteria – orice membru al unui grup de microorganisme monocelulare de formă rotundă, spiralată, filamentoasă sau de beţișor, înconjurate de un perete/membrană celulară și lipsit de nucleu diferenţiat.

CAP – prescurtarea structurii specific a capătului 5 al majorităţii mARN din celule. Unele tulpini bacteriene sunt capabile să capteze AND liber. În general transformarea se realizează cu succes dacă ADN captat constă din fragmente de cromozom izolat din tulpini bacteriene apropiate.

CAT – cloromfenicol acetilic-transferează.

Enzimă – substanţă de natură proteică care catalizează reacţiile chimice specifice.

Genă – unitate fizică funcţională, fundamentală a eredităţii, porţiune de ADN alcătuită dintr-o succesiune ordonată de perechi de bază nucleotidice care generează un produs specific, sau îndeplinește o funcţie stabilă.

Genotip – constituţia genetică a unui organism,

GUS – gena B glucuromidază.

Himară – în tehnologia ADN recombinat semnifică un replicon constituit artificial din elemente genetice diferite.

Microinjecție – injectarea de molecule (ADN) într-o celulă cu ajutorul unui microelectrod.

Promotor – procesul de transcriere a unei gene se desfășoară începând cu o zonă care inițiază sinteza ARN și care se numește promotor.

Transformare – proces prin care celulele componente sunt capabile să primească ADN liber, izolat de alte celule. Unele tulpini bacteriene pot fi făcute competente, care înseamnă că ele devin capabile să capteze ADN liber. În general este un succes dacă ADN captat, constă din fragmente de cromozom izolat din tulpini bacteriene apropiate.

Vector – un agent purtător sau de transmisie și reprezintă molecula de ADN utilizată pentru introducerea de ADN străin în celule gazdă

BIBLIOGRAFIE

1. Abdalla AM, Reddy OUK, El-Zik KM, Pepper AE (2000), Genetic diversity amd relationships of diploid and tetraploid cottons revealed using AFLP, Theor. Appl. Genet. 102:222-229;
2. Ahuja M.R., Mohan S, (2015). Genetic diversity and erosion in plant, indicators and prevention.
3. Almekinders CJM, Louwaars NP, de Bruijn GH (1994) Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. Euphytica 78:207–216;
4. Alheit KV, Maurer HP, Reif JC et al (2012) Genome-wide evaluation of genetic diversity and linkage disequilibrium in winter and spring triticale (x Triticosecale Wittmack). BMC Genomics 13:235;
5. American Phytopathology Society (2014) History: Classroom activities in plant biotechnology. https :/ /www.apsnet.org/ edcenter / K-12/ Teachers Guide/PlantBiotechnology/Pages/ History.aspx. Accessed 12 June 2014;
6. Anderson, E, and Cutler, C. (1942) An Bissouri Bot. Gdn, 29,69-88;
7. Anderson E, Brown WL (1952) Origin of corn belt maize and its genetic significance. In: Gowen JW (ed) Heterosis. Iowa State University Press, Ames, pp 124–148;
8. Andronescu, D. (1933), Porumbul. Institutul de Arte Grafice, Bucureşti;
9. Antinescu, (1932) Contribuţii la studiul porumburilor româneşti şi străine, Bucureşti;
10. Cristea M., 1977. Rasele de porumb din România. Editura Academiei Române.
11. Cristea M. 1985. Conservarea genetică a plantelor și agricultura. Editura Academiei Române.
12. Cristea M., 2004. Rasle de porumb. In: Porubul – Studiu Monografic. Editura Academiei Române.
13. Cristea M., 2006. Clasic și modern în aeliorarea plantelor. Editura Academiei Române.
14. Cristea M., 2010. Biodiversitatea. Editura Ceres București.
15. Cristea M., 2011 Schimbările climatice și resursele genetice vegetale. Editura Academiei Române.
16. Cristea M., 2012. Biotehnologia și Biodiversitatea. Editura Academiei Române.Cristea M., 2013. Populația, Mediul și Diversitatea Geneică a Plantelor. Editura Academiei Român
17. Cristea D. Mihai, Danela Murariu (2018), Rudele sălbatice ale plantelor cultivate în România, Ed. Pim. Iași pp. 190-287;
18. Darwin, C.H.(1957) Originea speciilor. Editura Academiei Române;

19. Davey JW, Hohenlohe PA, Etter PD et al (2011) Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using next-generation sequencing. Nat Rev Genet 12:499–510;
20. Demauro MM (1993) Relationship of breeding system to rarity in the lakeside daisy (Hymenoxys acaulis var. glabra). Conserv Biol 7:542–550
21. Falk DA, Holsinger KE (eds) (1991) Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press, New York, pp 225–237.
22. FAO (2010) The second report on the state of the World's plant genetic resources for food and agriculture, Rome Fischer S, Melchinger AE, Korzun V et al (2010) Molecular marker assisted broadening of the Central European heterotic groups in rye with Eastern European germplasm. Theor Appl Genet 120:291–299;
23. FAO (1997) The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p 511 FAO (2009) The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p 60;
24. FAO (2010) The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p 399;
25. FAO (2007a) Global plan of action for animal genetic resources and the interlaken declaration. In: International technical conference on animal genetic resources for food and agriculture, Interlaken, Switzerland, 3–7 Sept 2007. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.htm;
26. FAO (2007b) The state of the world's animal genetic resources. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm;
27. FAO (2010) The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e00.htm;
28. FAO (2011) The second global plan of action for plant genetic resources for food and agriculture. In: FAO Council, Rome, Italy, 29 Nov 2011. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http:// www. fao. org/ docrep 015/ i2624e/i2624e00 .htm;
29. FAO (2014) The state of the world's forest genetic resources. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture

Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/3/a-i3825e.pdf;
30. Feldman M, Sears ER (1981) The wild gene resources of wheat. Sci Am 244:98–109
31. Filippenko și Lebedev 1971. Grapes Tr Tsentr Genet. Lab. IV Michurina 12. Plant Breeding in the seventies:useful genes from wild plant species.
32. French R., și colab., 1990. Bacterial gene insueted in an engineered RNA virus efficient expression in monocotyledonate plant cells.
33. Hamrick JL, Godt MJW, Murawski DA, Loveless MD (1991) Correlations between species traits and allozyme diversity: implications for conservation biology. In: Falk DA, Holsinger KE (eds) Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press, New York.
34. Harlan JR (1967) A wild wheat harvest in Turkey. Archaeology 20:197–201;
35. Harlan JR, De Wet JMJ, Naik SM Lambert RJ (1970) Chromosome pairing within the genomes in maize – Tripsacum hybrids. Science 167:1247–124.
36. Harlan JR (1975) Crops and man, 2nd edn. American Society of Agronomy, Madison.
37. Harlan și de Wet (1971). Toward a rational classification of cultivated plants.
38. Hajjar și Hodgkin (2007). The use of wild relatives in crop improvement a survey of developements over the last 20 years. Euphytica. 156.
39. Hawkes (1979). Genetic poverity of the potato in Europe in A.C. Zeven and A.M. von Hartes. Proceedings of the conferince: Broadening the Genetic Base of Crops Wageningen, Netherlands 3-7 July.
40. Henry RJ (2014) Genomics strategies for germplasm characterization and the development of climate resilient crops. Front Plant Sci 5:68.
41. Jensen DB, Torn MS, Hart J (1993) In our own hands: a strategy for conserving California's biological diversity. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California;
42. Karp A, Seberg O, Buiatti M (1996) Molecular techniques in the assessment of botanical diversity. Ann Bot 78:143–149;
43. Karron JD (1987) A comparison of levels of genetc polymorphism and self-compatibility in geographically restricted and widespread plant congeners. Evol Ecol 1:47–58;
44. Karron JD (1991) Patterns of genetic variation and breeding systems in rare plant species. In: Falk DA, Holsinger KE (eds), Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press, New York, pp 87–98;
45. Keeler KH (2004) Impact of intraspecific polyploidy in Andropogon gerardii (Poaceae) populations American. Midl Nat 152:63–74;

46. Kilian B, Ozkan H, Kohl J et al (2006) Haplotype structure at seven barley genes: relevance to gene pool bottlenecks, phylogeny of ear type and site of barley domestication. Mol Genet Genomics 276:230–241;
47. Kim HS, Ward RW (2000) Patterns of RFLP-based genetic diversity in germplasm pools of common wheat with different geographical or breeding program origins. Euphytica 115:197–208;
48. Kitchen SG, McArthur ED (2001) Native or not: subjective labels and their application in wildland plantings. Native Plants J 2:21–24;
49. Kitchen SG (1994) Life history variation in blue flax (Linum perenne: Linaceae) seed germination phenology. Am J Bot 81:528–535;
50. Kitzmiller JH (1990) Managing genetic diversity in a tree improvement program. For Ecol Manage 35:131–149
51. Lakhanpaul S, Singh V, Kumar S, Bhardwaj D, Bhat KV (2012) Sesame: overcoming the abiotic stresses in the queen of oilseed crops. In: Tuteja N, Singh Gill S, Tiburcio AF, Tuteja R (eds) Improving crop resistance to abiotic stress. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, pp 1251–1283
52. Ladizinsky G (1989) Ecological and genetic considerations in collecting and using wild relatives. In: Brown AH, Frankel OB, Marshall DR (eds) The use of plant genetic resources. Cambridge University Press, Cambridge, pp 297–305.
53. Li D, Pfeiffer TW, Cornelius PL (2008) Soybean QTL for yield and yield components associated with Glycine soja alleles. Crop Sci 48:571–581
54. Lucas, 1980. The war against blue mold. Science 20.
55. Mallet J (1995) A species definition for the modern synthesis. Trends Ecol Evol 10:294–299.
56. Murariu Danela, Murariu M.,(2010), Conservarea „*on farm"* în diferite areale din Bucovina a unor rase de porumb, ANNALS of the Suceava University – FOOD ENGINEERING, Anul IX , No1 – 2010;
57. Murariu Danela, Domnica Daniela Plăcintă (2017), Ovăzul, Edit. Pim Iași , pp.60-180;
58. Murariu M., Murariu Danela, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, Domnica Daniela Plăcintă, I.M. Râșca, D.P. Simioniuc, (2012) Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România, Edit. Pim, Iași;
59. Paliwal, 2002. Utilisations utiles speciaux pour selection du mais en zones tropicales.
60. Periera, Lea și Woodman (1994). Identification of genomic regions affecting plant height in sorghum and maize.
61. Phylips și Vusii, 1994. DNA based arkers in plants.
62. Pimentel D, Wilson C, McCullum C, Huang R, Dwen P, Flack J, Tran Q, Saltman T, Cliff B (1997) Economic and environmental benefits of biodiversity. Bioscience 47:747–757.

63. Prakash S, Bhat SR, Quiros CF, Kirti PB, Chopra VL (2009) Brassica and its close allies: cytogenetic and evolution. Plant Breed Rev 31:21–187.
64. Rao GU, Ben Chaim A, Borovsky Y, Paran I (2003) Mapping of yield-related QTLs in pepper in an interspecific cross of Capsicum annuum and C. frutescens. Theor Appl Genet 106:1457–1466.
65. Ram T, Majumder ND, Mishra B, Ansari MM, Padmavathi G (2007) Introgression of broad spectrum blast resistance gene(s) into cultivated rice (Oryza sativa ssp indica) from wild rice, *O. rufipogon.* Curr Sci 92:225–230
66. Redden R (2015) Wild relatives for the crop improvement challenges of climate change: the adaptation range of crops. In: Redden R, Yadav SS, Maxted N, Dulloo ME, Guarino L, Smith P (eds) Crop wild relatives and climate change. Wiley, New Jersey, pp 61–76.
67. Russel JR, Fuller JD, Macaulei H, Hatz BG, Jagoor A, Powel W, Waugh R, (1997) Direct comparison of level of genetic variation among barley accession detected by RFLPs, AFLPs, SSRs and RAPDs. Theor. Appl. Genet. 95:714-722
68. Sadiki M, Jarvis D, Rijal D et al (2007) Variety names: an entry point to crop genetic diversity and distribution in agroecosystems. In: Jarvis DI, Padoch C, Cooper HD (eds) Managing biodiversity in agricultural ecosystems. Columbia University Press, NY, pp 34–76;
69. Saltonstall K (2002) Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, Phragmites australis, into North America. Proc Natl Acad Sci USA 99:2445–2449;
70. Sarca Tr., (1982). Progresele genetice realizate în lucrările d eameliorare a hibrizilor de porumb. An. ICCPT Fundulea (jubiliar) 69-79;
71. Sarca Tr.., Ciocăzanu I., (1989) Efectele selecției recurente asupra principalellor însușiri la unele populații autohtone de porumb. An ICCPT Fundulea LVII: 9-26;
72. Sarca T. (2004). Ameliorarea porumbului, în Porumbul – Studiu monographic. Edit. Academiei Române;
73. Săulescu N.N., 1980. Posibilități genetice de sporire a capacității de producție a plantelor agricole. Prob. Genet. Teoret. Și aplic. XII; 11-41;
74. Tanksley SD, McCouch SR (1997) Seed banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. Science 277:1063–106
75. Tikka SBS, Parmar LD, Chauhan RM (1997) First record of cytoplasmic-genic male-sterility system in pigeonpea and its related wild species. J Plant Physiol 137:64–71
76. Vasil si colab., 1993. Rapid production of transgenic wheat plants by direct bombardament cultured of cultured imature embryo.
77. Vasilenko II (1973) Triticum x Agropyron hybrids. Sel Semenovod 6:71–73.

78. Vavilov NI (1926) Centers of origin of cultivated plants. Tr po Prikl Bot Genet Sel [Bull Appl Bot & Genet Sel] 16(2):139–248. [in Russian]
79. Vrânceanu, V. şi Stoenescu, F. (1970). Probleme Agric., 2,34-40;
80. Vrânceanu, V. (2000). Floarea soarelui hibridă. Editura Ceres, Bucureşti;
81. Wallace TP, Bowman D, Campbell BT et al (2008) Status of the USA cotton germplasm collection and crop vulnerability. Genetic Resour Crop Evol. doi:10.1007/s10722-008-9382-2;
82. Wang RL, Wendel JF, Dekker JH (1995) Weedy adaptation in Setaria spp. I. Isozyme analysis of genetic diversity and population genetic structure in Setaria viridis. Am J Bot 82:308–317;
83. Warburton ML, Crossa J, Franco J, Kazi M, Trethowan R, Rajaram S, Pfeiffer W et al (2006) Bringing wild relatives back into the family: recovering genetic diversity in CIMMYT improved wheat germplasm. Euphytica 149:289–301;
84. Waston R. (1983), Recombinant DNA. In: W.Q.H. Freedman, N.T.
85. Waston, R. CricK., O. (1953). Molecular structures of nucleic acids. A structure for deoxiribonse nucleic. Acid. Nature, 171, 732.
86. Willemen L, Scheldeman X, Cabellos VS et al (2007) Spatial patterns of diversity and genetic erosion of traditional cassava (Manihotesculenta Crantz) in the Peruvian Amazon: an evaluation of socio-economic and environmental indicators.Genet Resour Crop Evol 54:1599–161;
87. Williams SL (2001) Reduced genetic diversity in eelgrass transplantations affects both population growth and individual fitness. Ecol Appl 11:1472–1488;
88. Williams KA (2005) An overview of the U.S. National Plant Germplasm System's exploration program. HortScience 40:297–301;
89. Williams SL, Davis CA (1996) Population genetic analyses of transplanted eelgrass (Zostera marina) beds reveal reduced genetic diversity in southern California. Restor Ecol 4:163–180;
90. Wilcox JR (2004) World distribution and trade of soybean. In: Boerma HR, Specht J (eds) Soybeans: improvement, production, and uses, 3rd edn. Agronomy Monograph 16. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp 1–14;
91. Wright S (1931) Evolution in Mendelian populations. Genetics 16:97–159;
92. Wright SL, Bi IV, Schroder S et al (2005) The effects of selection on the maize genome. Science 308:1310–1314;
93. Zeder MA (2006) Central questions in the domestication of plants and animals. Evol Anthropol 15:105–117 Zeven AC (1998) Landraces: a review of definitions and classifications. Euphytica 104:127–139;

*
* *