

Ovăzul

**Danela Murariu,
Domnica Daniela Plăcintă**

**Editura pim
Iași, 2017**

Oat

Autori

Dr. ing. Danela Murariu, CPI, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava;

Dr. ing. Domnica Daniela Plăcintă, CPIII, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava

Cuprins

	Pag.
Capitolul 1. Cuvânt înainte	13
Capitolul 2: Istoric, răspândire, importanță (Danela Murariu).....	16
2.1. Istoric	16
2.2. Răspândire	17
2.3. Importanță economică, socială și alimentară	19
Capitolul 3. Originea și evoluția ovăzului cultivat și a rudelor sălbatică ale acestuia (Danela Murariu).....	21
3.1. Elucidarea originii și a evoluției rudelor sălbatică ale speciilor cultivate de <i>Avena</i>	21
3.1.1. Rudele sălbatică ale speciilor cultivate de ovăz	31
3.2. Speciile de buruieni invazive ce aparțin genului <i>Avena</i>	35
3.3. Statutul agricol al speciilor sălbatică	36
Capitolul 4. Analiza botanică a speciilor genului <i>Avena</i> (Danela Murariu)	39
4.1. Taxonomia speciilor genului <i>Avena</i>	39
4.2. Localizarea geografică și diversitatea morfologică a speciilor cultivate de <i>Avena</i>	50
4.2.1. Specii diploide	50
4.2.2. Specii tetraploide	51
4.2.3. Specii hexaploide	52
4.3. Localizarea geografică și diversitatea morfologică a speciilor sălbatică de <i>Avena</i>	61
4.3.1. Specii diploide	61
4.3.2. Specii tetraploide	71
4.3.3. Specii hexaploide	77
Capitolul 5. Cariotipul și citologia speciilor genului <i>Avena</i> (Danela Murariu)	83
5.1. Cariotipul speciilor genului <i>Avena</i>	83
5.1.1. Specii diploide cu genom C	84
5.1.2. Specii diploide cu genom A	86
5.1.3. Specii tetraploide cu genom CC	89
5.1.4. Specii tetraploide cu genom AB	90
5.1.5. Specii tetraploide cu genom AC	92
5.1.6. Specii hexaploide	95
Capitolul 6. Biologia ovăzului (Danela Murariu)	97

6.1. Principalele faze ale dezvoltării plantelor	97
6.1.1. Germinarea semințelor	97
6.1.2. Formarea sistemului radicular	103
6.1.3. Răsărirea plantelor	104
6.1.4. Înfrățirea	105
6.1.5. Formarea paiului	109
6.1.6. Înspicarea – Înflorirea	110
6.1.7. Formarea bobului și maturitatea plantelor	111
6.2. Principalele etape ale organogenezei	114
Capitolul 7. Cerințele ovăzului față de condițiile ecologice	
(Danela Murariu)	116
7.1. Influența temperaturii asupra ovăzului	116
7.1.1. Cerințele ovăzului față de temperatură	116
7.1.1.1. Rezistența la iernare a ovăzului de toamnă	117
7.1.1.2. Acțiunea temperaturilor scăzute din timpul iernii, asupra plantelor	119
7.1.1.3. Influența temperaturilor scăzute din cursul primăverii	121
7.1.1.4. Influența temperaturilor ridicate asupra plantelor.....	121
7.1.1.5. Rezistența la temperaturi ridicate	123
7.2. Influența umidității asupra ovăzului	123
7.2.1. Cerințele ovăzului față de umiditate	123
7.2.1.1. Rezistența la secetă	124
7.2.1.2. Acțiunea secetei asupra plantelor	125
7.3. Cerințele față de sol	127
7.4. Cerințele față de nutriția minerală	128
7.4.1. Rolul macroelementelor	129
7.4.2. Rolul microelementelor	132
7.5. Zonele de cultură	133
Capitolul 8. Bolile și dăunătorii ovăzului (Domnica-Daniela Plăcintă)	135
8.1. Istoricul cercetărilor, pagube, răspândire geografică pe plan mondial și național	135
8.2. Bolile ovăzului - identificare, agenți patogeni, epidemiologie, măsuri de control și combatere	142
8.2.1. Barley Yellow Dwarf Virus - virusul piticirii și îngălbenirii orzului (cerealelor).....	143
8.2.2. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> (Elliot & Stevens)....	146
- arsura aureolată	
8.2.3. <i>Ustilago avenae</i> (Pers & Rostr.) – tăciunele zburător	149

8.2.4. <i>Ustilago kollerii</i> (Wille) – tăciunele îmbrăcat al ovăzului	152
8.2.5. <i>Puccinia coronata</i> var. <i>avenae</i> (Cda.) Fraser et Led - rugina coronată a ovăzului	155
8.2.6. <i>Puccinia graminis</i> Pers., f.sp. <i>avenae</i> Erikss. & Henning – rugina neagră a ovăzului	158
8.2.7. <i>Helminthosporium avenae</i> Eidam - pătarea frunzelor de ovăz (helminthosporioza)	162
8.2.8. <i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>avenae</i> E. J. Marchal –făinarea ovăzului	165
8.2.9. <i>Septoria avenae</i> f.sp. <i>avenae</i> AB Frank;- septorioza frunzelor ...	168
8.2.10. <i>Fusarium spp.</i> (<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe); - fuzarioza paniculelor	171
8. 3. Dăunători ovăzului - descriere, biologie și ecologie, mod de dăunare și combatere	175
8.3.1. <i>Oulema melanopa</i> L- gândacul ovăzului	176
8.3.2. <i>Oscinella frit</i> L. - musca suedeză	178
8.3.3. <i>Stenothrips graminum</i> Uz.- tripsul ovăzului	180
8.3.4. <i>Macrosiphum avenae</i> Fabr. - păduchele ovăzului	182
8.3.5. <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn) Filipjev -nematodul tulpinilor și semințelor	185
8.3.6. <i>Heterodera avenae</i> (Wollenweber)- nematodul cu chiști.....	186
Capitolul 9. Ameliorarea ovăzului (Danela Murariu)	189
9.1. Principii generale	189
9.2. Obiectivele ameliorării ovăzului	189
9.3. Potențialul germoplasmei sălbatice de ovăz în ameliorarea ovăzului cultivat	191
9.3.1. Surse de gene pentru ameliorarea perioadei de vegetație	191
9.3.2. Surse de gene pentru ameliorarea fotoperioadei și a vernalizării.	193
9.3.3. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la cădere	195
9.3.4. Surse de gene pentru ameliorarea productivității	196
9.3.5. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la boli și dăunători.	200
9.3.5.1. Rezistența la boli	200
9.3.5.2. Rezistența la dăunători	213
9.3.6. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la factorii abiotici de stres	216
9.3.7. Surse de gene pentru îmbunătățirea calității boabelor	219
9.4. Metode și tehnici de ameliorare ale ovăzului cultivat	230
9.4.1. Selecția	231

9.4.2. Hibridarea interspecifică	234
9.4.3. Selecția mutantelor și a formelor poliploide	241
9.5. Utilizarea speciilor sălbatice în ameliorarea ovăzului cultivat; provocări, abordări și realizări	245
9.5.1. Fondul primar de gene	246
9.5.2. Fondul secundar de gene	256
9.5.3. Fondul terțiar de gene	258
9.5.4. Rolul studiilor genetice clasice și moleculare	263
9.5.4.1. Aplicații ale markerilor biochimici și moleculari.....	269
9.5.4.2. Utilizarea markerilor moleculari în lucrările de ameliorare ..	284
Capitolul 10. Conservarea genetică a speciilor genului <i>Avena</i> (Danela Murariu)	288
10.1. Evaluarea eroziunii genetice în timp și spațiu	288
10.2. Conservarea <i>in situ</i> și <i>ex situ</i> a resurselor genetice de <i>Avena</i>	293
10.2.1. Conservarea <i>in situ</i> a speciilor sălbatice de <i>Avena</i> din România	297
10.3. Bănci de resurse genetice vegetale naționale și internaționale.....	298
10.3.1. Sistemul Național de Germoplasmă al SUA	303
10.3.2. Resursele genetice vegetale din Canada.	304
10.3.3. Institutul Plantelor Industriale Vavilov – VIR (Rusia)	305
10.3.4. Resursele genetice vegetale din România	306
10.3.5. Coordonarea activităților băncilor de gene naționale	316
10.4. Metode de preservare, menținere, propagare și crioprezervare a semințelor de <i>Avena</i>	318
Capitolul 11. Multiplicarea/egenerarea resurselor genetice de <i>Avena</i> (Danela Murariu)	319
11.1. Protocolul de lucru pentru regenerarea/multiplicarea probelor de <i>Avena</i> într-o bancă de gene	320
11.1.1. Metode de regenerare/multiplicare utilizate	323
11.1.1.1. Etichetarea probelor și parcelelor.....	323
11.1.1.2. Designul experimental pentru speciile autogame.....	324
11.1.1.3. Designul experimental pentru speciile sălbatice alogame ...	325
11.1.1.4. Semănatul și fenologia plantelor.....	326
11.1.1.5. Lucrările de întreținere în perioada de vegetație a plantelor	326
Capitolul 12. Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice de <i>Avena</i> (Danela Murariu, Domnica Daniela Plăcintă)	337
12.1. Principii generale	337

12.3. Datele de pașaport ale probelor	342
12.4. Caracterizarea primară a resurselor genetice de ovăz	346
12.5. Evaluarea secundară a resurselor genetice de ovăz	350
12.6. Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice de ovăz aflate în colecția Băncii de Gene Suceava	354
12.6.1. Experimente în câmp pentru analiza calității germoplasmei de ovăz din colecția europeană	356
12.6.2. Experimente în câmp cu inoculare artificială de <i>Fusarium</i> <i>spp</i> , pe probe de ovăz provenite din colecția europeană	371
12.6.3. Experimente în câmp pentru testarea rezistenței plantelor de ovăz la îngheț	386
Capitolul 13. Ovăzul în alimentația umană (Danela Murariu)	390
13.1. Utilizarea ovăzului în consumul uman	390
13.2. Compoziția chimică a ovăzului	392
13.2.1. Compoziția chimică a cariopselor de ovăz	392
13.2.2. Compoziția chimică a plantelor verzi de <i>Avena</i> , recoltate înainte de înflorire	395
13.3. Farmacodinamica ovăzului	397
13.4. Ovăzul în medicina populară/naturistă	398
13.4.1. Folosirea ca sedativ	400
13.4.2. Folosirea cutanată	400
13.4.3. Folosirea ovăzului în alte scopuri medicinale	402
Bibliografie	406

Contents

pag.

Chapter 1. Foreword	13
Chapter 2. History, spreading, importance (Danela Murariu)....	16
2.1. History.....	16
2.2. Spreading	17
2.3. Economic, social and food importance	19
Chapter 3. The origin and evolution of cultivated oats and their wild relatives (Danela Murariu)	21
3.1. Elucidation of the origin and evolution of wild relative crop plants	21
3.1.1. Wild relatives of crop plants	31
3.2. <i>Avena</i> as invasive and weeds species	35
3.3. Agricultural status of wild oat species	36
Chapter 4. Botanical analysis of <i>Avena</i> species (Danela Murariu)	39
4.1. Taxonomy of <i>Avena</i> species	39
4.2. Geographical location and morphological diversity of <i>Avena</i> crops species	50
4.2.1. Diploid species	50
4.2.2. Tetraploid species	51
4.2.3. Hexaploid species	52
4.3. Geographical location and morphological diversity of <i>Avena</i> wild species	61
4.3.1. Diploid species	61
4.3.2. Tetraploid species	71
4.3.3. Hexaploid species	77
Chapter 5. Karyotype and cytology of <i>Avena</i> species (Danela Murariu)	83
5.1. Karyotype of <i>Avena</i> species	83
5.1.1. Diploid species with C- Genomes	84
5.1.2. Diploid species with A- Genomes	86
5.1.3. Tetraploid species with CC – Genomes	89
5.1.4. Tetraploid species with AB - Genomes	90
5.1.5. Tetraploid species with AC – Genomes	92

5.1.6. Hexaploid species	95
Chapter 6. Oat biology (Danela Murariu)	97
6.1. The main phases of plant development	97
6.1.1. Seed germination	97
6.1.2. Root system formation	103
6.1.3. The plant emergence	104
6.1.4. Tillering.....	105
6.1.5. Stem extension	109
6.1.6. Heading-Flowering	110
6.1.7. Grain formation and ripening	111
6.2. The main stages of organogenesis	114
Chapter 7. Oats requirements for ecological conditions (Danela Murariu)	116
7.1. Influence of temperature on oat	116
7.1.1. Temperature requirements of oat	116
7.1.1.1. Winter resistance of winter oat	117
7.1.1.2. Low temperature effects on plants during winter.....	119
7.1.1.3. Influence of low temperature during spring	121
7.1.1.4. Influence of high temperature on oat plants	121
7.1.1.5. Heat resistance	123
7.2. Influence of water on oat	123
7.2.1. Water requirements of oat	123
7.2.1.1. Drought resistance	124
7.2.1.2. Drought effect on plants	125
7.3. Soil requirements	127
7.4. Mineral nutrient requirements of oat	128
7.4.1. The macronutrients role	129
7.4.2. The micronutrients role	132
7.5. Crop Areas	133
Chapter 8. The oat diseases and pests (Domnica Daniela Plăcintă)	135
8.1. Research history, damage, geographical spread at worldwide and national level	135
8.2. Oat diseases - identification, pathogens, epidemiology, control measures and fight	142
8.2.1. Barley Yellow Dwarf Virus	143
8.2.2. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> (Elliot & Stevens) - halo blight	146

8.2.3. <i>Ustilago avenae</i> (Pers & Rostr.) – smuts	149
8.2.4. <i>Ustilago kolleri</i> (Wille) –smuts	152
8.2.5. <i>Puccinia coronata</i> var. <i>avenae</i> (Cda.) Fraser et Led - crown rust	155
8.2.6. <i>Puccinia graminis</i> Pers., f.sp. <i>avenae</i> Erikss. & Henning – stem rust	158
8.2.7. <i>Helminthosporium avenae</i> Eidam – helminthosporium leaf blotch	162
8.2.8. <i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>avenae</i> E. J. Marchal –powdery mildew	165
8.2.9. <i>Septoria avenae</i> f.sp. <i>avenae</i> AB Frank;- septoria leaf blight	168
8.2.10. <i>Fusarium</i> spp. (<i>Fusarium graminearum</i> (Schwabe); - <i>Fusarium</i>	171
8. 3. Oat pests - description, biology and ecology, damaging way and control	175
8.3.1. <i>Oulema melanopa</i> L- Cereal leaf beetle	176
8.3.2. <i>Oscinella frit</i> L. – fruit fly	178
8.3.3. <i>Stenothrips graminum</i> Uz.- oat trips	180
8.3.4. <i>Macrosiphum avenae</i> Fabr. - oat louse	182
8.3.5. <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn) Filipjev - stem nematode	185
8.3.6. <i>Heterodera avenae</i> (Wollenweber)- cereal cyst nematode	186
Chapter 9. Oat breeding (Danela Murariu)	189
9.1. General principles	189
9.2. Objectives of oat breeding	189
9.3. Potential of wild oat germplasm for oat improvement	191
9.3.1. Gene sources for vegetative period breeding	191
9.3.2. Gene sources for photoperiod and vernalization breeding....	193
9.3.3. Gene sources for lodging resistance breeding	195
9.3.4. Gene sources for productivity breeding	196
9.3.5. Gene sources for resistance to diseases and pests breeding	200
9.3.5.1. Diseases resistance	200
9.3.5.2. Pests resistance	213
9.3.6. Gene sources for resistance to abiotic factor breeding	216
9.3.7. Gene sources for grain quality breeding	219
9.4. Breeding methods and techniques of crop oats	230

9.4.1. Selection	231
9.4.2. Interspecific hibridization	234
9.4.3. Selection of mutants and polyploid forms	241
9.5. Use of wild oats in crop improvement; challenges, approaches and successes	245
9.5.1. The primary gene pool	246
9.5.2. The secondary gene pool	256
9.5.3. The tertiary gene pool	258
9.5.4. Role in classical and molecular genetic studies	263
9.5.4.1. Application of biochemical and molecular markers ..	269
9.5.4.2. Use of molecular markers in breeding works	284
Chapter 10. Genetic conservation of <i>Avena</i> species (Danela Murariu)	288
10.1. Evaluation of genetic erosion in time and space	288
10.2. <i>In situ</i> și <i>ex situ</i> conservation of <i>Avena</i> genetic resources	293
10.2.1. <i>In situ</i> conservation of wild <i>Avena</i> species in Romania....	297
10.3. Germplasm banks – national and international.....	298
10.3.1. United States' National Plant Germplasm System	303
10.3.2. Plant Genetic Resources of Canada	304
10.3.3. Vavilov Institute of Plant Industry – VIR (Russia)	305
10.3.4. Plant Genetic Resources of Romania	306
10.3.5. Coordination activity of national genebanks	316
10.4. Methods of preservation, propagation and cryopreservation of wild species seeds	318
Chapter 11. Multiplication/regeneration of <i>Avena</i> genetic resources (Danela Murariu)	319
11.1. The work protocol for multiplication/regeneration of <i>Avena</i> accessions in a genebank	320
11.1.1. Multiplication/regeneration methods used	323
11.1.1.1. Labeling of accesions and plots	323
11.1.1.2. Experimental design for autogame species	324
11.1.1.3. Experimental design for allogame wild species	325
11.1.1.4. Sowing and plant phenology	326
11.1.1.5. Maintenance work during plant growing	326
Chapter 12. Characterization and evaluation of <i>Avena</i> genetic resources (Danela Murariu, Domnica Plăcintă)	337
12.1. General principles.....	337
12.2. Clarifications on use of the list of oat descriptors	339

12.3. Passport data	342
12.4. Primary characterization of oat accessions	346
12.5. Secondary evaluation of oat accesions	350
12.6. Characterization and evaluation of oat genetic resources in Suceava Genebank collection	354
12.6.1. Field experiments and sampling seeds for quality analysis	356
12.6.2. Field experiments with artificial <i>Fusarium</i> inoculation ...	371
12.6.3. Filed experiment for analysis of cold tolerance	386
Chapter 13. Oats in human food (Danela Murariu)	390
13.1. Uses of oats in human food	390
13.2. The chemical composition of oats	392
13.2.1. The cehmical composition of grain oats	392
13.2.2. The chemical composition of <i>Avena</i> green herbs, harvested before flowering	395
13.3. Pharmacodynamics of oats	397
13.4. Oat in traditional/naturist medicine	398
13.4.1. Use as a sedative	400
13.4.2. Cutaneous use	400
13.4.3. Use for other purposess	402
Bibliography	406

Capitolul 1

Cuvânt înainte

Ovăzul face parte din marea familie a cerealelor, fiind considerat o cereală minoră, dar care are o importantă tradiție și istorie europeană. Are un mare potențial de ameliorare, motivat de multitudinea de resurse genetice stocate în Băncile de gene din Europa.

În România, ovăzul este o cultură folosită în special pentru furajarea animalelor, mai ales a cabalinelor și ovinelor. În schimb, în țările din vestul și nordul Europei, boabele de ovăz sunt tot mai mult folosite în consumul uman.

Valoarea ridicată a ovăzului în nutriția umană este recunoscută pe scară largă de Asociația Americană a Alimentelor și Medicamentelor (Hampshire 1998), din cauza conținutului de proteină ridicat (22,5%) și a valorii acesteia, asigurată de prezența lizinei. De asemenea, conținutul de grăsimi mai ales de acizi grași polinesaturați este relativ mare, iar conținutul de fibre poate ajunge până la 65%, calitatea lor fiind determinată de solubilitatea și vâscozitatea ridicate, fapt ce-i conferă efecte hipocolesterolemice.

Ovăzul este o cultură favorabilă pentru agricultura durabilă, fiind o cereală care nu solicită cheltuieli deosebite de producție. De asemenea, este potrivit pentru agricultura ecologică, obținându-se producții ridicate, comparabile cu cele obținute în agricultura intensivă (Saastamoinen și colab., 2004, Meyer și Zwingelberg 1996). Aceasta se datorează cererii scăzute de îngrășămintă cu azot, rezistenței crescute la fungi (fusarioze, tăciune zburător, etc.) și competitivității ridicate cu buruienile. Poate fi folosit cu succes în rotația culturilor de cereale datorită rezistenței ridicate la boli, determinând astfel, reducerea numărului de tratamente chimice și la celelalte cereale ce urmează după ovăz.

Pornind de la ideea că această cultură trebuie reconsiderată ca o cereală folosită în consumul uman, iar în literatura de specialitate din România nu există cercetări privind calitatea boabelor de ovăz și utilizarea lor în alimentație, lucrarea de față, prin intermediul celor 13 capitole prezintă botanica și genetica speciilor de Avena, conservarea și caracterizarea morfo - fiziologică a germoplasmei de ovăz, ameliorarea și utilizarea ovăzului în alimentația umană.

Prin modul de alcătuire a lucrării și prin multitudinea rezultatelor de cercetare obținute, ne exprimăm încrederea că lucrarea „Ovăzul” care reprezintă

o noutate pentru literatura noastră de specialitate, va fi de real folos, instituțiilor de cercetare agricolă, cadrelor didactice și studenților din învățământul superior agricol, precum și cultivatorilor de ovăz.

În final, doresc să adresez mulțumiri domnului dr. ing. Cristea D. Mihai, membru titular al A.S.A.S. București, pentru sprijinul deosebit de generos acordat în alcătuirea cuprinsului acestei lucrări, precum și pentru sugestiile date pe parcursul elaborării tuturor capitolelor.

Danela Murariu

Capitolul 2

Istoric, răspândire, importanță,

2.1. Istoric

Din punct de vedere istoric ovăzul este cunoscut înainte de Hristos dar nu a fost important pentru om mai devreme decât grâul sau orzul. La început, ovăzul, probabil, a existat ca buruiană, în câmpurile semănate cu alte cereale, timp de secole, înainte de a fi cultivat de om. Unii cercetători cred că ovăzul din timpurile noastre reprezintă o mutație a ovăzului sălbatic care a fost identificat pentru prima dată ca buruiană în Asia Mică și sud-estul Europei nu cu mult timp înainte de nașterea lui Hristos. Site-urile arheologice indică faptul ca la început ovăzul era considerat o buruiană în culturile de grâu și orz (Hansen și Renfrew, 1978; Hillman și colab., 1989, Hopf, 1969, Renfrew, 1969).

Ovăzul comun (*Avena sativa*) este o specie cultivată, existând în unele zone încă trei specii care de asemenea sunt cultivate: ovăzul roșu, (*Avena byzantina* C. Koch) ovăzul cu ariste (*Avena strigosa* Scrch.) și ovăzul etiopian (*Avena abyssinica* Hochst).

Domesticirea ovăzului a avut loc probabil înafara centrelor de origine. Totuși, timpul și locul domesticirii celor patru specii rămân necunoscute. Se crede că în timpul epocii neolitice, a fost introdus accidental în nordul Europei, ca buruiană. Datorită bunei adaptări la climatul umed și rece, ovăzul a câștigat teren în fața grâului și orzului (Murphy și Hoffman, 1992).

Cele mai vechi boabe de ovăz au fost descoperite în Egipt, printre rămășițele dinastiei a XII-a, care a fost cu aproximativ 2.000 Î.H. Acestea au fost, probabil, semințe de buruieni și nu semințe obținute de egipteni, de la plante cultivate,. Cele mai vechi semințe de ovăz cultivat au fost descoperite în peșterile din Elveția, care se crede ca fac parte din epoca bronzului.

2.2. Răspândire

Existența numeroaselor specii și subspecii face dificilă identificarea celor mai vechi specii. Cu privire la răspândirea ovăzului se cunoaște că centrul genic cu cea mai mare diversitate de forme, este în Asia Mică, unde se găsesc cele mai multe subspecii ale genului *Avena*.

Grecii și romanii nu au acordat prea multă atenție ovăzului, probabil pentru că erau familiarizați doar cu ovăzul sălbatic, Cultivarea ovăzului în zona Mării Caspice și în Câmpia Caucaziană sau în câmpiile învecinate ale Turkmenistanului, scoate în evidență folosirea acestei culturi în nord-vestul Europei în perioadele pre-istorice.

Romanii au adus ovăzul la nord de Alpi și l-a numit "pâinea din boabe barbare, a germanilor". Plinius afirma că germanii cultivă ovăz pentru a consuma boabele sale sub formă de fiertură. El spunea că ovăzul nu este decât o buruiănă printre cereale, care determină degenerarea orzului și a grâului. Chiar și astăzi, ovăzul este cultivat în climatele sudice în primul rând pentru a fi folosit ca nutreț pentru animale. Sensul cuvântului *Avena*, pe care romanii l-au folosit pentru a desemna atât ovăzul cultivat cât și cel sălbatic, nu a fost încă descifrat. Este posibil să derive din cuvântul sanscrit "Avi", însemnând "oi" sau "avasa", care înseamnă "aliment". Grimm (1988) a constatat că, în multe limbi europene cuvântul "ovăz" provine din

cuvântul berbec. Din acest motiv, ovăzul a dobândit numele de "nutreț pentru oi și capre".

Este evident că domesticirea celor patru specii de ovăz a fost independentă (Harlan, 1977; Zohary, 1971). Cercetările arheologice au descoperit forme domestice de ovăz în Europa Centrală care au fost datate la începutul secolului XVIII (Zohary și Hopf, 1988). Într-o perioadă similară, ovăzul cultivat apare și în China (Baum, 1977) În Europa medievală ovăzul a fost cultivat atât ca furaj pentru animale dar și ca aliment pentru om, mai ales pe solurile sărace, neprielnice pentru cultivarea altor cereale (Moore-Colyer, 1995).

În America, ovăzul a fost introdus alături de alte cereale în secolele XVI-XVII. Mai întâi a fost adus în America de Nord, în anul 1602 cu alte cereale și a fost cultivat în Insulele Elisabeth în largul coastei din Massachusetts. Încă din 1786, apare menționat că George Washington, a semănat 580 acri cu ovăz. În anii 1860 - 1870, se stipulează în documentele vremii că zona de cultură a ovăzului a fost în partea superioară a văii Mississippi, care a rămas până astăzi cea mai întinsă suprafață cultivată cu ovăz. Ovăzul roșu, pentru prima dată, a fost adus de spanioli în partea de sud a Americii de Nord și în America de Sud; ovăzul comun este adus mai târziu de comercianții englezi și germani (Murphy și Hoffman, 1992) Comercianții englezi au introdus ovăzul și în Australia (Murphy și Hoffman, 1992).

În România, în perioada 1934-1938, ovăzul se cultiva pe 674 mii ha, iar în perioada 1948-1952, pe 507 mii ha. În perioada 2011-2013, s-a cultivat cu ovăz aproximativ 206 mii ha, reprezentând 4% din suprafața ocupată cu cereale. Circa 70% din suprafața totală cultivată cu ovăz în România se găsește în Transilvania, vestul țării și în Nordul Moldovei.

2.3. Importanță economică, socială și alimentară

Sub aspect economic, ovăzul ocupă locul șapte în grupa cerealelor, după porumb, orez, grâu, orz, sorg și mei. Este cultivat pe tot globul, dar cele mai mari cultivatoare zone sunt situate în emisfera nordică între latitudinea de 40^0 și 60^0N în America de Nord, Europa și Asia. Marii producători sunt Rusia, Canada și Polonia. În ultimele decenii media anuală a producției de ovăz a fost de 23 milioane de tone/an reprezentând jumătate din producția anului 1960 (FAO, 2013). Această descreștere a producției se datorează creșterii producțiilor la cerealele mai profitabile, descreșterii efectivului de cabaline și o mai bună specializare a sectorului agricol. Ovăzul este mai bine adaptat pe solurile acide și la climatul rece și umed decât alte cereale, dar este sensibil la deficitul de apă și căldură în timpul formării semințelor și la maturitate (Murphy și Hoffman, 1992). Cele mai mari producții au fost înregistrate în țările din nordul Europei, cu 30% mai puțin în țările din America de Nord, în timp ce în Africa producția medie nu depășește 30% din producția medie înregistrată în Europa (FAO, 2013).

În România, producția totală în anul 2013 a fost de 249 mii tone cu o producție medie de 1,2 tone/ha. Din totalul producției obținute numai 2% s-a folosit pentru consumul uman, restul pentru furajarea animalelor.

Aceste mari diferențe sunt datorate mai multor factori, cei mai importanți fiind condițiile climatice și modernizarea agriculturii, aici incluzându-se și ameliorarea speciilor de *Avena* aflate în cultură.

Ovăzul este cultivat pentru semințe, pășunat, furaj și așternut pentru animale sau pentru rotația culturilor, în funcție de regiunile de pe glob.

Locul relativ important care se acordă ovăzului în agricultura mondială este determinat de însușirile sale alimentare valoroase. Astfel, boabele de ovăz sunt de neînlocuit în alimentația cabalinelor; nici nu se poate concepe creșterea acestei specii fără o hrană substanțială cu ovăz. El este utilizat și în hrana altor specii de animale precum: tauri pentru reproducție, vaci de lapte, berbeci, păsări, etc (Anderson și Borjesdotter, 2011; Marshall și colab., 1992).

Produsele secundare ale culturii ovăzului sunt paiea și pleava. Paiele au valoare furajeră ridicată, fiind superioare acelor de grâu sau secară; pleava de asemenea este mai hrănitoare decât a celorlalte cereale.

Este de menționat că ovăzul se cultivă nu numai pentru boabe, dar și ca plantă producătoare de nutreț verde sau fân, semănat fiind în acest scop singur sau în amestec cu alte culturi (măzăriche, mazăre, etc)

Un loc important ocupă și în alimentația umană sub formă de fulgi, făină, grișuri, cafea. Trebuie subliniat faptul că valoarea nutritivă și digestibilitatea boabelor sunt foarte ridicate, ceea ce face ca ele să fie recomandate în alimentația oamenilor bolnavi sau în coalescență și a copiilor. Cu toate că are valoarea nutritivă ridicată, numai 10% din ovăzul produs se folosește în consumul uman (Anderson și Borjesdotter, 2011).

Studii recente efectuate la ovăz au fost direcționate pe diverse probleme cum ar fi: valoarea nutrițională a boabelor de ovăz în alimentația umană, diete speciale pentru alimentația cailor, rolul său în agricultura sustenabilă și utilizarea sa ca biogaz (Maja Boczkowska

Capitolul 3

Originea și evoluția ovăzului cultivat și a rudelor sălbatice ale acestuia

3.1. Elucidarea originii și a evoluției rudelor sălbatice ale speciilor cultivate de *Avena*

Studiile realizate la sfârșitul anilor '50 și începutul anilor '60, în regiunile de origine și de maximă diversitate a speciilor de *Avena* (Baum și colab., 1972a, b; Rajhathy și colab. 1964, 1966) au atras atenția cercetătorilor asupra cariologiei și citogeneticii speciilor cultivate și a rudelor sălbatice de *Avena*. Aceste studii au ajutat la înțelegerea mecanismelor responsabile pentru izolarea reproductivă a speciilor. Încă din anii '50 investigațiile efectuate asupra ovăzului cultivat și a celui sălbatic au dus la încrucișări interspecifice pentru elucidarea originii ovăzului cultivat (Rajhathy și Thomas 1974). Obiectivul teoretic al acestor studii a fost de a stabili strămoșul diploid al ovăzului cultivat hexaploid, care să ducă la înțelegerea citogeneticii acestei specii și să clarifice formula sa genomică și direcția evoluției sale.

Primele studii privind formula genomică a ovăzului cultivat au fost realizate de Nishiyama (1929), care a încrucișat *A. sativa* cu *A. strigosa*. Într-un alt experiment, mai târziu, tot el a încrucișat *A. strigosa* cu speciile diploide *A. hirtula* și *A. wiestii*, rezultând descendenți fertili iar cromozomii lor au fost complet omologi,

sugerând faptul că aceste specii au același genom și aparțin unui singur grup, confirmându-se astfel, ceea ce a spus Malzev (1930) despre înrudirea dintre cele două specii diploide și *A. strigosa*. S-a constatat că aceste două specii au o structură cromozomică identică pentru că hibrizii formați au șapte bivalenți (Rajhathy, 1966).

Specia diploidă *A. atlantica* a fost încrucișată cu *A. strigosa* obținându-se descendenți fertili. Pe această bază unii autori consideră că *A. atlantica* este analogul sălbatic al speciei *A. strigosa*, în loc de *A. hirtula* (Rajhathy și Morrison 1959).

La alte specii diploide cu genom A [*A. canariensis* (Ac), *A. damascena* (Ad), *A. prostrata* (Ap), și *A. longiglumis* (Al)], rezultatele hibridărilor sunt diferite: *A. prostrata* este destul de compatibilă cu toate celelalte specii, *A. longiglumis* este compatibilă numai cu *A. strigosa*, în timp ce hibrizii rezultați dintre *A. canariensis* și *A. damascena* sunt sterili (Rajhathy și Morrison 1959; Rajhathy 1961; Rajhathy și Baum 1972; Baum și colab. 1973; Ladizinsky 1973a; Leggett 1984, 1987). De asemenea, hibrizii rezultați prin încrucișarea speciilor *A. strigosa*, *A. hirtula*, *A. wiestii*, și *A. atlantica* au un cariotip similar și sunt interfertili. Conform rezultatelor obținute prin folosirea metodei de hibridare a ADN ului, s-a demonstrat că cromozomii speciilor *A. lusitanica*, *A. hispanica*, și *A. matritensis* sunt omologi cu ai speciei *A. strigosa*. Cromozomii speciilor *A. longiglumis* și *A. prostrata* sunt mult mai asemănători între ei în comparație cu cei ai speciei *A. strigosa*, care diferă prin modul de rearanjare a cromozomilor. *A. damascena* și *A. canariensis* se deosebesc de *A. strigosa* prin cel puțin trei translocatii; cele mai mari diferențe între cromozomi sunt la specia *A. canariensis* care își asumă calitatea de progenitor comun pentru *A. damascena*, și *A. prostrata* (Jellen și Leggett 2006). Încrucișările speciei diploide *A. pilosa* cu ovăzul cultivat au scos în evidență omologia parțială a cromozomilor

pentru una dintre aceste specii. O omologie ridicată sau completă s-a obținut prin încrucișarea speciilor diploide cu genom A cu speciile hexaploide. Totuși, aceste specii sunt incompatibile la încrucișările cu *A. pilosa*. Astfel, s-a tras concluzia că *A. pilosa* are și o variantă cu genom C (Rajhathy 1966). Speciile cu genom C se încrucișează între ele fără să apară probleme de incompatibilitate, iar hibridii rezultați au șapte bivalenți, dar nu s-a obținut nici un hibrid interspecific între specii cu genom A și cele cu genom C. În astfel de studii, ca donor de genom C, s-a folosit specia *A. ventricosa* (Rajhathy și Thomas 1967). Habitatul natural al acestei specii (Algeria și Cipru) este complet izolat de speciile cu genom A, ceea ce-i confirmă incompatibilitate. Deficitul de bivalenți în meioză la hibridul rezultat prin încrucișarea speciilor *A. strigosa* (genom A) x *A. pilosa* (genom C) confirmă diferența semnificativă dintre aceste două genomuri (Nishiyama și Yabuno 1975).

Rezultatele studiilor de citogenetică a speciilor cu genom C sunt în concordanță cu cele efectuate de Malzev (1930) care a indicat o diferență semnificativă în ecologia și morfologia acestor taxoni recunoscând două grupe de specii diploide: *A. pilosa*, *A. clauda* și *A. ventricosa*, *A. bruhnsiana*. Prin încrucișarea speciilor din primul grup au rezultat urmași fertili (Rajhathy și Thomas 1967; Nishiyama și Yabuno 1975) demonstrându-se izolarea reproductivă a speciilor din al doilea grup.

Încrucișările interspecifice între speciile diploide și speciile cu alte niveluri de ploidie demonstrează că speciile cu genom A ar proveni din speciile *A. strigosa* și *A. longiglumes* (Rajhathy 1971a) sau *A. canariensis* (Baum și colab., 1973). S-a descoperit numai omologia parțială între cromozomii speciilor diploide cu genom A și cei ai ovăzului cultivat (Rajhathy și Thomas 1974). Caracterele morfologice ale speciei *A. canariensis* sugerează că această specie ar

putea fi progenitorul speciilor tetraploide și hexaploide (Baum et al. 1973), dar studiile citologice nu dezvăluie omologia completă între cromozomii acestor specii (Leggett 1980). După aceea, genomul A s-a dezvoltat independent de genomul C, care a adus o mulțime de variante de genomuri (Al, Ap, Ad, Ac, As) și în final s-a format specia diploidă cultivată *A. strigosa* cu genom A (Loskutov 2008).

Pe baza unor dovezi concrete, s-a sugerat că *A. ventricosa* ar putea fi donorul diploid a genomului C pentru speciile tetraploide și hexaploide (Rajhathy, 1966). Toate speciile tetraploide pot fi clasificate în patru grupe în funcție de cariotipul lor, morfologia și caracterul patern de conjugare cromozomială în meioză a hibrizilor interspecifici.

Grupul 1 include *A. barbata*, *A. vaviloviana*, și *A. abyssinica*. Din punct de vedere genetic sunt uniforme și posedă genom AB. Legăturile lor au fost confirmate mai târziu prin faptul că speciile tetraploide ale acestui grup sunt autotetraploide, originare din speciile diploide *A. hirtula* și *A. wiestii* (Holden 1966; Ladizinsky și Zohary 1968; Sadasivaiah și Rajhathy 1968). S-a sugerat că speciile cu genom AB au rezultat din speciile diploide cu genom A (Rajhathy și Thomas 1974). În studii mai recente acest genom este denumit AA' (Fabijanski și colab.1990). Aceste specii se încrucișează cu toate speciile genului *Avena*, cu excepția speciilor diploide cu genom C (Leggett and Markland 1995). Ambele specii tetraploide din acest grup: *A. vaviloviana* și *A. abyssinica*, au fost găsite în Etiopia, unde au întâlnit cele mai favorabile condiții de climă și sol, răspândindu-se în partea de sud a coastei mediteraneene, dar nu s-au extins și în alte zone datorită climatului arid mai sever din țările învecinate cu Etiopia. Trebuie menționat că speciile cultivate, diploide și hexaploide au și varietăți cu bobul golaș, în timp ce speciile tetraploide nu conțin varietăți cu bobul golaș. În opinia unor cercetători, acest fenomen se

datorează faptului că speciile tetraploide nu s-au răspândit foarte mult față de centrul de origine și nu prezintă mutații recesive (Loskutov 2008).

Speciile cu genom A și AB (AA') au vârful paleii inferioare biaristulat și în multe cazuri fiecare floare este dezarticulată. Unele dintre aceste specii au specii analoage cultivate, cu același nivel de ploidie (*A. wiestii*, *A. hirtula* = *A. strigosa*; *A. vaviloviana* = *A. abyssinica*) cu o vastă arie de răspândire, fiind considerate buruieni (*A. wiestii*, *A. hirtula*, *A. barbata*, etc.), destul de active. Binenteles acest grup, aparent nu a luat parte la dezvoltarea ovăzului hexaploid (Loskutov 2008).

Grupul 2 include *A. magna* și *A. murphyi*. Prin încrucișarea speciilor diploide cu genom As x *A. magna* au rezultat hibrizi parțial sterili (Leggett 1987). Examinarea citologică a hibridului F1 rezultat din încrucișarea speciilor *A. barbata* x *A. magna* a evidențiat că aceste specii nu sunt înrudite. De asemenea, prin încrucișarea dintre *A. sativa* x *A. magna* au rezultat în F1, hibrizi sterili (Thomas 1988). Puternica asemănare morfologică între *A. magna* și speciile sălbatice hexaploide și modelul meiotic al hibrizilor pentaploizi obținuți prin utilizarea speciei *A. sativa* sugerează că *A. magna* poate fi implicată în evoluția speciilor hexaploide, ca progenitor tetraploid cu genom AC (Ladizinsky și Zohary 1971). Încrucișările reciproce între *A. magna* x ovăzul cultivat și alte specii hexaploide demonstrează rolul său important în evoluția speciilor hexaploide (Ladizinsky, 1988). Rezultatele hibridărilor interspecifice au determinat oamenii de știință să tragă concluzia că speciile tetraploide cu genom AC, au originea probabilă în speciile diploide care poartă aceste componente: *A. canariensis* (genom A) și *A. ventricosa* (genom C). Conform unei opinii alternative speciile cu genom A – *A. magna* și *A. strigosa* sunt identice, iar cele cu genom C – *A. magna* și *A. pilosa* sunt

asemănătoare. Totuși, mai târziu această ipoteză a fost eliminată (Leggett și Markland 1995; Leggett 1998).

Grupul 3 al speciilor tetraploide include specia perenă și autogamă *A. macrostachya*. Malzev (1930), definește trăsăturile morfologice ale acestei specii ca fiind caracteristice celui mai primitiv ovăz. Încrucișările acestei specii cu speciile diploide ce posedă variații ale genomului A (*A. damascena*, *A. prostrata*, *A. atlantica*, și *A. canariensis*) demonstrează omologia cromozomilor (Leggett 1985, 1992b). Potrivit altor studii, cei mai viabili hibrizi s-au obținut între *A. pilosa* și *A. macrostachya*. Adeseori, la acești hibrizi se formează cromozomi trivalenți în metafază. Hibrizii rezultați dintre *A. atlantica* x *A. prostrata* prezintă șapte cromozomi bivalenți (Pohler și Hoppe 1991). Studiile de mitoză efectuate pe hibridul rezultat din încrucișarea speciilor *A. barbata* x *A. macrostachya* sugerează originea autotetraploidă a speciei *A. macrostachya* și înrudirea strânsă a acestor specii, deși hibrizii rezultați au fost sterili, chiar dacă după duplicarea cromozomilor s-a realizat tratamentul cu colchicină (Hoppe și Pohler 1989). Diferențierea aparentă în morfologia speciei *A. macrostachya* și procentajul scăzut de conjugare a cromozomilor în meioză, la hibridul rezultat din încrucișarea speciilor *A. macrostachya* cu *A. sativa* și *A. murphyi* indică faptul că *A. macrostachya* nu este implicată în evoluția speciilor tetraploide sau hexaploide (Leggett, 1985). Multe studii evidențiază faptul că genomul speciei *A. macrostachya* se aseamănă mai mult cu genomul C al speciei *A. pilosa* decât cu genomul A de la *A. strigosa* (Leggett, 1990).

Se consideră că genomul speciei *A. macrostachya* este mult mai asemănător cu speciile diploide cu genom C decât cele cu genom A și situația poate fi mai complicată atunci când se operează la nivel de genă (Jellen și Leggett 2006). Este singura specie autotreploidă din cadrul genului *Avena* (Rodionov și colab., 2005), în timp ce toate

celelalte specii tetraploide sunt rezultatul hibridării diferiților progenitori diploizi (Badaeva și colab., 2005).

În același timp, potrivit cercetărilor efectuate de Rodionov și colab., (2005) divizarea filogenetică a liniilor de ovăz s-a realizat la speciile cu genom A și C, fiind însoțită și de acumularea de diferite secvențe repetate dispersate și acumularea de tranziții și transversii specifice pentru fiecare ramificație. Mai târziu, liniile cu genom C s-au segregat în ramificații filogenetice ale speciei *A. macrostachya*, după care progenitorii speciei *A. macrostachya* au avut un număr dublu de cromozomi și au generat blocuri mari de heterocromatină C, care au determinat caracteristica principală a genomului C la specia *A. macrostachya*.

Grupul 4, include specia *A. agadiriana* care nu poate fi considerată independentă pentru că a fost puțin studiată. Prima dată *A. agadiriana* a fost descoperită în cadrul unei colecții de *A. canariensis*, nefiind identificată în natură. Mai târziu a fost găsită într-un habitat natural diferit de al speciei *A. canariensis*.

Specia diploidă *A. canariensis* este endemică și se găsește în Insulele Canare (Spania), iar specia tetraploidă *A. agadiriana* se găsește numai în Maroc. Cu toate acestea, se crede că *A. agadiriana* este mai strâns legată de *A. barbata* decât oricare alte specii tetraploide și are în compoziție genomul AB (Leggett 1988). Mai mult decât atât, *A. agadiriana* este similară cu *A. magna*, *A. murphyi*, și alte specii hexaploide în ceea ce privește structura lodiculelor, forma vârfului paleei inferioare, etc. Participarea speciei *A. agadiriana* în evoluția speciilor hexaploide este demonstrată de elementele enumerate mai sus, dar și de compatibilitatea la încrucișare între speciile hexaploide și speciile menționate (Thomas 1988; Alicchio și colab., 1995).

Încrucișările interspecifice au fost utilizate, de asemenea

pentru determinarea constituției genomice a celui mai important grup de specii hexaploide. Încrucișarea speciei diploide *A. strigosa* cu genom As și a speciilor tetraploide cu genom AB cu *A. sativa* a demonstrat că specia hexaploidă are genomul A dar îi lipsește genomul B. În studii ulterioare s-a dovedit că genomurile A și C sunt similare având gene corespondente la speciile diploide și tetraploide, în timp ce originea genomului D este încă necunoscută (Rajhathy și Thomas 1974). A fost propusă următoarea cale evolutivă: *A. canariensis* → *A. magna* → *A. sterilis* (Baum și colab., 1973). Mai târziu s-a demonstrat că speciile cu genom A: *A. magna* și *A. sterilis* sunt mult mai asemănătoare, decât alte două specii cu genom A: *A. abyssinica* și *A. sativa*. S-a sugerat de asemenea, că *A. magna* a fost donorul genomurilor AC pentru speciile hexaploide (Thomas, 1988). Mai târziu, s-a constatat că genomurile A și D sunt asemănătoare între ele, dar diferite de genomul C (Leggett și Markland, 1995). Este posibil ca genomul A de la speciile diploide să fie strămoșul genomurilor A și D de la speciile hexaploide (Linares și colab., 1996).

Studii recente au demonstrat că este posibil ca genomul D să fie o variantă a genomului A la fel ca și genomul B, dar diferit de acesta din urmă (Leggett 1997). Pe de altă parte, Katsiotis și colab. (2000) au raportat elemente repetitive de ADN, comune cu cele de la *Arrhenatherum* și de la speciile de *Avena* cu genom A, dar au fost fie absente, mai puțin abundente sau polimorfe la speciile de *Avena* cu genom C.

Recent, a fost descoperită o nouă specie tetraploidă *A. insularis*. S-a sugerat că ar fi unul din progenitorii speciilor hexaploide și că se presupune că are genom CD sau CA. Prin încrucișarea acestei specii, numai cu *A. strigosa* au rezultat hibrizi fertili. Deși se aseamănă mult cu *A. magna* și *A. murphyi*, hibrizii rezultați au fost sterili, s-au obținut hibrizi parțial fertili prin

În cazul genului *Avena*, se pare că arealul de domesticire nu coincide cu arealul primar de distribuție sau cu centrele de origine ale progenitorilor buruieni (Vavilov 1965a, 1992).

Malzev (1930) a localizat originea ovăzului hexaploid în sud-vestul Asiei. Baum (1972) consideră specia *A. septentrionalis* (= *A. hybrida*) cel mai apropiat progenitor al ovăzului cultivat. Este răspândit din Mongolia, până în Urali, legând centrul european de diversitate a ovăzului cultivat cu centrul chinezesc de diversitate (Holden 1979; Thomas 1995).

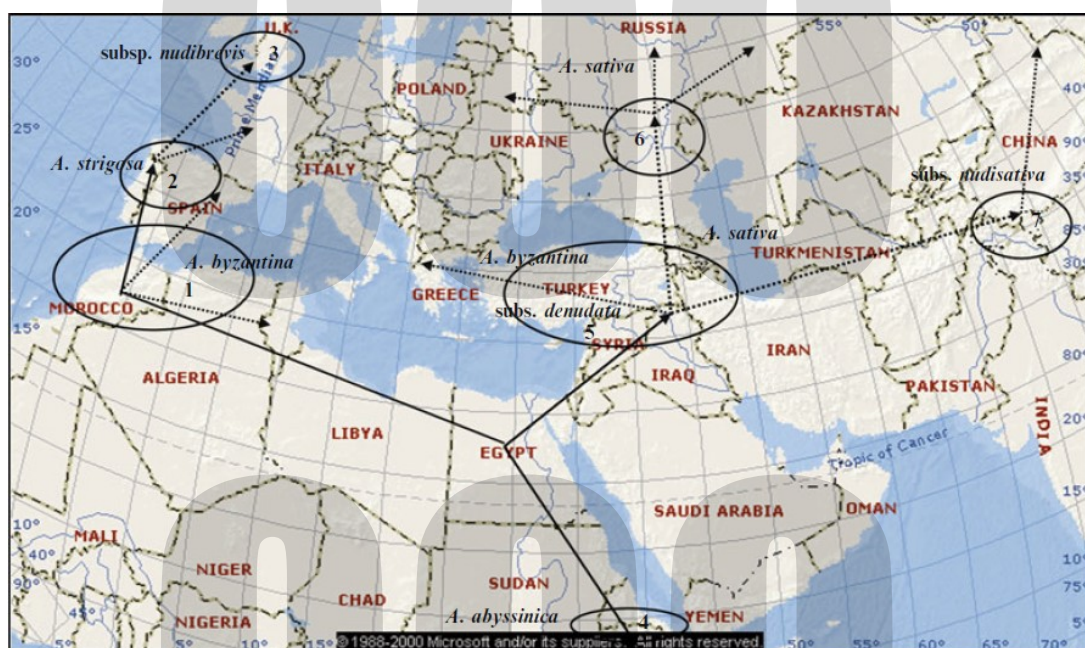
Specia *A. sterilis* este un progenitor mai probabil pentru ovăzul cultivat decât *A. fatua* (Zhou și colab., 1999; Jellen și Beard, 2000). Se sugerează că semințele mari de *A. sterilis*, separate în spiculețe dezarticulate, au suferit mutații, apărând flori dispersate care au condus, pe de o parte, la dezvoltarea ovăzului cultivat *A. byzantina*, iar pe de altă parte a speciei sălbatice *A. occidentalis* care are florile puternic separate și este răspândită numai în insulele Canare (Spania). Este foarte probabil ca din cauza schimbării tipului de dezarticulare a paniculului, la început *A. occidentalis* a ocupat teritorii vaste; în plus tipul său dominant de dezvoltare de iarnă sau semi-iarnă, se consideră ca fiind primar, în comparație cu cel de primăvară. În procesul de răspândire spre est a speciei *A. sterilis* apar diferențe în cadrul acesteia, transformându-se în forme mai adaptate cu semințe mai mici, identificându-se o nouă specie - *A. ludoviciana* care a suferit mutații în Asia Mică, modificându-se tipul de dezarticulare al spiculețelor. Aceste mutații au condus la apariția buruienilor în culturile de *A. sativa*. În ceea ce privește *A. occidentalis* prin deplasarea sa spre est s-a maturat mai timpuriu, și au apărut formele de primăvară, care s-au combinat într-o altă specie - *A. fatua*. Această specie se caracterizează prin prezența spiculețelor dezarticulate, devenind cea mai dăunătoare

buruiiană care infestază teritorii vaste din Europa și Asia. Prezintă o sensibilitate slabă la vernalizare și reacție puternică la lungimea zilei, fiind considerată specie autentică de primăvară, ceea ce i-a permis să ocupe ca buruiiană cele mai mari teritorii agricole de pe Pământ. Natura sa tipică de primăvară dovedește faptul că are un rol secundar în originea ovăzului cultivat în comparație cu *A. sterilis* și *A. ludoviciana* (Loskutov, 2008). Dovezile ample privind încrucișările interspecifice sugerează că evoluția genului *Avena* implică genomuri extrem de diferite A și C. Alte genomuri au avut derivate mai mult sau puțin distanțate.

Potrivit ipotezei larg răspândite, speciile diploide *A. canariensis* și *A. ventricosa* sunt progenitorii genomurilor A și C, și respectiv a evoluției poliploizilor rezultați, fiind implicate rearanjamentele cromozomale, ceea ce-i face parțial omologi.

3.1.1. Rudele sălbatice ale speciilor cultivate de ovăz

Ovăzul hexaploid cultivat, ocupă locul cinci în producția mondială. Această plantă se cultivă pe toate continentele, producția obținută este foarte importantă în zonele cu climat rece din emisfera nordică. Genul *Avena* reprezintă o serie poliploidă formată prin trecerea de la diploid la tetraploid și apoi la hexaploid. Există forme cultivate la toate nivelurile de ploidie: ovăzul comun (*A. sativa*, $2n = 6x = 42$), ovăzul roșu (*A. byzantina*, $2n = 6x = 42$), ovăzul etiopian (*A. abyssinica*, $2n = 4x = 28$), și ovăzul de pe terenurile nisipoase (*A. strigosa*, $2n = 2x = 14$). Întreaga diversitate a ovăzului cultivat a fost demonstrată de Vavilov (1926), afirmând că toate speciile cultivate de ovăz își au originea în buruienile din câmp. La început erau buruieni în culturi, după care s-au transformat în specii cultivate. Acest proces a fost foarte vizibil în Spania, la specia diploidă *A. strigosa*, în Etiopia la



1. Centrul mediteranean - Maroc, Algeria, Spania
2. Spania și Portugalia - centrul de diversitate al speciei *A. strigosa*
3. Marea Britanie – centrul de diversitate al speciei *A. strigosa* subsp. *nudibrevis*
4. Etiopia – centrul de diversitate al speciei *A. abyssinica*
5. Sud-vestul Asiei – Turcia, Iran, Irak, Siria
6. Tatarstan, Bashkortostan – centrul de diversitate al speciei *A. sativa* convar. *volgensis*
7. China, Mongolia – centrul de diversitate al speciei *A. sativa* subsp. *nudisativa*

→ Direcția diversității speciilor de *Avena*

Fig. 3.2. Evoluția diversității speciilor cultivate de *Avena* (Loskutov 2008)

A. abyssinica, în Turcia și Iran la *A. byzantina*, iar în Iran și Rusia la *A. sativa* (fg.3.2.). Principala diferență între speciile cultivate și cele sălbatice este dezarticularea florilor. La toate speciile cultivate paniculul nu se frânge, glumele sunt fără perișori, de cele mai multe ori, ușor aristate. Distribuția ridicată pe întreg globul, în special a speciilor hexaploide cultivate, este și cauza diversității lor ridicate (Loskutov, 2008).

Specia hexaloidă *A. sativa* se cultivă în toate regiunile de pe glob cu climat moderat, în țările europene, inclusiv Rusia, în nordul Asiei până la paralela 30, în țările din America de Nord, în sudul și nordul Americii de Sud, în sudul Africii, Noua Zeelandă și Australia. Cele mai răspândite subspecii sunt: subspecia cu bobul îmbrăcat - *A. sativa ssp. sativa* L. și cea cu bobul golaș *A. sativa subsp. nudisativa* (Husnot.) Rod. și Sold., (Rodionova și colab., 1994), care se pare că sunt originare din China (Loskutov 2008) (fig. 3.2)

A. byzantina cu bobul îmbrăcat are un habitat natural mai limitat și se caracterizează printr-un grad ridicat de toleranță la secetă. Se cultivă în țările din sudul Europei, nordul Africii, în sud vestul Asiei deasupra paralelei 30 și în unele țări din America de Sud (C. Koch Thell.). Subspecia cu bobul golaș [*A. byzantina subsp. denudate* (Hauskn.) Rod. et Sold.] a fost identificată de Malzev în anul 1930 și menționată de Rodionova și colab. (1994). Recent a fost descrisă ca fiind originară din Turcia (Loskutov, 2007). Se poate menționa că majoritatea cultivarelor moderne de ovăz, cultivate în Europa, Asia, Africa, America, Australia provin din hibridarea celor două specii (*A. sativa* x *A. byzantina*), cu o manifestare intermediară a multor caractere morfologice.

A. abyssinica este o specie tetraploidă tipică pentru Etiopia, care s-a răspândit spre nord în regiunile mai umede, la început, înăbușind alte cereale (orzul), apoi devenind plantă cultivată. În sudul

Etiopiei este buruiană, întâlnindu-se în culturile de grâu și orz (Vavilov 1965b, 1992). Cel mai probabil, specia nu a dezvoltat forme cu bobul golaș din cauza arealului său natural foarte redus.

Specia diploidă *A.strigosa* a fost cultivată cu mult înainte de al doilea război mondial, ca furaj verde sau uscat în nordul și centrul Europei și în Rusia Europeană. În prezent, această specie este o buruiană ruderală în sudul Europei, iar în unele locuri se cultivă în scopuri necomerciale (fig. 3.2.). În același timp unele soiuri comerciale ale acestei specii: Saia, Saia 2, Saia 4, Saia 6 au fost obținute în Brazilia prin selecție din populații locale și sunt cultivate destul de mult în sudul Americii. În natură, această specie are forme cu bobul îmbrăcat (*A. strigosa subsp. strigosa* Thell. și *A. strigosa subsp. brevis* Husn.) originare cel mai probabil din Spania, dar foarte rar se găsesc și forme cu bobul golaș originare din regiunile muntoase ale Angliei, ce au fost denumite de Linneaus (1762) *A. nuda* L. La începutul secolului XX, formele cultivate diploide cu bobul golaș au primit apelativul de *A. nuda* L., în timp ce celelalte forme diploide au primit denumirea de *A. nudibrevis* Vav. În 1977, Baum redenumeste cu numele inițial *A.nuda* toate formele diploide cu bobul golaș, dar nu a determinat și formele hexaploide cu bobul golaș. Pe de altă parte, s-a dovedit cu mult timp în urmă că formele golașe diploide de *A. nuda* se încrucișează foarte ușor cu formele cu bob îmbrăcat ale speciei *A.strigosa* Schreb., iar acest hibrid are multe în comun în ceea ce privește majoritatea trăsăturilor morfologice. Potrivit studiilor efectuate de Rodionova și colab. (1994), aceste forme cu bobul golaș aparțin speciei *A. strigosa subsp. nudibrevis* (Vav.) Kobyl. și Rod. Astfel genul *Avena* cuprinde patru specii de cultură, care au fost destul de mult cultivate în trecut, în multe țări din Lumea Veche, în timp ce în prezent, pe tot globul se cultivă numai speciile hexaploide.

3.2. Speciile de buruieni invazive ce aparțin genului *Avena*

Unele specii de ovăz se răspândesc sub formă de buruieni și infestază culturile de cereale. Dintre speciile diploide, se remarcă specia *A. longiglumis*, reprezentată de populații de talie înaltă, viguroase (până la 2 m înălțime), și *A. atlantica* care crește ca buruienă pe solurile umede, nisipoase. Ambele specii de buruieni se găsesc în culturile cerealiere din Maroc (Leggett și colab. 1992). Alte specii diploide apar ca buruieni ruderales numai de-a lungul drumurilor sau în jurul locuințelor. Specia tetraploidă *A. vaviloviana* crește pe platoul etiopian în culturile de grâu și orz, ajungând până la 2.200-2.800 m altitudine (Ladizinsky, 1975). O populație cu talie înaltă de *A. magna* (până la 2 m înălțime) a fost găsită în Maroc pe soluri aluvionare, ca buruienă în culturile de cereale (Leggett și colab. 1992). Natura agresivă a acestei specii a fost ulterior confirmată și de alți cercetători (Saidi și Ladizinsky 2005).

Dintre toate speciile tetraploide, *A. barbata* este cea mai dăunătoare buruienă care crește în toate țările mediteraneene. Invadează toate culturile agricole, iar în est se întinde până în Asia Mica, Irak Iran și Himalaia. Trebuie remarcat faptul că, în conformitate cu opinia lui Malzev (1930), la începutul secolului al XX-lea, această specie era încadrată în grupul speciilor sălbatice, nu ca buruienă în culturile agricole.

Speciile hexaploide *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. fatua* sunt buruieni dăunătoare, mai ales *A. fatua*, împotriva cărora sunt în curs de elaborare diverse erbicide. Aceste specii invazive infestază teritorii vaste din bazinele Mărilor Mediterană, Neagră și Caspică, și se extinde în Asia de Sud-Vest până la punctul cel mai estic al continentului asiatic, ocupând toate terenurile agricole. Trebuie

remarcat faptul că în continentul american, sudul Africii, Japonia, Australia și Oceania, *A. barbata*, *A. sterilis*, *A. ludoviciana*, și *A. fatua* sunt buruieni dăunătoare în mod accidental (Malzev 1930; Whalley și Burfitt 1972; Yamaguchi 1976; Rines și colab. 1980; Dillenburg 1984).

Fluxul genetic generat prin dispersarea polenului poate să apară în complexul: ovăz cultivat - ovăz sălbatic - buruieni, care constă în formarea de hibrizi inetrferili între ovăzul cultivat și rudele sale hexaploide sălbatice *A. sterilis* și *A. fatua*. Există multe exemple de hibridare în condiții naturale, între ovăzul cultivat și speciile sălbatice. Deși nivelurile de încrucișare sunt de obicei scăzute, potențialul fluxului de gene și introgresiune în ovăzul sălbatic este semnificativ din cauza gradului ridicat de scuturare a semințelor.

Astfel, cultivarea în viitor a soiurilor transgenice la ovăz și la alte cereale, ar putea duce la transformarea acestor buruieni dăunătoare în super-buruieni, datorită fluxului de gene din culturile transgenice.

3.3. Statutul agricol al speciilor sălbatice

Unele specii de *Avena* sunt sălbatice și cresc în habitate naturale pe diferite tipuri de sol (*A. clauda*, *A. pilosa*, *A. ventricosa*, *A. longiglumes*, *A. damascena*, *A. hirtula*, *A. wiestii*, *A. canariensis*, *A. atlantica*, *A. murphyi*, *A. agadiriana*, *A. insularis*), fiind componente native ale florei locale iar altele, după cum am prezentat în subcapitolul anterior sunt buruieni autentice, dăunătoare pe terenurile agricole: *A. fatua*, *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. barbata*.

Toate speciile de ovăz preferă, în general, un climat temperat, semi-arid și uscat; dar în est, preferă climatul temperat semi-arid sau arid. Pentru speciile diploide și tetraploide, zonele favorabile de creștere sunt în Maroc, Algeria, și regiunile de coastă din Tunisia în

nordul și în estul Etiopiei. În continentul european zonele favorabile sunt în Spania, insulele din Marea Mediterană, precum și bazinele Mării Negre și Caspice. În continentul asiatic, zonele cu climă favorabilă sunt în Israel, Iordania, Siria, Turcia, Azerbaidjan, părțile nordice ale Irakului, Iran, Afganistan și țările din Asia centrală. Speciile hexaploide *A. sterilis* și *A. ludoviciana* cresc în aceleași teritorii, ocupând suprafețe mari în nordul și sudul habitatului lor natural. *A. fatua* ocupă un habitat natural mai larg, cuprinzând toate țările europene până la cele nordice precum teritorii din Rusia, Mongolia și China. Aceste specii nu au crescut niciodată sub paralela 25. În continentul african, această specie ocupă toată partea de nord și ajunge până în Etiopia, nordul și estul Keniei. *A. barbata*, *A. ludoviciana*, *A. sterilis*, și *A. fatua*, în majoritatea regiunilor continentului american sunt specii adventive. Acestea au fost aduse din sudul Africii, Noua Zeelandă și din Australia.

Importanța economică a speciilor diploide sălbatice: *A. clauda* și *A. pilosa* din deșerturile semi-aride din Caucaz și *A. canariensis* din Insulele Canare (Spania), nu este mare, deoarece acestea au o valoare limitată ca furaj pentru animale (Grossheim M., 1967; Morikawa și Leggett 1990); cu toate acestea valoarea nutritivă ridicată a speciei *A. barbata* constituie o sursă foarte importantă pentru ameliorare. Hibrizii produși în Japonia depășesc producția de masă verde față de martor cu 15-40%. În SUA această din urmă specie este considerată ca fiind o plantă furajeră promițătoare (Marshall și Jain 1968, 1970; Coffman și colab. 1970). Conform opiniilor unor exploratori, speciile hexaploide *A. fatua* și *A. ludoviciana* se găsesc în pășunile din Caucaz și din sudul Rusiei, fiind folosite în ameliorarea plantelor furajere pentru masa verde sau direct în furajarea animalelor (Roshevitz 1934; Grossheim, 1967; Musaev și colab. 1976). Un studiu aprofundat al populațiilor locale de *A. sterilis*,

s-a efectuat în California, cu scopul de a fi folosite în ameliorarea culturilor furajere (Singh și colab., 1973). În India, *A. strigosa*, *A. magna*, *A. sterilis*, și *A. fatua* sunt utilizate pe scară largă pentru ameliorarea culturilor furajere (Choube și colab. 1985).

Astfel, pe de o parte, speciile de ovăz sălbatic sunt buruieni dăunătoare în culturile agricole, iar pe de altă parte, ele pot fi utilizate ca furaje naturale în hrana animalelor sau în ameliorarea plantelor furajere (Loskutov, 2011).

Capitolul 4.

Analiza botanică a speciilor genului *Avena*

O descriere detaliată morfologică a speciilor din cadrul genului *Avena* ajută la definirea poziției sale sistematice în cadrul unui complicat sistem al întregului gen care prezintă diferite niveluri de ploidie și marea diversitate morfologică determinată de habitatul natural ocupat de speciile sălbatice și de cele cultivate.

4.1. Taxonomia speciilor genului *Avena*

Clasificarea taxonomică, axată în principal pe trăsături morfologice este baza fundamentală a cercetării botanice. Nu există nici un acord între cercetători în ceea ce privește sistematica speciilor genului *Avena* L. Istoria taxonomiei acestui gen a început în urmă cu 300 de ani (Linneaus 1762, 1753; tabelul 4.1.). Printre numeroasele publicații ale secolului XIX, dedicate sistematicii genului *Avena* L., cele mai semnificative studii taxonomice au fost ale lui Marshall Bieberstein (1819), Grisebach (1844), Koch (1848), și Cosson și Durie de Maisonneuve (1855). Clasificările naturale sau filogenetice care au menționat grupurile de specii sălbatice înrudite cu speciile cultivate, au fost realizate mai târziu (Jessen 1863 Haussknecht 1885). Opinii asemănătoare cu privire la originea polifiletică a ovăzului au fost susținute și de alți cercetători (Trabut 1909, 1914; Thellung 1911, 1919, 1928; Zade 1918).

Tabelul 4.1.

**Istoricul descrierii speciilor genului *Avena*
(după I.G. Loskutov și H.W. Rines, 2011)**

Specia	Nivelul de ploidie	Anul descrierii	Autorii
<i>A. fatua</i> L	6	1753	Linneaus (1753)
<i>A. sativa</i> L	6	1753	Linneaus (1753)
<i>A. sterilis</i>	6	1762	Linneaus (1762)
<i>A. strigosa</i> Schreb	2	1771	Schreber (1771)
<i>A. barbata</i> Pott ex Link	4	1799	Pott (1799)
<i>A. hirtula</i> Lag	2	1816	Lagasca (1816)
<i>A. pilosa</i> M. Bieb	2	1819	Marshall Bieberstein (1819)
<i>A. clauda</i> Durieu	2	1845	Durieu de Maisonneuve (1845)
<i>A. longiglumis</i> Durieu	2	1845	Durieu de Maisonneuve (1845)
<i>A. occidentalis</i> Durieu	6	1845	Durieu de Maisonneuve (1845)
<i>A. byzantina</i> C. Koch	6	1848	Koch (1848)
<i>A. abyssinica</i> Hochst	4	1851	Hochstetter (1852)
<i>A. macrostachya</i> Balansa et Durieu	4	1854	Balansa și Durieu Maisonneuve (1854)
<i>A. ventricosa</i> Balansa	2	1854	Balansa (1854)
<i>A. wiestii</i> Steud	2	1855	Steudel von (1855)
<i>A. ludoviciana</i> Durieu	6	1855	Cosson și Durie de Maisonneuve (1855)
<i>A. vaviloviana</i> (Malz.) Mordv.	4	1927	Malzev (1930)
<i>A. magna</i> Murphy et Terrell	4	1964	Rajhathy și colab. (1966)
<i>A. murphyi</i> Ladizinsky	4	1971	Ladizinsky (1971a)
<i>A. prostrata</i> Ladizinsky	2	1971	Ladizinsky (1971b)
<i>A. damascena</i> Rajhathy et Baum	2	1972	Rajhathy și Baum (1972)
<i>A. canariensis</i> Baum, Raihat. et Samps.	2	1973	Baum și colab. (1973)
<i>A. atlantica</i> Baum et Fedak	2	1985	Baum and Fedak (1985a)
<i>A. agadiriana</i> Baum et Fedak	4	1985	Baum and Fedak (1985b)
<i>A. insularis</i> Ladizinsky	4	1996	Ladizinsky (1998)

Cea mai detaliată clasificare a acestui gen de origine mediteraneană a fost dezvoltată de Malzev (1930) și rămâne cea mai citată monografie a genului *Avena*, bazată pe principalele caractere morfologice - rahisul paniculului și forma vârfului paleei inferioare, pubescența glumei și dezarticularea florilor. Multe ipoteze privind poziția unui număr de specii au fost realizate de Malzev, pe baza unei analize complexe a caracteristicilor morfologice și biologice. El a creat cel mai cuprinzător sistem filogenetic a acestui gen bazându-se pe caracteristicile vârfului paleei inferioare. A divizat genul *Avena* în două subsecțiuni, incluzând aici și speciile sălbatice cunoscute în acea perioadă.

Potrivit lui Malzev (1930) genul *Avena* include 7 specii reprezentate de 22 subspecii și 184 de grupuri recunoscute din cadrul speciilor (varietăți și forme). A făcut o analiză aprofundată a genului *Avena* bazată pe principiile majore de clasificare existente în acel moment, când subspecia era o unitate taxonomică (Tabelul 4.2). Conform clasificării sale, genul *Avena* conține două secțiuni: *Aristulatae* Malz. și *Denticulatae* Malz. Prima este divizată în trei subsecții, numite seria *indequaliglumis* Malz, cu două specii: *Avena clauda* Dur. și *Avena pilosa* M.B., seria *Stipitae* Malz, cu speciile *Avena longiglumis* Dur. și *Avena ventricosa* Balan., și seria *Eubarbatae* Malz, cu o singură specie *Avena strigosa* Schreb. În a doua subsecție, sunt incluse două specii, *Avena fatua* L. și *Avena sterilis* L. Cele două specii *Avena strigosa* și *Avena ventricosa* sunt împărțite la rândul lor în două subspecii.

Tabelul 4.2.**Sistemul taxonomic al genului *Avena* L. (Malzev 1930)**

Subsecția	Seria	Specia	Subspecia
<i>Aristulatae</i> Malz.	<i>Inaequaliglumis</i> Malz	<i>A.clauda</i> Dur. <i>A.pilosa</i> M.B.	
	<i>Stipitae</i> Malz.	<i>A.longiglumes</i> Dur.	
		<i>A. ventricosa</i> Balan.	<i>ventricosa</i> (Balan.) Malz. <i>bruhsiana</i> (Grun.) Malz.
	<i>Eubarbatae</i> Malz.	<i>A.strigosa</i> Schreb	<i>strigosa</i> (Schreb.) Thell. <i>hirtula</i> (Lagas) și Malz. <i>barbata</i> (Pott.) Thell. <i>wiestii</i> (Steud.) Thell. <i>vaviloniana</i> Malz. <i>abyssinica</i> (Hochst. Thell.)
<i>Denticulatae</i> Malz.		<i>A. fatua</i> L.	<i>septentrionalis</i> Malz. <i>nodipilosa</i> Malz. <i>meridionalis</i> Malz <i>macrantha</i> (Hach.) Malz. <i>fatua</i> (L.) Thell. <i>sativa</i> (L.) Thell. <i>cultiformis</i> Malz. <i>praegravis</i> (Kraus.) Malz.

		<i>A. sterilis</i> L.	<i>ludoviciana</i> (Dur.) Gill et Magn <i>pseudo-sativa</i> Thell. <i>tricophylla</i> C.K et (Hausscn). Malz. <i>nodipubescens</i> Malz. <i>macrocarpa</i> (Monch.) Briq. <i>byzantina</i> (C.K.)Thell.
--	--	-----------------------	--

O îmbunătățire a clasificării naturale s-a realizat și prin activitățile de explorare și colectare efectuate de Vavilov (1926,1927), Nevski (1934), și Mordvinkina (1936). Pentru sistemele detaliate ale genului, autorii au folosit caracteristicile morfologice și datele imunologice ale plantelor, pentru specii și taxoni subspecifici, date genetice și citologice, precum și noi informații despre habitatele naturale ale fiecărei specii. Sistemul lui Mordvinkina (1936), care a fost piatra de temelie pentru dezvoltarea clasificării taxonomice a genului *Avena* L, completat cu datele genetice, kariologice și morfologice efectuate de Rodionova și colab. (1994) a dus la realizarea unei noi descrieri a speciilor de *Avena*.

În a doua parte a secolului XX au fost elaborate de Sampson (1954), Stanton (1955), Mansfeld (1958), Coffman (1961), Romero și Zarco (1996) mai multe clasificări ale genului *Avena* L. În clasificările moderne ale speciilor de *Avena* sunt evidente două tendințe:

1. o scădere a numărului de specii din cauza folosirii numai a observațiilor cariologice și;
2. o creștere a numărului de specii și a subdiviziunilor din cauza folosirii numai a diferențelor morfologice.

Exemplele extreme ale acestor tendințe au dus la clasificarea în numai 7 (Ladizinsky și Zohary 1971,) 14 (Ladizinsky 1988) sau 34 de specii (Baum 1977).

În primul caz, se poate constata o clasificare a speciilor bazată doar pe datele cariologice fără a fi luate în considerare habitatele lor naturale. Ladizinsky (1989) a combinat întreaga diversitate a formelor de ovăz în 14 compozite, numindu-le specii biologice:

1. *A. ventricosa* Bal ex Coss.,
2. *A. clauda* Dur.,
3. *A. longiglumis* Dur.,
4. *A. prostrata* Ladiz.,
5. *A. damascena* Rajhat. Et Baum,
6. *A. strigosa* Schreb.,
7. *A. atlantica* Baum et Fedak.,
8. *A. canariensis* Baum, Raj. et Samp.,
9. *A. macrostachya* Bal. ex Coss. et Dur.,
10. *A. barbata* Pott. ex Link,
11. *A. agadiriana* Baum et Fedak,
12. *A. magna* Murphy et Terrell.,
13. *A. murphyi* Ladiz.,
14. *A. sativa* L.

Speciile rămase, sunt denumite de Ladizinsky, specii taxonomice și sunt incluse în cele enumerate fără a fi împărțite în forme cultivate și forme sălbatice.

În al doilea caz, denumirea de specie este dată și hibrizilor interspecifici și mutantelor, care au evoluat destul de repede. În cercetările sale, Baum (1974) a folosit o abordare formală, bazată pe analiza variabilității a 27 de caractere, prin metode taxonomice. Pe

lângă cele mai semnificative caractere, el a utilizat forma lodiculelor și a epiblastului, precum și nivelul de ploidie al speciilor. Ambele tendințe pot împiedica ca asemenea sisteme taxonomice să poată fi aplicate. Baum (1977) a analizat un număr mare de varietăți de ovăz: peste 10.000 de fișe de herbarium, 5000 de probe evaluate în câmp și 5000 de probe de ovăz sălbatic, colectate. Pe baza acestor explorări și evaluări, genul *Avena* a fost împărțit în 7 secțiuni și 34 de specii (Baum 1977; Tabelul 4.3.).

Tabelul 4.3.

Sistemul taxonomic al speciilor genului *Avena* L. (Baum, 1977)

Secțiunea	Specia
<i>Avenatrichon</i> (Holub)	<i>A. macrostachya</i> Bal. ex. Coss. et Dur.
<i>Ventricosa</i> Baum	<i>A. clauda</i> Dur. <i>A. eriantha</i> Dur. <i>A. ventricosa</i> Bal. ex.Coss.
<i>Agraria</i> Baum	<i>A. brevis</i> Roth. <i>A. hispanica</i> Ard. <i>A. nuda</i> L. <i>A. strigosa</i> Schreb.
<i>Tenuicarpa</i> Baum	<i>A. agadiriana</i> Baum et Fed. <i>A. atlantica</i> Baum <i>A. barbata</i> Pott. et Link. <i>A. canariensis</i> Baum, Rajh. et Samp. <i>A. damascena</i> Rajh.et Baum <i>A. hirtula</i> Lag. <i>A. longiglumes</i> Dur. <i>A. usitanica</i> Baum <i>A. matritensis</i> Baum <i>A. prostrata</i> Ladiz. <i>A. wiestii</i> Steud.
<i>Ethiopica</i> Baum	<i>A. abyssinica</i> Hochst. <i>A. vaviloviana</i> Malz. Mordv.
<i>Pachycarpa</i> Baum	<i>A.maroccana</i> Gdgr.
<i>Avena</i> Baum	<i>A. murphyi</i> Ladiz. <i>A. atherantha</i> Presl. <i>A. fatua</i> L. <i>A. hybrida</i> Peterm. <i>A. occidentalis</i> Dur.

	<i>A. sativa</i> L. <i>A. sterilis</i> L. <i>A. trichophylla</i> C.Koch.
--	--

Loskutov (2008) sintetizează taxonomia lui Malzev (1930), Mordvinkina (1936) și a lui Rodionova și colab. (1994), bazându-se pe literatură mai recentă referitoare la caracterizarea a 26 de specii de *Avena* din colecția mondială de la VIR, prin evaluarea în câmp și prin utilizarea diferitelor metode de laborator, confirmând că genul *Avena* este împărțit în două secțiuni: *Aristulatae* (Malz.) Losk. și *Avenae* Losk. Există o singură specie perenă alogamă *A. macrostachya* ce aparține subgenului *Avenastrum* (C. Koch) Losk. Pe baza unei morfologii detaliate (vârful paleii inferioare bisubulat sau bidentat), distribuției și ecologiei acestora (multe dintre specii sunt sălbatice, nu buruieni), a concluzionat că speciile diploide și tetraploide ce aparțin secțiunii *Avenae* au fost implicate în evoluția speciilor hexaploide sălbatice și cultivate (Loskutov 2007; Tabelele 4.4 și 4.5.).

Tabelul 4.4.

Cheia dicotomică pentru identificarea speciilor genului *Avena* (Loskutov, 2007)

	Specificare	Indici ecol.*
1	Plante perene..... <i>A. macrostachya</i> . Balan	
	Plante anuale	2
2	Vârful paleii inferioare biaristulat	3
	Vârful paleii inferioare bidentat sau bisubulat	14
3	Glume foarte inegale, gluma inferioară este ½ din cea superioară	4
	Glume egale sau aproape egale	5
4	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate..... <i>A. clauda</i> Dur	
	Numai florile de la bază sunt dezarticulate <i>A. pilosa</i> M.B.	

5	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate sau paniculul nu se frânge	6
	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate, plantele tinere au creștere prostrată	7
6	Glume de 40 mm lungime, calus foarte lung sub formă de andrea, 10 mm..... <i>A.longiglumes</i> Dur	
	Glume de 10-20 mm lungime, calus rotund sau absent	8
7	Numai florile de la bază sunt dezarticulate, calus eliptic, vârful înserat pe 1/3 din glumă..... <i>A.atlantica</i> Baum	
	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate	9
8	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate	10
	Paniculul nu se frânge	13
9	Spiculețe foarte mici, 12-15 mm <i>A. prostrata</i> Lad	
	Spiculețe de 20 mm lungime ... <i>A.damascena</i> Raj. et Baum	
10	Vârful paleei inferioare biaristulat, glume cu 9-10 nervuri... <i>A. barbata</i>	
	Vârful paleei inferioare biaristulat cu 1-2 denticule sau fără, glume cu 7-9 nervuri	11
11	Vârful paleei inferioare biaristulat cu un denticul, mai lung decât glumele, primele flori prezintă o tăietură îngustă eliptică..... <i>A. hirtula</i>	
	Vârful paleei inferioare biaristulat cu 2 denticule, palea inferioară și glumele sunt egale sau aproape egale, primele flori prezintă o tăietură ovală	12
12	Vârful paleei inferioare biaristulat, 3-6 mm lungime..... <i>A. wiestii</i>	
	Vârful paleei inferioare biaristulat, 1 mm lungime <i>A. vaviloviana</i>	
13	Vârful paleei inferioare biaristulat cu 1 denticul, palea inferioară și glumele aproape egale, panicul echilateral sau unilateral <i>A. strigosa</i>	
	Vârful paleei inferioare biaristulat cu 2 denticuli, mai scurt decât glumele, palea inferioară și glumele aproape egale, panicul unilateral <i>A. abyssinica</i> Hochst	
14	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate	15
	Paniculul nu se frânge	25
15	Toate florile sunt dezarticulate la maturitate	16
	Numai florile de la bază sunt dezarticulate	17
16	Spiculețe cu 2-3 flori, glumele de 20-25 mm lungime <i>A. fatua</i> L	
	Spiculețe cu 3-4 flori, glumele de 15-20 mm lungime ... <i>A. occidentalis</i>	
17	Calus foarte lung, sub formă de andrea	18
	Claus eliptic, rotund sau oval	19
18	Calus de 5 mm lungime, glume de 27-30 mm lungime <i>A.ventricosa</i>	
	Calus de 10 mm lungime, glume de 40 mm lungime <i>A. brushniana</i>	
19	Spiculețe mici, glume de 15-20 mm lungime	20
	Spiculețe mari, glume de 25-30 mm lungime	21
20	Spiculețe mici, cu 2-3 flori, glume de 18-20 mm lungime... <i>A.</i>	

	<i>canariensis</i> Baum et Fed	
	Spiculețe mici, cu 2 flori, glume de 15-18 mm lungime. <i>A. agadiriana</i> Baum et Fedak.	
21	Spiculețe mari cu 2 rar 3 flori, glume de 25-30 mm lungime..... <i>A. ludoviciana</i> Dur.	
	Spiculețe mari, cu 3-5 flori	22
22	Calus rotund	23
	Calus eliptic sau oval	24
23	Spiculețe cu 3-4 flori, paleea inferioară puternic pubescentă.... <i>A. magna</i> Murphy et Terr.	
	Spiculețe în formă de Vcu 3-5 flori, paleea inferioară slab sau moderat pubescentă <i>A. sterilis</i> L.	
24	Arista înserată pe aproximativ $\frac{1}{4}$ din paleea inferioară, calus oval..... <i>A. murphyi</i> Lad.	
	Arista înserată pe treimea inferioară până la jumătatea paleii inferioare, calus eliptic <i>A. insularis</i> Lad	
25	Despicătura de pe florile primare este dreaptă..... <i>A. sativa</i> L	
	Despicătura de pe florile primare este piezișă <i>A. byzantina</i> C. Koch	
*Indici ecologici preluați după H. Ellenberg și colab. (1992)		



Foto 4.1. Părțile componente ale unui spiculeț de ovăz

Tabelul 4.5.

Speciile genului *Avena* (Loskutov, 2007)

Secția	Specii			2n	Genomul
	sălbatic		cultivate		
	Flori dezarticulate	Spiculețe dezarticulate			
Aristulatae (Malz.) Losk.	<i>A. clauda</i> Dur.	<i>A. pilosa</i> M.B.		14	Cp
	<i>A. prostrata</i> Ladiz.				Ap
	<i>A. damascena</i> Rajh.et Baum				Ad
	<i>A. longiglumes</i> Dur.				Al
	<i>A. wiestii</i> Steud.	<i>A. atlantica</i> Baum			As
	<i>A. hirtula</i> Lagas.		<i>A.strigosa</i> Schreb		
	<i>A. barbata</i> Pott			28	AB
	<i>A. vaviloviana</i> (Malz.) Mordv.	<i>A. strigosa</i> Schreb.	<i>A. abyssinica</i> Hochst		
Avenae Losk.		<i>A. ventricosa</i> (Balan.)		14	Cv
		<i>A.bruhnisiana</i> Grun.			
		<i>A.canariensis</i> Baum			Cv
		<i>A. agadiriana</i> Baum et Fed.			AB?
		<i>A.magna</i> Mur. et Terr.			AC
		<i>A. murphyi</i> Ladiz.			
		<i>A. insularis</i> Ladiz.			AC?
		<i>A.sterilis</i> L.	<i>A. byzantina</i> Koch	28	ACD
		<i>A.ludoviciana</i> Dur.	<i>A.sativa</i> L.	42	

O analiză a diferitelor sisteme taxonomice bazate preponderent pe trăsături morfologice arată că aceste sisteme pot să difere substanțial între ele în funcție de cheile dicotomice utilizate.

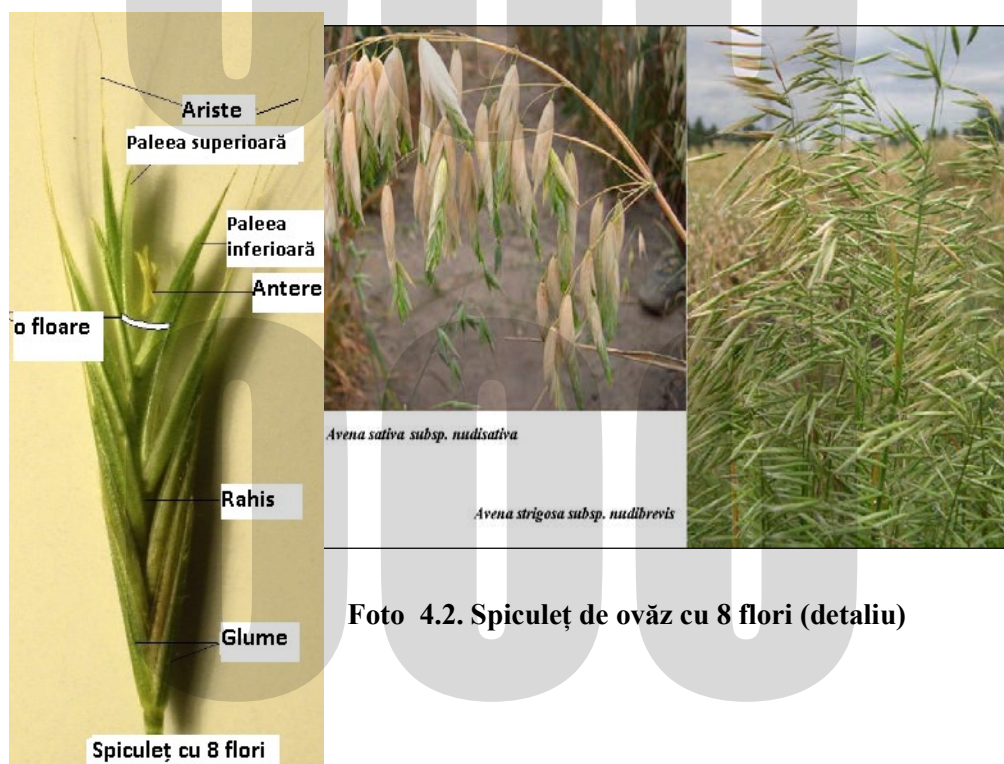


Foto 4.2. Spiculeț de ovăz cu 8 flori (detaliu)

4.2. Localizarea geografică și diversitatea morfologică a speciilor cultivate de *Avena*

4.2.1. Specii diploide

Avena strigosa (Schreber, 1771; foto 4.3.), numită popular ovăzul nisipurilor este cea mai veche specie cultivată. Cele două flori din spiculeț sunt aristate, paleea inferioară lipsită de „potcovioară” (îngroșarea marginii de jos a paleei, care determină scuturarea boabelor chiar înainte de maturitate). Crește pe soluri nisipoase ca

buruiiană, în toată Europa; în nord-vestul Europei (Italia, Franța,



Belgia) se cultivă pe terenurile nisipoase din cele mai vechi timpuri, improprie pentru alte culturi mai valoroase, menținându-se în cultură până astăzi (Zamfirescu și colab., 1963).

Foto 4.3. Panicul de *Avena strigosa*

4.2.2. Specii tetraploide

A. abyssinica (Hochst, 1852; foto 4.4.) se aseamnă cu *A. vaviloviana*, cu excepția lodiculelor care sunt de tip *sativa*. Este o specie anuală, culmul este erect de 70-100 cm lungime; prezintă 4 noduri. Frații laterali lipsesc. Ligula are o membrană ciliată de 5-10 mm lungime.

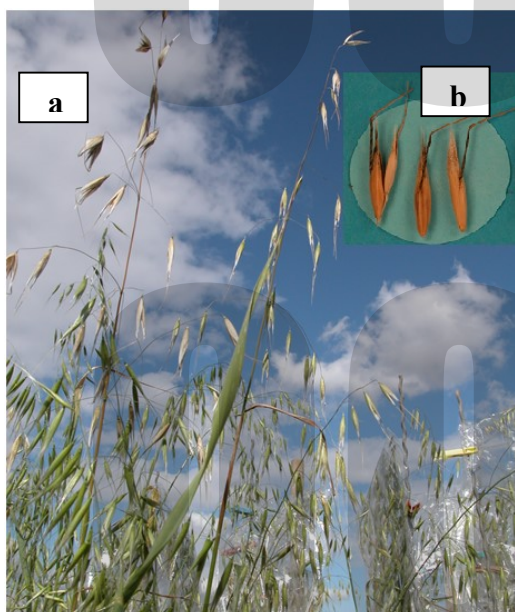
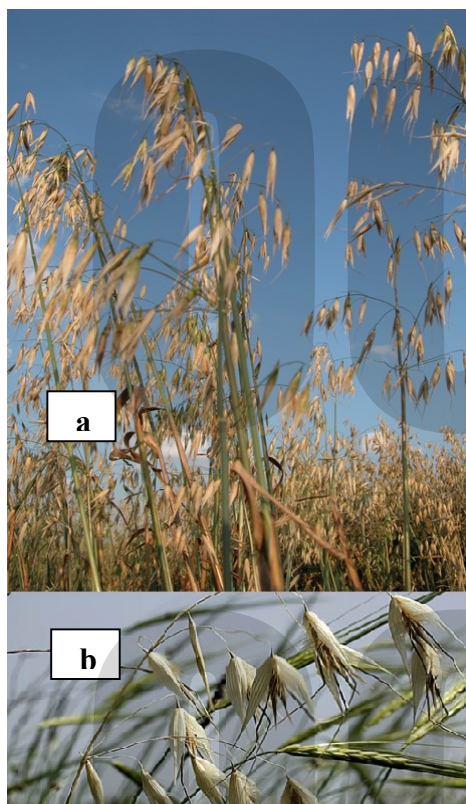


Foto 4.4. *Avena abyssinica* (a-plante; b-semințe)

Paleea inferioară are puțini perișori în jurul zonei de inserție a aristei. Câteodată planta nu formează semințe, iar paniculul se rupe foarte ușor, astfel încât pare ușor dezarticulat. Se cultivă în special în Etiopia și Yemen, dar se întâlnește frecvent ca buruiană, pe terenurile arabile, expuse la soare, în culturile de orz și grâu până la altitudini de 1700-3000 m (B.R. Baum, 1973).

4.2.3. Specii hexaploide



Avena byzantina (C. Koch, 1842; foto 4.5), prezintă spiculețe cu 3-4 flori, cele inferioare sunt aristate; la florile de la bază se găsesc perișori deși, potcovoara lipsește. La treierat, axul spiculețului se rupe de la mijloc. Specia se cultivă în țările mediteraneene atât ca plantă de primăvară cât și de toamnă. Există forme cu bobul mai mare, răspândite în vestul bazinului mediteranean (Algeria, Maroc) și forme cu bobul mic, cultivate în partea estică (Siria, Israel) (Zamfirescu și colab., 1963).

Foto. 4.5. *Avena byzantina*
(a-plante; b- detaliu spiculețe)

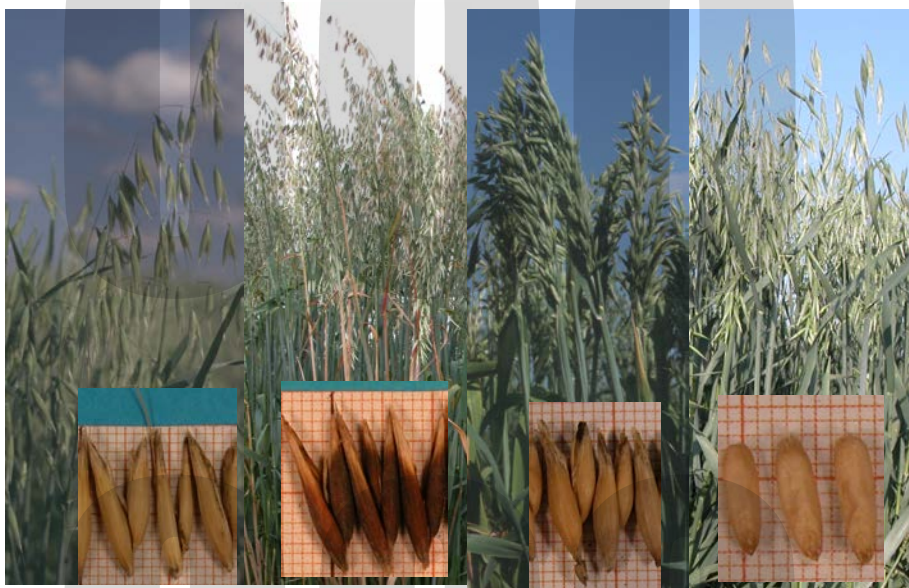
Avena sativa (Linneaus, 1753; foto 4.6.) este cea mai importantă și mai răspândită specie aflată în cultură. Conform informațiilor preluate din baza de date europeană pentru ovăz și EURISCO, această specie cuprinde două subspecii și numeroase varietăți (Germeir, 2009, tabelul 4.6.)

Tabelul 4.6.

Varietățile botanice ale speciei *Avena sativa* (Germeir, 2009)

Specia	Subspecia	Varietăți botanice
<i>Avena sativa</i>		<i>alba-aristata; brachytricha; hirsuta; macrantha; nigra; pilosa; rubida.</i>
<i>Avena sativa</i>	<i>nudisativa</i>	<i>chinensis; inermis; aristata; maculate; mongolica; gymnocarpa; affinis; sibirica.</i>
<i>Avena sativa</i>	<i>sativa</i>	<i>aristata; armata; asiatica; aurea; borealis; brunnea; cinerea; eligulata; flava; grisea; haussknechtii; iranica; kasanensis; krausei; ligulata; montana; mutica; orientalis; persica; segetalis; tartarica; tristis; volgensis</i>

Vavilov (1936) susține că *Avena sativa* a apărut ca buruiană în culturile de *Triticum dicoccum*, specie de grâu foarte răspândită în vremurile antice, în Asia vestică. Această specie de grâu infestată cu ovăz s-a extins spre nord, în regiuni cu climat umed și răcoros, favorabil ovăzului dar puțin convenabilă grâului, unde ovăzul a învins, eliminând treptat grâul; iar prin selecție naturală a apărut ovăzul cultivat.



A. byzantina; A. sativa var. tristis; A. sativa cv. angus A. sativa var. nudisativa

Foto 4.6. Variabilitatea speciilor hexaploide cultivate

Datorită largii răspândiri a acestei specii, voi face o descriere detaliată a plantei.

Rădăcina. Ovăzul își formează de timpuriu un sistem radicular mai puternic și mai profund decât celelalte cereale comune de primăvară, ceea ce l-a determinat pe Schulze (1913) să-l încadreze printre plantele „cu rădăcini profunde”, afirmând că masa de rădăcini a ovăzului este cu 40% mai mare decât cea a orzului. La această dezvoltare puternică se adaugă și capacitatea mare de solubilizare a rădăcinii față de substanțele nutritive – fosfor, potasiu, calciu, etc. – aflate în sol, în combinații greu solubile. Această însușire este atribuită și intensității respiratorii a țesuturilor rădăcinii, datorită căreia se elimină cantități importante de bioxid de carbon ce măresc capacitatea de dizolvare a apei. Ținând seama de aceste caracteristici, ne putem

explica de ce ovăzul este una dintre culturile puțin pretențioase față de sol și de ce el poate utiliza mai bine, decât alte plante îngrășămintele cu solubilitate redusă (N. Zamfirescu și colab., 1964, Bîlteanu, 2003).

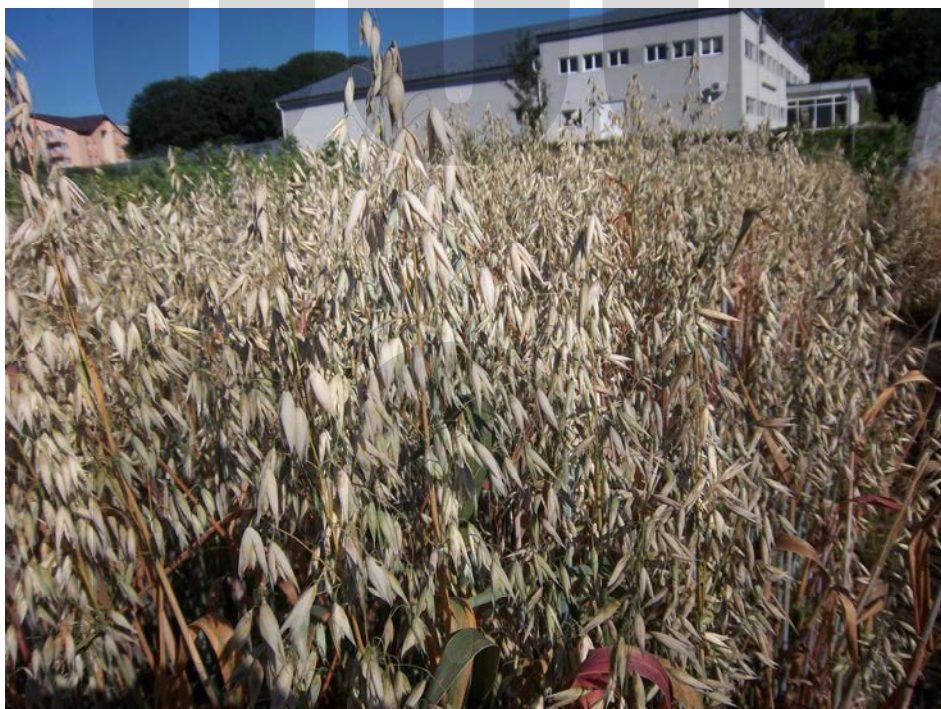


Fig. 4.7. Multiplicarea/regenerarea probelor de *Avena* (Câmpul experimental, Banca de Gene Suceava, 2016)

Tulpina este formată din 5-7 noduri goale în interior.

Frunzele sunt lipsite de perișori. La plantele tinere, limbul este ușor răsucit de la dreapta spre stânga, deci invers decât la orz. Frunza este lipsită de urechiușe, în schimb are ligula foarte dezvoltată; există însă și forme de ovăz neligulate.

Inflorescența este un panicul, alcătuit dintr-un ax principal terminat cu un spiculeț. Din acest ax se desprind ramuri secundare, așezate în 3-9 etaje, fiecare dintre ele terminate cu un spiculeț.

Numărul de ramuri variază după soi și condițiile de vegetație; o deosebită însemnătate joacă mai ales umiditatea și substanțele nutritive din sol, în perioade genezei florale. Pe ramurile paniculului sunt prinse spiculețele.

După modul de ramificare și poziția ramurilor față de axul principal se deosebesc două forme principale de panicul:

- a) panicul strâns (stindard), la care ramurile purtătoare de spiculețe sunt aproape paralele și îndreptate în sus, într-o singură parte a axului principal, fiind strâns alăturate de acesta (foto 4.8);
- b) panicul răsfirat, cu ramurile secundare îndreptate în toate direcțiile, formând cu axul principal un unghi mai mare sau mai mic (foto 4.9).



**Foto 4.8. Panicul strâns
de *Avena sativa***



**Foto 4.9. Panicul răsfirat
de *Avena sativa***

Spiculețele sunt formate de regulă din 2-3 flori, protejate de două glume mari, neegale cu 5-9 nervuri, care acoperă complet florile; excepție face ovăzul golaș la care numărul de flori se ridică la șase. Pedunculele spiculețelor sunt relativ lungi. *Paleea inferioară* este alungită, bombată adeseori bidentată, purtând pe spinare uneori o aristă scurtă, brună, dreaptă sau geniculată și răsucită în partea inferioară. Prezența aristelor nu este un caracter atât de constant ca la grâu, orz sau secară, procentul de flori aristate fiind influențat de condițiile climatice; în anii secetoși este mai mare decât în anii ploioși. *Paleea superioară* este mai scurtă și mai îngustă decât cea inferioară, care îi acoperă marginile. *Floarea inferioară* din fiecare spiculeț este cea mai bine dezvoltată; floarea a treia, ultima de sus, de regulă rămâne sterilă (Zamfierescu și colab., 1963).

Înflorirea plantei începe cu paniculul paiului principal și continuă cu cele ale celorlalți frați în ordinea formării lor. Înainte de a înflori ramurile inflorescenței se îndepărtează de axul principal ceea ce determină răsfirarea mai pronunțată a inflorescenței. Deschiderea florilor începe de la partea superioară a paniculului și continuă spre cea inferioară; florile se deschid pe măsură ce inflorescența iese afară din teaca ultimei frunze. Pe fiecare ramură spiculețele înfloresc de la vârf spre bază iar în fiecare spiculeț prima floare care se deschide este cea de jos. Înflorirea unui spiculeț durează 1-2 zile, al unui panicul 6-7 zile, iar a unei plante 10-12 zile.

Înflorirea are loc cu prioritate în orele de după amiază; timpul uscat și temperatura ridicată încetinesc acest fenomen. Temperatura optimă pentru deschiderea florilor și fecundare este de 15-17°C. În momentul când floarea începe să se deschidă, anterele se găsesc deasupra stigmatului. Când organele sexuale au ajuns la maturitate,

paleele se întredeschid, filamentele staminelor se alungesc foarte repede, anterele crapă și-si scutură polenul. Floarea rămâne deschisă 30-70 minute. Dacă vremea este rece și ploioasă florile nu se deschid (N. Zamfirescu și colab., 1964).

Ovăzul este o plantă autogamă, dar sunt cazuri când are loc fecundarea încrucișată. Mai mult, are loc hibridarea între ovăzul cultivat și cel sălbatic, ceea ce explică numărul mare de hibrizi naturali, puțin valoroși ce apar în lanurile de ovăz. Oescu, (1963) a identificat în culturile de ovăz din țara noastră hibrizi între ovăz și obsigă. Gill și Magne (1967) au demonstrat existența hibridărilor naturale între *Avena fatua ssp fatua* L. și *A. sterilis* L. *ssp. ludoviciana*. Prezența unor astfel de hibrizi în proporție semnificativă în lanurile de ovăz duce la devalorizarea recoltei.

Fructul (fig. 4.1.) este îmbrăcat în palee; cea inferioară acoperă aprox. $\frac{3}{4}$ din fruct, iar cea superioară restul. Numai la *Avena sativa ssp nudisativa*, bobul rămâne golaș. Plevile sunt colorate diferit: albicios, gălbui, brun, cenușiu, negricios cu nuanțe intermediare. Plevile sunt concrescute cu bobul numai la partea inferioară. Bobul decorticat are 8-11 mm lungime, este fusiform, cu șanț pe fața inferioară și acoperit pe toată suprafața cu perișori fini și scurți (foto 4.10). Embrionul prezintă 3 radicule. Masa a 1000 de boabe este de 20-50g, masa hectolitrică între 38-60 kg/hl. Procentul de pleve este de 20-40%, deci mai mare decât la orz, procentul ridicat fiind în defavoarea calității nutritive.

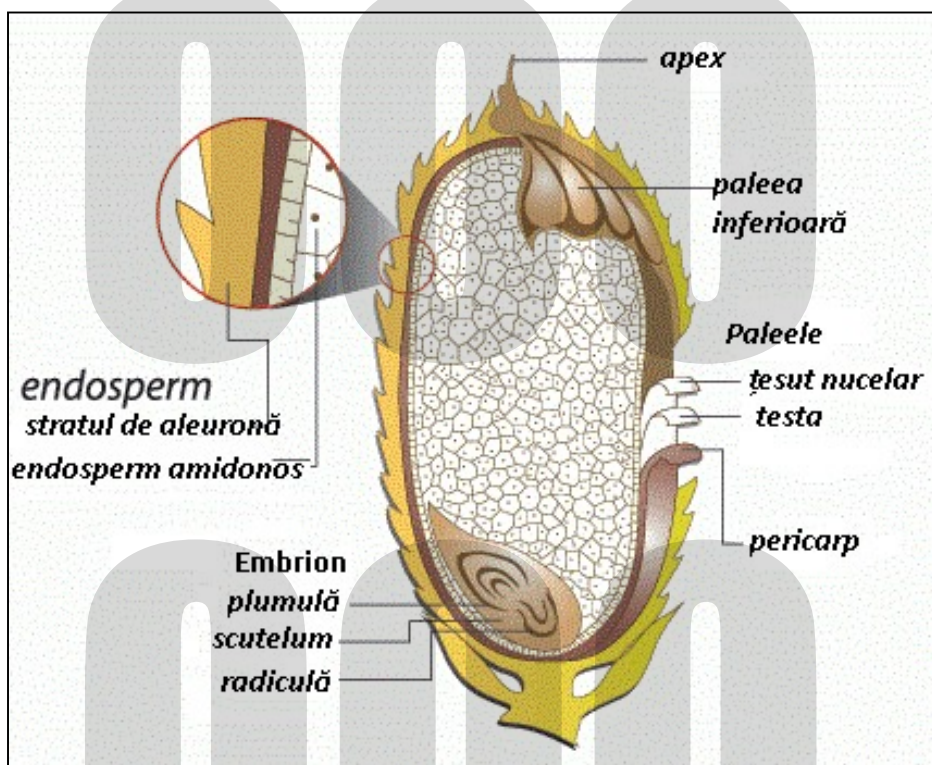


Fig. 4.1. Secțiune longitudinală prin bobul de ovăz

Procentul de pleve variază în funcție de soi, de condițiile climatice și de tipul de sol. Clima și solul joacă un rol important; condițiile favorabile de vegetație determină formarea de cariopse mari, procentul de pleve fiind mai mic. Sunt cercetări care arată că pe un sol cu reacție alcalină, când s-a administrat azotat de calciu, procentul de pleve a fost de 23%. În schimb pe un sol cu un pH acid, cu aceleași cantități de îngrășăminte administrate, procentul de pleve a fost de 15% (Zamfirescu, 1963).

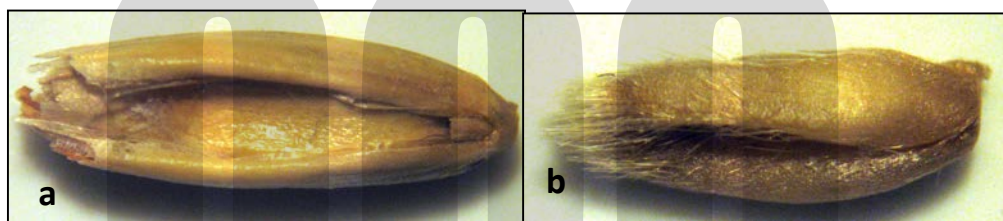


Foto 4.10. Bobul de ovăz (a- cu palee; b-golaș)



Foto. 4.11. Subspecii cu bobul golaș ce aparțin speciilor *Avena sativa* (a) și *Avena strigosa* (b)

4.3. Localizarea geografică și diversitatea morfologică a speciilor sălbatice de *Avena*

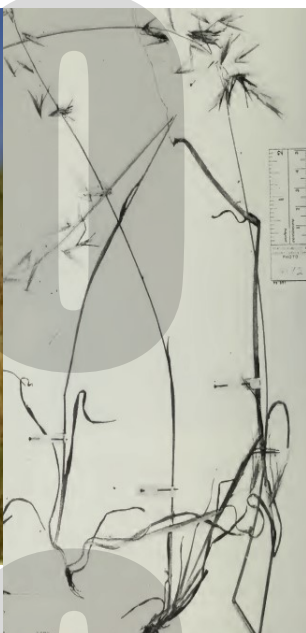
Condițiile naturale și ecologice în care speciile de ovăz au crescut, diferă în funcție de regimul precipitațiilor și al temperaturilor, altitudine și tipurile de sol. Cea mai bogată diversitate a speciilor sălbatice se găsește într-un teritoriu destul de îngust în cadrul bazinului Mării Mediterane, Mării Negre și Caspice unde sunt condiții ecologice foarte diverse.

Trăsăturile morfologice utilizate pentru caracterizarea speciilor se referă la partea vegetativă a plantei; în orice caz principalele date taxonomice sunt detaliate în cadrul însușirilor morfologice legate de structura organelor generative (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

4.3.1. Speciile diploide

***Avena clauda* var. *solida* (Durieu, 1845; foto. 4.12, 4.13)**

Specie anuală, cu o creștere prostrată sau semi-prostrată. Tulpina floriferă este erectă, având o înălțime de 60-100 cm. Paniculul este unilateral. Spiculețele sunt aristate, și conțin 3-5 flori. Glumele sunt foarte inegale, jumătatea superioară a glumei de la bază, prezintă 7 nervuri. Paleea inferioară este de mărime mică sau medie, glabră sau pubescentă; pubescența este de culoare albă. Vârful paleei inferioare este biaristulat sau bisubulat, iar arista înserată pe 1/3 din paleea inferioară. Toate spiculețele sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este elongat, linear, aproximativ de 3 mm lungime.



**Foto. 4.12. Habitatul natural al speciei *A. clauda*
Regiunea Zagros, Liban**

Foto. 4.13. Panicul de *A. clauda*

A. clauda poate fi găsită împreună cu *Avena pilosa*. Crește în Bulgaria, Grecia, Asia Mică, Turcia, Iran, Irak, Kurdistan, Uzbekistan, Azerbaidjan, la altitudini înalte în Iordan, Israel, Siria, Liban, Algeria și Maroc. Această specie crește în condiții de stepă unde media anuală a precipitațiilor este de 350-500 mm, în zonele semi-deșertice și deșertice muntoase, pe coastele nisipoase sau lunci cu soluri aluvionare, podzolice sau brun roșcate, precum și pe soluri pietroase (Malzev, 1930; Roshevitz, 1934; Ladizinsky, 1971c; Baum și colab., 1972a; Baum 1977; Kanan și Jaradat 1996; Leggett și colab. 1992; Sheidai și colab., 2002; Loskutov 2007, Igor G. Loskutov and Howard W. Rines, 2011).

***A. pilosa* (M. Bieb, 1819) (syn. *A. eriantha* Durieu),**

Specie anuală, plantele tinere au o creștere prostrată sau semi-prostrată. Tulpina floriferă este erectă, de 55-85 cm lungime. Panicul

unilateral, spiculețe aristate, de mărime medie ce conțin 2-3 flori. Glumele sunt foarte inegale, jumătatea superioară a glumei de la bază prezintă 7 nervuri. Glumele sunt de mărime mică sau medie, glabre sau pubescente; pubescența este de culoare albă. Vârful lemei este biaristulat sau bisubulat, iar arista înserată la mijlocul lemei. Numai spiculețele de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului (calusul) este elongat, linear, aproximativ de 3-4 mm lungime. Această specie de obicei crește în amestec cu *A. clauda*. Se găsește în Spania, Grecia, Bulgaria, Ucraina (Crimea), Rusia (Dagestan), Iran, Turcia, Irak, Kurdistan, Uzbekistan, Azerbaidjan, Israel, Siria, Liban, Algeria și Maroc. Crește pe soluri sărace aluvionare de luncă, podzolice, pe soluri calcaroase sau pietroase și argiloase (Baum 1977; Baum și colab., 1972a; Kanan și Jaradat, 1996; Ladizinsky, 1971c; Leggett și colab., 1992; Malzev, 1930; Musaev și colab., 1976; Romero Zarco, 1996; Roshevitz, 1934; Sheidai și colab., 2002, (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena ventricosa* (Balansa, 1854; foto. 4.14 și 4.15.)**

Este o specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este erectă, având aproximativ 65 cm lungime. Paniculul este unilateral. Spiculețele sunt de mărime medie și conțin 2 flori. Glumele sunt aproape inegale, având 27-30 mm lungime, prevăzute cu 7 nervuri.

Paleea inferioară este de mărime mică, glabră. Vârful paleei inferioare este bisubulat, iar arista este înserată la jumătatea paleei. Numai spiculețele de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este foarte lung (aprox. 5mm).

Crește în Cipru ca specie adventivă. Plantele adventive sunt acei taxoni vegetali într-un areal dat, a căror prezență se datorează

introducerii lor accidentale sau intenționate, ca rezultat al activității umane (Richardson și colab., 2000; Pyšek și colab., 2002).



Foto 4.14. Habitatul natural al speciei *A. ventricosa* Regiunea Oran, Algeria (sus)

Foto 4.15. Panicul de *A. ventricosa*

Zona principală de distribuție a acestei specii este localizată în Algeria (foto. 4.14.), iar zona secundară în Iran. Habitatele sale tipice sunt solurile pietroase, care au la suprafață o crustă de argilă, precum și solurile calcaroase și nisipoase de deșert (Malzev 1930; Bor 1968; Musaev și Isaev 1971; Baum și colab. 1972a, (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena bruhnsiana* (Gruner, 1867)**

Specie anuală a cărei plante tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este erectă, având aproximativ 70-110cm lungime. Paniculul este unilateral. Spiculețele sunt de mărime medie și conțin 2 flori. Glumele sunt aproape inegale, având 40mm lungime, prevăzute cu 7 nervuri. Paleea inferioară este de mărime medie, pubescentă; pubescența este de culoare albă. Vârful paleii inferioare este bisubulat, iar arista este inserată la jumătatea paleii. Numai spiculețele de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului (calusul) este lung, (aprox.10mm).

Este o specie endemică care crește de-a lungul Peninsulei Apsheron în Azerbaidjan, pe soluri nisipoase și argiloase. În prezent, această specie se găsește doar în partea de NE a Peninsulei, aproape de coastele nisipoase, pe soluri gri-brune (Malzev 1930; Roshevitz 1934; Musaev 1969; Musaev și Isaev 1971; Loskutov 2007; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena longiglumis* (Durieu, 1845; foto 4.16. și 4.17)**

Specie anuală cu creștere semi-erectă până la prostrată cu noduri acoperite de perișori. Tulpina floriferă este erectă de 50-180cm lungime. Paniculul este de la unilateral la echilateral. Spiculețele sunt mari și conțin 2-3 flori. Glumele aproape inegale, mai lungi decât paleea inferioară, de 40mm lungime, cu 9-10 nervuri. Paleea inferioară este lungă, pubescentă, aproape inegală. Toate florile sunt aristate. Vârful paleii inferioare este biaristulat, de 12mm lungime.

Arista este înserată la jumătatea paleii inferioare. Toate spiculețele sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la bază are o lungime de 10 mm.



**Foto. 4.16. Habitatul natural al speciei
A. longiglumes, Rabat,
Maroc.**



Fig. 4.17. Panicul de *A. longiglumes*

Această specie crește în sudul Spaniei, Portugalia, Grecia, Italia, Siria, Libia, Maroc (foto.4.16.), Algeria, Israel și Iordania, pe soluri mai dense, neutre, sau ușoare, cu un conținut de umiditate variat, de la soluri de coastă, fertile până la soluri nisipoase, deșertice. (Malzev, 1930; Ladizinsky, 1971c; Baum și colab., 1972a; Rajhathy și Thomas, 1974; Leggett și colab., 1992; Kanan și Jaradat, 1996; Romero Zarco, 1996; Perez de la Vegași colab., 1998; (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena damascena* (Rajhathy și Baum, 1972; foto 4.18.)**

Specie anuală a cărei plante tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 70-80 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste scurte ce conțin trei flori. Glumele sunt

egale, de aproximativ 20 mm lungime cu 7 nervuri. Vârful paleei inferioare este biaristulat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Toate spiculețele sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la bază



(calusul) este rotund-eliptic.

Foto 4.18. Plante și panicul de *Avena damascena* (Baum, 1971)

A. damascena a fost descoperită prima dată în Siria și apoi în Maroc. Această specie crește pe terenuri pietroase, uscate, în condiții de deșert, pe terenuri aluvionare și nisipo-lutoase la altitudini cuprinse între 700 și 1650m (Rajhathy și Baum 1972; Baum, 1977; Leggett și colab., 1992; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena prostrata* (Ladizinsky, 1971)**

Este o specie anuală iar plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 50-60 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste scurte. Paleea inferioară este mică și

pubescentă. Vârful paleei inferioare este biaristulat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Toate spiculețele sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este rotund.

A. prostrata a fost descoperită prima dată pe coasta de sud vest a Spaniei pe depozitele loessoide sărace de var și roci metamorfice precum și în habitatele stâncoase. De asemenea, ea a fost găsită în partea de coastă a Marocului pe solurile brun-roșcate, fertile (Ladizinsky 1971b; Leggett și colab. 1992; (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena canariensis* (Baum, Raihathy et Sampson, 1973; foto 4.19.)**

Este o specie anuală, plantele tinere au o creștere prostrată.



Tulpina floriferă este geniculată de 50-75 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste scurte ce conțin 2-3 flori. Glumele egale de 18-20 mm lungime cu 9-10 nervuri. Paleea inferioară este mică și pubescentă. Vârful paleei inferioare este bidentat, iar arista este înserată la jumătatea paleei. Numai spiculețele de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului (calusul) este eliptic.

Foto 4.19. Plante de *Avena canariensis*,

A. canariensis este o specie endemică, a fost descoperită prima dată în Insulele Canare (Spania), în special pe Insulele

Fuerteventura și Lanzarote. Crește la altitudini cuprinse între 200 și 500 m, pe soluri pietroase, vulcanice cu cenușă sau soluri bine structurate, vulcanice (Baum și colab., 1973; Baum 1977; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena wiestii* (Steud, 1855; foto 4.20.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la semi-erectă la prostrată. Tulpina floriferă este erectă de 75-140 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste scurte ce conțin 2 flori. Glumele aproape egale de 10-20 mm lungime cu 7-9 nervuri. Vârful paleii inferioare este biaristulat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este oval, de 2 mm lungime.



Foto 4.20. *Avena wiestii* Steud (plante și panicul)

A. wiestii se găsește în Spania, Estul Transcaucaziei, Azerbaijan, Turcia, Iran, Irak, Siria, Iordan, Israel, Algeria, Egipt, nordul Saharei și în Peninsula Arabică. Crește în zone aride, cu o

medie anuală a precipitațiilor de 50-250 mm, pe soluri nisipo-lutoase, situate pe pante calcaroase, soluri de luncă aluvionare, precum și pe nisipuri argiloase în deșerturi și soluri vulcanice (Malzev 1930; Roshevitz, 1934; Baum și colab., 1972a; Romero Zarco, 1984, 1996; Loskutov 2007; (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena hirtula* (Lag.,1816; foto 4.21.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la semi-erectă la prostrată. Tulpina floriferă este erectă de 75-150 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe cu ariste scurte ce conțin 2-3 flori. Glumele aproape egale de 10-20 mm lungime, cu 7-9 nervuri. Paleea inferioară este de mărime medie sau mică, puternic pubescentă. Vârful paleei inferioare este biaristulat cu un denticul, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este eliptic, de 2 mm lungime.



Foto 4.21. *Avena hirtula* (plante și panicul; Banca de Gene Radzikow, Polonia, 2009)

A. hirtula are cel mai mare polimorfism genetic, se găsește în Spania, Portugalia, Franța, Italia și Grecia. De asemenea, se mai întâlnește în estul Bazinul Mediteranean în Algeria, Maroc, Tunisia, Israel, Turcia, Siria și Iordan. Tipic pentru această specie sunt zonele cu pietriș și dune de nisip. (Vavilov, 1965c; Rajhathy și colab., 1966; Baum și colab., 1972a; Baum, 1977; Perez de la Vega și colab., 1998; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena atlantica* (Baum și Fedak, 1985)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 95cm lungime, panicul echilateral, spiculețe cu ariste scurte cu 2-3 flori. Glumele aproape inegale cu 9-10 nervuri. Vârful paleii inferioare (lemei) este biaristulat. cu un denticul, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Calusul este eliptic, de 2 mm lungime. Vârful lemei este biaristulat. Numai florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Arista paleii inferioare este înserată pe 1/3 din aceasta. Teaca este rotund eliptică.

A. atlantica este o specie endemică, originară din Maroc. Crește pe coastele Oceanului Atlantic și Mării Mediterane. Se găsește pe pantele nord - vestice ale Munților Atlas, la peste 1000 de m altitudine. Cele mai favorabile soluri pentru această specie sunt cele foarte uscate, nisipoase și pietroase de la poalele munților (Baum și Fedak 1985a; Leggett și colab., 1992; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

4.3.2. Specii tetraploide

***Avena barbata* (Pott, 1796; foto 4.22)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la prostrată la erectă. Tulpina floriferă este erectă de 65-210 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe cu ariste medii cu 2-4 flori. Glumele aproape

inegale cu 9-10 nervuri. Vârful paleii inferioare este biaristulat, iar arista este înserată la jumătatea paleii. Toate spiculețele sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este rotund.



Foto 4.22. *Avena barbata* (a-panicul; b-detaliu spiculețe; c. – panicul ajuns la maturitate)

A. barbata are cel mai mare polimorfism genetic, se găsește de-a lungul zonei mediteraneene și a coastei europene a Oceanului Atlantic. În est este răspândită în Asia Mică, în Himalaia și pe Platoul Etiopian la altitudini de 2200-2800 m. Crește pe soluri calcaroase, pe dealuri și depresiuni cu soluri aluvionare, pe soluri grele vulcanice care se formează pe roci metamorfice. De asemenea, este răspândită ca specie adventivă în Brazilia, Japonia și Australia. (Malzev, 1930; Roshevitz, 1934, 1937; Vavilov și Bukinich, 1959; Ladizinsky, 1971c, 1975; Baum și colab., 1972a; Kliphuis și Wieffering, 1972; Whalley și Burfitt, 1972; Loon van, 1974; Dillenburg, 1984; ; Romero Zarco, 1990; Sheidai și colab., 2002; Loskutov, 2007; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena vaviloviana* (Mordv, 1936)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la prostrată la erectă. Tulpina floriferă este erectă de 80-110 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste medii cu 2-4 flori. Glumele egale, mai lungi decât florile, de 20-25 mm lungime cu 8 nervuri. Vârful paleei inferioare (lemei) este biaristulat, iar arista este înserată la jumătatea paleei. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este scurt, oval de 3-5 mm lungime.

A. vaviloviana este endemică în Etiopia și Yemen. În aceste țări se găsește peste tot, la altitudini cuprinse între 2200 și 2800m, în special pe terenurile fertile cultivate (Mordvinkina, 1936; Vavilov, 1965b; Ladizinsky, 1975; (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena agadiriana* (Baum și Fedak, 1985)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 60 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste mici cu 2 flori. Glumele aproape inegale, de 15-18 mm lungime cu 8 nervuri. Vârful paleei inferioare este bidentat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Numai florile de bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este rotund-eliptic.

A. agadiriana este o specie marocană, endemică. Multe exemplare din această specie au fost colectate de pe coastele Mării Mediterane și ale Oceanului Atlantic. Specia preferă soluri brun-roșcate și pietroase (Baum și Fedak 1985b; Leggett și colab. 1992; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena magna* (Murphy și Terrell, 1968; foto 4.23)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 60-100 cm lungime, panicul unilateral, spiculețe cu ariste lungi, cu 3-4 flori. Glumele late, lungi, membranoase, aproape inegale cu 8-10 nervuri. Paleea inferioară este pubescentă. Vârful paleii inferioare este bidentat, iar arista este înserată la jumătatea superioară a paleii. Numai florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este rotund, puternic pubescent.



Foto 4.23. Semințe de *Avena magna*

A. magna (syn. *A. moroccana* Gdgr.), este endemică, fiind colectată de pe coasta Marocului și din zonele montane, de la altitudini de la 100 la 1300m. Preferă soluri fertile, brun-roșcate, argiloase și aluvionare (Rajhathy și colab., 1966; Leggett și colab., 1992; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena murphyi* (Ladizinsky, 1971; foto 4.24.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 70-80 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe mari cu 2-6 flori, glume egale, cu 8 nervuri. Paleele sunt egale, glabre și pubescente. Vârful paleei inferioare este bidentat, iar arista este înserată pe $\frac{1}{4}$ din palee. Florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este oval.

A. murphyi este originară din sudul Spaniei și nordul Marocului, crescând într-un climat tipic mediteraneean pe soluri aluvionare (Ladizinsky, 1971a; Leggett și colab., 1992; Perez de la Vega și colab., 1998; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011)



Foto 4.24. Spiculeț de *Avena murphyi*

***Avena insularis* (Ladizinsky, 1998)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 60 cm lungime, panicul unilateral,

spiculețe în formă de V, mari cu 3-5 flori. Glumele lungi, egale, cu 9-10 nervuri. Paleea inferioară este pubescentă. Vârful paleei inferioare este bisubulat sau puternic biaristat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Numai florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este eliptic.

A. insularis a fost găsită în sudul Siciliei și apoi în Tunisia, la altitudini de 50-150 m pe soluri argiloase și nisipo-argiloase de culori diferite de la albicios la gri, negru, maro sau roșu cu pH 7,8, iar media precipitațiilor de 400 mm (Ladizinsky, 1998, Ladizinsky și Jellen 2003; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena macrostachya* (Balansa și Durieu, 1854; foto 4.25.)**

Specie perenă, alogamă. Plantele tinere au o creștere prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 60 cm lungime, panicul unilateral, anterele florilor sunt mari, galbene, cu antocian, spiculețe mici aristate, cu 6-8 flori. Glumele scurte, foarte inegale, gluma inferioară este jumătate din gluma superioară, cu 7 nervuri. Paleea inferioară este de mărime medie, slab pubescentă. Vârful paleei inferioare este bisubulat, iar arista este înserată pe 1/3 din palee. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului (calus) este linear-elongat.

A. macrostachya este o specie endemică, rar întâlnită doar pe crestele înalte ale Munților Atlas (1500 m) din regiunile Djurdjura și Aures din nordul Algeriei. Crește mai ales pe soluri calcaroase (Baum 1977; Baum și Rajhathy 1976; Baum și colab., 1975; Guarino și colab., 1991; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011)



Foto 4.25. *Avena macrostachya* (Banca de Gene Radzikow, Polonia, 2009)

4.3.3. Specii hexaploide

***Avena sterilis* (Linneaus 1762; foto 4.26.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la prostrată la erectă. Tulpina floriferă este erectă de 30-145 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe în formă de V, mari cu 3-5 flori, glume egale, lungi. Paleea inferioară este slab pubescentă. Vârful paleei inferioare este bidentat, iar arista este înserată la jumătatea paleei. Numai florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Calusul este rotund.

A. sterilis este puternic răspândită în zona mediteraneeană, de la Oceanul Atlantic până în Himalaia, în special găsimu-se în Spania, Portugalia, Italia, Elveția, sudul Franței, nordul Iranului, Turcia, Transcaucazia, Ucraina și în toate țările din nordul Africii și în Etiopia. Cel mai ridicat nivel de polimorfism poate fi observat în

zonele cu o medie a precipitațiilor de la 50-800 mm, unde predomină solurile nisipoase, argiloase și cele formate pe roci bazaltice, la altitudini de 600-700m. Numeroase forme de *Avena sterilis* pot fi găsite în Japonia și în Coreea de Sud (Roshevitz, 1934; Holden, 1966; Ladizinsk,y 1975; Yamaguchi, 1976; Garcia-Baudin și colab.,1978, 1981; Schuler, 1978; Maillet, 1980; Brezhnev și Korovina, 1981; Costa, 1988; Romero Zarco, 1994; Kanan și Jaradat, 1996; Loskutov, 2007; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

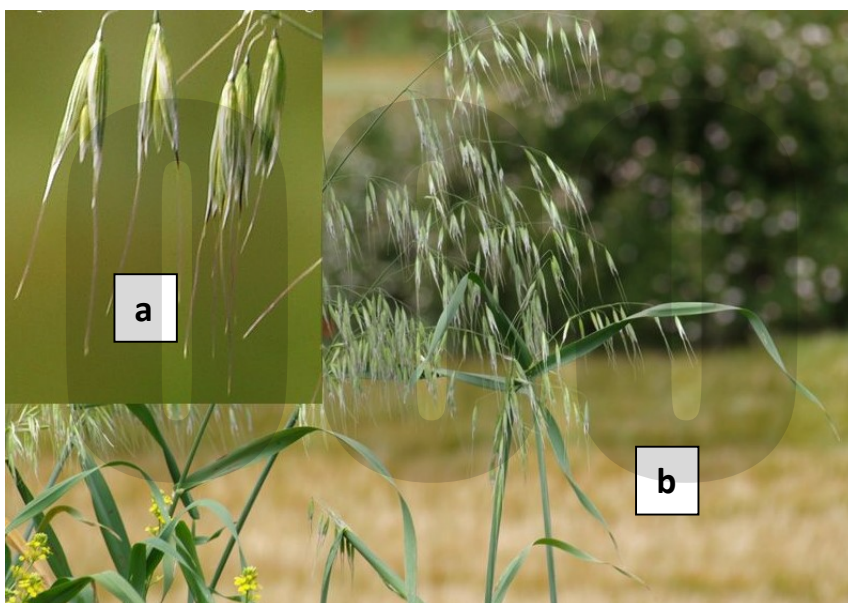


Foto 4.26. *Avena sterilis* (a- detaliu spiculeț; b-panicul)

***Avena ludoviciana* (Durieu, 1855; foto 4.27.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la prostrată la erectă. Tulpina floriferă este erectă de 40-150 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe mari cu 2 sau mai rar cu 3 flori, glume egale de 25-35 mm lungime. Paleea inferioară este pubescentă. Vârful paleei

inferioare este bidentat, iar arista este inserată pe 1/3 din palee. Numai florile de la bază sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este rotund.

A. ludoviciana este puternic răspândită în Europa, în partea de est a Mediteranei, Ucraina, Sudul Rusiei, Azerbaidjan, Asia Centrală, Iran, Asia Mică, sud vestul Asiei, Afganistan și de-a lungul întregii coaste din nordul Africii. Crește pe toate tipurile de soluri nisipoase și argiloase și prezintă o mare diversitate genetică. Această specie a fost adusă în nordul și sudul Australiei și în Noua Zeelandă (Roshevitz,1934; Romero Zarco,1994,1951; Vavilov și Bukinich, 1959; Holden,1969; Guillemenet,1971; Kropac și Lhotska,1971; Whalley și Burfitt, 1972; Garcia-Baudin și colab., 1978; Schuler, 1978; Costa, 1988; Loskutov, 2007; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).



Foto 4.27. *Avena ludoviciana* - panicul în diferite faze de vegetație

***Avena fatua* (Linneaus, 1753; foto 4.28.)**



Foto 4.28. *Avena fatua* (a-plante; b- detaliu spiculețe)

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la prostrată la erectă. Tulpina floriferă este erectă de 40-150 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe mari cu 2-3 flori, glumele sunt egale de 20-25 mm lungime. Palea inferioară poate avea perișori sau poate fi glabră. Vârful palei inferioare este bidentat, iar arista este înserată la jumătatea sa. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este rotund.

A. fatua crește în toate condițiile de climă și pe toate tipurile de sol, de la Tropice până la Cercul Polar. Urcă până la limita de creștere a plantelor (3000 m) și prezintă cel mai înalt grad de polimorfism genetic, pătrunzând în toate culturile agricole de pe întreg globul – de la Oceanul Atlantic, traversează Eurasia prin Mongolia, Japonia și sudul Coreii; este răspândită din nordul până în sudul Africii și trece mai departe din nordul până în sudul Americii, Australia și Noua Zeelandă (Malzev, 1930; Roshevitz 1934, 1937; Vavilov și Bukinich, 1959; Guillemenet, 1971; Baum și colab.; Roshevitz 1934, 1937; Vavilov și Bukinich, 1959; Guillemenet, 1971; Baum și colab., 1972a;

Kuhn, 1972; Whalley și Burfitt, 1972; Nilsson și colab., 1973; Yamaguchi, 1976; Rines și colab., 1980; Costa, 1988; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

***Avena occidentalis* (Durieu, 1865; foto 4.29.)**

Specie anuală. Plantele tinere au o creștere de la semi-erectă la prostrată. Tulpina floriferă este geniculată de 45-100 cm lungime, panicul echilateral, spiculețe mari cu 3-4 flori, glume egale de 16-20

mm lungime. Paleea inferioară poate fi păroasă sau glabră. Vârful paleei inferioare este bisubulat sau scurt biaristat, iar arista este inserată la jumătatea paleei. Toate florile sunt dezarticulate la maturitate. Nodul de la baza paniculului este rotund.



Foto 4.29.

Panicul de *Avena occidentalis*

A. occidentalis crește în principal în Insulele Canare (Spania), dar conform studiilor efectuate de Baum (1977) se găsește de asemenea, în Portugalia, Egipt, Etiopia, insulele Azore și Madeira, deși inițial a fost găsită în Algeria. Specia are tendința să crească pe soluri aluvionare pe văi și pe stânci (Durieu de Maisonneuve, 1845; Baum, 1971; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).



Foto 4.30. Evoluția semințelor în timpul procesului de domesticire a speciilor sălbatice de *Avena* prin transformarea lor în specii cultivate semin- (țele speciilor sălbatice sunt pe rândul de sus, la mijloc sunt semințe ale speciilor marginale iar jos sunt semințe ale speciilor cultivate) (C. Germeier, 2010)

Capitolul 5

Cariotipul și citologia speciilor genului *Avena*

5.1. Cariotipul speciilor genului *Avena*

Adesea, analiza cariologică a plantelor cultivate și a rudelor sălbatice confirmă statutul lor taxonomic la nivel interspecific, făcând astfel posibilă caracterizarea genomică a materialului genetic. Studiul citologic și cariologic al speciilor genului *Avena* are o istorie destul de lungă (Avdulov, 1931; Huskins, 1927; Nikolaeva, 1922; Rajhathy și Thomas 1974; Igor G. Loskutov and Howard W. Rines, 2011) (tabelul 5.1.).

Tabelul 5.1.

**Structura cariotipului la speciile genului *Avena*
(Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011)**

Specia	Geno- mul	Tipuri de cromozomi						Autorii
		SM ^{t1}	SM ^{t2}	ST ^{t2}	M	SM	ST	
<i>A. bruhsiana</i>	Cv	-	-	1	-	1	5	Emme (1932)
<i>A. ventricosa</i>	Cv	-	-	1	-	-	6	Rajhathy (1961)
<i>A. clauda</i>	Cp	1	-	1	-	-	5	Nikolaeva (1922)
<i>A. pilosa</i>	Cp	1	-	1	-	-	5	Nikolaeva (1922)
<i>A. prostrata</i>	Ap	1	-	1	3	1	1	Ladizinsky (1971b)
<i>A. damascena</i>	Ad	1	-	1	4	1	-	Rajhathy și Baum (1972)
<i>A. longiglumis</i>	Al	1	-	1	4	1	-	Malzev (1930)
<i>A. canariensis</i>	Ac	1	-	1	4	1	-	Baum și colab., (1973)
<i>A. strigosa</i>	As	1	-	1	2	2	1	Kihara (1919)
<i>A. hirtula</i>	As	1	-	1	2	2	1	Huskins (1926)

<i>A. wiestii</i>	As	1	-	1	2	2	1	Huskins (1926)
<i>A. atlantica</i>	As	1	-	1	2	2	1	Baum și Fedak (1985a)
<i>A. barbata</i>	AB	1	-	1	4	6	2	Kihara (1919)
<i>A. vaviloviana</i>	AB	1	-	1	4	6	2	Emme (1932)
<i>A. abyssinica</i>	AB	1	-	1	4	6	2	Aase și Powers (1926)
<i>A. agadiriana</i>	AB?	-	-	2	2	7	3	Baum și Fedak (1985b)
<i>A. magna</i>	AC	1	1	1	4	2	5	Murphy și colab. (1968)
<i>A. murphyi</i>	AC	1	-	1	4	6	2	Ladizinsky (1971a)
<i>A. insularis</i>	AC?	1	-	1	4	7	1	Ladizinsky (1998)
<i>A. macrostachya</i>	CC?	-	2	-	1 0	-	2	Baum și Rajhathy (1976)
<i>A. fatua</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Kihara (1919)
<i>A. sativa</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Kihara (1919)
<i>A. byzantina</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Kihara (1919)
<i>A. sterilis</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Kihara (1919)
<i>A. ludoviciana</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Huskins (1926)
<i>A. occidentalis</i>	ACD	1	-	2	4	7	7	Baum (1971)

unde: M – cromozom median; SM-cromozom submedian; ST-cromozom subterminal; SM^{t1}, SM^{t2}, ST^{t2} - cromozomi sateliți de diferite tipuri (t1 satelit mare, t2 satelit mic).

5.1.1. Specii diploide cu genom C

Ce mai mare diversitate a cariotipului speciilor genului *Avena* se găsește la speciile diploide, care se împart în trei grupe:

1. Specii care conțin în mod predominant cromozomi subterminali (*Avena ventricosa*, *A. bruhsisiana*, *A. clauda* și *A. pilosa*);
2. Specii cu o pereche de cromozomi subterminali (*A. prostrata*, *A. wiestii*, *A. hirtula*, *A. atlantica* și *A. strigosa*);
3. Specii cu un cromozom median sau submedian (*A. damascena*, *A. longiglumis* și *A. canariensis*).

A. ventricosa și *A. bruhnsiana* au fost determinate ca specii diploide cu un număr de 14 cromozomi somatici (Emme 1932). Numeroase studii au arătat că *A. ventricosa* are un genom nuclear de tip Av, fiind similar la unele caractere cu *A. pilosa* (Rajhathy 1961, 1963). Mai târziu, s-au confirmat modificările ce au avut loc în genomul speciei *A. ventricosa*, în raport cu complexul *clauda* – *pilosa* (Thomas 1970), și s-a atribuit simbolul Cv genomului speciei *A. ventricosa* (Rajhathy 1966, 1971b; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

Un studiu efectuat pe populații de *A. bruhnsiana* aflate în colecția de la VIR, dar originare din Azerbaidjan a evidențiat faptul că toate aceste forme posedă cinci perechi de cromozomi subterminali (Loskutov 2007), care au mai fost observați mult mai timpuriu, și în investigațiile efectuate de Rajhathy (1971b). Pe baza similarității cromozomilor submediani, speciile *A. ventricosa* și *A. bruhnsiana* au fost identificate ca fiind cele mai primitive specii din cadrul genului *Avena* (Rajhathy and Thomas 1974).

Un alt studiu al speciilor *A. clauda* și *A. pilosa*, a evidențiat că acestea au același cariotip (Nikolaeva 1922; Emmé 1932). O analiză cariologică a celor două specii, a arătat că prezența în cariotip a două perechi de cromozomi satelit și a cinci perechi de cromozomi medii subterminali poate fi considerată principala lor trăsătură. Pe baza analizei cariologice, formula genomului la *A. clauda* și *A. pilosa* față de cel inițial a fost schimbat din Ap în C și speciile au fost definite ca specii primitive din cadrul genului *Avena* (Rajhathy and Thomas 1974).

Diferențele dintre aceste două tipuri de genom confirmă regula dedusă pentru cariotipul speciilor diploide, în principal în funcție de poziția centromerului, iar secundar după constricțiile apărute. În același timp, toate speciile menționate mai sus, cu cariotipul asimetric

nu sunt primitive în adevăratul sens al cuvântului, ele sunt arhaice, în curs de evoluție mai lentă spre tipul braditelic (Stebbins 1971).

Speciile cu genomurile diploide de tip Cp și Cv (fig.5.1.) au fost studiate prin folosirea tehnicilor de bandare cu lumină fluorescentă și hibridare *in situ* (FISH). Speciile cu genom de tip C sunt diferite de speciile cu genom A, în ceea ce privește structura cariotipului, distribuția heterocromatinei și poziția locilor ADN 5S și 45S. Aceasta confirmă că speciile cu genom C au deviat de la genomul ancestral, înainte ca speciile cu genom A să fie iradiate. Probabil evoluția ulterioară a speciilor cu genom A și C a avut loc separat (Shelukhina și colab., 2008b; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).



Fig. 5.1. Analiza comparativă a speciilor diploide *A. clauda* și *A. pilosa* prin utilizarea markerilor citogenetici și biochimici (Shelukhina et. al., 2008b)

5.1.2. Specii diploide cu genom A

În celulele somatice ale speciei *A. longiglumes* sunt 14 cromozomi (Malzev 1930), mai târziu acest număr a fost confirmat și de alți cercetători (Holden 1966). Un studiu efectuat pe diferite

populații ale acestei specii, scoate în evidență că formele pitice cu înflorire timpurie au două perechi de cromozomi satelit, în timp ce formele înalte, cu înflorire mai târzie au numai o pereche de cromozomi satelit (Morikawa 1992). Unii cercetători susțin că genomul speciei *A. longiglumes* este similar cu genomul speciei *A. strigosa* (Steer și colab., 1970), în timp ce alți spun că genomurile celor două specii sunt diferite (Griffiths și colab., 1959). Genomul speciei *A. longiglumes* a fost definit de tip Al (Rajhathy și Morrison 1959), dar mai târziu diferențele dintre genomurile acestei specii și alte specii cu genom de tip A au fost confirmate prin alte metode (Rajhathy 1961; Thomas și Jones 1965; Murray și colab., 1970; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

Numărul de cromozomi și structura cariotipului au fost determinate la *A. prostrata* (Ladizinsky 1971b), iar genomul a fost denumit: de tip Ap (Rajhathy și Baum 1972). *A. damascena* are tot 14 cromozomi (Rajhathy și Baum 1972), iar cariotipul său de tip Ad seamănă cu cel al speciei *A. longiglumes* cu singura diferență în ceea ce privește raportul între cromozomii mari satelit și brațul cromozomului de care este atașat (Rajhathy și Thomas 1974). Pe de altă parte, mai târziu, prin analize de electroforeză, folosind tehnica de bandare cu lumină fluorescentă și hibridare *in situ*, s-a arătat că specia diploidă *A. longiglumes* ocupă o poziție unică în genomul A (Shelukhina 2008; Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

A. canariensis este o specie diploidă (Baum et al. 1973), cariotipul acestei specii (Ac) este similar cu cel al speciilor *A. longiglumes* (Al) și *A. damascena* (Ad) cu singura diferență că unul din sateliți este ușor mai mare (fig. 5.2.). Se presupune că ovăzul hexaploid a preluat de la această specie genomul A (Baum și colab., 1973) și ovăzul tetraploid a preluat genomul AC (Leggett 1980). Populațiile ce aparțin speciei *A. canariensis* au un număr diferit de

cromozomi satelit. Populația cu înflorirea foarte timpurie, originară din Insula Lanzarote (Spania) are numai o singură pereche de cromozomi satelit, în timp ce populațiile cu înflorire târzie au două perechi de cromozomi satelit. Speciile diploide care conțin genomul Al și AC au fost studiate prin folosirea tehnicilor de bandare cu lumină fluorescentă și hibridare *in situ*. Cariotipurile acestor specii sunt similare, dar unii cromozomi diferă ca mărime și morfologie, probabil din cauza rearanjării structurale în timpul transformării genomului A din progenitorul comun (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). S-a demonstrat că există o similaritate considerabilă între speciile *A. canariensis* și *A. longiglumes* în ceea ce privește prezența genomului As (Shelukhina și colab., 2008a).

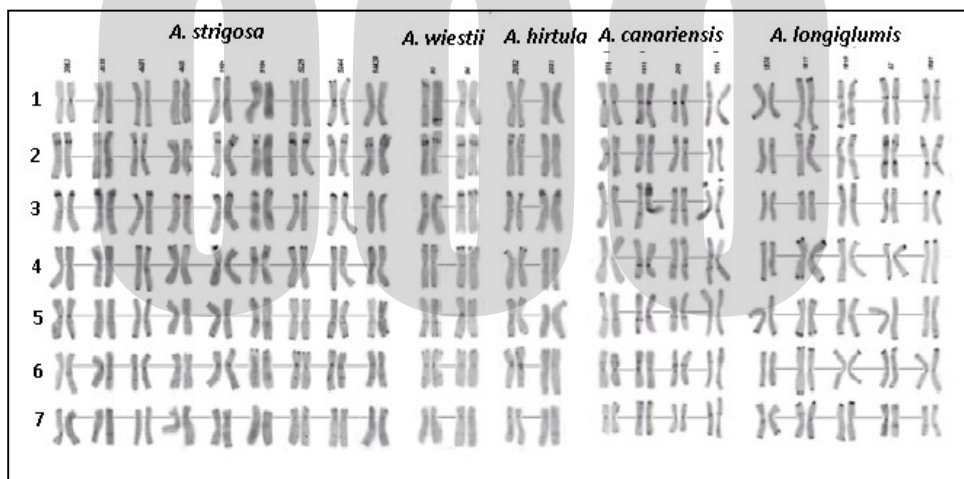


Fig. 5.2. Analiza comparativă a speciilor diploide de *Avena* (*A. canariensis* și *A. longiglumes*) prin folosirea markerilor biochimici și citogenetici (Shelukhina O. Yu., Badaeva E. D., Brezhneva T. A., Loskutov I. G., Pukhalsky V. A, 2008).

Specia cultivată *A. strigosa* are 14 cromozomi (Kihara 1919). Cariotipul acestei specii este caracteristic pentru multe specii de *Avena* care cresc pe terenuri nisipoase, cum ar fi: *A. hirtula* și *A. wiestii* și au genom As (Huskins, 1926; Emme, 1932; Shepeleva,

1939; Rajhathy, 1961), deși inițial, aceste specii au fost considerate tetraploide (Huskins, 1926, 1927).

Un studiu comparativ realizat pe cariotipul speciei *A. wiestii* și pe genomul speciilor hexaploide au confirmat inițial similaritatea acestora (Holden, 1966; Thomas și Thomas, 1970), dar unii autori au demonstrat că sunt unele deosebiri structurale (Sadanaga și colab., 1968). O investigație citogenetică a speciilor cu genom As a arătat că există asemănări semnificative între *A. strigosa* și *A. weistii*, iar specia *A. hirtula* are o poziție izolată în acest grup. Rezultatele acestui studiu contrazic rezultatele obținute de alți autori care susțin că rearanjarea cromozomului 7 este specifică numai speciei *A. strigosa* pentru că celelalte 3 specii (*A. weistii*, *A. hirtula* și *A. hispanica*) sunt identice, din punct de vedere al morfologiei cromozomilor (Badaeva și colab., 2005).

Odată cu descoperirea ultimei specii *A. atlantica* care are tot 14 cromozomi în celulele somatice și genomul este de tip As (Baum and Fedak 1985a), dar din punct de vedere morfologic plantele diferă foarte mult în comparație cu alte specii care au același număr de cromozomi și același tip de genom. *A. strigosa* prezintă o translocatie cromozomială asemănătoare speciilor diploide *A. atlantica* și *A. hirtula*. (Loarce și colab., 2002).

5.1.3. Specii tetraploide cu genom CC

Specia *A. macrostachya*, cea mai primitivă specie alogamă a fost identificată ca o specie autotetraploidă cu 28 de cromozomi. Prezintă un cariotip simetric, în special la cromozomii mediani, care diferă puțin în privința mărimii, având serii de cromozomi la care lungimea scade în mod gradual. Prezența unui număr mare de cromozomi similari ca mărime și structură, favorizează natura sa autotetraploidă (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

Citologic, natura autotreploidă a acestei specii a fost confirmată prin comportarea cromozomilor în meioză. În medie 56,6% din cromozomi formează tetravalențe, fenomen caracteristic majorității speciilor autotetraploide din familia *Poaceae* (Baum și Rajhathy 1976). Cariotipul simetric nu este caracteristic speciilor diploide cu genom C (Pohler și Hoppe 1991); în același timp, acest caracter apropie *A. macrostachya* de speciile de ovăz care au genomul A (Loskutov, 2001b). Prezența unui bloc mare, heterocromatic - C în regiunile cromozomilor pericentromerici indică similaritate între această specie și speciile cu genom C și se presupune că această specie, poate avea genomul indescriptibil- CmCm (Rodionov și colab., 2005). În același timp, simetria cariotipului sugerează natura sa primitivă, confirmată de alogamie, tipul de dezvoltare peren și complexul de caracteristici morfologice și citologice (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). Conform rezultatelor obținute de Levitsky (1976) și Stebbins (1971), reiese că simetria perfectă a cariotipului reprezintă un indicator al primitivității speciilor.

5.1.4. Specii tetraploide cu genom AB

Din punct de vedere morfologic, cariotipul speciilor tetraploide sunt subdivizate în două grupe cu două genomuri diferite. În primul rând, studiul speciilor tetraploide se referă la analiza numărului de cromozomi de la specia sălbatică *A. barbata* (Kihara 1919; Emme 1932; Shepeleva 1939). Morfologic, cromozomii speciilor tetraploide diferă oarecum de cei ai speciilor diploide, din această cauză s-a folosit formularea AsAb pentru a se diferenția cariotipul speciilor tetraploide de cele diploide (Holden 1966). Pe de altă parte genomul acestui grup de specii a fost notat cu AB (Ladizinsky 1973b), așa cum a fost stabilit anterior că genomul A al speciilor tetraploide este similar cu genomul As al speciilor diploide (Ladizinsky și Zohary 1968). O asemănare a principalelor caracteristici ale cariotipului cu

cariotipul speciilor tetraploide cu genom AB a fost confirmată de mulți cercetători (Rajhathy și Morrison 1959; Thomas și Thomas 1970).

Acest grup include două specii etiopiene endemice: o specie sălbatică - *A. vaviloviana*, (Emme 1932), și una cultivată *A. abyssinica* (Aase și Powers 1926; Emme 1932). Cele două specii au același cariotip și aceeași compoziție a genomului AB.

Specia recent descoperită, *A. agadiriana* a fost clasificată ca tetraploidă (Baum și Fedak 1985b). Cariotipul său nu seamănă cu nici o altă specie tetraploidă (Baum și Fedak 1985b), și se presupune că genomul său ar fi de tip AB (Leggett 1988), deși la această specie sunt niște diferențe în ceea ce privește structura lodiculelor și vârful paleei inferioare (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). Un studiu realizat pe populații ce aparțin speciei *A. agadiriana* au arătat că formele cu înflorirea timpurie au trei perechi de cromozomi satelit, în timp ce formele cu înflorire târzie au numai două perechi de cromozomi satelit (Morikawa 1991, 1992).

Speciile tetraploide *A. abyssinica*, *A. vaviloniana*, *A. barbata* și *A. agadiriana* au fost studiate prin utilizare tehnicilor de bandare și a hibridării *in vitro*, analize care au confirmat afilierea celor patru specii la grupul cu genom AB, demonstrând izolarea semnificativă a speciei *A. agadiriana*. S-a presupus că celelalte trei specii: *A. abyssinica*, *A. vaviloniana*, și *A. barbata* provin dintr-un singur progenitor, cu toate acestea, ele au deviat datorită structurilor cromozomiale rearanjate și a modificărilor din sistemul polimorfic. Apropierea filogenetică a fost demonstrată prin trecerea de la genomul de tip AB la genomul diploid de tip A. Cel mai probabil progenitor a genomului de tip A de la speciile *A. abyssinica*, *A. vaviloniana*, și *A. barbata* este un genom de tip As. Al doilea progenitor diploid a acestor trei specii nu a fost identificat, dar probabil nu aparține grupului cu genom As. De asemenea nu au fost stabiliți progenitorii

diploizi ai speciei *A. agadiriana*, deși se presupune că *A. damascena* ar putea fi unul dintre ei (Shelukhina și colab., 2009).

Distribuția cromozomilor și organizarea genomică la speciile tetraploide a fost studiată prin folosirea tehnicilor FISH (hibridare *in situ*) Speciile cu genomurile diploide de tip Cp și Cv au fost studiate prin folosirea hibridării *in situ* (FISH) și a hibridării Southern. Studiul indică că speciile endemice etiopiene *A. abyssinica* și *A. vaviloviana* derivă din *A. barbata*. Au fost evidențiate diferențele dintre genomurile speciilor *A. barbata* și *A. vaviloviana*, tot prin folosirea hibridării *in situ* (FISH) și a hibridării Southern.

La specia *A. vaviloviana* s-au identificat două perechi de cromozomi cu genom B, implicați în translocatii intergenomice, în schimb la specia *A. barbata*, prin utilizarea hibridării *in situ* nu s-au descoperit rearanjări intergenomice (Irigoyen și colab., 2001).

5.1.5. Specii tetraploide cu genom AC

A. magna (Murphy și colab., 1968) și *A. murphyi* (Ladizinsky 1971a, d) reprezintă al doilea grup de specii tetraploide. S-a stabilit că, cariotipul speciei *A. magna* diferă de cariotipul celorlalte specii tetraploide și nu conține genomul B (Murphy și colab., 1968; fig.5.3.).

Mai târziu acest genom a fost desemnat ca genom de tip AC (Murray și colab., 1970). O analiză citogenetică a hibridilor *A. magna* și *A. barbata* a identificat că există o relație slabă între ele (Thomas, 1988). Mai mult, aceste studii au arătat că, cariotipul speciei *A. murphyi* prezintă o structură oarecum diferită (Rajhathy și Thomas 1974), deși aceste specii au genom de tip AC (Rajhathy și Thomas 1974).

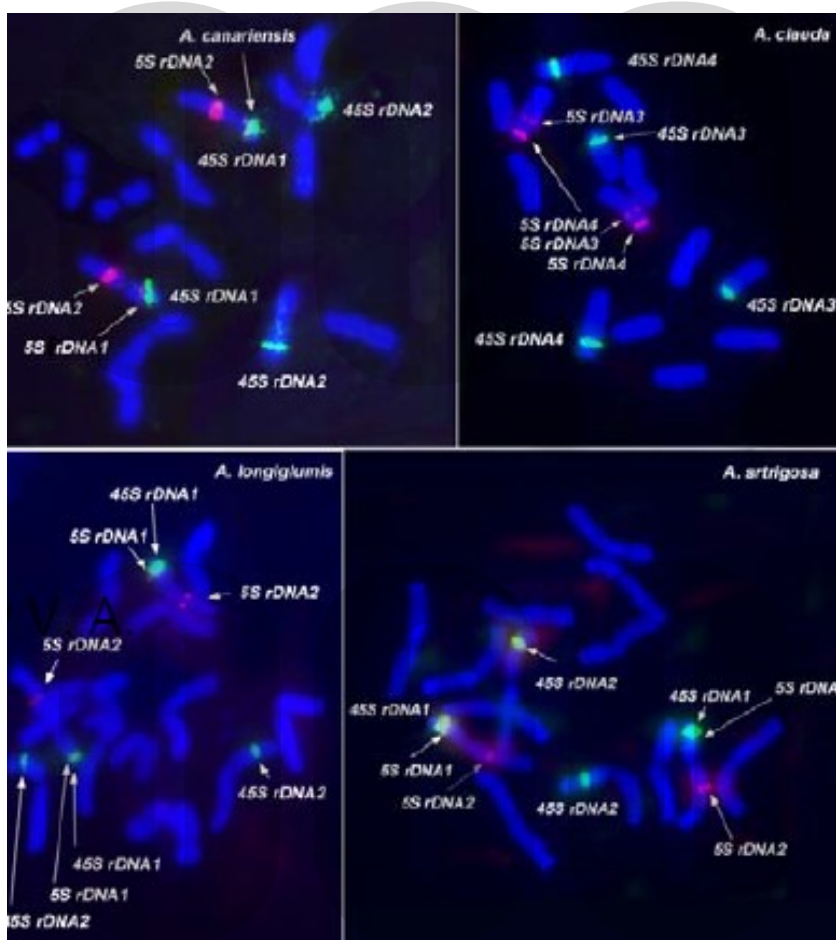


Fig. 5.3. Legăturile filogenetice ale speciilor tetraploide cu genom de tip AC prin utilizarea tehnicilor moleculare (analize RAPD) (Badaeva T.A. Shelukhina O. Yu., Goryunova S. V., Loskutov I. G., Pukhalskiy, 2011)

O altă specie tetraploidă, *A. insularis*, din punct de vedere morfologic este semnificativ similară cu grupul menționat mai sus. Această specie nu conține un genom de tip A (Ladizinsky, 1999): probabil conține fie genomul AC sau CD. Încrucișările dintre populațiile de *A. insularis* colectate din Sicilia și Tunisia determină, parțial apariția de hibrizi sterili, confirmând depărtarea lor din punct de vedere genetic (Ladizinsky și Jellen 2003). Evaluarea moleculară a speciei *A. insularis*, prin folosirea tehnicilor de bandare, arată că

populația tetraploidă sălbatică din Sicilia este puternic înrudită cu *A. magna* și *A. murphyi* și este mai plauzibil că oricare din aceste două specii reprezintă un progenitor tetraploid imediat al speciei *A. sterilis* și ale altor tipuri de ovăz hexaploid (Jellen și Ladizinsky 2000). O investigație citogenetică comparativă la cele trei specii *A. magna*, *A. murphyi* și *A. insularis* a arătat că aceste specii sunt similare în ceea ce privește numărul de cromozomi. Conform datelor obținute *A. insularis* din punct de vedere filogenetic este foarte apropiată de *A. magna*, în timp ce *A. murphyi* este diferită de cele două specii.



Fig. 5.4. Analiza citogenetică a speciei *A. insularis* (Shelukhina O. Yu., Badaeva T. A., Loskutov I. G., Pukhalsky V. A, 2007).

Se presupune că toate cele trei specii studiate au un progenitor tetraploid comun, iar diferențele sunt asociate cu rearanjarea diferită a cromozomilor (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). Aparent, evoluția speciei *A. murphyi* s-a realizat independent de evoluția altor specii (Shelukhina și colab., 2007).

5.1.6. Specii hexaploide

Speciile hexaploide au un cariotip similar și în general au aceeași compoziție a genomului. Investigațiile acestor specii au început prin determinarea numărului de cromozomi la speciile *A. fatua*, *A. sterilis* (Kihara 1919; Emme 1932), și *A. ludoviciana* (Huskins 1926). 18 perechi de cromozomi de la speciile hexaploide *A. sativa* și *A. fatua* sunt similare din punct de vedere morfologic, în timp ce trei perechi prezintă mari diferențe morfologice (Shepeleva, 1939). Mai târziu s-a observat că această structură a cariotipului este specifică numai speciilor hexaploide.

S-a observat că *A. fatua*, *A. sterilis*, *A. byzantina* și *A. sativa* posedă același genom de tip ACD (Rajhathy și Morrison 1959; Rajhathy, 1966).

Inițial, genomul a fost considerat de tip ABC (Nishiyama 1929), dar ulterior formula genomului a fost schimbată în ACD (Rajhathy și Morrison 1959; Rajhathy 1963). La specia diploidă *A. canariensis* (Thomas și Leggett 1974), s-a presupus că genomul de tip A, a fost inițial de tip AC, în timp ce genomul de tip Cv de la specia diploidă *A. bruhnsiana* a fost sursa genomului de tip C (Rajhathy 1966).

Cu toate acestea, nu a fost confirmată asemănarea genomului de tip As cu genomul de tip A de la speciile hexaploide (Ladizinsky 1969).

Un studiu citogenetic al populațiilor de ovăz sălbatic mediteraneean, concluzionează că *A. pilosa* (genom de tip Cp) și *A. strigosa* (genom de tip As) sunt variantele de bază ale genomului de tip A și a celui de tip C, în timp ce alte specii; *A. ventricosa* (genom de tip Cv) și *A. longiglumes* (genom de tip Al) au cariotipuri derivate, structural modificate (Rajhathy 1963).

Dimpotrivă, un studiu al genomului de tip AB de la specia tetraploidă *A. barbata* nu a identificat-o ca progenitor al speciilor hexaploide (Thomas și colab., 1975).

Prin investigații moderne cariologice și citologice este posibil să se identifice cromozomi în cariotip și astfel să existe posibilitatea emiterii unei ipoteze credibile despre diferențele intraspecifice și genomice, ce apar la nivel cromozomal.

De aceea, particularitățile cariotipice caracteristice speciilor individuale, permit o mai bună înțelegere a poziției fiecărei specii în sistematica genului *Avena* ajutând la elucidarea problemelor taxonomice (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

CAPITOLUL 6

Biologia ovăzului

6.1. Principalele faze ale dezvoltării plantelor

6.1.1. Germinarea semințelor

Prin germinație se înțelege totalitatea proceselor care se petrec în sămânță în timpul trecerii embrionului de la viața latentă la viața activă. Procesul germinației se consideră început, în momentul în care celulele embrionului încep să se dividă și se consideră terminat atunci când tânăra plantă poate trăi independent de rezervele bobului sintetizând singură substanța organică de care are nevoie.

Trecerea embrionului de la viața latentă la viața activă se face pe seama substanțelor de rezervă pe care le conține bobul (zaharuri, grăsimi, substanțe proteice, etc.) Dacă cele trei condiții necesare încolțirii - apă, temperatură, aer - sunt îndeplinite, enzimele care se găsesc așezate mai ales la baza bobului și în preajma embrionului, intră în acțiune. Ele transformă substanțele de rezervă cu moleculă mare din endosperm, cum sunt proteinele, amidonul, grăsimile, celuloza, etc. în substanțe cu moleculă mică, putând fi astfel ușor transportate și asimilate de embrion. Proteinele sunt transformate de enzimele proteolitice în substanțe cu molecula din ce în ce mai mică, pâna la aminoacizi; amidonul este transformat de enzimele amilolitice în dextrine, din care apoi ia naștere maltoza și mai departe glucoza; substanțele grase sub influența lipazelor se transformă în acizi grași și glicerină iar celuloza este transformată de citază. În cele din urmă se formează un suc lptos, bogat în substanțe cu molecula mică, ușor

asimilabile, cu care embrionul se hrănește.

Embrionul absoarbe substanțele nutritive cu ajutorul scutelumului. Stratul absorbant al acestuia, pentru a putea hrăni embrionul pe măsura creșterii, își mărește suprafața de absorbție; celulele sale se alungesc și pătrund tot mai adânc în endosperm. Embrionul hrănit începe să crească și să se dezvolte; își face curând apariția radiclea, apoi plumula. Semințele sunt încolțite. La ovăz plumula nu străbate tegumentul din cauza plevelor, de aceea își face loc pe la vârful cariopsei; din această cauză apariția plumulei întârzie, iar încolțirea este bipolară (foto 6.1.).

Germinația semințelor este influențată de mai mulți factori interni sau externi.



Foto 6.1. Încolțirea bipolară a cariopselor de ovăz

Factorii interni se referă la particularitățile biologice ale semințelor de ovăz. Astfel durata procesului de germinație depinde de specie, faza de coacere în care au fost recoltate semințele, de repausul seminal, de structura tegumentului seminal, de vechimea seminței, etc.

Gradul de coacere al semințelor influențează într-o foarte mare măsură procesul de germinație. La toate speciile de ovăz coacerea are loc într-un interval de timp ceva mai mare decât la alte cereale. Primele boabe ce se coc sunt cele de la vârful paniculului; de aici coacerea înaintează treptat spre partea inferioară. Când plantele sunt înfrățite puternic, neuniformitatea coacerii se face încă mai mult simțită. De aceea momentul optim de coacere este atunci când boabele din partea superioară a inflorescenței sunt în pârgă și paiul este îngalbenit.

Repausul seminal sau atingerea maturității fiziologice a semințelor. În cazul ovăzului ca și la alte specii de cereale paioase, capacitatea semințelor de a germina normal este redusă imediat după recoltare și ea crește pe măsura trecerii timpului, atingându-se pragul optim de germinare, la ovăzul cultivat, de primăvară după 5-6 luni, iar la speciile salbatice după un an.

Cauzele repausului seminal, precum și procesele care se petrec în sămânță în această perioadă au fost mult studiate de biochimisti.

V. Kretoveci (1947) a demonstrat că embrionii separați din boabele de ovăz care nu au trecut repausul seminal sunt capabili să germineze normal. El a arătat, că prin practicarea unui orificiu în învelișul semințelor nemature fiziologic, atrage după sine germinația normală, dacă acest orificiu este pus în contact cu hârtia de filtru umedă.

Aceste cercetări au demonstrat că unul din factorii interni cei mai importanți care împiedică germinația semințelor după recoltare

este impermeabilitatea învelișului seminței, dar pe măsură ce trece timpul, permeabilitatea învelișului se mărește și astfel sămânța poate absorbi apă și oxigen, factori externi necesari procesului de germinație.

Determinările efectuate asupra respirației semințelor au aratat că accelerarea germinării provocată de înlesnirea accesului apei în semințe este însoțită și de o modificare a schimbului de gaze și anume, o creștere a consumului de oxigen. Prin crearea unui orificiu în tegumentul semințelor sau secționarea lui, a permis atât accesul apei cât și a oxigenului. Kretoșici (1947) a pus semințe de cereale care nu și-au parcurs repausul seminal, într-o atmosferă de oxigen pur, constatând o accelerare bruscă a germinării numai la semințele care au fost perforate și au fost puse în contact cu hârtia de filtru umedă. Prin urmare, oxigenul dizolvat în apă reprezintă principalul factor care influențează favorabil germinația semințelor nemature din punct de vedere fiziologic.

Semințele care nu și-au parcurs repausul seminal pot germina dacă acest fenomen are loc la temperaturi mai scăzute. Dacă la temperatura de 20°C solubilitatea oxigenului în apă este de $0,0043\text{g}/100\text{g}$ apă, la 5°C este de $0.061\text{g}/100\text{g}$ apă, mai mare cu 42%. În felul acesta, prin scăderea temperaturii de germinare, crește solubilitatea oxigenului în apă, care are ca rezultat o aprovizionare mai bună cu oxigen a țesuturilor embrionului.

Unii autori (Maisurian N.A., 1955) explică repausul seminal și prin acumularea în semințe a unor substanțe care împiedică germinația. Pe parcursul repausului seminal, aceste substanțe își pierd caracterul lor nociv asupra pornirii procesului de germinație.

După cercetările efectuate de V. Kretoșici (1947) trebuie însă admis că factorul care împiedică germinația semințelor după recoltare nu se găsește în germen ci în tegumentul seminței, în capacitatea sa redusă de absorbție a oxigenului.

Structura tegumentului seminal influențează, de asemenea, germinatia semințelor. La ovăz din cauza învelișului concrescut, format din pleve, germinația întârzie 3-4 zile față de grâu și secară.

Vechimea semințelor este unul din factorii interni care influențează mult capacitatea germinativă a semințelor. Durata cât semințele își păstrează capacitatea germinativă se numește longevitate.

Longevitatea semințelor la ovăzul cultivat, variază în funcție de condițiile de vegetație și de păstrare. Prin analiza unor rezultate ale testelor de germinație pe semințe de ovăz conservate la temperatura de $+4^{\circ}\text{C}$, și o umiditate a boabelor de 6-7%, efectuate în laboratorul de viabilitate a semințelor de la Banca de Gene Suceava, s-a observat că semințele care au avut o germinație inițială în anul 2006 cuprinsă între 85-95%, după 8 ani (2014) probele au avut germinația situată între 80-88%. În schimb, când germinația inițială a fost sub 80%, după aceeași perioadă, aceasta s-a diminuat mult mai puternic, cu peste 20 de procente.

Pierderea capacității de germinație a semințelor în timpul păstrării se datorează alterării enzimelor, coagulării proteinelor din embrion, degradării graduate a nucleului din celulele embrionare și perturbării procesului diviziunii celulare (Cristea, 1981). Potrivit unor studii (Gustafson, 1972), prin acumularea substanțelor toxice produse de semințe în timpul păstrării, se alterează mecanismul nuclear.

Factorii externi care condiționează germinația sunt: *apa*, *temperatura* și *aerul* (oxigenul). Prezența celor trei factori este absolut necesară și într-un anumit echilibru pentru ca germinația să aibă loc în condiții normale.

Primul factor necesar germinației este *apa*. Cariopsa are capacitatea de a absorbi apa cu care vine în contact și se umflă; astfel își mărește volumul, endospermul se înmoaie, embrionul devine mai lucios, iar suprafața bobului se netezește și se întinde. Cantitatea de

apă absorbită nu este aceeași la toate cerealele. După Nowacki (1927), boabele absorb în timpul umflării o cantitate de apă egală cu aceea pierdută în timpul coacerii, iar după Zamfirescu și colab. (1956), ovăzul absoarbe apă la încolțire, aproximativ 60% din greutatea boabelor.

Apa absorbită nu se repartizează uniform în cuprinsul bobului. După Kuperman și Baranov (1958) embrionul în raport cu greutatea lui, consumă mai multă apă decât endospermul.

Timul în care are loc umflarea boabelor este în strictă dependență cu permeabilitatea învelișului, temperatura apei și cu conținutul de umiditate a mediului în care se află sămânța.

Temperatura este un factor la fel de important ca și apa. Cercetări efectuate arată că nivelul temperaturii necesare germinării diferă de la specie la specie. Astfel după Haberlandt (1875), dintre cereale, ovăzul are cea mai ridicată temperatură de germinare, fiind necesară o temperatură minimă de 4-5°C și una maximă de 30°C, temperatura optimă fiind de aproximativ 25°C.

S-a constatat că încolțirea semințelor are loc cu atât mai repede, cu cât temperatura este apropiată de cea optimă. Astfel, ovăzul a germinat în 6 zile la temperatura de 10°C și în 4 zile la 15°C (Nowacki, 1927).

Nowacki (1927) arată că o temperatură uniformă, chiar dacă este ridicată, încetinește ritmul germinației, în timp ce o temperatură neuniformă favorizează procesul germinației. Aceasta explică de ce, cu toate variațiile mari de temperatură din timpul primăverii, are loc germinația normală a boabelor de ovăz.

Aerul este al treilea factor indispensabil încolțirii semințelor, fiind necesar în procesul respirației. Dacă semințele sunt îmbibate cu apă și temperatura este convenabilă, în prezența aerului, ele încep să respire. Oxigenul pătruns în țesuturi, oxidează substanța organică,

producându-se energia necesară vieții. Oxigenul nu este consumat la fel de intens în toată masa bobului; partea inferioară ce conține embrionul, are o respirație mai puternică decât cea superioară.

Unele studii arată că și *lumina* are o anumită influență asupra germinației. Radiațiile infraroșii o favorizează, pe când celelalte radiații au un efect minor. O acțiune contrarie este exercitată de razele infraroșii extreme (7000-7400Å).

Substanțele din endosperm solubilizate cu ajutorul fermentilor sunt absorbite de scutelum, care le transmite embrionului. Acesta se mărește și se dezvoltă treptat într-o plantă de sine stătătoare.

6.1.2. Formarea sistemului radicular.

În dreptul coleorizei, învelișul bobului crapă, lăsând să apară radica la protejată de coleoriză. Coleoriza crește puțin, se deschide la vârf, continuă să se alungească, iar după un timp începe să funcționeze; ea devine rădăcină embrionară (foto 6.1.). Fenomenul se repetă la fel și pentru celelalte rădăcini embrionare, la ovăz acestea putând să ajungă până la 3. Rădăcinile embrionare cresc și se ramifică, aprovizionând plantula cu apă și săruri minerale, funcționând ca rădăcini embrionare primare. Treptat, din nodurile inferioare ale tulpinii chiar și din fiecare celulă a internodiilor inferioare apar noi rădăcini numite coronare (adventive). Ele sunt mai viguroase și mult mai numeroase decât rădăcinile embrionare. Rădăcinile ovăzului se caracterizează și printr-o capacitate ridicată de utilizare din sol a combinațiilor mai greu solubile. Datorită intensității de respirație mai mare decât la grâu, secară și orz, țesuturile rădăcinilor elimină importante cantități de bioxid de carbon, care măresc puterea de dizolvare a apei. Aceste însușiri explică rezultatele bune, pe care le dă ovăzul și pe solurile mai puțin fertile.

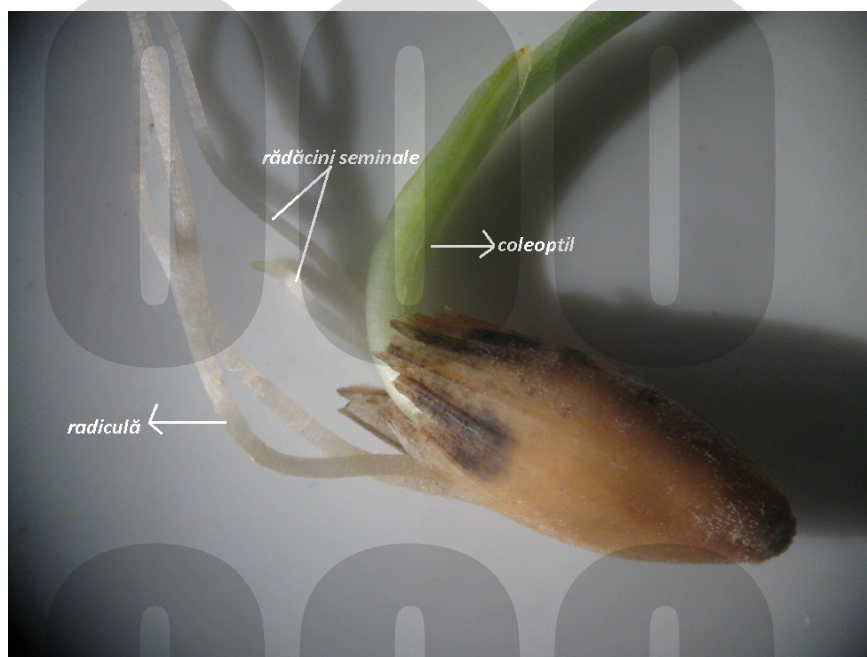


Foto 6.1. Răsărirea și formarea rădăcinilor seminale

6.1.3. Răsărirea plantelor

La scurt timp după apariția radiculelor, plumula protejată de coleoptil, străbate stratul de pământ, continuând să crească până ajunge la 3-5 cm deasupra solului. La încetarea creșterii, prima frunză verde străpunge coleoptilul și își face apariția.

La ovăz, coleoptilul este de 3-5 cm lungime (fig. 6.2.), având culoarea verde mată.

Sunt cazuri când vârful tulpiniței nu poate străbate învelișul bobului. Acest fenomen se întâmplă la boabele care au fost recoltate înainte de coacere, când vârful tulpiniței pătrunde în albumen.

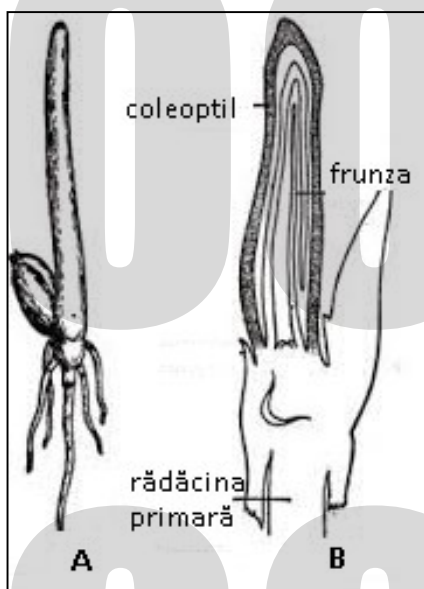


Fig. 6.2. Coleoptilul la germenele de ovăz (A); secțiune longitudinală prin coleoptil (B)

Alteori, colțul coleoptilului nu are puterea de străbătare, neputând răsări. Acest fenomen se întâmplă atunci când solul a format crustă sau sămânța a fost semănată la o adâncime prea mare (< 3 cm).

6.1.4. Înfrățirea

Prin înfrățire se înțelege însușirea cerealelor de a forma noi tulpini, pe lângă tulpina principală, numite frați. Frații iau naștere din nodurile subterane. În fig. 6.3. prezentăm schematic înfrățirea cerealelor. Tulpina principală dă naștere primilor doi frați (T1 și T2) ce pornesc de la două noduri subterane succesive. Ei se comportă mai departe la fel ca și tulpina principală, fiecare emițând la rândul lor, câte doi frați (F1, F2, F3, F4), etc. Ca regulă, fiecare frate pornește dintr-un nod propriu și de la subsuoara unei frunze, în prealabil formată. Așadar, înfrățirea poate fi considerată ca o ramificare a tulpinii localizată la bază, în zona subterană. Germenele înfrățirii se observă chiar din embrionul boabelor normal dezvoltate. La ovăz, la

14 zile după încolțire, de ambele părți ale mugurașului principal, sunt doi muguri secundari (Nowacki, 1927). Ei vor da naștere primilor doi frați.

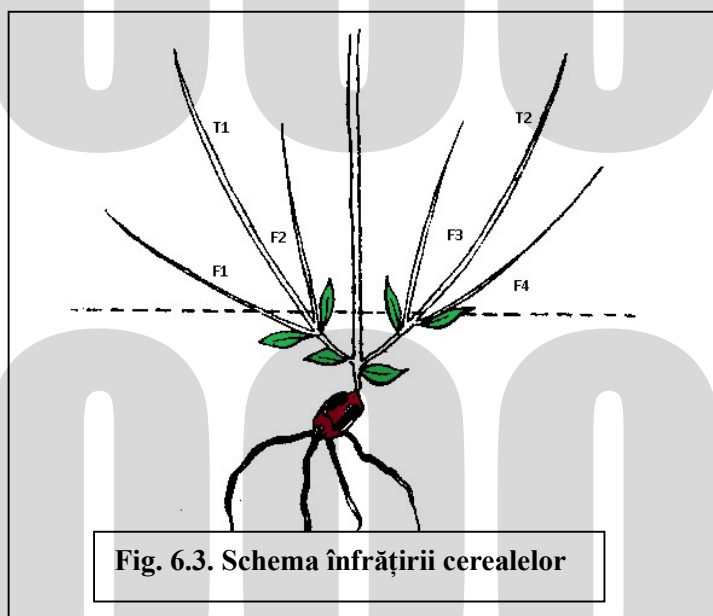


Fig. 6.3. Schema înfrățirii cerealelor

Nodurile din care pornesc frații sunt atât de apropiați unul de altul, încât se pare că toți frații pornesc din același punct, numit în literatura de specialitate, nod de înfrățire.

Nodul de înfrățire are poziții diferite față de suprafața solului, în funcție de adâncimea de semănat. Când sămânța este îngropată superficial în sol, nodul de înfrățire este foarte aproape de sămânță. În cazul în care sămânța este îngropată mai adânc în sol, nodul de înfrățire se află mai departe de sămânță. Oricât de adâncă ar fi sămânța, nodul de înfrățire se află aproape de suprafața solului la 0,5-3 cm.

Capacitatea de înfrățire, exprimată prin numărul de frați, este o aptitudine variabilă, fiind o însușire ereditară a speciei, varietății, soiului, aflându-se însă și sub influența factorilor de mediu. Dacă

facem un clasament al capacității de înfrățire a cerealelor, observăm că pe primul loc sunt cerealele de toamnă (secara, orzul, grâul) urmate de cele de primăvară (orzul, ovăzul, grâul). Peste însușirea ereditară se suprapun factorii de mediu care, fie îngrădesc, fie favorizează înfrățirea.

Cei mai importanți factori de mediu sunt; lumina, temperatura și umiditatea. Alături de aceștia, înfrățirea mai este influențată de unele elemente ale tehnologiei de cultură, ca spațiul de nutriție, epoca semănatului, adâncimea de semănat.

O înfrățire puternică nu poate avea loc decât numai la lumină. La întuneric sau la umbră are loc o înfrățire slabă și asta numai cu condiția ca semințele să fie bine dezvoltate.

Pentru ca înfrățirea să poată decurge în mod normal se cere o vreme răcoroasă, cu temperaturi care să nu depășească 8-12⁰C. Dacă temperatura se ridică peste o anumită limită, înfrățirea încetează și plantele încep să-și alungească paiul.

Umiditatea prea mică sau în exces este defavorabilă înfrățirii. Umiditatea optimă este de 60-80% din capacitatea pentru apă a solului. Sub 20% înfrățirea se reduce în mod considerabil.

Lumina, fiind factorul energetic care stă la baza fotosintezei, joacă un rol hotărâtor în fenomenul înfrățirii.

Dintre elementele tehnologiei de cultură, cel care influențează cu precădere înfrățirea este spațiul de nutriție. Cu cât plantele au un spațiu de nutriție mai mare, cu atât are loc o înfrățire mai puternică. Aceasta se datorează în primul rând faptului că la un spațiu mai mare, plantele beneficiază de mai multă lumină și de mai multe substanțe nutritive.

Un alt factor care influențează în mare măsură înfrățirea este și epoca de semănat. Cu cât ovăzul se cultivă mai timpuriu (imediat după ieșirea din iarnă) cu atât numărul de frați este mai mare.

Cât de mare poate fi numărul de frați? Savițki (1961) citează cazuri când numărul de frați la cerealele de primăvară ajunge la 70-120 (orzul de primăvară).

Nu toți frații însă pot forma un panicul fertil. De aceea deosebim o înfrățire totală, noțiune ce se referă la totalitatea fraților de la o plantă și o înfrățire productivă, care se referă numai la frații fertili. Prezintă interes să facem această distincție, deoarece frații care nu rodesc reprezintă un consum inutil de apă și hrană, ce se reflectă negativ asupra producției. De regulă numărul de frați fertili, la principalele cereale, reprezintă 65-90% din numărul total de frați.

În general, numărul de frați fertili la cerealele de primăvară este mult mai redus decât la cele de toamnă, în medie 1-2 frați fertili/plantă.

Prianișnikov (1936) susține că la ovăz recolta este conditionată în mare măsură de formarea primului panicul, iar raportul între producție și numărul de frați este invers proporțional. Nosatovski (1950) afirmă că soiurile cu masă vegetativă bogată dau în regiunile aride și semiaride mai multe boabe șiștave, mai multe spiculețe sterile, decât soiurile ce dezvoltă o masă vegetativă redusă.

Nivelul agrotehnic influențează ritmul înfrățirii productive, adică al numărului de frați fertili. La un nivel agrotehnic superior se observă o creștere a numărului de frați fertili, ceea ce duce la creșterea producției.

Adâncimea de încorporare a semințelor are de asemenea influență asupra înfrățirii. Plantele provenite din semințe semănate adânc, peste 6 cm în solurile ușoare și peste 3 cm în solurile grele, răsar târziu, sunt anemice, având influență negativă asupra capacității de înfrățire.

6.1.5. Formarea paiului

Faza imediat următoare după terminarea înfrățirii – împăierea sau formarea paniculului – este condiționată de temperatură, care trebuie să fie ceva mai ridicată decât cea necesară înfrățirii, și anume de cel puțin 14-16⁰C.

Este important de precizat că toate părțile componente al tulpinii și organele sale (frunze, inflorescență) sunt create înainte de a se înălța. Dacă se realizează o secțiune longitudinală prin tulpina unei plante tinere se pot distinge cu ajutorul unei lupe binoculare, nodurile sub forma unor proeminențe transversale, fiecare cu frunza respectivă. La partea superioară se găsește inflorescența, încă în stare incipientă. Se consideră că a început formarea paniculului când tulpina a crescut 5 cm deasupra solului.

Paiul crește prin alungirea fiecărui internod în parte; tulpina ovăzului așadar, ca și celelalte cereale, se caracterizează prin creștere intercalară. Prin creșterea nodului al doilea și îndepărtarea sa de primul nod, ia naștere internodul întâi, care de regulă rămâne mai scurt și mai subțire, dar în același timp mai tare și mai rezistent decât internodul următor. După formarea primului internod începe formarea celui de-al doilea internod, care are loc într-un timp mai scurt decât al primului, astfel ca ambele internoduri ajung în același timp la lungimea lor definitivă. Al treilea internod începe să crească mai târziu și în primele 7 zile de la începutul formării paiului se dezvoltă mult mai încet decât internodul al doilea. Are apoi un ritm de creștere rapid, astfel că la 5 zile după formarea internodului al doilea își termină și el dezvoltarea. Internodul al patrulea începe să se formeze încă înainte de terminarea creșterii a celui precedent. Urmează apoi internodurile 5, 6 și 7, ultimul de regulă purtând inflorescența.

6.1.6. Înspicarea - Înflorirea

Este faza de vegetație ce urmează formării paiului. Sub protecția învelișului de frunze, concomitent cu creșterea paiului se dezvoltă și inflorescența. Primordiile inflorescenței apar foarte timpuriu, fără să existe vreun indiciu extern prin care să se poată preciza acest moment.

Inflorescența evoluează de la prima ei formă trecând treptat prin diferite faze: apare rahisul cu primordiile spiculețelor, care se conturează tot mai clar, apropiindu-se din ce în ce mai mult de conformația definitivă; se formează aristele, paniculul se alungește și se îngroașă.

Înainte de a ieși afară, prezența paniculului se manifestă prin îngroșarea pe o anumită lungime, a tecii ultimei frunze care-l protejează; se spune în limbajul curent că plantele sunt în faza de „burduf”.

Timpul de înspicare este considerat acela din momentul apariției primelor spiculețe ale inflorescenței până când se poate observa locul de fixare a paniculului de tulpină. Un lan se consideră înspicat când cel puțin jumătate din plante au ajuns în această fază.

Deschiderea florilor sau înflorirea se produce în momentul când planta a atins maturitatea sexuală. Înflorirea începe de la partea superioară a inflorescenței spre bază și de la vârful ramurilor spre axul principal. Un spiculeț înflorește în 1-2 zile, un panicul în 6-7 zile, iar planta întregă în 10-12 zile.

Seceta scurtează perioada de înflorire, pe când timpul umed și răcoros o prelungește. Deschiderea florilor are loc de regulă, dimineața. Înflorirea are loc mai mult în orele după amiezii: timpul uscat și căldura prea mare o frânează; temperatura favorabilă deschiderii florilor și fecundării este de 15-17⁰C. În momentul când floarea este

pregătită să se deschidă, anterele se găsesc deasupra stigmatului. De îndată ce organele sexuale au atins maturitatea sexuală, paleele se întredeschid, filamentele staminelor se alungesc foarte repede, anterele crapă și-și scutură polenul. Floarea rămâne deschisă 30-40 min. Dacă vremea este prea rece și ploioasă, florile nu se deschid.

Polenul căzut pe stigma florii încolțește, emite un tub polinic, care trece prin micropil în interiorul ovulului; ajungând la sacul embrionar, lăsând să pătrundă în interior cei doi anterozoizi. Unul din ei se unește cu oosfera și formează zigotul sau ovulul principal, care prin diviziune dă naștere embrionului, celălalt se contopește cu nucleul sacului embrionar formând ovulul secundar, din care se formează endospermul. Contopirea celor doi gameți masculi cu cei femeli reprezintă actul fecundării și începutul ultimei faze de vegetație.

Ovăzul este o plantă autogamă, totuși sunt frecvente cazurile de fecundare încrucișată. Mai mult, destul de des au loc hibridări între ovăzul cultivat și speciile sălbatice, ceea ce explică apariția hibrizilor naturali în parcelele de ovăz. Încă din 1943, Oescu a identificat în lanurile de ovăz din România, hibrizi între ovăzul cultivat și speciile sălbatice: *A. fatua* și *A. sterilis*. Prezența unor astfel de hibrizi în proporție mare în culturile de ovăz duce la devalorizarea recoltei.

De aceea, trebuie să se ia măsuri de înlăturare a ovăzului sălbatic din culturi și de reînnoire a semințelor după fiecare 5-6 ani, presupunând că în acest timp hibrizii naturali s-au înmulțit într-o măsură destul de mare.

6.1.7. Formarea bobului și maturitatea plantelor

Creșterea bobului începe imediat după fecundare și se face cu viteză relativ mare. Obișnuit, după 25-35 de zile el ajunge la maturitatea definitivă, la coacere. Odată cu apropierea bobului de

maturitate, toată planta suferă modificări ce se manifestă vizibil la exterior. Pe parcursul formării bobului și ajungerii la maturitate a plantelor se disting trei faze:

1. *Maturitatea în verde sau în lapte*, când planta prezintă o serie de trăsături caracteristice. Bobul este umflat, de culoare verde și dacă este strâns între degete, iese un suc lăptos. Conținutul în apă este de aprox. 50%, embrionul are toate părțile sale componente dar continuă să crească. Germinația semințelor în această fază este scăzută. Planta este de culoare verde, dar frunzele de la bază și partea inferioară a tulpinii sunt îngălbenite. Prin degradarea clorofilei din aceste părți, suprafața de asimilare s-a redus simțitor. Aspectul culturii în ansamblu este verde.

2. *Maturitatea în pârgă sau coacerea galbenă*. În această fază bobul de ovăz are culoarea sa normală. Volumul lui se micșorează datorită pierderii unei cantități de apă; conținutul de umiditate a boabelor a scăzut de la 50% la aproximativ 30%. Bobul poate fi pătruns cu unghia, iar miezul se poate modela între degete, ca ceara. Embrionul ajunge la dimensiunile sale normale. Spre sfârșitul acestei faze, acumularea de substanțe de rezervă în endosperm încetează. Dacă ne referim la planta întreagă, se observă că este de culoare galbenă, frunzele bazale sunt uscate, paiul are o oarecare suculență, iar nodurile superioare sunt de culoare verde. Lanul are culoarea galbenă.

3. *Maturitatea deplină* este ultima fază a coacerii și se caracterizează prin:

- conținutul de umiditate al boabelor scade până la 15-16%;
- boabele capătă culoarea specifică fiecărei specii (de la albă la maro);
- boabele se desprind ușor din panicul, iar la unele specii se împrăștie pe sol;
- unghia nu mai pătrunde în bob;

- plantele sunt uscate, frunzele bazale sunt brunificate și se sfărâmă cu ușurință.

La toate speciile de ovăz ajungerea la maturitatea deplină are loc într-un interval de timp ceva mai mare decât la alte cereale. Primele boabe care ajung la maturitate sunt cele de la vârful paniculului; de aici coacerea înaintază treptat spre partea inferioară. Când plantele sunt înfrățițe puternic, neuniformitatea coacerii se face încă mai mult simțită. De aceea momentul optim de maturitate este atunci când boabele din partea superioară a inflorescenței sunt în pârgă și paiul este îngalbenit. Depășirea momentului optim de recoltare, antrenează pierderi foarte mari; a aștepta coacerea tuturor boabelor, înseamnă pierderea prin scuturare tocmai a boabelor de la vârf, care sunt cele mai grele și cele mai valoroase.

Dacă ovăzul nu este recoltat la timp, adică până în momentul maturității depline, boabele se scutură cu ușurință la cea mai mică atingere a plantelor, își schimbă culoarea, iar paiul se brunifică și devine fragil. Dacă se recoltează în această fază pierderile sunt foarte mari. Când timpul este ploios pagubele nu pot fi cuantificate, întrucât recolta scade nu numai cantitativ, dar și calitativ.

Trecerea bobului prin diferite faze de maturitate este însoțită de modificări profunde. Scăderea conținutului de apă antrenează micșorarea corespunzătoare a volumului boabelor și creșterea greutateii specifice.

Concomitent cu aceste modificări au loc și schimbări în compoziția chimică. În fenomenul de umplere al boabelor, auxinele joacă un rol foarte important. Planta în apropiere de maturitate, elaborează și acumulează în inflorescență, iar după fecundare în boabe, cantități însemnate de auxine. Prin aceasta, boabele devin centre de atragere a apei și a substanțelor organice de rezervă; compoziția chimică se schimbă foarte repede. Umplerea boabelor se face parțial

prin substanțe organice rezultate din fenomenul de sinteză, ce se produc concomitent și slăbesc din intensitate atunci când clorofila din frunze se degradează și planta se îngălbenește. Când condițiile climatice sunt favorabile menținerii plantei (umiditatea aerului ridicată și valori termice în limite normale), procesele de sinteză se prelungesc, perioada de umplere a boabelor se mărește, formându-se boabe mari și grele. Dacă însă intervin condiții nefavorabile în timpul maturării boabelor – secetă însoțită de arșiță, procesele de fotosinteză scad prematur, transportul substanțelor de rezervă către boabe, care au fost acumulate anterior fecundării este oprit; perioada de umplere a boabelor se reduce. Se formează boabe mici, adeseori șiștave, iar producția scade la fel și viabilitatea lor.

Analizele chimice arată că în primele faze de maturare, boabele sunt mai bogate în proteine, cantitatea acestora scăzând odată cu coacerea lor, situându-se la finalul perioadei de vegetație între 9,68% și 16,8% .

6.2. Principalele etape ale organogenezei

Pe parcursul dezvoltării organismului se pot identifica stadiile de creștere ca etape calitativ distincte, precum și fenofazele care se definesc după schimbările morfologice exterioare ale organelor ce se formează în plante.

Spre deosebire de acestea, etapele formării embrionare ale organelor plantelor sunt definite de Kuperman (1967) ca etape ale organogenezei.

Etapa 1 se caracterizează prin mărirea nesemnificativă a conului de creștere. Aceasta are forma unei proeminențe neînsemnate ca mărime, cu dimensiuni de 0,2-0,3 mm.

Etapa a II-a se caracterizează prin alungirea conului de creștere și diferențierea tulpiniței în noduri și internoduri.

Etapa a III-a se definește prin alungirea puternică a conului de creștere și formarea primordiilor frunzelor.

Etapa a IV-a se caracterizează prin începutul formării primordiilor spiculețelor, precum și prin formarea segmentelor conului de creștere. Acum, în partea superioară începe formarea florilor și planta intră într-o nouă etapă.

Etapa a V-a, decurge într-un timp foarte scurt. În această etapă are loc formarea florilor în fiecare spiculeț, precum și a organelor generative (staminele și pistilul).

Etapa a VI-a se caracterizează prin desăvârșirea procesului de formare a țesuturilor sporogene în stamine și în sacul embrionar. De asemenea, are loc formarea grăunciorilor de polen și a ovulelor – proces început în etapa anterioară.

Etapa a VII-a se caracterizează printr-o creștere intensivă în lungime a tuturor organelor paniculului, creștere ce are loc în 6-7 zile, segmentele rahisului se alungesc; având loc o creștere intensivă a glumelor și a paleelor și a aristelor de la palea inferioară. În această etapă crește foarte intens și tulpina.

Prin studierea comparativă a etapelor organogenezei au fost stabilite noi posibilități de obținere a unor soiuri de ovăz mai productive cu panicul mai compact, cu mai multe ramificații și mai lung.

Capitolul 7

Cerințele ovăzului față de condițiile ecologice

La ovăz se deosebesc două forme: de primăvară, care este cea mai răspândită, și de toamnă. Formele de ovăz de toamnă se cultivă în regiunile cu ierni blânde. Cele mai multe soiuri de toamnă aparțin speciei *A. byzantina*.

În România se cultivă numai forma de primăvară, cea de toamnă este studiată numai în câmpurile de ameliorare.

Caracterele biologice ale ovăzului prezintă o mare variabilitate generată de diversitatea genetică a ovăzului și de numărul mare de unități taxonomice (specii, subspecii, varietăți) și biologice (soiuri, populații).

7.1. Influența temperaturii asupra ovăzului

7.1.1. Cerințele ovăzului față de temperatură

Arealul ovăzului se întinde în Europa spre nord până la paralela 65; dincolo de această limită ovăzul nu găsește condițiile necesare pentru atingerea maturității, din cauza perioadei sale de vegetație prelungită și a cerințelor relativ mari față de căldură. În comparație cu orzul, perioada de vegetație este cu 2-3 săptămâni mai lungă, iar suma de grade de căldură cu circa 400⁰C mai mare. Pentru aceleași motive ovăzul nu ajunge la altitudini atât de mari ca orzul. El nu poate depăși în Munții Elveției înălțimea de 1870 m, în Tirol 1360 m iar în Carpați 1300 m.

Cerințele față de căldură ale ovăzului sunt moderate. Boabele încep să germineze la temperatura de cel puțin 4-5⁰C (Haberlandt, 1875); sunt însă soiuri ce încolțesc și la temperaturi mai joase (2-3⁰C).

Rezistența la temperaturi scăzute este slabă; chiar soiurile de toamnă nu pot suporta temperaturi mai joase de -10°C . De aceea ovăzul de toamnă este cultivat mai mult în sudul Europei, în țările mediteranene. Încercările făcute cu ovăzul de toamnă în țara noastră au dat unele rezultate, totuși cultura nu s-a putut extinde în producție.

Plantele răsărite rezistă o durată scurtă de timp la temperaturi scăzute de -8°C - 9°C .

Pe măsură ce înaintează în vegetație, rezistența ovăzului la temperaturi scăzute se reduce. Temperaturile înalte în cursul vegetației nu influențează favorabil planta; ele au efecte negative marcante mai ales în timpul înfloririi. În general ovăzul este mai sensibil decât grâu de toamnă la temperaturile înalte. Temperatura cea mai favorabilă pentru înflorire și fecundare este $15-17^{\circ}\text{C}$. Așadar ovăzul poate fi considerat o plantă a zonelor cu climat rece..

7.1.1.1. Rezistența la iernare a ovăzului de toamnă

Prin rezistența la iernare a ovăzului se înțelege rezistența pe care o manifestă plantele de ovăz de toamnă la acțiunea unui complex de factori externi prezenți în timpul iernii.

Temperaturile negative produc cele mai mari distrugerii tuturor cerealelor de toamnă. Ovăzul rezistă la temperaturi de până la -10°C , fatale fiindu-i temperaturile sub acest prag, pe o perioadă lungă de timp și fără un strat protector de zăpadă.

Foarte importantă, pentru supraviețuirea ovăzului peste iarnă este temperatura minimă din sol la nivelul nodurilor de înfrățire. După Sulghin (1972), aceasta nu trebuie să scadă sub -9°C .

Dezgolirea nodurilor de înfrățire sub influența vântului sau a apei favorizează acțiunea vătămătoare a temperaturilor scăzute. Uneori la efectul gerului se adaugă acțiunea de eroziune asupra nodurilor de înfrățire de către particulele de siliciu purtate de vânt.

Alternanța înghețului din timpul nopții cu dezghețul din timpul zilei periclitează supraviețuirea plantelor de ovăz. Oscilațiile de temperaturi provoacă o umflare și o dezumflare repetată a solului, determinând ruperea rădăcinilor, astfel că partea aeriană a plantei, rămâne detașată de rădăcină, planta uscându-se la apariția primelor zile însorite și mai calde. Acest fenomen poartă denumirea de descălțare sau de dezhădăcinare a plantelor. Pentru ca dezhădăcinarea să aibă loc este necesar ca în sol să fie o cantitate suficientă de apă. Umflarea solului nu se datorează creșterii cantității de apă, respectiv de gheață ci formării așa numitelor lentile de gheață ce sunt dispuse paralel pe suprafața solului. Cu cât numărul de lentile este mai mare cu atât creșterea în volum a solului este mai mare (Lamb și Grady, 1963). Rezultatele cercetărilor au arătat că rezistența la descălțare este mai mare dacă rădăcinile primare ale plantelor sunt mai groase și mai elastice.

Înghețarea solului pe toată adâncimea de pătrundere a rădăcinilor sporește rezistența la ger, deoarece menține în plante o stare fiziologică omogenă și constantă, chiar dacă survin scurte perioade de dezgheț. Dacă însă o parte din rădăcini se află timp îndelungat într-un strat de sol înghețat, iar cealaltă parte într-un strat de sol dezghețat, rezistența la ger scade din cauza discontinuității stării fiziologice din plante.

Stratul gros de de zăpadă distruge ovăzul în anii cu ierni calde, atunci când stratul respectiv se menține o perioadă lungă de timp, iar solul este neînghețat. Pagubele ce apar se datoresc lipsei oxigenului și consumului mare de zaharuri prin respirație, zaharuri care nu pot fi înlocuite prin fotosinteză datorită lipsei luminii, având loc asfixierea plantelor. La aceasta se adaugă atacul ciupercilor care produc mucegaiul de zăpadă. De asemenea la topirea bruscă a zăpezilor, plantele sunt acoperite de apă, având loc așa numita „clocire” a lor.

După perioadele de dezgheț, când survine din nou înghețul se formează o crustă de gheață care poate duce la moartea plantelor prin asfixiere datorită epuizării oxigenului și acumulării bioxidului de carbon (Beard, 1964, 1965)

Seceta solului din toamnă, încetinește procesul de călire a plantelor, diminuând rezistența la ger a ovăzului.

Uneori primăvara survine seceta fiziologică, atunci când în urma temperaturilor ridicate solul se dezgheață la suprafață și se încălzește, dar este rece sau înghețat la nivelul rădăcinilor. Plantele încep să transpire, în special când temperaturile ridicate sunt însoțite de vânt puternic, și pierderile de apă prin transpirație nu pot fi înlocuite prin absorbția apei din sol, din cauză că solul este prea rece sau înghețat. Plantele se ofilesc și dacă fenomenul se prelungește, chiar mor.

Rezistența la iernare este mult influențată de atacul diferitelor virusuri, bacterii și ciuperci și de factorii genetici, pedologici și agrofitehnici.

Rezistența la iernare este determinată de o serie de procese biochimice, fiziologice și biofizice care se petrec în plantă în timpul acțiunii temperaturilor scăzute. Ele reprezintă mecanisme de apărare a plantelor împotriva stresurilor provocate de factorii nefavorabili ai iernării (N. Ceapoiu și colab., 1984).

7.1.1.2. Acțiunea temperaturilor scăzute din timpul iernii, asupra plantelor

Depășirea pragurilor minime ale temperaturii aerului sau a solului din timpul iernii afectează negativ culturile de ovăz, plantele fiind distruse parțial sau chiar provocând moartea acestora. Conform concepției lui Maximov, (1951) moartea plantelor se datorează coagulării citoplasmei în urma deshidratării celulelor. Cristalele de

gheață nu se formează în interiorul celulelor, ci în spațiile intercelulare, iar pentru formarea acestora este folosită apa din celule.

În urma pierderii apei, substanțele coloidale din citoplasmă se coagulează ireversibil, iar după dezghețare, planta moare. Concomitent, gheața exercită o presiune asupra celulelor provocând desprinderea lor. În cazul în care deshidratarea nu este completă, celulele absorb apa pierdută, imediat ce temperatura începe să crească, iar plantele se refac treptat, cu condiția ca trecerea de la îngheț la dezgheț să fie lentă iar plantele să nu fie expuse direct razelor solare care accelerează evapo-transpirația apei din spațiile intercelulare, provocând moartea plantelor, prin uscare. După Lewitt (1956) cristalele de gheață se formează în spațiile intercelulare și nu în interiorul celulelor. La început se produce suprarăcirea apei din citoplasmă și vacuole. Apa intracelulară nu îngheață deoarece este protejată de membrana citoplasmatică iar vacuolele, de membrana vacuolară. În schimb, apa intercelulară îngheață imediat ce are loc suprarăcirea plantelor. Odată cu formarea cristalelor de gheață în spațiile intercelulare, presiunea vaporilor începe să scadă, coborând sub cea din interiorul celulei și apa iese din protoplast, având loc astfel dereglări ale funcțiilor fiziologice și biochimice ale celulei.

Au fost efectuate numeroase cercetări (Hurduc, 1978) privind acțiunea temperaturii scăzute asupra plantelor și asupra mecanismului rezistenței la ger a plantelor. S-au obținut rezultate remarcabile privind schimbările pe care le poate suferi permeabilitatea membranei citoplasmatică în cursul acțiunii gerului; unele substanțe având acțiune nocivă sau protectoare asupra membranei citoplasmatică. Gerul acționează asupra fotosintezei, respirației, metabolismului proteinelor, hidraților de carbon, vitaminilor, acizilor nucleici, apei, etc.

Bewley (1979), Blum și Ebercon (1981) au demonstrat că distrugerea membranei citoplasmatică constituie cauza principală a

pierii plantelor. Autorii susțin că componenta cea mai importantă a toleranței și rezistenței cerealelor de toamnă la temperaturile scăzute din timpul iernii este stabilitatea membranei citoplasmatică. Practic, toleranța la ger a plantelor de ovăz de toamnă este dată de gradul de vătămare a membranei citoplasmatică.

7.1.1.3. Influența temperaturilor scăzute din cursul primăverii

Frigul din cursul primăverii, când ovăzul se află în faza de alungire a paiului, produce uneori pagube importante. Dacă temperatura nu este prea scăzută ($-2-3^{\circ}\text{C}$) nu se observă semne exterioare de suferință a plantelor. Se produce însă o oarecare stagnare a creșterii, datorită reducerii proceselor metabolice, mai ales dacă nebulozitatea este ridicată și fotosinteza nu decurge în condiții favorabile. Dacă temperatura scade mai mult, limbul frunzelor începe să se îngălbenescă, de la vârf către bază. Atunci când scăderea temperaturii este însoțită și de vânt, are loc sfâșierea treimii superioare a limbului foliar. Îngălbenirea frunzelor creează impresia că avem de-a face cu o dereglare fiziologică, în realitate, fenomenul este cauzat de frig.

Cele mai mari pagube produse de temperaturile scăzute (sub 15°C) se semnalează la deschiderea florilor și în momentul fecundării. Vânturile și nebulozitatea ridicate, sporesc acțiunea frigului. Grăuncioarele de polen și adesea ovulele pot pieri, ceea ce are drept urmare sterilitatea mai mare sau mai mică a paniculelor.

7.1.1.4. Influența temperaturilor ridicate asupra plantelor

Temperatura ridicată (arșița) exercită următoarele acțiuni dăunătoare asupra plantelor:

- modifică în sens nefavorabil raportul dintre fotosinteză și

respirație. Fotosinteza are un optimum scăzut, respirația dimpotrivă, unul ridicat. În consecință, când temperatura este prea ridicată, consumul de substanțe organice, în special de hidrați de carbon depășește cantitatea de substanțe sintetizate și plantele sărăcesc în zaharuri, începând să dea semne de carență în alimentație (Maximov, 1951);

- distruge complexul lipido-proteic din membrana citoplasmatică, ceea ce atrage după sine pierderea însușirilor osmotice ale celulei;
- provoacă formarea de toxine, care încep să otrăvească citoplasma deregând funcțiile acesteia;
- produce coagularea citoplasmei, dacă temperatura în interiorul celulelor depășește 40°C.

Lewitt(1972), sintetizând rezultatele cercetărilor privind influența temperaturii ridicate asupra plantelor, a arătat că arșița produce două categorii de pagube: indirecte și directe. Ca pagube indirecte, autorul menționează modificarea raportului optim dintre fotosinteză și respirație, dereglarea reacțiilor biochimice din celule, acumularea unor substanțe toxice în citoplasmă și reducerea sintezei proteinelor, iar cele directe se referă la denaturarea proteinelor care poate ajunge până la proteoliză și coagulare, lichefierea lipidelor și denaturarea acizilor nucleici.

Temperaturile ridicate sunt periculoase pentru ovăz, indiferent dacă este asociată sau nu cu seceta atmosferică sau cu seceta solului.

Efectele nocive ale temperaturilor ridicate se resimt începând cu faza înfloritului. Cercetările au arătat că menținerea plantelor de ovăz în faza meiozei, timp de 2-3 zile la o temperatură constantă de 40°C, provoacă tulburări în diviziunea meiotică, care duc la sterilitatea polenului și a ovulelor (Rana, 1967).

Apariția bruscă a arșiței în perioada formării boabelor, indiferent dacă solul este sau nu aprovizionat cu apă, poate provoca, uscarea completă a plantelor, fenomen denumit „pălire”. Culoarea plantelor devine albă, iar în bătaia vântului plantele rămân drepte. Faza de vegetație cea mai critică este cea a coacerii în lapte.

Arșița se întâlnește mai frecvent în zona trei de favorabilitate a culturii ovăzului (fig. 7.1).

7.1.1.5. Rezistența la temperaturi ridicate

Rezistența la temperaturi ridicate este determinată de:

- creșterea vâscozității și elasticității citoplasmei;
- creșterea termostabilității proteinelor (Lewitt, 1972);
- sporirea capacității de resintetizare a proteinelor;
- acumularea unor substanțe protectoare care inhibă denaturarea și coagularea proteinelor;
- tamponarea biochimică și fiziologică a acțiunii toxinelor care se formează în celule.

Cercetările efectuate de Blum și Ebercon (1981) au evidențiat inexistența unor corelații semnificative la cereale (grâu, triticale, orz, ovăz) între toleranța la arșița și la secetă.

Arșița se întâlnește mai frecvent în zonele din sud-estul și sudul țării: Bărăgan, sudul Moldovei și sudul Olteniei.

Cultivarea unor soiuri timpurii poate preîntâmpina efectul arșiței, dacă aceasta nu survine prea devreme.

7.2. Influența umidității asupra ovăzului

7.2.1. Cerințele ovăzului față de umiditate

Ovăzul are cerințe mari față de umiditate. Coeficientul de transpirație se ridică la 450-500 (S. Bugai, 1975). Ovăzul nu tolerează temperaturile ridicate și suferă în condiții de secetă mai mult, decât

oricare altă cereală.

Perioadele de secetă dăunează mai ales când survin în preajma și în timpul înfloririi.

În fazele timpurii chiar dacă planta a suferit din cauza secetei, de îndată ce intervine o perioadă ploioasă, ovăzul se reface repede. Precipitațiile sunt foarte importante și în perioada umplerii boabelor pentru obținerea de producții ridicate.

Datorită consumului destul de mare de apă, în regiunile de stepă cu precipitații puține și neuniform repatizate, ovăzul poate fi stânjenit în dezvoltare. El poate suferi atât din cauza secetei atmosferice, cât și din cauza secetei din sol.

În concluzie, ovăzul cultivat trebuie considerat planta climatului răcoros și umed.

7.2.1.1. Rezistența la secetă

Seceta solului apare atunci când umiditatea acestuia ajunge la 50% din intervalul umidității active (intervalul de umiditate cuprins între coeficientul de ofilire și capacitatea de câmp pentru apă a solului). Începând cu această fază, plantele depun eforturi mari pentru absorbția apei din sol, deoarece forța de reținere a apei de către particulele solului crește, pe măsură ce rezerva de apă se împuținează, ajungând la 16 atm. Seceta aerului se manifestă atunci când umiditatea relativă scade sub 30%. Cea mai periculoasă este seceta solului. Pagubele sporesc atunci când cele două tipuri de secetă sunt asociate.

Rezistența la secetă a ovăzului este determinată de un complex de factori biochimici, fiziologici și biofizici care acționează în mod diferențiat în funcție de variația condițiilor externe. În același timp, mecanismele de rezistență variază în funcție de fazele de vegetație ale ovăzului și depind în foarte mare măsură de constituția genetică a diverselor forme de ovăz. Reiese că și rezistența la secetă ca

și cea la iernare este un fenomen complex.

Complexitatea fenomenului de rezistență la secetă complică diagnosticarea rezistenței liniilor și a soiurilor de ovăz la acest factor de stres. Pentru aprecierea cât mai obiectivă a rezistenței plantelor, se impune ca testarea să se facă atât în câmp cât și în laborator, iar experimentările din câmp să dureze mai mulți ani.

Pentru condițiile naturale de dezvoltare de la noi din țară, rezistența la secetă este o însușire prioritară în lucrările de ameliorare. Datorită consumului destul de mare de apă, în regiunile de stepă, cu precipitații puține și neuniform repartizate, ovăzul poate fi stânjenit în dezvoltare. În astfel de condiții se cere să se cultive soiuri rezistente la secetă.

Foarte rezistente la secetă sunt soiurile provenite din specia *A. byzantina* precum și speciile sălbatice provenite din zonele aride ale globului (Maroc, Algeria, Spania, etc.), aflate în colecțiilor diferitelor bănci de gene din lume (Canada, SUA, Rusia, Australia, etc.).

7.2.1.2. Acțiunea secetei asupra plantelor

Efectul principal al secetei este deshidratarea celulei, fapt care atrage după sine pierderea stabilității sistemului coloidal al celulei și în cele din urmă moartea acesteia. De aici și denumirea de stres produs de deficitul de apă sau mai simplu stres hidric. Pierderea apei din celule poate produce desprinderea membranei citoplasmatică (plasmalema, ectoplasma) de peretele celular, precum și a membranei vacuolare (tonoplast, tonoplasma) de protoplast. Dacă deshidratarea este pronunțată poate fi afectată stabilitatea și integritatea membranei celulare. Distrugerea structurii intime a membranei citoplasmatică duce la moartea celulei.

Deshidratarea celulelor este mult influențată de nivelul transpirației plantelor, iar acesta este cu atât mai mare, cu cât

temperatura aerului este mai ridicată, umiditatea relativă a aerului este mai scăzută și mobilitatea aerului mai intensă. Arșița face ca nivelul transpirației să depășească pe cel al absorbției apei din sol, fapt care duce la dereglarea proceselor vitale din plantă. O consecință deosebită a secetei este creșterea presiunii osmotice.

O acțiune foarte importantă a secetei asupra plantelor este reducerea procesului de asimilație și creșterea coeficientului de respirație. Activitatea fotosintetică scade într-un ritm mult mai rapid decât crește respirația, ajungându-se la sistarea sa și încetarea translocării substanțelor organice.

Printre celelalte efecte ale secetei enumerăm: denaturarea proteinelor, inactivitatea fermenților, scăderea conținutului în ARN, slăbirea sau chiar ruperea legăturilor moleculare ale diferitelor substanțe, etc. De asemenea, se produc schimbări nefavorabile în permeabilitatea endoplasmei.

Dacă seceta nu este prea accentuată, procesele menționate mai sus sunt reversibile și plantele își revin, desigur cu diminuări de producții. Dacă seceta este puternică și de lungă durată, procesele sunt ireversibile și celulele mor.

Efectul fenotipic cel mai important al secetei este șistăvirea boabelor, fenomen produs de deficitul de apă din faza formării și umplerii boabelor, care are ca efect diminuarea producției cu 20-40 de procente.

Seceta care survine în celelalte faze de vegetație, dinainte de faza formării și umplerii boabelor, are ca urmare stagnarea creșterii plantelor, reducerea numărului de frați, reducerea greutateii, mărimii și numărului de boabe și implicit diminuarea producției.

Metoda cea mai eficace pentru prevenirea pagubelor produse de secetă este cultivarea soiurilor tolerante sau rezistente la secetă. De asemenea cultivarea soiurilor timpurii constituie o măsură importantă

pentru evitarea șistăvirii.

7.3. Cerințele față de sol

Ovăzul este mai puțin pretentios față de sol, decât alte cereale, mai ales decât grâul și orzul. Se dezvoltă bine pe soluri destul de variate, sub aspectul însușirilor fizico-chimice, dar cele mai mari producții se obțin pe solurile lutoase sau luto-nisipoase. Solurile argiloase, compacte, nesatisfăcător drenate sunt mai puțin indicate pentru ovăz, întrucât ele favorizează îmbolnăvirea plantelor și căderea. De asemenea, solurile nisipoase nu sunt potrivite, cu deosebire în climatele puțin umede. În astfel de soluri ovăzul suferă din cauza lipsei apei și deseori de carență de potasiu. În schimb pe solurile nisipoase din luncile râurilor, în zonele bogate în precipitații, ovăzul se poate cultiva cu succes dacă se aplică îngrășăminte. Însușirea ovăzului de a valorifica bine cele mai variate tipuri de sol este în legătură cu dezvoltarea puternică a sistemului radicular și cu puterea sa de solubilizare.

Referindu-ne la tipurile genetice de sol, observăm că ovăzul nu manifestă preferințe deosebite. El se poate cultiva cu bune rezultate pe cernoziomuri, soluri brun-roșcate de pădure, brune de pădure sau pe podzoluri.

Ovăzul este mai puțin sensibil decât orzul și grâul față de reacția acidă a solului. Reacția optimă este la un pH 5,2-7,0; la o aciditate prea accentuată ovăzul suferă. De aceea, pentru obținerea unor rezultate bune este necesară amendarea solului cu amendamente alcaline. Desigur sunt soiuri de ovăz care se comportă diferit pe aceleași tipuri de sol. De asemenea, este important de subliniat că în solurile cu exces de calciu, adeseori se manifestă carența de mangan. În solurile mlăștinoase se semnalează în multe cazuri carența de cupru.

7.4. Cerințele față de nutriția minerală

Plecând de la conținutul mediu al plantelor în elemente minerale și de la importanța lor în procesele de creștere și dezvoltare, ele pot fi clasificate în trei grupe:

- elemente esențiale: absolut necesare pentru procesele de creștere și reproducere ale plantelor;
- elemente utile: prezența lor produce efecte favorabile creșterii și reproducerii plantelor, iar absența lor nu produce nici un efect negativ sesizabil;
- alte elemente: existența lor în plantă nu exercită nici un rol cunoscut în procesele biologice. În unele cazuri pot produce efecte negative;

Pentru plantele cultivate sunt considerate esențiale 16 elemente și anume: C, O, H, N, P, K, S, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Ca și Cl, care iau parte la constituirea substanței organice și la procesele de creștere și dezvoltare a țesuturilor vegetale.

Toate elementele nutritive esențiale au un rol determinant în viața plantelor de ovăz. Procesele vitale din plante se pot desfășura normal numai în cazul când ele sunt aprovizionate în sol, aer și apă cu cantități suficiente, în raport cu cerințele lor biologice.

Consumul de substanțe nutritive la ovăz, în cursul perioadei de vegetație este diferit, fiind dependent de starea plantelor, condițiile de climă și sol, metodele de cultivare, planta premergătoare și îngrășămintele aplicate. Consumul de substanțe nutritive din sol este cu atât mai mare, cu cât producția obținută este mai ridicată.

În ceea ce privește dinamica absorbției substanțelor nutritive, sunt de reținut unele trăsături caracteristice ale ovăzului. Absorbția urmează o curbă ascendentă, care atinge punctul cel mai înalt în perioada de înspicare-înflorire; de aici mai departe intensitatea scade cu apropierea plantei de maturitate. În perioada umplerii boabelor absorbția azotului scade mai repede și mai puternic decât a fosforului.

În comparație cu orzul viteza de creștere a masei vegetale este mai mică; corespunzător acestei situații și dinamica absorbției este mult mai lentă decât la orz. În plus, ovăzul are o durată de vegetație cu 10-15 zile mai lungă și o capacitate de solubilizare a rădăcinilor mai mare decât orzul.

7.4.1. Rolul macroelementelor

Azotul este constituentul esențial al citoplasmei și elementul de bază al proteinelor, favorizând înmulțirea celulelor, formarea cloroplastelor, glucidelor, etc. Este factorul care determină randamentul recoltelor.

Pentru ovăz, azotul este unul din elementele cele mai importante, pentru că această plantă se cultivă în special pe soluri sărace. Dacă solul este slab aprovizionat cu azot și nu se aplică acest element ca îngrășământ, frunzele plantelor se îngălbenesc, după care capătă o culoare roșiatică și mor. Insuficiența azotului se reflectă negativ asupra sistemului radicular și întârzie înspicarea.

Prin fertilizarea plantelor cu azot se mărește gradul de înfrățire și crește vigoarea plantelor.

Îngrășămintele cu azot de regulă, sporesc producția ovăzului în măsură mai mare decât îngrășămintele cu fosfor și potasiu, luate separat. (Becker-Dillingen, 1927). Unele studii efectuate în țara noastră confirmă această constatare (tabelul 7.1.).

Din tabel se observă efectul marcant al azotului administrat sub formă de sulfat de amoniu, în cantitate de 240 kg/ha. Datele arată în mod evident că ovăzul reacționează la îngrășarea cu azot pe toate tipurile de sol pe care s-a experimentat.

Tabelul 7.1.

**Influența îngrășămintelor azotate asupra producției ovăzului, pe
diferite tipuri de sol (N. Zamfirescu, 1964)**

Tipul de sol	Brun deschis de stepă pH=8-8,3		Cernoziom ciocolatiu pH=7-7,5		Cernoziom levigat pH=7		Brun roșcat de pădure		Podzol	
Localitatea	Loc. Valu lui Traian Dobrogea		Loc. Gârla Mare, Oltenia		Loc. Brâncoveni, Oltenia		Loc. Moara Domnească Ilfov		Loc. Vărsături, Oltenia	
Sporuri de producție	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
	210	14,3	397	38,3	910	33,3	4601	24,1	650	45,4

Cele mai mari sporuri de producție la ovăz s-au obținut prin aplicarea azotului de amoniu, urmate apoi de cele prin aplicarea azotatului de sodiu și de calciu (tabelul 7.2.). S-a mai constatat că în solul cu reacție acidă, efectul îngrășării cu azot a fost mai puternic decât în solul alcalin.

Tabelul 7.2.

**Influența tipului de îngrășământ cu azot asupra producției ovăzului
(Zamfirescu, 1967)**

Îngrășământul	Sol alcalin %	Sol acid %
Azotat de sodiu (martor)	100	100
Azotat de calciu	98	101,7
Azotat de amoniu	110,6	123,5
Sulfat de amoniu	109	137,3
Uree	106,9	-

Fosforul sub formă de ioni este transportatorul de energie în celulele plantelor. Împreună cu azotul formează fosfoproteidele. Participă de asemenea, în reacțiile biochimice ce au loc în metabolismul glucidelor. Tot împreună cu azotul, are un rol important în creșterea generală a plantelor și îndeosebi la dezvoltarea sistemului

radicular. Fosforul este necesar pentru ovăz atât ca element nutritiv, cât și pentru folosirea mai eficientă a azotului de către plante. Însă după unii autori, îngrășămintele cu fosfor au o însemnătate mai redusă în cultura ovăzului decât cele cu azot. Acest lucru ar putea fi consecința puterii mari de solubilizare a rădăcinilor față de fosforul greu solubil aflat în sol.

Totuși fosforul este indispensabil pentru dezvoltarea plantelor de ovăz, deoarece este un component obligatoriu al unei serii de fermenți, ia parte în procesul de formare a produselor primare ale fotosintezei și la sinteza moleculelor clorofilei.

Cele mai bune rezultate se obțin însă întotdeauna când azotul și fosforul se aplică împreună, în cantități egale, pe solurile cernoziomice. În schimb pe solurile podzolice din regiunile umede este indicat să se aplice azotul în proporție mai mare.

Potasiul în țesuturi se găsește sub formă de ioni. Acționează ca regulator al funcțiilor de creștere, fiind necesar în procesele de fotosinteză, în sinteza proteinelor, în creșterea rezistenței plantelor la diferiți factori dăunători. Se găsește de obicei în tulpinile plantelor. Ia parte la formarea hidraților de carbon, ajutând la creșterea conținutului de clorofilă, carotină și xantofilă. Influențează creșterea fotosintezei, sinteza albuminelor, având și proprietatea de reținere a apei în celule.

Lipsa potasiului influențează negativ procesul de înfrățire și de asemenea rezistența plantelor față de atacul ciupercilor. În acest caz frunzele devin mate, iar marginile acestora devin cafenii, răsucindu-se.

Din studiile efectuate de Zamfirescu și colab., (1961) a reieșit că pentru o producție de 2000 kg/ha ovăz boabe, cele trei macroelemente esențiale se consumă din sol, în cantități diferite (tab. 7.3.)

Tabelul 7.3.

**Consumul de substante nutritive la ovăz, la o producție de 2000 kg/ha
(Zamfirescu și colab.,1961)**

Elementele nutritive	Boabe	Paie	Total
Azot	36,0	19,6	55,6
Fosfor	16,0	10,2	26,2
Potasiu	10,0	48,0	58,0

În schimbul de hidrați de carbon al plantelor un rol deosebit de important îl are *calciul*. Prezența sa în membrana pectică, imprimă rezistență țesuturilor și favorizează formarea și maturarea fructelor. Insuficiența calciului determină dereglarea sintezei zaharurilor și albuminelor, scade intensitatea respirației și a fotosintezei. Prezența calciului în sol servește ca element de hrană, iar pe solurile acide, la slăbirea activității ionilor de hidrogen și aluminii.

7.4.2. Rolul microelementelor

Cercetările au demonstrat că pentru creșterea și dezvoltarea normală a plantelor de ovăz, sunt necesare o serie de microelemente (Tiunov și colab., 1969). Influența favorabilă a acestora se manifestă în special pe solurile degradate, slab aprovizionate cu microelemente.

Cuprul, în special, intră în compoziția polifenoloxidazei. Pe solurile turboase prezența cuprului este favorabilă. A fost de asemenea identificat în combinația altor oxidaze care au rol important în respirația celulară. Prin aplicarea cuprului se mărește rezistența la frig a plantelor.

Zincul este constituentul unor enzime oxidative. Are un rol protector al auxinelor de creștere. El participă de asemenea la reacțiile de fermentare ale carbo-hidrazei, fosfatazei alcaline și a altor enzime. Influențează creșterea intensității respirației și viteza proceselor regenerative, ceea ce duce la creșterea intensității fotosintezei, chiar în condiții de temperaturi ridicate și de secetă.

Manganul are un rol important în procesele de fermentare. El activează dehidrazele, carboxilazele, adenozele, fosfatazele, peptidazele, etc. Este foarte important în fotosinteză chiar în condiții de insuficiență a luminii. Prin aplicarea manganului s-a îmbunătățit calitatea boabelor de ovăz.

Borul este un alt microelement important care influențează sinteza și deplasarea hidraților de carbon, în special a zaharozei. Aceasta proprietate a borului este foarte importantă în procesele de formare a organelor de reproducere, ale fecundării și fructificării. Sub influența borului se mărește consumul de cationi și se micșorează pătrunderea anionilor.

Un alt microelement este *molibdenul*, care participă în reacțiile de fixare biologică a azotului și în refacerea nitraților. Acțiunea pozitivă a molibdenului la ovăz se manifestă în special pe solurile acide. Cercetările arată ca molibdenul a mărit rezistența la îngheț a plantelor (Tiunov și colab., 1969).

Clorul este necesar în diferite procese reducătoare din plante, excesul său fiind foarte dăunător.

7.5. Zonele de cultură

Cerințele mai reduse față de condițiile de climă și sol au favorizat o răspândire destul de mare a culturii ovăzului în țara noastră. Ținând cont de diversitatea condițiilor de climă și gradul de satisfacere a cerințelor agrobiologice ale ovăzului, pe teritoriul țării se pot delimita următoarele zone de cultură: I-zona foarte favorabilă; II – zona favorabilă; III- zona puțin favorabilă.

I. *Zona foarte favorabilă* așa cum se poate observa din fig. 7.1, ocupă Podișul Transilvaniei și partea de vest a țării, cultivându-se în județele Satu Mare, Arad, Cluj, Bihor, Bistrița Năsăud, Mureș și Sibiu. În aceste zone există o mare diversitate de soluri brune, brune de pădure podzolite și cernoziomoide, cea mai mare parte cu fertilitate naturală scăzută, fiind destul de slab aprovizionate în elemente mobile și cu o aciditate ridicată.

II. *Zona favorabilă*, ocupă partea de est a Moldovei (județele

Botoșani, Iași, Neamț și Bacău) și partea de sud a României (județele Gorj, Dâmbovița, Prahova, Buzău). De asemenea, această zonă se întinde și în vecinătatea zonei foarte favorabile de cultură (Podișul Transilvaniei și partea de vest a țării). Sub raport pedoclimatic aceasta zonă se caracterizează printr-un climat relativ mai călduros și mai puțin umed decât cel din zonele submontane, cu soluri brun roșcate de padure, brun-podzolite sau cernoziomuri levigate, în cea mai mare parte soluri cu fertilitate mijlocie, erodate sau supuse eroziunii.

III. *Zona puțin favorabilă* cuprinde Câmpia Română, Bărăganul, Dobrogea, Câmpia Transilvaniei și terenurile colinare și de podiș din sud-estul Moldovei. Cu toate că în aceste zone există condiții de climă și sol, foarte favorabile, cultura ovăzului este limitată, cedând în favoarea grâului și orzului de toamnă, care în condițiile specifice acestei zone, realizează producții mai mari și mai eficiente.

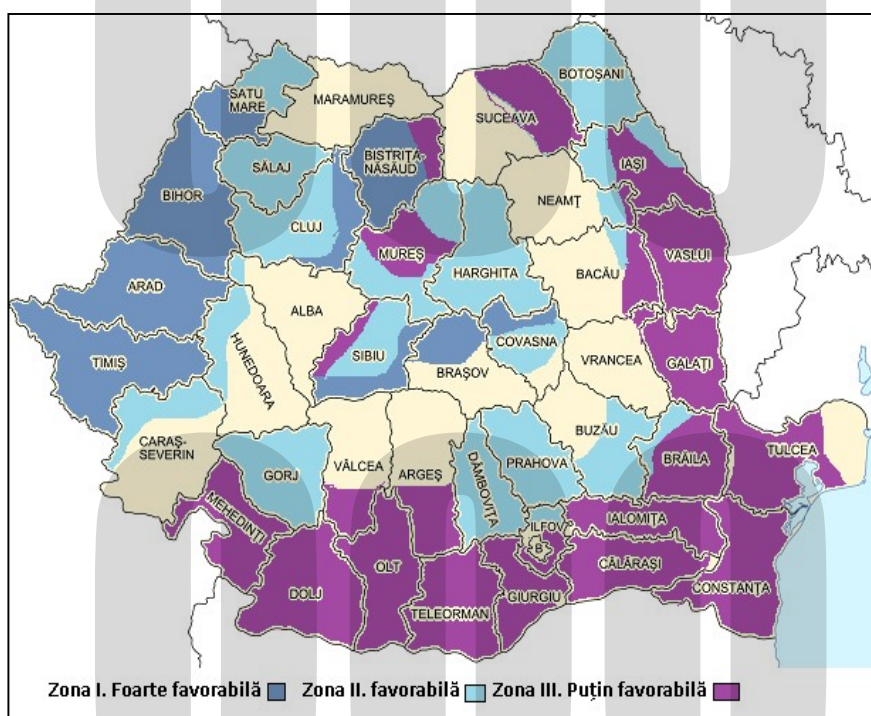


Fig. 7.1. Harta ecologică a ovăzului

Capitolul 8

Bolile și dăunătorii ovăzului

8.1. Istoricul cercetărilor, pagube, răspândire geografică pe plan mondial și național.

Ca urmare a creșterii cererii produselor pe bază de ovăz, în ultimii ani în industria alimentară, a crescut în mod semnificativ și interesul pentru obținerea de soiuri productive, rezistente la boli și dăunători.

Progresele s-au înregistrat în timp, privind bolile și dăunătorii, odată cu descoperirea lor prin cercetări ample efectuate pe plan mondial și național. Paralel cu extinderea cercetărilor privind morfostructura, fiziologia, biologia și ecologia acestora un loc important l-au ocupat studiile referitoare la posibilitățile de prevenire și combatere.

Resursele de ovăz fiind importante în multe zone din lume cum ar fi: America de Nord și de Sud, Australia, Europa au existat încă din vechime, preocupări de interes major privind combaterea bolilor și dăunătorilor. În ce privește bolile s-a remarcat că cei mai mulți agenți patogeni ce atacă ovăzul au o relație strânsă cu planta. Anumite boli sunt determinate de patogeni extrem de specializați biotrofic, cu mecanisme de răspândire eficiente (micozele), altele de patogeni mai puțin specializați; semibiotroficele (bacteriozele) și al treilea grup fiind patogenii a căror apariție este asociată cu modul de distribuție a vectorilor (virusurile).

Bolile produse de virusuri s-au observat la plante, din perioada anilor 1576-1859 dar natura lor virotică a fost stabilită mai târziu. De

ex. virusul piticirii și îngălbenirii cerealelor (Barley yellow dwarf virus) are un areal extrem de larg, fiind semnalat pentru prima oară în 1951 în California pe orz, cercetări privind etiologia bolii s-au făcut de Oswald și Houston (1953). Pierderi importante de recoltă la ovăz, grâu, orz, orez au fost raportate în S.U.A (Bruehl și al., 1959), Canada (Comeau și Dubuc, 1977), Brazilia și Paraguai (Chiarappa, 1981) în unele țări vest-europene (Lapierre și al. 1977, 1983; Bayon și al., 1980; Barrett și al., 1981; Kendal și Smith, 1983) și în Noua Zeelandă (Smith, 1967). În Germania, boala a fost observată la ovăz încă din anul 1930, însă natura ei era necunoscută (Rademacher & Schwarz. 1958). În țările din nordul Europei ea a produs pagube însemnate, mai ales în culturile de orz, ovăz și *Lolium perenne*, producția plantelor infectate fiind adesea cu până la 40% mai mică decât la martor. La noi în țară boala a fost semnalată mai întâi în Transilvania, apoi în Moldova, Banat și Dobrogea pe suprafețele cultivate cu cereale, necunoscându-se natura ei virotică, fiind evidențiată ca viroză la nivelul anilor 1973, 1977 (Docea și Rădulescu, 1966; Ploaie P., 1973)

Bolile produse de bacterii la plante au fost cunoscute încă din antichitate, fără să se știe însă adevărata lor cauză. La ovăz, arsura bacteriană (*Pseudomonas coronafaciens* Elliot & Stevens) a fost semnalată pentru prima oară în 1909 de Manns în S.U.A, iar în anul 1920 a fost descrisă și studiată de Elliott. Boala este cunoscută în S.U.A, Canada, Anglia, Danemarca, Irlanda, Olanda, Germania, Noua Zeelandă, Argentina, Iugoslavia, România, U.R.S.S. La noi în țară, boala a fost observată de Ghimpu (1939) după simptomele externe, iar în 1965 a fost pentru prima dată izolată și cercetată de Docea și Severin. În 1983 a fost depistată în mai multe culturi de ovăz din județul Suceava (Rădăuți), cu frecvență de 10-30 % (Hulea A., 1987).

Micozele sunt cele mai numeroase și păgubitoare boli ale cerealelor produse de ciuperci, afectând practic calitatea și randamentul culturilor. Boli ca: ruginile, septorioza, helmintosporioza,

tăciunii și fuzarioza atacă plantele de ovăz la nivelul tulpinii, frunzei, paniculelor și boabelor făcându-le improprii consumului omului și animalelor. Astfel, paniculele plantelor de ovăz atacate de tăciuni (*Ustilago avenae* Pers & Rostr. și *Ustilago kollerii* Wille.) sunt boli răspândite în zonele cultivate cu ovăz, în special în regiunile cu climă temperată, producând pagube de 10-15% în cazul neefectuării tratamentelor seminale obligatorii. La noi în țară s-au semnalat ambele forme de tăciuni, dominanța uneia sau alteia variind de la an la an, de la o regiune la alta și chiar de la o cultură la alta.

Tăciunele zburător (*Ustilago avenae*) în perioada 1978-1983 a avut o răspândire largă în toate culturile de ovăz, atât în culturi pure cât și în borceaguri, cu frecvență redusă de panicule infectate (Hulea A., 1987). Aceste micromicete sunt prezente pe numeroase specii de ovăz: *Avena sativa*, *Avena fatua*, *Avena orientalis*, *Avena nuda*, *Avena pubescens*, *Avena sterilis* etc., diferite studii demonstrând că ele nu atacă alte specii de cereale (Bjerkander, 1775, Liro, 1924).

Una dintre cele mai răspândite boli în întreaga lume în culturile de ovăz este rugina coronată (*Puccinia coronata*) specializată în diferite rase fiziologice (300) descrise în timp de cercetători ca: Fraser (1930), Simons (1953) etc. În țări ca: Brazilia, Argentina, Uruguay producțiile sunt corelate în mod negativ cu gradul de atac al acestora (Chaves și colab., 2002) putând fi reduse până la 50 % la soiurile sensibile (Martinelli, Federizzi și Benedetti, 1994).

Rugina neagră (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *avenae* Erikss. & Henn.) este de asemenea o boală destul de frecventă, specializată în 10 rase fiziologice ce atacă toate speciile de ovăz, inclusiv tipurile sălbatice (Wallwork, 1992). În Canada, apare aproape în fiecare an în anumite provincii (Ontario, Quebec, Manitoba, Saskatchewan) producând pierderi însemnate în culturi (Martens, Seaman și Atkinson, 1985). În Australia, aceasta uneori poate fi devastatoare, determinând pierderi de recolte de 100% (Wallwork, 1992). În

America de Sud epidemiile de rugină apar de obicei la sfârșitul sezonului de cultură iar în Brazilia incidența bolii a scăzut datorită recoltării timpurii. În țara noastră ruginile se întâlnesc frecvent în fiecare an manifestând intensități scăzute ale atacului, rareori în anumite lanuri putând avea efect păgubitor. În perioada 1978-1983 a fost prezentă în lanurile din județul Suceava cu frecvență medie și intensitate redusă (Hulea A., 1987).

Pătarea brună a frunzelor (*Pyrenophora avenae* Ito și Kuribayashi) a fost observată în multe zone ale lumii. În anul 1974 s-au raportat cazuri de epidemii în Germania și sudul SUA producând pagube de 30-40%, fiind a doua boală cu manifestare gravă după rugina coronată (Gough și McDaniel, 1974). La sfârșitul anilor 1990 în Canada *Pyrenophora avenae* s-a dovedit a fi cel mai frecvent patogen ce produce infecții foliare la ovăz (Fernandes și colab., 1999). În India s-a semnalat pe scară largă din faza de răsad până la maturitate iar în Suedia și Finlanda a fost identificată pe semințe producând pierderi până la 10% (Harder și Haber, 1992). În Brazilia această micromicetă este considerată un patogen important al microflorei semințelor de ovăz (Blum, 1997), cu toate că atacul pe frunze este mai puțin frecvent. În câmpurile de ovăz europene s-au raportat infecții pe frunze la răsaduri și plante mature în țări din fosta Iugoslavie (Arsenijević et al. 1996). În țara noastră, *Pyrenophora avenae*, s-a manifestat în unii ani pe semințe, apariția bolii fiind favorizată de un climat umed și răcoros, pagubele putând ajunge la 2-10% (Raicu C. și colab., 1978; Hulea A. și colab. 1982). În anii 1978 și 1979 boala a fost observată sub formă incipientă în unele culturi din județele Călărași, Ialomița, Giurgiu, Teleorman (Hulea A., 1987).

Septorioza (*Septoria avenae*) este considerată una din cele mai distructive boli în treimea nordică a regiunii Illinois, SUA (Babadoost, 2004), 93% din frunze și 31% din noduri fiind infectate în suprafețele cultivate cu ovăz. Pierderi de 15% s-au înregistrat în principalele state

producătoare de ovăz din Vestul, Nord-Estul SUA și Canada. În perioadele cu temperaturi scăzute și precipitații s-au înregistrat epidemii la varietățile cu perioadă lungă de vegetație în Estul Quebecului și părți ale provinciilor maritime (Martens, Seaman și Atkinson, 1985; Babadoost, 2004) iar în Australia s-au determinat pierderi de randament de 30% (Wallwork, 1992). *Septoria avenae* s-a manifestat sporadic în unele zone cultivatoare de ovăz din țara noastră atât în vegetație cât și pe semințe, fiind observată în special pe boabe germinate sau prin analiza fizică a sedimentului centrifugat, în testele de laborator (Rădulescu H. și colab., 1967).

Făinarea ovăzului (*Erysiphe graminis f.sp. avenae*) este o boală de importanță minoră fiind răspândită în diverse zone din lume și în țară, acolo unde apar schimbări bruște de temperatură și umiditate, nivelul de pierderi produse fiind destul de redus (Baicu T și colab., 1986).

Fuzarioza cauzată de micromicetele din genul *Fusarium sp.* este răspândită în culturile de ovăz din întreaga lume fiind mai păgubitoare pentru zonele cu climă temperată și semi umede. Niveluri ridicate de epidemie determinate de *Fusarium graminearum* s-au remarcat în țări cum ar fi: Argentina, Canada, Mexic, Uruguay și Statele Unite ale Americii (Reis, Panisson și Boller, 2002) ca urmare a descompunerii materiei organice a gazdelor sale (grâu, orz, secară, triticale, raigras, porumb, ovăz) și minimalizării lucrărilor de pregătire a terenului. La mijlocul anilor 1990, se evidențiază apariția pentru prima dată, a unei epidemii de fuzarioză în sudul Braziliei, ovăzul fiind o nouă gazdă (Martinelli, Mundstock, Federizi, 1999). În Europa, în partea centrală a Poloniei, regiunea Radzików într-un studiu efectuat în perioada 2010-2012 pe genotipuri de ovăz procentul de infecție cu *Fusarium sp.* la plante în câmp a variat între 6.5% și 25%, fiind izolate micromicete din speciile *Fusarium solani*, *Fusarium*

avenaceum, *Fusarium culmorum* (Kiecana I. și colab, 2014). Cercetările efectuate în țara noastră în ultimii ani, pe genotipuri de ovăz din regiunea Banatului au evidențiat prezența pe semințe, a speciilor de *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium verticillioides* și niveluri de micotoxine DON între 62,70 și 207,3 $\mu\text{g/kg}$ respectiv zearalenone 31,6 – 41,6 $\mu\text{g/kg}$ (Stroia C., Tabac C. și colab., 2010).

În prezent, calitatea și potențialul productiv al ovăzului nu se poate concepe fără a se ține seama și de factorul rezultat din influența dăunătorilor. Pagubele pot fi generate de o gamă largă de insecte care de multe ori nu sunt specifice numai acestei plante, dar se întâlnesc în ecosistemul culturii. Astfel, gândacul ovăzului (*Oulema melanopa* L.) este descris de zoologul suedez Carl Linnaeus (1758) ca fiind periculos pentru culturile de ovăz și de orz de primăvară în numeroase țări din Europa, Asia, Africa de Nord și America de Nord. Se întâlnește frecvent și în țara noastră, înregistrând în ultimii ani creșteri puternice ale populațiilor în special în sudul, centrul și vestul țării, fiind răspândit și în culturile de orz de toamnă, grâu și chiar porumb. Frecvența plantelor atacate în 1992-1993 în culturile de grâu, orz și ovăz din nordul țării a variat între 20-70%, cu 1-200 larve/m² în județele Bacău, Iași, Neamț și sporadic în Suceava, Vaslui și Vrancea (Săpunaru T., Hatman M. și colab., 1994).

Musca suedeză (*Oscinella frit* L.) a cerealelor este frecvent întâlnită în culturile de ovăz, orz de primăvară, cereale de toamnă, graminee de nutreț și spontane. Specia este răspândită în toată Europa, Asia și America de Nord, semnalată în toate regiunile României producând pagube în special în Transilvania, Moldova și Câmpia Română. După Perju și Mustea (1971), la atacuri puternice producția scade cu 25-40%, plantele atacate fiind mai sensibile la micoze, fuzarioză și tăciuni.

Tripsul ovăzului (*Stenothrips graminum* Uz.) este o specie răspândită pe cerealele cultivate, ovăzul sălbatic (*Avena fatua*) și specii ierboase, endemică pentru fauna de tisanoptere din Europa, puțin cunoscută în Asia și America de Nord (Tanskii, 1969; Lewis, 1973). În țara noastră este semnalat în biocenozelor din Dobrogea până în Munții Carpați (Knechtel, 1951). În Suedia, în culturile de orz și ovăz în amestec, această specie se găsește în proporție de 48% din populația de tripsi (Săvescu și colab., 1982), iar în centrul Olteniei, pe ovăz și secară, numai 7,9-9,5 % (Vasiliu și Baniță, 1977). În anii 1992 și 1993 tripsul a atacat ovăzul în județul Iași, cu frecvența de 10-30% și 1-40 larve/panicol (Săpunaru T., Hatman M. și colab., 1994).

Păduchele ovăzului (*Macrosiphum avenae* Fabr.) produce pagube în culturile de ovăz, orz, grâu, secară, orez sau graminee din flora spontană fiind semnalat de Robinson și Hsu (1963) pe 27 specii de plante în diferite zone ale globului și în România în toate arealele unde se cultivă cereale păioase. Pagubele produse sunt mai evidente în anii cu precipitații reduse și arșiță, când atacul apare în fenofaza de înflorit (Manolache și colab., 1969).

Acarianul ovăzului (*Steneotarsonemus spirifex* M.) a fost semnalat ca dăunător al culturilor de ovăz în Franța (Marchal, 1902) iar mai târziu în alte țări din Europa și Asia. În România această specie s-a evidențiat a fi dăunătoare în pajiștile de graminee cultivate și spontane, de preferință pe ovăz, fiind identificat de Rădulescu (1937) în zona Transilvaniei când s-au înregistrat atacuri puternice în anii 1933-1936. Soiurile precoce de ovăz au fost mai puțin distruse comparativ cu cele tardive, plantele fiind atacate mai ales când terenul are deficit de îngrășămintă sau apă (Rădulescu, 1937).

Nematodul *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) este o specie polifagă ce atacă numeroase plante cultivate și spontane (peste 450 specii) din diferite familii printre care și graminee (ovăz, secară etc.). Este

răspândit în multe zone temperate din Europa și regiunea mediteraniană, America de Nord și de Sud, Africa de Nord și de Sud, Asia și Oceania, exceptând zonele tropicale. În țara noastră se întâlnește frecvent în Banat, Transilvania, Oltenia pe diferite plante gazdă, fiind semnalat pentru prima dată în anul 1969, în județul Prahova într-o cultură de usturoi (Romașcu, 1973). Rădulescu și colab.(1967) evidențiază în îndrumătorul de determinare a bolilor și dăunătorilor, prezența nematodului pe semințele de ovăz.

Nematodul *Heterodera avenae* (Wollenweber) este o specie cosmopolită răspândită în zonele cultivate de cereale (grâu, orz, secară, ovăz) din Europa, America, Africa de Nord și Sud, India, Japonia și Australia. În America, Griffin G. (1984) specifică prezența acestuia în mai multe state (Idaho, Michigan, Oregon, Washington, etc.). În Europa, s-a evidențiat în Rusia în regiuni ca: Volga și Urali (grâu și ovăz), Siberia (grâu și orz), nord-vestul Rusiei europene (ovăz și orz) precum și Ucraina, Kazahstan, Armenia și Tadjikistan (Polyakov I. și colab., 1979). În țara noastră acest nematod este specificat doar în literatura de specialitate alături de alți dăunători frecvent întâlniți la ovăz (Hatman M. și colab. 1986) nefiind semnalată sau identificată prezența acestuia în cultură.

8.2 Bolile ovăzului - identificare, agenți patogeni, epidemiologie, măsuri de control și combatere.

Scopul acestui subcapitol este de a prezenta principalele boli ale ovăzului din țara noastră și din alte zone ale lumii, punându-se accent pe identificarea patogenilor, epidemiologie, măsuri de control și combatere.

8.2.1. Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)- virusul piticirii și îngălbenirii orzului (cerealelor).

Identificare

Plante gazdă: Virusul piticirii și îngălbenirii orzului (BYDV) afectează pe lângă ovăz și alte plante ca: orz, grâu, secară, porumb, orez, pir, păiuș, obsigă, golomăt, zăzanie, timofică și firuța.

Vectori: Virusul este transmis de peste 20 de specii de afide mai importante fiind: *Rhopalosiphum maidis*, *Rhopalosiphum padi*, *Macrosiphum avenae*, *Schizaphis graminum*.

Simptome: Ovăzul (*A. sativa*) este foarte sensibil la acest virus. La 2-3 săptămâni de la infecție, pe vârful frunzelor apar pete mici, clorotice, slab delimitate și confluențe (foto 8.1.). În funcție de soi, acestea devin mai târziu galbene-roșietice, brune-roșietice sau roșii strălucitoare, culoare pe care o imprimă la început, vârfului și apoi limbului în întregime, țesuturile din apropierea nervurilor fiind ultimele afectate. O mare parte din exemplarele infectate în faza tânără rămân pitice și nu formează panicul. Infecțiile cresc progresiv până în punctul în care frunzele superioare și frunzele standard prezintă modificări de culoare și se scurtează (foto 8.1. b). Sistemul radicular este slab dezvoltat iar plantele bolnave se smulg mai ușor decât cele sănătoase (Wallwork, 1992, Watkins și Lane, 2004).

Înălțimea plantelor este redusă la jumătate (piticire), florile sunt distruse, paniculele fiind total sau parțial lipsite de samântă, de culoare albicioasă cu o coacere prematură. Simptomele variază în funcție de soi, tulpina de virus, stadiul de creștere al plantei, momentul infectării, starea generală de sănătate a plantei, temperatură și alți factori de mediu. Modelul de infecție în câmp al plantelor se definește sub formă de puncte aleatoare, benzi circulare sau unghiulare care reflectă traiectoria de mișcare a vectorilor (foto 8.1. c).

Agentul patogen. Virusul este un component al grupeii luteovirusurilor caracterizată prin inducerea fenomenului de îngălbenire cu răspândire limitată în vasele floemice. Particulele virale sunt izometrice de 20 nm, fiind alcătuite dintr-o singură moleculă de ARN, de

1,8 X 10 d pentru tipologia nespecifică vectorului (foto 8.1.d). Virionii sedimentează la 115-120 S. Virusul are caractere imunogene puternice, prezintă 5 tulpini (RMV, RPV, MAV, PAV și SGL) ce sunt asemănătoare morfologic și epidemiologic dar diferă între ele, serologic prin virulența față de plante și relațiile acestora cu afidele.

Supravețuire: persistența virusului în câmp se realizează în gramineele perene, samulastra de grâu, orz, secară, culturile de porumb ce servesc ca adăpost pentru afidele vectori.

Dispersia: se realizează printr-o fază de contaminare de către afidele cu aripi la temperaturi mai mari de 14°C, climat uscat și vânt puțin, urmată de o fază de propagare a bolii în cultură, determinată de afidele aptere din coloniile tinere.

Infecția:- debutează din perioada apariției plantulelor, la primele înghețuri (jumătatea lunii noiembrie) pentru cerealele de toamnă și începând din luna mai pentru cerealele de primăvară. Un singur păduche verde (afidă) purtător de virus este suficient pentru transmiterea bolii la o plantă. Astfel, el trebuie să se alimenteze câteva ore dintr-o plantă infectată pentru a dobândi virusul iar după o perioadă de latență (una sau două ore) transmiterea virusului la altă plantă se realizează prin hrănirea sa câteva ore cu aceasta.



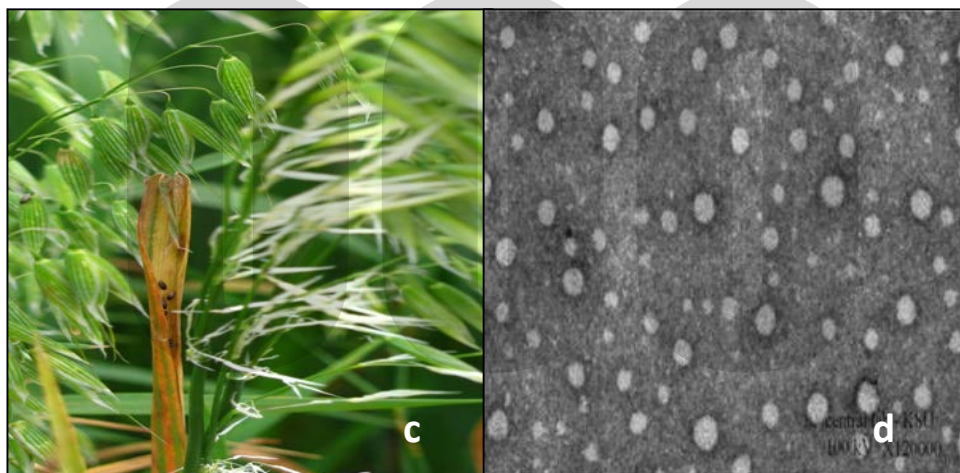


Foto 8.1. Simptome de îngălbenire și piticire la ovăz în condiții naturale produse de virusul îngălbenirii și piticirii orzului (BYDV): a -atac pe plante tinere la înfrățiț, b -atac pe plante mature până la frunza stindard, c -vectori (afide) pe frunza stindard și panicule, d- nanoparticule virale (BYDV-PAV) aglomerate prin testul de imunoelectronmicroscopie 120000 X; (foto d -Noorah A. Alkubaisi, 2016).

Epidemiologie.

Transmitere: Virusul se transmite cu ajutorul afidelor.

Durata de incubație: două până la trei săptămâni în funcție de condițiile climatice favorabile (temperature medii de 14-15 °C).

Condiții favorabile de contaminare în cultură (infecții primare)

Dacă ovăzul este însămânțat cu întârziere cu scopul acoperirii solului pentru controlul eroziunii eoliene sau pentru furaje, poate fi adesea puternic infectat și este o sursă locală importantă pentru migrarea afidelor vectoare din parcelele de teren ocupate cu cerealele de toamnă.

Pierderile de producție: sunt deosebit de mari când infecțiile se produc în faza de plantulă și ating 20% când se produc la înspicare, fiind de cele mai multe ori mai mari la ovăz decât la orz și grâu.

Măsuri de control și combatere

- eliminarea surselor de infecție, în special a samulastrei de grâu și orz ce asigură multiplicarea afidelor vectoare;
- utilizarea de soiuri rezistente și tolerante la virus;
- însămânțarea în epoca optimă;
- asigurarea densității optime și uniforme în cultură;
- eradicarea buruienilor perene din culturi;
- tratament la sămânță cu insectofungicide și stropiri cu insecticide din grupa piretroizilor, în vegetație pentru distrugerea afidelor.

8.2.2. *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* (Elliot & Stevens)- arsura aureolată

Identificare

Plante gazdă: *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Secale cereale*, *Zea mays*, *Avena fatua*, *Bromus carinatus*, *Bromus catharticus*, *Bromus inermis*, *Bromus rubens*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*.

Simptome: Boala apare atât pe plantele tinere cât și pe cele mature. La plântuțe, pe frunze apar la început pete umede, care mai târziu se usucă și se înroșesc. La plantele mature, pe frunze apar pete ovale, bine delimitate sau cu marginile difuze dispuse în special spre marginea limbului foliar (foto 8.2. a). La început petele sunt de culoare galbenă-verzuie cu mijlocul necrozat, galben deschis sau brun deschis. Mai târziu culoarea petelor devine brună, mai închisă la centru și mai deschisă spre periferie. Petele prezintă zone concentrice, delimitate printr-o dungă fină de culoare brună-roșcată (foto 8.2. b). Petele confluează și porțiuni mari din limb se necrozează, în special vârfurile, lanurile afectate recunoscându-se de departe, după prezența frunzelor uscate. Pete asemănătoare dar mai alungite apar și pe coleoptil, tulpină, teaca frunzelor, panicul (foto 8.2. c).

Agentul patogen. Bacteriile au formă de bastonașe de $2,3 \times 0,65 \mu$, după Burkholder (1957) sau $1,2-2,68 \times 0,56-0,83 \mu$, după Docea și Severin (1965). Celulele sunt Gram negative și prezintă 1-2 cili polari (foto 8.2. e, f). Pe mediu cu agar formează colonii mici, rotunde, netede, lucioase, cu marginile regulate, puțin ridicate de culoare albicioasă, translucidă, cu o nuanță albastrui-fluorescentă (8.2. d).



Foto 8.2. Arsura aureolată (*Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*); a-simptome tipice inițiale cu leziuni semitranslucide; b-simptome cu leziuni necrozate confluențe; c-panicule cu pete alungite, decolorate pe glume; (foto a, c - Orlando Andrade V., Chile)

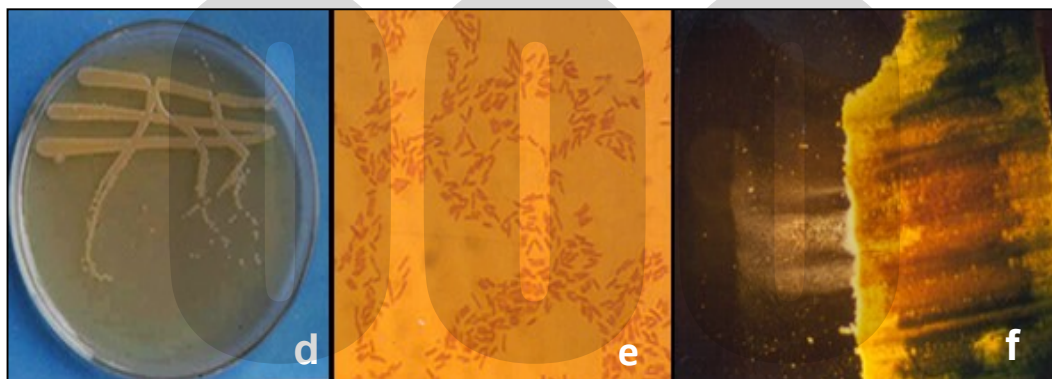


Foto 8.2. Agent patogen- *Pseudomonas syringae* pv. *coronofaciens*; d- colonii bacteriene pe mediu agarizat; e-bacterii microscopice gram-negative, sub formă de bastonașe, vizualizate la 100x; f- flux de bacterii determinate prin microscopie cu contrast de lumină; (foto d, e , f - Orlando Andrade V., Chile).

Epidemiologie

Transmitere: Bacteria se transmite prin semințe, resturi vegetale.

Supravețuire: rămâne viabilă în resturile vegetale până la 4 ani, păstrându-și virulența 2 ani.

Dispersia: în câmp se realizează prin picăturile de ploaie, vânt și insecte (afide).

Infecția: primară se realizează în faza de plantulă, din bacteriile de pe suprafața semințelor contaminate. Din aceste surse, bacteria se poate răspândi cu ușurință de la frunză la frunză și de la plantă la plantă, primăvara pe vreme umedă. La sfârșitul primăverii când temperatura optimă este de 28°C, boala poate evolua sever la unele soiuri. În timpul sezonului de creștere, infecția are loc prin porii de la vârful frunzelor și prin stomatele din frunze, sau prin răni.

Durata de incubație: o perioadă de 2-3 zile de la infecție.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului la începutul vegetației plantelor:

- prezența semințelor contaminate la semănat;

- asolamentul ovăz –secară;
- pregătirea necorespunzătoare a patului germinativ, prin prezența resturilor vegetale purtătoare de inocul;

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- condiții meteorologice favorabile (temperaturi optime de 28°C însoțite de ploi prelungite și de vânt);
- atac de afide, plante rănite ce determină creșterea presiunii de inocul .

Pierderi de producție: nu determină pierderi economice mari, dar poate provoca daune considerabile în anumite condiții, mai ales la ovăzul de toamnă în regiunile reci și umede (10-30 % în anul 1983 în regiuni din județul Suceava).

Măsuri de control și combatere

- tratamentul seminței înainte de semănat;
- evitarea asolamentului ovăz-secară;
- arderea miriștilor infectate cu bacterioză;
- distrugerea samulastrei și pregătirea terenului pentru semănat prin măsuri agrotehnice corespunzătoare.

8.2.3. *Ustilago avenae* (Pers &Rostr.) – tăciunele zburător

Identificare

Plante gazdă: *Avena sativa*, *Avena fatua*, *Avena orientalis*, *Avena nuda*, *Avena pubescens*, *Avena sterilis*, *Arrhenatherum elatius* etc.

Simptome: apar pe panicule, florile sunt distruse de la interior spre exterior, la început ovarele, apoi staminele, paleele și celelalte organe florale, înafară de ramuri în locul cărora se formează o masă pulverulentă de clamidospori, brun-negricioasă (foto 8.3. a). Plantele atacate se diferențiază de cele sănătoase în faza de burduf, având o culoare mai deschisă, galben-verzuie. Se deosebesc două forme de

tăciune zburător (Liro, 1924): forma de tăciune moale caracterizată printr-o masă prăfoasă de clamidospori ce cuprinde întreg paniculul și forma de tăciune tare la care teliosporii rămân aglutinați în paniculul parțial tăciunat sau paniculul este total atacat, când glumele nedistruse învelesc masa de spori, până la recoltarea ovăzului. Ambele forme, se întâlnesc în țara noastră, dominanța uneia sau alteia variind în funcție de an, regiune și cultură.

Agentul patogen. *Ustilago avenae* (Pers.) Rostr., cl. *Basidiomycetes*, ord. *Ustilaginales*, fam. *Ustilaginaceae*.

Ustilago avenae are teliospori sferici sau elipsoidali de 6-9 X 5-8 μ cu episporul fin echinulat (foto 8.3. b).



Foto 8.3. Tăciunele zburător al ovăzului (*Ustilago avenae*); a- panicul de *Avena sativa*, atacat (www.botanistii.ro); b- teliospori sferici de 5-8 μ pe *Arrhenatherum elatius* (foto b- Kruse Julia, BIK -F, Frankfurt)

Epidemiologie

Transmitere: tăciunele zburător se transmite de la un an la altul prin semințe contaminate sau infectate și la înfloritul paniculelor prin teliosporii purtați de vânt.

Supravețuire: sub formă de miceliu de rezistență și teliospori, pe semințe infestate sau infectate.

Dispersia: în perioada de înflorit când teliosporii sunt vehiculați de vânt pe panicule.

Infecția: teliosporii încep să germineze la temperatura minimă de 4-5°C, cu un optim de dezvoltare la 15-28°C și o umiditate în sol de 30% din capacitatea de câmp . Infecția cu *Ustilago avenae* se realizează printr-un ciclu biologic al micromicetei de doi ani: în primul an are loc infecția bobului în timpul înfloriturii prin clamidosporii vehiculați de vânt pe stigmat, ovare, ovare-palee iar în anul următor prin germinarea seminței contaminate ce infectează plantula, micromiceta dezvoltându-se odată cu planta, cu simptome evidente după ieșirea paniculelor din burduf când în locul boabelor se formează o măsură prăfoasă sau aglutinată de spori.

Durata de incubatie: teliosporii pot germina imediat după punerea în libertate (fără perioadă de repaus); putând să-și păstreze facultatea germinativă până la 7 ani (Liedenberg, 1879).

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- semințe contaminate la înființarea culturii;
- temperatură și umiditate optimă pentru germinarea teliosporilor;
- varietăți sensibile;
- nerespectarea agrotehnicii solului.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- înființarea culturii înafara epocii optime;
- temperaturi de peste 20°C, umiditate și vânt.

Pierderi de producție: boala produce pagube mari (10-15%) în cazul când nu s-au făcut tratamente seminale. În perioada 1978-1983 a avut o răspândire largă în culturile de ovăz pure cât și în borceaguri, dar cu frecvență redusă de panicule infectate (Hulea A., 1987).

Măsuri de control și combatere

- producerea de semințe libere de agent patogen, provenite din câmpuri inspectate periodic și aprobate;
- cultivarea de soiuri rezistente (Florina, Mureș, Someșan);
- semănatul timpuriu și nu prea adânc;
- strângerea și distrugerea paniculelor tăciunate înaintea ieșirii din burduf;
- tratamentul semințelor cu fungicide ca: Vitavax 2000 (3 l/t), Amiral proffy 6 FS (0,5 l/t) etc.

8.2.4. *Ustilago kollerii* (Wille) –tăciunele îmbrăcat al ovăzului

Identificare

Plante gazdă: Avena sativa, Avena barbata, Avena nuda, Avena fatua, Avena orientalis, Avena sterilis, Avena strigosa etc.

Simptome: se manifestă pe panicule având simptome identice cu tăciunele zburător forma tare, cu care se confundă deseori (foto 8.4. a, b). Paniculele tăciunate ies mai târziu din burduf față de cele sănătoase și prezintă ramificații scurte cu cariopse distruse.

În locul boabelor, se formează pulberea de clamidospori, la început acoperită de o membrană albicioasă, învelită în glume, până la recoltare, când masa compactă a sporilor va fi dispersată și aceștia vor adera la semințele sănătoase, infestându-le.

Boala se manifestă deseori pe toți frații și întreg paniculul, dar există și cazuri când numai o parte din spiculețe sunt atacate, restul rămânând sănătoase și producând boabe.

Agentul patogen. *Ustilago kollerii* (Wille), cl. *Basidiomycetes*, ord. *Ustilaginales*, fam. *Ustilaginaceae*.

Ustilago kollerii are în masa aglutinată teliospori care la maturitate devin pulverulenți de formă sferică sau elipsoidală, poligonală, cu diametrul de 5- 10 μ de culoare brun-roșcată cu episporul complet neted (foto 8.4. c).

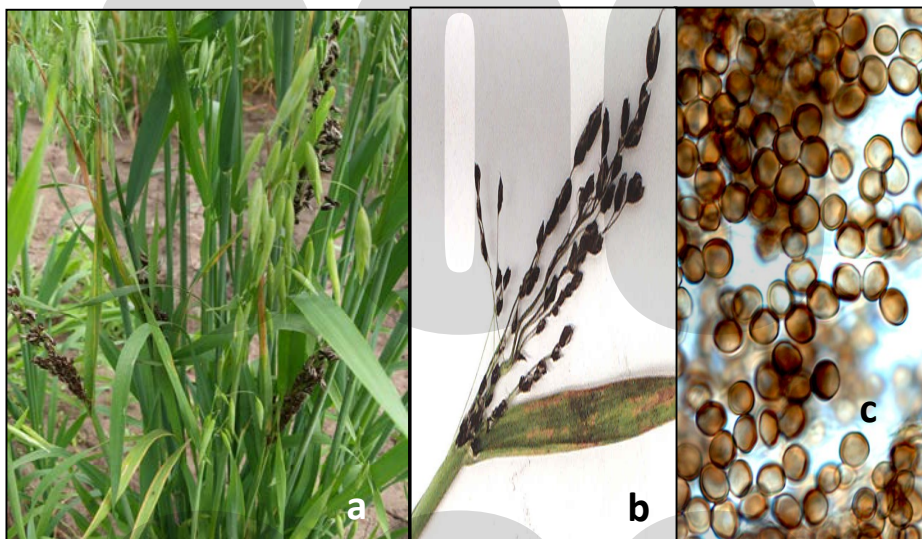


Foto 8.4. *Ustilago kollerii* (Wille) –a. tăciunele îmbrăcat al ovăzului; b – panicule de *Avena sativa* atacate de tăciunele îmbrăcat; c- teliospori de *Ustilago kollerii* (foto-Smut fungi of Australia)

Epidemiologie

Transmitere: tăciunele îmbrăcat al ovăzului se transmite de la un an la altul, prin semințe contaminate și la înfloritul paniculelor, prin teliospori purtați de vânt .

Supravețuire: sub formă de miceliu de rezistență și teliospori, pe semințe infestate sau infectate.

Dispersia: în perioada de înflorit când teliosporii sunt vehiculați de vânt, pe panicule și la recoltare când infestază sămânța.

Infecția: este germinală, producându-se în timpul încolțirii seminței când teliosporii prin germinare vor produce epibazidii cu bazidiospori ce se conjugă câte doi, miceliul de infecție intrând prin coleoptil în plantă. Ciuperca mai produce și o infestare în timpul

înfloritului, ciclul evolutiv desfășurându-se pe parcursul unui singur an agricol.

Durata de incubație: teliosporii pot germina imediat după punerea în libertate (fără perioadă de repaus); putând să-și păstreze facultatea germinativă în condiții de temperatură și umiditate scăzute, până la cinci ani (Sampson).

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- semințe contaminate la înființarea culturii;
- temperatură și umiditate optime pentru germinarea teliosporilor;
- soiuri sensibile;
- nerespectarea agrotehnicii solului.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- înființarea culturii înafara epocii optime;
- temperaturi ridicate, umiditate scăzută și vânt.

Pierderi de producție: boala produce pagube mai mici decât tăciunile zburător. În perioada 1978-1983, agentul patogen a fost semnalat în câteva lanuri din județele Bistrița Năsăud, Cluj, Sibiu, Hunedoara, Covasna, Vaslui, Suceava, Neamț etc. dar fără importanță economică (Hulea A., 1987).

Măsuri de control și combatere

- producerea de semințe libere de agent patogen provenite din câmpuri inspectate periodic și aprobate;
- semănatul timpuriu și nu prea adânc;
- strângerea și distrugerea paniculelor tăcunate înaintea ieșirii din burduf și a resturilor rămase după recoltare.
- tratamentul semințelor cu fungicide sistemice ca: Vitavax 2000 (3 l/ t), Amiral Proffy 6 FS (0,5 l/t) etc.

8.2.5. *Puccinia coronata* var. *avenae* (Cda.) Fraser et Led - rugina coronată a ovăzului

Identificare

Plante gazdă: - ovăzul cultivat (*Avena sativa*), specii de graminee spontane, fânețe alcătuite de genurile: *Avena*, *Festuca*, *Glyceria*, *Lolium*, *Alopecurus*, *Calamagrostis*, *Holcus*, *Agropyrum*, *Arrhenatherum*, *Bromus* pe care se formează uredospori și teleutospori.

Plante gazdă intermediare: - specii de *Rhamnus* (*R. cathartica*, *R. canadensis*, *R. alaternus*, *R. lanceolata*, *R. palaestina* etc.) unde apar ecidiile și picnidiile.

Simptome: boala se manifestă după apariția paniculelor și la umplerea cariopselor numai pe frunze (foto 8.5. a). Pe suprafața superioară a limbului, pe teacă, apar pustule mici, circulare, eliptice sau alungite, de culoare galbenă-portocalie, acoperite de epidermă la început, apoi pulverulente, ce conțin uredospori. Mai târziu, în jurul pustulelor cu uredospori apar pustule negre, lucioase acoperite de epidermă ce conțin teleutospori (foto 8.5. b).

Agentul patogen. *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* (Cda.) Fraser et Led, fam. *Pucciniaceae*, ord. *Uredinales*, cl. *Teliomycetes*, sunîncrengătura *Basidiomycotina*.

Micromiceta are un caracter heteroic – macrociclic.

Pe plantele gazdă intermediare din genul *Rhamnus* ssp., pe fața superioară a limbului frunzei se formează picnidiile ciupercii, de culoare galbenă iar ecidiile galben-roșietice sunt prezente pe fața inferioară a frunzei, inflorescențe, lăstari tineri care prezintă hipertrofieri în dreptul atacului.

Pe ovăzul cultivat și alte specii de graminee spontane din diferite genuri se formează fructificațiile ciupercii (uredospori și teleutospori) cu următoarele caracteristici: - uredosporii sunt unicelulari, sferici sau ovali, de 14-24 μm gălbui și echinulați (foto 7.5 c).

Teleutosporii sunt bicelulari, alungiți, pedunculați, de 34-56 x 13-20 μm cu membrană brună-roșiatică, cu 3-5 prelungiri digitiforme inegale, îndreptate în sus sau lateral asemenea unei coroane (foto 8.5. d).

Agentul patogen prezintă forme specializate în peste 300 de rase fiziologice.

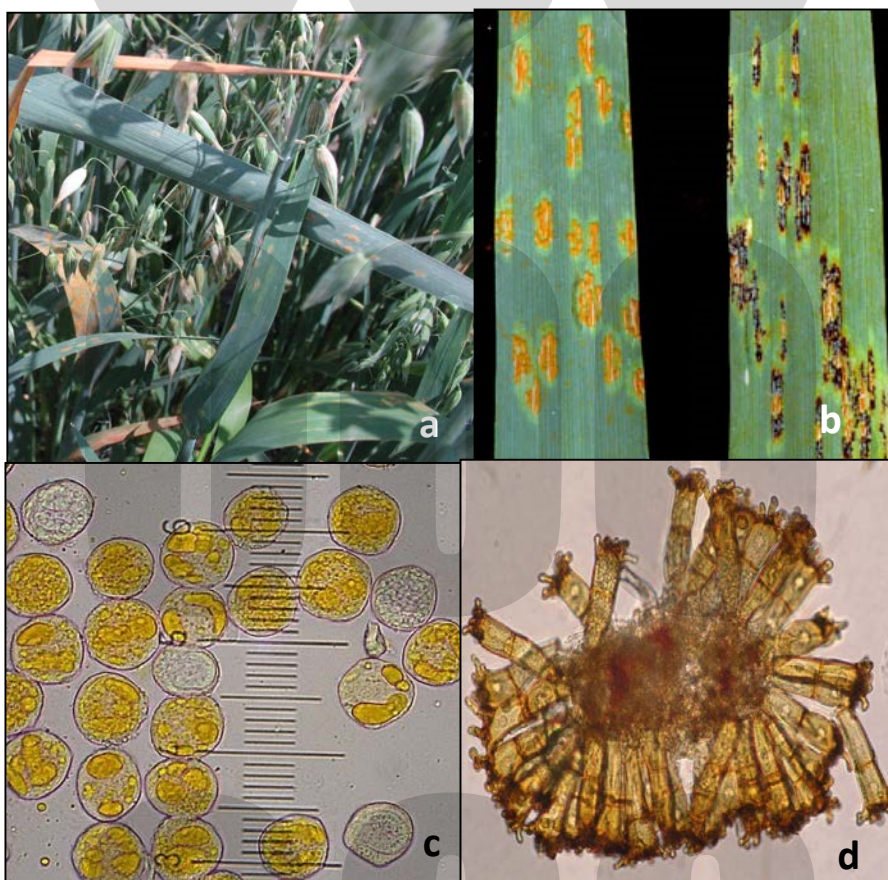


Foto 8.5. *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* (Cda.) Fraser et Led- rugina coronată a ovăzului; a-pustule de rugină coronată pe plante de ovăz cu panicule; b-lagăre de uredospori (portocalii) și teleutospori (pete portocalii cu margini negre); (foto-Praire Oat Growers Association, Canada); c- uredospori de *Puccinia coronata* (foto- Actafungorum, Italia); d- teleutospori de *Puccinia coronata* (foto- J.Vinchova, Mendelu Brno, Cehia

Epidemiologie

Transmitere: nu se transmite prin sămânță.

Supravețuire: sub formă de uredospori și teleutospori pe ovăz și alte graminee sălbatice și în stadiul de picnidii și ecidii pe gazda intermediară (*Rhamnus sp.*).

Dispersia: boala se răspândește prin uredospori vehiculați de vânt pe plante de ovăz în vegetație, teleutosporii existenți în resturile vegetale ce ajung după germinare, primăvara, pe gazda intermediară, ecidiosporii transportați de vânt de pe gazda intermediară în culturile de ovăz

Infecția: teleutosporii germinează după o perioadă de postmaturație (ce se termină primăvara) la o temperatură minimă de 5-10°C, optimul de dezvoltare fiind la 20-22°C, iar maximum la 26 °C, formând bazidiospori ce infectează plantele de *Rhamnus sp.*, (perioada de infecție 21 ore). Pe aceste plante (gazde intermediare), picnidiile apar în 5-9 zile, ecidiile în 10- 15 zile, de regulă în lunile mai și iunie. Ecidiosporii purtați de vânt și ploaie ajung pe plantele de ovăz și produc primele infecții (germinează între 5-18 °C). Mai târziu pe frunze apar pustule galbene cu uredospori (fenofaza de apariție a paniculelor și umplerea boabelor) ce se răspândește în cultură, pe frunzele altor plante și germinează în condiții optime de temperatură (15-23 °C) și umiditate.

La sfârșitul vegetației, se formează teleutosporii pe fața inferioară a limbului, sunt acoperiți de epidermă, dispuși deseori ca un inel în jurul uredosporilor reprezentând sporii de rezistență, care produc infecții primăvara, pe plantele gazdă intermediare (Iacob V.,2002).

Durata de incubație - a bazidiosporilor (proveniți din teleutospori germinați) pe gazda intermediară este de 1-2 săptămâni, în funcție de temperatură și umiditate. Uredosporii apar în pustule galbene erupente pe ovăz, după 6-10 zile de la infecție.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- surse de inocul local din anii precedenți;
- soiuri sensibile;
- ierni blânde ce favorizează supraviețuirea teleutosporilor în resturile vegetale din sol.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- temperaturi mai ridicate și umiditate abundentă;
- cantități mari de ecidiospori produse pe gazdele intermediare ce infectează culturile din apropierea lor.

Pierderi de producție: variază în funcție de momentul când s-a produs infecția, de soi, de condițiile climatice. În cazul unui atac timpuriu, pot ajunge până la 50-60% la soiurile sensibile și netolerante, în perioada 1978-1983 fiind prezentă în lanurile din județul Suceava cu frecvență medie și intensitate redusă.

Măsuri de control și combatere

- respectarea complexului de măsuri culturale;
- izolarea spațială a loturilor semincere care să limiteze ajungerea ecidiosporilor de pe gazda intermediară;
- distrugerea gazdei intermediare, a samulestrei.
- cultivarea de soiuri rezistente, tolerante cu maturare timpurie.

8.2.6. *Puccinia graminis* Pers., f.sp. *avenae* Erikss. & Henning – rugina neagră a ovăzului

Identificare

Plante gazdă: *Avena sativa*, *Arrhenatherum elatius*, *Avena sterilis*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Milium effusum*, *Avena fatua* etc.

Plante gazde intermediare: *Berberis ssp.*, *Mahonia*.

Simptome: Rugina neagră a ovăzului sau rugina liniară a tulpinii este numită astfel după culoarea neagră a lagărelor de teleutospori de formă alungită, liniară, ce atacă în mod regulat tulpina.

Simptomele apar pe tulpini, tecile frunzelor, ambele fețe ale limbului și mai rar pe panicule (foto 8.6. a). Uredosporii pot apărea până la maturitatea plantei pe ambele fețe ale funzei și tulpinei, în pustule de culoare brun-închis-roșiatic, ovale, alungite mai mari decât cele ale ruginii coronate cu țesutul epidermic întreg sau rupt de-a lungul marginilor (foto 8.6. b). La maturitate, spre sfârșitul perioadei de vegetație a ovăzului printre uredospori, în locul acestora sau individual se formează sporii de rezistență- teleutosporii- pustulele schimbându-și culoarea din brun-închis în brun-negricios apoi în negru. Acestea sunt de formă liniară, prin confluență ajungând până la 8-10 mm (foto 8.6. d).

Agentul patogen. *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *avenae* (Cda.) Erikss. et Henn., fam. *Pucciniaceae*, ord. *Uredinales*, cl. *Teliomycetes*, sunîncr. *Basidiomycotina*.

Micromiceta are un caracter heteroic – macrociclic.

Pe plantele gazdă intermediare din genul *Berberis ssp.* (foto 7.6 c), pe fața superioară a limbului frunzei se formează pete de culoare portocalie în dreptul cărora se deschid picnidiile ciupercii cu picnospori, unicelulari, globuloși, hialini. Paralel cu maturarea picnidiilor apar ecidiile pe fața inferioară a frunzei, inflorescențe, lăstari tineri cu ecidiospori, netezi, turtiți.

Pe ovăzul cultivat și alte specii de graminee spontane din diferite genuri se formează fructificațiile ciupercii (uredospori și teleutospori) cu următoarele caracteristici: - uredosporii sunt ruginii, unicelulari, scurt –pedunculați, eliptici sau ovali, echinulați de 20-45 x 12-23 μm (foto 8.6. e).

-teleutosporii sunt brun-închis-negri, bicelulari, lung pedunculați, măciucați sau ascuțiți la vârf cu membrană îngroșată de 27-63 x 14-25 μm (foto 8.6. f).

Agentul patogen prezintă forme specializate în peste 10 rase fiziologice.

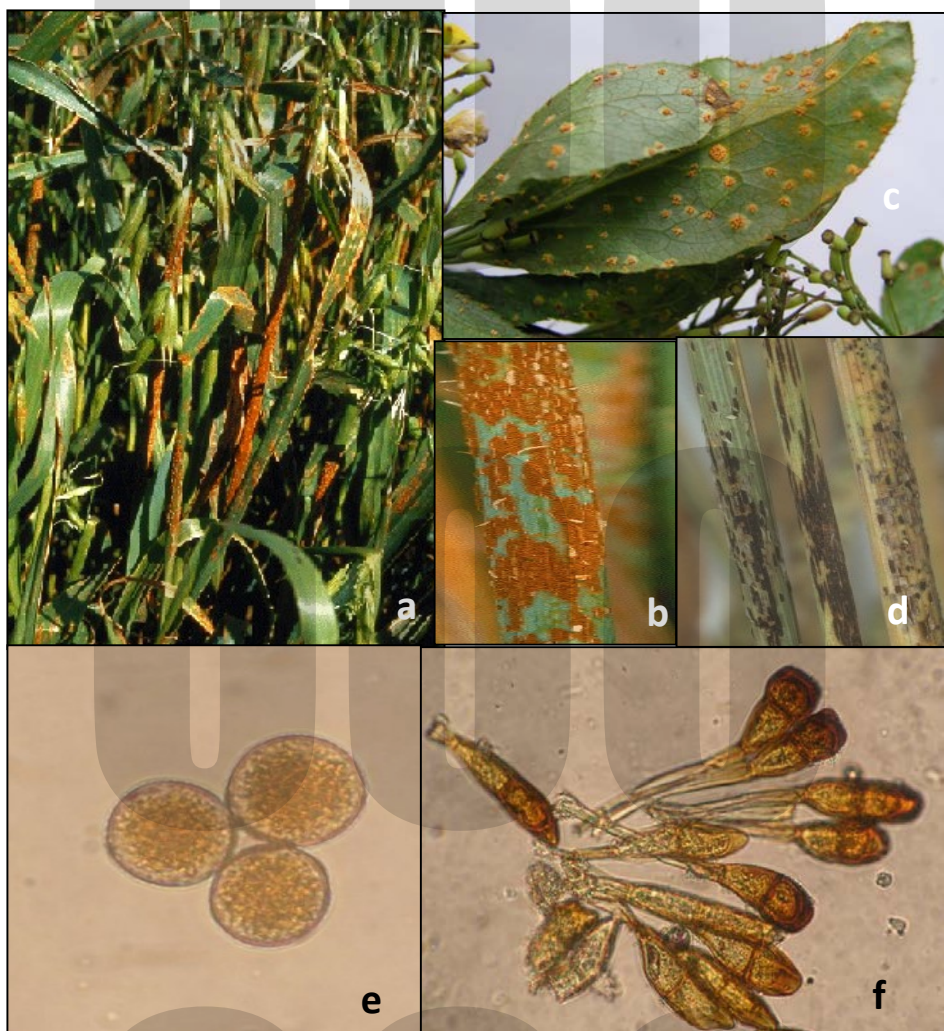


Foto 8.6. *Puccinia graminis* Pers., f.sp. *avenae* Erikss. & Henning – rugina neagră a ovăzului; a- pustule brun-roșcate cu uredospori pe plante de ovăz mature; b- lagăre de uredospori (brun-roșcate) alungite pe tulpină; (foto- a, b, d - Department of Agriculture and Food, Western Australia's); c. ecidii cu ecidiospori pe frunze de *Berberis* sp.; d- pustule liniare cu teleutospori pe tulpini; e - uredospori de *Puccinia graminis* f.sp. *avenae*; f - teleutospori de *Puccinia graminis* f.sp. *avenae*; (foto- c, d, e -J.Vinchova, Mendelu Brno, Cehia)

Epidemiologie

Transmitere: nu se transmite prin sămânță.

Supravețuire: sub formă de uredospori și teleutospori pe ovăz și alte graminee sălbatice și în stadiul de picnidii și ecidii pe gazda intermediară, (*Berberis spp.* și *Mahonia aquifolium*).

Dispersia: boala se răspândește în vegetație, prin uredosporii vehiculați de vânt pe plantele de ovăz, prin teleutosporii existenți în resturile vegetale ce ajung după germinare, primăvara, pe gazda intermediară și prin ecidiosporii transportați de vânt de pe gazda intermediară în culturi.

Infecția: teleutosporii germinează după o perioadă de postmaturație (ce se termină primăvara) la temperaturi cuprinse între 5-34°C, formează bazidiospori ce infectează plantele de *Berberis sp.* și *Mahonia sp.* (perioada de infecție 21 de ore).

Pe gazdele intermediare apar picnidiile în 5-9 zile, ecidiile în 10- 15 zile, de regulă în lunile mai și iunie. Picnosporii respectiv, ecidiosporii purtați de vânt, ploaie, ajung pe plantele de ovăz și produc primele infecții (germinează între 5-18°C). Mai târziu pe pai și pe teaca frunzei apar pustule brun-roșcate cu uredospori (fenofaza de apariție a paniculelor și umplerea boabelor) acoperite cu epidermă ce se exfoliază și se răspândesc în cultură la alte plante, prin vânt.

La sfârșitul vegetației, se formează pustule liniare cu teleutospori de culoare brun-închis spre negru, pe pai și pe tecile frunzelor, sub forma unor mici crăpături de 2-3 mm sau 10-12 mm când lagărele au confluat. Aceștia reprezintă sporii de rezistență, ce produc infecții primăvara, pe planta gazdă intermediară.

Durata de incubatie: - a bazidiosporilor (proveniți din teleutospori germinați) pe gazda intermediară este de 1-2 săptămâni în funcție de temperatură și umiditate. Uredosporii apar în pustule de

culoare brun-roșcat, erumpente, observându-se la ovăz după 6-10 zile de la infecție.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- surse mărite de inocul local din anii precedenți;
- soiuri sensibile;
- ierni blânde ce favorizează supraviețuirea teleutosporilor în resturile vegetale din sol.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- perioade cu temperaturi de 15-30° C și umiditate abundentă;
- cantități mari de picnospori, ecidiospori produse pe gazdele intermediare ce infectează culturile din apropierea lor.

Pierderi de producție: produce pagube mai mari la ovăz decât la grâu în anii cu primăveri și veri umede și răcoroase, datorită prelungirii perioadei de vegetație concomitent cu perioada de apariție a ecidiilor pe *Berberis* sp.

Măsuri de control și combatere

- respectarea complexului de măsuri culturale;
- izolarea spațială a loturilor semincere pentru a limita ajungerea ecidiosporilor de pe gazda intermediară;
- distrugerea gazdei intermediare și a samulastrei;
- cultivarea de soiuri rezistente, tolerante cu maturare timpurie.

8.2.7. *Helminthosporium avenae* Eidam (syn. *Pyrenophora chaetomioides*, *Drechslera avenae*)- pățarea frunzelor de ovăz (helminthosporioza)

Identificare

Plante gazdă: *A. sativa*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. occidentalis* și sporadic pe diverse graminee, etc.

Simptome : benzi liniare brune, apar la început pe coleoptil, apoi pe frunzele bazale sub formă de pete mici (1-3 x 1-2 mm), cu centru alb, înconjurat de un halou brun-roșcat.

Ulterior, boala progresa, petele se extind devenind eliptice sau sub formă de dungi longitudinale mici, maronii cu nuanțe roșiatice și margini nedefinite, leziunile răspândindu-se treptat pe toată suprafața frunzei, care se usucă (foto 8.7. a, b, c). Alte simptome pot fi: închiderea la culoare a nodurilor, pete alungite și înguste pe tulpini, leziuni pe tecile frunzelor, pe panicule și pe semințe. Suprafața boabelor infectate se închide la culoare, prezentând o colorație galben – maro spre negru, în funcție de densitatea miceliului și activitatea sa enzimatică.

Agentul patogen. *Helminthosporium avenae* (Eidam) f.c. *Drechslera avenae* (Eidam) Scharif., fam. *Pleosporaceae*, clasa *Dothideomycetes*, genul *Pyrenophora*, încrengătura *Ascomycota*.

Forma asexuată prezintă conidiofori de culoare brun-închis până la negru, singulari sau grupați câte 2-3, septați, cu celula bazală uneori umflată, de dimensiuni 120-200x 7-8 μm. Conidiile sunt de culoare brun-deschis sau brun-oliv, cilindrice cu capetele rotunjite, măsurând 32,3 -110,5 x 11,9 -17,0 μ cu 2-6 septe (foto 8.7. d).

Epidemiologie

Transmitere: prin semințe .

Supravețuire: ca parazit în perioada de vegetație și saprofit sub formă de miceliu și fructificații pe resturile vegetale de ovăz din care se dezvoltă peritecii cu asce și ascospori.

Dispersia: ascospori și conidii transportați de vânt.

Infecția: este produsă de conidii care se formează pe primele frunze atacate la scurt timp după apariția simptomelor. În timpul înfloritului, conidiile transportate de vânt ajung pe spiculețe între sau

sub palee. O parte din ele germinează imediat, dau naștere la hife ce pătrund în bractee, pe tegumentul seminței, sau rămân sub formă de miceliu de rezistență între palee și sămânță. De asemenea, după semănatul ovăzului poate avea loc o infecție germinală, miceliul pătrunzând în tânăra plantă prin perforarea coleoptilului. Un alt tip de infecție este cea creată de miceliul și fructificațiile ciupercii ce rămân în teren pe resturi de plante atacate după recoltare, formând peritecii cu asce și ascospori ce infectează plantele foarte tinere de ovăz.

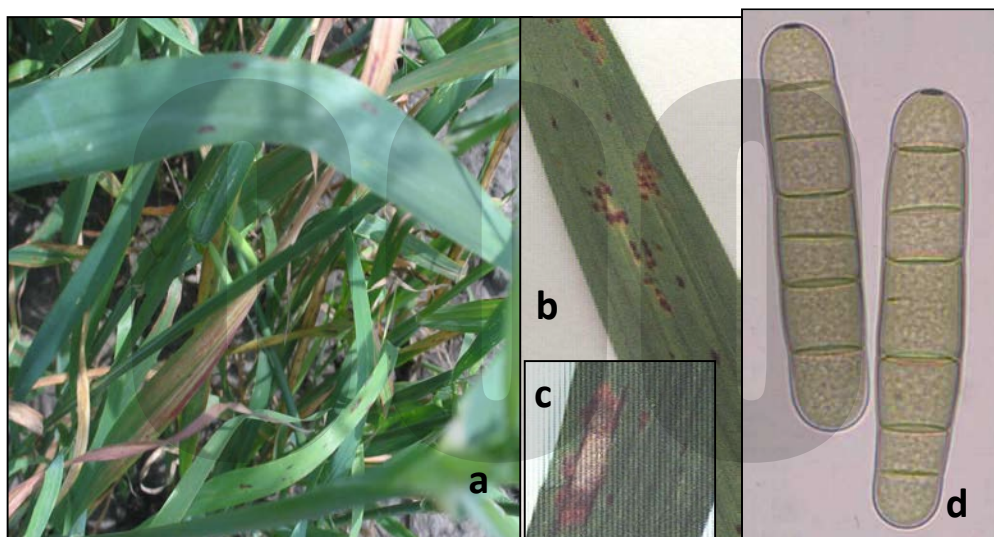


Foto 8.7. *Drechslera avenae* (Eidam) Scharif- pătarea frunzelor de ovăz (helminthosporioza); a- atac pe plante mature; b-pete pe frunze în faza incipientă; c-pete eliptice, dungi cu centru alb și halou brun-roșcat; d-conidii (foto NGRI- Japan).

Durata de incubație: conidiile germinează în câteva ore, la temperaturi cuprinse între 4 - 20°C, miceliul se dezvoltă la temperaturi de 3-30 °C și 100% umiditate.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- semințe contaminate, netratate cu fungicide;

- prezența samulastrei, nerespectarea rotației culturii;
- semănat în afara epocii optime;
- soiuri sensibile.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- primăveri umede și răcoroase.

Pierderi de producție: în condiții de climat umed și răcoros pagubele pot ajunge până la 2-10 %. În perioada 1978-1979 a fost depistată sub formă incipientă, în unele culturi din județele Călărași, Ialomița, Giurgiu, Teleorman.

Măsuri de control și combatere

- măsuri agrotehnice cu efect profilactic: rotația culturilor, îngrășarea echilibrată a terenului, însămânțarea în epoca optimă, densitate normală, erbicidarea buruienilor;
- cultivarea de soiuri rezistente;
- tratarea semințelor înainte de semănat cu produse ca: Amiral Proffy 6 FS-0,5 l/t, Celest Star -1,5 l/t, Kinto Duo 1,5 l/t, Lamardor 400 FS- 0,15 l/t, Vitavax 2000 3,0 l/t (Hulea A., 1987).

8.2.8. *Erysiphe graminis f.sp. avenae* E. J. Marchal – făinarea ovăzului

Identificare

Plante gazdă: specii cultivate și sălbatice ale genului *Avena*.

Simptome: atacul se manifestă pe limb, teaca frunzelor, tulpină și mai rar pe panicule. La început apar pete de culoare galbenă sau verde deschis pe limbul frunzelor, acoperite de colonii alb pufoase cu miceliu superficial de culoare gri deschis care se închide spre gri-gălbui, devenind prăfos și eliberând o cantitate mare de conidii (foto 8.8. a). La sfârșitul sezonului, petele necrozate de pe frunze prezintă miceliu cenușiu murdar presărat cu puncte negre ce reprezintă

cleistotecile cu asce și ascospori (foto 8.8. b). Frunzele puternic atacate se usucă de timpuriu și plantele prezintă o coacere forțată. Atacul de făinare influențează metabolismul plantei intensificând temporar respirația și transpirația țesuturilor atacate.

Agentul patogen. *Erysiphe graminis f.sp. avenae* E. J. Marchal, fam. *Erysiphaceae*, ord. *Erysiphales*, clasa *Ascomycetes*.

Micromiceta este parazită obligată, infectează ovăzul dar nu produce infecții pe orz și grâu. Miceliu este un tal filamentos, ramificat, fixat pe organe prin apresorii, cu haustorii digitat-ramificați pentru hrănire. Pe tal apar conidiofori scurți ce formează lanțuri de conidii hialine, eliptice, de 18-36 x 11-17 μm (foto 8.8. c). Pe miceliu prin înmulțirea sexuată, apar cleistotecii negre, sferice ușor turtite de 115-230 μm , cu asce și 4-8 ascospori elipsoidali.

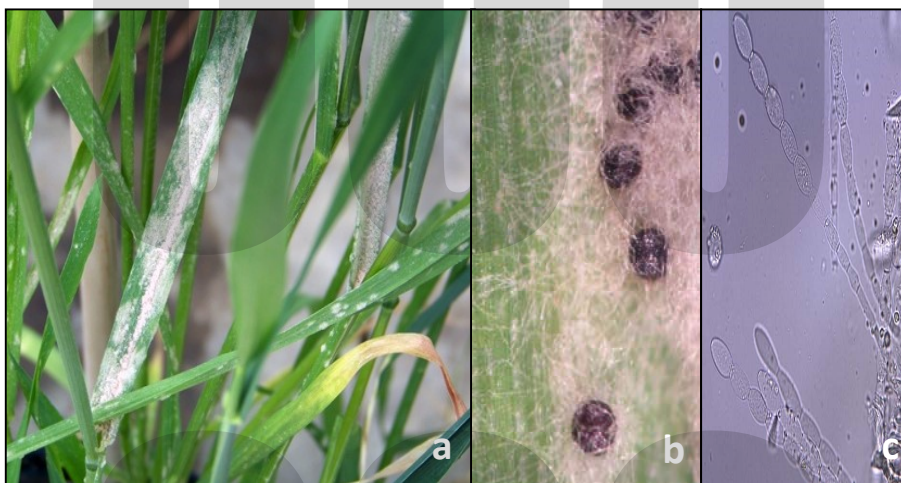


Foto 8.8. *Erysiphe graminis f.sp. avenae* E. J. Marchal –făinarea ovăzului
a-simptome (colonii alb-pufoase) de făinare pe frunze; b-cleistotecii
negre, sferice pe miceliu (foto b- J.Vinchova, Mendelu Brno, Cehia); c-
lanțuri de conidii hialine, eliptice (foto-www. pflanzenkrankheiten.ch)

Epidemiologie

Transmitere: nu se transmite prin semințe.

Supravețuire: sub formă de ascospori pe samulastră, miceliu cu conidiofori și conidii pe organele plantelor în vegetație.

Dispersie: prin vânt.

Infecția: În vegetație, micromiceta se răspândește prin conidii ce germinează la umiditatea relativă $> 80\%$, temperatură $> 10^{\circ}\text{C}$. În timpul iernii patogenul rezistă sub formă de miceliu parazit, din care în primăvară apar noile generații de spori ce infectează plantele tinere din culturi.

Durata de latență: în condiții favorabile este de 7-10 zile, cu temperaturi între 15 și 22°C , o perioadă de secetă continuă poate întrerupe momentan epidemia.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- îngrășăminte azotate aplicate unilateral în cultură sau rămase de la culturile precedente (leguminoase, cartofi etc.);
- ierni cu climat mai puțin aspru.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- doze mărite de azot în fertilizarea fazială;
- excesul de umiditate în terenurile slab drenate;
- densitate mare a plantelor;
- varietăți sensibile;
- intervale cu climat cald urmat de precipitații prelungite.

Pierderi de producție - Boala este răspândită în diverse zone însă nivelul pierderilor este destul de redus.

Măsuri de control și combatere

- distrugerea samulastrei prin arături adânci;
- cultivarea de soiuri rezistente;
- fertilizări faziale cu azot în doze echilibrate;

- tratamente foliare cu fungicide ca: Amistar extra 280 SC- 0,5 l/ha, Acanto plus – 0,5 l/ha, Bumper 250 CE-0,5 l/ha, Credo -1,5 l/ha, Orius 25 EW-0,5 l/ha.

8.2.9. *Septoria avenae f.sp. avenae* AB Frank;*Phaeosphaeria [Leptosphaeria] avenaria f. sp. avenaria* Weber- septorioza frunzelor

Identificare

Plante gazdă: ovăzul cultivat (*Avena sativa*).

Simptome: apar pe frunze, paie și cariopse.

Pe frunze se dezvoltă pete rotunde sau eliptice la început de culoare galben-deschis, apoi brun - deschis, cu o margine brună, deseori cu un halo verde – gălbui (foto 8.9. a). În etajele inferioare și apoi în cele superioare, apar în centrul petelor de pe frunze puncte negre reprezentând picnidiile micromicetei cu picnospori (conidii). În situația în care petele confluează, distrug o suprafață mare din limb și frunzele se usucă prematur. Când infecția are loc la baza frunzei este afectată teaca, prezentând leziuni de culoare maro - ciocolatie sau maro-roșcat (foto 8.9. b).

Pe tulpini apar simptome sub tecile infectate sub formă de pete maro deschis, spre gri ce devin negre sub forma unor benzi de jur împrejurul nodurilor sau la nivelul internodurilor (foto 8.9. b). Zonele goale infectate ale tulpinii vor fi umplute de miceliul gri-negru al ciupercii iar tulpinile slăbite se vor rupe frecvent deasupra nodurilor, înainte de a ajunge la maturitate. Deseori, deteriorarea tulpinilor poate duce la sterilitatea paniculelor.

Pe panicule, în special pe glume, apar inițial pete galben-deschis sau brune care apoi devin maroniu închis spre negru, întâlnindu-se atât pe palei cât și pe cariopse (foto 8.9. c).

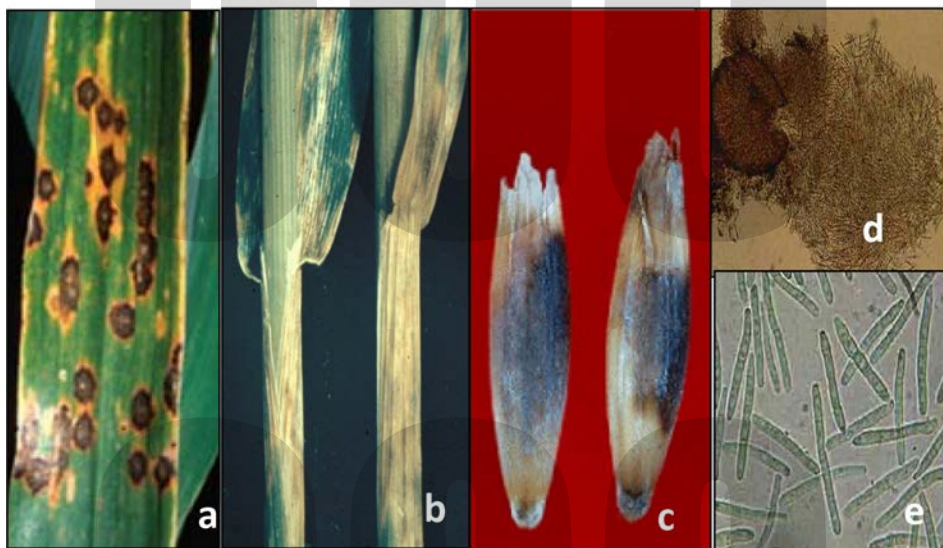


Foto 8.9. *Septoria avenae f.sp. avenae* AB Frank; - septorioza frunzelor; a, b, c -simptome pe frunze, teci, tulpini și cariopse; (foto a- Martinelli A.J- Fodder oats; b - Department of Crop Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign; c- www.agric.wa.gov.au/oats); d-picnidie; e-conidii; (foto d, e- Zilinsky F.J, 1983)

Agentul patogen. *Septoria avenae f.sp. avenae* AB Frank; *Phaeosphaeria [Leptosphaeria] avenaria* f. sp. *avenaria* Weber- fam. *Phaeosphaeriaceae* încrengătura *Ascomycota*, clasa *Dothideomycetes*, ordinul *Pleosporales*.

Talul filamentos se dezvoltă intercelular, inițial fiind hialin iar la maturitate brun. Picnidiile sunt globuloase, de 90-150 μm, de culoare brun-deschis (foto 8.9. d). Piconsporii sunt cilindrici, subțiați spre extremități, drepți sau ușor curbați, rotunjiți la capete, de 25-45 x 3-4 μm, incolori, cu 2-3 septe (foto 8.9. e).

Epidemiologie

Transmitere: nu se transmite prin semințe.

Supravețuire: sub formă de picnidii și peritecii pe resturile vegetale de ovăz nedescompuse (maxim 3 ani), conidiile devin viabile la suprafața solului, la temperaturi de 2-10°C .

Dispersia: prin vânt și prin ploi abundente.

Infecția: primăvara în condiții favorabile de temperatură și umiditate conidiile din picnidiile de pe resturile vegetale sunt transportate de vânt sau picături de ploaie, pe plante. La temperaturi minime (2-3°C), optime (22-26°C) sau maxime (32°C), germinează dând naștere la filamente de infecție ce pătrund prin cuticulă în mezofilul frunzei unde se dezvoltă intracelular. Un alt tip de infecție este cea germinală când după semănat, miceliul de rezistență de pe tegumentul seminței infectează coleoptilul plantulelor.

Durata de latență: petele apar pe frunze după 6-7 zile, fructificațiile (picnidii) după 11-15 zile.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- semănat în afara epocii optime;
- soiuri sensibile;
- ierni și primăveri umede.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- densitate neuniformă;
- fertilizări faziale cu azot în doze mărite;
- perioade prelungite cu condiții meteorologice nefavorabile

Pierderi de producție: micromiceta s-a manifestat sporadic în diverse regiuni din țară fără a produce pagube însemnate.

Măsuri de control și combatere

- cultivarea de soiuri tolerante sau rezistente;
- utilizarea de semințe certificate la înființarea culturii;
- utilizarea de gunoi de grajd care nu conține paie infectate din culturile precedente;
- respectarea rotației culturilor;

- tratarea semințelor înainte de semănat cu fungicide și efectuarea de tratamente foliare cu produse specifice, în timpul vegetației plantelor.

8.2.10. *Fusarium* spp. (*Fusarium graminearum* (Schwabe); *Fusarium avenaceum* (Corda) Sacc; *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Saccardo; *Fusarium langsethiae* Torp & Nirenberg; *Fusarium sporotrichioides* Sherb.) - fuzarioza paniculelor

Identificare

Plante gazdă: ovăzul cultivat (*Avena sativa*) și unele specii sălbatice de *Avena*, grâu, orz, secară, orez etc.

Simptome: fuzarioza ovăzului este cauzată în special de micromiceta *Fusarium graminearum*. Alte specii cum ar fi : *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium langsethiae*, *Fusarium sporotrichioides* constituie un complex de fungi al bolii cu incidență scăzută. Fuzarioza (*Gibberella zeae* f.c. *Fusarium graminearum*) se poate manifesta de la răsărire până la apariția paniculelor. Din semințele infectate, după semănat apar pete liniare brune pe coleoptil, germenii putrezesc în sol neavând putere de străbater sau dacă răsar, dau naștere la plantule îngălbenite, debilitate. La înfrățire, plantele prezintă o brunificare a rădăcinilor și a primelor 1-2 internoduri. În panicule apar spiculețe decolorate, palide sau de culoare albicioasă, care contrastează cu cele sănătoase, verzi. În condiții favorabile, semnele de somon roz ale micromicetei sunt ușor de observat pe spiculețele infectate, precum și la bază, respectiv marginile glumelor (foto 8.10. a, b). În paniculele infectate, boabele sunt ușoare, cutate și ofilite, de culoare alb-roz sau maro-pal, având facultate germinativă foarte redusă (foto 8.10. c).

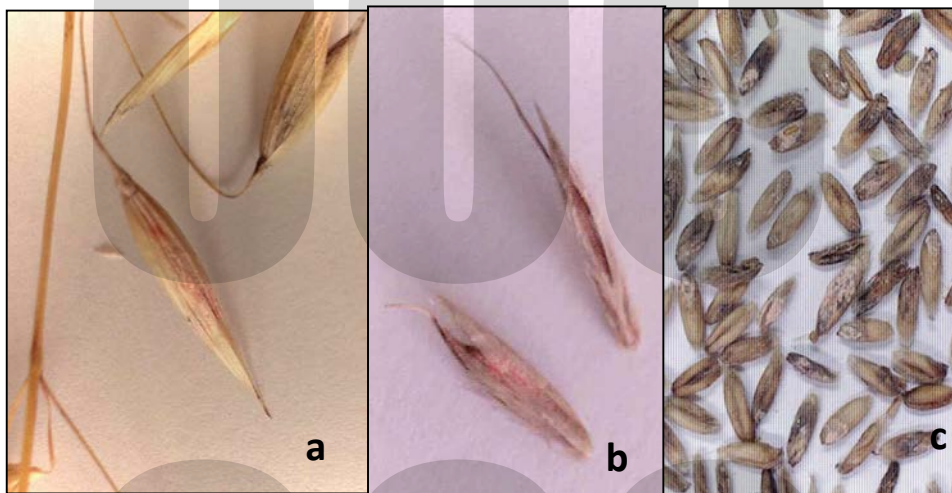


Foto 8.10. Simptome de *Fusarium graminearum* pe semințe de: a- *Avena sativa*; b- *Avena sterilis*; c- *Avena sativa subsp. nudisativa*.

Agentul patogen. *Gibberella zeae* (Schw) Petch.; f.c. *Fusarium graminearum*, *Gibberella avenacea* Cke.; f.c. *Fusarium avenacea*, fam. Hypocreaceae, ord. Sphaeriales, cl. Pyrenomycetes; încrengătura Ascomycota. *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc.; *Fusarium langsethiae* Torp & Nirenberg; *Fusarium sporotrichioides* Sherb., fam. Nectriaceae, cl. Sordariomycetes; ord. Hypocreales; încrengătura Ascomycota.

Gibberella zeae (Schw) Petch.; f.c. *Fusarium graminearum* – tal filamentos hialin, parazit sau saprofit, pe resturi vegetale. Prezintă miceliu cu sporodochii roz-portocalii, cu conidiofori scurți, terminați cu macroconidii fusiforme, curbate, hialine, de 25-50 x 2,5 – 5 μm, cu 3-5 septe (foto 8.10. d). Pe talul ciupercii, apar în situații extreme clamidospori sferici, strălucitori.

Gibberella avenacea Cke.; f.c. *Fusarium avenacea* – tal filamentos hialin, parazit sau saprofit, pe resturi vegetale. Prezintă macroconidii pe miceliu oranj cu 4 -7 septe, înguste, curbate cu capetele ascuțite, dimensiuni variabile 50-80 x 3-6 μm (foto 8.10. f).

Această formă nu prezintă clamidospori. Periteciile se formează rar, sunt sferice sau ovale, negre-violacee cu asce alungite, hialine cu 8 ascospori fusiformi, de dimensiuni $17-30 \times 3-5 \text{ } \mu\text{m}$.

Fusarium culmorum (W.G. Smith) Sacc.- miceliu cu sporodochii, conidiofori bogat ramificați și macroconidii cu 3-5 septe, ușor curbate cu vârful ascuțit, de $30-60 \times 4-7 \text{ } \mu\text{m}$ (foto 8.10. e). Clamidospori, ovali sau globuloși, singulari, în lanț sau ciorchini, de $10-14 \times 9-12 \text{ } \mu\text{m}$.

Fusarium langsethiae Torp & Nirenberg - miceliu aerian slab, cu creștere lentă, alb, portocaliu sau violet, aspect pulverulent, cu microconidii napiforme, globulare pe fialide îndoite (foto 8.10. g).

Fusarium sporotrichioides Sherb. - miceliu de culoare albă ce devine maroniu, roșu, roz, violet la maturitate. Pe miceliu apar sporodochii galbene cu microconidii globulare de $5-7 \text{ } \mu\text{m}$ în diametru și macroconidii ușor curbate cu 3-5 septe (foto 8.10. h). Clamidospori maro, globulari, cu diametru de $7-15 \text{ } \mu\text{m}$.

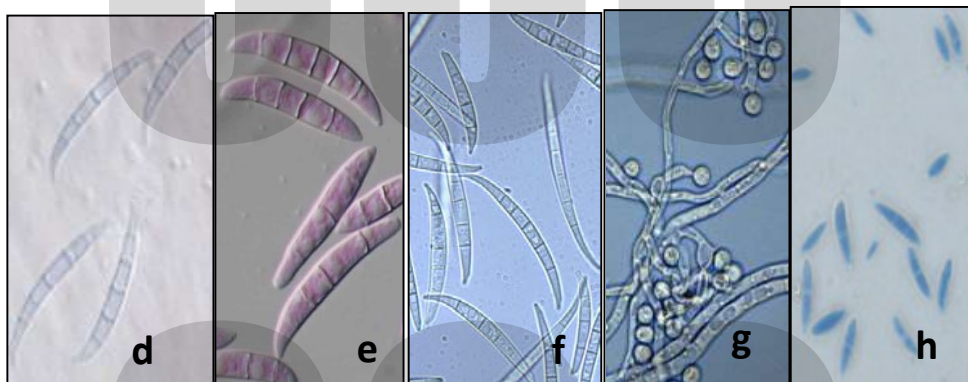


Foto 8.10. *Fusarium* spp. macroconidii de: d- *Fusarium graminearum*; e- *Fusarium culmorum*; f- *Fusarium avenaceum*; g- *Fusarium sporotrichioides*; h-microconidii de *Fusarium langsethiae* (foto d- Loren J. Giesler, Nebraska Lincoln, 2012; e- Paul Cannon, Royal Botanic Garden Kew; f- Glimmerpilzchen, 2007; g- Jafar Razzaghian; h- Schimmel-finden.de)

Epidemiologie

Transmitere: se transmite prin semințe.

Supravețuire: pe resturi vegetale și în sol sub formă de peritecii, iar la unele specii de *Fusarium* sub formă de conidii și clamidospori.

Dispersia: prin ascospori și conidii transportate de vânt sau prin picături de ploaie.

Infecția este germinală, după semănat când miceliul micromicetei din semințele infectate crește, pătrunde în embrion, atacă cotiledonul apoi germenii putrezesc. Apare de asemenea și la înflorit când conidiile și ascosporii sunt vehiculați de vânt, picături de ploaie sau insecte pe anterele florilor deschise.

Durata de incubație: - 48-72 ore în condiții de umiditate ridicată și temperaturi de 24-30°C.

Condiții favorabile de multiplicare a inoculului:

- soiuri sensibile;
- utilizarea de semințe contaminate la semănat;
- prezența samulastrei infectate, neputrezită în patul germinativ în culturile comune patogenului;
- reacția acidă a solului, umiditate între 30-40 %, temperaturi nefavorabile germinării și răsării rapide a plantelor;
- excesul de azot.

Condiții favorabile de dezvoltare de epidemii în vegetație:

- condiții climatice alternative: cald-umed cu temperaturi cuprinse între 20-25°C;
- umiditate de aproximativ 90 % sau ploaie, timp de cel puțin 48 de ore;
- secete prelungite urmate de ploi torențiale;
- perioade ploioase în timpul maturării boabelor;
- vetre de plante căzute în interiorul lanului.

Pierderi de producție: în condițiile climatice ale țării noastre, cercetări efectuate la I.C.P.P. Fundulea, au evidențiat pagube de 1-3 % , produse de ciuperci ale genului *Fusarium* în culturile de grâu, orz, porumb și ovăz. În mod indirect, micromiceta determină pierderi prin contaminarea boabelor cu micotoxine, depreciind calitatea produselor obținute.

Măsuri de control și combatere

- arături adânci în toamnă pentru îngroparea samulastrei infestate;
- respectarea asolamentului prin evitarea includerii succesive a cerealelor păioase;
- fertilizare cu doze echilibrate de azot, fosfor și potasiu;
- utilizarea de semințe certificate la înființarea culturii;
- condiționarea și tratarea semințelor înainte de semănat cu fungicide (Amiral Proffy 6 FS 0,5 l/t, Celest Star 1,0 l/t, Kinto Duo 1,5 l/t , Vitavax 2000 2,5 l/t etc);
- tratamente foliare în timpul vegetației (după înflorit) cu produse chimice (Acanto Plus 0,5 l/ha, Allegro 0,75 l/ha, Amistar Extra 280 SC 0,5 l/ha, Bravo 500 SC 1,5 l/ha, Bumper 250 CE 0,5 l/ha, Tango Super 0,75 l/ha)etc.

8. 3. Dăunători ovăzului - descriere, biologie și ecologie, mod de dăunare, combatere

Diferite specii de dăunători pot produce pagube ovăzului aflat în orice fază de vegetație, atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ. Ovăzul cultivat reprezintă gazda și implicit hrana preferată pentru unele specii de dăunători specifici cerealelor păioase, evoluția acestora fiind influențată de condițiile ecologice. În acest subcapitol sunt descriși dăunătorii ovăzului ce se întâlnesc în mod frecvent și determină pagube în ecosistemul culturii.

8.3.1. *Oulema melanopa* L- gândacul ovăzului

Identificare

Plante gazdă: graminee cultivate sau spontane (*Lolium*, *Dactylis*, *Phleum*, *Bromus* etc.), de preferință fiind ovăzul, dar poate ataca însă și grâul, orzul sau secara.

Descriere: Adulții au corpul alungit, 4-5 mm lungime, având capul, antenele și tarsele de culoare neagră, toracele, abdomenul și elitrele fiind albastre verzui cu luciu metalic (foto 8.11. a). Elitrele sunt străbătute de 12 dungi longitudinale, formate din punctuații fine. Pronotul și picioarele sunt de culoare portocaliu –roșcat. Oul este alungit, rotunjit terminal, de culoare galbenă portocalie, de 1 mm lungime. Larva este de culoare albă-gălbuie-portocalie, denumită „vierme bălos”, atinge 5-7 mm și prezintă capsulă cefalică puternic chitinizată de culoare maroniu-negricioasă. Corpul este acoperit pe partea dorsală cu o mantie formată din mucilagii și excremente (sac stercoral) de culoare brun- lucioasă (foto 8.11. b). Pupa este la început galbenă –cenușie, apoi devine maronie de 4,5- 4,8 mm.

Filogenia și sistematica. *Oulema melanopa* sin. *Oulema melanopus* L. (1758), încrângătura *Arthropoda*, ordinul *Coleoptera*, familia *Chrysomelidae*.

Biologie și ecologie. Insecta are o singură generație pe an. Iernează ca adult sub frunzișul ierburilor din liziere, de pe marginea drumului. Primăvara, adulții apar în decada a doua a lunii aprilie când temperatura medie ajunge la 9-10°C.

Depunerea ouălor are loc pe partea superioară a frunzelor, paralel cu nervura principală după copulație, adulții grupându-se în colonii (gregarism). O femelă poate depune până la 200 de ouă. După pontă, adulții pier. Incubația durează în medie 10-12 zile. Larva ajunsă la maturitate se curăță de sacul stercoral, coboară în sol la 4-5cm adâncime, se transformă în pupă , iar după 10-15 zile, către sfârșitul

lunii iunie, începutul lunii iulie, apar noii adulți. După o perioadă de hrănire, spre sfârșitul lunii august, începutul lunii septembrie insectele se retrag pentru hibernare.

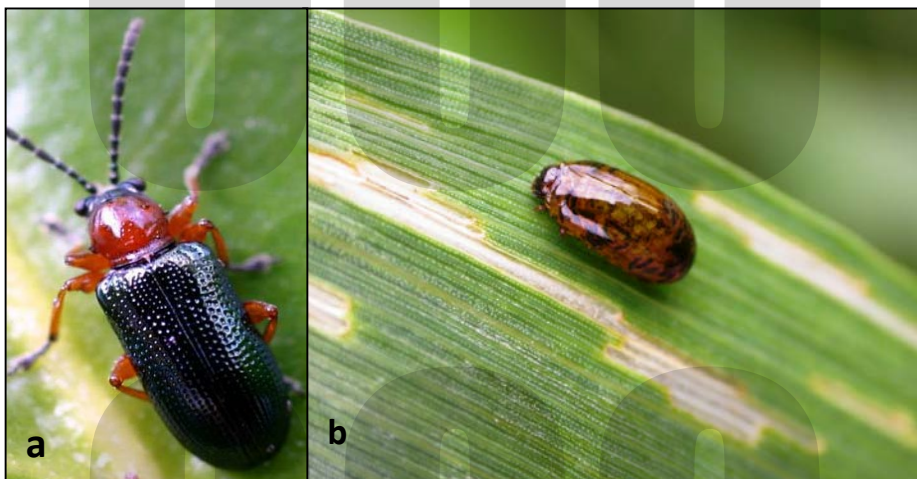


Foto 8.11. a- adult de *Oulema melanopa* L. (gândacul ovăzului), **b-** larva, atac pe frunze sub forma de benzi albe de 1 mm (foto a, b- Pedrag Nastic, 2013)

Mod de dăunare. Insecta se hrănește atât în stadiul de adult cât și în cel de larvă cu graminee spontane și cultivate, în mod special cu ovăz. Adulții rod frunzele sub forma de dungi longitudinale, perforând epiderma și parenchimul.

Larvele consumă epiderma superioară și parenchimul, lăsând intactă sub forma unei pielețe albe, epiderma inferioară. Culturile sunt atacate de larve în vetre care se disting de la distanță ca niște pete albe. Daunele produse de larve sunt mai mari decât ale adulților, îndeosebi la cerealele păioase de primăvară (orz, ovăz). În anii secetoși, se înregistrează pagube însemnate deoarece prin rănilor de pe suprafețele atacate planta pierde o cantitate mare de apă.

Combatere. Metoda chimică de combatere este cea mai eficientă fiind în mod curent aplicată în practica agricolă. Pentru combaterea adulților hibernanți și a larvelor noii generații sunt avizate și recomandate o serie de produse chimice ca : Decis Mega 50 EW

0,150 l/ha, Fastac Active 0,2 l/ha, Faster 10 CE, Fury 10 EC 0,10 l/ha, Karate Zeon 0,150 l/ha, Nuprid Al 200 Sc 0,275 l/ha, Vantex 60 Cs 70 ml/ha etc.

8.3.2. *Oscinella frit* L. - musca suedeză

Identificare

Plante gazdă: ovăz, grâu, orz, secara, porumb, graminee spontane: *Lolium perene*, *Agrostis alba*, *Phleum pratense*, *Agropyrum repens*, *Dactylis glomerata*.

Descriere: Adultul are corpul de culoare neagră – lucioasă, cu partea ventrală a abdomenului galbenă. Ochii sunt mari, de culoare roșie. Aripile sunt transparente, ușor fumurii, cu reflexe metalice. Picioarele sunt negre, cu tarsele galbene, primul articol tarsal al femelei fiind mai lung decât la mascul. Lungimea corpului este de 1,5-2 mm (foto 8.12. a).

Oul este alungit, de culoare albă –lucioasă, prevăzut cu striuri longitudinale, de 0,6 mm lungime (foto 8.12. b).

Larva are corpul cilindric, ușor turtit, ascuțit în partea anterioară și rotunjit terminal, cu lungimea de 4-5 mm (foto 8.12. c).

Pupa este fusiformă, prevăzută cu 4 formațiuni chitinoase, cu 2 apendici posterior, de culoare brună –închisă, de lungime 2-3 mm.

Filogenia și sistematica. *Oscinella frit* L, încregătura *Arthropoda*, ordinul *Diptera*, familia *Chloropidae*.

Biologie și ecologie. În condițiile țării noastre, are 2-3 generații pe an: prima se dezvoltă în perioada mai-iunie, a doua în iulie-august și a treia în septembrie-mai. Iernează în stadiile de larvă sau pupă. Muștele din generația hibernantă apar în aprilie-mai. Pe timp însorit zboară în roiuri până la 50 m înălțime iar pe timp rece, înourat cu vânt stau adăpostite pe sub plante, arbuști sau arbori.

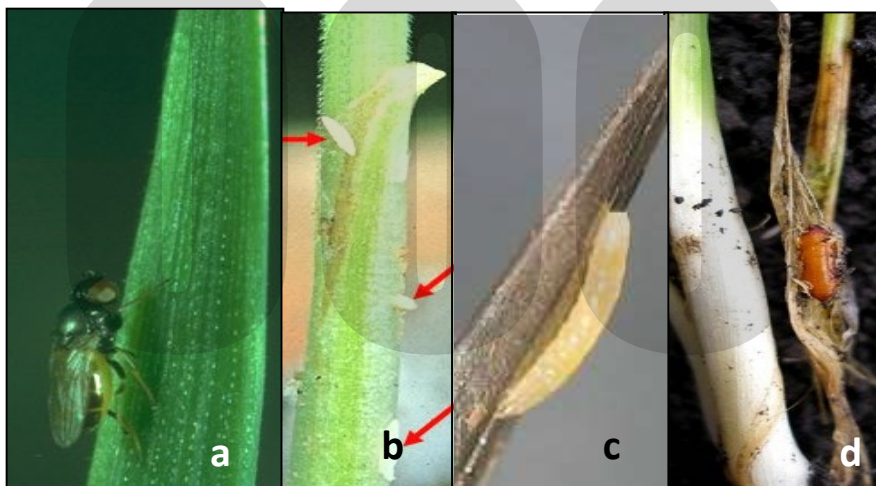


Foto 8.12. a- adult de *Oscinella frit* L; b -ouă de *Oscinella frit*; c- larve; d-daune ale larvelor pe tulpină (foto a, b - Moreau J.-P. / INRA Versailles; foto c, d- blog agri-nb)

Copulația și pontă au loc la 10-12 zile de la apariție, cu depunerea ouălelor la temperaturi de 16-17°C, până în faza de formare a 2-3 frunze. Ouăle sunt depuse la baza plantei, sub teaca frunzelor, în dreptul ligulei mai rar pe limbul foliar sau pe sol. O femelă depune 25-60 de ouă cu perioada de incubatie de 3-6 zile. Larvele apărute migrează spre centrul tulpinii și se localizează în zona mugurelui terminal, dezvoltându-se în 3-4 săptămâni. În țesuturile plantei atacate sau între frunze, larva se transformă în pupă în 7-13 zile la o temperatură medie de 14,5-30 °C. Adulții primei generații apar în a doua jumătate a lunii iunie și depun ouă pe cereale înspicate (ovăz, orz, graminee spontane). Evoluția larvară este mai scurtă, transformarea în pupă se face între spiculețe în luna iulie iar în august apar noii adulți ce vor da naștere generației a treia, de toamnă. Zborul muștelor se prelungește până în octombrie, depun ouăle pe cerealele

de toamnă sau diferite graminee spontane, larvele și pupele acestei generații intră în hibernare.

Mod de dăunare. Atacul larvelor diferă în funcție de generație și de faza de dezvoltare a plantelor. În cazul cerealelor de primăvară (larvele generației I) și cele de toamnă (generația a II-a de larve) sunt atacate plantele în primele faze de dezvoltare (foto 8.12. d). Când atacul are loc pe plante în faza de 2-4 frunze este afectată baza mugurelui terminal, frunza centrală se îngălbenesc și se usucă. Plantele bine dezvoltate atacate pe tulpina principală stagnează în creștere și înfrățesc exagerat, reducând producția. Larvele generației de vară distrug cerealele înspicate, hrănindu-se cu flori, boabe din spice, panicule. În urma atacului, florile avortează, spicele nu formează boabe, se îngălbenesc iar boabele se șistăvesc. Acest dăunător produce pagube însemnate în culturile de ovăz și orz de primăvară.

Combatere. Se recomandă măsuri agrotehnice:

- semănatul timpuriu a culturilor de ovăz ;
- utilizarea de sămânță tratată cu insecto-fungicide specifice;
- aplicarea unei agrotehnici superioare, care să favorizeze dezvoltarea rapidă și viguroasă a plantelor astfel încât la apariția larvelor generației de vară, spicele să fie ieșite din burduf.

8.3.3. *Stenothrips graminum* Uz.- tripsul ovăzului

Identificare

Plante gazdă: graminee spontane: *Avena fatua*, *Agropyron*, *Alopecurus*, *Bromus*; cereale cultivate: *Avena sativa*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, alte specii: *Lotus*, *Trifolium*, *Vicia*, *Humulus* etc.

Descriere: Femela are corpul de 0,9-1,1 mm lungime, de culoare galbenă cenușiu sau cafeniu iar masculii de 0,8-0,9 mm lungime, cu depresiuni ovoide. Aripa anterioară este discret colorată, iar pe nervura anterioară prezintă 3-4 peri, proximal și 1-2 peri, distal. Nervura posterioară este prevăzută cu 12-13 peri (foto 8.13. a, b).

Filogenia și sistematica. *Stenothrips graminum* Uz., încrengătura *Arthropoda*, ordinul *Thysanoptera*, familia *Thripidae*.



Foto 8.13. a- adult de *Stenothrips graminum* Uz.; b- adulți și larve de trips; (foto a, b –www.pistil.ro).

Biologie și ecologie. Specie cu o generație la 1-2 ani, în funcție de diapauză.

Iernează ca adult, în sol la 30-50 adâncime, în celule alcătuite din granule fine de sol. Zborul adulților spre culturile de cereale durează cca. 2 - 4 săptămâni ridicându-se la suprafață când temperatura solului este de 13°C. După hrănire, femelele depun pontă, timp de 7-12 zile câte 3-4 ouă/zi (aproximativ 100 de ouă). După circa 7 zile de incubare apar larvele care se hrănesc timp de două săptămâni cu organe florale sau boabele aflate în faza de lapte-ceară. Când sunt dezvoltate complet, larvele se retrag în sol pentru iernare, la 50-70 cm adâncime sau chiar 110 cm. În sol se întâlnesc 116- 423 exemplare/m², dezvoltarea prepupei și pupei este de 2 - 4 zile.

Populațiile dăunătorului în stadiul de larvă sunt limitate de precipitațiile abundente, de nematozi endoparaziți din genul *Kiladora* etc.

Mod de dăunare. Se hrănesc cu suc celular determinând apariția de pete decolorate pe frunze, teci, tije, palee, spiculețe sterile, boabe șiștave. Determină daune deosebite în culturile slab dezvoltate, înființate în vecinătatea terenurilor necultivate și expuse curenților de aer (spicele atacate au 43,4% plevi). Când procentul de spiculețe sterile atinge o cincime din total are loc scăderea recoltei cu 8% (Baniță, 1973).

Combatere. Măsuri agrotehnice precum respectarea epocii de însămânțare și arătura adâncă la 20-25cm, asigură dispariția a 90% din larve care sunt încorporate cu resturile vegetale din sol. Tratamente chimice cu diferite produse certificate, cum ar fi: Actara (0.02%), Biscaya 240 OD (0.16 l/ha), Decis Mega 50 EW (0.15 l/ha), Faster 10 CE (0.15 l/ha), Fury 10 CE (0.1 l/ha), Kaiso S (0,15 kg/ha).

8.3.4. *Macrosiphum avenae* Fabr. - păduchele ovăzului

Identificare

Plante gazdă: ovăz, secară, orz, grâu, graminee cultivate și sălbatice.

Descriere: Virginogenele aptere au corpul de culoare verde deschis (foto 8.14. b). Picioarele sunt gălbui, cu extremitățile femurelor, tarselor și tibiilor fumurii. Antenele și corniculele sunt de culoare neagră, iar coada verde deschis. Lungimea corpului este de 2-2,8mm. Antenele sunt de lungimea corpului. Corniculele reprezintă 1/3 -1/4 din lungimea corpului și au extremitatea reticulată. Coada are 2/3 din lungimea corniculelor și prezintă o ușoară ștrangulare la bază.

Virginogenele aripate sunt asemănătoare cu formele aptere. Au culoarea verde-gălbui, lobii toracici castanii iar abdomenul este

prevăzut cu 5-6 pete laterale mai închise (foto 8.14. a). Articulul al 3-lea antenal are 5-10 senzori, dispuși în jumătatea anterioară.

Filogenia și sistematica. *Macrosiphum avenae* Fabr.; sin. *Sitobion avenae*; încrengătura *Artropoda*, ordinul *Homoptera*, familia *Aphididae*.

Biologie și ecologie. Insecta hibernează în stadiul de ou, depus de femelă pe diferite graminee cultivate și sălbatice. Din ou, primăvara apare forma fundatrix care se înmulțește partenogenetic și se formează virginogenele. Acestea evoluează, dând naștere mai multor generații, până când în toamnă apar formele sexupare, ce dau naștere la formele sexuate, masculi și femele. Specia are două forme în funcție de culoare: verde și brun – roșietică, populațiile fiind numeroase în perioada dinaintea apariției spicului sau paniculului.

Ploile, vânturile puternice, prădătorii, paraziții au un rol important în reducerea populațiilor păduchelui.



Foto 8.14. a- adult de *Macrosiphum avenae* (virginogene aripate); b- colonii de păduchi (virginogene aptere); foto a, b- www.botanistii.ro

Mod de dăunare. În anii secetoși, pe spice și panicule se formează colonii puternice care pot determina reducerea fertilității și

producției. Atacul în perioada înfloritului poate cauza pierderi mari de producție comparativ cu momentul coacerii. Coloniile de afide se localizează pe frunze, tulpini sau spice tinere, înțeapă și absorb sucule celular și în acest mod plantele nu se mai dezvoltă, zonele atacate se decolorează și se veștejesc.

Combatere.

a. măsuri agrotehnice:

- semănatul cerealelor de primăvară (ovăz) în epoca optimă, specifică regiunii unde este localizată cultura;
- densitate normală la semănat, reducerea acesteia la 300-400 boabe germinabile/m² poate favoriza atacul afidelor;
- combaterea buruienilor monocotiledonate sau distrugerea samulastrei de grâu, orz, rapiță, de pe terenurile destinate semănatului în anul următor a culturilor de primăvară;
- evitarea cultivării cerealelor în monocultură (situație des întâlnită în exploatațiile de subzistență).

b. măsuri chimice:

- tratarea semințelor înainte de semănat cu un insecticid sau insectofungicid. Produsele avizate pentru tratamentul semințelor împotriva păduchelului ovăzului sunt: Cruiser 350 FS (1 l/tona), Gaucho 600 FS (0,6 litri/tona), Nuprid AL 600 FS (0,6 litri/tona), Celest Top (1,5 l/tona), Nuprid Max Al 222 FS (2,5 l/tona), Yunta 246 FS (2 l/tona). În practica agricolă nu se efectuează tratamente în vegetație împotriva păduchilor.

8.3.5. *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev -nematodul tulpinilor și semințelor

Identificare

Plante gazdă: specie polifagă (ovăz, grâu, porumb, secară, cartofi, sfeclă de zahăr, lucernă, trifoi, fasole, usturoi, praz, ceapă, mazăre, linte, căpșuni, lalele, zambile, brumărele etc).

Descriere: vierme cu corpul cilindric, alb, tegument striat transversal, cu extremitățile netede (foto 8.15. a). Orificiul bucal al femelei cu 6 lobi mici și un spin conic cu 3 tuberozități bazale vizibile. Aparatul genital la mascul are 2 spini chitiniizați. Corpul femelei are 1-1,8 mm iar masculul 0,9- 1,6 mm. Ouă sferice și translucide, larve transparente, subțiri de 0,5- 0,8 mm.

Filogenia și sistematica. *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev – încrengătura *Nematoda*, ordinul *Tylenchida*, familia *Anguinidae*.

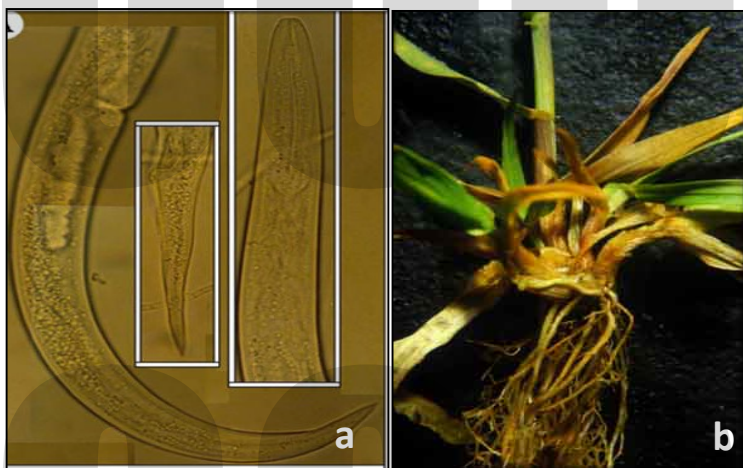


Foto 8.15. a- adult de *Ditylenchus dipsaci* ; b-daune ale nematodului pe plante (foto a- Castilo, 2007 ; b -Chris Hogger-Switzerland).

Biologie și ecologie. Ciclul de viață are cinci stadii: primul de ou, al doilea și al treilea, apariția larvelor în sol, al patrulea,

pătrunderea în țesuturi tinere (plantule), al cincilea, dezvoltarea în plantă. Femela adult trebuie să se împerecheze cu un mascul pentru reproducere și depunere de ouă. Reproducerea are loc în țesuturile suculente, semințe, bulbi etc. O femelă poate depune 250-500 de ouă în timpul unui sezon, în condiții optime la temperaturi de 15-20°C, dezvoltându-se șase generații. Durata de viață în tulpini, bulbi, frunze este de aproximativ de 70 de zile, ciclul de viață oprindu-se atunci când sunt condiții nefavorabile. Ouăle și larvele iernează în plantele gazdă uscate, semințe, bulbi, etc.

Mod de dăunare. Nematodul este un endoparazit migrator ce se hrănește cu țesut parenchimatic din tulpini și bulbi, determinând ruperea pereților celulelor.

Simptomele de atac pe plante sunt: ofilirea, umflarea bazei tulpinii, scurtarea internodiilor și deshidratarea plantei. Părțile aeriene (tulpini, frunze, flori) sunt denaturate, apar edeme și necroze pe baza tulpinii, bulbi, tuberculi, rizomi etc (foto 8.15. b).

Combatere. Se recomandă măsuri agrotehnice ca: distrugerea samulastrei din culturile anterioare, rotația culturilor, utilizarea semințelor certificate, evitarea solurilor grele argiloase, distrugerea buruienilor gazdă din culturi și zone ruderaale, prevenirea contaminării apei de irigație, uneltelor, echipamentelor agricole. De asemenea, este eficientă tratarea chimică a solului cu granule de Nemathorin 10 G 10-15 kg/ha cu 3-5 zile înainte de semănat.

8.3.6. *Heterodera avenae* (Wollenweber)- nematodul cu chiști

Identificare

Plante gazdă: cereale cultivate (ovăz, orz, grâu și secară), graminee spontane.

Descriere: Este un parazit obligatoriu, de dimensiuni microscopice caracterizat prin dimorfism sexual. Femela este rotunjită, albă de 930 x 680 microni, (foto 7.16 a). Masculul este

vermiform, de sex masculin, transparent de 1300 x 40 micrometri. Ouăle au formă ovală (143 x 50 micrometri) din care se dezvoltă larve de tip vermiform I și II instar, larve de sticlă de tip III instar, larve rotunjite de tip IV .



Foto 8.16. a- chiști (femelă) de *Heterodera avenae*; b- daune ale nematodului pe rădăcini ale plantelor de ovăz; (foto a- L. A Gus.kova, 1991; foto b -Rivoal R./INRA)

Filogenia și sistematica. *Heterodera avenae* (Wollenweber)-încrângătura *Nematoda*, ordinul *Tylenchida*, familia *Heteroderidae*.

Biologie și ecologie. Specia este din punct de vedere ecologic flexibilă, răspândită atât în zonele cu climat maritim cât și continental, cu primăveri, respectiv veri umede, călduroase și soluri poroase, ușoare. De regulă, este mai răspândită în zonele în care cresc culturi sensibile la atacul nematodului, în special, grâu și ovăz în regiunea Volga și Urali, grâu și orz în Siberia, ovăz și orz în nord-estul european al Rusiei. Din ouăle depuse de femele se dezvoltă larve de tip vermiform I și II instar, ce năpârlesc de 4 ori. Larvele tip II eclozate sunt mobile (se mișcă pe distanțe de până la 30 cm) fiind capabile să caute și să invadeze rădăcini ale plantelor gazdă. Ele se dezvoltă în rădăcini, au o creștere sedentară, transformându-se în larve

sticlă de tip III instar și larve rotunjite de tip IV. Acestea din urmă, se transformă în femele sau masculi. Când corpul nematodului se mărește, se rupe coaja rădăcinii, masculii pătrund în sol, iar capătul din spate al femelelor devine accesibil pentru înseminare. Majoritatea ouălor (câteva sute) rămân în interiorul corpului feminin. Femela se transformă într-un chist maro până la sfârșitul sezonului de vegetație, învelișul exterior se întărește și părțile ei interne mor. În cadrul chistului, larvele rămân în anabioză timp de mai mulți ani, în absența plantelor gazdă. Chisturile nematodului sunt răspândite pe semințele de cereale sau în sol.

Mod de dăunare. Simptomele infecțiilor cu *Heterodera avenae* includ piticirea și îngălbenirea părților aeriene ale plantei ce determină o recoltă cu aspect neuniform. Prezența dăunătorului, poate fi stabilită prin verificarea sistemului radicular al plantelor, acesta având o dezvoltare anormală. Rădăcinile plantelor infestate prezintă o încâlceală de ramuri și tumefieri de culoare albă, când sunt mici, ce se transformă în maro-închis odată cu înaintarea în vârstă (foto 8.16. b). Plantulele cerealelor sunt cel mai ușor infectate cu acest nematod, rădăcinile deteriorate fiind adesea invadate de larvele din chiștii din sol, coroana acestora putrezând. Atunci când populațiile de nematozi sunt numeroase, pot apărea pierderi semnificative de producție. În general soiurile de ovăz sunt sensibile, dar sunt soiuri rezistente care nu acceptă formarea de chisturi.

Combatere. Se recomandă măsuri agrotehnice ca: distrugerea samulastrei din culturi anterioare, rotația culturilor, arătura adâncă de toamnă, soiuri rezistente etc. De asemenea, este eficientă tratarea chimică a solului cu granule de Nemathorin 10 G 30 kg/ha cu 3-5 zile înainte de semănat.

Capitolul 9

Ameliorarea ovăzului

9.1. Principii generale

Importanța și necesitatea ameliorării ovăzului reiese din valoarea sa economică precum și din însușirile deficitare ale actualelor soiuri existente în cultură și care nu sunt suficient de productive și nici rezistente la cădere și scuturare.

Calitatea boabelor de asemenea, necesită o îmbunătățire, mai ales a conținutului de proteine, amidon și a altor însușiri de calitate.

Boabele de ovăz se folosesc în alimentația omului în diferite forme (griș, fulgi, biscuiți, etc.), ceea ce scoate în evidență necesitatea diversificării soiurilor destinate consumului uman și în consecință abordarea unor programe de ameliorare care să cuprindă ridicarea nivelului productiv și a calității acestora

Asemănător celorlalte cereale, se impune crearea de soiuri rezistente la cădere și la principalele boli foliare (făinare, tăciune, rugini, etc.) care produc pagube importante culturilor de ovăz.

În legătură cu utilizarea ovăzului ca furaj verde în alimentația animalelor sunt necesare soiuri specializate pentru culturile de borceag, care să fie foarte rezistente la cădere.

9.2. Obiectivele ameliorării ovăzului

Principalele obiective ale ameliorării ovăzului sunt creșterea productivității și îmbunătățirea calității boabelor. Creșterea

productivității necesită soiuri cu o producție ridicată, de calitate superioară și rezistente la factorii biotici și abiotici de stres. Rezistența speciilor sălbatice la condiții nefavorabile de mediu și la agenții patogeni, marea lor adaptabilitate la condiții variate de climă și sol și existența unui număr important de însușiri care determină creșterea productivității și calității reprezintă un real interes în ameliorarea ovăzului.

Rezistența la cădere este un alt obiectiv important în lucrările de ameliorare, dat fiind sensibilitatea la cădere a acestei culturi determinând dificultăți în recoltarea mecanizată mai ales în regiunile cu precipitații abundente precum și în condițiile unor soluri bogate în substanțe nutritive, unde se aplică îngrășăminte în doze mari. De aceea este necesară utilizarea unui material inițial redutabil, posibil de identificat în formele sălbatice, în mutantele valoroase dar și în soiurile nou create, rezistente.

Asemănător altor culturi, soiurile de ovăz trebuie să reacționeze cât mai bine față de îngrășăminte și lucrările agrotehnice, să reziste la excesul de apă și de săruri din sol, să prezinte o creștere și o dezvoltare cât mai uniforme, etc.

Pentru regiunile secetoase se apreciază și precocitatea, din cauza sensibilității plantelor în perioada de înflorire când intervine arșița, iar pentru regiunile umede se apreciază cerințele reduse față de căldură, deoarece ovăzul necesită temperaturi mai ridicate (15-17°C) în timpul înfloririi

Scăderea conținutului de pleve a soiurilor cu bobul îmbrăcat este un obiectiv important de ameliorare, deoarece calitatea boabelor corelează negativ cu conținutul de pleve. De asemenea, crearea soiurilor cu bobul golaș reprezintă un alt obiectiv prioritar al programelor de ameliorare a ovăzului în România, motivat de faptul că se reduc cheltuielile cu decorticarea semințelor și calitatea boabelor este superioară în comparație cu a celor îmbrăcate în pleve.

9.3. Potențialul germoplasmei cultivate și sălbatice de ovăz în ameliorarea ovăzului

9.3.1. Surse de gene pentru ameliorarea perioadei de vegetație

Referitor la durata perioadei de vegetație, genul *Avena* prezintă o mare diversitate interspecifică. În ameliorarea ovăzului, durata perioadei de vegetație este un factor foarte important care este direct corelat cu producția de boabe, calitatea acestora și păstrarea viabilității semințelor la însămânțare.

Speciile sălbatice includ populații cu perioade de vegetație foarte diferite (Trofimovskaya și colab., 1976; Malzev, 1976) fiind împărțite în funcție de perioada de vegetație: în ovăz de primăvară, de toamnă și intermediar. Formele de primăvară produc tulpini fertile în timpul verii, formele intermediare înfrățesc în timpul iernii și formează lăstari fertili în primăvară, în timp ce formele de toamnă, formează lăstari fertili în toamnă. Formele de toamnă sunt caracteristice speciilor diploide și tetraploide. *A. sterilis* prezintă toate cele trei fenotipuri, în timp ce *A. ludoviciana*, prezintă numai fenotipul de toamnă, iar pentru *A. fatua* există numai fenotipuri de primăvară. Formele nordice ale acestei specii au o perioadă de vegetație mai scurtă, în timp ce cele din sud au o perioadă de vegetație mai lungă.

S-a crezut mult timp că speciile sălbatice au o perioadă de vegetație foarte diferită, dar investigațiile efectuate în ultimii ani, au descoperit că există foarte multe populații sălbatice timpurii, a căror utilizare în crearea de soiuri timpurii și foarte timpurii este foarte promițătoare. Speciile *A. canariensis*, *A. abyssinica*, *A. fatua* și *A. sterilis* au o durată de vegetație mult mai scurtă în comparație cu speciile cultivate și pot fi folosite în programele de ameliorare (Trofimovskaya și colab., 1976; Mal 1987; Frey 1991). Un studiu al

liniei ameliorate BC₂, la crearea căreia a fost implicată și specia *A. fatua* a arătat că această linie a înflorit mai devreme cu 3 zile decât formele parentale (Stevens și Brinkman 1986). O altă specie hexaploidă *A. sterilis* se crede că este o sursă inepuizabilă de alele ce determină gradul de maturare a semințelor (Welsh 1945; Hayes 1970; Hagberg 1983). Este important de menționat că, cele mai multe resurse genetice ce aparțin speciilor sălbatice, folosite în ameliorarea precocității, au fost colectate din Etiopia (Rezai 1978).

Un număr mare de probe ce aparțin speciilor sălbatice: *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. longiglumes*, *A. wiestii*, *A. hirtula*, *A. barbata*, *A. agadiriana*, *A. ludoviciana* și *A. sterilis* au fost analizate din punct de vedere al duratei de vegetație, observându-se o amplitudine mare de variație în durata stadiilor de dezvoltare. Astfel în cadrul acestor specii au fost identificate atât forme de primăvară, intermediare cât și de toamnă (Loskutov, 2007).

Studiul a arătat că cel mai scurt stadiu individual de dezvoltare și cea mai scurtă perioadă de vegetație s-a identificat la populațiile de *A. prostrata*, *A. canariensis*, *A. atlantica*, *A. vaviloviana* și *A. magna*, iar cea mai lungă perioadă de vegetație s-a identificat la populațiile din cadrul speciilor: *A. bruhnsiana*, *A. ventricosa* și *A. agadiriana*. Trebuie remarcat faptul că abaterea față de medie a fost de 20 de zile. În cazul speciilor hexaploide s-a observat că *A. fatua* a avut cel mai scurt stadiu individual de dezvoltare și cea mai scurtă perioadă de vegetație, în timp ce speciile *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. occidentalis* au avut cea mai lungă perioadă de vegetație, diferențele față de valoarea medie au fost numai de 10 zile (Loskutov 1998, 2007).

Prin urmare, analiza corelațiilor dintre durata etapelor individuale de dezvoltare și durata întregii perioade de vegetație ne indică o probabilitate mai mare de a descoperi forme timpurii sau de

primăvară în nord-vestul centrului mediteranean de origine al plantelor cultivate (sud-vestul Europei și în nord-vestul Africii), în timp ce formele intermediare sau de toamnă se găsesc în vestul Asiei. În plus, zonele de unde a fost colectată specia endemică *A. vaviloviana* sunt considerate locuri de origine ale celor mai timpurii forme, care sunt situate la sud-est de Addis Abeba și în regiunile de coastă din sudul Etiopiei (Loskutov 2007).

Ca o concluzie generală, investigațiile formelor cultivate au fost însoțite de studiile speciilor sălbatice de ovăz cu diferite niveluri de ploidie care prezintă forme de primăvară cu stadii individuale de creștere a plantelor mai reduse și perioade de vegetație mai scurte. Aceste specii pot fi folosite în ameliorarea precocității cultivarelor de ovăz (Loskutov 2007).

9.3.2. Surse de gene pentru ameliorarea fotoperioadei și a vernalizării

Cel mai important factor care determină durata perioadei de vegetație, în special înainte de alungirea paiului sunt lungimea zilei și nivelul temperaturilor. Nu numai formele de toamnă au nevoie de vernalizare în stadiile tinere de creștere, ci toate speciile de ovăz au nevoie de acest factor, dar într-o măsură mai mică. Influența lungimii zilei și a temperaturilor scăzute în stadiile timpurii de dezvoltare, au fost observate de mai mulți cercetători la majoritatea speciilor de *Avena* (Qualset și Peterson 1978; Thomas și Naqvi 1991; Rodionova și colab., 1994). Un studiu efectuat pe populații de *A. byzantina* originare din Turcia, a arătat că este singura specie insensibilă la fotoperioadă, aceste populații au fost folosite cu succes la ameliorarea sensibilității la lungimea fotoperioadei (Sampson și Burrows 1972). În plus, un răspuns slab la fotoperioadă a fost identificat și la probele de *A. abyssinica* (Razumov 1961; Arias și Frey 1973; Loskutov

2001a). Explicația este că centrele de origine și de diversitate a acestor specii sunt în țările mediteraneene situate la Marea Neagră și Marea Caspică și în țările din centrul continenului asiatic. Cea mai mare diversitate se găsește între 30-40° latitudine nordică (Vavilov 1965a, 1992; Baum 1977). Stadiile inițiale de dezvoltare a multor specii de ovăz sălbatic sunt în lunile reci; în plus multe specii cresc la altitudini mari (peste 2000m), prin urmare există particularități în răspunsul lor la factorii de mediu, inclusiv fotoperioadă și nivele de temperaturi (Paterson și colab., 1976; Darmency și Aujas 1986).

Prin screeningul unui număr mare de specii sălbatice s-au identificat genotipuri de iarnă în cadrul speciilor *A. clauda*, *A. barbata*, *A. ludoviciana* și *A. sterilis* și de primăvară la *A. wiestii*, *A. canariensis*, *A. magna* și *A. vaviloviana*. Specia *A. fatua* are caracteristica formelor de primăvară având o sensibilitate ridicată la lungimea zilei ceea ce a facilitat răspândirea ei în teritoriile din nord, urcând în zonele montane înalte până la limita extremă a agriculturii montane (Loskutov 2007).

A. hirtula, *A. vaviloviana* și *A. occidentalis* au avut un răspuns slab la fotoperioadă, în timp ce *A. clauda*, *A. murphy* și *A. sterilis* au avut un răspuns puternic la variația lungimii zilei (Loskutov 2001a). Specia perenă autotetraploidă *A. macrostachya* a avut un răspuns fotoperiodic puternic la vernalizare, în timp ce *A. magna* a fost foarte sensibilă la lungimea zilei (Sampson și Burrows 1972; Loskutov 2007).

Răspunsul la vernalizare depinde de originea geografică a probelor din cadrul aceleiași specii, în timp ce răspunsul la variația fotoperioadei este strict dependentă de specie. Nu există o relație directă între originea geografică a unei specii și răspunsul la fotoperioadă. În același timp, unele probe au avut un răspuns foarte slab la fotoperiodism, dar sunt originare din regiuni fie adiacente sau

localizate la sudul latitudinii de 40⁰ (insulele Canare, Corsica-Franța, Creta –,Grecia, Azerbaijan, Turcia, Maroc, Tunisia, Liban și Etiopia) (Loskutov, 2001a, 2007).

9.3.3. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la cădere

Variația înălțimii plantelor la speciile sălbatice de *Avena* este destul de ridicată. Acest lucru oferă posibilitatea selecției unui material inițial nou care combină înălțimea optimă a plantelor cu alte caractere agronomice importante. Speciile sălbatice cu diferite niveluri de ploidie au fost cercetate în mod special, cu scopul de a lărgi baza genetică a unor caractere, cu deosebire semi-piticirea și rezistența la cădere. Utilizarea speciei diploide *A. pilosa* cu tulpina scurtă, prin hibridări repetate cu ovăzul cultivat, s-a ajuns la reducerea înălțimii plantei la ovăzul cultivat (Hoppe și Hoppe 1991). Conform multor autori, speciile hexaploide *A. fatua* și *A. sterilis* au în constituția genetică alele ce determină o variație puternică a înălțimii plantei (Welsh 1945; Hayes 1970; Frey 1991).

Un alt studiu arată că sunt specii diploide și tetraploide care au o înălțime a plantelor relativ redusă, cea mai mică înălțime a plantelor au avut speciile endemice din Spania (*A. prostrata*), din Insulele Canare (*A. canariensis*) și din Maroc (*A. agadiriana*). Unele forme semi-pitice ale altor specii au fost găsite în Azerbaijan (*A. pilosa*), Cipru (*A. ventricosa*), Iran (*A. clauda*), Siria (*A. pilosa*), Maroc (*A. damascena*, *A. magna*) și Algeria (*A. hirtula*). Plante de *A. fatua* și *A. ludoviciana* cu o înălțime medie de 65 cm au fost descoperite în Turcia, Irak, Iran, Israel, Maroc, Etiopia și Kenia. Majoritatea covârșitoare a probelor semi-pitice aparțin speciei *A. sterilis* care au o înălțime medie de 50 cm, fiind originare din Turcia, Iran, Irak, Israel, Maroc, Tunisia și Liban (Loskutov, 2007).

Înălțimea plantelor este strâns corelată cu căderea plantelor, motiv pentru care această problemă ocupă un loc special în ameliorarea ovăzului. Datorită caracterelor morfologice (creștere prostrată sau semiprostrată în stadiile tinere, tulpina floriferă foarte subțire, geniculată și a existenței unui panicul foarte ușor „luat de vânt”), majoritatea speciilor sălbatice sunt sensibile la cădere. Totuși, au fost identificate populații ale speciei hexaploide *A. occidentalis* cu o creștere erectă în primele faze, cu o tulpină viguroasă, care se aseamănă cu tulpina plantelor de *A. magna*. Aceste caractere pot fi folosite pentru ameliorarea rezistenței la cădere a ovăzului cutlivat (Baum, 1971). Un studiu al speciei diploide *A. wiestii* a arătat că genotipurile sale prezintă o mare adaptabilitate a sistemului radicular, având un rol important în rezistența la cădere a plantelor (Holden 1969). În același timp un studiu al volumului de rădăcini și a ratei de creștere, la *A. sterilis* a identificat o probă din Sicilia cu însușiri cantitative (volumul sistemului radicular, cantitatea de substanță uscată din rădăcină, cantitatea de substanță uscată din panicul și pai) de 2-3 ori mai mari decât la alte specii sălbatice sau la ovăzul cultivat (Carrigan și Frey 1980). În cazul speciilor hexaploide, cele mai interesante forme semi-pitice și rezistente la cădere au fost identificate la speciile *A. fatua*, *A. ludoviciana* și *A. sterilis* (Loskutov, 2007).

Ca o concluzie, selecția de noi resurse genetice cu plante mai scurte și rezistente la cădere, atât din rândul speciilor sălbatice cât și de la formele cultivate vor permite amelioratorilor să se bucure de o mare flexibilitate în munca lor și să reducă riscul eroziunii genetice a genotipurilor la nivel intraspecific (Loskutov, 2007).

9.3.4. Surse de gene pentru ameliorarea productivității

Deși multe dintre soiurile de ovăz pot asigura producții cuprinse între 6000 și 7000 kg/ha, se apreciază că acest nivel poate fi

depășit, prin cultivarea acelor forme de ovăz care posedă combinația de gene pentru panicul mai lung și mai dens, număr mare de spiculețe/spic, număr mai mare de cariopse/panicul, mărimea cariopselor, și prezența/absența plevelor pe cariopse, rezistență mare la cădere, la scuturare și la boli, etc. Crearea unor asemenea soiuri ridică probleme destul de diferite, dintre care semnalăm existența unor corelații negative între numărul de spiculețe în panicul și numărul de panicule/plantă, între înălțimea plantei și rezistența la cădere, între producție și precocitate. (Cristea D.M.,1981).

Ca surse valoroase de gene din cadrul speciilor cultivate, în anii '60 s-au evidențiat soiurile străine A-315, Record, Satilov 56, Stepamak 648, Lachov, Richaland, etc și soiurile românești, Cenad 309, Lovrin, Tg. Frumos 9, Cenad 88, Victoria, etc (Cristea D. M., 1981).

Un studiu al elementelor de productivitate la speciile de ovăz sălbatic a arătat că cel mai mare număr de spiculețe/panicul și cea mai mare densitate a paniculului s-au găsit la populațiile de *A. prostrata*, *A. wiestii*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinica*, *A. fatua* și *A. sterilis* (Trofimovskayași colab., 1976; Thomas și Griffiths 1985; Mal 1987; Kanan și Jaradat 1996). Valori ridicate ale acelorăși însușiri au fost identificate la probele de *A. hirtula* și *A. wiestii* colectate din Italia (Sicilia și Sardinia), Azerbaijan, Israel, Iran și Egipt, la probele de *A. barbata* colectate din Azerbaijan, Israel și Liban și la populațiile de *A. fatua* colectate din Georgia, Kazastan, Bulgaria și China (Loskutov, 2007). De asemenea, au fost colectate probe de *A. sterilis* din Asia Centrală și de Est pentru aceleași caractere agonomice (Rezai și Frey 1988, 1990). Un procent scăzut al plevelor corelează pozitiv cu mărimea seminței și cu greutatea hectolitrică a boabelor și negativ cu gradul de cădere și sensibilitatea ridicată la rugini. Surse care posedă aceste caracteristici se pot găsi tot în cadrul speciilor sălbatice. La

încrucișarea ovăzului cultivat cu specia diploidă *A. pilosa* care are boabe mici și un procent ridicat de plevi, s-a observat o creștere a valorilor acestei însușiri (Hoppe și Hoppe 1991). La speciile tetraploide înrudite *A. magna*, *A. murphyi* și *A. insularis* s-au colectat populații cu boabe mari, cu masa a 1000 de boabe de 35g (Martens și colab., 1980; Ladizinsky 1988, 1998; Loskutov 2007).

A. sterilis reprezintă o sursă bogată de alele care guvernează variația mărimii boabelor într-o gamă destul de largă (Welsh 1945; Hayes 1970). Cele mai mari cariopse și valorile cele mai ridicate ale masei a 1000 de boabe, au fost identificate la probele colectate din sud-vestul Europei și nordul Africii (Rezai și Frey 1989b, 1990). În același timp unele populații de *A. sterilis* colectate din Africa au avut spiculețe de 2-3 ori mai mari decât la celelalte specii (Vavilov 1965a, 1992). Liniile hibride obținute prin încrucișarea speciei *A. fatua* cu ovăzul cultivat au avut boabele mai mari decât formele parentale (Stevens și Brinkman 1986).

Cele mai mari boabe au fost găsite la populații de *A. fatua* colectate din Rusia, Tajikistan, Polonia și Mongolia, la populațiile de *A. ludoviciana* colectate din Azerbaijan, Georgia, Turcia și Iran și la populațiile de *A. sterilis* originare din Turcia, Iran, Irak, Israel, Tunisia și Maroc. Analiza corelației a scos în evidență că cele mai mari boabe s-au găsit la speciile hexaploide originare din sud - vestul Europei și din nordul Africii (Loskutov 1998). Trebuie menționat că populațiile cu cel mai redus procent de plevi și cu masa a 1000 de boabe mai mare, au aparținut populațiilor de *A. fatua* originare din Rusia, Polonia și Mongolia și de *A. sterilis*, din Turcia și Tunisia (Loskutov 2007).

O altă însușire care influențează productivitatea este gradul de fertilitate al frâților. Un grad ridicat de fertilitate al frâților s-a identificat la unele populații ce aparțin speciilor diploide: *A. prostrata*, *A. damascena*, *A. wiestii* și *A. hirtula* (Mal 1987; Kanan și Jaradat

1996) și a celor tetraploide: *A. murphyi* și *A. magna* (Ladizinsky 1988). Pentru a transfera acest caracter de la speciile tetraploide la cele hexaploide cultivate sunt suficiente două backcrossuri pentru obținerea unui genotip hexaploid stabil (Zadoo și colab., 1988).

Specia care este privită de mulți autori ca, cel mai bun partener în ameliorarea productivității și calității boabelor este *A. fatua* (Yamaguchi 1977). Această specie este promițătoare pentru crearea de noi cultivare cu durată diferită a repausului seminal, care va permite o creștere a producției de boabe de 13-24% % (Burrows 1970). Se va putea transfera de la această specie la ovăzul cultivat o germinație mai bună a semințelor în primăvară și o rezistență ridicată la scuturare a boabelor. (Frey 1985, 1991).

Un studiu al capacității de producției și a altor însușiri ale unor hibridi interspecifici în care participă și *A. sterilis* arată că alele genelor din speciile sălbatice, transferate în plantele hibride pot determina creșterea vigorii, producției și a greutatea paiului (Cox și Frey 1984a, b; Frey și colab., 1984; Takeda și Frey 1985, 1987; Gupta și colab., 1986a, b, 1987).

Pentru a transfera aceste însușiri prin încrucișări interspecifice se folosește cu succes metoda backcrossurilor (Takeda și colab., 1985; Frey 1988; Holland și colab., 1996). În unele combinații, citoplasma speciilor sălbatice are o influență semnificativă asupra producției boabelor, greutatea totală a tulpinii, înălțimea și vigoarea plantelor (Beavis și Frey 1987). Unele cercetări au arătat potențialul ridicat al speciei *A. sterilis* pentru crearea de noi cultivare stabile productiv, cu o dependență foarte scăzută față de factorii de mediu. (Robertson and Frey 1984).

Astfel, informațiile prezentate demonstrează că speciile sălbatice posedă caractere agronomice cu valori ridicate, care pot fi utilizate la îmbunătățirea soiurilor existente, prin ameliorare.

9.3.5. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la boli și dăunători

Bolile și dăunătorii ovăzului sunt principalii factori care determină reducerea producției și a calității boabelor. Cea mai eficientă metodă de protecție împotriva bolilor și dăunătorilor este crearea de soiuri rezistente. Pentru aceasta, este nevoie de diferiți donori și de surse de rezistență. Principala cerință a ameliorării rezistenței la boli și dăunători este de stocare în ovăzul cultivat a diversității genetice pierdute, referitoare la rezistența la boli și dăunători, deținută inițial de progenitorii sălbatici. Prin urmare, un studiu fitopatologic complex a diversității specifice a speciilor ce aparțin genului *Avena* promovează identificarea de noi surse și donori de rezistență pentru utilizarea lor în lărgirea baze genetice prin crearea de soiuri de ovăz (Clifford 1995).

9.3.5.1. Rezistența la boli

Rugina coronariană și rugina neagră. Rugina coronariană este cauzată de ciuperca *Puccinia coronata* Cda. *f. sp. avenae* Fraser et Led., iar rugina neagră este cauzată de *Puccinia graminis* Pers. *f.sp. avenae* Eriks & Henn. Aceste două specii de fungi sunt răspândite pe tot globul, afectând majoritatea culturilor de ovăz.

Împotriva ruginii coronariene, între anii 1940-1950 s-au folosit sursele de rezistență depistate în soiuri cultivate de ovăz (Victoria de Argentina și Bond din Australia). Apariția de noi rase fiziologice ale acestui agent patogen a dus la căutarea de alte surse de germoplasmă cu un spectru de rezistență mai larg (Cristea D. M., 1981).

Prin investigațiile efectuate s-a observat că majoritatea speciilor sălbatice posedă un grad ridicat de rezistență la multe boli (tabelul 9.1.). De exemplu, speciile diploide: *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. longiglumis*, *A. damascena*, *A. prostrata*, *A. canariensis*, *A. wiestii* și

A. hirtula și cele tetraploide: *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinica* și *A. magna* posedă o rezistență complexă la multe specii de fungi (Sebesta și colab., 1987; Harder și colab., 1992; Saidi 1998). Din tabelul 9.1. se observă că există populații ale speciilor *A. strigosa*, *A. barbata*, *A. fatua* și *A. sterilis* foarte rezistente la șase boli care influențează puternic atât productivitatea cât și calitatea boabelor, în majoritatea zonelor de cultură a ovăzului.

Tabelul 9.1.

**Surse de rezistență la boli, identificate în diferite specii de ovăz
(Loskutov, 2007)**

Specia	Genomul	Surse de rezistență la					
		Făinare	Rugină coronariană	Rugina neagră	Virusul galben (BYDV)	Tăciune	Septorioza
<i>A. bruhnsiana</i>	Cv-	+	+				
<i>A. ventricosa</i>	Cv-	+	+	+			
<i>A. clauda</i>	Cp-	+	+	+	+		
<i>A. pilosa</i>	Cp-	+	+	+			
<i>A. prostrata</i>	Ap-	+	+				
<i>A. damascena</i>	Ad-	+	+	+	+		+
<i>A. longiglumes</i>	Al-	+	+	+	+		+
<i>A. canariensis</i>	Ac-		+	+	+		+
<i>A. wiestii</i>	As-	+	+			+	+
<i>A. hirtula</i>	As-	+	+	+	+		+
<i>A. atlantica</i>	As-	+					+
<i>A. strigosa</i>	As-	+	+	+	+	+	+
<i>A. barbata</i>	AB-	+	+	+	+	+	+
<i>A. vaviloviana</i>	AB-	+	+		+	+	+
<i>A. abyssinica</i>	AB-	+	+	+		+	
<i>A. agadiriana</i>	AB-?	+					
<i>A. magna</i>	AC-		+	+	+		
<i>A. murphyi</i>	AC-	+	+		+		+
<i>A. insularis</i>	AC-?		+	+			

<i>A. macrostachya</i>	CC-?	+	+	+	+		+
<i>A. fatua</i>	ACD	+	+	+	+	+	+
<i>A. occidentalis</i>	ACD	+	+	+	+		
<i>A. ludoviciana</i>	ACD	+	+	+	+		+
<i>A. sterilis</i>	ACD	+	+	+	+	+	+

Conform cercetărilor efectuate de Vavilov (1935) speciile diploide *A. clauda* și *A. pilosa* posedă rezistență la rugina coronariană (Vavilov 1951, 1964a). S-a observat că în cadrul celor două specii, variantele foarte rezistente la rugina coronariană și rugina neagră sunt sensibile la tăciune și făinare (Vavilov 1951, 1964b, c). S-au efectuat experimente cu infecții artificiale pe populații ce aparțin speciilor *A. barbata*, *A. vaviloviana* și *A. sterilis*, care au scos în evidență că există două grupuri foarte diferite; un grup puternic sensibil la toți agenții fitopatogeni și un grup foarte rezistent. Populațiile de *A. barbata* originare din Persia, la fel și cele ce aparțin speciei *A. vaviloviana* originare din Etiopia au fost puternic afectate de atacul speciilor de rugină (Vavilov 1965a, 1992). Analiza efectuată a făcut posibil să se susțină ideea că rezistența ridicată la rugini este deținută de populațiile care s-au dezvoltat în zonele unde au fost condiții optime de dezvoltare a infecției și că formele rezistente trebuie căutate în arealul de origine a parazitului. Aceste teorii au fost confirmate mai târziu de Vavilov (1957).

Conform studiilor efectuate de Mordvinkina (1969a) s-a demonstrat că populațiile de *A. hirtula* originare din Maroc și din Munții Pirinei posedă o rezistență complexă la rugini, în timp ce populații originare din sudul Palestinei și din Corsica sunt sensibile la aceste două boli. Rezistența medie la rugina coronariană a fost caracteristică populațiilor mediteraneene ce aparțin speciei *A. barbata*, în timp ce populațiile originare din sudul Asiei au fost afectate de

acești fungi. În general, rezistența acestor specii a fost confirmată și de alte studii ulterioare (Simons și colab., 1959; Leggett 1992a). Cel mai ridicat grad de rezistență la cele două rugini a fost identificat la populațiile de *A. barbata* colectate din Israel (Dinoor și Wahl, 1963). Populații ale aceleiași specii originare din nordul Australiei, au fost mult mai rezistente la rugini în comparație cu cele colectate din sudul Australiei (Burdon și colab., 1983, 1992). S-a observat de asemenea, că unele populații de *A. barbata* posedă rezistență numai în stadiile timpurii de dezvoltare și o pierd în timpul stadiului reproductiv (Karow și colab., 1987). S-a stabilit că rezistența la rugina coronariană poate fi transferată la speciile hexaploide prin amfiploidie (Williams and Verma 1956). Prin încrucișări reciproce s-a obținut o linie hexaploidă care conține gena Pg16 transferată de la *A. barbata* ce este responsabilă de rezistența la rugina brună și are un nivel de producție apropiat de ovăzul cultivat (Martens et al. 1983; Brown 1985; Ohm și Shaner 1992).

Dacă analizăm diversitatea rezistenței la rugina coronariană se observă că sunt specii diploide (*A. bruhsiana*, *A. ventricosa*, *A. longiglumis* și *A. hirtula*) și tetraploide (*A. magna*, *A. insularis*, *A. murphyi*, și *A. macrostachya*) foarte rezistente la această boală, în timp ce alte specii diploide (*A. pilosa*, *A. longiglumis* și *A. hirtula*) și una tetraploidă (*A. macrostachya*) sunt rezistente la rugina neagră (Loskutov, 2007).

A. abyssinica poate avea un rol foarte important în ameliorarea sintetică, în etapele hibridărilor interspecifice implicând specii cu 14, 28 și 42 de cromozomi, în vederea transferului rezistenței la boli de la speciile diploide la ovăzul cultivat (Vavilov 1965a, 1992).

Au fost identificate populații ale speciilor *A. magna* și *A. murphyi* cu o rezistență ridicată la rugina coronariană (Sebesta și colab., 1987; Ladizinsky 1988; Leggett 1992a). De asemenea, plantele

speciei *A. magna* atât în primele faze de vegetație cât și la maturitate sunt foarte rezistente la multe rase agresive ale ruginii coronariene (Murphy și colab., 1968). Prin încrucișarea speciilor *A. magna* și *A. longiglumis* s-a obținut linia Amagalon (*A. mag-na* + *A. longiglumes*), alelele genei de rezistență la rugini fiind identificate cu ajutorul markerilor moleculari (Rooney și colab., 1994; Wilson și McMullen 1996b).

Toate studiile ce s-au realizat în ultimii ani au scos în evidență că specia perenă tetraploidă *A. macrostachya* poate fi caracterizată ca o specie rezistentă la ambele rugini și se poate încrucișa cu succes cu ovăzul cultivat (Leggett 1992b; Loskutov 2007).

Au fost numeroase studii pe populații de *A. fatua*, identificându-se probe individuale foarte rezistente la rugina coronariană și la rugina neagră (Suneson 1948; Burdon și colab., 1983; Simons și Briggles 1984; Johnson și Rothman 1986; Burdon și Muller 1987; Sebesta și Kuhn 1990). Probele de *A. fatua* din Asia Centrală sunt foarte rezistente la 200 de rase de rugini. Populațiile americane ale acestei specii colectate din centrul și nordul SUA au fost foarte sensibile la rugina neagră (Rines și colab., 1980). Pe ansamblu, această specie posedă o anumită rezistență la rugina coronariană și a tulpinii (Frey 1991). Conform multor autori specia hexaploidă *A. sterilis* reprezintă o sursă bogată de alele ce controlează rezistența la diferite rase ale ruginii coronariene și ale ruginii tulpinii (Welsh 1945; Suneson 1948; Hayes 1970; Harder și colab., 1980, 1984; Frey 1983, 1991, 1994; Harder și McKenzie 1984; Wahl și Segal 1986; Leggett 1992a). S-a demonstrat că prin încrucișarea populațiilor de *A. sterilis* rezistența progenitorilor nu este influențată numai de nucleu (Wilson și McMullen 1997a,b) ci și de citoplasmă (Simons 1985; Simons și colab., 1985). Includerea speciei *A. sterilis* în lista de identificare a raselor fiziologice de rugină, a făcut posibilă

descoperirea a aproximativ 500 de rase ale ruginii negre și 800 rase ale ruginii coronariene (Fleischmann și McKenzie 1968; Fleischman și Baker 1971; Fleischmann și colab., 1971a, b). Un studiu al unor populații ce aparțin speciei *A. sterilis* a scos în evidență existența unor corelații între rezistența la rugina coronariană, conținutul de proteină, potențialul de producție și rezistența la făinare (Simons 1965, 1979; Popovic 1980). Alelele din genele de rezistență sunt frecvent legate cu alelele ce controlează caracterele morfologice ale boabelor, în special culoarea paleii inferioare și pubescența sa (Kiehn și colab., 1976; Wong și colab., 1983). Probele individuale de *A. sterilis* din sud vestul Europei și din țări din Asia și Africa sunt foarte rezistente la rugină (McKenzie și Fleischmann 1964; McKenzie și colab., 1970; Martens și McKenzie 1973; Kim 1974; Brodny și colab., 1976; Rezai 1978; Simons 1985; Wahl și Segal 1986; Sebesta și colab., 1987; Simons și colab., 1987; Harder și colab., 1990).

Au fost găsite în Israel forme de *A. sterilis* foarte rezistente la rugina neagră, care cresc în asociație cu un arbust care constituie gazda ciupercii *Puccinia avenae* (Cristea M., 1981). De asemenea, în Iran și Irak, s-au identificat populații de *A. sterilis* rezistente la rugina coronariană dar care aveau în constituția lor genetică și alela Pc54 ce conferă rezistență și la rugina neagră (Martens și colab., 1980, 1981). Alături de *A. sterilis* și specia *A. ludoviciana* posedă gene de rezistență la rugina coronariană (Welsh 1945; Griffiths et al. 1959; Lupton și Thompson 1961; Clamot 1969; Hayes 1970; Sebesta și colab., 1987) și la rugina neagră (Leggett 1992a). Probele colectate din nordul Australiei au fost mai rezistente decât cele colectate din sudul Australiei (Burdon și colab., 1983; Oates și colab., 1983). Probele de *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. occidentalis* originare din Spania, Italia, Franța, Turcia, Israel, Iran, Liban, Algeria, Tunisia și SUA au fost foarte rezistente la rugina coronariană. Rezistența ridicată atât la

rugina coronariană cât și la rugina neagră este caracteristică populațiilor speciilor tetraploide: *A. magna*, *A. insularis*, și *A. macrostachya* și a celor hexaploide: *A. occidentalis*, *A. ludoviciana*, și *A. sterilis* (Loskutov 1998, 2007).

O analiză a datelor obținute arată că populațiile speciilor sălbatice foarte rezistente la rugina coronariană sunt originare din nord - vestul continentul african, în timp ce populațiile speciei *A. barbata*, rezistente la acești fungi se găsesc în sudul continentului african, unde se întâlnesc mult mai frecvent rase agresive ale ruginii coronariene. În plus, s-a observat că plantele atacate de rugina coronariană sunt foarte fragile și se creează un mediu propice pentru infecția provocată de rugina neagră (Loskutov 2007).

Referitor la sursele de rezistență la rugina coronariană și rugina neagră, din cadrul soiurilor cultivate de ovăz în anii '60, s-au evidențiat soiurile: Benton, Ligovsk 1026, Santa Fe, Landhafer, Clinton, Bond, Harkov 596, Tg. Frumos 9, Hudan, Sovietic 339, Cenad 88, Victoria, Nonham, Kent, Clinton, etc. (Cristea D.M., 1981).

Făinarea cauzată de ciuperca *Erysiphe graminis* D.C. f. *sp. avenae* Em. March., este răspândită pe tot globul și se găsește pe frunze, în tecile frunzelor și pe tulpinile plantelor (tabelul 9.1.)

Conform studiilor efectuate de Vavilov probele speciei sălbatice diploide *A. clauda* și a speciei tetraploide *A. barbata* sunt foarte rezistente la făinare (Vavilov 1965a, 1992). Mai târziu Mordvinkina (1969b) a determinat granițele geografice ale rezistenței populațiilor de *A. barbata*; probele rezistente la făinare sunt cele colectate din zona mediteraneană, în timp ce, cele colectate din sudul Asiei sunt foarte sensibile la acest patogen. Alte studii efectuate de mulți autori au demonstrat că această specie este rezistentă la făinare (Aung și colab., 1977; Aung și Thomas 1978; Thomas și Aung 1978; Harder și colab., 1992; Leggett 1992a).

Conform studiilor efectuate de mulți cercetători, rezistența la făinare este prezentă la multe specii sălbatice, diploide: *A. pilosa*, *A. ventricosa*, *A. longiglumis*, *A. prostrata*, *A. damascena*, *A. hirtula*, și *A. atlantica*; tetraploide: *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinica*, *A. agadiriana*, *A. magna*, și *A. murphyi*, și hexaploide: *A. fatua*, *A. occidentalis*, *A. sterilis* și *A. ludoviciana* (Welsh 1945; Jones și Griffiths 1952; Lupton și Thompson 1961; Clamot 1969; Hayes 1970; Ladizinsky 1988, 1992; Thomas 1988; Frey 1991, 1994; Harder și colab., 1992; Leggett 1992a; Zwatz și colab., 1994; Herrmann și Roderick 1996). Cea mai ridicată rezistență la făinare s-a înregistrat la toate probele de *A. bruhnsiana* și *A. clauda* și la unele probe de *A. pilosa*, *A. wiestii* și *A. barbata*, colectate din Azerbaidjan (Loskutov 2007).

O serie de studii privind transferul alelelor de rezistență la făinare de la speciile sălbatice diploide la ovăzul cultivat, au fost realizate la Centrul Irlandez de Ameliorare a Plantelor din Dublin. Proba Cc3678 (*A. hirtula*) a fost folosită pentru transferul rezistenței la făinare la speciile hexaploide, cu ajutorul unei punți genetice de amphiploizi artificiali, implicând și o probă ce aparține speciei *A. longiglumes* (CW 57) (Thomas 1968). Proba Cc4852 (*A. ventricosa*) deține o genă de rezistență la făinare la rasele 2, 3 și 5 fiind inclusă în programe de ameliorare și încrucișare (Thomas și Thomas 1970). Linia F4 conține un cromozom de la *A. prostrata* care posedă o genă de rezistență la făinare. Transferul cromozomului s-a realizat cu ajutorul unui amphidiploid (*A. longiglumis* (CW 57) x *A. sativa*) x (*A. sativa* cu cromozomul preluat de la *A. prostrata*) (Thomas și Griffiths 1985). Prin încrucișarea speciilor *A. macrostachya* x *A. prostrata* s-a obținut un hibrid care are însușiri morfologice similare cu specia *A. macrostachya* dar foarte rezistent la făinare (Hoppe și Pohler 1988; Hoppe și colab., 1990). Speciile hexaploide nu sunt foarte rezistente la

acest patogen, dar s-au descoperit surse de rezistență la fâinare la speciile *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. occidentalis* (Sebesta și colab., 2000).

Sfășierea frunzelor este cauzată de *Drechslera avenae* (Eidam.) Ito et Kuribay. (syn. *Helminthosporium avenae* Eidam; *Pyrenophora avenae* Ito et Kuribay, răspândită pe tot globul (Sebesta și colab., 2001).

Au fost identificate populații ale speciilor diploide *A. bruhnsiana* și *A. wiestii* din Azerbaijan, *A. clauda* din Turcia, *A. longiglumis* din Maroc și Algeria, și *A. hirtula* din Spania, Italia (Sardinia), și Tunisia, foarte rezistente la acest patogen. De asemenea, o populație originară din Algeria ce aparține speciei sălbatice tetraploide *A. macrostachya* este foarte rezistentă la acest boală. Loskutov (2011) arată că rezistența la *Helminthosporium avenae* este condiționată de prezența genomului AC (*A. magna* și *A. murphyi*). Acest agent patogen s-a manifestat la un nivel minim la speciile *A. barbata* originare din Turkmenistan, Portugalia, Italia, Turcia, Israel și Tunisia, *A. magna* din Maroc și *A. murphyi* din Spania și Maroc. Dintre speciile hexaploide, s-au dovedit rezistente speciile *A. fatua* din Rusia, Ucraina, Azerbaijan, Turcia și Iran, *A. ludoviciana* din Azerbaijan, Georgia și Iran și *A. sterilis* din Rusia, Iran, Israel, Maroc și SUA. Se poate menționa că toate probele de *A. occidentalis* originare din Spania (Insulele Canare) au fost rezistente la această boală, încă din primele faze de vegetație. Prin analiza datelor obținute, Loskutov (2007) a observat că cele mai rezistente specii sălbatice la *Helminthosporium avenae* au fost colectate din partea nordică a arealelor lor naturale de răspândire, aproape de 40⁰ latitudine nordică.

În SUA, 80% din suprafața de ovăz a fost cultivată cu proveniențe ce aveau aceiași bază genetică, existentă în germoplasma soiului Victoria, al cărui genotip combina gena PC₂ pentru rezistență

la rugina coronariană a ovăzului cu gena strâns înlănțuită a sensibilității la helminthosporioză (*Helminthosporium victoriae*), boală care a produs mari pierderi de recoltă la ovăz (Cristea D.M., 2017).

Septorioza este cauzată de ciuperca *Septoria avenae* Frank. (syn. *Leptosphaeria avenaria* Weber.). Se găsește pe tot globul și se manifestă încă din stadiul de înfrățire (tabelul 9.1.).

Dintre speciile sălbatice, *A. wiestii* și *A. sterilis* posedă o rezistență ridicată la septorioză atât în condiții naturale de infecție cât și artificiale (Clark și Zillinsky 1960; Thomas 1988; Harder și colab., 1992; Zwatz și colab., 1994; Sebesta și colab., 1999). De asemenea, au fost rezistente la această boală speciile diploide: *A. atlantica* originară din Maroc, *A. canariensis*, din Spania (Insulele Canare) și *A. hirtula* din Italia (Sicilia și Sardinia). Dintre speciile tetraploide s-a remarcat *A. macrostachya* originară din Algeria. O rezistență moderată la *Septoria avenae* a fost identificată la *A. vaviloviana* și *A. murphyi* și o rezistență ridicată la *A. barbata*, originară din Azerbaijan, Portugalia și Israel. Multe populații de *A. fatua* origine din diverse regiuni geografice: Rusia, Ucraina, Georgia, Azerbaijan, Armenia, Kazakhstan, Tajikistan, Polonia, Bulgaria, Cehia, Irak, Turcia, Mongolia și Argentina, au fost foarte rezistente la această ciupercă. De asemenea, probe de *A. ludoviciana* origine din Cehia, Maroc și SUA și de *A. sterilis* colectate din Turcia, Iran, Siria, Israel, Algeria, Maroc, Tunisia și Liban au fost foarte rezistente la *Septoria avenae* (Loskutov 2007).

Tăciunele necrotic este determinat de ciuperca *Myrothecium verrucaria* Ditmar. ex Fran și se manifestă la începutul vegetației, mai ales în stadiul de înfrățire sau la apariția frunzei steag. S-au identificat specii diploide (*A. bruhnsiana*, *A. pilosa*, și *A. wiestii*) origine din Azerbaijan, populații ale speciei *A. hirtula* origine din Italia, Spania,

Israel și Tunisia, populații ale speciilor tetraploide *A. murphyi* din Spania și Maroc, *A. agadiriana* din Maroc, *A. barbata* din Iran și Israel și *A. macrostachya* din Algeria, rezistente la acest patogen. Majoritatea populațiilor ce aparțin speciei hexaploide *A. fatua* originare din Rusia, Armenia, Azerbaijan, Mongolia și Etiopia posedă o rezistență foarte bună la *Myrothecium verrucaria*. La fel și populațiile speciei *A. ludoviciana* originare din Azerbaijan, Georgia, Turcia și Algeria și ale speciei *A. sterilis* colectate din Rusia, Turcia, Siria, Iran, Israel, Algeria Maroc, Tunisia și SUA sunt foarte rezistente la tăciunele necrotic (Loskutov 2007).

Tăciunele zburător - această boală este cauzată de fungii: *Ustilago avenae* Jens. și *Ustilago kolleri* Wille., se găsește peste tot și provoacă daune mari în cultura ovăzului. Un studiu al rezistenței complexe a speciilor de ovăz a arătat că *A. wiestii* nu este rezistentă la tăciunele zburător (tabelul 9.1.). Experimentele cu inoculare artificială pe *A. strigosa* și *A. barbata* au identificat în cadrul acestor specii două grupuri foarte contrastante: un grup cu o sensibilitate puternică la toți paraziții și un alt grup cu rezistență puternică. Formele de *A. barbata* foarte sensibile la această boală sunt originare din Persia. La unele probe infecția era localizată pe antere, iar la cele mai multe forme era afectată toată inflorescența (Vavilov 1965a, 1992). Conform studiilor efectuate de Mordvinkina (1969a), rezistența moderată la această ciupercă s-a identificat la probele de *A. barbata* originare din țările mediteraneene, în timp ce cele din sudul Asiei erau afectate într-un grad mai ridicat. Potrivit cercetărilor efectuate de Vavilov, specia cultivată *A. abyssinica* și analogii săi sălbatici: *A. vaviloviana* și *A. sterilis* sunt destul de sensibile la tăciune atunci când sunt semănate în condițiile climatice din Rusia (Vavilov 1964c, 1965a, 1992). Studiile referitoare la rezistența la tăciunile zburător, au scos în evidență forme foarte rezistente, ce pot fi folosite ca surse donoare în ameliorarea

acestei însușiri. Speciile *A. strigosa*, *A. wiestii*, *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. fatua* și *A. sterilis* (Forsberg și Shands 1989; Frey 1991; Harder și colab., 1992; Leggett 1992a; Rodionova și colab., 1994) la fel și majoritatea probelor de *A. abyssinica* (Nielsen 1978, 1993) au fost identificate ca fiind rezistente. Un alt studiu asupra unui număr foarte mare de probe de ovăz a evidențiat că majoritatea probelor de *A. sterilis* originare din Etiopia, Israel, Liban, Iran, Irak, Siria și din toate țările din nordul Africii sunt foarte rezistente la tăciunile zburător (Nielsen 1978).

Fuzarioza este cauzată de fungii genului *Fusarium*. Acest agent patogen este răspândit peste tot și afectează culturile de ovăz în a doua jumătate a perioadei de vegetație. În experimentele efectuate s-a observat că *A. sterilis* și *A. ludoviciana* sunt foarte rezistente la *Fusarium* (Welsh 1945; Hayes 1970; Frey 1991; Gavrilova și colab., 2008).

Mălura este cauzată de *Pseudomonas coronofaciens* Starr., afectând plantele de ovăz după stadiul de înfrățire și formarea frunzelor. Experimentele efectuate, au identificat specia *A. vaviloviana* ca fiind foarte rezistentă la mălură, având un rol important în ameliorarea productivității (Trofimovskaya și colab., 1976).

Virusul galben al ptiticirii orzului (BYDV) a devenit în ultimul timp cea mai nocivă boală a ovăzului. Este cauzată de *Hordeum virus nanescens* Rademacer et Schwarz. În vederea depistării speciilor rezistente la BYDV s-a studiat un număr mare de probe pentru identificarea formelor tolerante la acest virus (tabelul 9.1.). Toate probele rezistente aparțin speciilor: *A. longighumis*, *A. strigosa*, *A. barbata*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. macrostachya*, *A. fatua*, *A. occidentalis*, și *A. sterilis* (Frey 1983, 1991, 1994; Comeau 1988; Forsberg și Shands 1989; Harder și colab., 1992; Leggett 1992a; Saidi 1998).

Un studiu al unui set reprezentativ de probe a identificat specii diploide cu genom A tolerante la BYDV: *A. canariensis* (Ac) și *A. wiestii* (As), în timp ce cele mai sensibile au fost speciile cu genom C: *A. bruhsiana* (Cv), *A. ventricosa* (Cv), *A. clauda* (Cp), și *A. pilosa* (Cp). Au existat de asemenea probe individuale cu toleranță moderată la acest virus, ex. *A. canariensis* din Spania, *A. clauda* din Grecia, *A. damascena* din Maroc și *A. hirtula* din Algeria. Dintre speciile tetraploide, un număr foarte mare de probe au prezentat toleranță la BYDV. Cea mai mare toleranță s-a întâlnit la formele de *A. barbata* din Azerbaijan și Israel, de *A. vaviloviana* din Etiopia, de *A. magna* din Maroc și de *A. macrostachya* din Algeria (Soldatov și colab., 1990).

Populațiile de *A. fatua* colectate din nord estul SUA au avut o rezistență foarte bună la acest virus (Rines și colab., 1980). A. Comeau (1984) a notat o bună toleranță a speciei *A. occidentalis* și a subliniat necesitatea colectării în continuare a populațiilor sălbatice ce aparțin acestei specii, deoarece este insuficient reprezentată în băncile de gene din întreaga lume, deși se încrucișează foarte ușor cu ovăzul cultivat. Conform unor autori *A. sterilis* reprezintă o sursă de alele ce guvernează rezistența la bolile virale ce ar putea fi folosită într-o măsură mai mare în lucrările de ameliorare (Welsh 1945; Hayes 1970). Majoritatea probelor tolerante la BYDV au fost colectate din Grecia, Algeria, Tunisia, Maroc, Liban, Etiopia, Kenia, vestul Iranului, vestul Turciei, Irak, Libia, Israel și estul Iranului (Comeau 1984; Landry și colab., 1984).

Probele ce aparțin speciilor hexaploide au avut o toleranță diferită la BYDV, în funcție de specie. 31% dintre probele ce aparțin speciei *A. occidentalis*, colectate din Insulele Canare au fost cele mai tolerante la BYDV. Alte specii foarte rezistente la BYDV au fost: *A. fatua*, a cărei populații au fost colectate din Rusia, Ucraina, Georgia,

Tajikistan, Polonia și Mongolia; populațiile speciei *A. ludoviciana* din Azerbaijan, Bulgaria, Afghanistan, Israel, Maroc, și cele ale speciei *A. sterilis* colectate din Turcia, Japonia, Israel și Maroc (Loskutov 2007).

Dacă se compară datele privind toleranța la BYDV cu prezența populațiilor de afide, s-au identificat probe cu o rezistență reală la BYDV, ce aparțin speciilor diploide *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. canariensis*, *A. hirtula*, și specia tetraploidă *A. barbata*. În schimb, în cadrul speciilor hexaploide nu s-au identificat populații rezistente la BYDV din cauza slăbirii rezistenței plantelor afectate de afide. O analiză a rezultatelor obținute scoate în evidență faptul că speciile hexaploide sălbatice cu o rezistență ridicată la BYDV sunt originare din regiunile localizate în vestul arealului natural al acestora (Loskutov 2007).

9.3.5.2. Rezistența la dăunători

Dăunătorii provoacă serioase distrugerii, cum ar fi: reducerea numărului de frați/plantă, distrugerea parțială sau totală a semințelor, boabe mici ce nu pot fi folosite la semănat, etc.

Nematodul chistic și nematodul tulpinii (*Heterodera avenae* Woll. și *Ditylenchus dispacii* Filip.), afectează plantele în diferite stadii de dezvoltare, găsindu-se în multe regiuni de cultură a ovăzului. Populații rezistente la nematodul chistic aparțin speciilor: *A. canariensis*, *A. wiestii*, *A. strigosa*, *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinica*, *A. magna*, și *A. murphyi* (Harder et al. 1992; Leggett 1992a). În Australia s-au identificat populații rezistente de *A. fatua* la nematodul tulpinii (Scurrah și colab., 1992). Speciile hexaploide *A. sterilis* și *A. ludoviciana* au fost rezistente la alte specii de nematozi (Lupton și Thompson 1961; Hayes 1970; Cotten și Hayes 1972; Hagberg și Mattsson 1986; Jain și Hasan 1988; Frey 1991; Leggett 1992a).

Musca boabelor (*Oscinella frit* L.) consumă interiorul tulpinei, provocând serioase pagube în culturile de ovăz. Speciile tolerante la acest dăunător sunt *A. pilosa* și *A. fatua* (Rodionova și colab., 1994). Se poate spune că unele probe ce aparțin speciilor diploide *A. canariensis* din insulele Canare, *A. hirtula* din Tunisia, *A. longiglumes* din Maroc și *A. wiestii* din Azerbaijan și Algeria au o rezistență moderată la acest dăunător. În cazul speciilor tetraploide, nivelul de rezistență a fost mai ridicat la *A. macrostachya* din Algeria, *A. barbata* din Azerbaijan, Italia, Grecia, Franța, Iran și Turcia și *A. vaviloviana* din Etiopia. Dintre speciile hexaploide, s-au identificat forme rezistente de *A. fatua* colectate din Rusia, Ucraina, Georgia, Azerbaijan, Tajikistan și Polonia, *A. ludoviciana* din Azerbaijan și *A. sterilis* din Georgia, Franța, Italia, Grecia și Maroc. O analiză a datelor obținute arată că populațiile cu o rezistență ridicată la musca boabelor sunt originare din regiunile localizate în partea de vest a arealului natural al acestor specii sălbatice (Loskutov 2007).

Păduchele ovăzului (*Rhopalosiphum padi* L.) produce daune semnificative la culturile de ovăz atât direct, cât și prin intermediul vectorului BYDV. Un studiu amplu realizat pe multe probe, a identificat forme foarte rezistente la acest dăunător, ce aparțin speciilor diploide: *A. clauda* din Grecia (Creta) și Algeria, *A. pilosa* din Azerbaijan, *A. ventricosa* din Algeria, *A. longiglumis* din Israel și Maroc, *A. prostrata* din Spania și *A. wiestii* din Israel și Iran (Loskutov 2007). Surse de rezistență la diferite specii de afide s-au identificat la specia tetraploidă *A. barbata* (Weibull 1986; Weibull și Hanson 1986). Conform datelor din literatura de specialitate, specia tetraploidă *A. macrostachya* se caracterizează printr-o rezistență foarte bună la afide (Leggett, 1992a). Probabil, rezistența acestei specii la afide poate fi explicată de numărul mare de celule cuticulare din frunze și o scădere a conținutului de acid aspartic din sucular

(Weibull 1988b); acesta fiind motivul pentru care larvele se dezvoltă slab și secretă mai puțin fluid (Weibull 1988a).

Două specii înrudite, cu genom AC, din Maroc: *A. magna* și *A. murphyi*, pot fi considerate rezistente la afide. Speciile cu genom AB: *A. agadiriana*, *A. vaviloviana* și *A. barbata* au fost moderat rezistente, deși ultima specie nu a avut aceeași comportare ca primele două. Gradul de rezistență în cadrul speciei *A. barbata* a fost în funcție de originea sa geografică, rezistență ridicată având probele originare din Rusia, Portugalia, Spania, Italia, Turcia, Maroc și Tunisia. Probele speciei hexaploide *A. fatua* originare din Rusia, Kazakhstan, Franța, Albania, Grecia, Germania, Slovacia, Polonia, Turcia, Iran, Canada, Mexic și Argentina, au fost rezistente la acest dăunător. De asemenea, probele de *A. occidentalis* originare Tunisia, Etiopia, și SUA și de *A. sterilis* din Spania, Grecia, Turcia, Irak, Iran, Siria, Israel, Algeria, Maroc, Liban, Tunisia, Etiopia, Kenia și SUA au fost rezistente la afide (Loskutov 2007).

Gândacul frunzelor de cereale (Oulema melanopus L.) produce pagube foarte mari la plantă, în diferite etape de vegetație și este considerată ca fiind una dintre cele mai nocive insecte care afectează cerealele. S-a stabilit că pubescența frunzei este o trăsătură ce influențează rezistența la această insectă. Un studiu pe populațiile de *A. fatua* originare din SUA a identificat unele probe din Wyoming și Idaho cu o rezistență medie la acest fitofag (Rines și colab., 1980). Rezistența unor populații de *A. sterilis* la această insectă, este corelată cu o pubescență ridicată a frunzelor și cu o compoziție diferită a suculei celulare din tulpina principală și din lăstarii secundari (Steidl și colab., 1979).

Din cele prezentate rezultă că unul din mijloacele importante de creare a genotipurilor rezistente este hibridarea interspecifică care duce la introgresia genelor în soiurile de ovăz cultivat. Astfel de

încrucișări care implică specii diploide și tetraploide sălbatice, folosite ca surse de rezistență sunt posibile prin utilizarea unor purtători genetici, în timp ce prin încrucișarea speciilor hexaploide, transferul se poate face în mod direct (Loskutov, 2011).

9.3.6. Surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la factorii abiotici de stres

Ovăzul posedă o gamă largă de trăsături fiziologice, care ajută această cultură să crească în diverse condiții de mediu. Principalele regiuni de origine și de diversitate a tuturor speciilor de *Avena* sunt situate predominant în zonele aride cu umiditate insuficientă și grade diferite de salinitate și aciditate a solului și uneori, cu temperaturi scăzute în regiunile muntoase, înalte; prin urmare, multe specii de ovăz se caracterizează ca fiind rezistente la frig și secetă și cu o bună toleranță la terenuri bogate în sare și aluminiu, etc.

Căutarea de noi surse de rezistență edafice, printre rudele sălbatice ale ovăzului cultivat a devenit o prioritate deosebită, deoarece, în cele mai multe cazuri, majoritatea caracterelor au fost deținute inițial de către strămoșii sălbatici dar au fost pierdute de speciile cultivate în cursul evoluției. Speciile sălbatice: *A. wiestii*, *A. ludoviciana*, și *A. sterilis* s-au dovedit a conține populații xeromorfe, rezistente la condiții nefavorabile de mediu ca: seceta, fluctuații puternice de temperatură și o anumită toleranță la salinitate (Holden 1969; Udovenko, 1977; Hagberg 1983).

Investigațiile efectuate au arătat ca speciile diloide și tetraploide cu genom C au un nivel scăzut de rezistență la excesul de ioni de hidrogen și aluminiu, în timp ce cele cu genom A, cu diferite nivele de ploidie manifestă o toleranță mai bună la aluminiu, analiza corelațiilor demonstrând acest lucru. Cele mai tolerante specii sunt cele hexaploide: *A. sterilis*, *A. fatua*, *A. ludoviciana*, și *A.*

occidentalis. Toate speciile sălbatice au manifestat toleranță la salinitate indiferent de nivelul de ploidie. Cele mai tolerante s-au dovedit populațiile de *A. fatua* originare din Georgia și Kazakhstan și de *A. ludoviciana* din Azerbaijan (Loskutov 2007).

Un alt set de însușiri este legat de adaptarea ovăzului la factorii de stres edafici, cum ar fi, temperaturile negative sau cele cu puțin peste zero grade. Rezistența la frig și la îngheț sunt foarte importante pentru ovăzul de toamnă. Aceste însușiri de rezistență sunt caracteristice speciilor sălbatice pentru că majoritatea sunt de toamnă sau intermediare. Specia tetraloidă perenă alogamă *A. macrostachya* este considerată cea mai rezistentă la îngheț, caracter ce poate fi transferat la speciile cultivate (Leggett 1992a; Loskutov 2007). Aproape toate speciile hexaploide care sunt buruieni sunt tolerante la frig și îngheț. Un studiu al speciilor *A. fatua* și *A. ludoviciana* în condiții de câmp și laborator a confirmat rezistența lor la frig (Pier 1964; Frey 1991; Leggett 1992a). Hibrizii rezultați din încrucișarea acestor specii au fost rezistenți la frig în faza de răsărire (Aujas și Darmency 1983, 1984). De asemenea, s-au identificat ca rezistente la frig populațiile de *A. sterilis* originare din Grecia, Israel și Turcia (Ephrat 1962; Hetzler și Dambroth 1990). Prin analiza hibrizilor din prima generație s-a observat ca rezistența la frig este controlată de genele recesive cu efect aditiv; transgresiunea fiind observată în F₂; de aceea *A. sterilis* poate servi ca sursă de alele a genelor de rezistență la frig (Rajhathy și colab., 1966). Conform cercetărilor lui Malzev (1930), *A. ludoviciana* este o specie de toamnă, în special populațiile originare din Ucraina (Peninsula Crimea). În anii '70 această specie a fost inclusă în programul de ameliorare a cultivarelor de ovăz de toamnă din Marea Britanie (Thomas și Thomas 1970).

În concluzie, toate speciile sălbatice prezentate în acest subcapitol pot servi drept surse de rezistență la factorii abiotici,

transferându-se ușor și direct aceste însusiri de la speciile hexaploide salbatice la ovăzul cultivat, prin încrucișare directă (Loskutov,2011).

Una din măsurile importante care poate pleda în favoarea productivității ridicate de boabe și a calității lor este cultivarea ovăzului de toamnă (Zweiffel și Keller, 1954; Daniil, 1959, 1962).

Introducerea ovăzului de toamnă în țara noastră poate fi justificată prin realizarea unor sporuri apreciabile de producție, prin îmbunătățirea calității acestuia, prin evitarea dificultăților de însămânțare primăvara pe terenurile argiloase și eliminarea atacurilor de boli și dăunători (Daniil, 1959,1962) Lucrările de ameliorare a ovăzului de toamnă începute la Stațiunea Experimentală Agricolă Lovrin, au avut drept scop crearea de soiuri cât mai productive, adaptate la condițiile de iernare din România.

Dintre primele lucrări de ameliorare a ovăzului de toamnă se pot menționa cele inițiate în perioada 1949-1952 de către Zweiffel și Keller în cadrul Stațiunii experimentale din Loussane (Franța) utilizând ca material inițial, soiuri originare din Anglia (Aberystwith S-81, Aberystwith S-147, Aberystwith S- 172, Picton, Grey Winter) și din Franța (Avoine, Prieure).

În țările din sudul Europei unde iernile sunt mai blânde (Franța, Italia, Grecia, Portugalia, Spania, etc.) suprafața cultivată cu ovăz de toamnă depășește pe cea a ovăzului de primăvară.

La noi în țară, în trecutul nu prea îndepărtat (1948-1950) au fost identificate populații locale de ovăz de toamnă în zona colinară a Banatului. Primele soiuri de ovăz de toamnă au fost create în anii 1956-1959 (Cenad 2T, ICAR-1 și Cenad 1146), de la care s-au obținut sporuri de producție de până la 50% față de cele realizate la soiurile de primăvară.

9.3.7. Surse de gene pentru îmbunătățirea calității boabelor

Alături de caracterele agronomice, ovăzul cultivat are boabe de o calitate bună iar plantele tinere verzi au însușiri biochimice foarte bune. În același timp se crede că procentul componentelor de calitate poate crește foarte mult prin ameliorarea acestor însușiri.

Proteinele. Procentul de proteină și randamentul boabelor la ovăz de cele mai multe ori este depășit de alte cereale, dar compoziția aminoacizilor este mai bine echilibrată, ceea ce-i conferă acestei culturi foarte bune proprietăți nutritive (tabelul 9.2.).

Alături de speciile cultivate, speciile sălbatice diploide: *A. pilosa*, *A. clauda*, *A. ventricosa*, *A. longiglumis*, *A. canariensis*, *A. damascena*, *A. hirtula*, *A. atlantica* și *A. strigosa* au cel mai ridicat conținut de proteine în boabe, de peste 20% (Hoppe și Hoppe 1991; Harder și colab., 1992; Leggett 1992a; Miller și colab., 1993; Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). Urmează speciile diploide cu un conținut de proteină de 20%: *A. atlantica* (Moroc), *A. longiglumis* (Moroc), și *A. wiestii* (Azerbaijan) (Loskutov 2007). Speciile tetraploide cu un conținut de 20% proteină în boabe sunt *A. barbata* și *A. agadiriana* (Trofimovskaya și colab., 1976; Miller și colab., 1993; Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). În unele probe, conținutul de lizină din proteina totală poate ajunge până la 30%, de ex. probele de *A. magna* și *A. murphyi* (Ladizinsky și Fainstein 1977; Ladizinsky 1988; Butler-Stoney și Valentine 1991; Harder, 1992; Leggett, 1992a; Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). S-a identificat un conținut ridicat de proteină în boabe, la probele de *A. barbata* din Azerbaijan (21%) și Portugalia (22,9%). Valoarea maximă a conținutului de proteină, 25,2% s-a găsit la probele de *A. magna* și *A. murphyi* din Moroc (Miller și colab., 1993; Loskutov 2007). Pentru a transfera acest caracter sunt necesare două backcrossuri, obținându-se astfel, un

genotip hexaploid stabil (Zadoo și colab., 1988). În Suedia s-a declanșat un amplu program de ameliorare a ovăzului prin elaborarea unui sistem de încrucișări și utilizarea backcrossurilor prin implicarea speciilor *A. magna* și *A. murphyi* (Hagberg și Mattsson 1986). Prin încrucișarea acestor două specii sălbatice cu ovăzul cultivat, s-a observat că genele ce determină acumularea de proteine sunt localizate probabil în cromozomi omologi.

Tabelul 9.2.

Surse de gene pentru calitate, în speciile genului *Avena* (I.G. Loskutov și H.W. Rines, 2011)

Specia	Genomul	Surse de calitate				
		Proteină	Ulei	βglucani	Amidon	Avenatramide
<i>A. bruhnsiana</i>	Cv-					
<i>A. ventricosa</i>	Cv-	+				
<i>A. clauda</i>	Cp-	+	+			
<i>B. pilosa</i>	Cp-	+	+			
<i>A. prostrata</i>	Ap-					
<i>A. damascena</i>	Ad-	+	+	+		
<i>A. longiglumes</i>	Al-	+	+	+		
<i>A. canariensis</i>	Ac-	+	+			
<i>A. wiestii</i>	As-	+	+			
<i>A. hirtula</i>	As-	+	+	+		
<i>A. atlantica</i>	As-	+	+	+		
<i>A. strigosa</i>	As-	+	+	+	+	
<i>A. barbata</i>	AB-	+	+	+		
<i>A. vaviloviana</i>	AB-		+			
<i>A. abyssinica</i>	AB-		+		+	
<i>A. agadiriana</i>	AB-?		+	+		
<i>A. magna</i>	AC-	+	+	+		
<i>A. murphyi</i>	AC-	+	+	+		
<i>A. insularis</i>	AC-?					

<i>A. macrostachya</i>	CC-?					
<i>A. fatua</i>	ACD-	+	+	+	+	
<i>A. occidentalis</i>	ACD-	+	+	+		
<i>A. ludoviciana</i>	ACD-	+	+	+	+	
<i>A. sterilis</i>	ACD-	+	+	+	+	
<i>A. sativa</i>	ACD-	+	+	+	+	+

Specia *A. fatua* este considerată de mulți autori un bun partener în ameliorarea productivității și calității boabelor (Thompson 1966; Trofimovskaya și colab., 1976; Frey 1991; Leggett 1992a). Un studiu detaliat al populațiilor de *A. fatua* colectate din partea de nord și din centrul SUA a identificat probe cu un conținut ridicat de proteină și aminoacizi (chiar dacă media concentrației de proteine a fost mai scăzută decât la *A. sterilis*). Au existat de asemenea, probe individuale de *A. fatua* cu un conținut foarte ridicat de proteină (26%) care pot servi ca surse donoare pentru această însușire (Rines și colab., 1980). Cele mai mari valori ale conținutului de proteină s-au găsit la probele de *A. fatua* colectate din Ucraina, Georgia, Azerbaijan, Tajikistan, Polonia și Grecia (Loskutov 2007). Hibridul rezultat din încrucișarea speciei *A. fatua* cu ovăzul cultivat a avut un conținut mai ridicat de proteină (Reich și Brinkman 1984). Prin studiile efectuate s-a observat că formele cu glume închise la culoare și cu boabe care se scutură la maturitate (speciile sălbatice) au un conținut mai scăzut în proteină decât formele cu glumele deschise la culoare și care nu se scutură la maturitate (ovăzul cultivat) (Luby și Stuthman, 1983). Conform studiilor multor autori, specia *A. sterilis* are un conținut ridicat de proteină în boabe (25%) iar compoziția aminoacizilor este bine echilibrată, însușire care a fost transferată la descendenți (Zillinsky și Murphy 1967; Briggie și colab., 1975; Trofimovskaya și colab., 1976; Frey 1991, 1994; Leggett 1992a; Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). Un studiu efectuat pe diverse populații ale acestei specii a

arătat existența unei puternice corelații între conținutul de proteină și rezistența la rugina coronariană (Spilde și colab., 1974; Popovic 1980). S-a demonstrat că la încrucișările la care participă forme de *A. sterilis*, conținutul de proteine din boabe este influențat nu numai de materialul genetic nuclear (Browning și Frey 1972) ci și de citoplasmă (Rezai și Frey 1989a). Un studiu realizat pe un număr mare de probe de *A. sterilis* a arătat că un conținut ridicat de proteină în cariopse s-a găsit la cele originare din Libia și Irak (Eagles și colab., 1978). Centrele cu cea mai mare diversitate a acestui caracter s-au identificat în regiunea mediteraneană, Asia Centrală și de Est și în Israel (Rezai 1978). Cea mai mare valoare a conținutului de proteine s-a găsit la probele de *A. sterilis* originare din Iran, Israel, Algeria, Maroc, Tunisia și Liban. În cursul unui singur an, au fost identificate în Israel, un număr mare de probe de *A. sterilis* cu un conținut de 23,1-28% proteină în boabe (Loskutov 2007).

În plus, au fost identificate unele probe ce aparțin speciilor hexaploide *A. ludoviciana* și *A. occidentalis*, care de asemenea au un conținut mai ridicat de proteină în cariopse (Trofimovskaya și colab., 1976; Miller și colab., 1993). Cel mai ridicat conținut de proteină (20-23%) s-a identificat la probele de *A. ludoviciana* din Azerbaijan, Turcia, Irak, Iran, Israel și Algeria. Tot un conținut ridicat de proteină s-a găsit în boabele probelor de *A. occidentalis* colectate din Insulele Canare (Spania), care pot fi folosite cu ușurință în ameliorarea calității boabelor la ovăzul cultivat (Loskutov 2007).

La speciile hexaploide, conținutul de proteină poate ajunge până la 27-28% (Campbell și Frey, 1972) și chiar până la 35% (Frey, 1975). Dacă analizăm conținutul de proteină de la speciile hexaploide sălbatice și cultivate, se observă că la speciile cultivate încrucișate cu cele sălbatice, conținutul de proteină este mai mare în comparație cu speciile sălbatice care au un conținut mai scăzut datorită mărimii mici

a cariopselor (Youngs și Peterson 1973).

Cele mai promițătoare specii, din punctul de vedere al disponibilității lor la încrucișare cu ovăzul cultivat, cu un conținut de proteină ridicat sunt *A. murphyi* și *A. occidentalis*. Speciile care pot fi folosite cu ușurință în ameliorarea calității boabelor ovăzului cultivat sunt cele hexaploide: *A. fatua*, *A. ludoviciana* și *A. sterilis*. Prin analiza datelor obținute într-o perioadă lungă de timp, s-a evidențiat faptul că există o corelație între conținutul de proteină și localitatea de colectare a acestor specii, cel mai ridicat conținut de proteină având probele originare din nord - vestul Africii (Loskutov 2007).

Hibridarea interspecifică s-a dovedit a fi foarte eficientă în ameliorarea conținutului de proteină (Alexander 1975; Axtell 1981; Clamot 1984; McFerson și Frey 1990). Când se încrucișează speciile hexaploide cultivate cu cele sălbatice, conținutul de proteină și productivitatea sunt moștenite independent (Cox și Frey 1985; Kuenzel și Frey, 1985). La ambele specii, conținutul ridicat de proteină este transmis de genele recesive cu efect aditiv. (Sraon și colab., 1975). Conform multor date publicate, un număr mare de probe ale speciilor sălbatice au fost analizate pentru această însușire (Peterson și Brinegar 1986). Rezultatele se văd în identificarea de probe care pot fi folosite în mod curent în ameliorarea ovăzului pentru obținerea de linii și soiuri cu un conținut ridicat de proteină și o compoziție echilibrată a aminoacizilor din boabe (Lyrene și Shands 1975).

Un conținut ridicat de proteină nu este important numai în alimentația umană ci și în furajarea animalelor. În prezent, ovăzul golaș se folosește ca furaj pentru bovine, în special în alimentația cailor. Pentru a crește concentrația de proteină în boabe, este primordial să fie implicate speciile sălbatice (Valentine 1987).

Un studiu al indicelui de azot (raportul dintre conținutul de

azot din boabe și azotul total din biomasă) realizat pe probe de *A. sativa* și *A. sterilis*, a stabilit că acesta a fost în medie, mai mare la specia cultivată decât la cea sălbatică, în schimb hibridii interspecifici rezultați (*A. sativa* x *A. sterilis*), au avut un indice de azot mult mai mare, depășind ambii părinți (Fawcett și Frey 1982).

În plus, au fost identificate populații ale speciilor sălbatice cu un conținut ridicat de proteină în masa verde, cum ar fi: *A. abyssinica*, *A. magna*, *A. ludoviciana* și *A. sterilis* (Mal 1987). Probele de *A. sterilis* colectate din sud vestul Europei au avut un conținut mai mare de proteină în tulpini (Rezai 1978). Absența unei conexiuni între conținutul de proteină din bob și tulpină, evidențiază o posibilă combinație a genelor ce controlează conținutul de proteină într-un genotip nou (Campbell și Frey, 1974; Frey și colab., 1975b).

Dintre resursele genetice de ovăz cultivat, cu certă valoare în ameliorarea calității sunt menționate soiurile din grupa suedeză de Svalof (Luneburg, Anderberg, Schlanstedt, etc.) și soiurile din Satilov (fosta URSS) (Cristea M., 1981).

Compoziția aminoacizilor din proteine, la ovăzul cultivat este bine echilibrată. Speciile *A. magna* și *A. murphyi* au aceeași compoziție a aminoacizilor ca a speciilor cultivate (Rodionova și colab., 1994). Conținutul în aminoacizi esențiali individuali a fost foarte diferit, în funcție de specie; cel mai mare conținut de valină s-a identificat la *A. barbata*, iar cel mai scăzut, la *A. fatua*; conținutul de metionină a fost cel mai ridicat la *A. barbata*, iar cel de izoleucină la *A. barbata* și *A. sterilis*. Cel mai ridicat conținut de leucină s-a găsit la *A. fatua* iar cel mai scăzut la *A. barbata*, în timp ce cel de tirozină a fost mai mare la *A. barbata*. Toate speciile sălbatice analizate au avut un conținut mai ridicat de fenilalanină decât ovăzul cultivat; conținutul de acid glutamic la ovăzul cultivat a fost mai scăzut decât la *A. fatua* și mai mare decât la *A. barbata*, iar cel de prolină a fost mai mare la *A.*

ludoviciana și mai mic la *A. barbata*.

Din punctul de vedere al nutrienților trebuie menționat că *A. barbata* are un conținut ridicat de lizină și de alți aminoacizi esențiali, valorile acestora fiind la același nivel cu cele ale ovăzului cultivat (Loskutov 2007).

Ponderea albuminelor și globulinelor în speciile hexaploide: *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. fatua* a fost de 1,5 – 2 ori mai mică decât la speciile cultivate, în timp ce procentul de proteină solubilă a fost mai mare la cele trei specii sălbatice. Aceasta înseamnă că conținutul total de proteină la speciile sălbatice este mai scăzut decât la ovăzul cultivat (Trofimovskaya și colab.,1976). În opinia multor autori, cariopsele speciei *A. sterilis* au un conținut echilibrat de aminoacizi, caracter care poate fi transmis și la descendenți (Briggle și colab.,1975; Frey 1991; Leggett 1992a).

Prin analiza corelațiilor s-a observat că există legături între acumularea de proteine și conținutul de aminoacizi individuali în boabele de ovăz. Trebuie remarcat faptul că, conținutul de aminoacizi esențiali (cu excepția metioninei) se corelează strâns și pozitiv cu conținutul de proteină (0,78-0,94) și lizină (0,62-0,80). Existența unei corelații între conținutul de proteină și lizină în boabe, a fost observată în 60% din cazuri, făcând astfel posibilă selecția preliminară a probelor cu un conținut ridicat de proteină, care vor avea și un conținut ridicat de lizină (Loskutov 2007).

Grăsimile. Alături de proteine, boabele de ovăz sunt bogate și în alți componenți biochimici, în special grăsimile (tabelul 9.2.) S-au făcut multe studii pentru identificarea unor gene capabile să îmbunătățească conținutul de grăsimi în ovăzul cultivat, însă să se mențină și productivitatea ridicată, dar încă nu s-au obținut rezultatele dorite. În plus, s-a stabilit că genele care controlează această însușire la speciile cultivate și sălbatice nu sunt alelice (Thro și Frey 1985;

Frey 1991). Hibridarea interspecifică s-a dovedit a fi cea mai eficientă metodă de ameliorare pentru creșterea conținutului de grăsimi. La unele specii diploide și tetraploide, conținutul de grăsimi în cariopse ajunge până la 12-13% (Welch și Leggett 1997). Majoritatea probelor studiate ce aparțin speciilor: *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. canariensis*, *A. longiglumis*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. damascena*, *A. wiestii*, *A. hirtula*, *A. atlantica*, *A. agadiriana*, *A. barbata* și *A. vaviloviana* au avut un conținut de grăsimi în boabe, de peste 7% (Welch și colab., 2000; Leonova și colab., 2008; Ladizinsky 1988; Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). Cea mai mare valoare a acestui caracter s-a înregistrat la probele de *A. barbata* originare din Azerbaijan, Spania și Italia și la probele de *A. magna* și *A. murphyi* din Maroc (Loskutov 2007).

Conținutul de grăsimi în boabe, la speciile *A. ludoviciana* și *A. fatua* este cuprins între 7–9% (Trofimovskaya și colab., 1976; Leonova și colab., 2008). Cea mai mare valoare s-a înregistrat la probele de *A. fatua* colectate din Ucraina, Kazakhstan și Tajikistan. Cea mai mare medie a valorilor conținutului de grăsimi (9,7–11,1%) s-a descoperit la probele de *A. ludoviciana* originare din Azerbaijan, Georgia și Armenia. Conținutul de grăsimi de 7,8% în boabele unei populații de *A. occidentalis* din Spania (Insulele Canare) indică faptul că această specie poate fi folosită în ameliorarea calității boabelor (Welch și colab., 2000; Loskutov 2007). Dintre speciile hexaploide valoarea medie cea mai mare a acestei însușiri (peste 10%) s-a înregistrat la specia *A. sterilis* (Thro 1982; Frey 1991, 1994; Leggett 1992a; Welch și colab., 2000; Leonova și colab., 2008). Un mare număr de probe cu această caracteristică au fost colectate din Israel (Rezai 1978). De asemenea probe de *A. sterilis* cu un conținut de grăsimi cuprins între 8,3-10% au fost colectate din Irak, Japonia și Algeria (Loskutov 2007).

Speciile cu glume închise la culoare, sensibile la scuturare au cel mai scăzut conținut de ulei și cel mai scăzut număr de boabe/panicul, în comparație cu speciile cu glume deschise la culoare și rezistente la scuturare (Luby și Stuthman 1983). Aceasta însușire este controlată poligenic și are dominanță incompletă. S-a observat că natura aditivă a acțiunii genelor, și eritabilitatea ridicată, determină o legătură strânsă pozitivă între capacitatea combinativă generală și conținutul de ulei din cariopse (Elliott și colab., 1985). Principala metodă de transfer a unui conținut ridicat de ulei de la speciile sălbatice la cele cultivate este hibridarea recurentă. Trebuie subliniat faptul că alelele pentru conținut de ulei ridicat de la *A. sativa* sunt complementare cu alelele de la *A. sterilis* (Thro și Frey, 1985),.

În ultimele decenii s-a inițiat un program de ameliorare a creșterii conținutului de ulei prin utilizarea selecției recurente, care a condus la creșterea concentrației de ulei brut de până la 18%, într-un timp relativ scurt (Branson și Frey, 1989a, b; Frey și Holland, 1999; Schipper și Frey, 1991).

Compoziția acizilor grași. Compoziția uleiului din boabele speciilor hexaploide sălbatice nu diferă de compoziția uleiului din boabele speciilor cultivate: acizii oleic și linolenic sunt cei mai importanți din componența acizilor grași, conținutul de acid linolenic fiind uneori mai mic sau mare decât al acidului oleic. Acizii totali polinesaturați au o amplitudine de variație mai redusă la speciile cultivate. Prin urmare, conținutul de ulei diferențiază speciile sălbatice de cele cultivate, mai mult decât rata acizilor grași din uleiuri (Trofimovskaya și colab., 1976). Cel mai ridicat conținut de acid oleic este caracteristic speciilor diploide: *A. damascena*, *A. longiglumis*, *A. canariensis*, *A. atlantica*, *A. hirtula*, și *A. wiestii*, tetraploide: *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. murphyi* și *A. magna*, și hexaploide: *A. occidentalis*, *A. fatua*, *A. sterilis* și *A. ludoviciana* (Welch și colab.,

2000; Loskutov 2007; Leonova și colab., 2008). În același timp, activitatea biologică a acestor uleiuri este determinată de raportul dintre acidul oleic și linoleic care ar trebui să fie egal cu 1,0. Asemenea raport s-a înregistrat la speciile diploide *A. ventricosa*, *A. clauda*, și *A. pilosa* și la specia tetraploidă *A. vaviloviana* (Loskutov 2007).

Analiza corelațiilor a arătat că o creștere a conținutului de acizi grași saturați (acizii palmitic și stearic) și monosaturați (acidul oleic) la speciile sălbatice este însoțită de o descreștere a conținutului de acizi grași polinesaturați, care se oxidează ușor în timpul depozitării boabelor (Loskutov 2007). Prin încrucișarea formelor cu un conținut ridicat de acid linoleic, cu cele cu un conținut scăzut, s-a observat că genele care controlează acești doi acizi sunt oligogenice (Karow 1984). Alți autori consideră că genele care controlează acizii palmitic, oleic și linoleic sunt poligenice cu efect aditiv, fiind parțial dominante (Thro 1982).

Amidonul. Un aspect important care determină digestibilitatea la cereale este prezența amidonului în bob (tab. 9.2). Un conținut de amilază comparabil cu cel din boabele speciilor cultivate s-a înregistrat la speciile sălbatice: *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. fatua*. Aceste date scot în evidență apropierea dintre speciile sălbatice și cultivate, atunci când ne referim la conținutul în amidon al boabelor (Rodionova și colab., 1994).

β -glucanii (1–3) (1–4)- β -D-glucani, sau polizaharida fără amidon, solubilă în apă, este privită ca o componentă fiziologică importantă în dietele cu cereale (tab. 9.2.). Analizele efectuate pe specii sălbatice și cultivate au arătat că β glucanii se găsesc într-o proporție mult mai mică la speciile sălbatice comparativ cu cele cultivate. Dintre speciile diploide, un conținut ridicat în β glucani posedă probele de *A. strigosa* și *A. hirtula*, *A. damascene*, *A.*

longiglumis și *A. atlantica* (4,6–5,5%). La unele specii tetraploide: *A. agadiriana*, *A. barbata*, *A. magna*, și *A. murphyi*, această valoare a fost în medie de 3,2% (Miller și colab., 1993; Leggett 1996; Howarth și colab., 2000; Welch și colab., 2000). Prin analiza conținutului de β glucani din boabele speciilor hexaploide: *A. fatua*, *A. occidentalis* și *A. byzantina* s-a obținut un conținut mai ridicat (peste 6%) la toate probele luate în studiu în comparație cu valorile obținute la probele de *A. sterilis* (Frey 1991; Welch și colab., 1991; Cho și White 1993; Miller și colab., 1993). Concentrația β -glucanilor la speciile sălbatice este foarte diferită, existând o mare amplitudine de variație (2,2–11,3%), diferențele fiind atât la nivel intraspecific cât și interspecific (Welch și colab., 2000).

Vitaminele. Plantele de ovăz conțin diferite vitamine, inclusiv vitamina E (tocoferol și tocotrienol), care posedă proprietăți antioxidante. Există puține informații privind această însușire. Un studiu privind influența unor agenți mutageni asupra ovăzului a arătat că, conținutul ridicat de tocoferoli în plantele probelor de *A. ventricosa* poate fi explicat prin sensibilitatea mai mică a acestei specii la factorii mutageni fizici și chimici în comparație cu specia *A. bruhnsiana*, care are un conținut mai scăzut de tocoferoli și o amplitudine de variație mai îngustă (Aleksperov 1982; Aleksperov și Sinitsina 1982). Un studiu realizat în India privind proprietățile nutritive ale plantelor tinere de ovăz, a identificat un număr însemnat de specii (*A. strigosa*, *A. ventricosa*, *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinica*, *A. sterilis* și *A. ludoviciana*) cu un conținut scăzut de lignină și siliciu în masa verde, sugerându-se faptul că aceste specii sunt adecvate pentru furajarea animalelor (Mal 1987).

Astfel, s-a stabilit că speciile sălbatice *A. magna*, *A. sterilis*, și *A. ludoviciana* sunt cele mai promițătoare și importante specii, în ceea ce privește calitatea boabelor și transferul acestor însușiri la ovăzul

cultivat. În afară de acestea, există și alte surse pentru îmbunătățirea calității boabelor și a materiei verzi, care pot fi folosite în ameliorarea ovăzului cultivat (Loskutov, 2011).

9.4. Metode și tehnici de ameliorare ale ovăzului cultivat

Ca și evoluția naturală, care este continuă, ameliorarea folosește aceleași procese genetice fundamentale: mutația, recombinarea și selecția. Ameliorarea se deosebește însă de evoluția naturală prin viteza modificărilor genetice produse, ca rezultat al integrării mecanismelor evoluției într-un sistem rațional, care este metoda de ameliorare (N. Ceapoiu și colab., 1984)

Obiectivul principal al ameliorării ovăzului constă în crearea unor soiuri mai productive de bună calitate, care să folosească eficient agrotehnica superioară. Pentru aceasta, este necesar ca soiurile să fie adaptate zonelor de cultură, pentru obținerea de producții constante. Astfel, pe lângă crearea de soiuri rezistente la cădere, la scuturare și la boli, în zonele secetoase, se urmărește obținerea unor soiuri precoci, cu ritm rapid de dezvoltare în primele faze de vegetație, rezistente la secetă și la solurile sărace în elemente nutritive. În ultimele decenii, există preocuparea ca boabele de ovăz să fie folosite tot mai mult în consumul uman, motiv pentru care se pune un accent deosebit pe îmbunătățirea calității boabelor, prin creșterea conținutului de proteină și o echilibrare optimă a aminoacizilor esențiali (Loskutov și colab., 2011).

Metodele de ameliorare folosite sunt selecția cu toate variantele ei inclusiv selecția mutantelor și a formelor poliploide, hibridarea și alte metode specifice ovăzului.

9.4.1. Selecția

Selecția este prima și cea mai veche metodă de ameliorare. Folosită la început în mod empiric, s-a dezvoltat ulterior pe baze științifice, dovedindu-se o metodă de ameliorare valoroasă. Literatura de specialitate a evidențiat numeroase exemple de ameliorare, folosind selecția unor însușiri foarte variate (T. Crăciun și T. Mureșan, 1966).

Selecția artificială nu poate fi separată de selecția naturală. În orice program de ameliorare, alături de selecția artificială acționează și selecția naturală, uneori în direcția urmărită iar alteori în sens diferit. Din acest motiv, este important pentru ameliorator, să cunoască factorii care acționează în procesul selecției naturale, pentru a putea utiliza acțiunea lor în sens pozitiv, adică în aceeași direcție cu obiectivul de ameliorare propus (Darwin Ch., 1957; Dobzhahski Th., 1951; Stebbins G.L., 1951)

Caracteristica esențială a selecției, constituie faptul că ea nu creează forme complet noi, care să nu fi existat în natură înainte de aplicarea ei ca metodă de lucru. Cu ajutorul selecției se extrag dintr-un material inițial mai mult sau mai puțin heterogen, diferite forme care erau amestecate sau ascunse.

Selecția asigură rezultate eficiente atunci când este aplicată pe un material inițial redutabil, prezentând o mare variabilitate genetică, conținând plus variante valoroase în privința diferitelor însușiri.

La ovăz, se aplică în principal, selecția individuală simplă sau cu o singură alegere. Conform acestei scheme, după extragerea plus variantelor valoroase, elitele se compară cu forma inițială și cu soiul martor. Aceste operații se execută în câmpul de selecție, câmpul de control și în celelalte verigi ale procesului de ameliorare.

În cazul în care descendențele continuă să fie neuniforme, precum și în cazul în care se urmărește ameliorarea rezistenței la boli

și dăunători, se aplică selecția individuală repetată, până când se obțin linii uniforme, ameliorate în privința însușirii urmărite (T. Crăciun și T. Mreșan, 1966).

Tehnica metodei selecției individuale cuprinde următoarele operații principale:

Anul 1. Însămânțarea separată a semințelor provenite de la fiecare plantă mamă în parte, aprecierea în câmp și recoltarea separată a descendențelor reținute, urmată de examinarea și trierea în laborator a descendențelor rezultate.

Anul 2. Înmulțirea separată a fiecărei descendențe și încercarea acestora în culturi comparative de concurs.

Anul 3. Înmulțirea mai departe, dar tot separată, a materialului reținut și încercarea lui în culturi comparative de concurs. Dacă selecția a dat bune rezultate, atunci se continuă înmulțirea și încercarea comparativă până la certificarea soiului.

Această metodă descrisă este o variantă a metodei selecției individuale, variantă denumită în practica ameliorării, selecție individuală cu o singură alegere. Mai există însă și o a doua variantă denumită selecția individuală repetată anual (genealogică sau pedigree). Cea de-a doua variantă se caracterizează prin faptul că extragerea, aprecierea, examinarea și trierea plantelor mamă nu se limitează numai la primul an, ci se continuă și în următorii 2-3 ani. Cu alte cuvinte, în al doilea an se aleg iarăși, din cadrul descendențelor valoroase, noi plante elite (mamă) a căror descendențe se cultivă și se urmăresc tot în mod separat, procedându-se la fel și în anii 3 și 4.

În cazul ovăzului, descendențele utilizate și urmărite în cadrul celor două variante ale acestei metode sunt denumite linii.

Selecția este eficientă prin reproducerea unor variații genotipice. Prin înmulțirea descendenței unui singur individ

homozigot autogam, prin selecție individuală, se obține o „linie pură”. Liniile pure au o foarte mare omogenitate și stabilitate.

Tehnica selecției. Una din probele pe care le are de rezolvat un ameliorator este de a stabili cantitatea sau volumul materialului cu care trebuie să-și înceapă activitatea. Teoretic, există o directă proporționalitate între volumul materialului inițial și rezultatele ce se vor obține, în sensul că succesul este cu atât mai sigur cu cât se pornește cu mai multe elite. Practic, însă, trebuie pornit cu cantitatea optimă de material genetic, capabilă să asigure rezultatele dorite, fără a încărca activitatea cu un surplus de material inutil.

Cantitatea optimă de material inițial necesar depinde atât de elementele genetice cât și de cele economice. Genetic, ea este condiționată de numărul de factori ereditari care dirijează însușirea căutată sau dorită și dacă acești factori sunt recesivi sau dominanți. Diferențele cauzate de elementele genetice sunt mari și importante. De exemplu, pentru identificarea unor surse de rezistență la rasele de rugină coronariană la ovăz, au fost cultivate 7000 de probe de *A. sterilis* (Gold Steinberg și colab., 2005).

Din punct de vedere economic, volumul materialului inițial depinde de numărul specialiștilor existenți, de suprafețele de teren disponibile, etc. În prezent, când tehnica modernă pune la dispoziția amelioratorului mijloace suficiente pentru trierea rapidă și chiar prealabilă a unui material inițial voluminos, cantitatea de material inițial poate fi sporită până la nivelul optim. Dintre mijloacele cunoscute care permit analizarea și trierea rapidă a materialului inițial, amintim: metoda serială pentru determinarea conținutului de proteine și grăsimi din boabele de ovăz, metoda pentru stabilirea rezistenței la cădere încă din primele faze de vegetație ale plantelor de ovăz, etc.

O altă problemă o constituie stabilirea duratei lucrărilor de selecție. Dacă se lucrează cu o populație homozigotă este suficientă

selecția cu o singură alegere, deoarece în cazul ovăzului, elitele extrase reprezintă linii pure, în cadrul cărora în condiții normale selecția repetată nu este eficientă.

Prin selecție individuală au fost obținute soiuri ca Markton, Navarro, Richland, GK Pillangó, GK Zalán, Jeremy , etc.

9.4.2. Hibridarea interspecifică

Metoda de ameliorare a plantelor bazată pe încrucișarea formelor îndepărtate din punct de vedere sistematic este numită hibridare îndepărtată. În sfera acestei noțiuni sunt cuprinse atât hibridările interspecifice cât și cele intergenerice. În cazul ovăzului, se realizează între soiurile speciei *A. sativa* și celelalte specii sălbatice, care duce la crearea unor noi forme valoroase.

Alegerea formelor parentale pentru hibridări îndepărtate este destul de dificilă. În primul rând este necesară existența unui sortiment de forme parentale foarte numeros și în special foarte diferit ca proveniență climatică și geografică. În al doilea rând, trebuie ca sortimentul respectiv să fie minuțios analizat în privința tuturor însușirilor ereditare ce le posedă, în vederea eliminării formelor necorespunzătoare.

O selecție atentă a formelor parentale prezintă o importanță deosebită în cazul hibridărilor îndepărtate, deoarece de multe ori se obțin descendențe constante amphidiploide, care nu se mai desfac și deci însușirea nedorită nu mai poate fi înlăturată.

Intersterilitatea formelor parentale și metode de înlăturare a ei. Realizarea hibrizilor îndepărtați este de multe ori îngreunată și chiar împiedicată, deoarece formele parentale manifestă o intersterilitate parțială sau totală. Cauzele care provoacă intersterilitatea și nefecundarea sunt foarte diferite, datorându-se unor

deosebiri, fie cantitative sau calitative între genomurile formelor parentale.

Una din cauzele frecvente ale incompatibilității se datorează necorespondenței sensului de încrucișare. Într-o astfel de privință s-a observat că multe hibridări reușesc cu greu sau chiar de loc atunci când se execută încrucișarea într-un anumit sens – de pildă folosind specia A ca mamă – în timp ce aceeași hibridare devine relativ ușoară dacă se inversează sensul încrucișării, prin utilizarea speciei A ca tată.

Negermianrea polenului sau nede dezvoltarea tubului polinic este a doua cauză de intersterilitate. Pentru înlăturarea ei se efectuează polenizarea nu cu polenul simplu al partenerului îndepărtat, ci cu un amestec de polen în care se introduce și polen de la plante aparținând speciei de ovăz a cărei fecundare se urmărește. Acest polen propriu speciei trebuie însă să provină numai de la plante care prezintă un anumit caracter dominant ușor vizibil astfel ca în descendența obținută, în urma încrucișării să poată fi ușor deosebiți hibridii interspecifici de cei intraspecifici.

O serie de studii au demonstrat faptul că în cadrul hibridării interspecifice se poate obține un procent mare de fertilitate când se folosesc anumite soiuri sau linii, și un procent foarte redus dacă se folosesc alte soiuri sau linii ai aceluiași specii.

Această aptitudine specială pentru hibridarea interspecifică a anumitor soiuri sau linii este ereditară. Metoda de înlăturare a intersterilității de această natură constă în identificarea și utilizarea soiurilor sau liniilor care prezintă aptitudini pentru hibridarea interspecifică.

Sterilitatea hibridilor îndepărtați constituie un fenomen care apare frecvent în F₁, îngreunând în mare măsură lucrările de ameliorare. Sterilitatea hibridilor poate fi parțială sau totală.

Hibrizii interspecifici proveniți din părinți cu genomi omologi sunt întotdeauna fertili, iar utilizarea lor în procesul ameliorării se face după aceleași procedee folosite pentru hibrizii obișnuiți. Datorită însă faptului că cele două forme parentale se deosebeau în privința multor caractere, se obține în F2 o dezbinare extrem de variată și o varietate mare de forme.

Hibrizii interspecifici provenii din părinți cu genomi neomologi sunt sterili. Între aceste două cazuri extreme se întâlnesc însă nenumărate situații intermediare: în F1 pot apare atât hibridi sterili cât și fertili, în proporții diferite.

Indiferent de motivul apariției lor, hibrizii sterili nu produc sămânță și deci nu pot fi utilizați în procesul ameliorării. Pentru refacerea fertilității hibrizilor interspecifici se aplică o serie de metode. Cele mai importante sunt: încrucișarea regresivă simplă cu părinții, încrucișarea regresivă repetată și încrucișarea cu o treia specie.

Încrucișarea regresivă simplă constă în încrucișarea hibrizilor sterili din F1, cu unul din părinți. Succesele ce se obțin prin această metodă depind însă nemijlocit de existența în F1a unor hibridi care să posede ovule apte pentru fecundare și dezvoltare.

Retroîncrucișarea reușește uneori, deși mai rar, cu oricare din părinți; în alte cazuri dă rezultate evident mai bune, cu unul din părinți, iar de multe ori nu este posibilă decât numai cu un anumit părinte. O parte din hibrizii rezultați în urma încrucișării regresive sunt autofertili și se comportă în continuare ca și hibrizii obișnuiți, în timp ce o altă parte sunt sterili. Aceștia din urmă pot da la rândul lor descendenți dacă se aplică o nouă retroîncrucișare.

Încrucișarea regresivă repetată constă în încrucișarea hibrizilor sterili din F1 de câteva ori, succesiv cu părinții. Retroîncrucișarea repetată poate fi făcută fie cu forma mamă inițială:

$(A \times B) \times A$; $(A \times B) \times A \times A$ etc., fie cu forma tată $(A \times B) \times B$; $(A \times B) \times B \times B$.

Prima variantă are de obicei unul din următoarele două defecte: când între genomii formelor parentale inițiale nu a existat nici un fel de omologie, rezultă o refacere deplină a genomilor materni, cu eliminarea cromozomilor paterni. Astfel, se obțin plante identice cu forma mamă. Când însă genomii parentali au prezentat omologie, sau cel puțin semiomologie în urma diferitelor schimbări cromozomale pot rezulta hibrizi intermediari care prezintă forme noi, cu însușiri moștenite de la ambii părinți. Se înțelege că numai aceștia din urmă prezintă importanță practică pentru ameliorare (T. Crăciun și colab., 1966).

A doua variantă are ca rezultat obținerea după mai multe retroîncrucișări cu forma tată a unor plante care prezintă genomul patern inițial complet refăcut, însă introdus de data aceasta în citoplasma formei materne inițiale. Așadar se realizează într-o anumită măsură o transplantare a nucleului unei specii în citoplasma celeilalte specii. Asemenea hibrizi, foarte asemănători cu forma inițială paternă, dar care au și unele deosebiri față de acesta, sunt denumiți alloplasmatici.

Triplihibrizii. Se poate reface fertilitatea hibrizilor care au polen steril în F1 cu o altă specie din cadrul genului *Avena*. Pe această cale se poate realiza o refacere deplină a fertilității hibrizilor îndepărtați.

Prin hibridare simplă și complexă au fost create soiurile de ovăz: Vicland, Garry, Rodney, Tama, s.a. (în combinație au participat soiurile Victoria, Landhafer, Richland ș.a.) (T. Crăciun, 1966).

Apariția formelor amphidiploide. În urma hibridărilor îndepărtate uneori apar hibrizi cu doi genomi neomologi, unul de la un părinte A și altul de la celălalt părinte B. Hibrizii de acest fel (AABB)

prezintă o meioză normală, la fel ca la formele diploide, sunt fertili, echilibrați citologic și ceea ce este deosebit de important, sunt constanți în descendență, cu condiția ca ambii părinți să fi fost homozigoți. Formele care prezintă aceste însușiri speciale sunt denumite amphidiploide și pot duce la rezultate bune în procesul ameliorării.

Apariția formelor amphidiploide are mai multe explicații, însă improtant pentru practică, este faptul că poate fi provocată experimental cu ajutorul anumitor procedee, dintre care vom aminti, cele mai eficiente.

Astfel, formele amphidiploide pot apare în urma unirii nucleilor și dublării numărului de cromozomi la prima diviziune a zigoților din F1, caz în care toate celulele plantei rezultate vor prezenta un număr dublu de cromozomi. Dublarea numărului de cromozomi poate avea loc spontan dar poate fi provocată și artificial, cu ajutorul unor factori poliploidizanți.

Dublarea numărului de cromozomi și obținerea amphidiploizilor se poate produce și în alte etape ale dezvoltării. În acest caz însă nu mai este amphidiploidă întreaga plantă ci de obicei numai anumiți lăstari sau fructificații sau chiar numai părți de floare.

Inducerea amphidiploidiei poate fi realizată prin tratatrea cu colchicină a semințelor recoltate de la generația F1 a hibrizilor îndepărtați. Tratarea se efectuează în timpul germinației semințelor sau a plantulelor rezultate.

Amphidiploizii mai pot fi realizați și prin încrucișarea repetată a hibrizilor interspecifici sterili în F1.

Metodele care se aplică în ameliorarea hibrizilor interspecifici țin seama de constituția genetică a acestora.

Hibrizii proveniți din părinți cu genomi omologi cu același număr de cromozomi sunt fertili în F1, iar în continuare segregă în mod obișnuit. Selecția acestor hibrizi în vederea obținerii formelor

dorite se realizează la fel ca la hibridii intraspecifici, cu deosebirea că este nevoie să se lucreze cu descendenți mai mulți, dat fiind imensitatea combinațiilor ce rezultă în urma hibridării îndepărtate. Pentru acest tip de hibridi este indicat să se utilizeze metoda selecției individuale pe grupe. Când însă hibridarea interspecifică a fost făcută între o specie sălbatică și una cultivată în vederea introducerii câtorva însușiri noi transferate de la specia sălbatică, atunci este mai indicat să se aplice în continuare metoda retroîncrucișării cu specia cultivată, sau metoda hibridării convergente.

Hibridii proveniți din părinți care au atât genomi omologi cât și neomologi și un număr diferit de cromozomi sunt mult mai dificil de ameliorat, cu atât mai mult cu cât apar și forme total sau parțial sterile. Dacă la cei doi părinți predomină genomii omologi se poate ca în F4 sau F5 să apară forme poliploide fertile. Când însă genomii amologi lipsesc complet, ameliorarea nu poate fi practic începută decât după refacerea fertilității hibridilor îndepărtați.

Folosirea backcrossului poate duce la 1-2 retroîncrucișări, la apariția unor forme parțial fertile. În continuare se obțin descendențele prin autopolenizări, renunțându-se la repetarea retroîncrucișărilor. În acest fel se realizează pe de o parte o dezbinare mai variată, iar pe de altă parte se mărește numărul formelor noi care reprezintă combinații între cei doi părinți inițiali.

Alegerea formelor noi se face la început după schema selecției individuale repetate anual, iar după câteva generații se poate trece la selecția individuală pe grupe. La fiecare selecție se rețin cu strictețe numai formele care reprezintă o combinație de însușiri de la ambii părinți inițiali (T. Crăciun, 1966). Selecția se continuă până la realizarea unei stabilități depline a formelor noi.

Formele amphidiploide rezultate din hibridarea interspecifică trebuie de asemenea să fie ameliorate. Prima greutate în ameliorarea formelor amphidiploide o constituie recunoașterea lor din masa

formelor hibride în cadrul cărora apar. Cea mai sigură metodă de separare a formelor amphidiploide de cele diploide o oferă analiza citologică. Totuși, în cadrul generațiilor F1 alcătuite în majoritate din hibrizi parțial sterili sau total sterili, formele amphidiploide pot fi recunoscute destul de ușor, fiind fertile. În generațiile următoare, formele amphidiploide pot fi recunoscute după caracterele lor morfologice, care trebuie să fie de regulă identice cu cele prezentate în F1.

Când în F1 sau în generațiile următoare apar mai mulți indivizi amphidiploizi este necesar ca fiecare să fie înmulțit separat, deoarece descendențele respective nu sunt întotdeauna identice. Așa se întâmplă în cazul când unul din părinți nu a fost homozigot. După câteva generații de înmulțire separată liniile care se dovedesc a fi identice se amestecă.

Formele amphidiploide prezintă de obicei o productivitate redusă, condiționată parțial genetic, dar mai ales citologic. Din acest motiv liniile amphidiploide trebuie supuse unei selecții riguroase, reținându-se numai cele cu producții satisfăcătoare.

Liniile amphidiploide astfel obținute se folosesc totuși destul de rar direct în cultură. În majoritatea cazurilor ele sunt supuse unor încrucișări sistematice între ele, în urma cărora se dezvoltă, cu ajutorul procedeelor de selecție cunoscute, noi soiuri. Liniile amphidiploide sunt utilizate în egală măsură și la încrucișări cu alți hibrizi inetrspecifici sterili, aflați în F1, în vederea obținerii de forme noi amphidiploide (T. Crăciun, 1966).

Descendența acestor forme amphidiploide nu mai este constantă, deoarece provine din părinți cu genomi parțial omologi. Din acest motiv, plantele hibride se supun selecției individuale timp de câteva generații. După efectuarea selecției și după obținerea formelor deplin constante se începe examinarea comparativă a liniilor reținute în vederea identificării eventualelor soiuri valoroase.

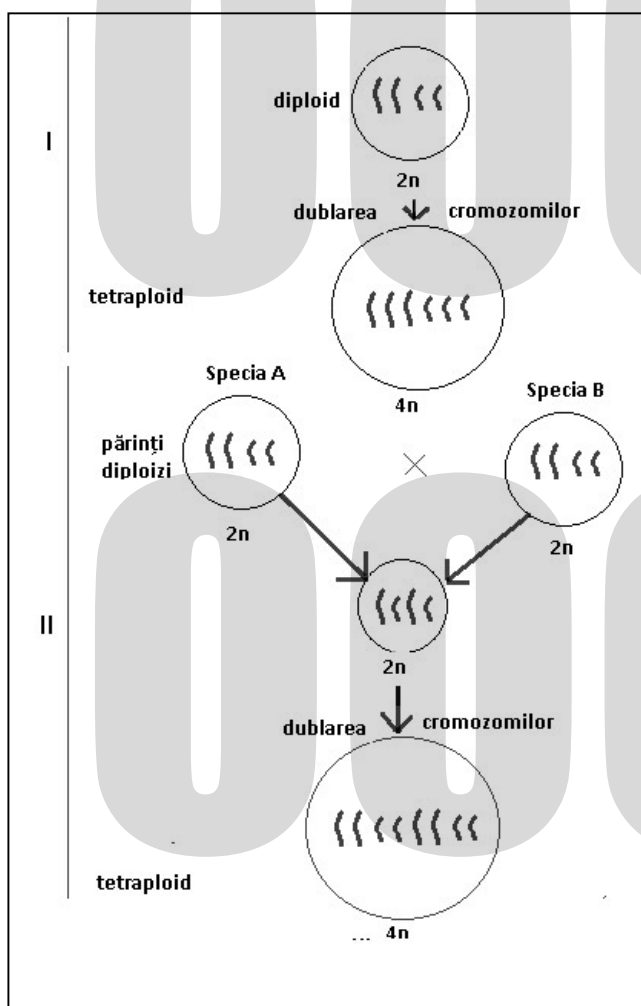
Hibridările între speciile *A. sativa* x *A. byzantina*, precum și *A. sativa* x *A. sterilis* sunt posibile pentru că aceste specii au același număr de cromozomi. În schimb nu se pot realiza hibridări directe între *A. sativa* x *A. strigosa* pentru că nu au cariotipuri identice. În asemenea situații, se recurge fie la un intermediar, fie la aplicarea metodei poliploidizării. Hibridarea îndepărtată *A. abyssinica* ($2n=28$) x *A. strigosa* ($2n=14$) și încrucișarea amphiploidului (intermediar) cu *A. sativa* ($2n=42$) este o metodă eficientă de încorporare în noile forme ce moștenesc rezistența la *Puccinia coronata* de la *A. strigosa* (T. Crăciun și colab., 1966).

9.4.3. Selecția mutantelor și a formelor poliploide

Euploidia și Aneuploidia reprezintă schimbări ale genomului constând dintr-o modificare a stocului de cromozomi normali ($2n$) Fenomenul general al variabilității numărului de cromozomi este cunoscut sub denumirea de poliploidie (fig. 9.1.)

În cazul euploidiei schimbarea constă în adăugarea uneia sau mai multor garnituri cromozomale întregi sau a mai multor genomi (un genom = x cromozomi). Ca urmare, noile forme pot fi triploide ($3x$), pentaploide ($5x$), etc.

În cazul aneuploidiei schimbarea constă în mărirea sau micșorarea stocului de cromozomi normali, cu unul sau mai mulți cromozomi izolați. Se deosebesc la fel, mai multe tipuri: trisomie ($2n+1$), tetrasomie ($2n+2$), monosomie ($2n-1$), nulisomie ($2n-2$), etc.



Cea mai veche dar în același timp cea mai utilizată metodă de obținere a formelor poliploide, la ovăz are la bază folosirea soluțiilor diluate de colchicină.

Colchicina împiedică formarea fusului nuclear, ceea ce face ca migrarea cromozomilor spre poli, să nu aibă loc.

I- Formarea autopolizilor prin duplicarea numărului de cromozomi a unei specii

II- Formarea allopolizilor în urma hibridării între două specii (după Poehlman)

Fig. 9.1. Originea poliploizilor

În acest fel, diviziunea nucleului se desfășoară normal, în

celulă apare un număr dublu sau multiplu de garnituri cromozomice, comparativ cu celulele netratate.

Ca urmare, gameții pot avea un număr de cromozomi egal cu celulele somatice, adică $2n$. În caz că la fecundare participă gameți diploizi ($2n$) iau naștere autotetraploizi, autohexaploizi, etc., care în general pot fi normali și ferili, deoarece meioza decurge normal.

Dacă un gamet diploid se unește cu un gamet haploid (n) iau naștere autotetraploizi, la care meioza nu mai este normală și ca urmare unii gameți și respectiv unii descendenți pot fi anormali. În aceste cazuri poate apare fenomenul aneuploidiei.

Când se folosește colchicina, semințele de ovăz germinate, cu coleoptil de 3-6 mm, se introduc într-o soluție de 0,25% colchicină timp de 20-30 min. (Gustafsson, 1958). Tratarea semințelor în curs de germinare se face în vase plate de sticlă, pe hârtie de filtru îmbibată cu soluție de colchicină.

Ameliorarea formelor poliploide. Utilizarea formelor poliploide induse artificial nu are șansă de reușită decât dacă se folosește un material inițial extrem de numeros și variat. Cercetările întreprinse au arătat că aptitudinea diverselor genotipuri de a produce forme poliploide este foarte diferită. De asemenea, s-a dovedit că formele poliploide obținute din diverse linii pure sunt foarte deosebite în privință productivității și a altor însușiri importante.

După alegerea materialului inițial și după aplicarea tratamentului cu colchicină, se obține în final un număr oarecare de forme poliploide. Aceste forme sunt de regulă puțin valoroase și numai în cazuri rare pot fi utilizate direct în cultură, de aceea, trebuie să se treacă la ameliorarea lor.

Selecția aplicată riguros permite extargirea puținelor forme poliploide valoroase și folosirea lor în producție. Schema de selecție indicată a fi utilizată este aceeași ca și cea aplicată în selecția

mutațiilor.

De regulă se realizează următoarea schemă de selecție a mutațiilor:

- în C1 se alege un număr cât mai mare de plante care prezintă mutații, evitându-se însă indivizii care au anomalii. Sămânța plantelor alese se recoltează, se păstrează și apoi se seamănă separat.
- În C2 se începe selecția propriu-zisă extrăgându-se elitele cele mai valoroase din cadrul fiecărei descendente.
- În C3 și în generațiile următoare se continuă selecția, utilizând metoda selecției individuale repetată anual.

În final se obțin câteva linii cu caractere noi, valoroase, care pot forma punctul de plecare pentru noi soiuri sau pot servi ca material inițial pentru hibridările ulterioare.

O alta metodă de ameliorare a formelor poliploide este hibridarea, realizată în două variante.

- Prima variantă constă în încrucișarea, după metoda hibridării simple, a două forme poliploide, chiar mai puțin valoroase. În multe cazuri se obțin prin acest procedeu rezultate neașteptate, asemănătoare în oarecare măsură cu efectul heterozis.
- A doua variantă constă în hibridarea formelor tetraploide cu formele obișnuite diloide. Hibrizii rezultați sunt triploizi și manifestă în majoritatea cazurilor însușiri superioare ambilor părinți.

Formele aneuploide pot constitui un material valoros de ameliorare. În această privință trebuie arătat că unele forme homozigote, constante, se dovedesc mai bine adaptate la mediu, iar altele, manifestă chiar însușiri noi, superioare celor existente la speciile diploide (Poehlmann J.M., 1959; Stebbins G.L., 1951)

Identificarea și producerea formelor aneuploide prezintă importanță în legătură cu aplicarea unor metode speciale de ameliorare de mare eficacitate cum sunt: metoda substituirii cromozomilor și metoda adăugării de cromozomi.

Aneuploizii au importanță și în analiza genetică. Sunt tot mai multe opinii ale cercetătorilor care susuțin că speciile care prezintă un număr apropiat de cromozomi au luat naștere prin aneuploidie.

9.5.Utilizarea speciilor sălbatice în ameliorarea ovăzului cultivat; provocări, abordări și realizări

Potențialul imens al speciilor salbatice de *Avena* ca donori de gene pentru un spectru larg de rezistențe la factorii biotici și abiotici de stres și a altor însușiri, este destul de evident prin tot ceea ce s-a menționat în acest capitol. Transferul, transformarea și utilizarea durabilă a acestor însușiri în crearea de noi soiuri de ovăz, poate fi o provocare pentru tehnicile genetice de ameliorare și selecție a liniilor, în special prin transferul acestor însușiri de la specii cu un nivel de ploidie mai scăzut. Acest subcapitol descrie rezultatele obținute în ameliorarea ovăzului cultivat, prin transferul diferitelor însușiri de la speciile sălbatice de *Avena* și crearea de linii sau soiuri, dificultățile întâlnite, și rolul markerilor moleculari în transferul și selecția acestor însușiri.

Ușurința transferului și utilitatea variației identificate la speciile sălbatice de *Avena* cu nivel de ploidie scăzut, depinde de natura variației, dacă caracterele sunt calitative sau cantitative și de relația genetică între donorul sălbatic și primitorul cultivat. Variația calitativă, cum ar fi rezistența la o boală când este controlată de gene majore, este de multe ori pur și simplu moștenită, independent de backgroundul genetic și de factorii de mediu. Variația cantitativă, cum ar fi cea pentru majoritatea caracterelor agonomice și însușiri ale

boabelor, este adesea controlată de gene multiple și expresia lor este puternic influențată de backgroundul genetic și de factorii de mediu. Soiurile de ovăz care au în constituția lor genetică părinți proveniți din ovăzul sălbatic, cu trăsături cantitative consolidate, caracterul moștenit va fi atribuit ovăzului sălbatic. Această atribuire se bazează adesea pe o îmbunătățire a nivelului componentei de la donorul sălbatic. Cu toate acestea, extinderea contribuției caracterului, și chiar numărul de specii sălbatice prezente în rundele de încrucișări și selecții, nu sunt suficient documentate în prezent. Utilizarea markerilor moleculari (QTL) nu numai că ajută foarte mult la identificarea și transferul locilor, cu trăsăturile dorite, din sursele sălbatice la ovăzul cultivat, dar permite documentarea prezenței și a contribuției lor.

Leggett și Thomas (1995) au împărțit speciile de *Avena* în trei fonduri de gene – primar, secundar și terțiar, împărțire bazată pe ușurința cu care se realizează transferul (introgresiunea) genelor de la speciile sălbatice la ovăzul hexaploid cultivat, conform conceptului de fond genetic pentru speciile cultivate, propus de Harlan și Wet (1971).

În acest sistem, fondul primar de gene este format din toate speciile hexaploide, cel secundar din speciile tetraploide cu genom AACC (*A. magna*, *A. murphyi* și *A. insularis*) și cel terțiar este alcătuit din speciile diploide și cele tetraploide rămase. În cazul genului *Avena*, transferul însușirilor se realizează în special în cadrul fondului primar de gene. Chiar și în cazul fondului primar de gene, contribuțiile aduse la îmbunătățirea unui cultivar sunt limitate așa cum este cazul însușirilor ereditare calitative, transmise de genele majore pentru rezistență la boli, în care situație, însușirile se depistează mai ușor.

9.5.1. Fondul primar de gene

Toate speciile hexaploide inclusiv cele mai comune specii sălbatice *A. sterilis* și *A. fatua*, datorită interfertilității ridicate în

încrucișări, au fost grupate de Ladizinsky și Zohary (1971) într-o singură specie biologică. Astfel, speciile hexaploide sălbatice, constituie fondul primar de gene, folosite pentru transferul însușirii dorite la ovăzul cultivat. Datorită interfertilității ridicate, introgresiunea însușirilor de la ovăzul sălbatic hexaploid la cel cultivat, poate fi realizată destul de ușor prin încrucișări convenționale și prin diferite backcrossuri. Totuși, frecvențe mai mari de anomalii meiotice, cum ar fi cromozomi univalenți și micronuclei, s-au observat la hibridii speciilor sălbatice x cultivate, (*A. fatua* x *A. sativa*) decât în cazul hibridilor intraspecifici (Luby și colab., 1985). Aceste frecvențe mari indică faptul că, în ciuda interfertilității ridicate, capacitatea de recombinare este redusă, fiind asociată cu disfuncții apărute în meioză, datorită heteromorfologiei cromozomale dintre cromozomii speciilor sălbatice și cultivate. Aceste disfuncții ar putea împiedica ruperea legăturilor între genele utile și cele dăunătoare în timpul introgresiunii unui caracter de la forma sălbatică la ovăzul cultivat.

Specia *A. sterilis*, strămoșul ovăzului cultivat, a fost descoperită ca o sursă destul de bogată în diverse însușiri, în special pentru rezistența la boli, putând fi utilizată cu succes în programele de ameliorare a ovăzului (Frey 1985). În regiunile estice și centrale ale SUA și în estul Canadei, unde se cultivă ovăzul de primăvară și în regiunile din sudul SUA, unde se cultivă ovăzul de toamnă, apare periodic *Puccinia coronata f.sp. avenae* diminuând producția de ovăz, motiv pentru care, cele mai multe programe de ameliorare au devenit dependente de utilizarea genelor de rezistență la rugina coronariană de la specia *A. sterilis*, pentru crearea noilor cultivare de ovăz. Mai mult de 30 de asemenea gene de rezistență de la *A. sterilis* au fost identificate și backcrossate în liniile sensibile de ovăz pentru a forma seturi diferențiate de linii cu rezistență diferită la acest agent patogen,

utilizate pentru a monitoriza schimbările apărute în gradul de virulență al raselor ruginei coronariene (Chong și colab., 2000; Carson, 2008). Totuși, cele mai multe gene care conferă rezistență specifică la rugina coronariană sunt genele majore. Astfel, atunci când acționează individual, deși inițial sunt extrem de eficiente în protejarea soiului, acestea își pot pierde rapid eficacitatea lor din cauza presiunii de selecție provocând schimbări în modul de virulență a raselor de rugină. De-a lungul timpului s-au dezvoltat diferite scheme de hibridare pentru a se eficientiza utilizarea acestor gene. În programele de ameliorare a ovăzului din Canada, gena Pc39 de la *A. sterilis* a fost transferată în soiul Fidler (McKenzie și colab., 1981), furnizând rezistență la rugina coronariană, ceea ce a dus la îmbunătățirea substanțială a acestui soi în comparație cu alte soiuri create în Canada. Mai târziu prin combinarea genelor Pc38 și Pc39 s-a creat soiul „Dumont”(McKenzie și colab.,1984) care este rezistent la toate speciile de rugină coronariană, cunoscute. Combinația genelor Pc38-Pc39 cu alte gene neidentificate de la *A. sterilis* au fost folosite și la crearea altor soiuri canadiene și a unor soiuri din Dakota de Nord (Steele, Valley și Newdak) (McMullen și Patterson 1992). Această metodologie a furnizat rezistență efectivă până în jurul anilor '90 (Chong și Seaman 1991). Adăugarea în soiurile „AC Assiniboia” și “AC Medallion” pe lângă genele Pc38 și Pc39 și a genei Pc68 (Brown și colab., 2001), a furnizat protecție împotriva ruginei coronariene, pentru câțiva ani (Duguid și colab., 2001), dar aceste combinații și-au pierdut eficacitatea, odată cu micșorarea rezistenței genei Pc38 la virulența raselor de rugină (Chong și colab., 2008). Scăderea rezistenței a necesitat noi cercetări pentru găsirea de surse adiționale de rezistență, inclusiv noi linii de *A. sterilis* pentru utilizarea în combinații directe sau încrucișate. Programele de ameliorare a ovăzului de toamnă din sudul SUA au utilizat și alte combinații de

gene de la *A. sterilis* pentru transferul rezistenței la rugina coronariană: Pc58 în soiul “TAM-0-301” (McDaniel 1974a) și Pc59 în soiul “TAM-0-312” (McDaniel 1974b), create de Universitatea din Texas, Pc60 și Pc61 obținute de Compania de Producere de Semințe din Carolina de Sud (Leonard și Martinelli 2005). Genele Pc60 și Pc61 au fost folosite subsecvențial la soiurile de ovăz „Don” (Brown și Kolb 1989a) și „Hazel” (Brown și Kolb 1989b), cultivate în Illinois, SUA.

O metodă alternativă de utilizare a genelor de rezistență la rugina coronariană, inclusiv a acelor din specia *A. sterilis*, pentru prelungirea efectivă a duratei de viață a rezistenței genelor individuale a fost de creare a ”multiliniilor” de către cercetătorii K.J. Frey, J.A. Browning, și M. D. Simons de la Univeristatea Iowa (Browning și Frey 1969). În această abordare, diferite gene rezistente la rugina coronariană au fost transferate într-un soi comun de ovăz, pentru a forma un cultivar compozit ce conținea gene de rezistență la rugină sau linii compozite. Dezvoltarea acestor multilinii ar putea pune o presiune mai mică pe rasele de rugină, pentru a dezvolta rezistență la orice genă. În soiul “Webster,” creat din multilinii s-au utilizat de la *A. sterilis*, nouă gene de rezistență la rugina coronariană (Frey și colab., 1988). În timp ce această abordare pare a fi eficientă în întârzierea sau prevenirea acumulării de virulență asupra genelor specifice, procesul de ameliorare s-a dovedit a fi totuși prea lent și greoi, neînregistrându-se progrese adecvate și la alte trăsături implicate în ameliorarea unui soi, și prin urmare, nu a fost utilizat pe scară largă.

Pe lângă genele Pc de la *A. sterilis*, au fost raportate și alte gene de transfer a rezistenței la rugina coronariană în cultivarele de ovăz. Multe dintre aceste gene oferă rezistență parțială și sunt multigene responsabile de caracterele cantitative, fiind mai dificil de

caracterizat, dar pot fi mai rezistente la rasele specifice de rugină și prin urmare mai eficiente (Simons 1985). De exemplu, Hoffman și colab. (2006) au arătat că rezistența genei Pc58 inclusă în soiul "TAM-0-301" implică cel puțin trei componente genetice separabile, inclusiv o componentă care are o posibilă rezistență parțială la rasele nespecifice de rugină.

Rezistența la rugina coronariană a formelor sălbatice de *A. sterilis* a fost utilizată în ameliorarea ovăzului cultivat și din alte țări, fie prin încrucișări directe cu *A. sterilis* sau indirecte prin utilizarea cultivarelor din Canada și SUA ce aveau în constituția lor genetică, gene transferate de la *A. sterilis*. Un lucru demn de luat în seamă este prezența în diferite cultivare din America de Sud a genelor Pc58, Pc59, Pc60 și Pc61, introduse prin intermediul unui program de colaborare din cadrul Colegiului Național pentru Cercetarea Plantelor și a Solului, Quaker, Canada, fiind cultivate mulți ani în diferite țări din America de Sud (Leonard și Martinelli 2005).

Două gene, Pg13 și Pg15 conferă rezistență la o altă boală foarte agresivă în culturile de ovăz numită rugina neagră (*P. graminis f.sp. avenae*), și sunt incluse într-un set de linii diferite, folosite pentru a contracara virulența acestui agent patogen, în SUA și Canada (Fetch and Jin 2007). Pc13 combinată cu Pg2 și Pg9, au fost folosite la îmbunătățirea soiului „Dumont” (McKenzie și colab., 1984) și ulterior folosite și de către Grupul Winnipeg la crearea soiului „Steele” (McMullen și Patterson 1992), fiind cultivate mai mulți ani în Dakota de Nord. Cu toate acestea, o răspândire rapidă a altor rase virulente de rugină neagră în aceste regiuni, a dus la alte cercetări pentru găsirea de noi surse de gene (McCallum et al. 2000). Screeningul a peste 7000 de probe de *A. sterilis* nu a reușit să identifice surse cu rezistență puternică la rasele de rugină din aceste regiuni, dar s-au identificat

surse de rezistență, la speciile de *Avena* cu un nivel de ploidie scăzut (Gold Steinberg si colab., 2005).

Utilizarea speciei *A. sterilis* ca sursă de rezistență la făinare (*Blumeria graminis. f. sp. avenae* Em. Marchall) în Anglia și în vestul Europei, a fost precizat într-un comentariu făcut de Roderick si colab., (2000). Fainarea este descrisă ca, cel mai important agent patogen foliar din Anglia și din regiunile reci și umede din vestul Europei. Rezistența la făinare a fost transferată de la *A. sterilis* var. *ludoviciana* (linia Cc4346), la soiul „Mostyn” din Anglia; în orice caz, eficacitatea acestei gene specifice a scăzut în câțiva ani printr-o schimbare a virulenței patogenului, deși această linie a mai fost folosită încă câțiva ani în Europa. În mod similar crearea soiului „Maris Tabard” cu gena de rezistență transferată de la hibridul rezultat din încrucișarea speciilor *A.sativa x A. sterilis* var. *ludoviciana*, dar în scurt timp patogenul și-a schimbat virulența, apărând noi rase. O formă cu o rezistență parțială la făinare a fost descoperită la *A. sterilis*, linia Pc54 care a fost creată și cu participarea unei gene de rezistență la rugina coronoriană Pc54, prin backcrossuri diferențiate, s-a obținut linia CAV1832, care a fost unul din părinții soiului „Pendak” (Sebesta și colab., 1993). Această linie a devenit principala sursă de rezistență la făinare, în programele de ameliorare din Anglia și Europa (Roderick și colab., 2000).

Odată cu transferarea rezistenței la făinare de la *A. sterilis*, la ovăzul cultivat, a fost testată și rezistența la nematodul cerealelor *Heterodera avenae* Woll. (Cook 1974). Analizele nulisomice indică prezența genelor dominante de rezistență în soiul de ovăz „Panema” care sunt moștenite de la *A. sterilis* (linia I.376). Se pare că este același locus care a fost transferat în soiul „Nelson” (linia CI 344) (Chew si colab., 1981). Rezistența la nematodul cerealelor a speciei *A. sterilis* a fost folosită de asemenea la îmbunătățirea soiului Svalof, din

Suedia (Mattsson 1988).

În plus, pe lângă faptul că probele de *A. sterilis* reprezintă o sursă bogată de gene pentru rezistență la boli, s-a observat că au și alte însușiri agronomice (calitatea semințelor) care pot fi folosite în ameliorarea soiurilor de ovăz. Cele mai multe dintre aceste însușiri sunt însă cantitative în natură, controlate de gene multiple influențate de factorii genetici și de mediu. Astfel, transferul acestor trăsături într-un soi de ovăz este mult mai dificil decât al transferului genelor majore calitative, care de multe ori pot fi introgresate prin backcross simplu la un cultivar recurent, cu un minim impact asupra altor trăsături ale recipientului. În cadrul studiului său privind ameliorarea ovăzului J. B. Holland (1997), a subliniat că, prin transferul unei trăsături cantitative poligenice de la o specie de ovăz sălbatic este necesar în mod obișnuit de o cantitate mare de germoplasmă sălbatică care să fie menținută în câmpul de selecție din care se vor extrage linii, pentru un singur caracter. Astfel, transferul caracterelor cantitative se potrivește mai mult cu conceptul dezvoltat de Simmonds (1993) de "încorporare" a germoplasmei exotice versus „introgresie" simplă, a unei singure trăsături.

O altă problemă apărută la încorporarea trăsăturilor cantitative de la germoplasma sălbatică este aceea că genele care controlează anumite caractere dorite, de multe ori sunt legate de gene dăunătoare care pot duce la obținerea unor linii care au și caractere nedorite în liniile nou formate. De exemplu un conținut de proteină brută în cariopse, mai mare de 35% s-a găsit la unele probe de *A. sterilis* (Campbell și Frey 1972; Ohm și Patterson 1973; Frey 1983), dar s-a dovedit destul de dificil pentru a fi încorporate în liniile hibride obținute datorită binei-cunoscute asocieri negative între diferite însușiri la cereale (Simmonds 1995). Această complicație apare din cauza concurenței între procesele fiziologice, pe un fond limitat de

metaboliți de azot și carbon. De asemenea, niveluri aparent ridicate a componentelor nutritive din bob, cum ar fi proteine, grăsimi, β -glucani, sau alți nutrienți sunt adesea exprimate procentual astfel că boabele mici cu un conținut scăzut de amidon, apar ca fiind favorabile atacului acestor patogeni. În ciuda acestor probleme, liniile ameliorate, cu un conținut ridicat de nutrienți în sămânță au fost obținute prin hibridarea speciilor *A. sterilis* x *A. sativa* (Frey 1992).

Hollenad (1997) într-un studiu al său, a subliniat faptul că selecția recurentă s-a dovedit a fi o tehnică foarte potrivită pentru încorporarea genelor de la *A. sterilis* în fonduri genetice adaptate, datorită oportunităților de a rupe legături cu trăsături nedorite, prin runde succesive de recombinare și selecție. El apoi a descris două exemple din lucrarea lui Frey (1991), iar studenții săi de la Universitatea de Stat Iowa, cu ajutorul selecției recurente, folosind germoplasmă de *A. sterilis*, au obținut linii de ovăz cu un conținut ridicat de proteine și grăsimi.

S-au relizat o serie de studii progresive privind încorporarea de gene responsabile de conținutul de proteină de la *A. sterilis* cum ar fi:

- demonstrarea faptului că unele gene de la *A. sterilis* au fost diferite și complementare cu cele de la *A. sativa* (Cox și Frey 1985);
- identificarea unor linii de încrucișare atât în germoplasma de *A. sterilis* cât și în cea de *A. sativa*, între care nu a existat nici o corelație negativă între conținutul de proteine din bob și productivitatea acestora (Kuenzel și Frey 1985);
- selecția descendenților din aceste încrucișări și utilizarea lor ca părinți pentru cicluri recurente de selecție în soiurile cu un conținut ridicat de proteină și o producție ridicată (McFerson și Frey 1991; Moser și Frey 1994).

Un set similar de experimente a dus la utilizarea germoplasmei

de *A. sterilis* în dezvoltarea unor soiuri de ovăz cu un conținut ridicat de grăsimi, în primul rând pentru a demonstra că genele responsabile de conținutul de grăsimi de la *A. sterilis* sunt complementare cu cele de la *A. sativa* (Thro și Frey 1985), apoi formele de *A. sterilis* cu un conținut ridicat de grăsimi au fost încrucișate cu soiuri de ovăz cultivat cu un conținut ridicat de grăsimi, urmat de alte încrucișări între liniile nou formate cu însușiri agronomice superioare. După mai multe cicluri de selecție recurentă, pentru un conținut ridicat de grăsimi, a urmat o selecție independentă pentru adaptarea agronomică a liniilor obținute din ovăzul cultivat (Branson și Frey 1989a, b). Aceste eforturi au avut ca rezultat crearea de soiuri cu un conținut de grăsimi de 16%, după 6 cicluri de selecție (Schipper și Frey 1991).

Prezența genelor pentru productivitate crescută la specia *A. sterilis* a fost raportată de Frey și Browning (1971), bazată pe productivitate ridicată a unor linii derivate din încrucișările făcute între linii de *A. sterilis* care posedă gene de rezistență la rugina coronariană cu linii productive de *A. sativa*. Studii suplimentare au indicat că creșterea producției este atribuită de asemenea, ratei de dezvoltare a plantei (Takeda și Frey 1976), creșterii biomasei (Cox și Frey 1984a, b) și creșterii duratei de dezvoltare a suprafeței foliare (Brinkman și Frey 1977; Bloethe-Helsel și Frey 1978).

Au fost create multe soiuri cu trăsături îmbunătățite care conțin cantități mari de germoplasma de *A. sterilis*, inclusiv soiurile "Sheldon" (Frey 1992) și „Ozark” (Bacon 1991). Aceste soiuri au un potențial de producție ridicat, iar soiul Ozark este rezistent la îngheț, caracter moștenit de la liniile de *A. sterilis*. În mod similar, deși nu au fost gene specifice pentru toleranță la BYDV (moștenită ca o trăsătură poligenică) au fost identificate probe rezistente sau tolerante la BYDV în aproximativ 1718 probe de *A. sterilis* testate de Comeau (1982), precizând că cele mai recente soiuri din SUA și Canada au în

constituția lor genetică, gene de rezistență la BYDV transferate de la *A. sterilis*.

S-a observat o productivitate ridicată în primele generații de backcross, la liniile care conțineau citoplasmă de *A. sterilis*, acestea fiind comparate cu linii derivate din încrucișări reciproce unde au fost implicați aceiași părinți; *A. sterilis* $\times$ *A. sativa*, dar cu citoplasmă de la *A. sativa* (Robertson și Frey 1984). Această observație a condus la propunerea de utilizare a citoplasmei de *A. sterilis* pentru ameliorarea ovăzului cultivat.

Cu toate acestea, eșecul de a găsi dovezi ale unui efect consistent heterotic nucleo-citoplasmatic, în numeroasele încrucișări dintre *A. sterilis* $\times$ *A. sativa* (Beavis și Frey 1987) și în generațiile ulterioare de backcross între aceste două specii (Rines și Halstead 1988) este datorat efectului pozitiv al citoplasmei de la *A. sterilis*, dependent de combinația folosită și de genele nucleare reținute în fiecare linie de *A. sterilis* (Loskutov, 2011)

Ovăzul sălbatic comun hexaploid, *A. fatua* L., a fost folosit într-o măsură mult mai mică decât *A. sterilis*, ca sursă de germoplasmă pentru ameliorarea ovăzului cultivat. Această utilizare redusă este probabil, din cauza lipsei sale de gene majore identificate pentru rezistență la boli și lipsa generală a diversității de trăsături așa cum s-a găsit la *A. sterilis*. Germoplasma de *A. fatua* a fost o componentă majoră a soiurilor "Rapida" (1967a Suneson), "Sierra" (Suneson 1967b), "Montezuma" (Suneson 1969), și "Mesa" (Thompson 1967). Utilizarea resurselor genetice locale de *A. fatua*, din regiunile aride din sud-vestul SUA, în calitate de părinți, a furnizat soiurilor Rapida și Montezuma, adaptarea dorită la secetă, inclusiv precocitate extremă. Stevens și Brinkman (1986) au avut mai puțin succes atunci când au utilizat probe de *A. fatua* pentru îmbunătățirea productivității soiurilor din SUA. O selecție a liniilor rezultate din backcrossuri, în funcție de

nivelul producției, a dus la eliminarea formelor parentale, datorită rezistenței scăzute a acestora la rugina neagră și rugina coronariană, condiție esențială în crearea unui soi.

Mai multe tipuri de gene au fost identificate în plantele de *A. fatua* cu talie mai mică, colectate din Japonia și zonele înconjurătoare din Asia de Est, când aceste plante au fost încrucișate cu soiul Kanota (Morikawa, 1989; Morikawa și colab., 2007). Cu toate acestea, atunci când una dintre aceste gene a fost utilizată în continuare în mai multe încrucișări, efectuate de Milach și colab. (1998), a rezultat un fenotip pitic, constatându-se că ar fi prea extrem pentru a fi utilizat în mod direct în crearea unui soi. Eforturi suplimentare pentru a identifica gene modificatoare corespunzătoare, sau utilizarea altor gene pentru piticire s-ar putea dovedi utile în reducerea înălțimii plantelor la ovăzul cultivat. Una sau mai multe gene pentru latență, în probele de *A. fatua*, au fost utilizate de Burrows (1986) în crearea unor linii experimentale (linii dorminzi) la ovăzul cultivat, pentru a fi semănat în toamnă, rămânând în stare dormindă peste iarnă și germinează primăvara devreme pentru a profita de un sezon mai lung de creștere în regiunile nordice unde ovăzul cultivat nu este adaptat gerurilor din timpul iernii. O sincronizare adecvată a germinației, combinată cu un fenotip bun de ovăz cultivat, s-a dovedit a fi dificil de atins pentru realizarea unui soi.

9.5.2. Fondul secundar de gene

Leggett și Thomas (1995) au definit fondul secundar de gene ca fiind alcătuit din specii tetraploide cu genom AACC (*A. magna* (maroccana) și *A. murphy*), pe baza observațiilor făcute în urma hibridărilor efectuate cu *A. sativa*, în F1 plantele sunt auto-sterile, fertilitatea feminină în schimb, permite încrucișarea lor cu formele hexaploide, producând puține semințe, dar asocierea între cromozomii

speciilor tetraploide și hexaploide pare să fie suficientă pentru a permite ca recombinația să aibă loc. Specia tetraploidă *A. insularis* cu genom AACC, recent descoperită (Ladizinsky 1998), ar trebui de asemenea să fie inclusă în fondul secundar de gene. Capacitatea de a transfera gene de la specia tetraploidă cu genom AACC la ovăzul hexaploid cultivat a fost indicată pentru recuperarea derivaților din backcrossuri, a pentaploidului F1 cu 42 de cromozomi, dar cu trăsături caracteristice părintelui tetraploid (Ladizinsky și Fainstein 1977; Thomas și colab. 1980a).

Introgresia cu succes a rezistenței la rugina coronariană de la o probă de *A. magna* în germoplasma hexaploidă de ovăz cultivat, a fost realizată de Rothman (1984), prin utilizarea unui hexaploid sintetic. Hexaploidul sintetic a fost obținut prin tratarea cu colchicină a unui hibrid F1 obținut din încrucișarea speciilor diploide, *A. longiglumis* (proba CW57) și *A. magna* (proba CI 8330). Cu toate că inițial în prima generație - C1 (descendenți tratați cu colchicină) plantele aveau puține semințe, dar în generația a șasea (C6), fertilitatea spiculețelor a fost recuperată, probabil prin backcrossuri accidentale. Această germoplasmă conținea gena de rezistență PC-91 (Rooney și colab., 1994) ce a fost utilizată în dezvoltarea soiului HiFi (McMullen 2005) care, datorită prezenței genei Pc91, împreună cu unele gene Pc neidentificate, și-a păstrat rezistența efectivă timp de mai mulți ani (Chong și colab., 2008).

Caracteristicile speciei *A. magna* care a provocat inițial interes pentru transferul de gene la ovăzul cultivat s-a datorat dimensiunii mari a boabelor și a conținutului ridicat de proteină (peste 25%) (Ladizinsky și Fainstein 1977; Thomas și colab. 1980a). În ciuda extinderii eforturilor pentru efectuarea încrucișărilor, backcrossurilor și selecției, încorporarea acestor însușiri moștenite poligenic, în soiuri productive, nu a fost posibilă (Valentine, comunicare personală, Marea

Britanie, 2007). Ca o alternativă la încercarea de a transfera aceste trăsături poligenice complexe în ovăzul hexaploid cultivat, Ladizinsky și Fainstein (1977a) au propus transferul unor trăsături mai simple de la *A. sativa* la *A. magna* și *A. murphyi*, obținându-se astfel ovăzul tetraploid domestic. Ladizinsky (1995) a raportat formarea unei noi specii tetraploide cu următoarele caracteristici: spiculețe rezistente la scuturare, palea inferioară glabră de culoare galbenă, ariste mai scurte, care au segregat, aparent, într-o singură genă. El a mai subliniat că acest fel de transfer a bagajului genetic de la *A. magna* și *A. murphyi* ar putea duce la obținerea de derivați domestici care ar avea mai mult succes în cultură, decât ovăzul cultivat, mai ales în arealele calde din Maroc și Spania, acolo unde cele două specii sălbatice cresc în mod natural.

9.5.3. Fondul terțiar de gene

Zestrea genetică terțiară așa cum este definită de Leggett și Thomas (1995) cuprinde toate speciile diploide și patru specii tetraploide: *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. abyssinnica*, și *A. macrostachya*. Caracteristica principală a acestui grup de specii mai greu de exploatat este faptul că nu formează ușor hibrzi cu *A. sativa* pentru a produce în F1 plante, dacă totuși se formează plante, acestea sunt sterile, atât în auto-încrucișare cât și în backcrossuri, și însușirile dorite, ce se introduc sunt de obicei, dificil de introgresat în linii stabile, ameliorate, care să fie libere de gene însoțitoare, dăunătoare.

Folosirea unui părinte (de sex feminin) cu nivel de ploidie inferior în încrucișări, în general, îmbunătățește calitatea semințelor (Rajhathy și Thomas 1974). Chiar și în această situație, salvarea embrionilor este adesea necesară în multe încrucișări între speciile diploide x hexaploide, în vederea recuperării plantelor în F1. Un anumit nivel de fertilitate al plantelor în F1, care de obicei sunt sterile,

datorită atât lipsei omologiei cromozomiale cât și absenței unei perechi de cromozomi, este de multe ori obținută prin tratarea plantelor cu colchicină (dublarea numărului de cromozomi), rezultând astfel plante cu seturi complete de cromozomi, de la ambii părinți. Retroîncrucișarea acestor linii cu un număr dublu de cromozomi x *A. sativa*, folosit ca părinte recurent, urmat de selecția plantelor pentru însușirea dorită, de multe ori se produce treptat crescând fertilitatea liniilor, similar cu părintele recurent, iar însușirea introgresată fiind deja prezentă pe un cromozom adăugat ori substituit sau pe o pereche de cromozomi. Un exemplu de introgresie a unei însușiri a fost atunci când Hoppe și Kummer (1991) au folosit octaploizi sintetici din embrionii salvați, prin tratarea cu colchicină. Prin încrucișarea speciilor diploide x hexaploide s-au obținut plante F1, realizându-se introgresia atât a genei responsabile de rezistența la făinare de la *A. pilosa*, la soiul "Campion" (Herrmann, BAFZ, Gross Lusewitz, Germania, comunicare personală, 2009), cât și a genei Pc94 responsabilă de rezistența la rugina coronariană (Aung și colab., 1996), la soiul "Leggett" (Chong și colab., 2004).

O serie de "punți" genetice au fost folosite pentru a transfera gene, de obicei, pentru rezistența la rugină, de la speciile diploide la specia hexaploidă *A. sativa*. Aceste „punți” implică încorporarea rezistenței într-un tetraploid sau hexploid sintetic care va produce plante viabile în F1. Prin dublarea numărului de cromozomi a unei specii diploide (tratamentul cu colchicină) și transformarea sa în autotetraploid (Zillinsky și Derick 1960), se poate realiza introgresia genei de rezistență la rugină, de la specia diploidă la specia tetraploidă (Zillinsky și colab., 1959), sau se poate realiza prin încrucișarea unei specii diploide cu una tetraploidă, urmată de dublarea numărului de cromozomi (tratamente cu colchicină), având loc în ambele situații, construirea unui hexaploid sintetic. Hibrizii sintetici ($2x \times 4x$) au în

constituția lor genetică atât tetraploizi AABB - *A. abyssinica* (Brown și Shands 1954; Forsberg și Shands 1969a, cât și tetraploizi AACC - *A. magna* (Rothman, 1984) și *A. murphyi* (Rines și colab., 2007). Hibridul sintetic „Amagalon” ($2x \times 4x$) rezultat din încrucișarea speciilor *A. magna* x *A. longiglumis* a permis, de asemenea, introgresia genei Pc91, responsabilă de rezistența la rugina coronariană (Rothman 1984) de la specia tetraploidă *A. magna*, la soiul hexaploid *HiFi* (McMullen 2005).

Următoarea dificultate frecvent întâlnită în transferul unei gene de la o specie diploidă sau tetraploidă în ovăzul comun cultivat este de a integra acea genă într-o linie ameliorată stabilă care va sigura transferul genei adăugate în cadul generațiilor viitoare, și care va fi liberă de efectele linkage-urilor nedorite. Dyck și Zillinsky (1963) au raportat două gene de rezistență la rugina coronariană, ce provin de la *A. strigosa*, și care au fost încorporate în linia CD3820 prezentă în încrucișările unui tetraploid derivat x *A. sativa*.

Gena Pc23, părea să fie complet integrată în liniile normale de *A. sativa*, fiind transmisă într-un mod stabil, în schimb gena PC15, a fost moștenită într-un mod instabil. Autorii au sugerat că pe baza observațiilor citologice privind frecvența diferită de cuplare a cromozomilor în încrucișările dintre *A. strigosa* x *A. sativa*, au existat segmente de cromozomi diploizi (de exemplu, cel care transportă gena Pc15), care nu au fost pe deplin compatibili cu cromozomii de la *A. sativa*, fiind responsabili pentru meiozele neregulate. Analize comparative între hărțile genetice ale speciilor diploide cu genom A și ale speciei *A. sativa* au dezvăluit existența unor regiuni sintetice mai mari la grupurile de *A. sativa* ce erau linkate mai mult cu grupurile diploide, decât cu alte grupuri (O'Donoughue și colab 1995; Portyanko și colab., 2001.). De asemenea, Jellen și colab. (1995) au constatat că anumite grupuri cromozomiale linkate au avut tendința de a rămâne

mai mult sintonice, decât la alte cereale. Astfel, posibilitatea sau ușurința cu care o genă străină (de exemplu, de la *A. strigosa*) este încorporată singură, într-un cromozom al speciei primitive, probabil depinde de localizarea genei în genomul donor și de omologia existentă între cromozomul donor sau segmentul de cromozom, și cromozomul speciei primitive (Loskutov, 2011).

Au fost întâlnite, de asemenea, dificultăți în transferul anumitor gene de la speciile tetraploide ce aparțin fondului secundar de gene, probabil datorită heteromorfologiei cromozomiale, între specia donor și recipientul *A. sativa*. Încercările de a transfera rezistența la fâinare de la specia tetraploidă *A. barbata* (Cc4897) la soiul „Manod” prin backcross și selecție, a avut ca rezultat obținerea de linii cu rezistență desfășurată numai pe cromozomul adăugat (Thomas și colab., 1975). Iradierea liniei cu o sursă CO⁶⁰, a activat recuperarea rezistenței prin translocare, cu transmisie normală a rezistenței în fondul genetic al soiului "Manod", dar translocarea a indicat o transmisie neregulată în fondurile genetice ale altor soiuri. Această translocare a demonstrat schimburile ce au loc între cromozomii ne-omologi (Aung și Thomas, 1978). Transferul rezistenței la rugina neagră de la *A. barbata*, prin iradierea cromozomului străin adăugat, a fost realizat în mod similar de Brown (1985) obținând linii de translocatie stabile, dar productivitatea acestora era scăzută, probabil datorită prezenței genelor nocive translocate de pe un segment de cromozom străin. Linii mai stabile ce transmit rezistența la fâinare au fost produse de Thomas și colab., (1980b), care au folosit în încrucișări un "supresor" pentru perechea de cromozomi ne-omologi de la *A. longiglumis*, obținând linia CW57. Utilizarea liniei CW57 pentru inducerea de cromozomi omologi și transferul acestora în ovăzul cultivat, reprezintă introgresia îmbunătățită prezentată de Thomas și Al-Ansari (1988). Linia CW57 a

fost folosită de asemenea, pentru a facilita transferul unei gene dominante care conferă rezistență la făinare de la specia diploidă *A. prostrata* (Griffiths 1984; Morikawa 1995). Succesul deplin al introgresiei rezistenței la făinare de la specia perenă tetraploidă *A. macrostachya*, a fost obținută pur și simplu prin încrucișări și selecții (Yu și Herrmann 2006).

În raport cu gradul de omologie a unui segment de cromozom străin introdus în cromozomii recipientului nu este importantă numai asocierea sa inițială și recombinarea cu unul dintre cromozomii recipientului ovăzului cultivat, ci și efectul perturbator al segmentului de cromozom introgresat, care este determinat de prezența unei perechi de cromozomi în meioză, odată cu introgresia segmentului respectiv. Wilson și McMullen (1997a, b) au raportat că rezistența la rugina coronariană de la *A. sterilis*, este dată de gena Pc38 care este localizată pe un cromozom al soiului „Steele”, dar în cazul soiului „Dumont”, gena Pc38 este localizată pe un alt cromozom, astfel încât prin încrucișarea soiurilor Steele x Dumont, acestea ar putea segrega producând descendenți cu zero, până la patru copii ale genei Pc38.

Un alt obstacol care poate să apară în transferul interspecific al caracterelor și care poate afecta toate nivelurile de ploidie este suprimarea sau inhibarea exprimării caracterului introdus. Această suprimare poate fi determinată fie de o genă-specifică sau poate fi o suprimare generală specifică speciei și a fost observată în multe culturi, inclusiv la grâu (Singh și colab., 1996). Gena de rezistență la rugina coronariană- PC38 sau un alt factor strâns legat de aceasta, a fost raportat că suprimă rezistența unei alte gene (Pc62) de la *A. sterilis* (Wilson și McMullen 1997a, b) și, rezistența genei Pc94 de la *A. strigosa* (Chong și Aung 1996). Rines și colab. (2007) au raportat gene supresoare care suprimă rezistența la rugina coronariană a genei Pc94 de la *A. strigosa* (CI6954SP), care au fost separate de această

genă prin retroîncrucișări ale derivatelor. Gena supresoare a suprimat de asemenea genele Pc62 și Pc38, la aceasta din urmă acționând într-un mod diferit față de celelalte gene Pc (Rines și colab., 2008).

Supresia specifică aparentă a speciei *A. murphyi* a fost raportată de Rines și colab. (2007) în cazul genei P12 care determină rezistența ridicată la rugină, dar a fost suprimată în timpul încrucișărilor și backcrossurilor dintre *A. murphyi* (genaP12) x *A. sativa* (soiul Ogle). O suprimare generală a exprimării rezistenței la rugină de către *A. sativa* (Rines și colab., 2008) s-a observat, de asemenea în timpul încrucișărilor dintre *A. murphyi* și 5 soiuri de *A. sativa* sensibile la rugină. Un alt exemplu privind lipsa de exprimare a rezistenței la rugina neagră și la BYDV a fost întâlnit în hibridările dintre *A. sativa* x *A. strigosa* (Ladizinsky, 2000).

9.5.4. Rolul studiilor genetice clasice și moleculare

Metoda cea mai promițătoare de reducere a eroziunii genetice în cadrul speciilor cultivate este utilizarea în activitățile de ameliorare a speciilor sălbatice, împreună cu cele cultivate. Semnificația practică a lucrărilor de ameliorare este vizibilă în succesul transferului de trăsături valoroase de la speciile sălbatice la formele cultivate. Referitor la gradul de încrucișare a speciei *A. sativa* cu celelalte specii, așa cum am menționat în subcapitolele anterioare este în funcție de fondul genetic din care face parte specia cu care urmează să se încrucișeze (Harlan și Wet, 1971). Fondul primar de gene include toate speciile hexaploide cultivate și sălbatice, care se încrucișază direct cu ovăzul cultivat, fondul secundar de gene conține unele specii tetraploide (*A. magna*, *A. murphyi*, *A. insularis*, etc), care se încrucișează direct cu ovăzul cultivat, deși ele produc urmași sterili. Hibridi de *A. sativa* formați cu aceste specii sunt parțial fertili, dar fertilitatea poate crește prin backcrossuri. Genofondul secundar conține

multe trăsături utile, totuși speciile trebuie să fie mai bine explorate, colectate și evaluate. Fondul terțiar de gene include speciile diploide și cele tetraploide rămase, dar pentru hibridări este necesară aplicarea tehnicilor *in vitro* (Jellen și Leggett 2006).

Cu toate aceste piedici, speciile sălbatice reprezintă un rezervor bogat de diversitate pentru ameliorarea ovăzului cultivat.

La rândul lor, speciile participante la încrucișările între ovăzul cultivat și cel sălbatic pot fi împărțite în două grupe:

(1) Specii cu care se lucrează ușor și dau urmași fie fertili (toate speciile hexaploide) sau parțial sterili (speciile cu genom AC - *A. magna* și *A. murphyi*) și;

(2) Specii la care încrucișările se fac cu dificultate, cu urmași sterili sau cu un grad înalt de sterilitate (de ex. cu *A. barbata*) sau complet sterili, așa cum este cazul la *A. prostrata* x *A. vaviloviana* (Leggett 1996).

Dificultatea de a transfera alele de la specii diploide și tetraploide la specii hexaploide a fost observată de mulți cercetători (Leggett 1996; Mitrofanov și Mitrofanova 1972), iar esența ei este depășirea barierelor de încrucișare. Această problemă poate fi rezolvată prin folosirea mutanților, prin transformare genetică, sau prin aplicarea backcrossurilor. Dublarea cromozomilor se poate induce prin tratament cu colchicină, care este adesea folosit pentru a depăși sterilitatea hibrizilor dintre speciile diploide și ovăzul hexaploid cultivat. Iradierea cu neutroni termici a făcut posibilă încrucișarea speciei *A. abyssinica* cu *A. sativa* (Sharma și Forsberg 1977). Posibilitatea de a transfera cromozomi întregi sau părți ale acestora din speciile diploide direct în genomul ovăzului hexaploid folosind purtători genetici, a fost confirmată prin hibridarea cu succes a multor specii (Loskutov și colab., 2011)

Cea mai promițătoare cale pentru depășirea incapacității

conjugării cromozomilor a fost folosirea liniei CW57 de la specia diploidă *A. longiglumis*, care a determinat cojugarea cromozomilor omologi facilitând astfel, transferul trăsăturilor de la specia tetraploidă *A. barbata* la specia hexaploidă *A. sativa* (Thomas 1988). Motivul este acela că speciile diploide conțin alele supresoare diploidizante "sălbatică" și gene responsabile pentru recombinarea genomului (Rajhathy 1966). Un bun exemplu de utilizare a unui astfel de vector a fost crearea soiului hexaploid „Amagalon”, prin încrucișarea speciilor *A. sativa* x *A. magna* via *A. longiglumes*. Aceeași procedură poate fi utilizată pentru încrucișarea și a altor specii. Fertilitatea hibridului pentaploid steril se poate obține prin încrucișări simple, între speciile tetraploide *A. magna* x *A. murphyi* și *A. sativa*, mai târziu putând fi restaurat complet prin retroîncrucișarea acestor hibridi cu ovăzul cultivat. Această schemă de utilizare a speciilor tetraploide în ameliorarea ovăzului pentru creșterea calității și mărimii boabelor a fost dezvoltată de amelioratorii din Suedia (Hagberg 1983).

Procedura de retroîncrucișare naturală se realizează prin cultivarea hibridului pentaploid F1 în parcelele semănate cu ovăz cultivat. Poate fi de asemenea, aplicată atunci când *A. barbata* și *A. macrostachya* sunt utilizate în încrucișări (Loskutov, 2011).

În anul 1936, pentru prima dată, speciile sălbatică de ovăz hexaploid au fost folosite în experiențele de ameliorare a productivității. Pentru acest caracter a fost folosită specia *A. fatua*. S-a dovedit că principalul caracter al ovăzului cultivat a fost dominant în descendență, fiind moștenit de hibridii interspecifici (Emme 1938; Vavilov 1962).

Un studiu al hibridilor interspecifici nu a confirmat opinia că hibridul rezultat dintr-o încrucișare cu specia hexaploidă *A. sterilis* are unele caractere „sălbatică” cum ar fi prezența calusului, conținut ridicat de pleve, tipul sălbatic al aristelor etc., greu de îndepărtat

(Popovic 1960). Utilizarea speciei *A. sterilis* în ameliorarea ovăzului cultivat a dus la o creștere semnificativă a biomasei și a vigorii plantelor hibride. S-a descoperit că aceste trăsături sunt controlate de alele aditive.

Pentru prima dată, speciile de ovăz sălbatic au fost folosite în programe de ameliorare în anii '20 ai secolului XX. Cu toate acestea, cele mai vechi soiuri comerciale create cu ajutorul speciilor sălbatice, au apărut abia în 1960. În fosta URSS, specia sălbatică *A. fatua* a fost folosită de amelioratori pentru crearea soiurilor de ovăz de toamnă (Loskutov 2007). În Marea Britanie, speciile de ovăz sălbatic diploide și tetraploide au fost utilizate cu succes ca surse de rezistență la fâinare. Rezistența la această boală, a fost transferată de la *A. barbata* într-o serie de soiuri de ovăz, cum ar fi: Maris Tabard, Oberon, Maris, Margam și Maldwyn (Jones și colab., 1984). De asemenea, *A. fatua* a fost folosită pentru crearea soiului de ovăz de toamnă „Mostyn” căruia i s-a transferat și genele de rezistență la fâinare (Hayes 1970). Începând cu anii '60, în SUA în ameliorarea ovăzului s-au folosit pe scară largă speciile sălbatice hexaploide (Frey 1991, 1994), în special pentru transferul rezistenței la boli.

Speciile *A. fatua* și *A. sterilis* au avut o contribuție majoră în crearea multor soiuri de ovăz, care au ocupat sau ocupă și în prezent zone considerabile din SUA, Canada, Brazilia, și Australia (Loskutov, 2011).

Prin urmare, utilizarea unor metode de ameliorare bine elaborate și numeroase rezultate practice de succes, confirmă posibilitatea transferului efectiv a multor trăsături importante agronomice în ovăzul cultivat, prin folosirea hibridării interspecifice, atât pentru creșterea potențialului ereditar cât și pentru extinderea bazei genetice a întregului gen.

Din punct de vedere genetic, ovăzul este insuficient studiat în comparație cu alte culturi cerealiere. Primele cercetări genetice privind moștenirea anumitor însușiri morfologice la ovăz, de exemplu: culoarea și pubescenta glumelor, au fost efectuate la începutul secolului al XX-lea de Surface (1916). O atenție deosebită în investigațiile genetice, s-a acordat trăsăturilor morfologice ale organelor generative, care au fost studiate mai bine în ceea ce privește sistematica și filogenia genului *Avena*. Mai târziu, au fost identificate, genele care guvernează rezistența și sensibilitatea la boli și dăunatori și a fost stabilit, controlul genetic al sistemelor proteice polimorfice și dezvoltarea organelor generative, astfel că aceste date au fost foarte utile pentru ameliorarea ovăzului cultivat. În anul 1978, a fost publicată o listă de gene a ovăzului (Simons și colab., 1978), iar în 1992 această listă a fost extinsă (Marshall și Shaner 1992). Peste 300 de gene care controlează diferite însușiri au fost identificate în ovăz, și numai alelele unice, responsabile pentru trăsăturile morfologice au fost localizate în anumiți cromozomi .

Ulterior, prin intermediul unor publicații, compoziția colecțiilor genetice a fost tot mai mult cunoscută. În 1997, VIR a publicat un catalog cu descrierea probelor de ovăz din colecția genetică (Loskutov, 2007), care a inclus soiuri, linii cultivate și specii sălbatice, cu una sau mai multe gene identificate, care controlează diferite însușiri morfologice, agrobiologice, etc (tab. 9.3.). O mare parte din colecție este reprezentată de probe care au în constituția lor genetică cele mai importante gene de rezistență la fâinare, rugina coronariană, rugina neagră și tăciune. În prezent, colecția genetică de ovăz de la VIR include peste 600 de probe ce aparțin atât speciilor

cultivate (*A. sativa*, *A. byzantina*, *A. strigosa*, *A. abyssinica*) cât și celor sălbatice (*A. sterilis*, *A. barbata*, *A. magna*), specii care conțin peste 200 de gene identificate ce controlează diferite însușiri morfologice, fiziologice, biochimice, etc (Loskutov, 2011).

Tabelul 9.3.

Lista cataloagelor de evaluare a colecției de ovăz de la VIR, Rusia (1984-2010) (Loskutov, 2011)

Nr. crt.	Caracterul	Numărul de cataloage	Numărul de probe evaluate
1.	Însușiri agronomice manifestate în diferite condiții climatice	9	7972
2.	Rezistența la boli și dăunători	3	7776
3.	Compoziția chimică	3	6260
4.	Sensibilitatea la fotoperioadă	3	559
	TOTAL	18	22567

Utilizarea donurilor de gene identificate, care asigură manifestarea clară a unei însușiri face posibilă predictibilitatea rezultatelor investigațiilor cu suficientă precizie, fiind destul de important atunci când se efectuează ameliorarea calității, a rezistenței la cădere, precum și a altor însușiri. Rolul donurilor este deosebit de important în lărgirea bazei genetice a ovăzului cultivat, în ceea ce privește rezistența la speciile de rugină și tăciune, precum și a altor boli. Prin utilizarea colecției genetice, crește eficiența muncii amelioratorilor, selecția formelor parentale pentru încrucișări se realizează mult mai ușor, iar crearea soiurilor pentru parametrii necesari se face într-un timp mult mai scurt. Toate informațiile despre probele cu genele identificate din colecția genetică europeană de ovăz sunt disponibile în Baza de date Europeană (EADB) stabilită la inițiativa ECP/GR și a Grupului de lucru pentru *Avena*

(http://eadb.bafz.de/CCDB_PHP/eadb/).

9.5.4.1. Aplicații ale markerilor biochimici și moleculari

Studiile morfologice nu oferă o înțelegere completă a poziției sistematice și evolutive a unor specii și forme de ovăz. Nu există nici o abordare universală pentru multe probleme, multe tehnici cu care se confruntă taxonomiștii și managerii băncilor de gene, se completează reciproc. Cu toate acestea unele tehnici sunt mult mai adecvate decât altele pentru anumite aplicații specifice. Într-o situație ideală, se poate alege cel mai adecvat marker, independent de constrângerile de timp și financiare, dar în cele mai multe cazuri, alegerea markerilor depinde de existența echipamentelor sau a resurselor financiare (Spooner și colab., 2005). Utilizarea markerilor proteici ajută suficient în accelerarea lucrărilor privind specificarea compoziției genomice a speciilor diploide și aloploiploide, stabilește relații filogenetice între specii și clarifică unele aspecte ale diversității intraspecifice. Aplicarea markerilor moleculari și proteici, a oferit posibilități de rezolvare a unor probleme teoretice legate de filogenia și taxonomia plantelor (Loskutov, 2008).

Markerii reprezintă secvențe de ADN din anumite zone de pe cromozomi ce permit localizarea anumitor gene sau a căror prezență se corelează cu anumite caractere sau însușiri.

Noțiunea de marker genetic a fost utilizată și în ameliorarea clasică, aceștia fiind de obicei corelați cu un **marker morfologic**, ușor identificabil în fenotip. Markerii morfologici sunt în număr relativ redus la fiecare specie, o parte pot fi puși în evidență relativ târziu în dezvoltarea plantei, putând fi influențați de condițiile de mediu, elemente care limitează mult utilizarea acestora.

Un pas înainte, l-a constituit identificarea și utilizarea **markerilor biochimici** cunoscuți și sub denumirea de **markeri proteici**. Aceștia au permis evidențierea diferențelor dintre secvențele

proteice extrase din țesuturile unor indivizi (R. L. Hunter și C.L. Merkert, 1957). Mai exact, o serie de enzime (izoenzime sau, pe scurt izozime) pot fi identificate într-un gel de amidon sau de acrilamidă printr-un sistem de precipitare și colorare ce determină apariția unor benzi. Analiza poziționării acestor benzi polimorfice (diferite între indivizii sau cultivarele analizate) furnizează informații ce pot genera concluzii referitoare la similaritatea genetică dintre genotipurile luate în studiu sau stabilește legături între prezența/absența acestor benzi și diferite însușiri (markeri). Chiar dacă metoda de lucru este simplă, ieftină, identificându-se câteva zeci de astfel de sisteme izoenzimaticice pentru speciile agricole importante (R. A. Guse și colab., 1988), este din ce în ce mai puțin folosită. Principalele inconveniente sunt legate de influența organului din plantă din care se face extragerea proteinelor, de influența fenofazei și a condițiilor de mediu și, mai ales, de numărul relativ mic de sisteme de precipitare și nivelul mic de polimorfism generat de acestea.

Utilizarea markerilor proteici a permis identificarea cu succes a resurselor genetice atunci când a fost necesar să se rezolve diferite probleme legate de clasificarea plantelor cultivate și a rudelor sălbatice. Un studiu al markerilor proteici s-a efectuat la ovăzul hexaploid cultivat - *A. sativa*, la specia diploidă cultivată - *A. strigosa* și la specia sălbatică - *A. ventricosa*, identificându-se 10 benzi electroforetice la *A. sativa*, 7 la *A. strigosa* și 6 la *A. ventricosa*. În același timp, cele două componente identificate la ultimele specii nu au fost găsite și la *A. strigosa*, în timp ce benzile electroforetice identificate la *A. sativa* nu se mai găsesc și la speciile diploide. Probabil această componentă, caracterizează genomul D, identificat numai la speciile hexaploide (Thomas și Jones 1968).

Cu ajutorul benzilor electroforetice s-a demonstrat că genomul Cp al speciilor diploide este probabil genomul Cv modificat iar speciile cu genomuri A și C au un conținut diferit de avenină. În cadrul

speciilor tetraploide există o mare diversitate în ceea ce privește prezența avenininei, în schimb speciile hexaploide au avut același conținut de avenină (Murray și colab., 1970).

Mai târziu, s-a demonstrat ca speciile diploide cu genom A au modele proteice diferite, în timp ce cele cu genom C au modele proteice asemănătoare între ele. Toate speciile tetraploide cu genom AB s-au identificat ca monomorfe. Atât speciile hexaploide cât și probele individuale hexaploide au fost mai uniforme în comparație cu alte probe studiate. În același timp, toate speciile hexaploide și numai o specie tetraploidă *A. magna* (genom AC) au avut benzi identice, indicând practic afinitatea lor taxonomică (Lookhart și Pomeranz 1985)

Uniformitatea comparativă a modelelor de benzi electroforetice la speciile tetraploide cu genom AB demonstrează natura lor autotetraploidă. În plus, față de afinitatea speciilor cu genom AC, s-a demonstrat apropierea speciilor diploide cu genom As de speciile hexaploide (Ladizinsky și Johnson 1972).

Un studiu a două subspecii *A. sterilis subsp. ludoviciana* și *A. sterilis subsp. macrocarpa* originare din Spania, a arătat diferența semnificativă între ele din punctul de vedere al intensității benzilor electroforetice (Cadahia și Garcia-Baudin 1978). Din totalul de 34 de benzi electroforetice, speciile sălbatice diploide de *Avena* au conținut 15 benzi, speciile tetraploide 16 și cele hexaploide 17. Prezența numai a 11-13 benzi electroforetice este caracteristică numai la speciile cu genom C (excepție *A. bruhnsiana*), genom Ap și genom Ad. Același număr de benzi este tipic și pentru specia tetraploidă endemică *A.vaviloviana* (genom AB). Cel mai mare număr de benzi electroforetice (în jur de 20) este caracteristic pentru speciile cu genom As și la cele cu genom AB (specia tetraploidă *A.barbata*). Toate speciile hexaploide (genomuri A-C-D) conțin 18-19 benzi

electroforetice. Numărul de benzi electroforetice poate fi corelat cu gradul de distribuție și de adaptare a speciilor salbatice în natură. Speciile cu un număr minim de benzi, au un habitat natural limitat, în timp ce cele cu un număr mare de benzi au o distribuție largă, așa cum este cazul speciilor diploide *A. hirtula* și *A. wiestii*, a speciei tetraploide *A. barbata*, a speciilor hexaploide *A. ludoviciana* și *A. sterilis* și binențeles a speciei *A. fatua* care este buruiana cea mai răspândită pe tot globul.

În general, din analiza datelor reiese că nivelul de polimorfism în funcție de tipul benzilor electroforetice a fost cel mai ridicat la speciile hexaploide și cel mai scăzut la cele tetraploide și diploide (Loskutov 2007).

Printre alți markeri, a fost descoperit un polimorfism suficient, prin analiza sistemului de izoenzime. Locii cu izoenzime sunt specifice diferitelor populații de *A. barbata*, în funcție de temperatura aerului, tipul de sol și locul de creștere (Allard 1997; Perez de la Vega 1997; Guma și colab., 2006).

Cu toate că complexul de gene de la specia *A. barbata* al populațiilor originare din Spania este similar cu cel din California, în ceea ce privește compoziția alelelor și a frecvenței acestora, totuși diferențe mari au fost identificate în structura genetică a multilocusurilor. Analizele izoenzimelor care implică 15 locusuri a scos în evidență 33 de alele și 38 de genotipuri comune la populațiile din Spania și California, dar 20 de alele și 45 de genotipuri au fost identificate la populațiile din Spania și 2 alele și 3 genotipuri la cele din California.

Aceste rezultate descriu o creștere a variabilității, genotipurile sunt mai puțin stabile atunci când se compară populațiile din California vs. Spania sau Spania vs. Israel și sud-vestul Asiei, fostele fonduri genetice sunt mai asemănătoare între ele decât populațiile din

estul coastei mediteraneene, care sugerează o reducere a variabilității, pe de o parte, datorită existenței unui număr mic de populații, iar pe de altă parte, a driftului genetic, și a selecției în timpul răspândirii spre vest. De exemplu, *A. barbata* a fost introdusă în California cu vaporul, din sudul Spaniei (Garcia și colab., 1989).

Mulți cercetători au obținut rezultate semnificative datorită diversității mari a izoenzimei intraspecifice în cadrul speciilor sălbatice (Craig și colab., 1974; Hoffman, 1996). Cea mai mare diferență în compoziția enzimelor din proteinele cariopselor de ovăz s-a identificat la nivel intraspecific, diferențele fiind și mai mari între specii cu genomuri diferite (Craig și colab., 1972; Sanchez de la Hoz și Forminaya, 1989). Diferențe semnificative ale acestui caracter au fost descoperite și la populațiile de *A. barbata* și *A. fatua* care au crescut inițial în emisfera estică și apoi au fost transportate în occident (Marshall și Allard 1970; Kahler și colab. 1980). Cea mai mare diversitate în compoziția enzimelor la populațiile de ovăz studiate s-a identificat la specia diploidă *A. canariensis* originară din insula Fuerteventura (insulele Canare) în comparație cu populațiilor de ovăz din insula Lazarote din același arhipieleag (Spania).

Se poate spune că, datele privind compoziția izoenzimelor corelează foarte bine cu caracterele morfologice. Diferențele privind compoziția enzimelor între populațiile aceleiași specii sunt mai mari decât între specii diferite, la fel sunt mari diferențe între populațiile aceleiași specii, aflate în areale geografice diferite (Morikawa și Leggett 1990; Morikawa 1991, 1992). Rezultate similare s-au obținut prin studierea speciei tetraploide *A. agadiriana* (Morikawa și Leggett 2005).

Un studiu al diversității ADN-ului mitocondrial la formele de *A. fatua* și *A. sterilis* a demonstrat că enzimele sunt similare sau identice cu cele din ovăzul cultivat (Rines și colab., 1983, 1988). Un

alt studiu al compoziției izoenzimelor într-un lot reprezentativ de probe de *A. sterilis* cu origine geografică diferită, a scos în evidență o mare diversitate la grupuri separate de populații și în cadrul fiecărui grup. Cea mai mare diversitate s-a înregistrat în cadrul populațiilor de *A. sterilis*, colectate din diferite regiuni din Turcia (Phillips și colab., 1993). Mai multe studii legate de această însușire s-au realizat la cultivarele ameliorate de ovăz și la speciile sălbatice din SUA și Canada, unde s-a observat că populațiile sălbatice au prezentat o largă diversitate în comparație cu cultivarele de ovăz ameliorate (Murphy și Phillips 1993). Un studiu al compoziției enzimelor și a caracterelor morfologice la populații de *A. sterilis* cu origini geografice diferite, a arătat că coeficienții medii de afinitate între probele studiate au fost foarte mici. Prin urmare, datele privind compoziția izoenzimelor nu poate fi folosit pentru controlul purității morfologice a probelor și a integrității lor genetice, după regenerare (Beer și colab., 1993).

Spre deosebire de markerii biochimici, **markerii moleculari (ADN)** pun în evidență diferențele dintre secvențele de nucleotide de ADN extrase din indivizi diferiți. Față de markerii morfologici, aceste diferențe nu sunt neapărat vizibile în fenotip.

O singura nucleotidă diferită, dintr-o genă sau chiar de ADN repetitiv, poate determina formarea sau dispariția unui marker molecular (N. Jones și colab., 1997). Au marele avantaj că sunt mult mai numeroși decât cei morfologici și nu perturbază fiziologia organismului.

Metodele care se bazează pe markeri moleculari (marker systems) sunt: RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms), RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms), metoda minisateliților sau VNTR (Variable Number Tandem Repeats), metoda microsateliților sau SSR (Simple Sequence Repeats), SNP (Single Nucleotide Polymorphism) etc.

Folosirea markerilor moleculari capătă tot mai mult teren și sunt destul de promițători pentru investigarea polimorfismului la ovăz.

RFLP, RAPD, AFLP și alte tehnici moleculare sunt utilizate pentru studierea polimorfismului în diverse materiale genetice, pentru diferite scopuri, de exemplu, pentru întocmirea hărților genetice și determinarea similarității genetice între speciile de ovăz la nivelul ADN-ului (O'Donoghue și colab., 1992; Van Deynze și colab., 1995), pentru identificarea genelor care controlează caracterele importante pentru ameliorare (Howarth și colab., 2000), sau pentru clarificarea variabilității intraspecifice (Hayasaki și colab., 2001).

Aplicarea markerilor moleculari asigură rezultate valoroase numai atunci când aceste tehnici sunt completate de un studiu complex al diversității genetice (Heum și colab., 1994; Jellen și colab., 1994; Katsiotis și colab., 1996, 1997; Abbo și colab., 2001).

Studiul unui set reprezentativ de populații de *A. sterilis* colectate de pe continentele asiatic și african s-a realizat folosind metoda RFLP.

Această metodă prezintă dezavantajul că necesită cantități mari de ADN, are un cost relativ ridicat, se realizează în laboratoare complexe de dimensiuni mari, cu echipament specializat, utilizându-se în mică măsură automatizarea (Pejic I. și colab., 1998), folosește sonde marcate radioactiv, motiv pentru care, este utilizată din ce în ce mai puțin.

Principiul metodei se bazează pe fragmentarea ADN-ului cu enzime de restricție. Fiecare enzimă de restricție recunoaște o secvență specifică și caracteristică de nucleotide. O singură modificare a unei nucleotide poate crea sau distruge un loc de restricție. Astfel, prin modificarea locusurilor de restricție, se modifică și numărul și/sau lungimea fragmentelor de ADN rezultate.

Genomul plantelor conține între 10^8 și 10^{10} nucleotide (Paterson A.H. și colab., 1991). Se obțin până la un milion de fragmente cu ajutorul enzimelor de restricție uzuale - existând mai mult de 300 de enzime de restricție (Ordon F. și Friedt W., 1998).

Fragmentele rezultate în urma acțiunii enzimei sunt supuse electroforezei într-un gel de agaroză având loc o migrare diferențiată a acestor fragmente, în funcție de greutatea moleculară (numărul de nucleotide) a acestora. Ulterior sunt transferate pe o membrană de nylon (nitroceluloză) prin presare sau sucțiune, procedeu denumit *Southern transfer*.

Pentru “marcarea” unor fragmente se procedează la hibridarea (*Southern hybridisation*) acestora cu “sonde” de ADN, marcate radioactiv. Sondele se atașează de fragmentele complementare și permit vizualizarea poziționării lor (prin impresionarea unui film Roentgen - autoradiografie). Se poate obține astfel o amprentă genetică a ADN-lui luat în studiu sau este posibilă identificarea unor markeri moleculari.

Prin folosirea metodei ***RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms)***, s-a observat cel mai ridicat polimorfism la speciile colectate din Iran și cel mai scăzut la probele colectate din Etiopia. Folosirea metodelor de analiză statistică a dus la împărțirea populațiilor în două grupe, potrivit principiilor geografice, de la est (Iran, Irak) la vest (celelalte țări). În plus al doilea grup s-a subdivizat în două subgrupe: o subgrupă include populații originare din Sud-vestul Asiei (Israel, Liban, Siria) și alta, include populațiile originare din Africa (Algeria, Maroc și Etiopia) (Goffreda și colab., 1992).

Problema filogeniei și a poziției sistematice a speciilor este puternic disputată în prezent. În această situație, căutarea de noi abordări în rezolvarea problemelor de afinitate a genomului și a poziției sistematice a speciilor de *Avena* este destul de relevantă. Folosirea markerilor ADN reprezintă instrumente promițătoare ce pot

fi folosite atunci când se realizează asemenea investigații.

O altă metodă este **RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)** descoperită de Williams și colab., (1990). Metoda este rapidă, relativ ieftină și bine adaptată pentru obținerea unei amprente genetice radioactive. De exemplu un studiu bazat pe analiza RAPD a demonstrat posibilitatea stabilirii distinctivității între reprezentanții a 20 de specii de ovăz în funcție de compoziția genomică, nivelul de ploidie și diferențierea intraspecifică. Cercetările ulterioare au confirmat aceste descoperiri (Drossou și colab., 2004). Speciile diploide au afișat o gamă mai largă de polimorfism în comparație cu speciile poliploide. S-a stabilit că toate speciile cu genom As diferă de cele cu genom A (*A. atlantica*, *A. longiglumis* și *A. canariensis*). Indiferent de deosebirile dintre aceste specii, prin folosirea markerilor moleculari se demonstrează apropierea lor indirectă evolutivă, iar aceste rezultate confirmă concluziile obținute de alți cercetători (Morikawa 1992).

Se poate spune că toate speciile diploide cu genom C au un nivel redus de similaritate cu speciile cu genom A, la fel și în cadrul grupelor cu genom Cv și Cp, confirmând astfel depărtarea atât la nivelul genomurilor A și C, cât și în cadrul genomurilor Cv și Cp. Diferențele între *A. pilosa* și *A. clauda* care au aceeași structură a genomului Cp, au fost de asemenea semnificative, ceea ce confirmă depărtarea lor și corectitudinea clasificării taxonomice ale celor două specii. Diferențe substanțiale s-au observat la două grupe de specii tetraploide cu genom AB (*A. barbata* și *A. vaviloviana*), ceea ce confirmă și în acest caz corectitudinea sistematizării individuale taxonomice a fiecărei specii (Loskutov 2007).

O altă metodă este **AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms)**, care se bazează pe utilizarea enzimelor de restricție urmată de amplificarea fragmentelor rezultate și detectarea

polimorfismelor lungimilor acestor fragmente. Metoda a fost elaborată la compania privată olandeză Keygene de Vos și colab., în anul 1995.

O enzimă (de exemplu *PstI*) „taie” AND-ul în fragmente de dimensiuni mari (rare cutter) iar o alta (frequent cutter) va produce fragmente de dimensiuni mici (de exemplu *MseI*) cu o medie a lungimii de 256 bp. Numai utilizarea enzimelor ce generează fragmente scurte ar determina apariția unui număr mult prea mare de fragmente pentru electroforeza în gel. O secvență de ADN specifică este legată la unul din capetele fragmentelor de ADN și o alta la capătul celălalt. Aceste secvențe, împreună cu locusurile de restricție adiacente, servesc ca loc de atașare pentru primerii PCR. Primerii sunt în așa fel sintetizați pentru a putea identifica secvențele adăugate.

Vor fi amplificate numai acele fragmente care provin din secționarea ADN-lui cu ambele tipuri de enzime (*rare* și *frequent cutter*).

Sunt necesare trei etape de realizare: restricția AND-ului și atașarea adapterilor oligonucleici, preamplificarea și amplificarea selectivă (C. Leonte, 2011), după care, în final, fragmentele de ADN astfel obținute sunt supuse electroforezei, în echipamente complexe (ex. LiCOR sau Corbette) care vizualizează migrația acestora (în funcție de lungimea/greutatea moleculară a acestora), cu ajutorul fasciculelor laser. Imaginea obținută astfel, poate fi salvată ca un fișier (tipul acestuia este în funcție de software-ul utilizat) și prelucrată ulterior cu programe dedicate acestui scop.

Metoda are numeroase avantaje față de celelalte două metode prezentate anterior, fapt pentru care este frecvent utilizată. Reprezintă o combinație între metodele care utilizează enzime de restricție (RFLP) și cele bazate pe PCR (RAPD). Deși, inițial, s-a numit AFLP pentru a “rima” cu RFLP, s-a dovedit ulterior că metoda presupune mai ales detectarea “prezenței” sau “absenței” fragmentelor de restricție și mai puțin a diferențelor dintre lungimile lor.

Principalul avantaj al metodei este reprezentat de numărul mare de markeri ADN, generați rapid într-o manieră reproductibilă. De obicei pot fi observate între 50 și 100 de benzi pentru fiecare probă, ceea ce permite elaborarea unor hărți genetice cu o densitate mare și într-un timp relativ scurt. Nu este lipsit de interes nici faptul că nu necesită neapărat informații anterioare privind structura ADN-lui. Metoda este utilizată pe scară largă la identificarea markerilor genetici legați de diferite gene ce determină rezistența la agenți fitopatogeni (Thomas C. și colab., 1995, Meksem K. și colab., 1995, Schiemann A. și colab., 1999 etc.) sau la stabilirea diversității genetice dintre diferiți indivizi sau cultivare (Russel J.R. și colab., 1997, Schut J.W. și colab., 1997, Pejic I. și colab., 1998, Hartl L. și Seefelder S., 1998, Fuentes J. și colab., 1999, Abdalla A.M. și colab., 2000, Garcia Mas și colab., 2000, D.P. Simioniuc și colab., 2009; Murariu M. și colab., 2012).

Această tehnică a fost aplicată pentru screeningul a 163 de probe de la 25 de specii de *Avena* cu origini geografice diferite. Pentru fiecare probă s-au utilizat 5 primeri care au detectat 413 benzi polimorfice. Toate speciile s-au grupat în funcție de nivelul lor de ploidie. Speciile cu genom C par a fi cele mai distincte, urmate de specia diploidă cu genom A - *A. canariensis*. Cele mai vechi se pare că sunt speciile cu genom A, urmate de cele cu genom As, Al și Ad. Speciile tetraploide cu genom AC sunt mai înrudite cu speciile hexaploide cu genom ACD decât cu speciile tetraploide cu genom AB.

Prin analiza similarității (AFLP) se observă că specia teraploidă cu genom AC – *A. marocana* derivă din specia diploidă cu genom Cp- *A. eriantha*. De asemenea, genomul As a speciei diploide *A. wiestii* ar putea fi progenitorul genomului ACD a speciilor hexaploide.

Astfel, rezultatele obținute prin folosirea tehnicii AFLP sunt semnificative atât pentru înțelegerea căilor evolutive ale speciilor genului *Avena* și a genomurilor cât și pentru stabilirea setului de

referințe al germoplasmei de ovăz exotic și explorarea de noi surse exotice de gene pentru ameliorarea ovăzului cultivat (Fu și Williams 2008).

O altă metodă este **SSR (Simple Sequence Repeat)** sau microsateliți care sunt secvențe repetitive scurte de perechi de nucleotide (1-5), prezente în genomul tuturor eucariotelor (Tautz, R. și Reis E. M., 1984). Metoda permite identificarea de diferențe între indivizi la nivelul unui singur locus. Markerii SSR se deosebesc de cei RAPD prin aceea că la amplificarea ADN-lui se utilizează primeri specifici, la care se cunoaște structura și banda care este amplificată. Acești primeri se marchează radioactiv (mai rar) sau fluorescent, și este posibil să se facă amplificarea simultană cu mai mulți primeri (multiplex). De asemenea, programul de amplificare este diferit, temperatura de atașare variind în funcție de structura fiecărui primer, Metoda SSR utilizează aceeași logistică ca și AFLP însă este mult mai simplu de realizat. Pe lângă posibilitatea utilizării sistemului de electroforeză în gel vertical mai poate fi utilizat un secvențiator de ADN (Murariu și colab, 2012)

Potrivit tehnicilor de laborator cu microsateliți efectuate de Li și colab. (2009), cu ajutorul dendrogramelor s-a observat că relațiile filogenetice între speciile de *Avena* nu sunt atât de complete. Pe de altă parte, cu ajutorul microsateliților, Fu și colab. (2007), au caracterizat 369 de probe din 26 de țări pe care le-au inclus în două grupe: un grup reprezentat de gene rezistente la *Puccinia coronata avenae* (Pc) și al doilea grup, cu gene rezistenete la *Puccinia graminis avenae* (Pg). Prin utilizarea metodei SSR s-a observat eficacitatea grupării probelor și variația rezultatelor în funcție de țară. Probele din Grecia, Liberia și Italia au prezentat o variabilitate genetică mai mare, în timp ce probele din Egipt, Goergia, Etiopia, Gibraltar și Kenia au fost mai distincte. Probele cu gene Pc sau Pg au avut nivele similare de variație a microsateliților și nu au fost asociate cu alte probe reprezentative. Se poate concluziona că aceasta metodă este foarte

bună pentru a înțelege care sunt moștenitorii ovăzului cultivat, pentru gestionarea germoplasmei de *A. sterilis* și explorarea unor noi surse de gene pentru ameliorarea ovăzului.

O altă tehnică moleculară este **ccSSR (*Consensus chloroplast simple sequence repeat*)** care a fost utilizată pentru evaluarea variațiilor genetice și a relațiilor genetice ale speciilor de *Avena*. Analiza similarității genetice a arătat că speciile diploide cu genom A au prezentat o diversitate mai mare decât alte specii, și cele cu genom As au fost mai divergente decât alte specii diploide cu genom A. Dintre speciile cu genom C - *A. clauda* a prezentat o diversitate mai mare decât *A. eriantha* și *A. ventricosa*. În ceea ce privește donatorii materni de la speciile poliploide pe baza markerului matern moștenit; *A. strigosa* a servit ca donor maternal la unele specii poliploide cum ar fi: *A. sativa*, *A. sterilis*, și *A. occidentalis* din Maroc. *A. fatua* din punct de vedere genetic este distinctă față de alte specii hexaploide, iar *A. damascena* poate fi donorul genomului A al speciei *A. fatua*. *A. lusitanica* a servit ca părinte matern la speciile cu genom AACC și a celor hexaploide cu genom AACCCD (Li și colab, 2009).

Mai târziu tehnicile secvențiale **ITS1 și ITS2** au fost cele mai potrivite pentru cercetări taxonomice și de evoluție. Pentru a examina constituția genomică a speciei *A. macrostachya* au fost secvențiate genele individuale din trei specii de ovăz cu cariotip AsAs (*A. wiestii*, *A. hirtula*, și *A. atlantica*) și cele de la *A. longiglumis* (AlAl), *A. canariensis* (AcAc), *A. ventricosa* (CvCv), *A. pilosa* și *A. clauda* (CpCp). Toate speciile genului *Avena* examinate, reprezintă un grup monofiletic care cuprinde doua ramificații: specii cu genom A și specii cu genom C. *A. macrostachya* deși aparține grupului filogenetic cu genom C, a păstrat un cariotip izobrachial, probabil tipic pentru stramoșul comun al genului *Avena*. S-a sugerat că genomul speciei *A. macrostachya* reprezintă forma specifică a genomului C (Rodionov și colab., 2005).

Clonele cu genom C au fost secvențiate, iar analiza acestora a

scos în evidență o apropiere puternică de *A.ventricosa*, secvențele ITS1-5,8S-ITS2, oferind dovezi puternice privind rolul acestei specii în evoluția ovăzului tetraploid și hexaploid. În plus, clonarea și secvențierea cloroplastului *trnL* la cea mai reprezentativă specie de *Avena* (*A.ventricosa*), a demonstrat originea maternă a genomului A pentru formarea hibrizilor inetrspecifici AACC, fiind considerată puntea genetică în formarea ovăzului hexaploid cultivat. (Nikoloudakis și Katsiotis 2008).

Cu ajutorul acestei tehnici moleculare a fost dezvăluită divergența majoră între genomurile A și C, în schimb nu a fost posibil să se evidențieze deosebirea dintre genomurile A și B/D. S-a identificat o afinitate puternică între genomurile AB de la speciile teraploide și genomul As de la specia diploida *A. lusitanica*. De asemenea, s-a identificat o puternică afinitate între speciile tetraploide cu genom AC cu speciile hexaploide cu genom ACD și cu specia diploidă cu genom Al (*A. longiglumes*) (Nikoloudakis și colab., 2008).

În anul 2016 un grup de cercetători (Yan și colab.,2016) au efectuat un studiu privind variația genomurilor speciilor de *Avena*. Aceștia au demonstrat că mărimea genomului C de la speciile diploide ($2c=10,26$ pg – greutatea ADN-ului în picograme) este cu 15% mai mare decât genomul A ($2C=8,95$ pg), iar aceste diferențe apar și la speciile tetraploide unde $\text{genomul } AB < AC < CC$ ($2C=16,76; 18,60$ și respectiv $21,78$ pg). Toate speciile hexaploide cu genom ACD au avut aceleași dimensiuni ale genomului ($2c=25,74$ pg). Dimensiunea genomului în cadrul speciilor, a fost în cea mai mare parte coerentă, și în general, în acord cu informațiile actuale despre distanța evolutivă dintre specii. Rezultatele sugerează, de asemenea, că la majoritatea speciilor poliploide de *Avena* experimentate, dimensiunea genomului este mai mică în raport cu progenitorii lor diploizi. Măsurarea dimensiunilor genomului ar putea oferi un control suplimentar al calității germoplasmei, în special în cazurile în care speciile diploide și poliploide au morfologia similară. În tabelul 9.4.

este prezentată o paralelă între estimările actuale și anterioare ale dimensiunii genomului la speciile de *Avena*.

Tabelul 9.4.

Comparația între estimările actuale și anterioare ale dimensiunii genomului la speciile de *Avena* (Yan și colab., 2016)

Specia ^a	Dimensiunea genomului CC (pg)	Dimensiunea genomului CC(2C) în estimările precedente (pg)		
		Bullen și Rees ^b (1972)	Liyama și Grant ^c (1972)	Bennett și Smith (1976)
<i>A. brevis</i>	8,98	8,9 (10,8)	-	9,5
<i>A.strigosa</i>	9,07	9,7 (11,7)	10	8
<i>A.hirtula</i>	9,08	9,4 (11,4)	9,8	8,8
<i>A.nuda</i>	9,08	8,8 (10,6)	-	-
<i>A.wiestii</i>	9,08	10,3 (12,4)	9,8	-
<i>A. longiglumis</i>	9,23	9,9 (12,0)	9,8	10,6
<i>A. eriantha</i>	10,18		11,0	9,5
<i>A.ventricosa</i>	10,29	-	10,9	-
<i>A.clauda</i>	10,31	-	10,6	-
<i>A.vaviloviana</i>	16,38	17,0 (20,5)	18,4	-
<i>A.barbata</i>	16,42	18,5 (22,4)	18,1	17,8
<i>A.abysynica</i>	16,73	17,9 (21,6)	18,0	9,6
<i>A.maroccana</i>	18,51		19,4	18,6
<i>A.sativa</i>	25,7	27,5 (33,2)	-	26,5
<i>A.sterilis</i>	25,75	28,6 (34,5)	28,2	27,3
<i>A.fatua</i>	25,81	28,3 (34,2)	25,7	-

- Conform monografiei lui Braum (1977) speciile *A. nuda*, *A.brevis*, *A. pilosa*, și *A. magna* sunt sinonime cu *A. nuda*, *A. eriantha*, și *A. maroccana*;
- Dimensiunile genomului 2C din afara parantezelor reprezintă conținutul de ADN re-calibrat de Bennett și Smith (1976). Valorile din paranteze reprezintă datele originale obținute de Bullen și Rees (1972).
- Dimensiunile genomului 2C re-calibrate de Bennett și Smith (1976).

Prin utilizarea plastidei *matK* și a genei *trnL-F* și a ARN-ului ribozomal s-au investigat relațiile dintre 13 specii diploide (cu genomuri A și C), 6 specii tetraploide (genomuri AB și AC) și 5 specii hexaloide (genom ACD) oferind informații privind direcția evoluției speciilor de *Avena*. Din această evaluare reiese că genomurile B și D pot fi considerate variante ale genomului A. *A. wiestii* (AsAs) este părintele matern al altor trei specii tetraploide cu genom AABB, iar *A. damascena* (AdAd) este părintele matern al speciei *A. fatua*.

Cu ajutorul acestei tehnici moleculare s-a identificat un grad ridicat de omogenizare în secvențele ITS, excepție făcând specia *A. fatua*, care a avut două grupe separate, unul cu genom A și unul cu genom C. Genomul C a fost întotdeauna diferențiat, față de genomurile nediferențate A, B și D, fiecare genă ramificându-se, dar au fost situații când s-au combinat câte trei gene care s-au ramificat (Peng și colab., 2009).

Analiza datelor a demonstrat că diferite metode de cercetare care implică markeri moleculari ar trebui să nu fie privite ca o tehnică universală în studierea ovăzului; cu toate acestea, aplicarea lor corectă combinată cu utilizarea altor metode, poate produce efectul dorit. Avantajul indubitabil până la nivel de ADN, purtătorul informației ereditare, reprezintă motivul pentru care aceste tehnici moleculare au o largă utilizare în întocmirea de hărți genetice, analiza polimorfismului plantelor, filogenia și taxonomia lor (Loskutov, 2011).

9.5.4.2. Utilizarea markerilor moleculari în lucrările de ameliorare

Cu toate că genele au fost introgresate cu succes pentru multe caractere, în special pentru rezistență la boli, de la speciile sălbatice la ovăzul cultivat, prin folosirea backcrossurilor urmate de selecții pentru caracterul dorit, în fiecare generație, procesul ar putea deveni acum

mult mai eficient (eficace) în cazul în care cineva ar putea folosi markeri moleculari pentru a facilita transferul acestor însușiri. Markerii pot fi folosiți atât pentru identificarea genei de interes, cât și a genelor asociate sau o parte a acesteia, precum și pentru a recupera la maxim genomul parental al recipientului (ovăzul cultivat). Markerii moleculari linkați au fost identificați pentru mai multe gene introduse (Rines și colab. 2006), dar identificarea a avut loc, de obicei, numai după introgresie, pentru a fi utilizați în continuare, în transferul în alte linii de reproducere. Atât markerii strâns linkați cât și cei specifici genei, sunt evaluați funcție de însușirea introdusă, de asemenea, de valoare sunt markerii identificați în regiunea din jurul segmentului genomului donor.

Selecția post-introgresie a unor astfel de markeri poate să permită recuperarea recombinanților cu segmente străine mai mici, lipsite de posibile gene dăunătoare, linkate de gena de interes. De exemplu, rezistența la fâinare și la rugina neagră au fost introduse în linii de reproducere care se transmit în mod stabil, dar au fost asociate cu efectele agronomice negative (Brown, 1985; Valentin și colab., 1994.), probabil din cauza genelor dăunătoare linkate de la *A. barbata*. Transferul efectiv al multor posibile trăsături multigenice cantitative identificate în speciile sălbatice de *Avena* va necesita utilizarea unui marker pentru a găsi și urmări, genele care guvernează aceste însușiri. De asemenea, selectarea pentru recuperarea maximă a bagajului genetic a unui soi, orice efort de transfer va necesita un număr mare de markeri bine distribuiți. Astfel, capacitatea de a capta și utiliza tot potențialul din speciile de ovăz sălbatic pentru ameliorarea ovăzului cultivat depinde de dezvoltarea tehnicilor moleculare ieftine care permit scanarea întregului genom și o caracterizare completă a hărților genetice la toate nivelurile de ploidie. Au fost identificate până în prezent multe dintre însușirile asociate cu markerii moleculari dar a fost dificil sau costisitor să se analizeze polimorfismele limitate în

posibilitii recipienti.

Pe parcursul ultimelor decenii, cercetările în genomică au dus la identificarea multor markeri ADN la ovăz, inclusiv a mii de microsateliți cartografiati sau secvențe simple de markeri (SSR), mai recent polimorfisme unice de nucleotide (SNPs) și markeri de inserție-deleție (InDel). În plus, au fost descoperite, un număr mare de gene care controlează diferite aspecte ale diversității genetice, ale rezistenței la factorii biotici și abiotici de stres, a însușirilor de calitate, etc, reprezentând o nouă etapă în ameliorarea acestei culturi, numită ameliorare asistată genetic.

Această nouă etapă se referă la studii de diversitate genetică, bazate în principal pe analiza moleculară, uneori combinată cu caracterizarea morfologică, reprezentând o sursă suplimentară de informații.

Colecțiile de ovăz din întreaga lume au fost descrise cu ajutorul markerilor moleculari folosind mai multe metode, de exemplu AFLP (Fu et al. 2003, 2004, 2005), RAPD (Baohong și colab. 2003), SSR (Li și colab. 2000) și ISSR (Boczkowska și Tarczyk 2013). De multe ori s-au folosit mai multe tehnici, de exemplu: SSR, AFLP și DART (He și Bjørnstad, 2012), AFLP și RAPD (Paczos-Grzeda, 2004), AFLP și analiză morfologică (Nowosielska și Nowosielski 2008), RAPD și SSR (Hanif și colab., 2008). Utilizarea diferitelor tehnici a permis o evaluare completă a materialului genetic și o reducere a erorilor.

În studiul efectuat în anul 2014 de Maja Boczkowska și colab., s-au folosit trei tehnici moleculare: AFLP, ISSR și RAPD, dar cea mai eficientă s-a dovedit tehnica ISSR, având și un cost relativ scăzut. Din punct de vedere statistic, numai acest tip de markeri a corelat semnificativ cu datele morfologice, prin urmare această tehnică este recomandată pentru caracterizarea moleculară a colecțiilor de ovăz.

În orice program de ameliorare asistat genetic se pun trei întrebări majore:

1. Care este nivelul diversității în cadrul unei colecții primare?
2. Ce tehnici moleculare sunt compatibile pentru evaluarea diversității?
3. Pentru estimarea diversității genetice la ovăzul cultivat, care sunt cei mai potriviți markeri moleculari?

Cu ajutorul acestor tehnici moleculare se pot introduce în ciclurile de ameliorare populațiile sălbatice, populații locale cultivate, soiurile foarte vechi, datorită diversității lor morfologice care nu mai există în soiurile contemporane.

Capitolul 10

Conservarea genetică a speciilor genului *Avena*

10.1. Evaluarea eroziunii genetice în timp și spațiu

Creșterea populației, urbanizarea, presiunile de dezvoltare asupra resurselor funciare, despădurirea, schimbări în modul de utilizare al terenurilor și dezastrele naturale, au contribuit și contribuie la fragmentarea puternică a habitatului natural și la distrugerea culturilor și a rudelor lor sălbatice. Perturbările sociale sau războaiele reprezintă, de asemenea, o amenințare constantă asupra diversității genetice fără nici un fel de promisiuni pentru salvarea acestora. Pe lângă exploatarea necorespunzătoare a întregului ecosistem, mai intervine și introducerea unor specii străine invazive, care împreună contribuie la pierderea resurselor genetice. Mai recent, încălzirea globală și un nivel ridicat de poluare au fost recunoscute ca fiind în continuare principalele cauze ale pierderii biodiversității (Hammer și Teklu 2008).

Diversitatea genetică în cadrul soiurilor și liniilor ameliorate este mult mai redusă decât în cadrul părinților, sau al populațiilor din care provin aceste cultivare. Prin realizarea lucrărilor de recombinare genetică și selecția genitorilor, diversitatea genetică se îngustează și mai mult. Încă de la început, când ovăzul de cultură provenea din specii sălbatice, agricultorii selectau în mod succesiv plante individuale, o lungă perioadă de timp doar pe baza însușirilor morfologice aparente, atât pentru sămânță cât și ca furaj verde, și rețineau sămânță pentru semănat în anul următor. Fiecare cultivar primitiv avea o diversitate

genetică mai redusă decât populația sau specia din care provenea (Wesenberg și colab. 1992).

Pierderea diversității în acest mod poate duce în timp la o slabă rezistență a cultivarelor la boli și dăunători și o adaptabilitate scăzută la condițiile de mediu, de care nu s-a ținut cont în momentul selecției formelor parentale. Reducerea diversității genetice este asociată cu domesticirea ovăzului. În orice caz, prin crearea soiurilor, amelioratorii de plante sunt și ei responsabili de pierderea diversității genetice. De aceea, este necesar un efort susținut de conservare, mai ales a speciilor sălbatice de *Avena*, a populațiilor vechi și a varietăților locale; în caz contrar aceste forme se vor pierde pentru totdeauna.

În cadrul formelor sălbatice se disting două cauze de apariție a eroziunii genetice: extincția populațiilor și schimbări drastice în structura genetică a acestora.

Primul tip de eroziune se referă la pierderea totală a resurselor genetice, care rezultă din distrugerea habitatelor, astfel toate genotipurile se pierd, în timp ce al doilea tip de eroziune se referă la izolarea unor populații datorită deteriorării parțiale a habitatelor. În acest caz există un risc semnificativ de pierdere a diversității din cauza micșorării populațiilor, acestea devin vulnerabile, se modifică portul lor datorită asocierii cu driftul genetic și consangvinizarea (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). Driftul genetic este o schimbare aleatorie a frecvenței alelelor, datorită transmiterii de către gameți, de la o generație la alta, doar a unui eșantion de alele prezente în generația parentală (Hammer și Teklu 2008).

Cele mai amenințate specii de ovăz sălbatic și cele cu o diminuare a habitatului natural sunt: *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. ventricosa*, *A. bruhsiana*, *A. damascena*, *A. prostrata*, *A. canariensis*, *A. atlantica*, *A. agadiriana*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. insularis* și *A. occidentalis*.

Toate aceste specii reprezintă componente ale habitatelor naturale din țări situate pe Coasta Africii mediteraneene, Coasta de sud a Spaniei, Italiei și Greciei și o parte din insulele din Marea Mediterană și Oceanul Atlantic. Cele mai multe habitate naturale sunt disjuncte din cauza localizării pe insule. Din această cauză, în aceste zone speciile sunt înguste endemic. În prezent, habitatele naturale ale acestor specii sunt în scădere din cauza presiunii antropice. Aparent, speciile menționate anterior au avut cândva habitate naturale largi. De exemplu, Malzev (1930) nota în lucrările sale, că la începutul secolului al XX-lea *A. ventricosa* era răspândită pe suprafețe mari în Algeria și Cipru, în timp ce în prezent, în aceste regiuni, habitatul natural al speciei este foarte îngust, existând doar plante singulare. În opinia cercetătorilor care au colectat recent specia *A. bruhnsiana* din Peninsula Apsheron (Azerbaidjan) au observat că este pe cale de dispariție, din cauza extracției petrolului și dezvoltării companiilor de construcții (Loskutov, 2007). Specia endemică diploidă *A. canariensis* se găsește în cadrul unei arii limitate din insulele Canare (Spania); o altă specie tetraploidă (*A. agadiriana*) ce derivă din specia diploidă *A. canariensis*, fiind asemănătoare din punct de vedere morfologic, dar se găsește într-o zonă foarte îngustă în apropiere de Agadir, în Maroc. Conform cercetătorilor din Maroc și Spania, diversitatea genetică a speciei tetraploide *A. murphyi* a scăzut brusc în comparație cu rezultatele obținute în expedițiile de colectare anterioare, în anumite areale dispărând în totalitate (Perez de la Vega și colab., 1998; Saidi și Ladizinsky 2005). Recent a fost descrisă noua specie teraploidă *A. insularis*, care a fost descoperită în Italia (Sicilia) și Tunisia, ocupând un habitat natural foarte îngust. O importanță specială are specia endemică, perenă și alogamă *A. macrostachya*, fiind cea mai primitivă specie tetraploidă. A fost găsită la limita zăpezilor (1500 m) din regiunea Munților Djurdujura și Aures (Munții Atlas) în nord - estul Algeriei. Aparent, toate speciile menționate au pierdut o parte din

habitatul lor, de asemenea s-au pierdut genotipuri sau/și alele. La alte specii a apărut eroziunea genetică ca rezultat al driftului genetic sau consangvinizării cauzate de restrângerea ori fragmentarea habitatelor naturale, sau descreșterea numărului de plante dintr-un anumit teritoriu.

Este deja știut că eroziunea genetică poate apărea și datorită condițiilor inadecvate de menținere a colecțiilor *ex situ*, în aproape toate etapele de eșantionare, depozitare și regenerare a semințelor (Sackville Hamilton și Chorlton 1997). S-a subliniat de asemenea, că pierderea diversității se realizează și prin schimburi de semințe sau prin selecția convergentă în timpul regenerării, recunoscută ca fiind o problemă destul de gravă cu care se confruntă multe instituții datorită problemelor financiare, a lipsei de personal și a suprafețelor reduse de teren destinate multiplicării/regenerării.

Amenințarea pierderii integrității genetice prin regenerarea speciilor de ovăz sălbatic este foarte ridicată. Motivul principal este că, practic toate speciile de *Avena* sunt originare din zona mediteraneeană și din regiunile adiacente, în timp ce colecțiile *ex situ* sunt menținute în principal, în țări destul de îndepărtate de regiunile de colectare și habitatele lor naturale (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). Ca urmare, în timpul regenerării speciilor sălbatice, în regiunile unde sunt localizate Băncile de gene ce conservă aceste specii, pot apărea schimbări genetice datorită selecției convergente. Întârzierea procesului de regenerare din cauza lipsei finanțării și a personalului tehnic cu experiență în domeniu, determină pierderea parțială a germinației, care la rândul său duce la pierderea integrității genetice a probelor neregenerate. Stocarea pe termen lung reduce puternic metabolismul, determinând scăderea viabilității și vigorii semințelor. În acest caz, germenii au o vigoare scăzută în câmp, fiind de asemenea și acesta, tot un indicator al eroziunii genetice (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011). O altă problemă importantă ce complică activitatea de regenerare a speciilor sălbatice în Băncile de gene de pe Mapamond

este absența descriptorilor distinctivi, bazați pe trăsături vizibile morfologice, care ar putea fi utilizați pentru identificarea diversității botanice, prin descrierea caracterelor morfologice ale plantelor în câmp și ale semințelor în laborator. Luate în ansamblu, toate aceste probleme duc la eroziunea genetică a fiecărei probe chiar dacă aceste specii sunt conservate cu grijă și în colecții duplicate (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).



Foto 10.1. Câmp de multiplicare/regenerare probe de ovăz (Banca de Gene Suceava, 2009)



Foto 10. 2. Protejarea probelor de ovăz sălbatic pentru prevenirea pierderii semințelor

10.2. Conservarea *in situ* și *ex situ* a resurselor genetice de *Avena*

Conservarea diversității plantelor este importantă, datorită atât beneficiilor directe pentru umanitate ce rezultă din exploatarea sa în ameliorarea plantelor agricole și horticole și a potențialului ridicat pentru apariția de noi produse farmaceutice, cosmetice, etc. cât și a rolului central jucat de plante în funcționarea tuturor ecosistemelor naturale (Hammer și Teklu 2008).

În formularea de strategii pentru conservarea oricărei specii, este esențial să se cunoască zonele de distribuție geografică și să se identifice regiunile în care colectarea plantelor este utilă pentru conservarea speciei respective. Aceasta, se datorează unei combinații între nivelul ridicat de diversitate genetică existent la locul colectării și interesul comunității de a folosi această diversitate genetică specifică identificată, sau credința că a fost identificată, în condițiile lipsei unei activități de conservare anterioară și amenințarea eminentă a eroziunii genetice (Maxted și colab., 1997).

Există două strategii de conservare complementare: *in situ* și *ex situ*, fiecare dintre acestea include o serie de tehnici diferite, care pot fi implementate pentru realizare obiectivelor fiecărei strategii în parte. Germoplasma este conservată sub formă de plante vii sau moarte, culturi *in vitro*, însoțite de datele de conservare. Materialul genetic este conservat fie în mediul original de dezvoltare sau este depozitat în diferite condiții de conservare *ex situ*. Pentru ca produsul conservat să fie bine protejat trebuie depozitat în cel puțin două locații (Hammer și Teklu 2008).

O diversitate genetică semnificativă se poate găsi în agricultura tradițională, unde se află buruienile sau rudele sălbatice ale plantelor de cultură, numite de Vavilov (1926) centre genetice sau centre de origine și de Harlan (1975) centre de diversitate.

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 (Cristea, 2017).



Foto 10.3. Colectarea de populații locale de ovăz, Munții Rodnei, Moldova Sulița, Jud. Suceava 1200 m altitudine (2014)

De aceea, se naște în mod firesc o altă întrebare: agricultura tradițională, cu mijloacele ei specifice, va putea face față creșterilor demografice de pe Terra? Categorie că nu. Există aprecierea specialiștilor că 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, iar ca material de lucru, genele valoroase de la formele vechi de plante, de tipul celor descoperite de Vavilov, în „centrele de origine sau în „centrele de maximă diversitate genetică”, denumite de Vavilov „marile comori genetice ale Lumii” (Cristea, 2017).

Agricultura a progresat odată cu începutul ameliorării științifice a plantelor când soiurile moderne treptat au luat locul populațiilor locale. Acest fenomen a dus la stocarea *ex situ* a vechilor cultivare, formându-se colecții mari, precum cele din SUA și Rusia. N.I. Vavilov a adunat o colecție foarte bogată la Institutul de Cercetare a Plantelor (VIR) prin colectarea de material genetic de pe tot Mapamondul (Loskutov 1999).

Speciile sălbatice sunt mult mai dificil de menținut și regenerat decât formele cultivate. Salvarea lor reprezintă o problemă majoră, fenomen recunoscut și de curatorii speciilor sălbatice de *Avena*. Pe măsură ce Convenția privind Diversitatea Biologică (CBD) și Tratatul internațional (IT) consolidează suveranitatea națională asupra diversității biologice, centrele de diversitate vor trebui să primeze în dezvoltarea unei strategii de conservare la nivel mondial, și în ceea ce privește dezvoltarea unor acțiuni complementare de conservare *ex situ* și *in situ*. O astfel de abordare complementară va duce nu numai la creșterea securității materialului conservat, dar va permite, de asemenea, o evoluție continuă în utilizarea celor mai sigure strategii de conservare și va facilita o legătură tot mai strânsă între abordarea științifică statică a conservării *ex situ* și cea mult mai practică și mai dinamică, care este conservarea *in situ*. În plus, este de așteptat ca această abordare complementară să conducă la o îmbunătățire a calității conservării și a transparenței informațiilor privind existența materialului genetic. Acești factori cresc posibilitatea de integrare a

diferitelor strategii de conservare și de colaborare, prin schimb de material genetic, independent de originea acestuia (ECP/GR, 2008). Dintre metodele de conservare *ex situ*, depozitarea semințelor pe termen lung este cea mai convenabilă pentru conservarea resurselor genetice vegetale, multe specii fiind conservate sub formă de semințe în bănci de gene. Aceasta implică desicarea semințelor la un conținut redus de umiditate și păstrarea lor la temperaturi scăzute. La un număr mare de plante cultivate conservarea *ex situ* depinde de longevitatea semințelor. Cele mai multe specii fac parte din categoria speciilor cu semințe ortodoxe, unde longevitatea acestora crește în progresie logaritmică, cu cât temperatura de depozitare și umiditatea semințelor se reduce (Hammer și Teklu 2008). Recent a fost înființat Trustul Global al Diversității Plantelor, care are un rol important în dezvoltarea unor strategii globale și regionale pentru diferite plante de cultură și vizează o organizare mai eficientă a conservării *ex situ* (www.croptrust.org). Strategia globală pentru conservarea *ex situ* a speciilor de *Avena* a fost discutată în cadrul întâlnirii curatorilor și amelioratorilor ovăzului, care a avut loc în St. Petersburg în anul 2007 (Igor G. Loskutov și Howard W. Rines, 2011).

Până în prezent conservarea *ex situ* a speciilor de ovăz sălbatic a furnizat rezultate destul de bune. Unele dintre aceste specii, în special cele hexaploide, își pot păstra germinația timp de 10-15 ani la temperatura camerei. În condiții controlate de mediu, la +4°C, -10°C, sau -18°C și la o umiditate standard a semințelor, în funcție de specie se păstrează viabilitatea bine, prin urmare, și integritatea genetică, pentru o lungă perioadă de timp. Din păcate, până în prezent, în băncile de gene nu s-au făcut cercetări pentru a se elucida influența diferitelor tipuri de instalații de depozitare *ex situ* asupra integrității genetice a speciilor de plante în general și a celor de ovăz în special. Judecând după datele referitoare la integritatea genetică a soiurilor locale de ovăz conservate la VIR în instalații de depozitare *ex situ*, în ultimii 80 de ani,

se poate trage o concluzie pozitivă cu privire la stabilitatea genetică a materialului conservat (Zelenskaya și colab., 2004).

Conservarea *in situ* este definită ca o conservare a ecosistemelor și a habitatelor naturale, menținerea și recuperarea populațiilor viabile în mediul lor natural, iar în cazul speciilor cultivate domestice, în arealele unde acestea s-au adaptat și crescut, dezvoltându-și anumite caractere distinctive.

Prima decizie referitoare la protejarea unei rezervații naturale pentru conservarea *in situ* a cerealelor din Etiopia a fost luată La Congresul Internațional de Grâu, ce a avut loc la Roma în aprilie 1927, ca urmare a unui raport prezentat de Vavilov intitulat "Centrul mondial de gene al grâului" în care a prezentat rezultatele preliminare ale misiunii sale de colectare, în Etiopia (Loskutov, 1999). A trebuit să treacă 50 de ani pentru ca această inițiativă să fie aprobată de comunitatea internațională.

Activitatea de conservare *in situ* a speciilor de ovăz sălbatic trebuie realizată pentru salvarea acestor specii, dintre care unele dispar foarte repede de pe Terra. Din păcate, potrivit cercetătorilor spanioli, doar vegetația din Insulele Canare este protejată de la distrugere, datorită interzicerii, prin lege a extinderii activităților umane pe aceste insule. Aici se întâlnesc speciile *A. canariensis* și *A. occidentalis*. De asemenea, pentru protejarea unor specii sălbatice de ovăz, în ultimii ani s-a derulat un proiect european finanțat de UE care a avut ca obiectiv principal conservarea *in situ* a unor specii de ovăz (*A. magna*, *A. insularis* și *A. murphyi*), importante pentru ameliorarea ovăzului cultivat și a fost implementat în Maroc, Spania și Tunisia.

10.2.1. Conservarea *in situ* a speciilor sălbatice de *Avena* din România

În România, există o slabă diversitate a speciilor sălbatice de *Avena*, dat fiind faptul că toate rudele sălbatice ale ovăzului cultivat s-

au dezvoltat în zonele mediteraneene, iar țara noastră este situată într-o zonă cu climat temperat.

Din analiza datelor existente în lucrarea „Plante Vasculare din România” (Ion Sârbu și colab., 2013), pe teritoriul țării sunt răspândite trei specii de ovăz sălbatic care nu cresc în rezervații naturale:

- ✓ *A. barbata* – specie teraploidă, rar răspândită, din zona de stepă pînă în zona pădurilor de stejar, prin semănături, în județele Vaslui și Constanța.
- ✓ *A. sterilis* –specie hexaploidă, se găsește sporadic prin culturi de cereale, ca buruiană în jud. Sibiu, Bihor, Prahova, Buzău, Călărași, Galați, Iași, Constanța și Tulcea.
- ✓ *A. fatua* – specie hexaploidă, răspândită prin toate culturile și în locuri ruderaale.

10.3. Bănci de resurse genetice vegetale naționale și internaționale

În Raportul mondial al resurselor genetice s-a estimat că în lume există în colecții *ex situ* aproximativ 220.000 de probe de ovăz. Colecții mari sunt în SUA (20.000 de probe), Canada (30.000 de probe) și în Europa (EC/PGR - 34.416 probe), din care 12.000 de probe se găsesc la VIR -Rusia, dintre acestea, 10.000 de probe aparțin ovăzului cultivat iar 2000 de probe aparțin speciilor sălbatice (Loskutov, 2001b). Pentru 90.000 de probe există informații pe internet, ușor accesibile. De asemenea, există o colecție bogată, menționată de FAO, în Kenia (13.000 de probe), în Israel (7.500 de probe), iar în Australia există o colecție bogată de *A. sterilis* (5000 de probe) (Germeier, 2008).

Conform datelor furnizate de FAO (<http://apps3.fao.org/wiews/germplasm.htm>), există în lume 29 de colecții naționale de *Avena* (tab. 10.1.), iar în 13 țări sunt mai mult 20 de probe (Brazilia, Canada, China, Germania, Israel, Maroc, Norvegia,

Polonia, Rusia, Spania, Suedia, SUA, Marea Britanie). Unele bănci de gene au achiziționat specii sălbatice de ovăz din zone geografice foarte diferite, nu numai din expedițiile proprii de colectare ci și prin schimb de semințe, prin solicitarea de probe de la alte bănci de gene (tab. 10.2 și 10.3.), reușind astfel, să acumuleze o diversitate semnificativă la multe specii ale genului *Avena*.

Tabelul 10.1.

Numărul de probe de ovăz sălbatic stocat în principalele bănci de gene din lume (Germeier, 2009)

Instituția	Țara	Număr probe
Centrul Național de Agricultură și Alimentație	Canada	14.935
Centrul Național de Cercetare pentru Germoplasma Semințelor Mici	SUA	10.908
Institutul de Cercetare a Plantelor Industriale, VIR	Rusia	2.001
Institutul de Cercetare-Dezvoltare a Cerealelor Tel-Aviv	Israel	1.544
Centrul Australian de Cercetare a Plantelor,	Australia	549
Institutul de Cercetări Agricole Aegian	Turcia	311
Institutul de Genetică a Plantelor și de Cercetare a Plantelor Cultivate	Germania	300
Centrul Național de Cercetare a Grâului	Brazilia	254
Centrul Național de Resurse Genetice Vegetale și Ameliorare a Plantelor	Polonia	168
Centrul Național de Cercetare Agricolă, Volcani	Israel	117

Aceste bănci de gene sunt situate în Statele Unite ale Americii, Canada, Rusia, Germania, Marea Britanie, Polonia, etc. Alte bănci de gene, cum ar fi cele din Australia, Israel, Turcia, Brazilia, și din alte țări, au mandat pentru colectarea și conservarea propriei biodiversități naționale, inclusiv a speciilor sălbatice ce se găsesc în aceste teritorii. De aceea, multe țări aflate înafara zonei de creștere a speciilor de *Avena*, posedă colecții mici la speciile în cauză. Este important de menționat

că speciile hexaploide, *A. sterilis*, *A. ludoviciana* și *A. fatua*, în primul rând, reprezintă cea mai mare parte a probelor de ovăz sălbatic aflate în colecții *ex situ* din cauză că sunt foarte importante pentru ameliorare și se pot conserva și multiplica/regenera foarte ușor (tab. 10.3.)

Tabelul 10.2.

**Prezența ovăzului sălbatic în colecțiile *ex situ* din lume
(Germeier, 2008)**

Specia	Numărul de probe	Specia	Numărul de probe
<i>A.atlantica</i>	18	<i>A.abysinica</i>	615
<i>A. brevis</i>	87	<i>A.barbata</i>	2.526
<i>A.canariensis</i>	70	<i>A.lusitanica</i>	30
<i>A.damascena</i>	17	<i>A.vaviloviana</i>	248
<i>A.hirtula</i>	75	<i>A.agadiriana</i>	18
<i>A.hispanica</i>	16	<i>A.insularis</i>	14
<i>A.longiglumes</i>	85	<i>A.magna</i>	97
<i>A.nuda</i>	35	<i>A.murphyi</i>	12
<i>A.prostrata</i>	2	<i>A.diffusa</i>	8
<i>A.strigosa</i>	697	<i>A.fatua</i>	2341
<i>A.wiestii</i>	76	<i>A.hybrida</i>	24
<i>A.bruhnsiana</i>	1	<i>A.ludoviciana</i>	444
<i>A.clauda</i>	111	<i>A.macrocarpa</i>	2
<i>A.pilosa</i>	156	<i>A occidentalis</i>	71
<i>A.ventricosa</i>	8	<i>A.sterilis</i>	22.951
<i>A.macrostachya</i>	13		

Alte specii, în special cele diploide sunt rare în colecțiile băncilor de gene, arealele lor naturale sunt mai înguste, diversitatea este destul de mică, de cele mai multe ori se disting greu între ele, se conservă și se reînmulțesc foarte greu. În acest sens, se poate aprecia că Banca de Gene din Canada are o colecție unică în lume, fondată de B. Baum, cu probe de ovăz colectate de pe întreg Pământul, între anii 1970- 1980 (Baum și colab, 1975). Banca de Gene din SUA menține o

colecție unică de ovăz diploid și tetraploid. La VIR (Rusia) este conservată o colecție variată ale acestor specii, iar în Băncile de Gene din Germania și Polonia există o colecție mică alcătuită din specii diplode și tetraploide sălbatice. De asemenea este o colecție mică de ovăz triploid și tetraploid la Stațiunea de Ameliorare a Plantelor din Țara Galilor și la Universitatea Wales din Marea Britanie. Aceste specii au fost colectate din Canada în timpul expedițiilor organizate în anul 1964 (Rajhathy și colab. 1964). În principal, aceste colecții nu au un scop practic, fiind destinate cercetărilor de citogenetică și al studiului interacțiunilor genomice între speciile de ovăz sălbatic (Leggett 1992a).

Băncile de Gene pot folosi metode standard de conservare *ex situ*, dar ele pot diferi din punct de vedere organizațional. Există două tipuri de bănci de gene naționale: tipul centralizat și descentralizat. Băncile de gene din primul grup unifică gestionarea tuturor resurselor genetice vegetale în cadrul unei singure instituții, cu centre care se ocupă cu multiplicarea/regenerarea și studiul colecțiilor situate în alte locații (Rusia, Germania, Canada, România, etc.). Tipul descentralizat constă din existența doar a unui Consiliu Național al Resurselor Genetice Vegetale care coordonează activitatea instituțiilor individuale și stațiunilor unde sunt conservate, regenerate și studiate diferite colecții (SUA, Franța, Spania, etc.)

Tabelul 10.3.

Reprezentarea ovăzului sălbatic în principalele colecții *ex situ* ale lumii (Germeier, 2008)

Banca de Gene	<i>A. atlantica</i>	<i>A. canariensis</i>	<i>A. damascena</i>	<i>A. hirtula</i>	<i>A. longiglumes</i>	<i>A. wiestii</i>	<i>A. clauda</i>	<i>A. pilosa</i>	<i>A. ventricosa</i>	<i>A. macrostachia</i>	<i>A. barbata</i>	<i>A. vaviloviana</i>	<i>A. agadiriana</i>	<i>A. insularis</i>	<i>A. magna</i>	<i>A. murphy</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. hybrida</i>	<i>A. ludoviciana</i>	<i>A. ...</i>
Canada	15	45	3	51	45	46	91	132	5	1	1.685	135	14	3	34	2	579	23		1
SUA					7	4		4			611	43			2	1	1.322	1		
Rusia	2	17	5	13	12	15	13	12	3	1	90	46	4	2	16	4	219		434	

Instituțiile cu o istorie de lungă durată de conservare a resurselor genetice vegetale aparțin primului grup, în timp ce cele înființate de curând, mai ales cele din vestul Europei fac parte din al doilea grup, cel al organizațiilor descentralizate.

10.3.1. Sistemul Național de Germoplasmă al SUA

Inițial, în anul 1898 în cadrul Departamentului de Agricultură a SUA s-a înființat Secția de Introducere a Semințelor și Plantelor. Mai târziu și-a schimbat numele în Sistemul Național de Germoplasmă al SUA. Acesta era coordonat de un grup de cercetători, proveniți din sectorul public și privat. Responsabilitățile acestora au constat în (Wesenberg și colab., 1992):

- achiziția, multiplicarea, regenerarea, evaluarea și distribuția germoplasmei;
- cercetări privind prezervarea diversității genetice și a metodelor de menținere a viabilității prin îmbunătățirea procedurilor de depozitare;
- monitorizarea vulnerabilității genetice prezervate.

Instituțiile incluse în Sistemul Național de Germoplasmă al SUA, importante și pentru conservarea ovăzului sunt următoarele:

1. Institutul de Cercetare pentru Cultura Plantelor, Beltsville, care include Biroul de Introducere a Plantelor, Laborator de întreținere a germoplasmei, Laboratorul pentru evaluarea calității germoplasmei și Laboratorul de Botanică Sistematică și Nematologie. În cadrul Laboratorului de întreținere a Germoplasmei există și Rețeaua de Informații a Germoplasmei (GRIN) și Baza de Date privind germoplasma din SUA.
2. Laboratorul Național de Depozitare a Semințelor, Fort Collins, Colorado, care a fost înființat în anul 1958, fiind

singurul loc din SUA cu facilități de conservare de lungă durată a germoplasmei păstrate prin semințe.

3. Centrul Național de Conservare a Semințelor Mici (NSGC) Aberdeen, înființat în anul 1988 pe lângă Universitatea Idaho din Aberdeen (Wesenberg și colab., 1992). Aici se găsește întreaga colecție de cereale și bine-nțeleș și colecția de ovăz cultivat și sălbatic.

Aproape jumătate din germoplasma de ovăz este alcătuită din speciile *A. sterilis* și *A. fatua*. Aceste două specii sunt hexaploide și pot fi ușor încrucișate cu *A. sativa*, fiind cel mai mult utilizate dintre toate speciile înrudite. Rețeaua de Informații a Germoplasmei (GRIN) pune la dispoziția Programului Național de Resurse Genetice, personal și utilizatori de germoplasmă, acces continuu la baza de date pentru menținere, pașaport, caracterizare, evaluare, inventarie și distribuție a informațiilor, importante pentru un management efektiv de utilizare a colecțiilor naționale de germoplasmă <http://www.ars-grin.gov/>.

10.3.2. Resursele genetice vegetale din Canada.

Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare din Canada a numit în anul 1970 primul ofițer de resurse genetice vegetale, și a înființat Resursele Genetice din Canada (PGRC). Până în anul 1998 această instituție a funcționat la Centrul Experimental Ottawa, după care s-a mutat la Saskatoon unde s-au construit facilități moderne de conservare. Sistemul Germoplasmei Plantelor din Canada are o rețea de centre și oameni dedicați conservării diversității genetice a plantelor de cultură și rudelor lor sălbatice și a plantelor unice din diversitatea canadiană. Acest sistem joacă un rol important în Agricultura și Alimentația canadiană în angajamentul strategiei biodiversității canadiene ca răspuns la Convenția Diversității Biologice. Aici se găsește cea mai mare colecție de ovăz sălbatic din lume. În anul 1992 s-a înființat un sistem multinodal, pentru a răspunde la recomandările

studiului privind îmbunătățirea conservării germoplasmei în Canada. Inițial acest sistem a fost finanțat prin Planul Verde. Această inițiativă unește reînmulțirea, evaluarea și documentarea programelor de ameliorare a plantelor cultivate. De asemenea, Centrul Național de Resurse Genetice Vegetale din Canada are facilități de depozitare a semințelor pe durată medie și lungă de timp și unități de crioprezervare. Depozitarea pe termen lung se face la temperatura de -20°C în seifuri spațioase, în plicuri laminate, iar cea pe termen mediu în plicuri de hârtie la temperatura de 4°C și 20% umiditatea relativă a aerului. Se testează viabilitatea semințelor, acestea se usucă până la 6-8% și se transferă în depozite pe termen mediu sau lung. Cea mai utilizată metodă de crioprezervare este cea în/pe azot lichid la temperatura de -196°C . În funcție de specie, semințele se pot păstra de la câțiva ani până la secole (http://pgrc3.agr.gc.ca/index_e.html).

10.3.3. Institutul Plantelor Industriale Vavilov – VIR (Rusia)

VIR provine din Biroul de Botanică Aplicată, înființat în anul 1894. În anul 1930 i s-a dat o nouă denumire: Institutul Unional de Cercetări pentru Plantele Industriale (VIR – abreviere în limba rusă), iar din anul 1967 a fost adăugat și numele lui N.I. Vavilov. Principalele direcții în activitatea institutului, inițiate de Vavilov au fost: colectarea, conservarea studiarea și utilizarea resurselor genetice vegetale. În plus, Institutul este implicat în proiectarea unor metode de studiu a germoplasmei colectate și dezvoltarea unor tehnici de conservare pe termen lung. Sediul Central al Institutului Vavilov este la St. Petersburg de unde se coordonează activitățile întregului institut și ale stațiunilor experimentale, incluzând nouă departamente de resurse genetice ale plantelor de cultură, departamentul de Agrobotanică și conservare *in situ* care are un ierbar unic, 10 departamente și laboratoare, care se ocupă cu studiul resurselor genetice vegetale, o bancă de gene cu

facilități de depozitare a semințelor (conservă semințele la temperaturi de $+4^{\circ}\text{C}$, -10°C și -18°C și crioprezervare) și departamentul de biotehnologie care include un laborator de conservare *in vitro*. Institutul are în subordine 11 stațiuni experimentale care se ocupă cu studiul și multiplicarea /regenerarea resurselor genetice vegetale și Depozitul Național de Semințe din Kuban situat în incinta stațiunii experimentale Kuban. Colecția de ovăz sălbatic și cultivat este menținută de Departamentul de Resurse Genetice de ovăz, orz și secară. Mai multe informații despre taxonomie, caracterizare, evaluare și valoare de ameliorare a colecțiilor de ovăz sălbatic și cultivat sunt disponibile pe pagina web: <http://vir.nw.ru/avena/>.

10.3.4. Resursele genetice vegetale din România

Primele începuturi, în faza embrionară, a activității domeniului denumit astăzi „resurse genetice vegetale”, se regăsesc în activitatea curentă a amelioratorilor cu denumirea uzuală: „material inițial de ameliorare” (M. Cristea, 2016).



Foto 10.4. Fondatorul Băncii de Resurse Genetice Vegetale Suceava, dr. ing. Mihai Cristea, membru titular ASAS

Prin înființarea în anul 1956 a Institutului de Cercetări Agricole a României (ICAR), s-a inițiat activitatea de ameliorare științifică a plantelor în țara noastră, dar până în anul 1990 nu a existat nici o unitate care să aibă ca obiect principal de activitate conservarea *ex situ* a resurselor genetice vegetale.

La inițiativa fondatorului Băncii de Resurse Genetice Vegetale, M. D. Cristea (foto 10.4.) care afirma în una din lucrările sale „Resursele genetice reprezintă bogăția unei națiuni a căror valoare inestimabilă trebuie să fie în 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” (Cristea M, 2012), apare Hotărârea Guvernului României nr. 371 prin care, Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava (foto 10.5.) devine instituție publică, de interes național.



Foto 10.5. Clădirea Băncii de Resurse Genetice Vegetale Suceava „Mihai Cristea”

Mandatul acestei instituții, specific majorității băncilor de gene, este explorarea, colectarea, evaluarea și conservarea resurselor genetice vegetate, fiind finanțată integral de la bugetul de stat.

În concordanță cu rolul băncilor de gene, ca instituții care au ca scop principal protejarea resurselor genetice, obiectivele Băncii de Gene Suceava, sunt următoarele:

1. păstrarea în condiții de securitate a colecției naționale de resurse fitogenetice de la speciile cu înmulțire sexuată;
2. coordonarea la nivel național a activităților desfășurate în cadrul programelor internaționale de conservare a resurselor genetice vegetale;
3. furnizarea de material genetic diverșilor utilizatori, atât pentru introducerea în cultură, cât și pentru activitățile de preameliorare și ameliorare.

La nivelul anului 2016, BANCA DE GENE SUCEAVA deținea o colecție de aproximativ 17.704 probe de la 386 specii diferite de plante, ca rezultat al unei activități de colectare de aproximativ 35 de ani. Dintre acestea, un număr de 6.998 probe reprezentând 237 specii de plante au fost colectate în misiunile de colectare, organizate încă din anul 1987, la care au participat agronomi, biologi, biochimisti, etc.

Prin organizarea expedițiilor de colectare s-a reușit colectarea unui material genetic foarte diversificat, constând din plante cultivate și plante sălbatice din 1395 localități din țară și din străinătate.

În cadrul acestor misiuni de colectare s-a pus accent, în mod deosebit pe diversitatea genetică intra- și interspecifică a resurselor genetice vegetale.

Referitor la germoplasma de ovăz existentă în colecția unității, se poate aprecia, că aceasta reprezintă doar 4,5% din numărul total de probe, la nivelul anului 2016, existând un număr total de 794 de accesii ce aparțin la 12 specii, astfel:

- *Avena abyssinica* – 4 probe

- *Avena barbata* - 4 probe
- *Avena brevis* - 2 probe
- *Avena byzantina* – 22 de probe
- *Avena damascena* – 2 probe
- *Avena fatua* -15 probe
- *Avena hirtula* – 4 probe
- *Avena hybrida* – 1 probă
- *Avena sativa* - 704 probe
- *Avena sterilis* – 3 probe
- *Avena strigosa* – 32 de probe
- *Avena wiestii* – 1 probă

Colecția de ovăz din cadrul Băncii de Gene Suceava, aparține următoarelor categorii biologice:

1. Specii sălbatice – 29 de probe;
2. Populații locale – 628 de probe
3. Linii ameliorate și în curs de ameliorare – 9 probe
4. Soiuri ameliorate – 128 de probe

Dacă ne referim la țara de origine, se poate aprecia că, cele mai multe probe sunt originare din România (203 probe), urmate de Germania (135 probe), Polonia (89 de probe), etc. (tab. 10.4.)

Tabelul 10.4.

**Originea probelor de ovăz existente în colecția Băncii de Gene
Suceava la 1 ianuarie 2017**

Țara de origine	Număr probe	Țara de origine	Număr probe
Germania	135	Anglia	29
Polonia	89	Bulgaria	22
Cehia	60	Slovacia	16
Franța	59	Estonia	13
Rusia	49	Spania	13
Suedia	33	Alte țări	41
Ungaria	32		

În ceea ce privește data introducerii germoplasmei de ovăz în Bancă, se poate aprecia că, în decurs de 28 de ani (1988-2016), au fost colectate 187 de probe, iar 607 probe, au fost primite de la alte instituții de cercetare din țară (14 probe) sau din străinătate (593 probe). Din tabelul 10.5. se observă că, în perioada 2003-2008 s-au introdus în colecția unității 367 de probe, reprezentând aproximativ 50% din numărul total de probe existent în colecție în prezent.

Tabelul 10.5.
Numărul de probe introduse în colecția Băncii de Gene Suceava în decursul a 31 de ani (1985-2016)

Perioada	Numărul probe	Perioada	Numărul de probe
1985-1990	36	2003-2008	367
1991-1996	70	2009-2016	245
1997-2002	76		

Dacă facem o analiză a speciilor sălbatice colectate din țară și cele primite din străinătate putem spune că singura specie sălbatică colectată din țară a fost *A. fatua*, (2 probe) toate celelalte specii au fost achiziționate de la diferite instituții din străinătate.

Dacă ne referim la originea probelor colectate din România, se poate evidenția că, cele 187 de probe au fost colectate din 132 de localități din cadrul a 20 de județe (fig. 10.1.).

Referitor la altitudinea de colectare, se poate aprecia că aceste provin de la 92 m înălțime, (localitatea Ujszalonta, Ungaria), până la 1200 m (loc. Moldova Sulița, Jud. Suceava).

În ceea ce privește longitudinea și latitudinea de colectare, localitatea cea mai nordică de unde s-au colectat populații locale de ovăz este loc. Dumeni, jud. Botoșani, (445618N), iar cel mai sudic punct de colectare este în satul Prigor, județul Caraș Severin (480013N), cea mai vestică locație fiind în loc. Ujszalonta, Ungaria

(0214050E), iar cel mai estic punct este în loc. Novăcești, Jud. Vrancea (0270640E).

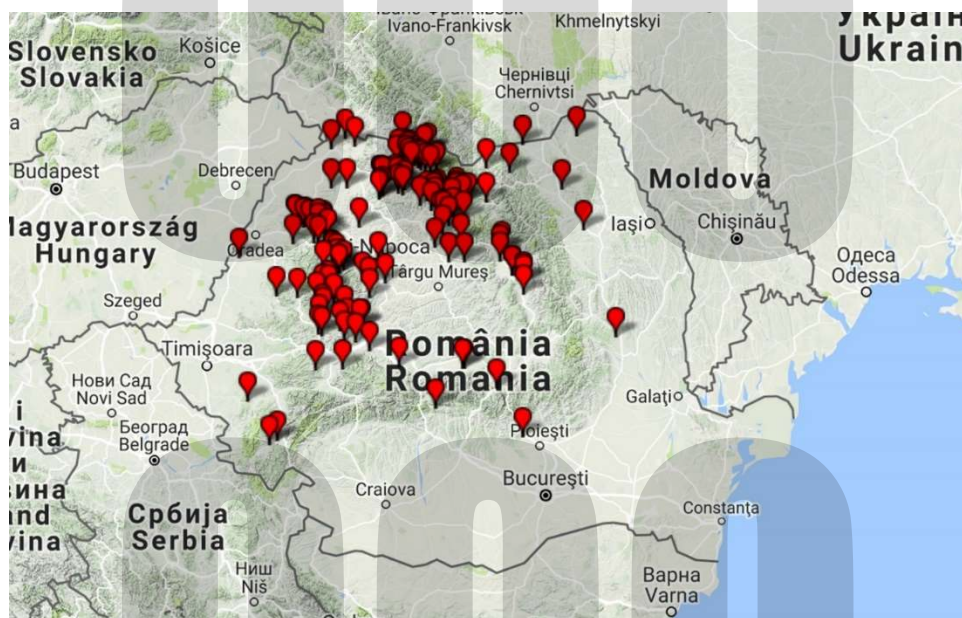


Fig. 10.1. Originea probelor de ovăz aflate în colecția Băncii de Gene Suceava

Din figura 10.1.se observă că, cea mai mare pondere o prezintă localitățile situate în zonele montane și submontane (Bistrița Năsăud, Alba, Maramureș și Cluj), ceea ce întărește afirmația că altitudinile ridicate de colectare și climatul rece din aceste areale geografice, indică prezența acestei culturi datorită adaptabilității sale pe solurile umede și reci, fiind cultivată acolo unde alte cereale nu găsesc condiții optime de dezvoltare.

Activitatea de stocare – preocupare centrală a Băncii de Gene Suceava – constă în menținerea intrărilor individuale în condiții controlate, care să le asigure acestora viabilitatea și stabilitatea genetică

cât mai mult timp. Semințele de cereale, inclusiv cele de ovăz sunt stocate la temperaturile de $+4^{\circ}\text{C}$ și la -20°C .

Conservarea prin sămânță a resurselor genetice vegetale, în general și a celor de ovăz în special, este forma predominantă de păstrare, folosită de Banca de Gene Suceava.

Toate activitățile sectorului de conservare sunt axate pe îndeplinirea următoarelor *obiective*:

- extinderea colecțiilor genetice provenite din:
 - ✓ colectare;
 - ✓ preluarea colecțiilor de lucru de la diferite unități din țară;
 - ✓ schimb cu instituții din țară și străinătate.
- asigurarea securității colecțiilor atât în fazele de procesare, cât și în timpul depozitării, prin monitorizarea parametrilor fizici (temperatură și umiditate relativă a aerului) din camerele de păstrare, pe baza unui program asistat de computer;
- facilitarea accesului la materialul vegetal prin:
 - ✓ distribuirea de probe de semințe către utilizatorii interni în vederea evaluării morfo-fiziologice & biochimice, pentru regenerare, multiplicare și efectuarea testelor de germinație;
 - ✓ distribuirea de probe de semințe către alți utilizatori din țară sau străinătate.

Introducerea semințelor de ovăz și a celorlalte specii ce se înmulțesc pe cale sexuată, în depozitul rece al băncii presupune parcurgerea succesivă a mai multor etape care au ca scop final obținerea

unui lot reprezentativ, de foarte bună calitate și cu un potențial maxim de viabilitate.

O acțiune cu implicații majore asupra longevității și integrității genetice a materialului biologic inclus în colecții este operația de uscare a semințelor. În acest scop, banca dispune de o cameră de uscare, în care se realizează desicarea lentă a semințelor până la atingerea unui prag plasat în intervalul 4 - 8% conținut de umiditate, prin adoptarea procedurii de *uscare în strat subțire* (foto 10.6.).



Foto 10.6. Echipament de uscare a semințelor (dreapta) și dispunerea semințelor în strat subțire, pentru o uscare eficientă (stânga)
(Foto D. Constantinovici)

Semințele de ovăz se usucă până ajung la umiditatea de 8% pentru conservarea pe durată medie și 6% pentru conservarea de lungă durată. Datorită dimensiunilor mari ale cariopselor, durata de uscare, variază în funcție de umiditatea inițială și de grosimea stratului de uscare, de la 3 la 6 săptămâni.

Colecțiile Băncii de Gene Suceava

În prezent, banca stochează două tipuri de colecții:

- **colecția activă** (de medie durată- foto.10.7.) este destinată utilizării și cuprinde diversitatea genetică a speciilor de plante, relevante pentru agricultura din România, precum și a rudelor sălbatice ale acestora. În cazul ovăzului sunt stocate 782 probe, din care 29 de probe aparțin speciilor sălbatice și 628 celor cultivate.

- **colecția de bază** (de lungă durată- foto. 10.8.) este considerată rezerva genetică strategică și a cărei constituire a început în anul 2001, prin duplicarea materialului proaspăt regenerat din colecția activă, cât și prin introducerea de probe originale provenite din expedițiile de colectare proprii. Speciile genului *Avena* sunt reprezentate de un număr de 341 de probe, din care: *A. abyssinica* – 1 probă; *A. brevis* -1 probă; *A. byzantina* – 11 probe; *A. hirtula* – 1 probă; *A. strigosa* -14 probe; *A. sativa* -313 probe.

- **Condițiile și parametrii de conservare a semințelor** corespunzătoare celor două tipuri de colecții sunt prezentate în tabelul 10.6.

Tabelul 10.6.

Condiții de pastrare a colecțiilor de semințe, la Banca de Gene Suceava

Tipul de colecție	Număr camere pentru depozitare	Temperatura de depozitare	Containere folosite pentru împachetarea semințelor
<i>Activă</i>	4	+4°C	Borcan de sticlă, de diferite dimensiuni
<i>De bază</i>	3	-20°C	Plicuri din folie de aluminiu



Foto 10.7. Cameră de conservare a semințelor de ovăz la $T = +4^{\circ}\text{C}$ (borcane de sticlă)



Foto 10.8. Celule de conservare a semințelor la $T = -20^{\circ}\text{C}$ (dreapta). Plicuri din folie de aluminiu dispuse pe rafturi (sus) (Foto D. Constantinovici)

Probele de semințe de ovăz din colecția activă sunt distribuite gratuit utilizatorilor (amelioratorilor, cercetătorilor, băncilor de gene colaboratoare, etc). Folosirea probelor de semințe de ovăz în scop comercial nu este permisă. Accesul la sămânța autorului este condiționat de aprobarea donatorilor probelor.

10.3.5. Coordonarea activităților băncilor de gene naționale

Prima organizație internațională, înființată în anul 1974, care a avut ca principal obiectiv dezvoltarea activităților privind conservarea resurselor genetice vegetale (RGV) a fost Comitetul Internațional pentru Resurse Genetice Vegetale (IBPGR). Această organizație internațională a fost creată cu scopul de a crea și coordona o rețea mondială de conservare a germoplasmei, fiind finanțată de Banca Mondială, FAO, Națiunile Unite sau din donații de la firme private. Ca și alte organizații internaționale de cercetare, IBPGR a fost sub jurisdicția Grupului Consultativ al Cercetării Agricole Internaționale (CGIAR), înființat în anul 1971. Secretariatul IBPGR a fost responsabil pentru administrarea finanțelor, având sediul la FAO, Roma, Italia. IBPGR a asigurat asistență în diferite centre internaționale, regionale sau naționale, în achiziția, multiplicarea, depozitarea, documentarea evaluarea și distribuția germoplasmei. De asemenea, cu ajutorul experților s-au stabilit descriptorii pentru majoritatea plantelor de cultură, organizând și finanțând activități de colectare la nivel național sau regional și a desemnat locații pentru colecții de bază, mondiale la principalele specii de cultură. În anul 1991 IBPGR a fost redenumit Institutul Internațional pentru Resurse Genetice Vegetale (IPGRI). IPGRI a fost o organizație științifică internațională autonomă, finanțată de Grupul Consultativ pentru Cercetarea Agricolă Internațională (CGIAR). Mandatul acestui institut a fost de conservare și utilizare a resurselor genetice pentru generațiile viitoare. În anul 2006, IPGRI se reunește cu Rețeaua Internațională de Ameliorare a Plantelor Tropicale

(INIBAP) devenind o singură organizație sub numele de *Bioversity International* (<http://www.biodiversityinternational.org>).

Rețelele naționale de RGV, în multe cazuri organizează programul național al resurselor genetice vegetale. Adesea rețelele naționale de RGV coordonează o multitudine de instituții ce lucrează în acest domeniu. Pe lângă rețelele naționale există și organizații regionale, la nivel european cum ar fi: ECP/GR și EURISCO. Țările Nordice au dezvoltat un instrument de management al informațiilor (SESTO), coordonat de Nordic Genebank, privind inventarierea și conservarea resurselor genetice vegetale,. În America de Sud există rețele de informații în jurul unui soft denumit DBGermo. Multe dintre aceste rețele internaționale sunt orientate mai mult pe partea de documentare (Germeier, 2008).

Grupul de lucru pentru *Avena* a fost înființat în 1984 cu scopul de a coordona resursele genetice de ovăz din Europa (IBGR,1984). Acest grup a unit curatori de colecții de ovăz din toate băncile de gene europene. Grupul coordonează activități referitoare la colectare, documentare, caracterizare, conservare și utilizare a resurselor genetice de ovăz. O bună parte a rețelei se bazează pe informații și documentare prin *Avena Database* (<http://eadb.bafz.de/bgrc/eadb/avena.htm>). Periodic toți membrii grupului se întâlnesc pentru a discuta mute probleme legate de activitățile Băncilor de gene (BPGR 1986, 1989, Frison și colab., 1993; Maggioni și colab.,1998). În prezent Grupul de lucru *Avena* operează în cadrul ECP/GR pentru cereale, care coordonează toate resursele genetice de cereale de pe teritoriul Europei precum și colecțiile din câteva țări din Asia și Africa (Lipman et al. 2005; Maggioni și colab., 2009) (<http://www.ecpgr.cgiar.org/Workgroups/avena/avena.htm>). În ultimii ani, băncile de gene și instituțiile de cercetare agricolă sunt implicate în activități care au ca scop conservarea cu succes a resurselor genetice de ovăz și utilizarea efectivă a acestora în programele de ameliorare.

10.4. Metode de prezervare, menținere, propagare și crioprezervare a semințelor de *Avena*

Cantitatea limitată a variației genetice pentru speciile cu înmulțire vegetativă a condus la dezvoltarea metodelor de conservare *in vitro*. Această metodă garantează eliminarea totală a infestării cu boli și dăunători. Totuși această metodă este foarte laborioasă și costisitoare, de aceea se folosește numai în anumite condiții, ca o posibilitate de depozitare pe termen lung (Hammer și Teklu 2008).

Crioprezervarea se realizează în azot lichid la temperatura de -196°C . Se poate folosi pentru conservarea semințelor, prelungind în mod dramatic viabilitatea semințelor. Problema de bază a crioprezervării sunt costurile ridicate în special pentru echipamentul tehnic și pentru aprovizionarea cu azot lichid (Hammer și Teklu 2008).

Referitor la crioprezervarea speciilor de ovăz sălbatic, s-au făcut unele experimente la VIR în Rusia între anii 1970-1980 care au fost sistate, din cauza costurilor foarte ridicate, nejustificate în comparație cu depozitarea la diferite temperaturi negative, asigurându-se astfel, o buna germinație a semințelor pe o perioadă lungă de timp.

Capitolul 11

Multiplicarea/regenerarea resurselor genetice de *Avena*

Multiplicarea reprezintă creșterea numărului de semințe prin reînmulțire în câmp, încât să rezulte o populație genetică cu aceleași trăsături ca și cea inițială. Ca o regulă generală, procentul de germinație a semințelor destinate conservării genetice trebuie să fie mai mare de 85%. Dar, chiar în condițiile în care capacitatea germinativă este situată peste valoarea maximă, probele sunt selectate pentru a fi multiplicare atunci când nu este suficientă sămânță pentru păstrare și distribuție.

Regenerarea presupune reînnoirea unei probe de semințe prin cultivarea acesteia în câmp astfel încât prin creșterea și dezvoltarea sa, va da naștere la un genotip care după recoltare va poseda aceleași caracteristici ca și cel original.

Regenerarea semințelor se realizează când procentul de germinație a scăzut sub nivelul minim acceptat de standardul FAO/IPGRI, privind conservarea genetică a semințelor.

Pentru realizarea în condiții adecvate a activităților de multiplicare și regenerare, trebuie să se țină cont de:

- folosirea unui număr suficient de semințe pentru evitarea driftului genetic;
- reducerea efectului selecției;
- respectarea condițiilor de izolare pentru plantele alogame;
- înlăturarea contaminării mecanice a probelor de semințe în timpul semănatului și recoltării.

11.1. Protocolul de lucru pentru regenerarea, multiplicarea probelor de *Avena* într-o bancă de gene

Băncile de gene multiplică/regenerează un număr mare de specii botanice pentru care există ghiduri de multiplicare/regenerare, adaptate condițiilor existente în fiecare locație (Murariu D și Plăcintă D., 2013).

Protocolul de lucru pentru specia sălbatică, rudă a unei plante de cultură, nu este același ca și la cea cultivată; de aceea în fiecare ghid de multiplicare/regenerare a unei plante cultivate, se face referire și la multiplicarea/regenerarea speciilor sălbatică, rude ale acesteia.

În general, multiplicarea/regenerarea speciilor de *Avena* se realizează în câmp și în spații protejate.

Pentru multiplicarea/regenerarea speciilor de *Avena* se parcurg următoarele etape:

- Selecția probelor ce vor fi multiplicare/regenerate în funcție de germinație și stoc;
- Solicitarea probelor de la departamentul de conservare în vederea multiplicării/regenerării;
- Tratamente ale seminței (dacă este cazul). Semănatul probelor în câmp sau în sere;
- Verificarea stării culturale a plantelor în câmpul experimental și în serele neîncălzite;
- Stabilirea metodelor de recoltare;
- Recoltarea semințelor, preuscarea și condiționarea probelor;
- Deviații observate în timpul multiplicării (nr. redus de semințe, semințe bolnave, semințe ce aparțin altor varietăți) și transferul probelor pentru o nouă înmulțire;

Câmpul experimental cu suprafața destinată însămânțării trebuie împrejmuit cu gard pentru evitarea distrugerii plantelor de către

animale, păsări domestice și trebuie să fie situat la o distanță de cel puțin 500 m față de posibile surse de poluare (foto 11.1.).



Foto 11.1. Parcele de multiplicare/regenerare a colecției europene de ovăz, Banca de Gene Suceava (2011, proiectul european AVEQ)

Înainte de semănat, unele specii de ovăz necesită un tratament special al seminței denumit **vernalizare**. Probele vor fi vernalizate artificial, dacă acest tratament nu poate fi aplicat în mod natural pe o perioadă suficient de lungă, la temperaturi mai mici de 5°C, timp de 6-8 săptămâni. Aplicarea tratamentului de vernalizare artificială se face cu 8-10 săptămâni înainte de data optimă de semănat, în scopul asigurării unei creșteri și dezvoltări optime în câmp a răsadurilor transplantate;

Etapale de lucru ale vernalizării artificiale:

- Identificarea genotipurilor care necesită tratament de vernalizare;
- Tratarea semințelor cu fungicide;
- Așezarea semințelor pe hârtie de filtru umezită și lăsarea lor să înceapă să germineze la temperatura camerei;
- Plasarea fiecărei hârtii de filtru în vase Petri individual sau într-o pungă de plastic transparentă, închisă la capăt;
- Refrigerarea la temperaturi de 1- 3°C cu o sursă de lumină (8 ore/zi) și menținerea hârtiei de filtru umedă;
- Perioada de tratament la rece poate fi mai scurtă de 4 săptămâni pentru probele cu răspuns mediu la vernalizare, în timp ce pentru cele cu cerințe puternice de vernalizare, perioada poate fi de până la 6-8 săptămâni;
- Transplantarea cu atenție a răsadurilor în câmp pentru completarea tratamentului de vernalizare.

Stadiul de vernalizare la formele cultivate se realizează în condiții naturale, durata fiind de 40-45 de zile pentru ovăzul de toamnă la temperatura de 1-2°C și în jur de 10-15 zile la temperatura de 3-5°C pentru cel de primăvară.

În cazul formelor sălbatice de iarnă, vernalizarea se efectuează artificial în camere de creștere cu atmosferă controlată, la temperatura de 5°C, timp de cel puțin șase săptămâni după ce în prealabil semințele au fost semănate la sfârșitul lunii ianuarie și au germinat.

Pregătirea formelor sălbatice pentru regenerare

La unele specii sălbatice semințele proaspete pot germina neregulat sau nu germinează. În multe cazuri ele au o germinație normală după parcurgerea unui repaus seminal de 1 an sau mai mult. Pentru eliminarea acestor neajunsuri se pot lua unele măsuri de decorticare a semințelor dacă sunt în număr mic și semănarea acestora în vase Petri. Răsadurile sunt transferate în ghivece, în sere.

Formele sălbatice se comportă ca plante de zi lungă de aceea trebuie semănate cât mai devreme. Speciile sălbatice au, de cele mai multe ori nevoie de vernalizare. Semințele din inflorescențele mici vor germina primele. Majoritatea speciilor sălbatice au sensibilitate la lungimea zilei și din această cauză necesită semănare timpurie.

11.1.1. Metode de regenerare/multiplicare utilizate

Pentru regenerarea semințelor de ovăz este necesară utilizarea unui soi martor, adaptat pentru zona unde se realizează această activitate. Dat fiind faptul că sunt atât specii autogame cât și alogame vor trebui luate măsuri diferite de protejare a probelor împotriva infestării cu polen străin.

11.1.1.1. Etichetarea probelor și a parcelelor

Înainte de ieșirea în câmp cu probele ce urmează a fi semănate, trebuie parcurse câteva etape pregătitoare, astfel:

- pregătirea probelor de semințe în pungi etichetate cu numărul de intrare și numărul parcelei din câmpul experimental;
- întocmirea unui plan de semănat cu numărul blocurilor pe orizontală și numărul parcelelor pe verticală. Fiecare parcelă se notează pe plan, prin folosirea unui număr de câmp;
- întocmirea caietului de câmp în care se notează: blocul, numărul parcelei, numărul de intrare, sursa de proveniență a seminței, data semănatului, răsăritului, înspicatului, înfloritului, maturității și alte informații ce reprezintă tipicitatea caracterelor în cadrul fiecărei intrări multiplicate;
- etichetarea parcelelor cu etichete de plastic sau alt material, scrise cu marker rezistent la apă. Fiecare etichetă trebuie să conțină numărul de câmp, scris citeț pentru a fi înțeles de eventualii vizitatori (foto 11.2.).

11.1.1.2. Designul experimental pentru speciile autogame

Parcellele trebuie să cuprindă șase rânduri de 1-2 m lungime, cu distanța de 15-30 cm și o distanță între parcele de 100-200 cm, în cazul însămânțării manuale.

Lungimea parcelei se stabilește și în funcție de cantitatea de semințe necesară pentru conservare, pentru efectuarea testelor de germinație și a celor fitosanitare. anticipându-se producția (ex. producția de 1t/ha este egală cu 100g/m²).

Pentru formele înalte, susceptibile la cădere este necesară păstrarea unei distanțe de 90 cm între parcele sau alternanța cu parcele semănate cu alte specii decât cereale pentru evitarea amestecului la recoltare.



Foto 11.2. Etichetarea probelor de ovăz în parcelele de multiplicare/regenerare (câmpul experimental al Băncii de Gene Suceava, 2013)

11.1.1.3. Designul experimental pentru speciile sălbatice alogame

Speciile sălbatice se vor cultiva în primul rând în locuri protejate de vânt sau în tunele de plastic. Fiecare probă va fi semănată individual, în sere sau solarii, izolată de celelalte probe prin pereți din sticlă sau cu folie de polietilenă.

Distanțele de semănat sunt la fel ca la speciile autogame, cu precizarea că este necesară o distanță mai mare între probe, pentru evitarea amestecului mecanic (200-250 cm).

Pentru semănat se va folosi între 500 și 1000 de semințe pentru a nu se îngusta baza genetică a probelor, și se vor recolta minim 8000 de semințe.



Foto 11.3. Modul de așezare al blocurilor experimentale în câmpul de reînmulțire al speciilor de *Avena* (Câmpul experimental, Banca de Gene Suceava, 2011)

11.1.1.4. Semănatul și fenologia plantelor (tab. 11.1.)

Tabelul 11.1.

Durata stadiilor fenologice de la semănat la recoltat, la ovăzul de toamnă și cel de primăvară

Sezonul Cultura	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August
Ovăzul de toamnă										●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Ovăzul de primăvară															●	●	●	●	●	●

● = stadiul de sămânță/plantulă ● = stadiul vegetativ ● = stadiul generativ

11.1.1.5. Lucrările de întreținere în perioada de vegetație a plantelor

Ovăzul este o plantă a regiunilor cu climă umedă și veri răcoroase. Cu toate acestea, ovăzul suportă mai bine ca alte plante și condițiile mai secetoase. Este deci planta care valorifică bine condițiile extreme de cultură, datorită mării sale plasticități ecologice. Temperatura minimă de germinație este de 2-3°C, iar tinerele plante suportă temperaturi negative până la -12°C.

Plantele premergătoare pentru toate speciile de ovăz sunt plantele prășitoare precum cartoful, sfecla de zahăr și trifoiul, în sole săritoare, evitându-se monocultura sau revenirea după alte cereale în scopul reducerii contaminării cu agenți patogeni și dăunători.

Solul pentru semănat trebuie să fie afânat pe o adâncime de cel puțin 20-25 cm, nu prea mărunțit pentru evitarea formării crustei, suficient de așezat, curat de buruieni, bogat în apă și substanțe nutritive.

Se efectuează arătura imediat după recoltarea plantei premergătoare urmând ca înainte de semănat cu două zile să se lucreze

obligatoriu solul cu grapa cu discuri sau freza la adâncimea de 8-10 cm. Însămânțarea într-o arătură uscată și bulgăroasă este o greșeală, semințele cad printre bulgării uscați și nu încolțesc, apa se pierde în continuare iar prin așezarea arăturii, plantele pot fi dezhădăcinate.

Față de sol, ovăzul are cerințe reduse, datorită înrădăcinării profunde și puterii mari de solubilizare a acestora. Pretinde ca solul să aibă pH de 5,5-7,0. Perioada de vegetație a majorității speciilor de *Avena* este de 100-140 zile.

Lucrările de întreținere în parcelele de regenerare se realizează ținându-se cont de practicile locale, scopul acestora fiind menținerea integrității accesiilor ce produc semințe viabile și sănătoase. În timpul perioadei de vegetație se efectuează următoarele lucrări:

1. Combaterea buruienilor

Această măsură agrotehnică este prioritară la pregătirea patului germinativ prin dezmiriștire sau arătură adâncă, eliminându-se gazdele intermediare ale bolilor și dăunătorilor.

Combaterea buruienilor în timpul perioadei de vegetație este necesară deoarece atunci când la nivelul solului buruiana ocupă 20%, în sol va avea o masă de rădăcini dublă de 40%, ovăzul concurând pentru apă și substanțe nutritive cu acestea iar deasupra solului va lupta pentru lumină și spațiu. De asemenea, razele soarelui vor fi reflectate de buruieni și la baza tulpinilor se vor dezvolta boli.

La aplicarea erbicidelor se va ține seama de:

- selectivitate și spectrul buruienilor combătute;
- perioada de administrare (postemergent și pre-emergent);
- buruienile țintă ce populează suprafața cultivată (buruieni dicotiledonate anuale și perene, buruieni monocotiledonate);
- buruienile problemă (*Galium*, *Cirsum*, *Apera spica*, *Avena fatua* etc.) să nu afecteze integritatea genetică a probelor multiplicare.

2. Irigarea probelor

Irigarea se efectuează în câmpurile de multiplicare unde media anuală a precipitațiilor este mai mică de 500mm. Atunci când unitatea dispune de sistem de irigație, se irigă în două etape:

- imediat după semănat pentru o bună răsărire și înrădăcinare a plantelor;
- înainte de înflorire.

Pe terenurile cu surplus de umiditate se iau măsuri de drenaj pentru a se evita obturarea aerului la nivelul rădăcinilor.

3. Fertilizarea

Se aplică îngrășăminte chimice în doze echilibrate (60% din doza maximă) specifice tehnologiei varietăților locale și rudelor sălbatice a acestora, care nu sunt adaptate la doze mari de azot comparativ cu soiurile moderne.

Îngrășămintele cu fosfor și potasiu se aplică odată cu arătura de bază sau la pregătirea patului germinativ, iar cele cu azot se aplică $\frac{1}{2}$ sau $\frac{1}{3}$ din doză în toamnă iar restul în primăvară. Pentru cerealele de primăvară, azotul se administrează în întregime odată cu pregătirea patului germinativ.

Excesul de azot sau raportul neechilibrat cu fosforul favorizează vegetație luxuriantă, generează microclimat nefavorabil în etajul inferior de frunze ducând la sensibilizarea plantelor față de boli.

4. Controlul bolilor și dăunătorilor în timpul vegetației plantelor

Se realizează prin măsuri preventive ca:

- respectarea rotației de cel puțin 3 ani fără cereale păioase, evitarea monoculturii, semănatul în epoca optimă, drenarea excesului de umiditate;

- corectarea acidității solului, fertilizarea echilibrată, arături adânci la dezmiriștire și măsuri de combatere cum ar fi :
 - depistarea bolilor prin simptomele vizibile, notarea acestora și efectuarea tratamentelor foliare. Tratamentele foliare se aplică odată cu erbicidarea când frunzele sunt vizibil atacate, la înălțarea paiului, în faza de burduf sau înspicare, în condiții de infecție maximă, după înflorit;
 - Identificarea posibiloilor dăunători (ex. *Oulema melanopa*, *Schizapis graminum*, *Anisoplia sp.*) și aplicarea tratamentelor la apariția larvelor și adulților cu insecticide specifice.

5. Monitorizarea stării culturale a plantelor în câmpul experimental și în serele neîncălzite

Pe parcursul perioadei de vegetație probele semănate în câmp și sere sunt monitorizate de curatori și de către responsabilul cu protecția fitosanitară. De la începutul perioadei de vegetație fiecare curator va urmări starea culturală a parcelelor de multiplicare/regenerare (îndepărtarea mecanică, chimică sau manuală a buruienilor și aplicarea la momentul optim a tratamentelor fitosanitare indicate de responsabilul cu protecția fitosanitară). Pentru plantele alogame, înainte și în timpul înfloriturii se vor folosi metode adecvate de izolare (folosirea spațiilor protejate, sau izolarea inflorescențelor). De asemenea, se va avea în vedere protejarea blocurilor experimentale împotriva păsărilor sau a altor dăunători care pot distruge plantele, atât în câmp cât și în seră, în diferite faze de vegetație.

În serele neîncălzite, se va urmări modul de aplicare a udărilor și cantitatea de apă necesară pentru fiecare udare.

6. Purificarea biologică

În parcelele de multiplicare/regenerare trebuie să se execute cu deosebită atenție lucrări de purificare biologică de mai multe ori în timpul sezonului de creștere, îndepărtându-se plantele netipice și neuniforme precum și cele cu caractere morfologice inferioare

7. Izolarea plantelor la speciile alogame de *Avena*

În cadrul genului *Avena* sunt specii sălbatice de ovăz, alogame (*Avena barbata*, *Avena fatua*, *A. sterilis*, etc), la care trebuie asigurate condiții speciale de reînmulțire. Pentru evitarea hibridării probelor între ele, aceste specii se seamănă în spații izolate (sere, solarii) sau în parcelele de multiplicare/regenerare din câmp și se izolează cu izolatori din pânză, înainte de înflorit.

După înflorit, dacă s-au folosit izolatori din pânză, aceștia se îndepărtează, pentru a preveni instalarea mucegaiurilor, datorită densității ridicate și a lipsei aerației.

8. Protejarea accesuilor ale căror semințe se scutură înainte de recoltare

În cazul speciilor care au rezistență scăzută la scuturare, îndeosebi cele sălbatice este necesară protejarea paniculelor încă din timpul formării boabelor cu pungi de plastic perforate sau pungi de hârtie pergament prinse cu clame, la bază.

7. Stabilirea metodelor de recoltare pentru speciile cultivate

Recoltarea probelor se realizează progresiv, începând cu probele cele mai uscate, în faza de maturitate deplină a paniculelor, la sfârșitul lunii iulie pentru speciile ce se seamănă în toamnă și în luna august pentru cele de primăvară. Se începe recoltarea în momentul când 90% din panicule sunt galbene, plantele sunt uscate în întregime, frunzele bazale brunificate și boabele sunt tari, neputând fi străpunse cu unghia. Timpul de efectuare al recoltării trebuie să fie scurt, de maxim 3-5 zile de la atingerea maturității depline, datorită rezistenței slabe la scuturare a paniculelor. Nu se recomandă recoltarea mai devreme de momentul

în care umiditatea boabelor a ajuns la maxim 15%. Se recoltează plantele din mijlocul parcelei, iar rândurile marginale se elimină.



Foto 11.4. Probă de ovăz protejată pentru evitarea pierderii semințelor (Câmpul experimental, INRA Montpellier, Franța, 2011)

Recoltarea se realizează mecanic sau manual prin tăierea paniculelor, individual pe fiecare parcelă. La recoltarea manuală plantele tăiate se leagă în snopi, sau se pun în saci de rafie, cu etichetă pe care se notează numărul de câmp și se depozitează într-un loc uscat, acoperit, ferit de ploaie și de vânt pentru a evita riscul de deteriorare.

Pentru treieratul snopilor recoltați manual, se folosesc combine staționare ce se reglează corespunzător, sitele se curăță după fiecare accesie treierată, eliminându-se astfel amestecarea semințelor din parcele diferite. Se verifică dacă în timpul batozării are loc spargerea boabelor sau rănirea germenului la formele golașe, reglându-se corespunzător turația motorului. Semințele treierate se pun în pungi de

hârtie pe care este notat numărul de câmp ce este menționat și pe eticheta din interiorul ambalajului



Foto 11.5. Recoltarea mecanizată a probelor de ovăz (Banca de Gene, Jõgeva, Estonia, 2011)

10. Stabilirea metodelor de recoltare pentru speciile sălbatice

După formarea boabelor în panicul, probele care se scutură ușor se izolează cu pungi de nylon speciale, prevăzute cu microorificii. Fiecare probă este împărțită în mai multe eșantioane și se acoperă cu acest tip de pungi (foto 11.4.). La maturitatea deplină semințele vor cădea în pungi, ce vor fi scoase de pe panicul la scuturarea totală a inflorescențelor, nemaifiind necesară batozarea probelor. Semințele se pun pe rafturi în magazii prevăzute cu curenți de aer pentru uscare.

11. Condiționarea semințelor după recoltare

Condiționarea semințelor reprezintă totalitatea lucrărilor prin care semințele rezultate la treierat sunt aduse în condițiile de calitate,

conform standardelor specifice băncilor de gene, pentru conservarea genetică.

Etapele condiționării sunt:

a. Curățirea semințelor

Se realizează prin eliminarea din masa de semințe a impurităților cum ar fi: pleve, granule de pământ, semințe de buruieni, semințe mărunte, șistave, zdrobite sau al căror conținut a fost parțial consumat de insecte, atacat de boli, pătate sau cu culoare anormală. Această activitate reprezintă o curățire de bază și se realizează cu trioare, folosindu-se site speciale.

La curățirea de bază se adaugă o curățire suplimentară ce se efectuează manual la fiecare probă, îndepărtându-se cu atenție impuritățile rămase, greu separabile.

b. Uscarea semințelor

Uscarea primară pentru o perioadă scurtă de timp se realizează prin păstrarea semințelor în pungi de hârtie în camere uscate, protejate de ploaie sau rozătoare, bine ventilate, cu o temperatură de 30-35°C, umiditatea semințelor ajungând în aceste incinte până la 12-15%.

Uscarea secundară se efectuează pentru depozitarea pe termen mediu și lung a probelor, timp de 6-8 săptămâni, în uscătoare speciale care păstrează în camera de uscare o temperatură de 14-18°C, umiditatea relativă a aerului de 10-15 %, sămânța ajungând la o umiditate de 5-8 %. În cazul în care, unitatea nu dispune de acest fel de uscătoare, pentru a ajunge la un conținut scăzut de umiditate semințele pot fi puse pe silicagel sau alt desicant.

c. Împachetarea probelor

Înainte de împachetare fiecare accesie trebuie să fie verificată pentru a îndeplini o serie de condiții cum ar fi:

- să prezinte caracteristici identice din punct de vedere al culorii, mărimii, cu proba primară;

- să aibă un conținut de umiditate conform standardelor de conservare;
- să prezinte date de pașaport corecte și identice cu proba primară;
- să fie determinată masa a 1000 de boabe și germinația;
- să fie controlate din punct de vedere fitosanitar;
- să nu fie tratate cu fungicide pentru evitarea scăderii germinației în timpul depozitării

d. Controlul stării fitosanitare a semințelor

Starea de sănătate a semințelor se verifică înainte de ambalare, la fiecare probă ce urmează a fi depozitată, în scopul preîntâmpinării transmiterii diferitelor boli și dăunători de la o generație la alta și a pierderii de material genetic. Prin semințe se transmit boli ca: helmintosporiozele, mālura, tăciunele zburător, tăciunele îmbrăcat, virusul mozaicului dungat etc. Atunci când în masa de semințe se găsesc boabe pătate, șiștave, acoperite cu o pulbere prăfoasă neagră, cu miros de pește stricat, ele sunt eliminate pentru că sunt purtătoare de patogeni. În cazul prezenței dăunătorilor, aceștia își desăvârșesc ciclul evolutiv prin intermediul semințelor ducând la pierderea calității și germinației, în acest caz este necesară fumigarea, ca măsură de combatere.

e. Controlul germinției semințelor.

După parcurgerea repausului seminal (7-12 luni după recoltare), se transmit eșantioane de semințe la laboratorul de testare a viabilității. La cereale, numărul minim de semințe necesar pentru determinarea germinației este de 50.

Pentru testarea germinației se folosesc normele internaționale de testare a viabilității ITSA. După primirea rezultatelor, dacă germinația este peste standardul admis în băncile de gene și sunt libere de boli și dăunători, iar numărul de semințe este suficient pentru stocare, proba este ambalată în recipiente de sticlă, etichetată cu eticheta definitivă și

transferată la departamentul de conservare. Dacă numărul de semințe este insuficient, sau germinația este sub standardul admis ori starea de sănătate nu este bună, proba va primi o etichetă provizorie și va fi transferată în depozit pentru conservarea temporară în vederea reînmulțirii în anul următor.

f. Numărul de semințe ambalate

Probele se ambalează în recipiente (sticlă, metal, hârtie, etc.) și se etichetează cu eticheta definitivă. Pe etichetă se menționează numărul de intrare, anul multiplicării/regenerării, numărul de reînmulțiri, germinația, avizarea fitosanitară etc. Pentru ca proba să fie transmisă departamentului de conservare trebuie să fie sănătoasă, cu germinația peste standardul admis în băncile de gene și să aibă cel puțin 5000 de semințe la speciile autogame și 8000 la cele alogame.

12. Notarea descriptorilor de multiplicare/regenerare

În timpul perioadei de vegetație, în câmpul experimental se fac notări, conform descriptorilor de multiplicare/regenerare agreeți de ECP/GR. În cazul speciilor de *Avena* se înregistrează în caietele de câmp următorii descriptori:

- Numele curatorului care a realizat regenerarea/multiplicarea probelor;
- Numărul de câmp;
- Numărul de intrare;
- Denumirea probei;
- Numărul de reînmulțiri efectuate;
- Data semănatului și densitatea plantelor;
- Designul experimental folosit;
- Managementul culturii (irigații, fertilizare, întreținerea culturii, combaterea bolilor și dăunătorilor, etc.);
- Condițiile de mediu de la locul multiplicării/regenerării (altitudine, lungimea zilei, temperatura, precipitații, tipul de sol, etc.);

- Numărul de semințe germinate în câmp sau solar;
- Numărul de plante viabile;
- Numărul de zile de la semănat la înspicat și înflorit;
- Data recoltării;
- Numărul de plante recoltate;
- Umiditatea semințelor la recoltare.

☞ **Atenție**

Din momentul recoltării până la ambalarea semințelor , fiecare probă trebuie să fie însoțită de o etichetă provizorie, care să conțină numărul de câmp, numărul de intrare și data recoltării

Capitolul 12

Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice de *Avena*

12.1. Principii generale

Resursele genetice vegetale, ca parte integrantă a biodiversității, reprezintă un patrimoniu de care depinde însăși existența vieții pe Terra. Omenirea conștientizează din ce în ce mai mult valoarea acestor resurse și pericolul îngustării biodiversității la acest nivel prin pierderi ce pot fi irecuperabile (Murariu M. și colab., 2012).

Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice vegetale nu reprezintă un scop în sine ci un scop destinat asigurării omenirii cu hrană, îmbrăcăminte și multe alte produse atât de necesare.

Cristea M. (1988), precizează într-o lucrare de referință *"Evaluarea și utilizarea resurselor genetice vegetale"* că evaluarea materialului colectat este de mare importanță, întrucât necunoașterea sau cunoașterea insuficientă a resurselor, determină fie o folosire parțială a acestuia, fie imposibilitatea folosirii lui.

Procesul de evaluare este un proces complex deoarece presupune studii din punct de vedere morfologic, fiziologic, biochimic, genetic, patologic, tehnologic, etc. O evaluare utilă, care să permită valorificarea superioară a resurselor genetice vegetale, presupune elaborarea unei strategii care are la bază câteva condiții, și anume (Murariu M. și colab., 2012):

- precizarea obiectivelor, a etapelor și a responsabilităților din cadrul procesului de evaluare;
- alegerea și dimensionarea echilibrată și rațională a volumului de material biologic ce urmează a fi studiat;
- stabilirea descriptorilor pentru caracterele morfologice și fiziologice, precum și a metodelor de analiză și de investigație conform direcțiilor de utilizare și a obiectivelor propuse;

- organizarea unor echipe interdisciplinare formate din amelioratori, fiziologi, biochimiști, geneticieni, botaniști, medici, nutriționiști, informaticieni, etc. capabili să reunească rezultatele complexe ale studiilor efectuate;
- sinteza și diseminarea rezultatelor către categoriile de utilizatori interesați prin diferite modalități (întâlniri de lucru, simpozioane și conferințe științifice, loturi demonstrative, radio, televiziune, internet, reviste, pliante, broșuri și cărți, etc.).

De modul în care sunt respectate aceste condiții depinde, în final, nivelul la care se pun în valoare eforturile materiale, financiare și umane destinate valorificării resurselor genetice vegetale în folosul omului.

Lista de descriptori pentru *Avena spp* este bazată pe o listă de descriptori selectată de Grupul de Lucru pentru Ovăz al Programului de Cooperare Europeană pentru Conservarea și Schimbul de Resurse Genetice (ECP/GR), în timpul primei sale reuniuni de la Institutul Regional de Cercetare Agricolă, Izmir, Turcia, 25-27 septembrie 1984.

Această listă de descriptori pentru *Avena* este suficient de cuprinzătoare și detaliată pentru a satisface nevoile curatorilor și amelioratorilor, care trebuie să țină cont de statutul biologic (forme cultivate, buruieni sau specii sălbatice). Trebuie reamintit utilizatorilor, că acei descriptori care nu sunt relevanți pentru activitatea lor, nu vor fi luați în considerare.

Bioversity internațional încurajează colectarea de date în cadrul primelor patru categorii ale acestei liste: 1. **Introducerea**; 2. **Colectarea**; 3. și 4. **Caracterizarea și evaluarea preliminară**. Pentru *Bioversity internațional*, datele din primele patru categorii reprezintă informații minime de reunire într-un mod ideal astfel încât orice probă să fie valabilă. Există alți descriptori incluși în alte categorii care permit o codificare simplă a altor rezultate de caracterizare și de evaluare și pot servi ca exemple pentru utilizatori în vederea creării de descriptori suplimentari, conform modelului propus de *Bioversity internațional*. O categorie adițională de descriptori de gestionare este destinată păstrătorilor de colecții de germoplasmă, ca ghid pentru gestionarea accesiilor conservate pe durată medie și lungă de timp și pentru multiplicarea și regenerarea lor.

Sistemul de codificare sugerat, chiar dacă nu trebuie considerat ca un sistem definitiv, este pe deplin consimțit de *Bioversity International* și adoptarea sa este promovată în lumea întreagă. Lista agreată are un caracter internațional și constituie un limbaj universal de înțelegere a tuturor informațiilor privind resursele fitogenetice. Adoptarea acestui sistem pentru codificarea tuturor informațiilor creează modalități rapide, fiabile și eficace de stocare, de cercetare și de difuzare a acestora. Este recomandat să se respecte cu exactitate lista descriptorilor din punctul de vedere al ordinii și al numerotării care trebuie să coincidă cu ordinea și numerotarea originală (IBPGR Secretariat, 1985).

12.2. Precizări privind utilizarea listei de descriptori pentru ovăz (IBPGR, 1985)

IBPGR (Comitetul Internațional al Resurselor Genetice Vegetale) a folosit următoarele definiții în documentarea resurselor genetice vegetale:

- I. **pașaport** (date de pașaport care se referă la identificarea probei și la informații înregistrate de colectori);
- II. **caracterizare** (constă în înregistrarea acelor caractere care au o eritabilitate ridicată, pot fi văzute cu ochiul liber și se exprimă în toate condițiile de mediu);
- III. **evaluare preliminară** (constă în înregistrarea unui număr limitat de caractere adiționale dorite, prin consens cu utilizatorii unei specii de plante);

Caracterizarea și evaluarea preliminară sunt în responsabilitatea curatorilor, în timp ce evaluarea secundară trebuie realizată de amelioratori. Informațiile obținute din evaluarea secundară pot fi transmise înapoi curatorului speciei, care va introduce toate informațiile într-o bază de date.

Normele următoare, acceptate la nivel internațional, pentru codificarea descriptorilor prevăd:

- a) măsurătorile sunt făcute numai în sistemul internațional SI. Unitățile de măsură utilizate sunt puse între paranteze, după descriptor;
- b) caracterele cantitative multiple care au o variație continuă sunt notate pe o scală de la 1 la 9. Autorii listei descriptorilor, pentru anumite caractere, uneori fac o selecție a scalei, de exemplu

folosesc numai cifrele 3, 5 și 7 pentru un anumit set de descriptori. În cazul în care se folosesc toate codurile de la 1 la 9, se face o interpolare între ele, de ex. la secțiunea 8 (susceptibilitatea la boli și dăunători) 1= extrem de slab susceptibil și 8 – puternic până la extrem de puternic susceptibil.

- c) prezența/absența unui caracter este notat cu + (prezent) și 0 (absent);
- d) pentru accesiile care nu sunt uniforme, dacă descriptorul are o variație continuă se va nota media și distanța dată de nota minimă și maximă și se notează cu „X” când descriptorul are o variație discontinuă.
- e) când descriptorul este inaplicabil, se utilizează „0” ca valoare a descriptorului, de exemplu; dacă o probă nu formează flori, se va nota cu 0 acest caracter:

Culoarea florii:

- | | |
|------------|-------------|
| 1. albă | 3. roșie |
| 2. galbenă | 4. purpurie |

- f) Se lasă spații goale pentru informații încă nedisponibile;
- g) Cataloage standard de culoare, ca «Royal Horticultural Society Colour Char», «Methuen Handbook of Colour», «Munsell Color Chart for Plant Tissue», sunt absolut recomandate pentru toate caracterele de culoare la variațiile continue (se indică catalogul folosit în secțiunea unde este utilizat);
- h) datele privind ziua, luna, anul se exprimă numeric în formatul (DDMMYYYY):
 DD (day) - două cifre pentru a reprezenta ziua;
 MM (month) - două cifre pentru a reprezenta luna;
 YYYY (year) - patru cifre pentru a reprezenta anul.

La majoritatea caracterelor este necesar ca observațiile și măsurătorile să se facă într-un anumit stadiu de dezvoltare al plantei. Chang și Konzak, (1974) au notat stadiile de dezvoltare la cereale cu coduri zecimale de la 0 la 89 (tab. 12.1.), ce se regăsesc la fiecare descriptor de caracterizare

Tabelul 12.1.

Codurile zecimale pentru stadiile de creștere și dezvoltare ale cerealelor (Chang și Konzak, 1974)

Cod.	Descriere generală	Cod.	Descriere generală
I. Germinația		IV. Alungirea tulpinii	
00	Semințe uscate	30	Începutul alungirea tulpinii
01	Startul îmbibării	31	Apariția primului nod
02	-	32	Apariția celui de-al doilea nod
03	Îmbibare completă	33	Apariția celui de-al treilea nod
04	-	34	Apariția celui de-al patrulea nod
05	Radicula iese din cariopsă	35	Apariția celui de-al cincilea nod
06	-	36	Apariția celui de-al șaselea nod
07	Coleoptilul iese din cariopsă	37	Frunza steag este vizibilă
08	-	38	-
09	Frunza se vede în vârful coleoptilului	39	Ligula frunzei steag/gulerul este vizibilă/vizibil
II. Creșterea plăntuțelor (răsadurilor)		V. Faza de burduf	
10	Prima frunză străbate coleoptilul	40	-
11	Prima frunză este desfăcută (stadiul când răsadurile pot fi plantate în seră)	41	Frunza steag iese din teacă
12	Au apărut primele două frunze	42	-
13	Au apărut 3 frunze	43	Burduful este umflat vizibil
14	Au apărut 4 frunze	44	-
15	Au apărut 5 frunze	45	Burduf umflat
16	Au apărut 6 frunze	46	
17	Au apărut 7 frunze	47	Frunza steag este desfăcută total
18	Au apărut 8 frunze	48	-
19	Au apărut 9 sau mai multe frunze	49	Primele ariste vizibile
III. Înfrățirea		VI. Apariția inflorescenței	
20	Numai tulpina principală	50 N*	Primul spiculeț al inflorescenței este vizibil
21	Tulpina principală și un frate	51 S*	
22	Tulpina principală și 2 frați	52 N	¼ din inflorescență este vizibilă
23	Tulpina principală și 3 frați	53 S	
24	Tulpina principală și 4 frați	54 N	1/2 din inflorescență este vizibilă
25	Tulpina principală și 5 frați	55 S	
26	Tulpina principală și 6 frați	56 N	3/4 din inflorescență este vizibilă
27	Tulpina principală și 7 frați	57 S	
28	Tulpina principală și 8 frați	58 N	Apariția completă a inflorescenței
29	Tulpina principală și 9 sau mai mulți frați	59 S	

VII. Înflorirea			IX. Coacerea în ceară	
60	Începutul înfloririi	N	80	-
61	Începutul înfloririi	S	81	-
62	-		82	-
63	-		83	Ceară timpurie
64	La jumătatea înfloririi	N	84	-
65	La jumătatea înfloririi	S	85	Boabe moi
66	-		86	-
67	-		87	Boabe mai tari
68	Înflorire completă	N	88	-
69	Înflorire completă	S	89	-
VIII. Coacerea în lapte			X. Coacerea deplină	
70	-		90	-
71	Cariopsele sunt foarte moi		91	Cariopse uscate (difícil de desfăcut cu unghia) *
72	-		92	Cariopse uscate (nu mai pot fi desfăcute cu unghia) **
73	Lapte timpuriu		93	Cariopsele se scutură în timpul zilei
74	-		94	Cariopse foarte uscate, paiul este uscat și se frânge
75	Lapte mediu		95	Semințe în stare dormindă
76	-		96	Semințe viabile, cu o germinație de 50%
77	Lapte târziu		97	Semințe în stare latentă
78	-		98	Starea dormindă secundară indusă
79	-		99	Starea dormindă secundară pierdută

N – culturi nesincronizate

S – culturi sincronizate

* Plantele sunt recoltate manual (cariopsele au în jur de 16% umiditate), inflorescența și-a pierdut în totalitate clorofila.

** Plantele sunt recoltate mecanizat (cariopsele au sub 16% umiditate)

12.3. Datele de pașaport ale probelor (IBPGR, 1985)

Pașaportul probei trebuie să conțină două categorii de informații:

1. date de introducere și;
2. date de colectare.

1. Datele de introducere sunt următoarele:

1.1. Numărul de acces. Acest număr servește ca identificator unic pentru intrări și este atribuit când o accesie intră în colecție. Odată stabilit, acest număr nu va fi niciodată dat unei alte probe din colecție.

Chiar dacă o probă este pierdută, numărul atribuit ei, nu va fi niciodată folosit.

1.2 Numele donorului. Numele instituției sau al unei persoane responsabile de donarea germoplasmei.

1.3 Numărul de identificare al donorului. Numărul stabilit de donor pentru probă.

1.4 Alte numere asociate probei. Orice alt număr de identificare cunoscut că există în alte colecții pentru proba respectivă (se exclude numărul de colectare).

1.5. Denumirea științifică a probei

1.5.1. Genul

1.5.2. Specia

1.5.3. Subspecia

1.5.4. Varietatea botanică

1.5.5. Categoria de cultură

1.6. Pedigreul/Numele cultivarului. Părinții, nomenclatura și descrierea stabilită de amelioratorul soiului/hibridului.

1.7 Data achiziției. Data la care proba a intrat în colecție.

1.8 Data ultimei regenerări sau multiplicări.

1.9. Mărimea probei. Numărul aproximativ de semințe introdus în colecție

1.10. Numărul de reînmulțiri. Numărul de regenerări/multiplicări din colecția originală.

1.11. Numărul de plante viabile recoltate la ultima regenerare

2. Datele de colectare se referă la:

2.1. Numărul colectorului. Numărul original stabilit de colectorul probei, în mod normal compus din numele sau inițialele colectorului, urmate de un număr. Acest lucru este esențial pentru identificarea duplicatelor stocate în diferite colecții. Ar trebui să fie unic și întotdeauna însoțește subprobele oriunde sunt trimise.

2.2. Institutul colector. Institutul sau persoana care a colectat proba.

2.3. Data colectării probei originale: în format (DDMMYYYY

2.4. Țara de unde a fost colectată proba sau țara de origine a soiului/hibridului.

Pentru abrevieri se folosesc 3 litere acceptate de Oficiul de Statistică al Națiunilor Unite. Aceste abrevieri se găsesc pe site-ul FAO/Bioversity

2.5. Județul/provincia de unde a fost colectată proba. Numele subdiviziunii administrative a țării din care s-a colectat proba.

2.6. Localitatea de colectare. Distanța în kilometri și direcția față de cel mai apropiat oraș, comună, sat sau altă grilă de referință.

2.7. Latitudinea locului de colectare. Grade și minute, urmate de N (Nord) sau S (Sud), ex. 464700N

2.8. Longitudinea locului de colectare. Grade și minute, urmate de E(Est) și V(Vest), ex. 0234100E

2.9. Altitudinea locului de colectare (m). Înălțimea deasupra nivelului mării.

2.10. Sursa de colectare:

1 Habitat sălbatic;

2 Fermă sau habitat cultivat;

3 Fermă sau depozit;

4 Grădini;

5 Magazin sătesc;

6 Centru comercial;

7 Institut;

99. Altele (se specifică în notele descriptorilor, 11)

2.11. Statutul biologic al probei:

1. Sălbatic

2. Buruiană;

3. Material de cercetare;

4. Cultivar primitiv (Populație);

5. Linie ameliorată;

6. Hibrid;

7. Sintetic/soi;

8. Mutant/Stoc genetic;

99. Altele (se specifică în notele descriptorilor, 11).

2.1.2. Denumirea locală. Numele local dat de fermier cultivarului/ populației/ buruienii.

2.13. Numărul de plante colectate.

Numărul aproximativ de plante colectate din câmp, pentru alcătuirea unei probe.

2.14. Fotografie

Identificarea de fotografii ale probelor sau ale site-ului de colectare, dacă nu s-au făcut fotografii se notează cu „0”.

2.15. Specimen de ierbar.

S-a colectat un exemplar pentru ierbar?

0 Nu

+ Da

2.16. Topografia locului de colectare

1. mlaștină

2. câmpie inundabilă

3. câmpie

4. teren denivelat

5. deal

6. montan

7. altele (se specifică în notele descriptorilor, 11)

2.17. Textura solului la locul de colectare

1. organic;

2. argilos;

3. lutos;

4. nisipos;

5. stâncos.

2.18. Boli și dăunători la data colectării

Se specifică bolile și dăunătorii identificați (punctul 8 din descriptorii) și se notează gradul de atac, utilizând scala FAO de la 1-9.

2.19 Observațiile colectorului. Colectorii vor nota informații ecologice. La speciile cultivate se vor nota practicile culturale cum ar fi: irigațiile, data semănatului, etc.

12.4. Caracterizarea primară a resurselor genetice de ovăz (IBPGR,1985)

Caracterizarea și evaluarea preliminară cuprinde informații privind locul unde are loc această acțiune și date despre plantă.

3. Date despre locul unde are loc caracterizarea resurselor genetice de ovăz (RGO):

3.1. Țara unde se face caracterizarea RGO

3.2. Denumirea instituției care realizează caracterizarea RGO

3.3. Numele persoanelor responsabile de caracterizarea RGO.

3.4. Data semănatului.

3.5. Data recoltatului

3.6. Metoda de cultivare (spațiul dintre rânduri și alte practici culturale)

4. Date despre plantă

4.1.Perioada vegetativă

4.1.1.Numărul de cromozomi

4.1.2.Clasa de creștere (sezonalitatea)

1. Semănat toamna

2. Intermediar

3. Semănat primăvara

4.1.3. Cerințe de vernalizare (stadiile 25-29)

0. nu necesită vernalizare

+ necesită vernalizare

4.1.4. Tipul de creștere (în stadiul tânăr, unghiul format de frați cu verticala)

- 3. erect;
- 3. semiprostrat;
- 7. prostrat.

4.1.5. Înălțimea plantei (stadiile 80-92)

4.1.6. Grosimea tulpinii (stadiile 80-92)

- 3. Subțire;
- 5. Intermediară;
- 7. Groasă

4.1.7. Pilozitatea nodurilor (stadiile 60-69)

- 0. glabre
- 3. slab pubescent
- 5. moderat pubescent
- 7. puternic pubescent

4.1.8. Unghiul frunzei steag cu paiul (stadiile 50-53)

- 3. acut $<90^0$
- 5. intermediar aprox. 90^0
- 7. Optuz $>90^0$

4.1.9. Rigiditatea frunzei steag (stadiile 50-53)

- 3. îndoită
- 5. slab îndoită
- 7. rigidă

4.1.10. Unghiul paiului cu frunzele (altele decât frunza steag) (stadiile 50-53)

- 3. acut $<90^0$
- 5. intermediar aprox. 90^0
- 7. Optuz $>90^0$

4.1.11. Rigiditatea frunzelor (altele decât frunza steag (stadiile 50-53)

3. îndoită

5. slab îndoită

7. rigidă

4.1.12. Pubescenta frunzei de la bază (frunza cea mai de jos)
(stadiile 25-29).

0. glabră

3. slab pubescentă

5. moderat pubescentă

7. puternic pubescentă

4.1.13. Pubescenta frunzei de la margine (frunza de sub frunza
steag) (stadiile 40-45)

0. glabră

3. slab pubescentă

5. moderat pubescentă

7. puternic pubescentă

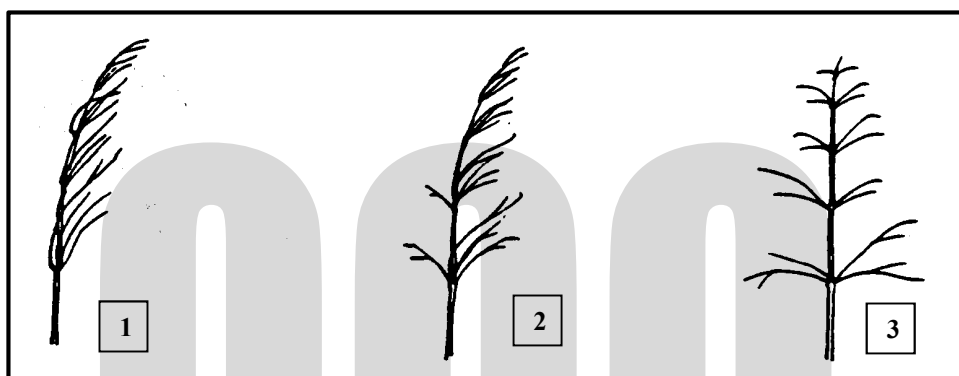
4.2. Date despre inflorescență și fruct

4.2.1. Forma paniculului (stadiul 65)

1. unilateral

2. subunilateral

3. echilateral



4.2.2. Poziția paniculului (stadiile 70-79)

3. îndoit

5. semi-erect

7. erect

4.2.3. Unghiul format de ramificațiile paniculului cu axul principal (stadiile 70-79)

1. extrem de mic (ramificațiile paniculului sunt erecte)

3. ascuțit

5. intermediar

9. obtuz

4.2.4. Poziția spiculețelor (stadiile 60- 65)

3. îndoite

5. semi-erecte

7. erecte

4.2.5. Prezența vârfului de ceară la panicul (stadiile 64- 69)

0. absent

+. prezent

4.3. Date despre sămânță

4.3.1. Culoarea palei inferioare (stadiul 92)

1. albă

2. galbenă

3. gri

4. roșie

5. neagră

6. alte culori (se specifică în notele descriptorilor, 11)

4.3.2. Pubescenta palei inferioare (stadiul 92)

0. glabră

3. slab pubescentă

5. moderat pubescentă

7. puternic pubescentă

4.3.3. Acoperirea boabelor (specii cultivate; stadiul 92)

0. boabe golașe

+. boabe acoperite

4.3.4. Aristarea (stadiul 92)

- 0. fără aristă
- 3. slab aristat
- 7. puternic aristat

4.3.5. Tipul aristei (pentru speciile sălbatice și buruieni; stadiul 92). Arista de la floarea bazală

- 1. dreaptă
- 2. geniculată
- 3. alte tipuri (se specifică în notele descriptorilor, 11)

4.3.6. Modul de inserție a aristei (pentru speciile sălbatice și buruieni; (stadiul 92). Inserția aristei la floarea bazală

- 1. $\frac{1}{4}$ din bază
- 2. $\frac{1}{3}$ din bază
- 3. $\frac{1}{2}$ din bază
- 4. $> \frac{1}{2}$ din bază

4.3.7. Unitatea de dispersare (pentru speciile sălbatice și buruieni; stadiul 92)

- 1. Dispersarea spiculețului, fără glume (numai de la nivelul florii bazale)
- 2. Dispersarea de la nivelul fiecărei flori

4.3.8. Prezența perișorilor în partea bazală a boabelor (stadiul 92)

- 0. glabru
- 3. slab pubescent
- 5. moderat pubescent
- 7. puternic pubescent

12.5. Evaluarea secundară a resurselor genetice de ovăz (IBPGR, 1985)

Evaluarea secundară cuprinde informații privind locul unde se desfășoară această acțiune și date suplimentare despre plantă.

5. Date despre locația activității de evaluare secundară a resurselor genetice de ovăz (RGO):

- 5.1. Țara unde se realizează evaluarea secundară a RGO
- 5.2. Denumirea instituției care realizează evaluarea secundară a RGO
- 5.3. Numele persoanelor responsabile de evaluarea secundară a RGO
- 5.4. Data semănatului.
- 5.5. Data recoltatului
- 5.6. Metoda de cultivare (spațiul dintre rânduri și alte practici culturale)

6. Date despre plantă

- 6.1. Date vegetative
- 6.1.1. Lungimea celei de a doua frunze din vârful (stadiile 50-69) (se măsoară frunza din punctul cel mai înalt al plantei; se folosește un martor).

- 3. scurt;
- 5. mediu;
- 7. lung.

- 6.1.2. Lățimea celei de-a doua frunze din vârful (stadiile 50-69) (se măsoară frunza din punctul cel mai înalt al plantei; se folosește un martor)

- 3. îngust;
- 5. mediu;
- 7. lat

- 6.1.3. Numărul de frați (se folosește un martor)

- 3. puțini
- 5. intermediari;
- 7. mulți

6.1.4. Numărul de frați fertili (se face o medie la 10 plante; stadiul 92)

6.1.5. Căderea plantelor la coacerea în lapte (stadiile 60-79)

0. toate plantele sunt în poziție verticală

3. cădere slabă

5. cădere mijlocie

7. plante căzute

9. toate plantele sunt căzute

6.1.6. Căderea plantelor la maturitate (stadiul 92)

0. toate plantele sunt în poziție verticală

3. cădere slabă

5. cădere mijlocie

7. plante căzute

9. toate plantele sunt căzute

6.2. Inflorescență și fructul

6.2.1. Data apariției paniculului (stadiile 54-55) (numărul de zile de la semănat până la apariția a 50% din panicule)

6.2.2. Data recoltatului (stadiul 92) (numărul de zile de la semănat până la recoltat)

6.2.3. Relația dintre maturitatea boabelor și a paiului (stadiile 80-89)

3. boabele se coc înainte de coacerea paiului

5. coacere simultană

7. paiul se coace înainte de coacerea boabelor

6.2.4. Numărul de semințe în panicul (stadiul 92) (se face o medie a numărului de semințe de la 10 panicule)

6.2.5. Numărul de boabe în spiculețe (se face o medie a numărului de semințe de la 5 spiculețe)

6.3. Sămânța

6.3.1. Scuturarea semințelor la maturitate (stadiul 92) (numai la speciile cultivate)

6.3.2. Masa a 1000 de boabe (g) (stadiul 92)

6.3.3. Masa hectolitrică (kg/hl) (stadiul 92)

6.3.4. Procentul de plevi (%) (stadiul 92)

6.3.5. Conținutul de proteină în cariopse (stadiul 92)

6.3.6. Conținutul de grăsimi în cariopse (stadiul 92)

6.3.7. Germinarea semințelor. Tendința semințelor de a germina înainte de recoltare, din cauza ploilor ce pot să apară în această perioadă

7. Sensibilitatea la factori abiotici de stres

Se folosește notarea FAO (scala 1-9)

3. sensibilitate scăzută

5. sensibilitate medie

7. sensibilitate ridicată

7.1. Sensibilitatea la temperaturi scăzute

Daunele provocate de temperaturile foarte scăzute asupra părților aeriene ale plantelor

0. nu sunt daune

3. daune minore

5. daune moderate

7. daune majore

9. toate părțile aeriene ale plantelor sunt moarte

7.2. Sensibilitatea la temperaturi ridicate

7.3. Sensibilitatea la secetă

7.4. Sensibilitatea la umiditatea ridicată a solului

7.5. Sensibilitatea la îngheț. Sensibilitatea la îngheț se cuantifică prin numărul de plante moarte după însămânțare

0. nu sunt pierderi

9. toate plantele au murit

7.6. Sensibilitatea la salinitate

7.7. Sensibilitatea la pH acid

8. Sensibilitatea la boli și dăunători

Aceste reacții sunt cuantificate pe o scală 1-9, unde 9 înseamnă maximum de sensibilitate. În fiecare caz, este important să se cunoască originea infecției sau infestării, ex: infecție naturală, infestare

artificială, efectuarea unor teste de laborator și utilizarea unor patotitipuri sau rase fiziologice.

8.1. Sensibilitatea la boli

8.1.1. Făinarea produsă de *Erisiphe graminis avenae*

8.1.2. Sfâșierea frunzelor produsă de *Drechslera spp.*

8.1.3. Rugina coronariană produsă de *Puccinia coronata avenae*

8.1.4. Rugina neagră produsă de *Puccinia graminis avenae*

8.1.5. Septorioza produsă de *Septoria avenae*

8.1.6. Tăciunele zburător produs de *Ustilago avenae* și *Ustilago kollerii*

8.2. Sensibilitatea la dăunători

8.2.1. *Ditylenchus dipsaci* (nematodul tulpinii)

8.2.2. *Heterodera avenae* (nematodul chistic)

8.2.3. *Oulema melanopa* (gândacul ovăzului)

8.2.4. *Oscinella frit* (musca boabelor)

8.3. Bacterii

8.4. Viruși

8.4.1. Virusul galben al piticirii orzului (BYDV)

8.4.2. Virusul sterilității și al piticirii ovăzului

9. Compoziția aloenzimelor (acest descriptor poate fi un instrument foarte util în depistarea duplicatelor.

10. Caractere citologice și gene identificate

12.6. Caracterizarea și evaluarea resurselor genetice de *Avena* aflate în colecția Băncii de Gene Suceava

Caracterizarea și evaluarea germoplasmei aflată în colecția unei bănci de gene reprezintă activități prioritare, întrucât o documentare insuficientă a colecției, duce la neatingerea obiectivului de bază, acela de utilizare a resurselor genetice vegetale.

Studierea germoplasmei de ovăz conservată în Banca de Gene Suceava a început în anul 2008, odată cu accesarea proiectului european

„Identificarea unor resurse genetice de ovăz pentru calitate, în vederea utilizării în consumul uman (AVEQ)”. Proiectul de cercetare a fost inițiat de Centrul Federal pentru Ameliorarea Plantelor Cultivate (BAZ), Quelinburg, Germania, în colaborare cu 12 instituții de cercetare (IHAR, Polonia; Svalov Wibul AB, Suedia; FCBP, Germania; EUROFINIS, Germania; INRA, Franța; ICR Bergamo, Italia; Sveriges Lantbr. Univ, Suedia; CRA-ISC-FIOR, Italia; JPBI, Estonia; IHAR-LQEPM, Polonia; ARIK, Cehia; Agrotest Fyto Ltd, Cehia; Banca de Gene Suceava, România; IPGR, Bulgaria) din cadrul a 9 țări europene (Germania, Polonia, Franța, Italia, România, Cehia, Bulgaria, Estonia și Suedia)

Activitățile realizate, au fost axate pe caracterizarea, evaluarea și documentarea germoplasmei disponibilă în colecția europeană de resurse genetice de ovăz. S-a avut în vedere analiza caracterelor relevante pentru calitatea ovăzului în consumul uman.

Pentru realizarea tuturor experimentelor s-a constituit o colecție de lucru formată din 652 de probe ce aparțin populațiilor locale, soiurilor și speciilor sălbatice.

Observațiile și analizele au fost orientate în trei direcții principale:

1. Susceptibilitatea la infecția cu micotoxinele produse de speciile genului *Fusarium*, ce a fost observată în experimentările care s-au realizat în câmpurile experimentale, prin inoculare artificială.
2. Calitatea nutrițională a ovăzului cuantificată prin:
 - a) Conținutul de proteină;
 - b) Conținutul de grăsimi;
 - c) Conținutul de fibre, în special (1->3)(1->4)-β-D-glucanii;
 - d) Antioxidanții.
 - e) Masa a 1000 de boabe, conținutul de pleve și greutatea hectolitrică ca indicatori tehnici ai calității.

3. Rezistența la frig, care limitează obținerea unor producții stabile de ovăz în zonele de cultură favorabile din Europa

Studiile realizate la Suceava au fost axate în principal pe experimente în câmp pentru: analiza calității, inocularea artificială cu *Fusarium* și analiza rezistenței la frig

12.6.1. Experimente în câmp pentru analiza calității germoplasmei de ovăz din colecția europeană

Colecția de lucru a constat dintr-un număr total de 652 de probe, din care: 618 probe aparțin speciilor hexaploide cultivate (*A. sativa*, *A. byzantina*, *A. strigosa* și *A. abyssinica*) și 34 de probe, speciilor sălbatice cu grade diferite de ploidie (*A. fatua*, *A. hybrida*, *A. sterilis*, *A. barabata*, *A. canariensis*, *A. damascena*, *A. hirtula*, *A. wiestii*). Experimentele din câmp s-au desfășurat pe o perioadă de 2 ani (2009-2010), iar designul experimental a fost completat cu 11 soiuri folosite ca martori, originare din diferite țări europene.



Foto 12.1. Aspecte din câmpul experimental (proiectul AVEQ, 2009-2011)

Soiurile folosite ca martor au fost: Argentina, Auteuil, Belinda, Evora, Genziana, Ivory, Jaak, Mina, Mures și Saul.

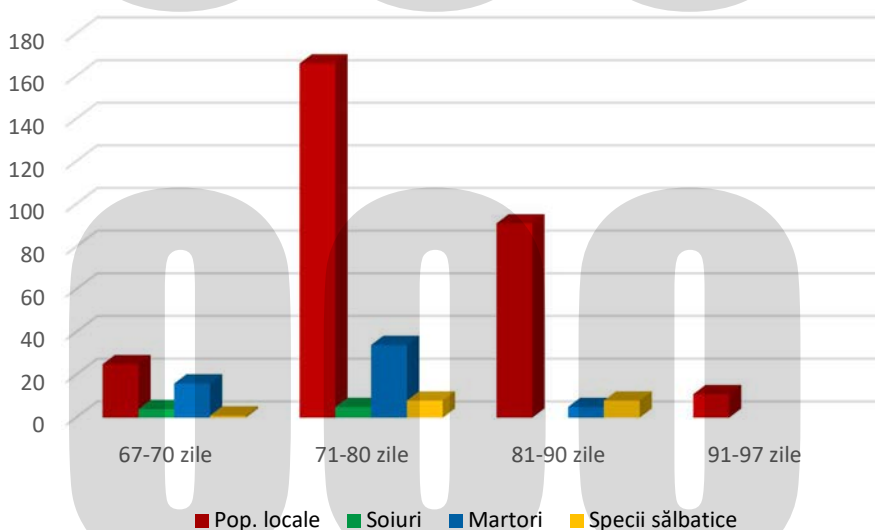
Caracterizarea materialului genetic s-a efectuat în câmp și în laborator prin folosirea mai multor descriptori IPGRI: numărul de zile până la înspicare; tipul de creștere; căderea plantelor la coacerea în lapte; căderea plantelor la maturitate; forma paniculului; culoarea paleei inferioare; lungimea paniculului; numărul de panicule/m²; înălțimea plantei; productivitatea (g/m²); masa a 1000 de boabe (g) și greutatea hectolitrică (kg/hl).

Numărul de zile până la înspicare

Acest descriptor este un indicator indirect al precocității plantelor de ovăz.

Prin observațiile efectuate s-a constatat prezența probelor precoce (46 probe), cu un număr mic de zile până la înspicare (65-70 de zile) care aparțin tuturor categoriilor biologice (fig.12.1.). De asemenea, s-a notat că peste 54% din probe pot fi încadrate în grupa

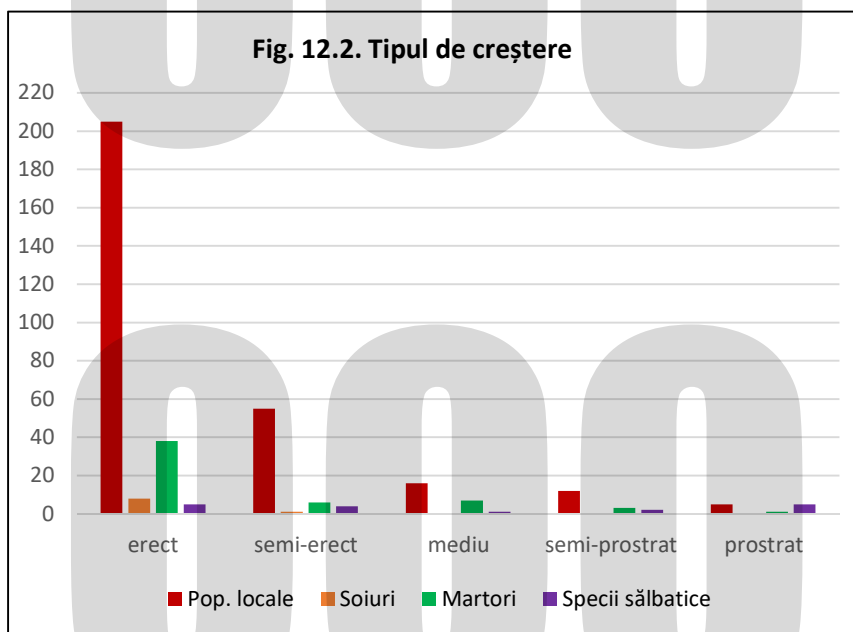
Fig.12.1. Numărul de zile până la înspicare



cultivarelor timpurii (71-80 de zile).

Tipul de creștere

În cazul acestui descriptor s-a observat că peste 65% din probele de ovăz analizate au avut o creștere verticală și numai 3% au prezentat o creștere prostrată (fig.12.2.).



Căderea plantelor la coacerea în lapte și la maturitatea deplină

Prin analiza datelor obținute la acești doi descriptori, a reieșit că la începutul maturării, peste 68% din populații au fost foarte rezistente la scuturare, dar odată cu coacerea plantelor, procentul a scăzut până la 27%. În schimb soiurile, și majoritatea speciilor sălbatice și-au păstrat rezistența la cădere până la maturitatea deplină (fig.12.3.).

Forma paniculului

În colecția Băncii, majoritatea probelor de ovăz au panicul echilateral (296 de probe). Panicule subunilaterale și unilaterale s-au întâlnit mai mult la populațiile locale (fig. 12.4.).

Fig.12.3. Căderea plantelor la coacerea în lapte (A) și la maturitatea deplină (B)

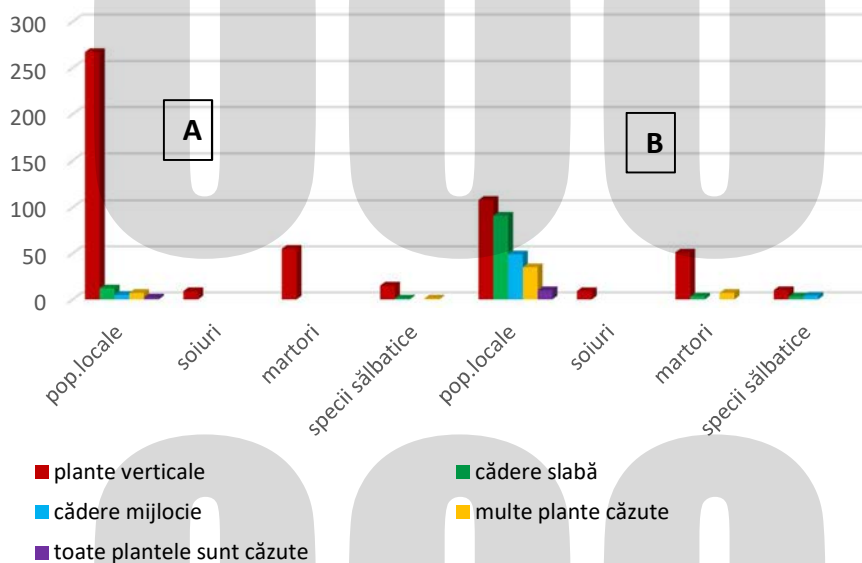
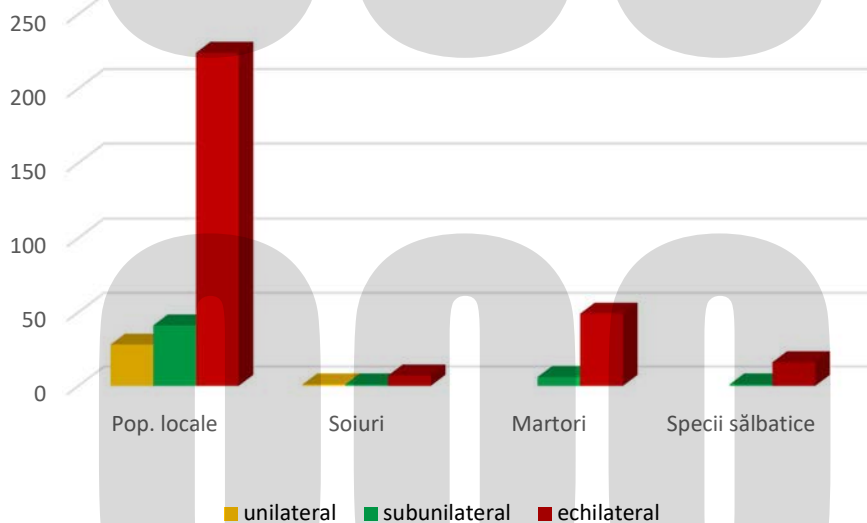
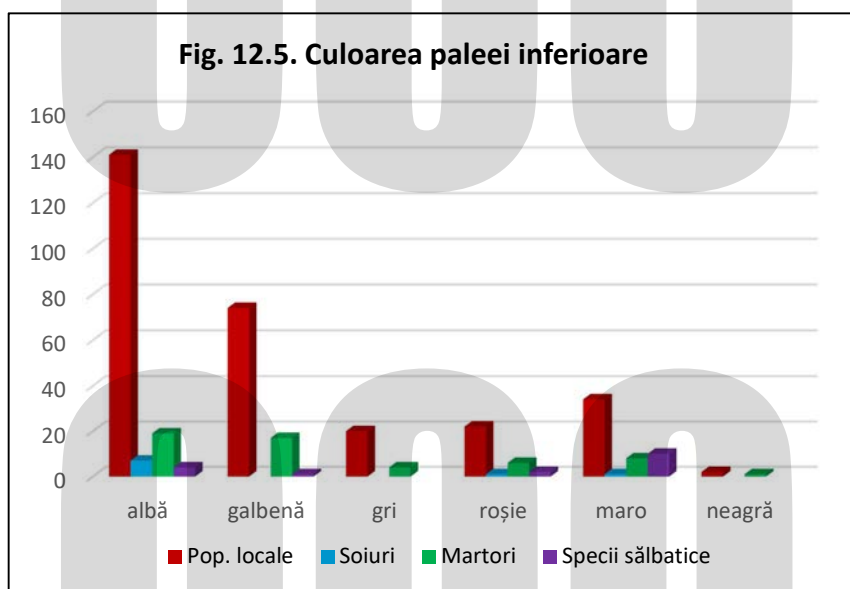


Fig.12.4. Forma paniculului



Culoarea paleii inferioare

Acest descriptor este un indicator al calității boabelor. Culoarea albă este dominantă la formele cultivate, iar la speciile sălbatice este preponderentă culoarea maro (fig. 12.5.).

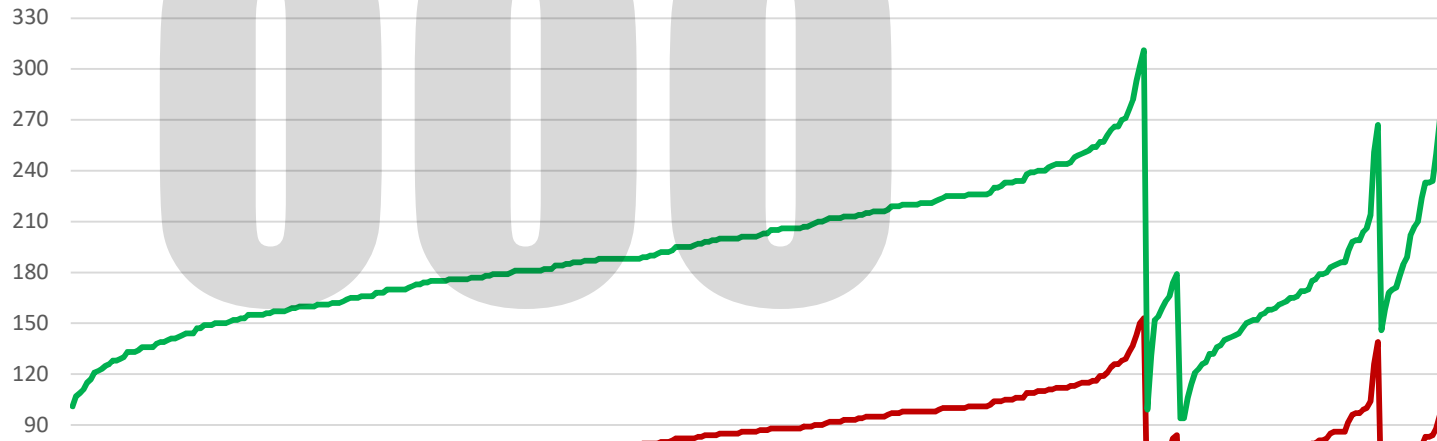


Înălțimea plantei, lungimea paniculului și numărul de panicule/m²

Din rezultatele obținute la cei trei descriptori, s-a observat că, cea mai mare valoare a înălțimii plantelor, s-a identificat la populațiile locale (158cm) urmată de soiuri (92cm), martori (128cm) și de speciile sălbatice (175cm), de aici reieșind legătura puternică între rezistența la cădere și înălțimea plantelor (fig.12.6.).

În ceea ce privește ceilalți doi descriptori (lungimea paniculului și numărul de panicule/m²) se poate observa că există o amplitudine de variație foarte mare în cadrul populațiilor și martorilor (20 -110 panicule/m² și 10- 43cm - lungimea paniculului) (fig.12.6.).

Fig. 12.6. Descriptori morfologici efectuați la plantă, în timpul perioadei de vegetație



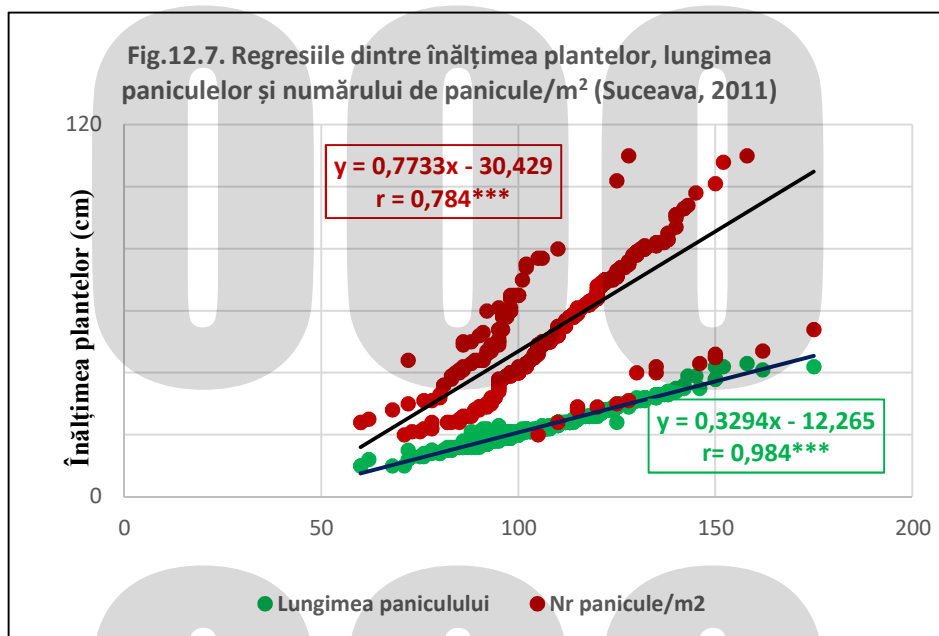


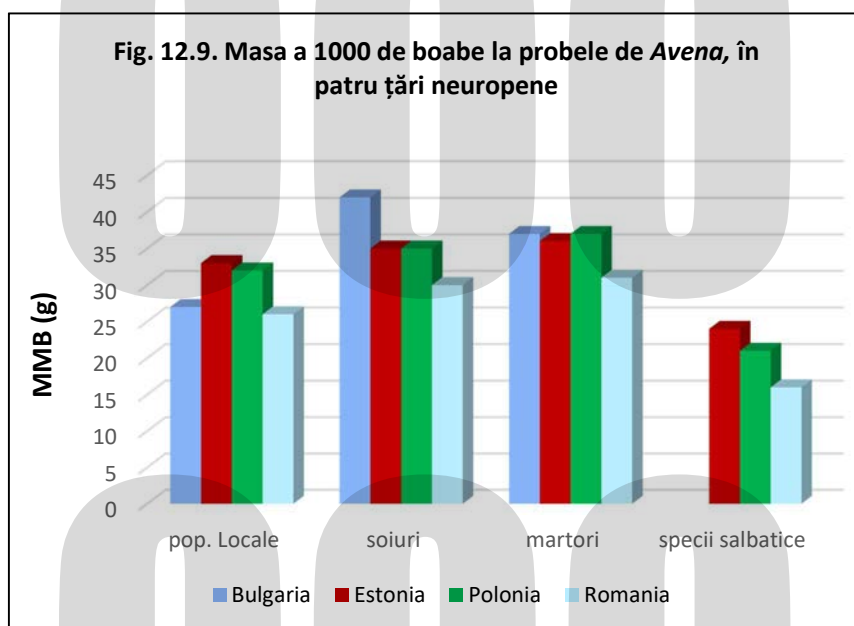
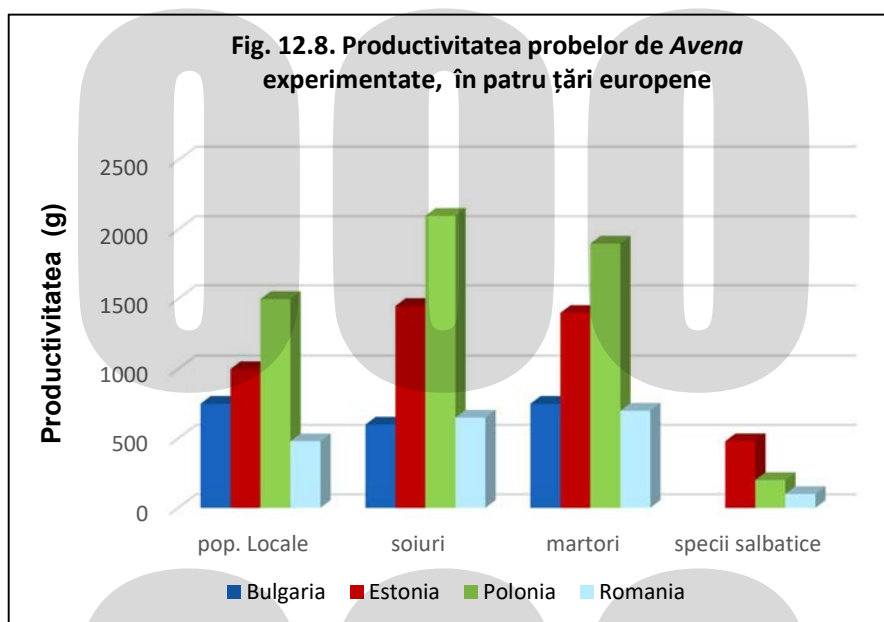
Figura 12.7. prezintă corelațiile foarte semnificative pozitive, existente între înălțimea plantei și numărul de panicule/m² și între înălțimea plantei și lungimea paniculului, ceea ce demonstrează faptul că, cu cât planta este mai înaltă cu atât lungimea paniculului este mai mare și bineînțeles și numărul de panicule/m² este mai mare.

Murariu D. și colab. (2011) au efectuat măsurători în laborator (productivitatea, masa a 1000 de boabe și greutatea hectolitrică), la 652 de probe de ovăz ce au fost experimentate în patru țări (România, Estonia, Bulgaria și Franța).

Valorile obținute au fost grupate pe categorii biologice (soiuri, populații locale, forme sălbatice și martori).

În cazul productivității, cele mai mari valori s-au înregistrat în Polonia, la soiurile moderne (fig.12.8.)

Masa a 1000 de boabe a avut valori foarte diferite în toate țările (fig.12.9.). În Bulgaria soiurile au avut MMB-ul cel mai mare, iar în Estonia cele mai mari valori ale MMB-lui s-au înregistrat la populațiile locale.



Greutatea hectolitrică, a înregistrat cele mai mari valori la probele cultivate în Estonia, urmate de cele cultivate în România, Bulgaria și Franța (fig.12.10).

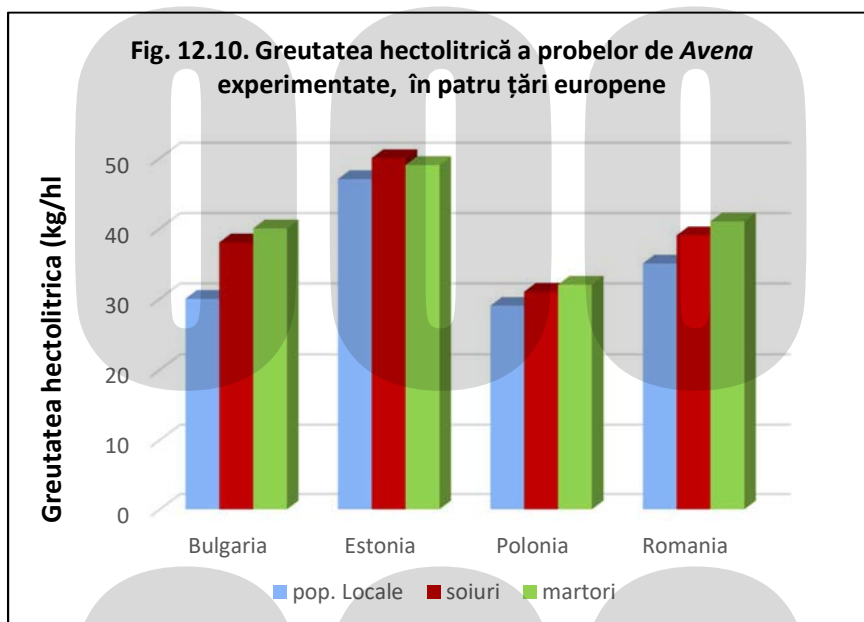


Foto. 12.2. Aspect din timpul efectuării observațiilor în câmpul experimental al BRGV Suceava (proiectul AVEQ, 2009-2011)

Pentru a scoate în evidență rolul locației și al cultivarului Murariu D. și colab (2013) au interpretat statistic rezultatele obținute în laborator, folosind analiza bifactorială a variației pentru productivitate, masa a 1000 de boabe și greutatea hectolitrică.

Productivitatea (g)

Pentru început s-au analizat valorile obținute la cei trei descriptori agronomici (productivitate, MMB și greutate hectolitrică) pentru martorii (Argentina, Auteuil, Belinda, Evora, Genziana, Ivory, Jaak, Mina, Mures și Saul), originari din Europa.(tab.12.1.).

Tabelul 12.1.

Analiza varianței pentru martorii luați în studiu în cele 4 locații de experimentare

	Producția (g/mp)		MMB (g)		Greutatea hectolitrică (kg/hl)	
	F	P	F	P	F	P
Locația	209	***	103	***	192	***
Cultivar	38	***	107	***	38	***
Locația x Cultivar	7.71	***	5.64	***	3.20	***
Testul Shapiro Wilk	0.9762	***	0.9529	***	0.9430	***
Testul Bartlett ChiSq	71	**	120	***	128	***

Din tabel reiese existența unor corelații foarte semnificative între locație și cultivar, iar deviația de la distribuția normală (testul Shapiro Wilk) și omogenitatea varianței (Bartlett ChiSq, 1965) au fost de asemenea, foarte semnificative.

Tabelul 12.2.

Producția (g/m²): Comparația multiplă a mediilor martorilor luați în studiu în experimentele efectuate în patru locații

	Estonia Institutul Jogevea PBI				Franța INRA Clermond Ferrand				Polonia Blonie Institute				România Banca de Gene Suceava			
Soiul	Nr.	media	SE		Nr.	media	SE		Nr.	Media	SE		Nr.	Media	SE	
Argentina	5	3.4	0.20	de	5	4.3	0.41	de	5	3.0	0.17	ab	5	1.0	0.22	a
Auteuil	5	5.2	0.12	abc	5	6.6	0.69	bc	5	3.2	0.17	ab	5	1.5	0.33	a
Belinda	5	5.8	0.16	a	5	7.3	0.46	ab	5	4.3	0.32	a	5	2.2	0.60	a
Evora	5	2.8	0.29	e	5	3.2	0.58	e	5	2.4	0.12	b	5	1.4	0.25	a
Genziana	5	3.6	0.16	cde	5	5.5	0.18	cd	5	2.1	0.22	b	4	0.7	0.14	a
Ivory	5	5.6	0.20	a	5	8.4	0.37	a	5	3.1	0.23	ab	5	1.0	0.25	a
Jaak	5	4.9	0.15	abcd	5	8.8	0.41	a	4	2.5	0.29	b	5	1.6	0.26	a
Krezus	5	5.5	0.30	ab	5	7.8	0.35	ab	5	3.6	0.17	ab	5	2.2	0.33	a
Mina	5	3.0	0.16	e	5	4.2	0.37	de	5	2.1	0.08	b	5	1.3	0.33	A
Mures	5	4.4	0.28	abcde	5	6.7	0.41	bc	5	2.5	0.21	b	5	0.9	0.41	a
Saul	5	3.8	0.17	bcde	5	5.0	0.59	cd	5	2.3	0.24	b	5	0.9	0.17	a
Total	55	4.4	0.15	(B)	55	6.2	0.27	(A)	54	2.8	0.11	(C)	54	1.4	0.11	(D)

Literele indică diferențele dintre semnificații (testul Tukey 0.05) în cadrul fiecărei locații.

În tabelul 12.2. se observă că, cea mai mare producție s-a obținut la martorii experimentați în Polonia, urmați de cei din Estonia. O producție mai mică s-a obținut la martorii experimentați în Franța, iar cea mai scăzută producție a martorilor, s-a înregistrat în România.

Diferențele între țări au fost semnificative. Variația a fost mai mare în Polonia și România în comparație cu Estonia și Franța. În România diferențele dintre cultivare nu au putut fi confirmate statistic. În toate locațiile de experimentare soiul Belinda a avut cele mai mari producții. Mina și Saul sunt soiuri fără pleve și nu pot fi comparate cu Evora, iar la soiurile Argentina și Genziana (soiuri cu pleve) s-au obținut producții mai scăzute

Amplitudinea de variație la soiurile moderne și la populațiile locale a fost mai mare decât la martori (tab.12.3.). La populațiile locale producțiile obținute au fost destul de mici, iar o parte dintre acestea au fost înafara limitelor obținute de martori sau de soiurile moderne, din fiecare locație.

Tabelul 12. 3.
Producția[100g /m⁻²]: Amplitudinea de variație a probelor de ovăz în 4
locații de experimentare

Cultivarul	Estonia Institutul Jogevea PBI		Franța INRA Clermond Ferrand		Polonia Blonie Institute		România Banca de Gene Suceava	
	Număr. probe	Amplit.de variație	Număr probe	Amplit.de variație	Număr. probe	Amplit.de variație	Număr. probe	Amplit.de variație
Martori	55	1.7 - 4.4 - 6.4	54	1.3 - 2.8 - 4.8	55	2.3 - 6.2 - 9.5	54	0.1 - 1.4 - 3.9
Soiuri	12	3.8 - 5.3 - 7.5	10	1.5 - 2.8 - 3.5	12	1.2 - 6.6 - 9.4	9	0.7 - 1.9 - 3.9
Populații	259	0.4 - 3.8 - 7.7	252	0.2 - 2.8 - 5.0	256	0.0 - 4.9 - 9.7	235	0.1 - 1.4 - 4.9
<i>A. strigosa</i>	31	0.1 - 1.9 - 3.5	31	0.3 - 1.8 - 3.3	31	0.2 - 2.3 - 4.4	27	0.1 - 0.9 - 2.9
<i>A. abyssinica</i>	3	1.6 - 2.7 - 3.7	3	0.8 - 1.7 - 2.9	3	0.4 - 2.5 - 5.0	3	0.3 - 0.4 - 0.5
<i>A. barbata</i>	1	1.0			1	1.9		
<i>A. canariensis</i>	1	1.0			1	0.7	1	0.1
<i>A. fatua</i>					9	0.3 - 1.1 - 3.2	8	0.2 - 0.7 - 1.4
<i>A. hirtula</i>	3	1.6 - 1.6 - 1.7			3	1.0 - 1.3 - 1.7	3	0.3 - 0.3 - 0.4
<i>A. sterilis</i>	3	1.6 - 2.4 - 2.8			3	0.1 - 1.0 - 1.6	3	0.2 - 0.7 - 1.4

Masa a 1000 de boabe (g- MMB)

Cele mai mari valori ale MMB-ului s-au înregistrat la martorii experimentați în Estonia, urmați de cei din Polonia, iar cele mai mici, s-au înregistrat la probele experimentate în Franța și România (tab. 12.4.). Soiul Ivory a avut cel mai mare MMB în toate locațiile. Dintre soiurile cu pleve, Evora a prezentat cele mai mici valori la acest descriptor.

Tabelul 12.4.

MMB[g]: Comparația multiplă a mediilor martorilor luați în studiu în experimentele efectuate în patru locații

Martorul	Estonia Institutul Jogevea PBI				Franța INRA Clermond Ferrand				Polonia Blonie Institute				România Banca de Gene Suceava			
	Nr	Media	SE		Nr	Media	SE		Nr.	Media	SE		N	Media	SE	
Argentina	5	39	0.7	bc	5	34	0.9	ab	5	37	0.5	ab	5	35	2.1	A
Auteuil	5	38	0.5	bc	5	31	1.6	bc	5	31	0.4	bc	5	30	1.7	Abcd
Belinda	5	42	0.4	b	5	30	1.1	bc	5	35	0.2	abc	5	30	0.6	Abc
Evora	5	35	0.6	c	5	26	1.0	cd	5	30	0.6	c	5	29	0.6	Bcd
Genziana	5	40	0.5	bc	5	36	0.9	ab	5	34	0.6	bc	5	29	2.6	Bcd
Ivory	5	49	0.6	a	5	38	1.0	a	5	41	0.4	a	5	35	0.8	A
Jaak	5	40	0.5	bc	5	35	1.0	ab	4	32	0.2	bc	5	25	2.7	Cd
Krezus	5	38	0.5	bc	5	30	0.7	bc	5	33	0.4	bc	5	32	0.6	Ab
Mina	5	25	0.6	d	5	20	0.5	e	5	22	0.3	d	5	24	0.7	D
Mures	5	40	0.6	bc	5	31	1.7	bc	5	33	0.4	bc	5	33	1.1	Ab
Saul	5	28	0.9	d	5	24	0.9	de	5	22	0.4	d	5	24	0.8	D
Total	55	38	0.9	(A)	55	30	0.8	(C)	54	32	0.8	(B)	55	29	0.7	(C)

Literele indică diferențele dintre semnificații (testul Tukey 0.05) în cadrul fiecărei locații.

În Franța și Polonia se observă că populațiile locale au MMB-ul mai mare în comparație cu martorii și soiurile moderne. (tab. 12.5). Valorile MMB-lui sunt mari la *A. sterilis* dar nu pot fi comparate din cauza procentului ridicat de pleve, a prezenței perișorilor și a aristelor.

Tabelul 12.5

MMB [g]: Amplitudinea de variație a probelor de ovăz, în 4 locații de experimentare.

Cultivarul	EST Jogeva PBI		FRA INRA Clermond Ferrand		POL Blonie Institute		ROM Suceava Genebank	
	Nr. Pr.	Amplit. de variație	Nr. Pr.	Amplit. de variație	Nr. pr.	Amplit. de variație	Nr. Pr.	Amplit. de variație
Martorii	55	24 – 38 - 51	54	21 - 32 - 42	55	18 - 30 - 40	55	16 - 29 – 41
Soiuri	12	30 – 39 - 46	10	21 - 32 - 41	12	22 - 32 - 46	10	27 - 31 – 36
Populații	259	8 – 33 - 47	253	0 - 28 - 45	256	5 - 26 - 56	260	9 - 26 – 39
<i>A. strigosa</i>	31	7 – 18 - 33	31	8 - 15 - 25	31	6 - 15 - 28	29	7 - 16 – 22
<i>A. abyssinica</i>	3	14 – 21 - 35	3	15 - 20 - 30	3	12 - 17 - 25	3	13 - 19 – 27
<i>A. barbata</i>	1	6			1	7		
<i>A. canariensis</i>	1	14			1	20	1	20
<i>A. fatua</i>	.				9	13 - 20 - 29	9	16 - 20 – 25
<i>A. hirtula</i>	3	8 - 8 - 9			3	7 - 8 - 9	3	7 - 8 - 8
<i>A. sterilis</i>	3	22 - 27 - 33			3	13 - 35 - 66	3	19 - 21 - 24

Greutatea hectolitrică (kg/hl)

Greutatea hectolitrică a avut valorile cele mai mari la martorii experimentați în Estonia, urmați de cei din Franța și România, iar cele mai mici valori s-au înregistrat în Polonia. (Tabelul 12.6). Diferențele dintre țări sunt asigurate statistic. Martorii care au semințele fără plevi sau cu un procent redus de plevi (Saul și Mina) au greutatea hectolitrică mai mare decât martorii cu un procent ridicat de plevi.

Referitor la amplitudinea de variație, în cazul greutatei hectolitrică se observă că nu au fost diferențe mari între locațiile de experimentare. În Franța, Polonia și România unele populații locale au avut o greutate hectolitrică mai mare decât martorii și soiurile moderne (tabelul 12.7). De asemenea, din tabel se observă că greutatea hectolitrică s-a determinat numai la speciile cultivate, la speciile sălbatice nu s-a putut realiza acest descriptor din cauza prezenței perișorilor pe semințe.

Table 12.6

Greutatea hectolitică [kg/hl]: Comparația multiplă a mediilor matorilor luați în studiu în experimentele efectuate în patru locații

	Estonia Institutul Jogeva PBI				Franța INRA Clermond Ferrand				Polonia Blonie Institute				România Banca de Gene Suceava			
Martorul	Nr	Media	SE		Nr	Media	SE		Nr.	Media	SE		N	Media	SE	
Argentina	5	46	0.9	c	5	30	2.8	bc	5	44	0.6	b	3	35	1.2	bc
Auteuil	5	56	0.2	b	5	31	2.4	bc	5	46	0.9	b	4	35	1.3	bc
Belinda	5	53	0.3	bc	5	29	2.8	bc	5	46	0.3	b	5	35	0.8	bc
Evora	5	50	0.7	bc	5	26	2.0	c	5	44	0.5	b	4	35	1.3	bc
Genziana	5	49	1.2	bc	5	34	3.2	ab	5	49	0.6	b	4	38	1.1	bc
Ivory	5	55	1.0	b	5	27	1.4	bc	5	48	0.7	b	5	35	0.8	bc
Jaak	5	53	0.5	bc	5	31	1.2	abc	4	48	0.6	b	4	34	1.4	c
Krezus	5	51	0.8	bc	5	29	1.6	bc	5	44	1.1	b	5	32	0.2	c
Mina	5	53	0.8	bc	5	35	3.0	ab	5	60	0.8	a	4	43	2.4	ab
Mures	5	49	2.0	bc	5	30	1.3	bc	5	45	0.9	b	3	36	3.5	bc
Saul	5	66	0.6	a	5	39	2.6	a	5	62	1.2	a	5	48	3.8	a
Total	55	53	0.7	(A)	55	31	0.8	(D)	54	49	0.9	(B)	46	37	0.9	(C)

Literele indică diferențele dintre semnificații (testul Tukey 0.05) în cadrul fiecărei locații.

Table 12.7

Greutatea hectolitică [kg/hl]: Amplitudinea de variație a probelor de ovăz în 4 locații de experimentare.

	Estonia Institutul Jogeva PBI		Franța INRA Clermond Ferrand		Polonia Blonie Institute		România Banca de Gene Suceava	
	Nr. Pr.	Amplit. de variație	Nr. Pr.	Amplit. de variație	Nr. Pr.	Amplit. de variație	Nr. Pr.	Amplit. de variație
Martorii	55	41 - 53 - 68	54	42 - 49 - 65	55	20 - 31 - 47	46	31 - 37 - 55
Soiuri	12	52 - 53 - 55	10	42 - 49 - 65	12	20 - 29 - 40	8	30 - 37 - 46
Populații	259	35 - 52 - 68	251	19 - 47 - 71	245	17 - 30 - 49	185	29 - 36 - 59
<i>A.abyssinica</i>	3	39 - 44 - 51	3	35 - 42 - 47	2	28 - 32 - 36	1	34
<i>A.strigosa</i>	29	36 - 46 - 68	31	19 - 40 - 55	23	17 - 28 - 39	13	29 - 36 - 48

În concluzie, documentarea cât mai completă a resurselor genetice vegetale conservate în băncile de gene, are un impact pozitiv asupra utilizării de către amelioratori, atât a informațiilor cât și a germoplasmei, pentru crearea de noi soiuri sau hibrizi cu o bază genetică cât mai largă și o bună plasticitate ecologică, adaptați la condițiile de mediu din fiecare țară.

12.6.2. Experimente în câmp cu inoculare artificială de *Fusarium spp*, pe probe de ovăz provenite din colecția europeană

Testarea genotipurilor de ovăz s-a efectuat atât în condiții artificiale de infecție, în trei locații (Cehia, Germania și România) cât și în condiții naturale de infecție, într-o singură locație (Italia). În cadrul acestui experiment s-au realizat următoarele activități:

- stabilirea designului experimental;
- efectuarea unor descriptori agronomici cu relevanță în incidența infecției;
- evaluarea resurselor genetice de ovăz privind rezistența la *Fusarium spp.*;
- evaluarea resurselor genetice de ovăz privind acumularea de micotoxine;
- interpretarea statistică a rezultatelor obținute.

Materialul biologic ales pentru experimentare a fost reprezentat de 652 probe de ovăz din colecția europeană. Probele de ovăz experimentate aparțin următoarelor specii: *A. sativa*- 543 probe, *A. byzantina*- 24 probe, *A. strigosa*- 46 probe, *A. abyssinica*- 5 probe, *A. barbata ssp barbata* -4 probe, *A. canariensis*- 1 probă, *A. fatua*- 16 probe, *A. hirtula* -4 probe, *A. sterilis ssp ludoviciana* – 5 probe, *A. damasceana* – 2 probe, *A. hybrida* -1 probă, *A. wiestii*- 1 probă.

Soiurile martor au fost: Argentina, Auteuil, Belinda, Evora, Genziana, Ivory, Jaak, Krezus, Mureș (soiuri cu pleve), Mina și Saul (soiuri cu bobul golaș) originare din diferite țări europene (tab. 12.8).

Pentru estimarea gradului de infecție în funcție de specie, s-a folosit soiul de grâu susceptibil la fuzarioză, Aranka (Cehia).

Tabelul 12.8.

Distribuția geografică a martorilor folosiți în experimentare

Arealul geografic	Soiul	Autorul	Arealul geografic	Soiul	Autorul
N- Europei.	Belinda	Svalöf Weibull	S- Europei	Argentina	SIS
	Jaak	Jõgeva PBI		Genziana	CRA-ISCI
V- Europei	Auteuil	Serasem	E- Europei	Krezus	Strzelce
	Evora	Serasem		Saul	Selgen
Europa Centrală	Ivory	Nordsaat	S- E Europei	Mures	SCDA Turda
				Mina	IPGR Malkow

Designul experimental. Suprafața fiecărui bloc a fost de 2,5 m². Materialul biologic a fost constituit din 652 de probe semănate într-o singură repetiție, 11 martori au fost semănați în cinci repetiții inoculate și două repetiții neinoculate și soiul de grâu a fost semănat în două repetiții (inoculat și neinoculat). (foto 12.3.).



Foto 12.3. Aspecte din câmpul experimental privind amplasarea experimentului cu inoculare artificială de *Fusarium spp.*

Materialul de inoculare - obținere și utilizare.

Inoculul a fost realizat în FCBR, Germania fiind distribuit pentru testare în trei locații (Germania, România și Cehia). Izolatele de *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae* și *F. avenaceum* au fost conservate în Germania și Austria, pe diferite substraturi (tab. 12.9.).

Tabel 12.9.
Specii de *Fusarium* utilizate pentru multiplicare și inoculare

Specia	Substratul	Instituția păstrătoare	Anul izolării
<i>F. sporotrichioides</i> var. minus Wollenweber	<i>Avena sativa</i> L.	BBA, Dahlem, Germania	1965
<i>F. avenaceum</i> (Corda : Fries) Saccardo	<i>Hordeum vulgare</i>	Vfd Laacherhof, Germania	1981
<i>F. langsethiae</i> Torp & Nirenberg	<i>Avena sativa</i> L.	Vorchdorf, Oberösterreich, Austria	1999
<i>F. graminearum</i> Schwabe	<i>Triticum aestivum</i> L.	Neunkirch-en, Thilhove, Germania	2003
<i>F. culmorum</i> (W. G. Smith) Saccardo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Kromeriz, Cehia	2002

După obținerea inoculului s-a determinat conținutul de micotoxine (tab.12.10). *F. sporotrichioides* și *F. langsethiae* produc micotoxinele T2 și HT2, *F. avenaceum* produce toxina moniliformina și *F. graminearum* produce toxinele DON și zearalenonă (ZEA).

Tabel 12.10.

Conținutul de micotoxine în inoculul uscat, în funcție de specia de *Fusarium*

Inocul uscat	DON	ZEА	T2	HT2	NIV	3-Acetyl-DON	15-Acetyl-DON	Diacetoxyscirpenol
	μg/kg	μg/kg	μg/kg	μg/kg	μg/kg	μg/kg	μg/kg	μg/kg
<i>F. sporotrichioides</i>	23	<10	20000	16000	<20	<20	<20	<10
<i>F. avenaceum</i>	35	<10	120	80	<20	<20	<20	<10
<i>F. langsethiae</i>	24	<10	1900	270	<20	<20	<20	<10
<i>F. graminearum</i>	100	3000	140	43	<20	<20	<20	<10
<i>Avena sativa</i> cv. pergamon	28	46	44	11	<20	<20	<20	<10

Pentru obținerea inoculului de *Fusarium* s-au parcurs următoarele etape:

- transferul speciilor de *Fusarium* din colecția micologică pe mediu SNA-agar pentru multiplicarea izolatelor (condiții sterile);
- prepararea substratului: (semințele de ovăz s-au fiert în apă deionizată în raport de 1/1, timp de 15 min, după care amestecul s-a sterilizat în autoclav, în două reprize);
- însămânțarea substratului din pungile autoclavate, în condiții sterile, pe agar ce conținea tulpini de *Fusarium*. Pungile au fost închise cu tuburi metalice și acoperite cu pânză sterilizată, pentru a permite schimbul de gaze. Aerarea s-a dovedit a fi un factor esențial pentru creșterea și dezvoltarea miceliului (foto 12.4.);
- menținerea pungilor cu semințe inoculate, în incubator la întuneric la T= 20°C, și mixarea eșantionului sub hota cu flux laminar (condiții sterile), timp de 48 de ore, pentru a asigura creșterea uniformă a miceliului pe întregul eșantion;

- transferul după 14 zile a pungilor cu miceliu în bazine speciale, pentru o uscare lentă, timp de câteva săptămâni;
- Calculul cantității de substrat uscat cu inocul, în vederea atingerii necesarului de 200.000 spori/ ml pentru fiecare izolat (tabel 12.11.).



Foto 12.4. Boabe de ovăz inoculate cu *Fusarium langsethiae* (a); *Fusarium graminearum* (b); *Fusarium. avenaceum* (c)

Tabel 12.11.

Numărul de spori rezultați după multiplicarea izolatelor de *Fusarium*.

Tipuri de izolate	Substrat uscat (g)	Spori/ml în 10 g substrat spălat într-un l de apă	Spori/ml în 60 l inocul pentru fiecare locație
<i>F. sporotrichioides</i>	6.000	174.580	300.000
<i>F. avenaceum</i>	5.000	9.000	10.000
<i>F. culmorum</i>	Pe agar în vase Petri		13.000
<i>F. langsethiae</i>	10.000	140.055	300.000
<i>F. graminearum</i>	6.000	3.750	10.000
Suma			636.000

Metodologia de inoculare

Inocularea s-a realizat cu o mixtură din cinci specii de fungi: *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium langsethiae*, *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium avenaceum*. Suspensia a fost obținută prin spălarea a 3 kg de inocul uscat, fiind dispersată pe plante, dimineața devreme cu un atomizor manual (foto 12.5). Suspensia a avut o concentrație de 1000 de spori/ml și 2000 de spori /specie de izolat (foto 12.5). Pentru creșterea umidității aerului parcelele de experimentare au fost irigate înainte și după inoculare.

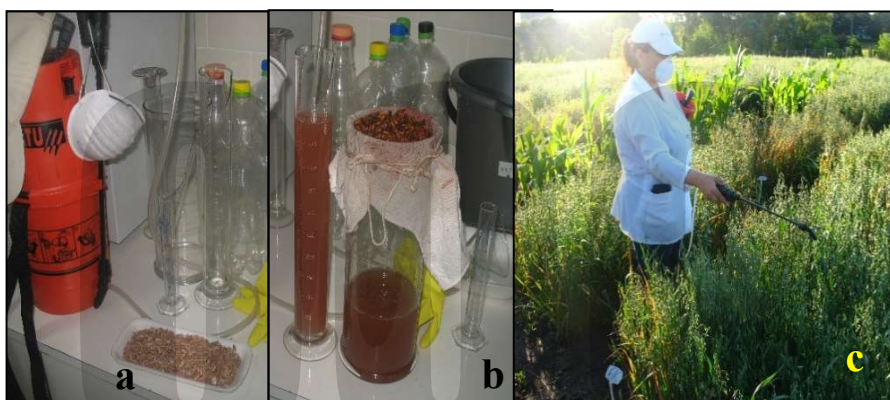


Foto12.5. Distribuția suspensiei de spori pe plantele de ovăz (a- semințe de ovăz drajate cu inocul; b-suspensie de spori obținută prin spălarea substratului uscat; c- pulverizarea suspensiei cu atomizorul manual).

Recoltarea probelor

Probele din parcelele inoculate au fost recoltate manual. Semințele cu sau fără infecție vizibilă au fost trimise la laboratorul analitic din Cehia, pentru analiza micotoxinelor .

Notarea descriptorilor morfo-fiziologici cu relevanță în incidența infecției (tab. 12.12)

În timpul perioadei de vegetație s-au efectuat următorii descriptori:

- data înspicatului;
- data maturării plantelor;
- înălțimea plantei (foto 12.6);
- forma paniculului;
- lungimea paniculului;
- numărul de frați fertili;
- căderea plantelor la maturitatea în lapte;
- căderea plantelor la recoltare;
- rezistența la alte boli foliare; (tab. 12.13. foto 12.8.);
- notarea gradului de infecție a paniculelor inoculate cu *Fusarium spp.* (note FAO, scala 1-9);
- producția /parcelă (g/m^2).

În laborator s-au efectuat descriptorii:

- masa a 1000 de boabe (g) (foto 12.7).
- masa hectolitrică (kg/hl);
- culoarea paleei inferioare (foto 12.7);.
- infecția boabelor cu *Fusarium spp.* (s-au folosit 3 clase de infecție: 1 -sănătoase, 2 -suspecte de infecție cu pete gri, 3 -distruse, decolorate, mici etc.)

Tabel 12.12.

Notarea descriptorilor morfo-fiziologici cu relevanță în incidența infecției

Descriptori realizați în câmpul experimental			
Data înspicatului			
Tipul înspicării	Timpurie 59-63 zile	Optimă 64-80 zile	Târzie 81-91 zile
Probe testate	24	312	42
Înălțimea plantei			
Nivele de înălțime	68-100	100-110cm	110-165 cm

Probe testate	105	84	89			
Lungime panicul						
Tipuri lungime	11-20 cm	20-30 cm	30-40 cm			
Probe testate	130	226	22			
Formă panicul						
Tipuri de panicul	Unilateral	Subunilateral	Echilateral			
Probe testate	36	7	335			
Numărul de frați fertili						
Număr frați fertili	<50	50-100	100-178			
Probe testate	98	263	17			
Căderea plantelor la coacerea în lapte						
Tipuri de cădere	0	3	5	7	9	
Probe testate	248	64	31	21	14	
Căderea plantelor la maturitate						
Tipuri de cădere	0	3	5	7	9	
Probe testate	182	83	61	32	20	
Descriptori realizați în laborator						
<u>Producția/ parcelă (g/m²)</u>						
Cantitatea de boabe	<100g	100-500g	500-900g	900-1000g		
Probe testate	25	215	129	9		
Masa a 1000 de boabe (MMB)(g)						
MMB	<20	20-38.2	51.7			
Probe testate	53	323	2			
Culoarea paleei inferioare						
Tipuri de culoare	alb	galben	gri	roșu	negru	Altele
Probe testate	90	178	12	13	30	55



Foto 12.7. Descriptori morfologici efectuați în câmp și în laborator (a- măsurarea înălțimii plantei; b- determinarea MMB-lui; c- stabilirea culorii paleii inferioare).

Tabel 12.13.

**Boli foliare identificate în experimentul inoculare artificială cu
Fusarium spp.**

Specificare	Simptome pe frunze			Simptome pe tulpină		
	Varietăți testate	1-5%	5-25%	Varietăți testate	1-5%	5-25%
<i>Septoria avenae</i>	406	19	5	406	-	-
<i>Puccinia coronata</i>	406	252	79	88	73	16
<i>Drechslera</i> sp.	406	9	-	-	-	-
<i>Septoria avenae</i>	450	119	5	-	-	-
<i>Drechslera</i> sp.	450	144	0	-	-	-



Foto 12.8. Boli foliare identificate pe cultivare de ovăz în experimentul – inoculare artificială cu *Fusarium* spp. (a- *Drechslera* sp.; b- *Puccinia coronata* ; c- *Septoria avenae*)

Evaluarea resurselor genetice de ovăz privind rezistența la *Fusarium* spp.

Din probele de ovăz inoculate artificial cu *Fusarium* s-au prelevat câte 100 semințe, în trei repetiții, cu semne ale bolii mai mult sau mai puțin vizibile, estimându-se trei clase de infecție: 1 -sănătoase, 2 -suspecte de infecție cu pete gri, 3 -distruse, decolorate, mici, etc (foto 12.9).

Incidența izolatelor de *Fusarium* spp. din mixtura de inocul asupra probelor de ovăz testate în condițiile climatice ale anului 2009, a determinat un grad de rezistență diferențiat comparativ cu martorii inoculați și neinoculați. Speciile sălbatice au prezentat un nivel de infecție mai scăzut decât martorii, iar populațiile locale au avut un procent mai ridicat de infecție decât soiurile moderne și martorii (tab. 12.14.). Referitor la clasa 3 de infecție, majoritatea probelor au manifestat rezistență la complexul de fungi din inocul.

Tabel 12.14.

Gradul de infecție cu *Fusarium* spp. a probelor de ovăz testate

Specificare	Nr. probe testate	Semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp -clasa 2 (%)			Semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp -clasa 3 (%)		
		Min	Max	Media	Min	Max	Media
Populații locale	298	0	28,6	1,8	0	25,3	0,7
Soiuri	9	0,6	5,3	5,5	0	6,6	0,7
Specii sălbatice	16	0	1,9	0,2	0	0	0
Martori inoculați	55	0	18,3	3,3	0	16,6	1,5
Martori neinoculați	22	0	6,6	1,2	0	14,3	1,3

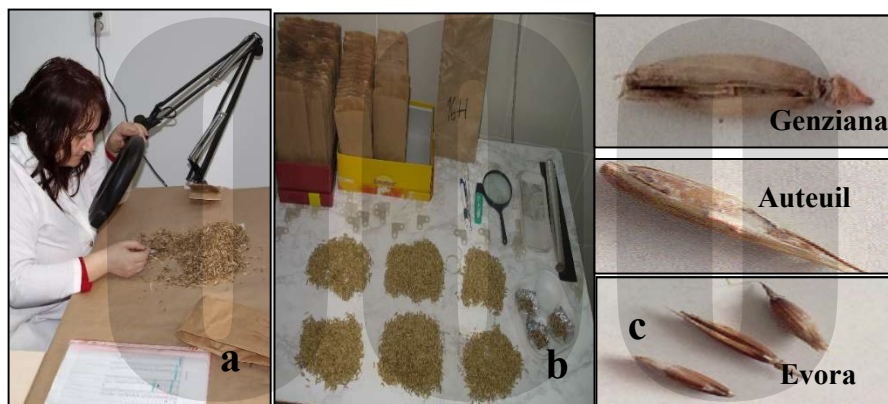


Foto 12.9. Etapele determinării infecției cu *Fusarium* spp. (a- prelevarea de semințe bolnave sub lupă; b- formarea de subprobe în 3 repetiții prin metoda șahului; c- simptome de fuzarioză pe semințele martorilor).

Evaluarea resurselor genetice de ovăz privind acumularea de micotoxine

Pentru analiza micotoxinelor s-au folosit 20 g de făină din boabe nedecorticate. Limita de cuantificare pentru HT-2, T-2 și zearalenon este 10 $\mu\text{g/kg}$ iar pentru nivalenol, deoxinivalenol și alte toxine, 20 $\mu\text{g/kg}$.

Deoxynivalenolul (DON) și zearalenonul (ZEA) sunt micotoxine produse de *Fusarium*, prezența acestora în cerealele neprocesate și în produsele de consum este controlată de Comisia Europeană prin regulamentul nr. 188/2006 (tabel 12.15.).

Tabel 12.15.

Limita standard de micotoxine produse de speciile de *Fusarium* în cereale, cf. Regulamentului 188/2006 al Comisiei Europene

Specificare	DON [ppb]	ZEA [ppb]	T-2+ HT-2 [ppb]
Cereale neprocesate	1250	100	100
Ovăz neprocesat	1750	100	500
Cereale destinate consumului uman direct: făină de cereale, produse din ovăz	750	75	200*

Micotoxinele T2 și HT2 au prezentat o concentrație mai mare la matorii inoculați (max.158 $\mu\text{g/kg}$ T2, 819 $\mu\text{g/kg}$ HT2) comparativ cu cei neinoculați (max.156 $\mu\text{g/kg}$ T2, 465 $\mu\text{g/kg}$ HT2), dar sub limita admisă de regulile europene (188/2006), (figura 12.11).

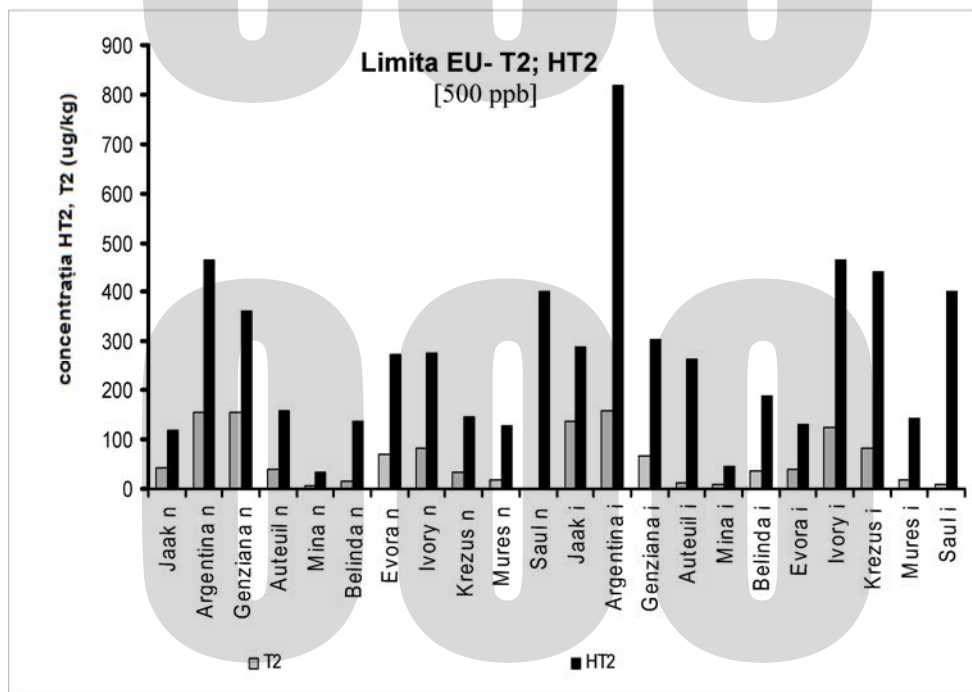


Figura 12.11. Concentrația de micotoxine HT2, T2 la matorii inoculați și neinoculați

Referitor la concentrația micotoxinelor trichotecina B, deoxynivalenol (DON) și zearelonul, s-a observat un nivel mai ridicat al concentrației în variantele neinoculate (max.220 $\mu\text{g/kg}$ DON, 95 $\mu\text{g/kg}$ HT2) decât în cele inoculate (max.160 $\mu\text{g/kg}$ DON, 72 $\mu\text{g/kg}$ HT2) ambele sub limita admisă de comisia europeană (188/2006), (figura 12.12.).

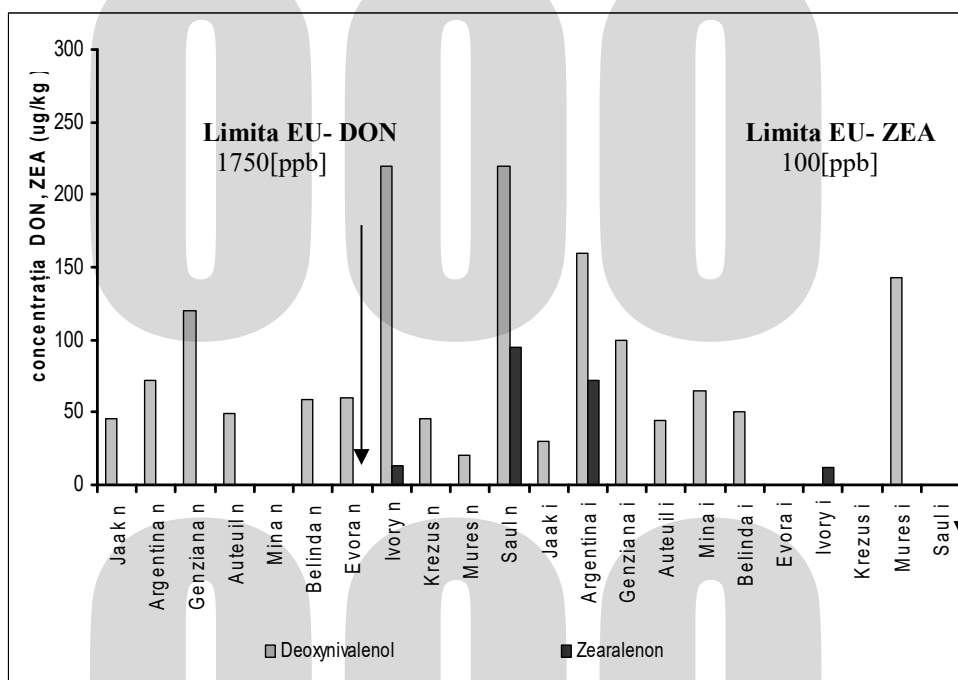


Figura 12.12. Concentrația de micotoxine DON, ZEA la matorii inoculați și neinoculați

Inocularea cu mixtură de fungi *Fusarium* spp. a influențat semnificativ conținutul de trichotecine B (nivalenol), trichotecine A (T2 și HT2) și substanțial conținutul de deoxynivalenol și zearalenon comparativ cu standardelor neinoculate, agresivitatea speciilor de *Fusarium* în producerea de micotoxine fiind diferită sub aceeași nișă ecologică (Plăcintă D. și colab, 2015).

Interpretarea statistică a rezultatelor obținute

Pentru evidențierea rezistenței genetice a cultivarelor de ovăz testate prin inoculare cu diferite specii de *Fusarium* spp, s-au interpretat statistic rezultatele obținute din notarea descriptorilor morfo-fiziologici în câmp și în laborator și a gradului de infecție cu *Fusarium* pe panicul și boabe (tab.12.16.).

Prin prelucrarea statistică a datelor (tab. 12.16), s-au obținut coeficienți de corelație distincți și foarte semnificativi ca urmare a interacțiunii dintre infecția pe semințe (clasa 2 și 3) și infecția pe panicule în câmp. La alte însușiri morfologice, cum ar fi: zile până la înspicat, număr de panicule și MMB, s-au evidențiat corelații semnificative în raport cu infecția pe boabe și panicule.

Tabel 12.16.

Coeficienții de corelație între însușirile morfo-fiziologice și incidența infecției cu *Fusarium* spp. pe panicul și boabe (după Erna Weber, 1961)

Însușiri corelate	Număr panicule		Masa a 1000 de boabe (MMB) g.		% semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp. clasa 2		% semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp. clasa 3		% panicule infectate cu <i>Fusarium</i> spp.	
	r	Sem.	r	Sem.	r	Sem.	r	Sem.	r	Sem.
Zile până la înspicat	- 0.14	00	-0.11	0	-0.04	-	-0.11	*	-0.07	-
Lungimea paniculului	- 0.04	-	-0.20	-	0.009	-	-0.09	-	-0.09	-
MMB (g)	0.15	**	1.00	-	0.12	*	-0.01	-	0.16	***
% semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp. clasa 2	0.10	*	0.12	*	1.00	-	-0.13	00	0.35	***
% semințe infectate cu <i>Fusarium</i> spp. clasa 3	- 0.05	-	-0.01	-	-0.13	00	1.00	-	0.56	***
Zile până la maturitate	- 0.26	000	-0.22	000	-0.05	-	-0.13	00	-0.16	000

Pentru evidențierea legăturilor dintre caracterele corelate s-au trasat drepte de regresie. Astfel în figura 12.13. dreapta de regresie rezultată este ascendentă remarcându-se o corelație pozitivă foarte semnificativă între infecția la nivelul paniculelor și procentul de boabe distruse de *Fusarium* spp. Dreptele de regresie din figura 12.14. indică corelații pozitive semnificative între gradul de infecție la nivelul

boabelor și gradul de infecție al paniculelor și între gradul de infecție/boabe și masa a 1000 de boabe.

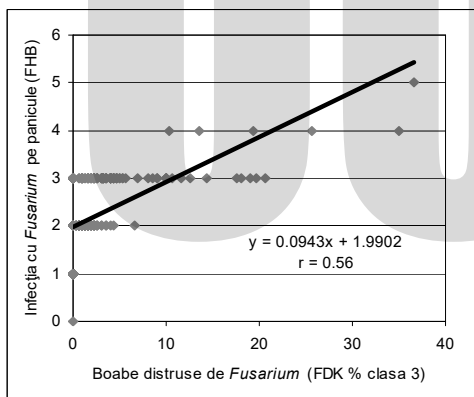


Fig. 12.13. Regresia dintre procentul de infecție pe panicul și pe boabe

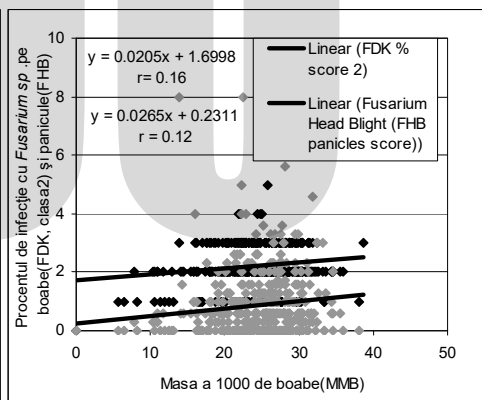


Fig.12.14. Regresiile dintre procentul de infecție pe boabe, pe panicul și masa a 1000 de boabe

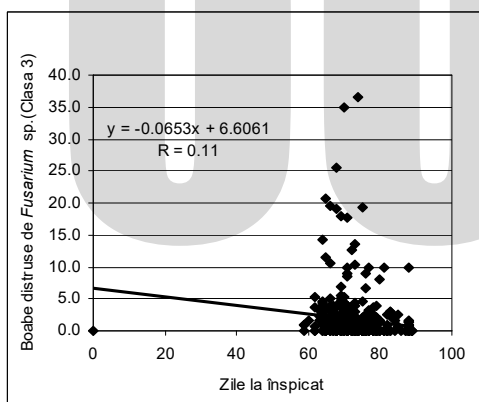


Fig. 12.15. Regresia dintre nr. de zile până la înspicat și procentul de infecție/boabe

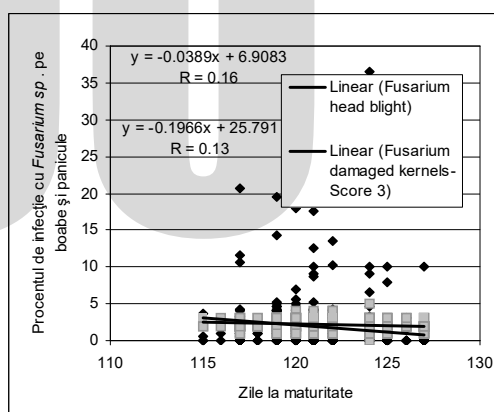


Fig. 12.16. Regresia dintre nr. de zile până la recoltare și procentul de infecție/boabe

În fig.12.15.se observă existența unei corelații negative semnificative între procentul de infecție/semințe și numărul de zile până la înspicat, iar în fig. 12.16 se observă de asemenea prezența unei

corelații negative, semnificative între numărul de zile până la recoltare și procentul de infecție/boabe.

În concluzie, prin infestarea cu fungi de *Fusarium spp.*, a genotipurilor de ovăz luate în studiu, s-a observat o comportare diferită a acestora, cu implicații semnificative în reducerea valorilor masei a 1000 de boabe, și a creșterii gradului de infecție la probele cu înspicare timpurie și cu perioada de vegetație mai scurtă (Plăcintă și colab., 2010).

12.6.3. Experimente în câmp pentru testarea rezistenței plantelor de ovăz la îngheț

Rezistența plantelor de ovăz la temperaturi negative este un aspect important pentru adaptarea cultivarelor la condițiile de mediu. Dintre cereale, ovăzul este cea mai sensibilă specie la temperaturile negative din timpul iernii, rezistând până la $-12-15^{\circ}\text{C}$; această sensibilitate fiind practic un factor limitativ pentru semănatul de toamnă, atât în Nordul cât și în Centrul Europei (Cattivelli și colab., 1998). Rezistența la îngheț poate fi definită ca o abilitate a plantelor de a supraviețui peste iarnă. Existența unor condiții variate de stres asupra plantelor, în timpul sezonului rece, întărește afirmația că rezistența la iernare este o însușire destul de complexă. Înghețul este factorul de stres cel mai relevant, cu toate că pot apărea și alte situații de stres, cum ar fi asfixierea datorită excesului de apă sau a prezenței bucăților de gheață, fotoinhibarea datorită combinației: lumină x temperaturi scăzute, etc. În zonele temperate sunt preferate soiurile de toamnă, din cauza randamentului mai ridicat al acestora în comparație cu soiurile de primăvară. De aceea în aceste zone este importantă identificarea de noi surse de gene pentru ameliorarea rezistenței la îngheț a ovăzului (Stanca și colab., 2003)

În ciuda faptului că a fost observată o diversitate genetică pentru rezistența la îngheț la ovăz, capacitatea plantelor de a rezista la

temperaturi negative, se bazează în principal pe un răspuns adaptativ, cunoscut sub numele de aclimatizare la rece sau durificare, activat în timpul creșterii la temperaturi scăzute, sub pragul de îngheț.

Rezistența la îngheț poate fi evaluată prin metode de testare în teren, în funcție de apariția unor condiții naturale care diferențiază genotipurile de ovăz, sau prin teste de congelare artificială, cum ar fi: procentul de supraviețuire post-stres, LT50 (temperatura la care 50% din populație a pierit), integritatea membranelor celulare după congelare (Rizza și colab., 1994), metoda fluorescenței (Fv/Fm), randamentul cuantic maxim al fotochimiei PSII după congelare (Rizza și colab., 2001), etc.

O serie de trăsături fiziologice, cum ar fi acumularea de prolină, ABA și conținutul de fructoză, au fost asociate cu toleranța la îngheț. În general, cantitatea acestor metaboliți crește în timpul adaptării, fiind mai mare la genotipurile tolerante la îngheț, față de cele sensibile (Murelli și colab., 1995; Bravo și colab., 1998). O comparație a unui număr de metode de evaluare a rezistenței la îngheț la diferite specii de cultură a fost realizată de Pulli și colab., (1996). Valoarea testelor de laborator pare să varieze în funcție de speciile de plante, cu toate că pentru metodele de evaluare a rezistenței la îngheț a cerealelor pe bază de congelare, de cele mai multe ori, testele arată cea mai mare corelare cu datele obținute în teren.

Murariu și colab., (2013) au evaluat rezistența la îngheț, în câmpul experimental al Băncii de Gene Suceava, în anii 2009 și 2010, la 104 probe de ovăz, din care 9 au fost martori (soiurile Mureș, Ivory, Jaak, Argentina, Mina, Belinda, Saul, Genziana, și Auteuil).

În timpul vegetației au fost realizate observații privind numărul de plante răsărite și numărul de plante care au supraviețuit peste iarnă.

Rezultatele obținute au fost comparate cu cele obținute prin testele de laborator ale aceluiași probe, realizate la Centru de Cercetări Fiorenzuola d'Arda Italia. Pentru evaluarea rezistenței la îngheț în laborator s-a folosit metoda fluorescenței (temperaturi de -10 - 12°C).

În vederea comparării rezultatelor obținute în laborator și a celor obținute în câmp s-au calculat coeficienții de corelație dintre datele obținute în cele două experimente (tab.12.17.)

Tabelul 12.17

Corelațiile rezultatelor obținute privind toleranța la îngheț la probele de ovăz analizate în câmp și în laborator

	Rezistența la îngheț Banca de Gene Suceava, scor FAO (1-9)	Rezistența la îngheț Banca de Gene Suceava (număr de plante viabile în primăvară)
Testare în laborator F_v/F_m (-10°C și -12°C)	-0.447***	0.432***
Rezistența la îngheț Banca de Gene Suceava, scor FAO		-0.951***

Prin corelarea rezultatelor obținute la cele două tipuri de teste, se observă prezența coeficienților de corelație foarte semnificativi.

În concluzie, merită de menționat că în cadrul celor 104 probe testate, originare din diferite țări, au existat și patru populații locale de ovăz colectate din România, dintre care 2 au rezistat la temperaturi negative, fiind viabile în primăvară, ceea ce scoate în evidență că și la noi în țară există condiții pentru crearea de soiuri de ovăz de toamnă .



Foto 12.10. Vedere generală a experimentului privind rezistența la îngheț a probelor de ovăz (Suceava, 2010)



Foto 12.11. Partenerii proiectul european „Identificarea unor resurse genetice de ovăz pentru calitate, în vederea utilizării în consumul uman” (2008-2011)

Capitolul 13

Ovăzul în alimentația umană

13.1. Utilizarea ovăzului în alimentația umană

Valoarea ridicată a ovăzului în nutriția umană, este recunoscută pe scară largă (Hampshire 1998) de Asociația Americană a Alimentelor și Medicamentelor, 1997), datorită următoarelor considerente:

- Conținutul de proteine din boabele de ovăz este relativ mare (până la 39,5%). Valoarea ridicată a proteinelor este reflectată de conținutul semnificativ de lizină, conferind astfel proteinei o valoare biologică ridicată (Hampshire, 1998).
- Conținutul de grăsimi în boabele de ovăz ajunge până la 14,3%, cu o proporție ridicată de acizi grași polinesaturați. Aceștia au o influență pozitivă asupra plasmei din sânge (Berg și colab., 1992). De asemenea, grăsimea din boabe are un impact pozitiv asupra aromei produselor din ovăz. Pe de altă parte, reduce stabilitatea de depozitare a produselor extrudate (Hampshire 1998).
- Conținutul de fibre dietetice este cuprins între 40% și 64,09%. Calitatea specială a fibrelor este dată de solubilitatea și vâscozitatea ridicate, datorate prezenței legăturilor mixte de β -glucani. Aceste însușiri ale fibrelor determină efecte hipocolesterolemice. Făinurile de ovăz pot fi adăugate în produsele alimentare care conțin carbohidrați, pentru reducerea necesarului de

insulină (Wood și colab., 1989). Se sugerează că reducerea nivelului de colesterol seric este realizată în principal prin creșterea vâscozității în intestin. De aceea este importantă, distribuția greutateii moleculare a β -glucanilor (Beer și colab., 1997).

În zilele noastre boabele de ovăz și derivatele sale, aparțin unui grup de alimente funcționale și sănătoase. Populația, în special din țările dezvoltate, consumă nu numai porridge, dar și paste de ovăz, rulouri, pâine, prăjituri, chec și alte produse din ovăz (Anderson și Borjesdotter, 2011). Aceasta, din cauza conținutului ridicat de β glucani, care îmbunătățește sistemul cardiovascular prin reducerea nivelului colesterolului din sânge (Ryan și colab, 2007). Ovăzul este o sursă bună de proteine, lipide, minerale, vitamine și antioxidanți (Peterson, 2001). Această unică compoziție a boabelor de ovăz a determinat o creștere a interesului pentru folosirea lor în alimentația umană, industria farmaceutică și în cosmetică (Marshall și colab., 2008).

Cercetări recente au vizat antioxidanții, ca ingrediente suplimentare de promovare a produselor din ovăz. Aceștia sunt tocoferolii, cunoscuți și sub numele de vitamina E (Peterson 2001), și avenantramide, o familie de compuși recent detectați (Dimberg et al., 1993) în plantele de ovăz cu rol anti alergic.

Valoarea nutrițională unică a ovăzului este larg recunoscută, dar din 1997 a fost acceptată și valoarea sa medicinală, la început de SUA (The Food and Drug Association 1997) iar de la sfârșitul anului 2011 și de Uniunea Europeană. Astfel, ovăzul are potențial pentru producerea și comercializarea produselor „premium”. Prima dată, în țările nordice a apărut pe piață o gamă variată de produse din ovăz, iar în viitor va exista o piață a produselor de sănătate, direcționată spre producția agricolă sustenabilă



Foto 13.1. Produse din ovăz disponibile pe piața produselor organice și bio

13.2. Compoziția chimică a ovăzului

Conform raportului de evaluare a cariopselor și a plantelor verzi de ovăz, prezentat în anul 2008 de Agenția Europeană de Medicină, aceste două componente au compoziții chimice diferite dar foarte importante pentru sănătatea și alimentația umană.

13.2.1. Compoziția chimică a cariopselor de ovăz

De-a lungul timpului, au existat multe studii și cercetări privind compoziția chimică a cariopselor de ovăz (Daniels & Martin, 1967; List & Hörhammer 1972; Lasztity 1984; Krug 1985; Schneider 1985; Bratt și colab., 2003, Bryngelsson și colab., 2002)

Fracțiile de zahăr: mucilagii (beta-glucani); 3 - 4% zahăr (fructoză, glucoză),

Fracțiile de proteină: conțin glutelină (> 50%) și avenină. Globulina din cariopsele de ovăz poate fi separată în două fracțiuni: una bazică și una acidă. Proteinele nereduse există ca legături bisulfidice alfa/beta cu o greutate moleculară de 53.000-58.000. În cadrul ambelor grupe de polipeptide este o mare heterogenitate (Brinegar & Peterson, 1982). Fracțiile de proteine din ovăz conțin mai multă lizină în comparație cu alte cereale. Endospermul, plevetele (paleele exterioare) axa embrionului și scutulumul sunt bogate în acid glutamic.

Au fost identificate diferite enzime: alfa amilază, fosfatază, tirozinază, maltază și lipază. Dintre toate enzimele cea mai importantă este lipaza, datorită rolului său în hidroliza trigliceridelor.

Frakțiile de lipide, boabele de ovăz conțin cele mai mari cantități de lipide dintre toate cerealele de cultură. Acizii grași nesaturați hidroxicili se formează prin activitatea peroxidazei lipidice.

Avenothionina a fost identificată ca o viscotoxină – purothionină a lipoproteinelor cu o greutate moleculară mică. Aceasta poate fi separată în alfa și beta avenothionină, ultima având 47 de aminoacizi.

Alcaloizii: alcaloidul gramina (fig.13.1) se consideră că are un efect sedativ slab, similar cu *Passiflora*

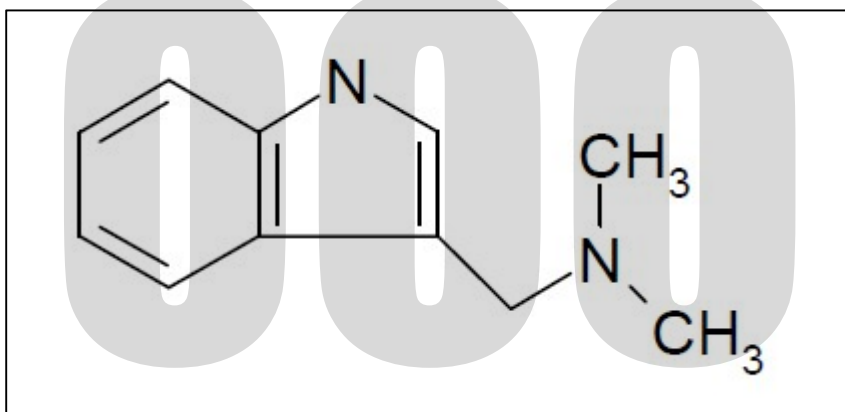


Fig. 13.1. Alcaloidul gramina

Acizii organici. În semințele de ovăz s-au identificat acizii organici: malic, citric, malonic, aconitic, oxalic (ultimul cu un conținut de până la 0,04%). De asemenea, au fost identificați și acizii cafeic și ferulic care au proprietăți antioxidante (fig. 13.2.). Avenathramidele sunt polifenoli identificați numai în semințele de ovăz. Prin exfolierea cariopselor de ovăz golaș are loc pierderea unor cantități mici de

avenatramide Bp, dar crește conținutul de acid ferulic și vanilină. Avenatramidele Bc și Bf nu sunt afectate de procesul de exfoliere.

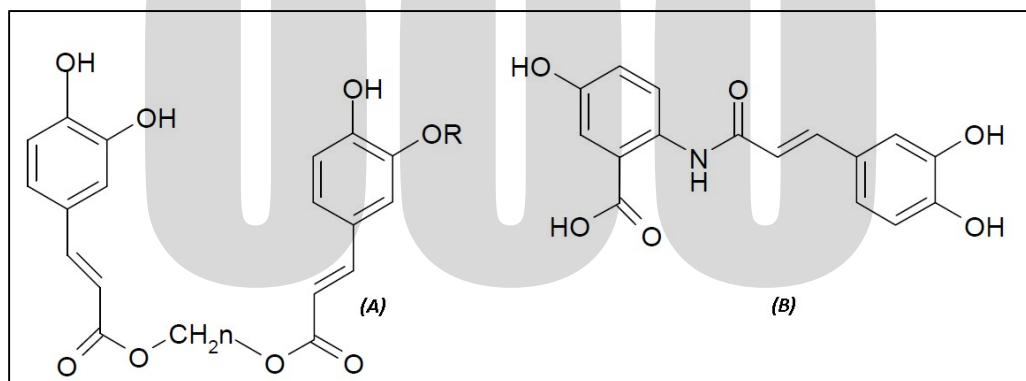


Fig. 13.2. (A) Antioxidant fenolic hidrolizat în proporție echimolară, de acizii cafeic și ferulic și de un alcool alifatic ($R = \text{Me}$ sau H); (B) Avenatramida 2c, o glicozidă a vanilinei ce determină aroma semințelor de ovăz făcându-le atractive pentru cai.

Cenușa rezultată din arderea cariopselor de ovăz, conține 50-70% bioxid de siliciu.

Flavonoidele. Plantele verzi și cariopsele de ovăz conțin 28 de flavonoide. Rhamnosylisowertisina poate avea efecte phytoalexinice, protejând plantele împotriva micozelor. De asemenea alte trei flavonoide derivate din tricină și flavonă au fost izolate din plantele verzi de *Avena*. În semințele de ovăz, coniferylul este legat de flavone prin legături eter. În plantele tinere alcoolul este legat prin legături de carbon (Wenzing și colab., fig.12.3.).

Saponinele, fac parte din categoria triterpinelor și pot proteja, de asemenea plantele de ovăz de atacul fungilor.

Sterozii se găsesc în semințe sub formă de avenasterină și stigmasterină.

Vitaminele – în semințele de ovăz se găsesc în cantități variate, cel mai mare conținut fiind de vitamina A (tabe. 13.1).

Tabelul 13.1**Conținutul de vitamine din semințele de ovăz**

Vitamina	Conținutul	Referenți
Vitamina A	0.862 mg/100g (mucilagiu)	Bognar 1986
Beta-caroten	< 1.0μg/100g (fulgi de ovăz)	Heinoven și colab., 1989
Vitamina B1 / tiamină	3.89-7.07 mg/kg	Jahn-Deesbach, 1979
Vitamina B6	56 nmol/g	Gregory & Sartain, 1991
Vitamina E/ tocoferol	4,3 (alfa-T) 0,5-1 (beta-T)	Barnes & Taylor, 1981

Cianoglicozidele. Mugurii de ovăz pot conține cianoglicozid linamarina. Conținutul diferă în funcție de faza de creștere a plantei (în stadiul de 2 frunze conține 10 μM/100g). Semințele verzi de ovăz conțin în special pectină și bioxid de siliciu, esterii ai polifenolilor, monozaharide sau oligozaharide. Aceste oligozaharide pot fi încorporate în celuloză facilitând fixarea mineralelor. Fixarea, însă are efecte negative, de exemplu poate influența factorul rahitogenic, când calciu este fixat în complexe ale acidului phytic din care disocierea este dificilă. Această fixare este raportată și pentru fosfați.

13.2.2. Compoziția chimică a plantelor verzi de *Avena*, recoltate înainte de înflorire

Compoziția chimică a plantelor verzi a fost descrisă de Hänsel și colab., (1992).

Fracțiile de zahăr: betaglucani, pentozani, zaharoză, chetoză, neochetoză, bifurcoză, neobifurcoză și acid galactoarabinoxylan.

Acizii carboxilici: Acidul avenic A și acidul avenic B (fig. 13.3 și 13.4)

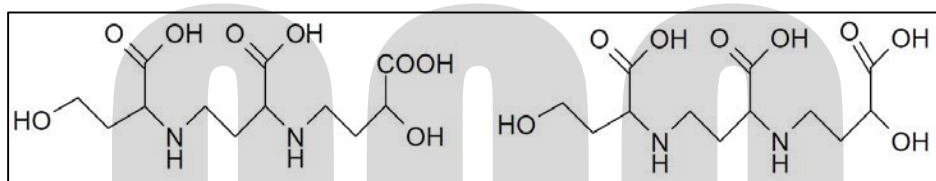


Fig. 13.3. Acidul avenic A

Fig. 13.4. Acidul avenic B

Saponinele: avenacosidele A și B. Acestea sunt saponine steroidale glicozilate. Frunzele conțin saponina furostanol. Conținutul de avenacosidă din frunze variază între 1-3 mg/g (fig. 13.6).

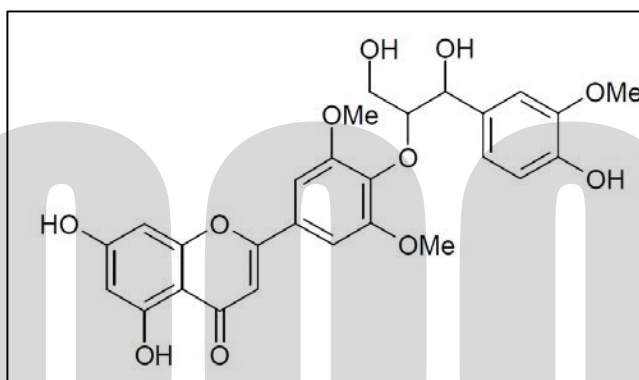
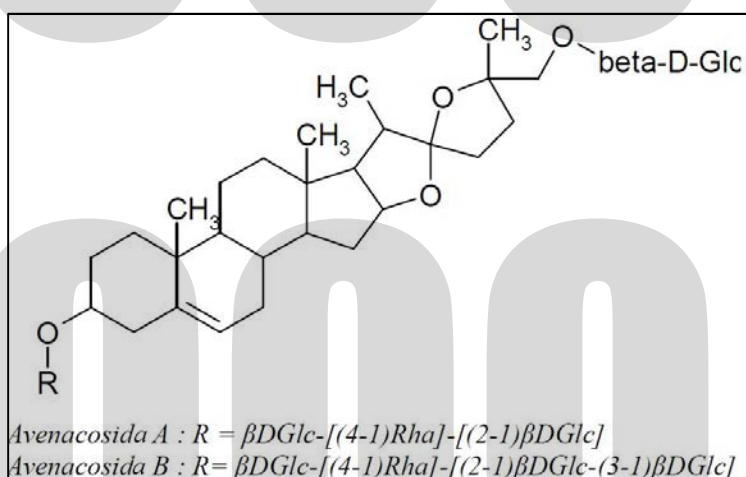
Fig. 13.5. Derivatele de tricină izolate din plantele verzi de *Avena*

Fig. 13.6. Avenacosida A și Avenacosida B

Flavonoidele: derivatele de vitexină și tricină (fig. 13.5.)

Substanțele minerale (tab.13.2.)

Tabelul 13.2

**Substanțele minerale din cariopsele uscate și plantele verzi de ovăz
(mg/100g)**

Elementele minerale	Cariopse de ovăz	Plante verzi de ovăz
K	355,0	1140,0
Ca	79,6	660,0
Mg	129,0	715,0
P	342,0	330,0
Mg	3,7	8,5
Fe	5,8	39,0
Zn	4,5	19,2
Cu	0,5	2,1

13.3. Farmacodinamica ovăzului

Schneider (1985) face un rezumat privind activitățile farmacodinamice ale ovăzului, descrise în literatura de specialitate (tab.13.3.).

Tabelul 13.3.

**Informații din literatura de specialitate privitoare la activitatea
farmacologică a ovăzului (Schneider, 1985)**

Activitatea	Părți ale plantei/substanța
Efect antibiotic : fungi <3 μg/ml; micobacterian <12 μg/ml;	Saponinele: avenacina și avenocosida
Antagonism al morfinei (experiențe pe șoareci) Antagonism al hipertensiunii cauzate de nicotină (experiențe pe șobolani)	Soluție alcoolică (90%) din plante verzi
Inhibiția sintezei prostaglandinei	Extract de semințe cu soluție tampon de fosfat și alcool (96%)
Întreruperea fumatului	Soluție alcoolică (90%) cu părți aerene ale plantelor
Reducerea colesterolului	Steroizi

Inhibiția formării plăcilor pe dinți	Polizaharidele din peretele exterior al seminței
Inhibiția sintezei proteinelor	Fracțiile de proteine
Scăderea nivelului seric al acidului uric	Ceai de ovăz verde
Rahitism	Acidul fitic din cariopsele de ovăz
Îmbunătățirea FSH (hormon de stimulare foliculară)	Extract din frunze
Stimularea formării hormonului luteinizant (reglarea ciclului menstrual la femei și a ovulației; stimularea formării testosteronului la bărbați)	Frunze verzi
Efect antiestrogenic	Plante verzi recoltate și apoi uscate
Protecție împotriva ulcerelor gastro - intestinale	Polifenoli

13.4. Ovăzul în medicina populară/naturistă

Ovăzul este folosit în alimentația umană și animală de acum 4000 de ani, iar utilizarea sa în medicina populară este atestată încă din secolul al 12-lea.

Cariopsele uscate au fost utilizate în mod tradițional pentru ameliorarea diferitelor afecțiuni ale pielii, prin tratamentul cutanat, cum ar fi preparatele pentru baie, sub forma de extracte coloidale din făină de ovăz amestecat cu un vehicul adecvat sau ca fulgi de ovăz în parafină lichidă.

Plantele de ovăz, recoltate înainte de înflorire, au fost, de asemenea, folosite în mod tradițional ca un sedativ pe bază de plante, de obicei, administrat sub formă de ceai din plante, sau extract de etanoli ori sub formă de suc din plante proaspete.

Studii recente despre preparatele cutanate prezintă beneficiile obținute în tratarea diferitelor afecțiuni ale pielii.

Cu toate acestea sunt necesare dovezi suplimentare pentru fundamentarea acțiunii terapeutice a preparatelor testate.

În mod similar, investigațiile recente privind efectele potențial -

terapeutice ale preparatelor de ovăz asupra pacienților cu hipercolesterolemie și complicații cardiovasculare sunt de interes, dar sunt necesare studii clinice suplimentare pentru a confirma efectele terapeutice.

Datele clinice disponibile nu certifică utilizarea medicală a cariopselor de ovăz sau a plantelor verzi de *Avena*

Pe baza evidențelor din medicina populară există informații suficiente pentru dezvoltarea unei monografii comunitare privind utilizarea în medicina tradițională a cariopselor de ovăz și a plantelor verzi de *Avena*. De asemenea, sunt multe studii care susțin folosirea ovăzului în medicina tradițională (tab 13.4.).

Tabelul 13.4.

Utilizarea tradițională a cariopselor uscate și a plantelor verzi de ovăz

Cariopse de <i>Avena sativa</i>	Produs medicinal tradițional din semințe pentru tratamentul simptomatic al unor inflamații minore ale pielii (ex. arsurile solare) și în vindecarea rănilor minore
Plante verzi de <i>Avena</i>	Produs medicinal tradițional din plante pentru ameliorarea simptomelor ușoare de stres mental și pentru înlăturarea insomniilor

Nu se știe perioada exactă de când ovăzul a început să fie folosit ca medicament. Cel mai probabil, la început au fost utilizate plantele de ovăz originare din Asia Proxima. În Europa ovăzul a fost cultivat acum 4000 de ani. Hipocrate, Plinius cel Bătrân și Galenus au recomandat ovăzul datorită efectului tonic și a calităților sale alimentare.

Hildegard von Bingen (secolul XII) descrie plantele de ovăz în lucrarea sa „Physica”.... oricine este epuizat cu mintea goală, poate face o baie de aburi, iar peste piatra fierbinte să pună o fiertură de ovăz. Dacă acest tratament se repetă, bolnavul își va recăpăta gândirea”.... (<http://plantaardigheden.nl/plant/beschr/gonnve/haver.htm>)

Rembertus Dodoneus (1608) menționează că boabele de ovăz se pot folosi împotriva tulburărilor intestinale, ca diuretic.

Utilizarea tradițională a speciei *Avena sativa* se extinde pe mai multe arii terapeutice (Leclerc, 1947, List & Hörhammer 1972; Madaus G. 1938; Anonymus, 1976; Schneider 1985, Schneider 1990).

13.4.1. Folosirea ca sedativ

Madaus (1938) afirmă că tinctura de ovăz este folosită ca un tonic pentru sistemul nervos în practica medicală americană, în cazul epilepsiei, insomniei, epuizării nervoase, alcoolismului și detoxifierii de opiu. În conformitate cu studiile efectuate, eficacitatea sa pentru detoxifiere este îndoielnică.

British Herbal Pharmacopoeia (1976) și Hänsel și colab., (1992), recomandă un extract lichid în proporție de 1:1, în 25% alcool și o tinctură 1:5 în 45% alcool.

- acțiune: antidepresivă, timoleptică;
- Indicații: depresie, melancolie, neurastenia menopauzei, debilitate generală;
- Indicație specifică: stare de depresie.

Schneider (1985) recomandă, în caz de epuizare nervoasă, insomnie și slăbiciune nervoasă, tinctura din plante tinere înflorite, proaspete (HAB34).

Van Elteren (2007) recomandă, în caz de iritație nervoasă, depresie, insomnie, epuizare nervoasă, slăbiciune nervoasă, isterie; semințele de ovăz și plantele tinere.

13.4.2 Folosirea cutanată

Referenții citați de Fabre (2004; tab.13.5.), menționează folosirea cutanată a preparatelor de ovăz. În general, există o tradiție în utilizarea externă a produselor din ovăz în Europa, în special în Franța și Germania, și în SUA.

Tabelul 13.5.

**Utilizarea cutanată în medicina tradițională a produselor din ovăz
(Fabre, 2004)**

Autorul (anul)	Utilizarea raportată
Planchon G. & Collin E.1895	Activitatea „emolientă” a fost menționată în referatul „Medicamente simple de origine vegetală”
Fournier P.1947	Cataplasme calde preparate cu acid acetic diluat sunt utilizate în cazul spasmelor musculare și lumbago. O pastă din făină de ovăz amestecată cu drojdie de bere este folosită în ulcerele infectate și răni superficiale, favorizând cicatrizarea
Laude B. 1988 Hayde JK.1900 Leod Mac.1920	Ovăzul poate atenua mâncărimea atunci când este folosit în apa de baie; Mâncărimea în cazul iritațiilor este tratată cu un preparat făcut din făină de ovăz.
Ormsby OS.1921	Pentru inflamațiile dermatologice se pot înmuia semințe de ovăz în apa de baie.
Stockes JH. 1930	Pruritul se poate trata cu mucilagiu de ovăz
Andrews GC. 1930	Ovăzul poate atenua dermatitele la pacienții care suferă de afecțiuni dermatologice exfoliative acute sau cronice.
Spinka J. 1939	Ovăzul este menționat ca un ingredient în baie, o loțiune sau ca o cataplasma pentru tratarea rănilor datorate focului
Muscher M.1948	Autorul a brevetat un preparat făcut din semințe mărunțite rezultând un complex de proteine - polizaharide
Dick LA.1958	Utilizarea ovăzului ca un emolient în tratarea dermatozelor pediatrice
Franks AG.1958	Utilizarea ovăzului în baie
Leone F.1957 MonteBovi AJ.1954	Utilizarea ovăzului în tratamentul „roșeții de la scutece”
Smith GC.1958	Autorul face o prezentare generală a emolienților coloidal de <i>Avena</i>

Există un brevet din anul 1944 (Anonim) pentru o fracțiune specială de ovăz, cu un conținut relativ scăzut în amidon și bogat în proteine. Preparatul a fost folosit ca ingredient pentru diferite produse

cosmetice: loțiuni pentru mâini, creme de față, gel de baie sau pentru aplicare pe piele în cazul în care se dorește o viscozitate și o adezivitate ridicată.

13.4.3. Folosirea ovăzului în alte scopuri medicinale

Sistemul nervos

Când s-a folosit un extract alcoolic de *Avena sativa* (planta proaspătă tăiată chiar înainte de recoltare) pe un grup de pacienți dependenți de opiu, mai mulți dintre ei au raportat o pierdere de interes pentru fumat. Aceste rezultate pozitive nu au putut fi repetate într-un alt studiu clinic (Anand 1971; Bye și colab., 1974.).

Endocrinologie

Poate fi util în cazul sindromului premenstrual (PMS) și a depresiei legate de menopauză. Poate fi, de asemenea, un afrodisiac atât pentru bărbați cât și pentru femei.

Cariopsele de ovăz pot determina scăderea conținutului de zahăr din sânge, având un efect pozitiv asupra diabetului: în acest caz, mucilagiu de ovăz este utilizat pentru reducerea cantității de glucoză.

Uz extern

Preparatele pe bază de apă și ovăz pot fi aplicate ca un bandaj umed în caz de orice fel de probleme dermatologice cum ar fi eczeme, infecții ale pielii și psoriazis. Poate fi aplicată și în cazul arsurilor și a mâncărimii.

Ca uz extern este menționată mai mult folosirea sa sub formă de cataplasma caldă în caz de lumbago. Preparate de ovăz tratează inflamații ale pielii și ajută la cicatrizare.

Tractul gastro-intestinal

Semințele de ovăz sunt utilizate în cazul diareei. Are un efect pozitiv asupra funcției hepatice și asupra deranjamentelor stomacale. Utilizarea regulată a ovăzului optimizează defecarea. Mucilagiu de ovăz are un efect benefic în cazul gastroenteritei și a dispepsiei.

Mucilagiul de ovăz este folosit pentru recuperarea în cazul unor boli grave de pierdere a apetitului.

Tractul respirator

În caz de tuse, se poate aplica pe gât un bandaj impregnat cu un preparat din semințe de ovăz. Este utilizat în cazul infecțiilor respiratorii.

Tractul urinar

Încă din secolul al 19-lea Kneipp era un promotor vehement al ceaiului de ovăz, în cazul bolilor reumatismale și de gută. Ceaiul este încă recomandat ca un diuretic. Leclerc (1947) a furnizat o listă exhaustivă a folosirii ovăzului în medicina tradițională, mai ales în tratarea afecțiunilor tractului urinar.

În concluzie, se știe foarte bine că în societatea actuală, modernă și preocupată constant de alimentația sănătoasă, ovăzul este folosit în 95% din cazuri ca hrană ideală pentru cabaline și doar 5% pentru consumul uman.

Acest lucru ar trebui să tragă un semnal de alarmă pentru faptul că oamenii încă nu sunt conștienți de efectele nemaipomenite ale acestui aliment.

Ovăzul constituie opțiunea cea mai sănătoasă pentru un mic dejun perfect pentru că un singur bol de ovăz poate face minuni pentru fiecare dintre noi, de la bebelușii de 8 luni până la octogenari.

*

*

*

De aceea, în final să descoperim 10 motive pentru care ar trebui să includem boabele de ovăz în meniul nostru zilnic:

1. Reduce nivelul de colesterol – datorită prezenței beta-glucanului, o categorie specială de fibre solubile.
2. Întărește sistemul imunitar – tot datorită fibrelor din ovăz pot fi prevenite infecțiile bacteriene și virozele

respiratorii. Reduce stresul oxidativ – prin acțiunea antioxidantilor care luptă împotriva acțiunii nocive a radicalilor liberi. Astfel, poate fi întărit sistemul imunitar și se reduce în mod natural stresul oxidativ, vinovat de creșterea transaminazelor, factor de risc major al apariției ficatului gras.

3. Protejează inima – antioxidanții din ovăz acționează împotriva activității radicalilor liberi, protejând vasele de sânge împotriva depunerilor de colesterol, responsabile de apariția bolilor de inimă.
4. Reglează nivelul de zahăr din sânge – fibrele conferă senzația de sațietate și ajută la îndepărtarea poftei de dulce, prevenind astfel fluctuațiile glicemiei.
5. Reduce riscul de diabet de tip 2 – datorită conținutului ridicat de magneziu din boabe sau din plantele verzi de ovăz, se reduce rezistența la insulină, principalul factor de risc în apariția diabetului zaharat. În combinație cu produsele lactate, ovăzul poate reduce cu până la 50% riscul de diabet, atât în cazul femeilor, cât și al bărbaților.
6. Previne instalarea cancerului de sân – în special la menopauză, femeile au nevoie de fibre din cereale integrale pentru a reduce riscul de cancer mamar. Studiile indică faptul că femeile care consumă ovăz înainte de instalarea menopauzei au cu 41% mai puține riscuri să se îmbolnăvească de cancer de sân. Riscul poate fi și mai mult redus dacă, pe lângă ovăz, se include în meniu fructe proaspete, care sunt excelente surse de fibre.
7. Copiii sunt feriți de pericolul astmului, dacă mănâncă încă de la vârste fragede fulgi de ovăz la micul dejun.
8. Ajută la controlul greutateii corporale – fibrele din ovăz

absorb cantități mari de apă dând o senzație de sațietate pe o perioadă mai lungă de timp și se vor consuma mai puține alimente, aspect ce se va răsfrânge în mod pozitiv și asupra greutateii corporale.

9. Este un bun laxativ – conținutul bogat de fibre promovează un tranzit intestinal sănătos, astfel că nu se vor mai folosi medicamente laxative, care pot avea efecte adverse grave precum slăbirea excesivă și malnutriția, în special în rândul persoanelor vârstnice.
10. Reglează nivelul tensiunii arteriale – prin acțiunea benefică a fibrelor asupra circulației sangvine pot fi prevenite bolile cardiovasculare, “ucigașul” numărul 1 la nivel mondial.

Bibliografie

1. Aase HC, Powers R (1926) Chromosome numbers in crop plants. *Am J Bot* 13:367–372;
2. Abbo S, Lev-Yadun S, Ladizinsky G (2001) Tracing the wild genetic stocks of crop plants. *Genome* 44:309–310;
3. Abdalla AM, Reddy OUK, El-Zik KM, Pepper AE, 2000. Genetic diversity and relationships of diploid and tetraploid cottons revealed using AFLP. *Theor. Appl. Genet.* 102:222–229;
4. Alekperov UK (1982) Anti-mutagenез and conservation of genetic resources. *Priroda* 12:24–28;
5. Alekperov UK, Sinitsina ED (1982) Genetic evaluation of resistance of species genus *Avena*. *Dokl AN Azerbajan SSR* 38(1):55–57;
6. Alexander DE (1975) The identification of high-quality protein variants and their use in crop plant improvement. In: Frankel OH, Hawkes JG (eds) *Crop genetic resources for today and tomorrow*. Cambridge University Press, London, UK, pp 223–230;
7. Alicchio R, Aranci L, Conte L (1995) Restriction fragment length polymorphism-based phylogenetic analysis of *Avena* L. *Genome* 38:1279–1284;
8. Allard RW (1997) Genetic basis of the evolution of adaptedness in plants. In: Tigerstedt PMA (ed) *Adaptation in plant breeding*. Kluwer Academic, Amsterdam, Netherland, pp 111;
9. Anand CL. Effects of *Avena sativa* on Cigarette smoking. *Nature* 1971; 233: 496.
10. Andersson, A.A.M., Armo, E., Grangeon, E., Fredriksson, H., Andersson, R., Aman, P., 2011. Molecular weight and structure units of (1-3, 1-4)-b-glucans in dough and bread made from hull-less barley milling fractions. *Journal of Cereal Science* 40, 195e204.
11. Anonymus (1944) United States Patent Office; Patent 2,355,028

- Oat product patented Aug. 1, 1944.
12. Anonymous. The British Herbal Pharmacopoeia, London, 1976; 27.
 13. Arias J, Frey KJ (1973) Selection for seed set crosses of *Avena sativa* L. × *A. abyssinica* Hochst. *Euphytica* 22:413–422;
 14. Arsenijević M., Draganić D., Kenžević T., 1996. Verste nekadašnjeg roda „*Helminthosporium*” utvrđene u Jugoslaviji (1992–1995). *Zaštita bilja* 47, 93–119.
 15. Aujas C, Darmency H (1983) Genetic variability in flowering time within a population of *Avena fatua*. *Aspects Appl Biol* 4:117–123;
 16. Aujas C, Darmency H (1984) Le concept d'espece chez les folles avoines: *Avena fatua* L. et *A. sterilis* L. *Comptes rendu du 7 eme colloque international sur l'ecologie, la boile et la systematique des mauvaises herbes* 1:219–227;
 17. Aung T, Thomas H (1978) The structure and breeding behaviour of a translocation involving the transfer of mildew resistance from *Avena barbata* Pott. into the cultivated oat. *Euphytica* 27:731–739;
 18. Aung T, Thomas H, Jones IT (1977) The transfer of the gene for mildew resistance from *Avena barbata* (4x) into the cultivated oat *A. sativa* by an induced translocation. *Euphytica* 26:623–632;
 19. Aung T, Chong J, Leggett JM (1996) The transfer of crown rust resistance gene Pc94 from a wild diploid to cultivated hexaploid oat. In: *Proceedings of the 9th European and Mediterranean cereal rusts and powdery mildews conference*, 2–6 Sept 1996, Lunteren, Netherlands, p 3;
 20. Avdulov NP (1931) Karyosystematic research of cereals family. *Works of Applied Botany and Plant Breeding. Supplement No. 44*, Leningrad;
 21. Axtell JD (1981) Breeding for improvement nutritional quality. In: Frey KJ (ed) *Plant breeding II*. Iowa State University, Ames, Iowa, USA, pp 365–432;
 22. Babadoost, M. 2004, *Septoria disease of oats*. In *Reports on Plant Disease*, no. 111. University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, USA
 23. Bacon RK (1991) Registration of 'Ozark' oat. *Crop Sci* 31:1383–1384;

24. Badaeva ED, Loskutov IG, Shelukhina OYu, Pukhalsky VA (2005) Cytogenetic analysis of diploid species of *Avena* L. containing As genome. Russ J Genet 41:1718–1724;
25. Baicu T și colab., 1986- Sisteme de combatere integrată a bolilor și dăunătorilor pe culturi, Editura Ceres, București.
26. Balansa B (1854) Bull de la Soc Bot de Fr 1:14;
27. Balansa B, Durieu de Maisonneuve MC (1854) Bull de la Soc Bot de Fr 1:318;
28. Barrett A.V.D, Northwood P.J., Horellou A., 1981- The influence of rate and timing of autumn applied pyrethroids and carbamate insecticide sprays on the control of barley yellow dwarf virus in English and French winter cereals. Proc. 1981 British Crop Prot. Conf.- Pests and Diseases, vol. 2, 405-412.
29. Baum BR (1969) Pedigrees and other basis data of cultivars oats. In: World wide material that is needed for identification and registration. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa;
30. Baum BR (1971) *Avena occidentalis*, a hitherto overlooked species of oats. Can J Bot 49:1055–1057;
31. Baum BR (1972) *Avena septentrionalis*, and the semispecies concept. Can J Bot 50:2063–2066;
32. Baum BR (1974) Classification of the oat species (*Avena*, *Poaceae*) using various taximetric methods and an information theoretic model. Can J Bot 52:2241–2262;
33. Baum BR (1977) Oats: wild and cultivated. A monograph of the genus *Avena* L. (*Poaceae*). Monograph No. 14. Research;
34. Bayon F., Ayrault J.P., Pichon P., 1980- La jaunisse nanisante de l'orge. Symtomes, degats.
35. Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa Baum BR, Fedak G (1985a) *Avena atlantica*, a new diploid species of the oat genus from Morocco. Can J Bot 63: 1057–1060;
36. Baum BR, Fedak G (1985b) A new tetraploid species of *Avena* discovered in Morocco. Can J Bot 63:1379–1385;
37. Baum BR, Rajhathy T (1976) A study of *Avena macrostachya*. Can J Bot 54:2434–2439;
38. Baum BR, Fleischmann G, Martens JW, Rajhathy T, Thomas H (1972a) Notes on the habitat and distribution of *Avena* species in the Mediterranean and Middle East. Can J Bot

- 50:1385–1397;
39. Baum BR, Rajhathy T, Fleischmann G, Martens JW, Thomas H (1972b) Wild oat gene pool: a collection maintained by the Canada Department of Agriculture. Publication No: 1475, Canada Department of Agriculture, Ottawa;
 40. Baum BR, Rajhathy T, Sampson DR (1973) An important new diploid *Avena* species discovered on the Canary Islands. Can J Bot 51:759–762 Aase HC, Powers R (1926) Chromosome numbers in crop plants. Am J Bot 13:367–372;
 41. Baum BR, Rajhathy T, Martens JW, Thomas H (1975) Wild oat gene pool, edn 2. Publication No: 1475. Canada Department of Agriculture, Ottawa Beavis WD, Frey KJ (1987) Expression of nuclear-cytoplasmic interactions and heterosis in quantitative traits of oats (*Avena* spp.). Euphytica 36:877–886;
 42. Beard, J.B. 1965, Crop. Sci., 5,2, 139-140
 43. Becher –Dillingen J., (1927). Handbuch des Getreidebaues. Berlin;
 44. Beer SC, Goffreda J, Phillips TD, Murphy JP, Sorrels ME (1993) Assessment of genetic variation in *Avena sterilis* using morphological traits, isozymes and RFLPs. Crop Sci 33:1386–1393;
 45. Beer, M.U., Wood, P.J., Weisz, J., 1997. *Molecular weight distribution and (1-3)(1-4)-β-D-glucan content of consecutive extracts of various oat and barley cultivars.* Cereal Chemistry, 74: 476-480.
 46. Berg, A., Fischer, S. and Keul, J., 1992. *Haferspeisekleie - ein Nährstofflieferant mit physiologischer und therapeutischer Bedeutung.* Getreide, Mehl und Brot., 46: 116-119;
 47. Bewley, J. D., 1979, Ann. Rev. Plant. Physiol., 30, 195-238;
 48. Bloethe-Helsel D, Frey KJ (1978) Grain yield variations in oats associated with differences in leaf area duration among oat lines. Crop Sci 18:765–769;
 49. Blum, A., Adelina Ebercon, 1981, Crop.Sci., 21, 1, 43-47;
 50. Blum, M.M.C. 1997 *Pyrenophora avenae*: ocorrência, inóculo, patogenicidade e sobrevivência. Dissertação (Mestrado - Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 111 pp.

51. Boczkowska M., J. Nowosielski, D. Nowosielska, W. Podyma (2014) Assessing genetic diversity in 23 early Polish oat cultivars used on molecular and morphological studies, *Genet Resour Crop Evol*
52. Bor NL (1968) The flora of Iraq. In: The Gramineae, vol 9. Ministry of Agriculture, Baghdad;
53. Branson CV, Frey KJ (1989a) Recurrent selection for groat oil content in oat. *Crop Sci* 29:1382–1387 Branson CV, Frey KJ (1989b) Correlated response to recurrent selection for groat-oil content in oats. *Euphytica* 43: 21–28;
54. Bratt K., Sunnerheim K., Bryngelsson S. et al. Avenanthramides in oats (*Avena sativa* L.) and structure-antioxydant activity relationships. *J. Agric. Food Chem.* 2003; 51: 594-600.
55. Brezhnev DD, Korovina ON (1981) Wild relatives of cultivated plants of flora of the USSR. Kolos, Moscow;
56. Briggie LW, Smith RT, Pomeranz Y, Robbins GS (1975) Protein concentration and amino acid composition of *Avena sterilis* L. groats. *Crop Sci* 15:547–549;
57. Brinegar AC., Peterson DM. Separation and characterisation of oat globulin polypeptides. *Arch. Biochem. Biophysics* 1982; 219: 71-9.
58. Bringelsson S., Dimberg LH., Kamal-Eldin A. Effects of commercial processing on levels of antioxydants in oats (*Avena sativa* L.). *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50: 1890-6.
59. Brinkman MA, Frey KJ (1977) Growth analysis of isoline-recurrent parent grain yield differences in oats. *Crop Sci* 17:426–430;
60. Brodny U, Briggie LW, Wahl I (1976) Reaction of U.S. Crown rust resistant oat selections and Israeli *Avena sterilis* selections to *Puccinia coronata* var. *Avenae*. *Plant Dis Rep* 60:902–906;
61. Brown PD (1985) The transfer of oat stem rust resistance gene Pg-16 from tetraploid *Avena barbata* Pott. to hexaploid *Avena sativa* L. *Dissert Abstr Int B Sci Eng* 45:2036B;
62. Brown CM, Kolb F (1989a) Registration of ‘Don’ oat. *Crop Sci* 29:1572–1573;
63. Brown CM, Kolb F (1989b) Registration of ‘Hazel’ oat. *Crop Sci* 29:1573;
64. Brown CM, Shands HL (1954) Behavior of the interspecific hybrid and amphiploid of *Avena abyssinica* x *A. strigosa*.

- Agron J 46:557–559;
65. Brown PD, Duguid SD, Haber S, Chong J, Harder DE, Menzies J, Noll JS, McKenzie RIH (2001) AC Assiniboia oat. Can J Plant Sci 81:77–79;
 66. Browning JA, Frey KJ (1969) Multiline cultivars as a means of disease control. Annu Rev Phytopathol 7:355–382;
 67. Browning JA, Frey KJ (1972) Inheritance of groat-protein in interspecific oat crosses. Can J Plant Sci 52:203–207;
 68. Bruehl G.M, Mckinney H.H., Toko H.V., 1959 -Cereal yellow dwarf as an economic factor in small grain production in Washington 1955-1958. Plant. Dis. Repr.43, 471-474
 69. Bugai S., (1975) Rasteniievodstvo. Kiev;
 70. Burdon JJ, Muller WJ (1987) Measuring the cost of resistance to *Puccinia coronata* CDA in *Avena fatua*. J Appl Ecol;
 71. Burdon JJ, Oates JD, Marshall DR (1983) Interactions between *Avena* and *Puccinia* species. I. The wild hosts: *Avena barbata* Pott ex Link, *A. fatua* L. and *A. ludoviciana* Durieu. J Appl Ecol 20:571–584;
 72. Burdon JJ, Marshall DR, Oates JD (1992) Interaction between wild and cultivated oats in Australia. In: Proceedings of the 4th international oat conference, vol 2. 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 82–87;
 73. Burkholder W.N., 1957, Bergey's Manual of determinative bacteriology, ed. a-7-a, Bailliere, Tindall a Cox, Ltd., Londra.
 74. Burrows VD (1970) Yield and disease-escape potential of fall-sown oats possessing seed dormancy. Can J Plant Sci 50:371–378;
 75. Burrows VD (1986) Breeding oats for food and feed: conventional and new techniques and materials. In: Webster FH (ed) Oats: chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, pp 13–46;
 76. Butler-Stoney TR, Valentine J (1991) Exploitation of the genetic potential of oats for use in feed and human nutrition. HGCA-Project-Report 32, London, UK;
 77. Bye C., Fowle ASE., Letley E., Wilkinson S. Lack of effect of *Avena sativa* on cigarette smoking. Nature 1974; 252: 580-1.
 78. Cadahia E, Garcia-Baudin JM (1978) Diferenciacion de la *Avena sterilis* L. por electroforesis de proteinas de grano. Weeds and herbicides in the Mediterranean Basin. In:

- Proceedings of the mediterranean herbicide symposium, Madrid, Spain, vol 1, pp 60–67;
79. Campbell AR, Frey KJ (1972) Association between groat-protein percentage and certain plant and seed traits in interspecific oat crosses. *Euphytica* 21:352–362;
 80. Campbell AR, Frey KJ (1974) Inheritance of straw-protein content and its association with other traits in interspecific oat crosses. *Euphytica* 23:369–377;
 81. Carrigan LL, Frey KJ (1980) Root volumes of *Avena* species. *Crop Sci* 20:407–408 ;
 82. Carson ML (2008) Virulence frequencies in oat crown rust in the United States from 2001 through 2005. *Plant Dis* 92:379–384;
 83. Cattivelli L., C. Crosatti, F. Rizza (1998). Oats. In: Italian Contribution to Plant Genetics and Breeding. (G.T. Scarascia-Mugnozza and M.A. Pagnotta, eds.). Tipografia Quatrini A. & F. snc - Viterbo, Italy, Publisher. pp. 257-308.
 84. Ceapoiu N. (1984). Citologia, citogenetica și genetica grâului în Grâul. Edit. Academiei Române.
 85. Chaves, M.S., Carvalho, F.I.F., Cargnin, A., Simioni, D., Schmidt, D. & Hartwig, A.M. 2002. I. Efeito da ferrugem da folha sobre o rendimento e qualidade de grãos em genótipos elite de aveia. In *Resumos. Reunião brasileira de pesquisa de aveia*, 22, pp. 463 - 470, Passo Fundo, UPF
 86. Chew BH, Cook R, Thomas H (1981) Investigations on resistance of oats to *Heterodera avenae*: location of resistance genes. *Euphytica* 30:669–673;
 87. Chiarappa L., 1981, - Man –made epidemiological hazards in major crops of developing countries. In *Plant Diseases and Vectors : Ecology and Epidemiology* , Academic Press, New York, 105-159.
 88. Cho KC, White PJ (1993) Enzymatic analysis of beta-glucan content in different oat genotypes. *Cereal Chem* 70: 539–542;
 89. Chong J, Aung T (1996) Interaction of the crown rust resistance gene Pc94 with several Pc genes. In: Kema GHJ, Niks RE, Daamen RA (ed) *Proceedings of the 9th European and Mediterranean cereal rusts and powdery mildews conference*,

- 2–6 Sept 1996, Lunteren, The Netherlands. European and Mediterranean Cereal Rust Foundation, Wageningen, The Netherlands, pp 172–175;
90. Chong J, Seaman WL (1991) Distribution and virulence of *Puccinia coronata* in Canada in 1990. *Can J Plant Pathol* 13:365–370;
 91. Chong J, Leonard KJ, Salmeron JJ (2000) A North American system of nomenclature for *Puccinia coronata* F. sp. Avenae. *Plant Dis* 84:580–585;
 92. Chong J, Reimer E, Somers D, Aung T, Penner GA (2004) Development of sequence-characterized amplified region (SCAR) markers for resistance gene Pc94 to crown rust in oat. *Can J Plant Pathol* 26:89–96;
 93. Chong J, Gruenke J, Dueck R, Mayert W, Woods S (2008) Virulence of oat crown rust [*Puccinia coronata* f. sp. avenae] in Canada during 2002–2006. *Can J Plant Pathol* 30:115–123;
 94. Choube RN, Gupta SK, Premachandran MN (1985) Utilization of wild *Avena* species for gene introgression. *Oat Newsl* 36:22–23;
 95. Clamot G (1969) L'amélioration de la résistance de l'avoine à l'oidium. Etudes préliminaires *Bull Rech Agron Gembloux* 1:134–137;
 96. Clamot G (1984) Prospects for improving the grain protein content of oats by intra- and interspecific hybridization. *Vor Pflanzenzucht* 6:224–238;
 97. Clark RV, Zillinsky FJ (1960) Varietal reaction of oats to the Septoria disease under field and green house conditions. *Can Plant Dis Surv* 40:72–91;
 98. Clifford BC (1995) Diseases, pests and disorders of oats. In: Welch RW (ed) *The oat crop: production and utilization*;
 99. Chapman & Hall, London, UK, pp 252–278;
 100. Coffman FA (1961) Oat and oat improvement. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA;
 101. Coffman FA, Stevens H, Stanton TR (1970) Culture of oats in the Western States. US Department of Agriculture, Texas, USA, p 2134;
 102. Comeau A (1982) Geographic distribution of resistance to barley yellow dwarf virus in *Avena sterilis*. *Can J Plant Pathol* 4:147–15;

103. Comeau A., Dubuc J.P., 1977- Observations on the 1976 barley yellow dwarf epidemic in eastern Canada. *Can. Plant. Dis. Surv.* 57, 42-44.
104. Comeau A (1984) Barley Yellow Dwarf Virus resistance in the genus *Avena*. *Euphytica* 33:49–55;
105. Comeau A (1988) Tolerance of oats to barley yellow dwarf. In: *Proceedings of the 3rd international oat conference*, 4–8 July 1988, Lund, Sweden, pp 279–286;
106. Cook R (1974) Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *J Nematol* 6:165–174;
107. Cosson ME (1854) Classification des especes du genre *Avena* du groupe de *L'Avena sativa*. *Bull Soc Bot France* 1:11–18;
108. Cosson ME, Durie de Maisonneuve MC (1855) Sur quelques especes nouvelles d'Algerie. *Bull Soc Bot France* 2: 364–368;
109. Cosson ME, Durieu de Maisonneuve MC (1854) Notes sur quelques graminees d'Algerie. *Bull Soc Bot France* 1:313–319;
110. Costa JC (1988) Types morphologiques des folles avoines au Portugal. *VIIIe Colloque International sur la Biologie, l'Ecologie et la Systematique des Mauvaises Herbes*. Vol 2, pp 315–323;
111. Cotten J, Hayes JD (1972) Genetic studies of resistance to the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in oats (*Avena spp.*). *Euphytica* 21:538–542;
112. Cox DJ, Frey KJ (1984a) Improving cultivated oats (*Avena sativa* L.) with alleles for vegetative growth index from *A. sterilis* L. *Theor Appl Genet* 68:239–245;
113. Cox DJ, Frey KJ (1984b) Combining ability and the selection of parents for interspecific oat matings. *Crop Sci* 24:963–967;
114. Cox TS, Frey KJ (1985) Complementarity of genes for high groat-protein percentage from *Avena sativa* L. and *A. sterilis* L. *Crop Sci* 25:106–109;
115. Craig IL, Murray BE, Rajhathy T (1972) Leaf esterase isozymes in *Avena* and their relationship to the genomes. *Can J Genet Cytol* 14:581–589;
116. Craig IL, Murray BE, Rajhathy T (1974) *Avena canariensis*: morphological and electrophoretic polymorphism and relationship to the *A. magna*-*A. murphyi* complex and *A. sterilis*. *Can J Genet Cytol* 16:677–689;

117. Crăciun T., Mureșan T., (1966) Metode de ameliorare și producere a semințelor. Edit. Agro-silvică, București.
118. Cristea M., (1981). Resurse Genetice Vegetale, Edit. Academiei Române, București;
119. Cristea M., (1988) Evaluarea resurselor genetice vegetale, Edit. Agro-silvică, București;
120. Cristea M., (2017) Gena și Germoplasma, Edit. Academiei Române, București
121. Daniels D.G.H., Martin H.F., 1967, Antioxidants in oats: Monoesters of caffeic and ferulic acids.
122. Darmency H, Aujas C (1986) Polymorphism for vernalization requirement in a population of *Avena fatua*. Can J Bot 64:730–733;
123. Darwin Ch., (1957) Originea speciilor. Edit. Acad. Române;
124. Durieu de Maisonneuve MC (1845) Duch Rev Bot 1:360 Diehl SM (1928) Inheritance of resistance in oats to *Puccinia graminis avenae*. J Agric Res 37:1–23;
125. Dillenburg CR (1984) Identificacao das especies do genero *Avena* (Gramineae) coletadas no estado do Rio Grande do Sul (Brasil). Anuario Tecnico Instituto Pesquisas Zootecnicas, Francisco Osorio 11:65–102;
126. Dinoor A, Wahl I (1963) Reaction of non-cultivated oats from Israel to Canada races of crown rust. Can J Plant Sci 43:263–270;
127. Dobzhahski TH, 1951, Genetic and the origin of species. Columbia University Press, New York.
128. Docea E., Severin V., 1965- *Arsura bacteriană a ovăzului produsă de bacteria Pseudomonas coronofaciens (Elliot)Stevens* , Probl. Agric., 17, 77-82
129. Drossou A, Katsiotis A, Leggett JM, Loukas M, Tsakas S (2004) Genome and species relationships in genus *Avena* based on RAPD and AFLP molecular markers. Theor Appl Genet 109:48–54;
130. Duguid SD, Brown PD, Chong J, Harder DE, Haber S, Menzies J, Nell JS (2001) AC medallion oat. Can J Plant Sci 81:81–83;
131. Dyck PL, Zillinsky FL (1963) Inheritance of crown rust resistance transferred from diploid to hexaploid oats. Can J Genet Cytol 5:398–407;
132. Eagles HA, Haslemore RM, Stewart CA (1978) Nitrogen

- utilisation in Libyan strains of *Avena sterilis* L. with high groat protein and high straw nitrogen content. *N Z J Agric Res* 21:65–72;
133. ECPGR (2008) A strategic framework for the implementation of European genebank integrated system (AEGIS), Discussion paper. ECPGR, Bioversity International, Rome, Italy;
 134. Elliott AL, Thro AM, Frey KJ (1985) Inheritance of groat-oil content and several other traits in inter- and intra-specific oat matings. *Iowa State Univ Res* 60:13–24;
 135. Emme EK (1932) Karyosystematic research of oat of section *Euavena* Griseb. *Works Appl Bot Plant Breed Seria II* 1: 147–168;
 136. Emme EK (1938) Evolution cultivated and wild oat. *Bot J* 7:91–122;
 137. Ephrat J (1962) Etude sur la comportement thermophasique de l'avoine (*Avena ssp.*) en Israel. *Bull Econ Nat Super Agron* 4:89–95;
 138. Fabijanski S, Fedak G, Armstrong K, Altosaar I (1990) A repeated sequence probe for the C genome in *Avena* (oats). *Theor Appl Genet* 79:1–7;
 139. Fabre B. *Avena sativa*, demande d'inscription en usage topique. Pierre Fabre Innovation Développement. Concept paper 2004.
 140. Fawcett JA, Frey KJ (1982) Nitrogen harvest index variation in *Avena sativa* and *A. sterilis*. *Proc Iowa Acad Sci* 89:155–159;
 141. Fernandez, M. R., Celetti, M. J. and Hughes, G. 1999. - Leaf diseases of barley and oat in Saskatchewan in 1998. *Can. Plant Dis. Surv.* 79: 76-78.
 142. Fetch TG, Jin Y (2007) Letter code system of nomenclature for *Puccinia graminis f.sp. avenae*. *Plant Dis* 91:763–766;
 143. Fleischman G, Baker RJ (1971) Oat crown rust race differentiation: replacement of the standard differential varieties with a new set of single resistance gene lines derived from *Avena sterilis*. *Can J Bot* 49:1433–1437;
 144. Fleischmann G, McKenzie RIH (1968) Inheritance of crown rust resistance in *Avena sterilis*. *Crop Sci* 8:710–713;
 145. Fleischmann G, McKenzie RIH, Shipton WA (1971a) Inheritance of crown rust resistance in *Avena sterilis* L. From Israel. *Crop Sci* 11:451–453;

146. Fleischmann G, McKenzie RIH, Shipton WA (1971b) Inheritance of crown rust resistance genes in *Avena sterilis* collections from Israel, Portugal, and Tunisia. *Can J Genet Cytol* 13:251–255;
147. Forsberg RA (1990) The use of monosomic alien substitution lines in interploidy gene transfer in *Avena*. *Bulg J Biotechnol* 4:27–30;
148. Forsberg RA, Shands HL (1969a) Breeding behavior of two *Avena abyssinica* x *A. strigosa* amphiploids. *Crop Sci* 9:64–67;
149. Forsberg RA, Shands HL (1969b) Breeding behavior of 6x amphiploid x *A. strigosa* F1 hybrids. *Crop Sci* 9:67–69;
150. Forsberg RA, Shands HL (1989) 5: Oat breeding. In: Janick J (ed) *Plant breeding reviews*, vol 6. Timber, Oregon, OR, USA, pp 167–207;\
151. Frey KJ (1975) Inheritability of groat-protein percentage of hexaploid oats. *Crop Sci* 15:277–279;
152. Frey KJ (ed) (1981) *Plant breeding II*. Iowa State University, Ames, Iowa, USA; Frey KJ (1983) Genes from wild relatives for improving plants. *Crop Improv Res* 1–20; Frey KJ (1985) Genetic resources and their use in oats breeding. In: *Proceedings of the 2nd international oats conference*, 15–18 July 1985, Aberystwyth, UK, pp 7–15;
153. Frey KJ (1988) Growth rate of oats. In: *Proceedings of the 3rd international oats conference*, 4–8 July 1988, Lund, Sweden, pp 330–339;
154. Frey KJ (1991) Genetic resources of oats. In: *Use of plant introductions in cultivar development*. CSSA Special Publication, Part 1, No 17, Madison, WI, USA, pp 15–24;
155. Frey KJ (1992) Oat improvement with genes from *Avena* species. In: Barr AR, Medd RW (eds) *Proceedings of the 4th international oat conference*, vol 2: wild oats in agriculture. 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 61–64;
156. Frey KJ (1994) Remaking a crop gene pool: the case history of *Avena* *Proceedings of SABRAO 7th international congress and WSAA symposium*, Academia Sinica, vol 1, Special Publication, Taichung District Agricultural Improvement Station 35:1-14;
157. Frey KJ, Browning JA (1971) Association between genetic factors for crown rust resistance and yield in oats. *Crop Sci*

- 11:757–760;
158. Frey KJ, Holland JB (1999) Nine cycles of recurrent selection for increased groat-oil content in oat. *Crop Sci* 39:1636–1641;
 159. Frey KJ, Hammond EG, Lawrence PK (1975a) Inheritance of oil percentage in interspecific crosses of hexaploid oats. *Crop Sci* 15:94–95;
 160. Frey KJ, McCarty T, Rosielle A (1975b) Straw-protein percentages in *Avena sterilis* L. *Crop Sci* 15:716–718;
 161. Frey KJ, Cox TS, Rodgers DM, Bramel-Cox P (1984) Increasing cereal yields with genes from wild and weedy species. In: *Genetics: new frontiers. 15th international congress on genetics, vol 4: Applied genetics*, pp 51–68;
 162. Frey KJ, Browning JA, Simons MD (1985) Registration of Multiline E76 and MultilineE77 oats. *Crop Sci* 25:1125;
 163. Frey KJ, Michel LJ, Murphy JP, Browning JA (1986) Registration of Webster isolines. *Crop Sci* 26:374–375;
 164. Frey KJ, Simons MD, Michel LJ, Murphy JP, Browning JA (1988) Registration of Webster oat isolines as parental lines. *Crop Sci* 28:386–387;
 165. Frison E, Koenig J, Schittenhelm S (1993) Report of a working group on *Avena*. 4th Meet, Godolo, Hungary, 26–28 May1993, ECP/GR. International Board for Plant Genetics Resources, Rome, Italy;
 166. Fuentes J, Escobar F, Alvarez A, Gallego G, Duque MC, Ferrer M, Deus JE, Thome JM, 1999. Analyses of genetic diversity in Cuban rice varieties using isozyme, RAPD and AFLP markers. *Euphytica* 109: 107-115;
 167. Fu Y-B, Williams DJ (2008) AFLP variation in 25 *Avena* species. *Theor Appl Genet* 117:333–342;
 168. Fu Y-B, Chong J, Fetch T, Wang M-L (2007) Microsatellite variation in *Avena sterilis* oat germplasm. *Theor Appl Genet* 114:1029–1038;
 169. Garcia P, Vences FJ, Perez de la Vega M, Allard RW (1989) Allelic and genotypic composition of ancestral Spanish and colonial Californian gene pools of *Avena barbata*: evolutionary implications. *Genetics* 122:687–694;
 170. Garcia-Baudin JM, Salto T, Aguirre R (1978) Variabilidad de la *Avena sterilis* L. en la zona interior de la peninsula Iberica. *Anales Instituto Nacional Investigaciones Agrarias*

- Protection Vegetal 8:149–158;
171. Garcia-Baudin JM, Salto T, Aguirre R (1981) Different types morphologiques chez *Avena sterilis* L. *Fragm Herb Jugosl* 10(1):57–71;
 172. Garcia Mas J, Oliver M, Gomez–Paniagua H, de Vincente MC, 2000. Comparing AFLP, RAPD and RFLP markers for measuring genetic diversity in melon. *Theor. Appl. Genet.* 101: 860–864;
 173. Gavriloova O, Gagkaeva T, Burkin A, Kononenko G, Loskutov I (2008) Susceptibility of oat germplasm to *Fusarium* infection and mycotoxin accumulation in grains. In: *Proceedings of the 8th international oat conference, 27 June–2 July 2008, Minneapolis, MN, USA, Poster V-2a.* <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/IOCprogram.html>;
 174. Germeier CU (2008) Global strategy for the ex situ conservation of oats (*Avena spp.*). <http://www.croptrust.org/documents/web/Oat-Strategy-DRAFT-07April08.pdf>;
 175. Ghimpu V. -1939, - Sur les affections pathologiques et les insectes nuisibles aux plantes cultivees en Roumanie, C.R. *Inst. Sci. Roum.*, 3, 511–513.
 176. Ghizdavu I. și colab., 1997, *Entomologie agricolă*, Editura didactică și pedagogică R.A., București, ISBN 973-30-5417-8, (Perju și Mustea, 1971, pag. 247).
 177. Goffreda JC, Burnquist WB, Beer SC, Tanksley SD, Sorrells ME (1992) Application of molecular markers to assess genetic relationships among accessions of wild oat, *Avena sterilis*. *Theor Appl Genet* 85:146–151;
 178. Gold Steinberg J, Mitchell Fetch J, Fetch TG (2005) Evaluation of *Avena spp.* collections for resistance to oat stem rust. *Plant Dis* 89:521–525;
 179. Gough, F.J. & McDaniel, M.E. 1974 Occurrence of oat leaf blotch in Texas in 1973. *Plant Disease Reporter*, 58:80 - 81.
 180. Griffin G.D., 1984, - Nematode parasites of alfaalfa, cereals, and grasses. In : Nickle, W.E , *Plant and Insect Nematodes* , Marcel Dekker, Inc. New York, pg. 243–321.
 181. Griffiths NAR (1984) Studies of chromosome manipulation in *Avena*. PhD Thesis, University of Wales, Aberystwyth
Griffiths DJ, Rowlands G, Peregrine WTH (1959) Cytogenetic relationships of certain artificial and natural species of *Avena*. *J Agric Sci* 52:678–683;

182. Grisebach AHR (1844) *Spicilegium florum rumelicarum et bithynicarum*, vol II. Friedrich Vieweg und Sohn, Brunsvigae, p 452;
183. Grossheim AA (1967) *Flora of Caucasus*, vol 2. Nauka, Moscow–Leningrad;
184. Gruner LF (1867) *Bull Soc Imp Naturalistes Moscou*. xli. II. 458;
185. Guarino L, Chadja H, Mekkadem A (1991) Collection of *Avena macrostachya* Bal. ex Coss. et Dur. (Poaceae) germplasm in Algeria. *Econ Bot* 45(4):460–466;
186. Guilleminet R (1971) Wild oats in Vienne. *Phytoma* 232:24–27
Guma I-R, Perez de la Vega M, Pedro G (2006) Isozyme variation and genetic structure of populations of *Avena barbata* from Argentina. *Genet Resour Crop Evol* 53:587–601;
187. Gupta SC, Cox DJ, Frey KJ (1986a) Association of two measures of vegetative growth rate with other traits in inter and intraspecific matings of oats. *Theor Appl Genet* 72:756–760;
188. Gupta SC, Frey KJ, Cox DJ (1986b) Changes in several traits of oats caused by selection for vegetative growth rate. *Plant Breed* 97:222–226;
189. Gupta SC, Frey KJ, Skrdla RK (1987) Selection for grain yield of oats via vegetative growth rates measured at anthesis and maturity. *Euphytica* 36:91–97;
190. Haberlandt (1875) –Wissenschaftliche praktische Untersuchungen, Berlin;
191. Hagberg P (1983) Artkorsningar i havre (Abstr). *Nordisk Jordbruksforskning* 65:271;
192. Hagberg P, Mattsson B (1986) Increased variability in oats from crosses between different species. In: Olsson G (ed) *Svalof 1886–1986: Research and results in plant breeding*. LTs forlag, Stockholm, Sweden, pp 121–127;
193. Hammer K, Teklu Y (2008) Plant genetic resources: selected issues from genetic erosion to genetic engineering. *J Agric Rural Dev Trop Subtrop* 109:15–50;
194. Hänsel R., Keller K., Rimpler H., Schneider G. Hager's Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Drogen A-D. Springer-Verlag, Berlin 1992: 437-46.
195. Hampshire, J., 1998 - *Zusammensetzung und ernährungsphysiologische Qualität von Hafer*. *Nutrition*, 22:

- 505-508;
196. Harder DE, McKenzie RIH (1984) Complex additive-type of resistance to *Puccinia coronata* in *Avena sterilis*. *Can J Plant Pathol* 6:135–138;
 197. Harder DE, McKenzie RIH, Martens JW (1980) Inheritance of crown rust resistance in three accessions of *Avena sterilis*. *Can J Genet Cytol* 22:27–33;
 198. Harder DE, McKenzie RIH, Martens JW (1984) Inheritance of adult plant resistance to crown rust in an accession of *Avena sterilis*. *Phytopathology* 74:352–353;
 199. Harder DE, Chong J, Brown PD, Martens JW (1990) Inheritance of resistance to *Puccinia coronata avenae* and *P. graminis avenae* in an accession of *Avena sterilis* from Spain. *Genome* 33:198–202;
 200. Harder DE, Chong J, Brown PD, Sebesta J, Fox S (1992) Wild oat as a source of disease resistance: history, utilization and prospects. In: Proceedings of the 4th international oat conference, vol 2, 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, vol 2, pp 71–81;
 201. Harder, D.E. & Haber, S. 1992. Oat diseases and pathologic techniques. In H.G. Marshall and M.E. Sorrells (eds) *Oat science and technology*, pp. 307 - 402. [Agronomy Monograph, No. 33]. Madison, WI, USA: Crop Science Society of America.
 202. Harlan JR (1975) *Crop and man*. American Agricultural Society, Madison, WI, USA;
 203. Harlan JR, de Wet MJM (1971) Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon* 20:509–517;
 204. Hartl L, Seefelder S, 1998. Diversity of selected hop cultivars detected by fluorescent AFLPs. *Theor. Appl. Genet.* 96: 112-116;
 205. Hatman M. și colab. 1986, *Protecția plantelor cultivate*, Editura Ceres, București;
 206. Hulea A. și colab. 1982, *Bolile și dăunătorii produselor agricole și hortiviticele după recoltare –prevenire și combatere* – Editura Ceres, București.
 207. Hulea A., 1987 - Răspândirea bolilor plantelor cultivate în România în perioada 1978-1983, *Buletin de protecția plantelor nr.2-3/ 1987*, Editat de Institutul de Cercetări pentru Protecția Plantelor, Academia de Științe Agricole și Silvicult.

208. Haussknecht C (1885) Über die Abstammung des Saathaber. Mitteil. d. geogr. Gesellsch. (Thur.), Jena III, pp 231–242;
209. Hayasaki M, Morikawa T, Leggett MJ (2001) Intraspecific variation of 18S-5.8S-26S rDNA sites revealed by FISH and RFLP in wild oat, *Avena agadiriana*. Gene Genet Syst 76:9–14;
210. Hayes JD (1970) Arable crop breeding. In: Welsh plant breeding station jubilee report 1919–1969, pp 45;
211. Herrmann M, Roderick HW (1996) Characterisation of new oat germplasm for resistance to powdery mildew. Euphytica 89:405–410;
212. Hetzler J, Dambroth M (1990) Erstevaluierung von Winterhafer (*Avena sativa* L.). Landbauforschung-Volkenrode 40(4H): 279–283;
213. Heum M, Murphy JP, Phillips TD (1994) A comparison of RAPD and isozyme analyses for determining the genetic relationships among *Avena sterilis* L. accessions. Theor Appl Genet 87:689–696;
214. Hochstetter CFF (1852) Schimp. Inter. Abyss. Sectio II. In: Plantae Abyssinae, Ed. II;
215. Hoffman DL (1996) Inheritance and linkage relationships of morphological and isozyme loci in the A-genome diploid In: Proceedings of the 5th international oat conference, vol 2, 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask., Canada, pp 330–332;
216. Hoffman DL, Chong J, Jackson EW, Obert DE (2006) Characterization and mapping of a crown rust resistance gene complex (Pc58) in TAM O-301. Crop Sci 46:2630–2635;
217. Holden JHW (1966) Species relationships in the Avenae. Chromosoma 20(I):75–124;
218. Holden JHW (1969) Field studies of some wild species of *Avena*. Econ Bot 23:339–345;
219. Holden JHW (1979) 28 Oats. *Avena spp.* (Gramineae – Aveneae). In: Simmonds NW (ed) Evolution of crop plants. Longman, London, UK, pp 86–90;
220. Holland JB (1997) Oat improvement. In: Kang MS (ed) Crop improvement for the 21st century. Research Signpost, Trivandrum, India, pp 57–98;
221. Holland JB, Bjornstad A, Frey KJ, Gullord M, Wesenberg DM (1996) Recurrent selection for yield stability in a broad based oat population. In: Proceedings of the 5th international oat

- conference, vol 2, 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask., Canada, pp 494–496;
222. Holub J (1958) Bemerkungen zur taxonomie der Gattung *Helictotrichon* Bess. In: Nemec B, Klastersky I et al (eds) Philipp Maximilian Opiz und Seine Bedeutung für die Pflanzentaxonomie. Tschechoslowakischen Akad. der Wissenschaften, Prag, pp 101–133;
 223. Hoppe G, Hoppe HD (1991) Cluster analyses as breeding aid shown by the example of interspecific hybrids of *Avena*. *Zuchtforsch* 21:183–190;
 224. Hoppe HD, Kummer M (1991) New productive hexaploid derivatives after introgression of *A. pilosa* features. *Vor. Pflanzenzuchtg* 20:56–61;
 225. Hoppe HD, Pohler W (1988) Successful hybridization between *Avena prostrata* and *A. macrostachya*. *Cereal Res Commun* 16:231–235;
 226. Hoppe HD, Pohler W (1989) Hybrids between *Avena barbata* and *A. macrostachya*. *Cereal Res Commun* 17:129–134;
 227. Hoppe HD, Pohler W, Kison HU (1990) Tri-, tetra- und pentaploide Bastarde aus interspezifischen Kreuzungen mit *Avena macrostachya*. *Biol Zentralblatt* 109:499–504;
 228. Howarth C, Cowan A, Leggett JM, Valentine J (2000) Using molecular mapping to access and understanding valuable traits in wild relatives of oats. In: Proceedings of the 6th international oat conference, 13–16 Nov 2000, Canterbury, New Zealand, pp 157–159;
 229. Hurduc, N., Cecilia Djenov, Ana Maria Juncu, Aneta Velicoglu, 1978, *Probl. Genet. Teoret. Aplic.*, X, 2, 137–156;
 230. Huskins CL (1926) Genetical and cytological studies of the origin of false wild oats. *Sci Agric* 6:303–313;
 231. Huskins CL (1927) On the genetics and cytology of fatuoid or false wild oat. *J Genet* 18:315–364;
 232. Iacob V., 2002- *Bolile plantelor cultivate –prevenire și combatere*, Editura „ Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
 233. IBPGR (1984) Report of a Working Group on Oat. Menemen, Turkey, 25–27 Sept 1984. ECP/GR. International Board for Plant Genetics Resources, Rome, Italy;
 234. IBPGR (1986) Report of a Working Group on *Avena* (Second Meeting). Braunschweig, Germany, 18–20 Mar 1986. ECP/GR. International Board for Plant Genetics Resources,

- Rome, Italy;
235. IBPGR (1989) Report of a Working Group on *Avena* (Third Meeting). Radzikow, Poland, 7–9 Mar 1989. ECP/GR. International Board for Plant Genetics Resources, Rome, Italy;
 236. Irigoyen ML, Loarce Y, Linares C, Ferrer E, Leggett M, Fominaya A (2001) Discrimination of the closely related A and B genomes in AABB tetraploid species of *Avena*. *Theor Appl Genet* 103:1160–1166;
 237. Jain RK, Hasan N (1988) Further studies on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* infecting *Avena sterilis*. *Acta Bot Indica* 16:239–241;
 238. James W. Clive, 1971, 'An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage', Vol. 51, No.2, Can. plant dis. surv. june,
 239. Jellen EN, Beard J (2000) Geographical distribution of a chromosome 7C and 17 intergenomic translocation in cultivated oat. *Crop Sci* 40:256–263;
 240. Jellen EN, Ladizinsky G (2000) Giemsa C-banding in *Avena insularis* Ladizinsky. *Genet Resour Crop Evol* 47(227):230;
 241. Jellen EN, Leggett JM (2006) Cytogenetic manipulation in oat improvement. In: Singh RJ, Jauhar PP (eds) Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Chap. 2 Cereals. CRC, Boca Raton, pp 199–231;
 242. Jellen EN, Phillips RL, Rines HW (1994) Chromosomal localization and polymorphisms of ribosomal DNA in oat (*Avena spp.*). *Genome* 37:23–32;
 243. Jellen EN, Phillips RL, Rines HW, Rooney WL (1995) Molecular genetic identification of *Avena* chromosomes related to the group 1 chromosomes of the Triticeae. *Genome* 38:185–189;
 244. Jessen CFW (1863) Deutschland Graser und Getreidearten. Leipzig 214–218;
 245. Johnson LDR, Rothman PG (1986) Resistance to stem rust in *Avena fatua* L. (Abstr). *Phytopathology* 76:1147;
 246. Jones ET, Griffiths DJ (1952) Varietal resistance and susceptibility of oats to powdery mildew (*Erysiphe graminis*). *Br Mycol Soc Trans* 35:71–80;
 247. Jones IT, O'Reilly AM, Davies IJER (1984) Cereal breeding. Durable resistance to powdery mildew in oats. In: Annual

- report, 1983. Oats. Welsh Plant Breeding Stationn, pp 93–94;
248. Kahler AL, Allard RW, Krzakowa M, Wehrhahn CF, Nevo E (1980) Associations between isozyme phenotypes and environment in the slender wild oat (*Avena barbata*) in Israel. *Theor Appl Genet* 56:31–47;
 249. Kanan G, Jaradat AA (1996) Wild oats in Jordan. In: *Proceedings of the 5th international oat conference*, vol 2. 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask., Canada, pp 185–187;
 250. Karow RS (1984) Studies on the inheritance of fatty acid composition and the enzyme lipoxygenase in cultivated oat (*Avena sativa* L.) and on the inheritance of crown rust resistance in a derived-tetraploid x natural tetraploid oat cross (Abstr). *Dissert Abstr Int Sci Eng* 44(9):2623B–2624B;
 251. Karow RS, McNamara KR, Forsberg RA (1987) Crown rust resistance in progeny from a derived tetraploid x natural tetraploid cross in *Avena*. *Genome* 29:206–208;
 252. Katsiotis A, Schmidt T, Heslop-Harrison JS (1996) Chromosomal and genomic organization of Ty1-copia-like retro-transposon sequences in the genus *Avena*. *Genome* 39:410–417;
 253. Katsiotis A, Hagidimitriou M, Heslop-Harrison JS (1997) The close relationship between the A and B genomes in *Avena* L. (*Poaceae*) determined by molecular cytogenetic analysis of total genomic, tandemly and dispersed repetitive DNA sequences. *Ann Bot* 79:103–109;
 254. Katsiotis A, Loukas M, Heslop-Harrison JS (2000) Repetitive DNA, genome and species relationships in *Avena* and *Arrhenatherum* (*Poaceae*). *Ann Bot* 86:1135–1142;
 255. Kendal D.A, Smith B.D. ,1983- Damage thresholds in the forecasting of barley yellow dwarf virus, 10 th Int. Cong. Plant. Prot. Vol. 1, 1B- R12.
 256. Kiecana I. și colab, 2014 The occurrence of *Fusarium* spp. on oat (*Avena sativa* L.) and susceptibility of seedlings of selected genotypes to infection with *Fusarium graminearum* Schwabe, *Acta Agrobotanica* Vol 67 (2), Poland.
 257. Kiehn FA, McKenzie RIH, Harder DE (1976) Inheritance of resistance to *Puccinia coronata* avenae and its association with seed characteristics in four accessions of *Avena sterilis*. *Can J Genet Cytol* 12:230–236;
 258. Kihara H (1919) Ueber cytologische Studien bei einigen Getrei-

- dearten. Mitteilung II. Chromosomenzahlen und Verwandtschaftsverhältnisse unetr Avena-Arten. Bot Mag XXXIII 388:94–97;
259. Kim HB (1974) Inheritance of resistance to *Puccinia coronata* var. *avenae* in sex selections of *Avena sterilis*. Euphytica 23:174–180;
 260. Kliphuis E, Wieffering JH (1972) Chromosome numbers of some angiosperms from the south of France. Acta Bot Neerlandica 21:598–604;
 261. Koch K (1848) Beitrage zu einer Flora des Orientes. Linneaea 21:289–443;
 262. Kretovici V.L., 1947. Biochimii zerna i produkti ego pererabotki. Izd. An SSSR. Moscova;
 263. Kropac Z, Lhotska M (1971) *Avena ludoviciana* Dur. and *Bidens frondosus* L. – two new species for Romanian Socialist Republic. Preslia 43:249–253;
 264. Krug E. Senkung des Harnsäurespiegels durch ein kombiniertes Phytotherapeutikum. Acta Medica Empirica 1985; 34 (6): 407-9.
 265. Kuenzel KA, Frey KJ (1985) Protein yield of oats as determined by protein percentage and grain yield. Euphytica 34:21–31;
 266. Kuhn F (1972) Oats in the Western Carpathians. Acta Universitatis Agriculturae Brno Facultas Agronomica 20:355–362;
 267. Kuperman F.M., și Baranov S.A. (1958). Etapî organogeneza soțvetîi kukuruzî. Kukuruză I.
 268. Ladizinsky G, Zohary D (1968) Genetic relationships between diploids and tetraploids in series Eubarbatae of Avena. Can J Genet Cytol 10:68–81;
 269. Ladizinsky G (1969) New evidence on the origin of hexaploid oats. Evolution 23:4;
 270. Ladizinsky G, Zohary D (1971) Notes on species delimitation species relationships and poliploidy in Avena L. Euphytica 20:380–395;
 271. Ladizinsky G (1971a) *Avena murphyi*: a new tetraploid species of oat from southern Spain. Isr J Bot 20:24–27;
 272. Ladizinsky G (1971b) *Avena prostrata*: a new diploid species of oat. Isr J Bot 20:297–30;
 273. Ladizinsky G (1971c) Biological flora of Israel. 2. *Avena* L. Isr J Bot 20:133–151;

274. Ladizinsky G (1971d) Chromosome relationships between tetraploid ($2n=28$) *Avena murphyi* and some diploid, tetraploid and hexaploid species of oats. Can J Genet Cytol 13:203–209;
275. Ladizinsky G, Johnson L (1972) Seed protein homologies and the evolution of poliploidy in *Avena*. Can J Genet Cytol 14:875–888;
276. Ladizinsky G (1973a) The cytogenetic position of *Avena prostrata* among the diploid oats. Can J Genet Cytol 15: 443–450;
277. Ladizinsky G (1973b) Genetic control of bivalent pairing in the *Avena strigosa* polyploid complex. Chromosoma 42:105–110;
278. Ladizinsky G (1975) Oats in Ethiopia. Econ Bot 29:238–241;
279. Ladizinsky G (1988) Biological species and wild genetic resources in *Avena*. In: Proceedings of 3rd international oat conference, 4–8 July 1988, Lund, Sweden, pp 76–86;
280. Ladizinsky G (1989) Biological species and wild genetic resources in *Avena*. IBPGR, Report of a Working Group on *Avena*, Radzikow, Poland, pp 19–32;
281. Ladizinsky G (1992) Genetic resources of tetraploid wild oats and their utilization. In: Proceedings of the 4th international oat conference, 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 65–70;
282. Ladizinsky G (1995) Domestication via hybridization of the wild tetraploid oats *Avena magna* and *A. murphyi*. Theor Appl Genet 91:639–646;
283. Ladizinsky G (1998) A new species of *Avena* from Sicily, possible the tetraploid progenitor of hexaploid oats. Genet Res Crop Evol 45:263–269;
284. Ladizinsky G (1999) Cytogenetic relationships between *Avena insularis* ($2n1/428$) and both *A. strigosa* ($2n=14$) and *A. murphyi* ($2n=28$). Genet Resour Crop Evol 46:501–504;
285. Ladizinsky G (2000) A synthetic hexaploid ($2n = 42$) oat from the cross of *Avena strigosa* ($2n =14$) and domesticated *A. magna* ($2n = 28$). Euphytica 116:231–235;
286. Ladizinsky G, Fainstein R (1977) Domestication of the protein rich tetraploid wild oats *Avena magna* and *A. murphyi*. Euphytica 26:221–223;
287. Ladizinsky G, Jellen EN (2003) Cytogenetic affinities between

- populations of *Avena insularis* Ladizinsky from Sicily and Tunisia. Genet Resour Crop Evol 50:11–15;
288. Lagasca SM (1816) Quae aut novae sunt aut nondum recte cognoscuntur. Genera et species plantarum, Madrid, p 4;
 289. Lamb C.A., Grady I., 1963 Physiology in wheat improvement. Amer. Assoc. Agr. Inc., Publ. Madison, Wisconsin, 173-177
 290. Landry B, Comeau A, Minvielle F, St.-Pierre CA (1984) Genetic analysis of resistance to barley yellow dwarf virus in hybrids between *Avena sativa* 'Lamar' and virus-resistant lines of *Avena sterilis*. Crop Sci 24:337–340;
 291. Lasztity 1984. The chemistry of cereal proteins. CRC Press.
 292. Lawrence PK, Frey KJ (1975) Backcross variability for grain yield in oat species crosses (*Avena sativa* L. x *A. sterilis* L.). Euphytica 24:77–85;
 293. Leclerc H. Le Livre des Plantes Médicinales et Vénéneuses de France. Ed. P. Lechevalier, Paris, 1947 ; 178-9.
 294. Leggett JM (1980) Chromosome relationships and morphological comparisons between the diploid oats *Avena prostrata*, *A. canariensis* and the tetraploid *A. maroccana*. Can J Genet Cytol 22:287–294;
 295. Leggett JM (1984) Morphology and metaphase chromosome pairing in three *Avena* hybrids. Can J Genet Cytol 26: 361–364;
 296. Leggett JM (1985) Interspecific hybrids involving the perennial oat species *Avena macrostachya*. Can J Genet Cytol 27:29–32;
 297. Leggett JM (1987) Interspecific hybrids involving the recently described diploid taxon *Avena atlantica*. Genome 29: 361–364;
 298. Leggett JM (1988) Inter- and intra-specific hybrids involving the tetraploid species *Avena agadiriana* Baum et Fedak sp. nov. (2n=4x=28). In: Proceedings of the 3rd international oat conference, 4–8 July 1988, Lund, Sweden, pp 62–67;
 299. Leggett JM (1990) A new triploid hybrid between *Avena eriantha* and *A. macrostachya* Cereal Res Commun 18:97–110;
 300. Leggett JM (1992a) The conservation and exploration of wild oat species. In: Proceedings of the 4th international oat conference, vol 2. 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 57–60;

301. Leggett JM (1992b) A further *Avena macrostachya* hybrid. In: Proceedings of the 4th international oat conference, vol 3. 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 152–153;
302. Leggett JM (1996) Using and conserving *Avena* genetic resources. In: Proceedings of the 5th international oat conference, 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask, vol 1. Canada, pp 128–132 ;
303. Leggett JM (1997) A revision of genome evolution in hexaploid *Avena*? Exp Biol Online: Aberystwyth Cell Genetics Group Meet.;
304. Leggett JM (1998) Chromosome and genomic relationship between the diploid species *Avena strigosa*, *A. eriantha*, and the tetraploid *A. maroccana*. Heredity 80:361–367;
305. Leggett JM, Markland GS (1995) The genomic structure of *Avena* revealed by GISH. Proceedings of the kew chromosome conference IV, pp 133–139;
306. Leggett JM, Thomas H (1995) Oat evolution and cytogenetics. In: Welch RW (ed) The oat crop production and utilization. Chapman & Hall, London, UK, pp 120–149;
307. Leggett JM, Ladizinsky G, Hagberg P, Obanni M (1992) The distribution of nine *Avena* species in Spain and Morocco. Can J Bot 70:240–244;
308. Leonard K, Martinelli JA (2005) Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay. Plant Dis 89:802–808;
309. Leonova S, Shelenga T, Hamberg M, Konarev AV, Loskutov IG, Carlsson AS (2008) Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena sp.*). J Agric Food Chem 56:7983–7991;
310. Levitt, J., 1956. Agronomy, 6, Academic Press, New York;
311. Levitt J., 1972, Responses of plants in environmental stress. Academic Press. New York;
312. Levitsky GA (1976) Plant cytology, 1931: selected works. Nauka, Moscow Li CD, Rosnagel BG, Scoles GJ (2000) The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena* species and oat cultivars. Theor Appl Genet 101:1259–1268;
313. Li WT, Peng YY, Wei YM, Baum BR, Zheng YL (2009) Relationships among *Avena* species as revealed by consensus chloroplast simple sequence repeat (ccSSR) markers. Genet Resour Crop Evol 56:465–480;

314. Linares C, Gonzalez J, Ferrer E, Fominaya A (1996) The use of double fluorescence in situ hybridization to physically map the positions of 5S rRNA genes in relation to the chromosomal location of 18S–5.8S–26S rDNA and a C genome-specific DNA sequence in the genus *Avena*. *Genome* 39:535–542;
315. Linneaus C (1762) *Species plantarum*, 2nd edn. London, UK;
316. Linneaus C (1753) *Species plantarum*. vol 1. A facsimile of the first edition. London, UK, pp 1957–1959;
317. Lipman E, Maggioni L, Knupffer H, Ellis R, Leggett M, Kleijer G, Faberova I, Le Blanc A (2005) Cereal genetic resources in Europe. Report on Cereals Network. 1st Meeting, 3–5 July 2003, Yerevan, Armenia. ECP/GR. International Plant Genetics Resource Institute, Rome, Italy;
318. List P.H. & Hörhammer L. *Hagers handbuch der Pharmazeutischen Praxis*. Springer Verlag, Berlin 1972 ; 342-4.
319. Litzenberger SC (1949) Inheritance of resistance to specific races of crown and stem rust to *Helminthosporium blight*, and of certain agronomic characters of oats. *Iowa Agric Exp Stn Bull* 370:453–496;
320. Loarce Y, Ferrer E, Kénzel G, Fominaya A (2002) Assignment of oat linkage groups to microdissected *Avena strigosa* chromosomes. *Theor Appl Genet* 104:1011–1016;
321. Lookhart GL, Pomeranz Y (1985) Characterization of oat species by polyacrylamide gel electrophoresis and high performance liquid chromatography of their prolamin proteins. *Cereal Chem* 62:162–166;
322. Loon van JC (1974) A cytological investigation of flowering plants from the Canary Islands. *Acta Bot Neerlandica* 23:113–124;
323. Loskutov IG (1998) The collection of wild species of CIS as a source of diversity in agricultural traits. *Genet Resour Crop Evol* 45:291–295;
324. Loskutov IG (1999) Vavilov and his institute. A history of the world collection of plant genetic resources in Russia. IPGRI, Rome, Italy;
325. Loskutov IG (2001a) Influence of vernalization and photoperiod to the vegetation period of wild species of oats (*Avena spp.*). *Euphytica* 117:125–131;

326. Loskutov IG (2001b) Interspecific crosses in *Avena* L. genera. Russ J Genet 37:581–590;
327. Loskutov IG (2007) Oat (*Avena* L.). Distribution, taxonomy, evolution and breeding value. VIR, St. Peterburg, Russia;
328. Loskutov IG (2008) On evolutionary pathway of *Avena* species. Genet Resour Crop Evol 55:211–220;
329. Loskutov IG, Howard W. Rines (2011). Wild crop relatives genomics and breeding resources. Cereals, Chapter 3, *Avena*, Ed. Springer. Pp. 109-185;
330. Luby JJ, Stuthman DD (1983) Evaluation of *Avena sativa* L./*A. fatua* L. progenies for agronomic and grain quality characters. Crop Sci 23:1047–1052;
331. Luby JJ, Stuthman DD, Phillips RL (1985) Micronuclei frequency and character coherence in *Avena sativa* L./*A. fatua* L. crosses. Theor Appl Genet 69:367–373;
332. Lupton FGH, Thompson JB (1961) Spring oats. In: Annual report 1959–1960. PBI Cambridge, UK, pp 235–238;
333. Lyrene PM, Shands HL (1975) Groat protein percentage in *Avena sativa* x *A. sterilis* crosses in early generations. Crop Sci 15:398–400;
334. Madaus G. Lehrbuch der biologischen Heilmittel. Georg Thieme Verlag, Leipzig 1938.
335. Maggioni L, Leggett M, Bucken S, Lipman E (1998) Report of a working group on *Avena*. 5th meeting, Vilnius, Lithuania, 7–9 May 1998. ECP/RG. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy;
336. Maggioni L, Katsiotis A, Kn  pffer H, Kleijer G (2009) Report of a cereals network. 2nd Meeting, 21–24 Apr 2008, Foca, Turkey. ECPGR, Bioversity International, Rome, Italy (in press);
337. Mailet J (1980) Contribution a une etude des varietes d'*Avena fatua* et *Avena sterilis*. Fragn Herb Jugosl 9:61–67;
338. Maisurian N.A., 1955, Lucr  ri de laborator la Fitotehnie, Edit. Agro-silvic  , Bucure  ti;
339. Mal B (1987) Wild genetic resource potential for forage oat improvement (Abstr). In: 1st symposium on crop improvement, 23–27 Feb 1987, India, pp 5–6;
340. Malzev AI (1930) Wild and cultivated oats. Section *Euavena* Griseb. Works Appl Bot Plant Breed Suppl No: 38. Leningrad, USSR;

341. Manolache și colab., 1969, Entomologie agricolă, Editura Agrosilvică, București.
342. Mansfeld R (1958) Zur Nomenklatur einiger Nutz- und Kulturpflanzen. Kulturpflanze 6:237–242;
343. Markhand GS, Leggett JM (1996) The genomes of *A. lusitanica*, *A. hispanica* and *A. matritensis* confirmed using GISH. In: Proceedings of 5th international oat conference, vol 2. 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask, Canada, pp 347–349;
344. Marshall Bieberstein FA (1819) *Avena pilosa*. Flora Taur.Cauc. III. Suppl. 84;
345. Marshall DR, Allard RW (1970) Isozyme polymorphisms in natural populations of *Avena fatua* and *A. barbata*. Heredity 25:373–382;
346. Marshall DR, Jain SK (1968) Phenotype plasticity of *Avena fatua* and *A. barbata*. Nature (Lond) 221:276–278;
347. Marshall DR, Jain SK (1970) Seed predation and dormancy in the population dynamics of *Avena fatua* and *A. barbata*. Ecology 51:886–891;
348. Marshall HG, Shaner GE (1992) Genetic and inheritance in oat. In: Marshall HG, Sorrells ME (eds) Oat science and technology. Agronomy Monograph No. 33. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, pp 509–571;
349. Martens JW, McKenzie RIH (1973) Resistance and virulence in the *Avena: Puccinia coronata* host-parasite system in Kenya and Ethiopia. Can J Bot 51:711–714;
350. Martens JW, McKenzie RIH, Harder DE (1980) Resistance to *Puccinia graminis avenae* and *P. coronata avenae* in the wild and cultivated *Avena* populations of Iran, Iraq and Turkey. Can J Genet Cytol 22:641–649;
351. Martens JW, Rothman PG, McKenzie RIH, Brown PD (1981) Evidence for complementary gene action conferring resistance to *Puccinia graminis avenae* in *Avena sativa*. Can J Genet Cytol 23:591–595;
352. Martens JW, Brown PD, McKenzie RIH, Harder DE (1983) Development of resistance to *Puccinia graminis avenae* in *Avena sativa* by mutagen treatment. In: Induced mutations for disease resistance in crop plants II. IAEA, Vienna, Austria, pp 105–110;
353. Martens J.W., Seaman, W.L. & Atkinson, T.G. (eds). 1985 *Diseases of field crops*. In *Canada: An illustrated*

- compendium*. Canadian Phytopathological Society, Harrow, Ontario, Canada. 160 pp.
354. Martinelli, J.A., Federizzi, L.C. & Benedetti, A.C. 1994 - Redução no rendimento de grãos de aveia em função da severidade da ferrugem da folha. *Summa Phytopathologica, Jaboticabal*, 40: 116 – 118
 355. Martinelli, J.A., Mundstock, C.M. & Federizzi, L.C. 1999 Fusariose em aveia e milho como novas doenças. *Fitopatologia Brasileira*, 24. Resumos
 356. Mattsson B (1988) The development of oat germplasm at Svalov. In: Mattsson B, Lyhagen L (eds) Proceedings of 3rd international oat conference, 4–8 July 1988, Lund, Sweden, pp 35–38;
 357. Maximov, N.A., 1951, Fiziologia plantelor, Edit. de stat pentru literatura științifică, București;
 358. Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (1997) Complementary conservation strategies. In: Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (eds) Plant genetic conservation: the in situ approach. Chapman & Hall, London, UK, pp 15–40;
 359. McCallum BD, Harder DE, Dunsmore KM (2000) Stem rusts on wheat, barley, and oat in Canada in 1999. *Can J Plant Pathol* 22:23–28;
 360. McDaniel ME (1974a) Registration of TAM 0-301 oats. *Crop Sci* 14:127–128 McDaniel ME (1974b) Registration of TAM 0-312 oats. *Crop Sci* 14:128;
 361. McFerson JK, Frey KJ (1990) Three selection strategies to increase protein yield in oats. *J Genet Breed* 44:56–59;
 362. McFerson JK, Frey KJ (1991) Recurrent selection for protein yield. *Crop Sci* 31:1–8;
 363. McKenzie RIH, Fleischmann G (1964) The inheritance of crown rust resistance in selections from two Israeli collections of *Avena sterilis*. *Can J Genet Cytol* 6:232–236;
 364. McKenzie RIH, Martens JW, Rajhathy T (1970) Inheritance of oat stem rust resistance in a Tunisian strain of *Avena sterilis*. *Can J Genet Cytol* 12:501–505;
 365. McKenzie RIH, Martens JW, Brown PD, Harder DE, Nielsen J, Boughton GR (1981) Registration of Fidler oats. *Crop Sci* 21:623;
 366. McKenzie RIH, Brown PD, Martens JW, Harder DE, Nielsen J, Gill CC, Boughton GR (1984) Registration of Dumont

- oats. *Crop Sci* 24:207;
367. McMullen MS (2005) Registration of 'HiFi' oat. *Crop Sci* 45:1664;
 368. McMullen MS, Patterson FL (1992) Oat cultivar development in the U.S.A. and Canada. In: Sorrells ME, Marshall HG (eds) Oat science and technology. Agronomy Monograph No. 33. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, pp 573–612;
 369. McMullen MS, Phillips RL, Stuthman DD (1982) Meiotic irregularities in *Avena sativa* L./*A. sterilis* L. hybrids and breeding implications. *Crop Sci* 22:890–897;
 370. Meyer, D. and Zwingelberg, H., 1996. *Verarbeitungseigenschaften von inländischen Hafersorten*. Getreide, Mehl und Brot., 50: 333–337;
 371. Meksem K, Leister D, Peleman J, Zabeau M, Gebhardt SF, 1995. A high-resolution map of the vicinity of the R1 locus on chromosome V of potato based on RFLP and AFLP markers. *Mol. Gen. Genet.* 249: 74–81;
 372. Milach SCK, Rines HW, Phillips RL, Stuthman DD, Morikawa T (1998) Inheritance of a new dwarfing gene in oat. *Crop Sci* 38:356–360;
 373. Miller SS, Wood PJ, Pietrzak LN, Fulcher RG (1993) Mixed linkage b-glucan, protein content and kernel weigh in *Avena* species. *Cereal Chem* 70:231–233;
 374. Mitrofanov AS, Mitrofanova KS (1972) Oat. Kolos, Moscow, USSR;
 375. Mordvinkina AI (1936) Oat – *Avena*. Cultivated flora of the USSR. In: Cereals, vol 2. Rye, barley, oat. State Agriculture, Moscow–Leningrad, pp 333–438;
 376. Mordvinkina AI (1969a) Resistance species, ecologo-geographical groups and varieties to main diseases. *Works Appl Bot Genet Plant Breed* 39(3):233–242;
 377. Mordvinkina AI (1969b) Variety resources of oat. *Works Appl Bot Genet Plant Breed* 41(1):87–93;
 378. Morikawa T (1989) Genetic analysis on dwarfness of wild oats. *Jpn J Genet* 64:363–371;
 379. Morikawa T (1991) Isozyme and chromosome polymorphisms of the genus *Avena* and its geographic distribution in Morocco. *Wheat Inform Serv* 72:104–105;
 380. Morikawa T (1992) Isozyme and chromosome variations of the *Avena* species in the Canary Islands and Morocco. In: Proceedings of the 4th international oat conference, vol 3.

- 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 138–140;
381. Morikawa T (1995) Transfer of mildew resistance from the wild oat *Avena prostrata* into the cultivated oat. Bull Univ Osaka Prefect Ser B Agric Life Sci 47:1–10;
382. Morikawa T, Leggett JM (1990) Isozyme polymorphism in natural populations of *Avena canariensis* from the Canary Islands. Heredity 64:403–411;
383. Morikawa T, Leggett JM (2005) Isozyme polymorphism and genetic differentiation in natural populations of a new tetraploid species *Avena agadiriana*, from Morocco. Genet Resour Crop Evol 52:363–370;
384. Morikawa T, Sumiya M, Kuriyama S (2007) Transfer of new dwarfing genes from the weed species *Avena fatua* into cultivated oat *A. byzantine*. Plant Breed 126:30–35;
385. Moser HS, Frey KJ (1994) Direct and correlated responses to three S1-recurrent selection strategies for increasing protein yield in oat. Euphytica 78:123–132;
386. Murphy JP, Phillips TD (1993) Isozyme variation in cultivated oat and its progenitor species, *Avena sterilis* L. Crop Sci 33:1366–1372;
387. Murariu D., Murariu M., I. Gontariu., 2013. Cold tolerance in European Oat Genetic Resources. Food and Environment Safety, Edit. Univ. Suceava.
388. Murariu M., D. Murariu, V. Haş, I. Haş, C. Leonte, D.D. Plăcintă, I.M. Râşca, D.P. Simioniuc, (2012) Conservarea şi utilizarea germoplasmei locale de porumb. Pag. 363-383;
389. Murariu Danela, Domnica Daniela Plăcintă, Christoph U. Germeier, Külli Annamaa, Nadia Antonomova, Zofia Bulińska-Radomska, Izabela Kordulasińska, Jean Koenig, Valeria Terzi (2013). Characteristics of relevance for quality analyses in european *Avena* genetic resources collections. RAR no.30;
390. Murariu Danela (2013), Ghid multiplicare/regenerare resurse genetice vegetale (protocol intern, Banca de Gene Suceava)
391. Murelli, C., F. Rizza, F. Marinone Albini, A. Dulio, V. Terzi and L. Cattivelli, 1995. Metabolic changes associated with cold-acclimation in contrasting cultivars of barley. Physiol. Plant. 94: 87-93.
392. Murphy HC, Sadanaga K, Zilinsky FJ, Terrell E, Smith RT (1968) *Avena magna*: an important new tetraploid species in

- oats. Science 159:103–104;
393. Murray BE, Craig JL, Rajhathy T (1970) A protein electrophoretic study of three amphiploids and eight species in *Avena*. Can J Genet Cytol 12:651–655;
 394. Musaev SG (1969) About new species of oat for flora of the USSR. Doklady AN Azerbaijan SSR 25(10):35–40,
 395. Musaev SG, Isaev YaM (1971) Brunsa's oat – endemic species of Azerbaijan Flora. Doklady AN Azerbaijan SSR 27(5): 64–65;
 396. Musaev SG, Nuriev SG, Sadygov IA (1976) New species of gramineous grasses in Flora of Nakhichevan SSR. Izv AN Azerbaijan SSR Biol Sci 5:12–15;
 397. Nevski S (1934) Conspectus specierum generis Avenae. Schedae ad Herb. Flora Asie med Fusc 21–23;
 398. Nielsen J (1978) Frequency and geographical distribution of resistance to *Ustilago* in six wild species of *Avena*. Can J Plant Sci 58:1099–1101;
 399. Nielsen J (1993) Host specificity of *Ustilago avenae* and *U. hordei* on eight species of *Avena*. Can J Plant Pathol 15:14–16;
 400. Nikolaeva AG (1922) Using of cytological method in breeding and genetics. Nauchnye Izv 4:183–188;
 401. Nikoloudakis N, Katsiotis A (2008) The origin of the C-genome and cytoplasm of *Avena* polyploids. Theor Appl Genet 117:273–281;
 402. Nikoloudakis N, Skaracis G, Katsiotis A (2008) Evolutionary insights inferred by molecular analysis of the ITS1-5.8S-ITS2 and IGS *Avena* sp. sequences. Mol Phylogenet Evol 46:102–115;
 403. Nilsson B, Aberg E, Avholm K (1973) Flyghavretyper i Sverige. Lantbrukshögskolans Meddelanden. No. 187;
 404. Nishiyama I (1929) The genetic and cytology of certain cereals. I. Morphological and cytological studies in triploid, pentaploid and hexaploid *Avena* hybrids. Jpn J Genet 5:1–48;
 405. Nishiyama I, Yabuno T (1975) Meiotic chromosome pairing in two interspecific hybrids and a criticism of the evolutionary relationship of diploid *Avena*. Jpn J Genet 50:443–451;
 406. Nocelli E, Giovannini T, Bioni M, Alicchio R (1999) RFLP- and RAPD-based genetic relationships of seven diploid species of *Avena* with the A genome. Genome 42:950–959;

407. Noorah A. Alkubaisi, Nagwa M. A. Arefl, 2016, Dispersed gold nanoparticles potentially ruin gold barley yellow dwarf virus and eliminate virus infectivity hazards. Appl Nanosci , DOI 10.1007/s13204-016-0540-0
408. Nosatovski A.I., (1950). Pșenița, Biologia. Moscova;
409. Nowacki A., (1927). Cultivarea cerealelor. Edit. Cartea românească, Cluj;
410. O'Donoghue LS, Kianian SF, Rayapati PJ, Penner GA, Sorrells ME, Tanksley SD, Phillips RL, Rines HW, Lee M, Fedak G, Molnar SJ, Hoffman D, Salas CA, Wu B, Autrique E, Van Deynze A (1995) A molecular linkage map of cultivated oat. Genome 38:368–380;
411. Oates JD, Burdon JJ, Brouwer JB (1983) Interactions between *Avena* and *Puccinia* species. II. The pathogens: *Puccinia coronata* Cda and *P. graminis* Pers. f. sp.avenae Eriks. & Henn. J Appl Ecol 20:585–596;
412. O'Donoghue LS, Wang Z, Roder M, Kneen B, Leggett JM, Sorrells ME, Tanksley SD (1992) An RFLP-based linkage map of oats based on a cross between two diploid taxa (*Avena atlantica* x *A. hirtula*). Genome 35:765–771;
413. Ohm HW, Patterson FL (1973) A six-parent diallele cross analysis for protein in *A. sterilis*. Crop Sci 13:27–30;
414. Ohm HW, Shaner G (1992) Breeding oat for resistance to diseases. In: Marshall HG, Sorrells ME (eds) Oat science and technology. Agronomy Monographs No. 33. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, pp 657–698;
415. Orlando Andrade V., Chile, Temuco, Guia pictórica de enfermedades parasitarias en plantas cultivadas.
416. Oswald J.W., Houston B.R., 1953 -The yellow dwarf virus disease of cereal crops. Phytopatology 43, 128-136.
417. Paterson JG, Boyd WJR, Goodchild NA (1976) Vernalization and photoperiod requirement of naturalized *Avena fatua* and *Avena barbata* Pott ex Link in Western Australia. J Appl Ecol 13:265–272;
418. Pejic I, Ajmone-Marsal P, Morgante M, Kozumplick V, Castiglioni P, Taramino G, Motto M, 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs and AFLPs. Theor. Appl. Genet. 97: 1248-1255;
419. Peng YY, Wei YM, Baum BR, Chen GY, Dai SF, Zheng YL

- (2009) Phylogenetic investigation of *Avena* genus (Poaceae: Aveneae) and the maternal donor of *Avena* polyploids. *BMC Evol Biol*;
420. Perez de la Vega M (1997) Plant genetic adaptedness to climatic and edaphic environment. In: Tigerstedt PMA (ed) *Adaptation in plant breeding*. Kluwer, Amsterdam, Netherland, pp 27–38;
 421. Perez de la Vega M, Saenz de Miera LE, Garcia P (1998) Collecting wild germplasm in Spain. In: Report of a working group on *Avena*. 5th Meeting, 7–9 May 1998, Vilnius, Lithuania. ECP/RG, IPGRI, Rome, Italy, pp 65–69;
 422. Peterson DM, Brinegar AC (1986) Oat storage proteins. In: Webster FH (ed) *Oats: chemistry and technology*. American Association for Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, pp 153–204;
 423. Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson, C.A., 2001. Relationship among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. *Crop Science* 45, 1249e1255;
 424. Phillips TD, Murphy JP, Goodman MM (1993) Isozyme variation in germplasm accessions of the wild oat *Avena sterilis* L. *Theor Appl Genet* 86:54–64;
 425. Pier D (1964) Evaluation and classification of *Avena* ssp. collected from naturalized populations in Texas. *Diss Abstr* 64-7836;
 426. Plăcintă Domnica Daniela, Murariu Danela, Giurcă Dan-Mihai, (2010) Incidence of some fusarium species artificial inoculated on different oat cultivars" *Lucrări științifice, seria agronomie*, vol. 53, Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iași, ISSN 1454-7414;
 427. Plăcintă Domnica Daniela (2013), *Monitorizarea stării fitosanitare în timpul perioadei de vegetație a plantelor* (protocol intern, Banca de Gene Suceava)
 428. Plăcintă Domnica Daniela, Murariu Danela, Mathias Hermann (2015) *Incidence of fusarium mycotoxins on different oat cultivars in natural and artificial infection conditions*, *Romanian Agricultural Research*, No.32,
 429. Ploaie G.P. și colab., 1973, - Cloroza gramineelor în România. Date experimentale privind natura agentului cauzal. *Analele*

- Inst. Cercet. Protecția plantelor 11, 15-22.
430. Poehlmann J.M., 1959, Breeding field crops Holt and Co. New York.
 431. Pohler W, Hoppe HD (1991) Homeology between the chromosomes of *Avena macrostachya* and the *Avena C* genome. Plant Breed 106:250–253;
 432. Polyakov I.YA., Terenteva T.G., Gusakova L.A., Antonova V.V., 1979, Distribution of nematodes - parasites of agricultural crops in the USSR. Moscow: VNIITEISKH, 32 p. (in Russian).
 433. Popovic AO (1960) Neke osobine hibrida dodbojnih ukostanjem kulturnog i divljeg ovsa. Archiv poljopr Nauke 13:42;
 434. Popovic AO (1980) Divlji ovas kao nosilac gena pri interspecies hibridiza. Fragm Herbol Jugosl 9(2):37–45;
 435. Portyanko VA, Hoffman DL, Lee M, Holland JB (2001) A linkage map of hexaploid oat based on grass anchor DNA clones and its relationship to other oat maps. Genome 44:249–265;
 436. Pott JF (1979) Schrad Journ II:315 Qualset CO, Peterson ML (1978) Polymorphism for vernalization requirement in a winter oat cultivar. Crop Sci 18:311–315;
 437. Pulli, S., K. Hjortsholm, A. Larsen, B. Gudleifsson, S. Larsson, B. Kristiansson, L. Hömmö, A.M. Tronsmo, P. Ruuth and C. Kristensson, 1996. Development and evaluation of laboratory testing methods for winterhardiness breeding. Nordic Gene Bank.
 438. Rademacher B., Schwarz. R., 1958, - Die Rotblattrigkeit oder Blattrote des Hafers- eine Virus- krankheit (*Hordeum virus nanescens*), Z. Pflpath. und Pflschutz., 65, 641-650.
 439. Rădulescu E., Răfăilă C., 1969- Tratat de fitopatologie agricolă, vol. II , Editura Academiei Republicii Socialiste Romania (Bjerkander 1775; Liro 1924 pag. 118; Fraser 1930, Simons 1953 pag. 123; Liedenbergh 1879, pag.119).
 440. Rădulescu H. și colab., 1967- Îndrumător pentru determinarea bolilor și dăunătorilor la semințe, Editura Agro-Silvică, București.
 441. Raicu C., Baciuc D., 1978, Patologia seminței , Editura Ceres, București.
 442. Rajhathy T (1961) Chromosomal differentiation and speciation

- in diploid *Avena*. Can J Genet Cytol 3:372–377;
443. Rajhathy T (1963) A standard kariotype for *Avena sativa*. Can J Genet Cytol 5:127–132;
 444. Rajhathy T (1966) Evidence and a hypothesis for the origin of the C genome of hexaploid *Avena*. Can J Genet Cytol 8:774–779;
 445. Rajhathy T (1971a) The allopolyploid model in *Avena*. In: Proceedings of 3rd Stadler symposium, pp 71–87;
 446. Rajhathy T (1971b) Chromosome polymorphism in *Avena ventricosa*. Chromosoma 35:206–216;
 447. Rajhathy T, Baum BR (1972) *Avena damascena*: a new diploid oat species. Can J Genet Cytol 14:645–654;
 448. Rajhathy T, Dyck PL (1963) Chromosomal differentiation and speciation in diploid *Avena*: II. The karyotype of *A. pilosa*. Can J Genet Cytol 5:175–179;
 449. Rajhathy T, Morrison JW (1959) Chromosome morphology in the genus *Avena*. Can J Bot 37:331–337;
 450. Rajhathy T, Thomas H (1967) Chromosomal differentiation and speciation in diploid *Avena*: III. Mediterranean wild populations. Can J Genet Cytol 9:52–68;
 451. Rajhathy T, Thomas H (1974) Cytogenetics of oats (*Avena* L.). Miscellaneous Publication of the Genetics Society of Canada, No. 2, Genetics Society Canada, Ottawa;
 452. Rajhathy T, Zillinsky FJ, Hayes JD (1964) Report on Canada–Wales expedition. Canadian Department of Agriculture, Ottawa;
 453. Rajhathy T, Zillinsky FJ, Hayes JD (1966) A collection of wild oat Mediterranean region. Canadian Department of Agriculture, Ottawa;
 454. Razumov VI (1961) Environment and plant development. Leningrad-Moscow, Selkhozizdat;
 455. Reeves DL, Rumbaugh MD (1975) Quantative gene action for protein content in oats. Crop Sci 15:668–670;
 456. Reich JM, Brinkman MA (1984) Inheritance of groat protein percentage in *Avena sativa* x *A. fatua* L. crosses. Euphytica 33:907–913;
 457. Reis E.M., Carmona M., 2002 – Fusariosis del Trigo, l'edicion Enero.
 458. Reiss E.M., Panisson, E. & Boller, W. 2002 Quantificacao de propagulos de *Gibberella zeae* no ar de anteras de

- trigo. *Fitopatologia Brasileira*, 27: 489 - 494.
459. Rezai A (1978) Variation for some agronomic traits in the world collection of wild oats (*Avena sterilis* L.). Diss Abstr Int. 38.11.5129B;
 460. Rezai A, Frey KJ (1988) Variation in relation to geographical distribution of wild oats – seed traits. *Euphytica* 39: 113–118;
 461. Rezai A, Frey KJ (1989a) Cytoplasmic effect on groat protein content in interspecific control in interspecific matings of *Avena sativa* L. and *A. sterilis* L. *J Iowa Acad Sci* 96:104–107;
 462. Rezai A, Frey KJ (1989b) Variation for physiological and morphological traits in relation to geographical distribution of wild oats. *SABRAO J* 21:1–9;
 463. Rezai A, Frey KJ (1990) Multivariate analysis of variation among wild oat accessions – seed traits. *Euphytica* 49:111–119;
 464. Rines HW, Halstead RP (1988) Agronomic evaluation of oat cultivars with substituted *Avena fatua* and *A. sterilis* cytoplasm. *Crop Sci* 28:805–809;
 465. Rines HW, Stuthman DD, Briggles LW, Youngs VL, Jedlinski H, Smith DH, Webster JA, Rothman PG (1980) Collection and evaluation of *Avena fatua* for use in oat improvement. *Crop Sci* 20:63–68;
 466. Rines HW, Gengenbach BG, Boylan KL, Storey KK (1983) Comparison of oat cytoplasms by mitochondrial DNA analysis. *Agron Abstr Am Soc Agron* 78:253–268;
 467. Rines HW, Gengenbach BG, Boylan KL, Storey KK (1988) Mitochondrial DNA diversity in oat cultivars and species. *Crop Sci* 28:171–176;
 468. Rines HW, Molnar SJ, Tinker NA, Phillips RL (2006) Oat. In: Kole C (ed) *Genome mapping and molecular breeding in plants*, vol 1, cereals and millets. Springer, New York, pp 211–242;
 469. Rines HW, Porter HL, Carson ML, Ochocki GE (2007) Introgression of crown rust resistance from diploid oat *Avena strigosa* into hexaploid cultivated oat *A. sativa* by two methods: direct crosses and through an initial 2x4x synthetic hybrid. *Euphytica* 158:67–79;
 470. Rines HW, Porter HL, Carson ML (2008) Suppressors of oat crown rust resistance in interspecific oat crosses. In: 8th

- International oat conference, 27 June–2 July 2008, Minneapolis, MN, Poster V-7.
<http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/IOCprogram.html>;
471. Rizza F, Crosatti C, Stanca A M, Cattivelli L, 1994. Studies for assessing the influence of hardening on cold tolerance of barley genotypes. *Euphytica*, 75: 131-138.
 472. Rizza F, Pagani D, Stanca A M, Cattivelli L, 2001. Use of chlorophyll fluorescence to evaluate the cold acclimation and freezing tolerance of winter and spring oats. *Plant Breeding*, 120: 389-396.
 473. Robertson LD, Frey KJ (1984) Cytoplasmic effects on plant traits in interspecific matings of *Avena*. *Crop Sci* 24:200–204;
 474. Roderick HW, Jones ERL, Sebesta J (2000) Resistance to oat powdery mildew in Britain and Europe: a review. *Ann Appl Biol* 136(8):5–91;
 475. Rodionov AV, Tyupa NB, Kim EC, Machs EM, Loskutov IG (2005) Genomic structure of the autotetraploid oat species *Avena macrostachya* inferred from comparative analysis of the ITS1 and ITS2 sequences: on the oat karyotype evolution during the early stages of the *Avena* species divergence. *Russ J Genet* 41:518–528;
 476. Rodionova NA, Soldatov VN, Merezko VE, Yarosh NP, Kobylansky VD (1994) Cultivated flora: oat, vol 2, part 3. Kolos, Moscow;
 477. Rogoianu V., 1968 Determinator pentru recunoașterea dăunătorilor plantelor cultivate, București, Editura Agrosilvică.
 478. Romașcu Em., 1973, Nematozii plantelor agricole și combaterea lor. București. Editura Ceres.
 479. Romero Zarco C (1984) Numeros cromosomicos para la flora Espanoles. 300–364. Numeros 337–341. *Lagascalia* 12: 292–294;
 480. Romero Zarco C (1990) Las avenas del grupo *barbata* en la Peninsula Iberica y Baleares. *Lagascalia* 16:243–268;
 481. Romero Zarco C (1994) Las avenas del grupo “*sterilis*” en la Peninsula Iberica y regions adyacentes del SW de Europa y NW de Africa. *Lagascalia* 17:277–309;
 482. Romero Zarco C (1996) Sinopsis del genero *Avena* L. (Poaceae,

- Avenae) en Espana peninsular y Baleares. Lagasalia 18:171–198;
483. Rooney WL, Rines HW, Phillips RL (1994) Identification of RFLP markers linked to crown rust resistance genes Pc 91 and Pc 92 in oat. *Crop Sci* 34:940–944;
 484. Roșca I., Istrate R., 2009, *Tratat de entomologie (agricultură, horticultură, silvicultură)*, Editura Alpha MDN, ISBN 978-973-139-070-3
 485. Roshevitz RYu (1934) Genus 132. *Avena* L. *Flora of the USSR*, vol 2. Publications of Academic Sciences, USSR, Leningrad, pp 259–270;
 486. Roshevitz RYu (1937) *Cereals*. Nauka, Moscow- Leningrad
Roshevitz RYu (1951) *Flora of Kirgizskaya SSR*. Nauka, Frunze, Kirgizskaya SSR;
 487. Rothman PG (1984) Registration of four stem rust and crown rust resistant oat germplasm lines. *Crop Sci* 24:12–17;
 488. Russel JR, Fuller JD, Macauley M, 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;
 489. Saastamoinen, M., Hietaniemi, V., Pihlava, J.M., Eurola, J.M., Kontturi, M., Tuuri, H., Niskanen, M. and Kangas, A., 2004. *β -Glucan contents of groats of different oat cultivars in official variety, in organic cultivation, and in nitrogen fertilization trials in Finland*. *Agricultural and Food Science*, 13: 68-79. MTT Agrifood Research, Jokioinen, Finland.
 490. Sackville Hamilton N, Chorlton KH (1997) Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide; IPGRI/FAO Handbooks for genebanks 5. IPGRI, Rome, Italy;
 491. Sadanaga K, Zillinsky FJ, Murphy HC, Smith RT (1968) Chromosome association in triploid and tetraploid and pentaploid of *Avena magna* ($2n1/428$). *Crop Sci* 8:594–597;
 492. Sadasivaiah RS, Rajhathy T (1968) Genome relationships in tetraploid *Avena*. *Can J Genet Cytol* 10:655–669;
 493. Saidi S (1998) Summary of the Moroccan oat germplasm evaluation. In: Report of a working group on *Avena*, 5th Meeting, 7–9 May 1998. Vilnius, Lithuania, ECP/RG, IPGRI, Rome, Italy, pp 32–33;
 494. Saidi N, Ladizinsky G (2005) Distribution and ecology of the wild tetraploid oat species *Avena magna* and *A. murphyi* in

- Morocco. In: Report of a cereals network, 1st Meeting. 3–5 July 2003, Yerevan, Armenia. ECP/GR, IPGRI, Rome, Italy, pp 70–73;
495. Sampson DR (1954) On the origin of cultivated oats. Bot Mus Leaflets Harvard Univ 16:265–303;
 496. Sampson DR, Burrows VD (1972) Influence of photoperiod, short-day vernalization, and cold vernalization on days to heading in *Avena* species and cultivars. Can J Plant Sci 52:471–482;
 497. Sanchez de la Hoz P, Forminaya A (1989) Studies of isozymes in oat species. Theor Appl Genet 77:735–741 Schipper H, Frey KJ (1991) Observed gains from three recurrent selection regimes for increased groat-oil content of oat. Crop Sci 31:1505–1510;
 498. Săpunaru T., Hatman M. și colab., 1994 Răspândirea bolilor și dăunătorilor culturilor agricole din Moldova, în anul 1992–1993, Cercetări agronomice în Moldova, Anul XXVII – vol. 3-4 (102), ISSN 0379-5837
 499. Săvescu A. și colab., 1982, Tratat de Zoologie Agricolă, Editura Academiei R.S.R., Vol. II, 445.
 500. Savițchi M.S. (1961). Cantitatea optimă de sămânță la hectar, la semănatul cerealelor. Zemle delie, 23,3.
 501. Schiemann A, Dauck V, Friedt W, Streng S, Graner A, Ordon F, 1999. Establishment of a fluorescence-based AFLP technique and rapid marker detection for the resistance locus *rym5*. Barley Genet. Newsletter 29: 5-7.
 502. Schneider E. *Avena sativa* – Hafer als Heilpflanze 1985; 6 (5): 165-7.
 503. Schneider E. Lösliche Silikate im grünen Hafer. Zeitschrift für Phytotherapie 1990: 129-32.
 504. Schreber JCD von (1771) *Inter Avena sativam frequens occurit, neglecta agricolisque ignota*. Spicilegium Florae Lipsicae. Leipzig;
 505. Schuler B (1978) Identification of wild oats and population studies (*Avena sterilis* L.) in wheat in Morocco. In: Proceedings of the symposium on plant protection, 7–18 Aug 1978, pp 15;
 506. Schut JW, Qi X, Stam P, (1997). Association between relationship measures based on AFLP markers, pedigree data and morphological traits in barley. Theor. Appl. Genet. 95:

- 1161;
507. Scurrah M, Barr AR, Tasker SD (1992) Breeding for resistance and tolerance to oat stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) in South Australia. In: Proceedings of 4th international oat conference, vol 3, 19–23 Oct 1992, Adelaide, SA, Australia, pp 62–65;
 508. Sebesta J, Kuhn F (1990) *Avena fatua* L. subsp. *fatua* v. *glabrata* Peterm. subv. *pseudobasifixa* Thele. as a source of crown rust resistance genes. *Euphytica* 50:51–55;
 509. Sebesta J, Zukova AE, Kummer M (1987) Dalsi zdroje specificke rezistence ovsa k *Puccinia coronata* var. *avenae*. *Sbornik UVTIZ Genetika a Slechteni* 23:117–124;
 510. Sebesta J, Roderick HW, Chong J, Harder DE (1993) The oat line Pc54 as a source of resistance to crown rust, stem rust and powdery mildew in Europe. *Euphytica* 71: 91–97;
 511. Sebesta J, Zwatz B, Roderick HW, Harder DE, Stojanovic S, Corazza L (1999) Oat fungal diseases in Europe and their genetic control. *Pflanzenschutzberichte* 58:152;
 512. Sebesta J, Roderick HW, Stojanovic S, Zwatz B, Harder DE, Corazza L (2000) Genetic basis of oat resistance to fungal diseases. *Plant Prot Sci* 36:23–38;
 513. Sebesta J, Zwartz B, Roderick HW, Corazza L, Starzyk MH, Reitan L, Loskutov IG (2001) Incidence of *Pyrenophora avenae* Ito et Kurib. in Europe between 1994–1998 and the varietal reaction of oats to it. *Plant Prot Sci* 37:91–95;
 514. Sharma DC, Forsberg RA (1977) Spontaneous and induced interspecific gene transfer for crown rust resistance in *Avena*. *Crop Sci* 17:855–860;
 515. Sheidai M, Koobaz P, Termeh F, Zehzad B (2002) Phenetic studies in *Avena* species and populations of Iran. *J Sci Islam Repub Iran* 13:19–28;
 516. Shelukhina OYu (2008) Chromosomal and molecular marked of species genera *Avena* L. PhD Dissertation Abstract, Vavilov Instiute of General Genetics, Moscow;
 517. Shelukhina OYu, Badaeva ED, Loskutov IG, Pukhal'sky VA (2007) A comparative cytogenetic study of the tetraploid oat species with the A and C genomes: *Avena insularis*, *A. magna*, and *A. murphyi*. *Russ J Genet* 43:613–626;
 518. Shelukhina OYu, Badaeva ED, Brezhneva TA, Loskutov IG, Pukhalsky VA (2008a) Comparative analysis of diploid

- species of *Avena* L. using cytogenetic and biochemical markers: *Avena canariensis* Baum et Fedak and *A. longiglumis* Dur. Russ J Genet 44:694–701;
519. Shelukhina OYu, Badaeva ED, Brezhneva TA, Loskutov IG, Pukhalsky VA (2008b) Comparative analysis of diploid species of *Avena* L. using cytogenetic and biochemical markers: *Avena pilosa* M. B. and *A. clauda* Dur. Russ J Genet 44:1087–1091;
 520. Shelukhina O Yu, Gorunova SV, Loskutov IG, Pukhalskiy VA, Badaeva ED (2009)
Comparative investigation of tetraploid AB-genome *Avena* species using cytogenetic (C-banding and FISH) and RAPD analyses. Plant Syst Evol (in press);
 521. Shepeleva EM (1939) Karyological research of cultivated and wild species of oat. Doklady AN SSSR 25(3):215–218;
 522. Sirbu I., (2013), Plante vasculare din România. Edit. Academiei.
 523. Simioniuc DP, 2009. Biotehnologii, Ed. Ion Ionescu de la Brad Iasi;
 524. Simmonds NW (1993) Introgression and incorporation, strategies for the use of crop genetic resources. Biol Rev 68:539–562;
 525. Simmonds NW (1995) The relation between yield and protein in cereal grain. J Sci Food Agric 67:309–315;
 526. Simons MD (1965) Seedling resistance to *Puccinia coronata avenae* race 264 found in *Avena sterilis*. Phytopathology 55:700–701;
 527. Simons MD (1979) Influence of genes for resistance to *Puccinia coronata* from *Avena sterilis* on yield and rust reaction of cultivated oats. Phytopathology 69:450–452;
 528. Simons MD (1985) Transfer of field resistance to *Puccinia coronata* from *Avena sterilis* to cultivated oats by backcrossing. Phytopathology 75:314–317;
 529. Simons MD, Briggles LW (1984) Screening for tolerance to *Puccinia coronata* in progenies of visually susceptible strains of *Avena fatua*. (Abstract). Phytopathology 74:1271;
 530. Simons MD, Sadanaga K, Murphy HC (1959) Inheritance of resistance to strains of diploid and tetraploid species of oats to races of the crown rust fungus. Phytopathology 49:257–259;
 531. Simons MD, Martens JM, McKenzie RIH, Nishiyama I,

- Sadanaga K, Sebesta J, Thomas H (1978) Oats: a standardized system of nomenclature for genes and chromosomes and catalogue of genes governing characters. USDA Agricultural Handbook No 509, USDA, Washington, DC; ington, DC;
532. Simons MD, Robertson LD, Frey KJ (1985) Association of host cytoplasm with reaction to *Puccinia coronata* in progeny of crosses between wild and cultivated oats. *Plant Dis* 69:969–971;
 533. Simons MD, Michel LJ, Frey KJ (1987) Registration of three oat germplasm lines resistant to the crown rust fungus. *Crop Sci* 27:369;
 534. Singh RS, Jain SK, Qualset CO (1973) Protein electrophoresis as an aid to oat variety identification. *Euphytica* 22:98–105;
 535. Singh RP, Ma H, Aytrique E (1996) Suppressors for leaf rust and stripe rust in interspecific crosses. In: Kema GHJ, Niks RE, Daamen RA (eds) *Proceedings of the 9th European and Mediterranean cereals rusts conference*, 2–6 Sept 1996, Lunteren, The Netherlands. European and Mediterranean Cereals Rusts Foundation, Wageningen, The Netherlands, pp 176–178;
 536. Smith H.C., 1967- The effect of aphid numbers and stage of plant growth in determining tolerance to barley yellow dwarf virus in cereals. *N.Z. Agric.Res.*, 10, 445-466.
 537. Soldatov VN, Merezhko VE, Loskutov IG (1990) Evaluation of cultivated and wild oat species for tolerant to BYDV. *Oat Newsl* 41:70;
 538. Spilde AL, Albrechtsen RS, Rumbaugh MD (1974) Relationship of protein percent with other phenotypic characters in interspecific oat crosses. *Crop Sci* 14:767–769;
 539. Spooner D, van Treuren R, de Vicente MC (2005) Molecular markers for genebank management. *IPGRI Technical Bulletin No 10*. IPGRI, Rome, Italy Sraon HS;
 540. Stanca A M, Romagosa I, Takeda K, Lundborg T, Terzi V, Cattivelli L, 2003. Diversity in abiotic stresses. In: von Bothmer R, Knüpfper H, van Hintum T, Sato K (eds.) *Diversity in barley (Hordeum vulgare L.)*. Elsevier, pp 179-199.
 541. Stanton TR (1955) Oat identification and classification. USDA

- Technical Bulletin No:1100;
542. Stebins G.L., 1951, Variation and evolution in plants. Columbus University Press.
 543. Stebbins GL (1971) Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold, London, UK;
 544. Steidl RP, Webster JA, Smith DH (1979) Cereal leaf beetle plant resistance: antibiosis in an *Avena sterilis* introduction. Environ Entomol 8:448–450;
 545. Stevens JB, Brinkman MA (1986) Performance of *Avena sativa* L.x *Avena fatua* L. backcross lines. Euphytica 35:785–792;
 546. Suneson CA (1948) Wild oat selection resistant to rust. J Am Soc Agron 40:105 Suneson CA (1967a) Registration of Rapida oats. Crop Sci 7:168;
 547. Suneson CA (1967b) Registration of Sierra oats. Crop Sci 7:168;
 548. Suneson CA (1969) Registration of Montezuma oats. Crop Sci 9:527;
 549. Surface FM (1916) Studies on oat breeding. III. On the inheritance of certain glume characters in the cross *Avena fatua* x *A. sativa* var. Kherson. Genetics 1:252–286;
 550. Tabac C. și colab., 2010 Evaluarea micologică și micotoxicologică a cerealelor din sud-vestul României, Simpozion "Perspective în prevenirea și combaterea muceștilor și micotoxinelor", Târgu Mureș.
 551. Takeda K, Frey KJ (1976) Contributions of vegetative growth-rate and harvest index to the grain yield of progenies from *Avena sativa* by *Avena sterilis* crosses. Crop Sci 16:817–821;
 552. Takeda K, Frey KJ (1985) Increasing grain yield of oats by independent culling for harvest index and vegetative growth index or unit straw weight. Euphytica 34:33–41;
 553. Takeda K, Frey KJ (1987) Improving grain yield in backcross populations from *Avena sativa* x *A. sterilis* matings by using independent culling for harvest index and vegetative growth index or unit straw weight. Theor Appl Genet 74:659–665;
 554. Takeda K, Bailey TB, Frey KJ (1985) Changes in mean, variance, and covariation among agronomic traits in successive backcross generations of interspecific matings (*Avena sativa* L. x *A. sterilis* L.) of oats. Can J Genet Cytol 27:426–432;

555. Tautz D, Renz M, 1984. Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. *Nucleic Acids Res.* 12(10):4127–413;
556. Thellung A (1911) Über die Abstammung, den systematischen Wert und die Kulturgeschichte der Saathafer-Arten (*Avena sativa* Cosson), Beitrag zu einer natürlichen Systematic von *Avena* sect *Euavena*. *Veierteljahrsschr d Naturf Gesellsch Zurich* 54:311–345;
557. Thellung A (1919) Neuere Wege und Ziele der botanischen Systematik, erläutert am Beispiele unserer Getreidearten. *Naturwiss Wochenschr* 17:32–33;
558. Thellung A (1928) Die Übergangsformen von Wildhafertypus (*Avena agrestes*) zum Saathafertypus (*Avena sativa*). *Extrait du recueil des travaux botaniques Neerlandais*. V 25a:416–444;
559. Thomas H (1968) The addition of single chromosome of *Avena hirtula* to the cultivated hexaploid oat *A. sativa*. *Can J Genet Cytol* 10:551–563;
560. Thomas H (1970) Chromosome relationships between the cultivated *Avena sativa* (6x) and *A. ventricosa* (2x). *Can J Genet Cytol* 12:36–43;
561. Thomas H (1988) New species of *Avena*. In: *Proceedings of the 3rd international oat conference, 4–8 July 1988, Lund, Sweden*, pp 18–23;
562. Thomas H (1992) Cytogenetics of *Avena*. In: Marshall HG, Sorrells ME (eds) *Oat science and technology*. *Agronomy Monographs No. 33*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, pp 473–507;
563. Thomas H (1995) 29 Oats. *Avena* spp. (Gramineae – Aveneae). In: Smartt J, Simmonds NW (eds) *Evolution of crop plants*, 2nd edn. Longman, London, UK, pp 132–137;
564. Thomas H, Al-Ansari N (1988) Genotypic control of chromosome pairing in amphiploids involving the cultivated oat *Avena sativa* L. *Euphytica* 37:37–45;
565. Thomas H, Aung T (1978) The transfer of mildew resistance from the tetraploid wild oat *Avena barbata* into the cultivated oat. In: *Interspecific hybridization in plant breeding. Proceedings of the 8th EUCARPIA congress. II. Interspecific gene transfer*. Madrid, Spain, pp 109–112,
566. Thomas H, Griffiths N (1985) Oat cytogenetics. *Alien*

- chromosome substitution line. In: Annual Report of Welsh Plant Breeding Station: 1984, pp 102–103;
567. Thomas H, Jones ML (1965) Chromosomal differentiation in diploid species of *Avena*. *Can J Genet Cytol* 1:108–111;
 568. Thomas H, Jones DIH (1968) Electrophoretic studies of proteins in *Avena* in relation to genome homology. *Nature* 220:825–826;
 569. Thomas H, Leggett JM (1974) Chromosome relationships between *Avena sativa* and the two diploid species *A. canariensis* and *A. prostrata*. *Can J Genet Cytol* 16:889–894;
 570. Thomas H, Naqvi ZH (1991) Monosomic analysis of response to vernalization winter oat. *Euphytica* 57:151–155;
 571. Thomas H, Thomas PT (1970) Cytology. In: Jubilee Report of the Welsh Plant Breeding Station 1919–1969, pp 45–46;
 572. Thomas H, Leggett JM, Jones IT (1975) The addition of a pair of chromosomes of the wild oat *Avena barbata* (2N 1/4 28) to the cultivated as oat *A. sativa* L. (2N 1/4 42). *Euphytica* 24:717–724;
 573. Thomas H, Haki JM, Arangzeb S (1980a) The introgression of characters of the wild oat *Avena magna* (2n 1/4 4x 1/4 28) into the cultivated oat *A. sativa* (2n 1/4 6x 1/4 42). *Euphytica* 29:391–399;
 574. Thomas H, Powell W, Aung T (1980b) Interfering with regular meiotic behavior in *Avena sativa* as a method of incorporating the gene for mildew resistance from *Avena barbata*. *Euphytica* 29:635–640;
 575. Thomas C, Vos P, Zabeau M, Jones DA, Norcott KA, Chadwick B, Jones JDG, 1995. Identification of amplified restriction fragment length polymorphism (AFLP) markers tightly linked to the tomato Cf-9 gene for resistance to *Cladosporium fulvum*. *The Plant Journal* 8: 785–794;
 576. Thompson RK (1966) Mesa, new oat for southern Arizona. *Prog Agric Arizona* 18(3):8;
 577. Thompson RK (1967) Registration of Mesa oats. *Crop Sci* 7:167;
 578. Thro AM (1982) Feasibility of oats (*Avena sativa* L.) as an oilseed crop. *Diss Abstr Int* 43. 5. 1326B;
 579. Thro AM, Frey KJ (1985) Inheritance of groat-oil content and high-oil selection in oats (*Avena sativa* L.). *Euphytica*

- 34:251–263;
580. Tinker NA, Kilian A, Wight CP, Heller-Katarzyna K, Wenzel P et al (2009) New DarT markers for oat provide enhanced map coverage and global germplasm characterization. *BMC Genomics* 10:39;
 581. Tiunov A.N., Gluhih K.A., Horikova O.A. (1969) *Ozimaia rajî*. Izd. Kolos., Moscova;
 582. Tournefort JP (1700) *Methode pour reconnaitre les Plantes. Institutiones rei herbariae, editio altera, I*;
 583. Trabut L (1909) Contribution a l'Etude de l'Origine des Avoines cultivees *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris CXLIX*:227–229;
 584. Trabut L (1914) Origin of cultivated oats. *J Hered* 5:74–85;
 585. Trofimovskaya AYa, Pasyukov VI, Rodionova NA, Soldatov VN (1976) Genetic potential of section true oat of genus *Avena* and its importance for breeding. *Works Appl Bot Genet Plant Breed* 58(2):83–109;
 586. Udovenko GV (1977) Salt tolerance of cultivated plants. Kolos, Leningrad, USSR
 - Valentine J (1987) Breeding cereals of high nutritional quality with special reference to oats and naked oats. *Asp Appl Biol* 15:541–548;
 587. Valentine J, Bakewell EL, Welch RW (1994) Exploitation of the genetic potential of oats for use in feed and human nutrition. *HGCA Project Report No 88E (2nd Report)*, pp 1–21;
 588. Van Deynze AE, Nelson JC, O'Donoghue LS, Ahn SN, Siripoonwiwat W, Harrington SE, Yglesias ES, Brada DP, McCouch SR, Sorrells ME (1995) Comparative mapping in grasses. Oat relationships. *Mol Gen Genet* 249:349–356;
 589. Vavilov NI (1926) The centres of origin of cultivated plants. *Works Appl Bot Plant Breed* 16:91–99;
 590. Vavilov NI (1927) Geographical regularities in relation to the distribution of the genes of cultivated plants. *Works Appl Bot Genet Plant Breed* 17:411–428;
 591. Vavilov NI (1951) The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated by Chester KS. Ronald Press, New York, NY, USA;
 592. Vavilov NI (1957) World resources of cereals, grain leguminous crops and flax and their utilization in plant breeding. *Agroecological survey of the principal field crops*. AN USSR; Moscow–Leningrad, USSR;
 593. Vavilov NI (1962) About origin of cultivated rye. Selected

- works, vol 3. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 446–467;
594. Vavilov NI (1964a) Study of plant immunity to infectious diseases. (As applied to plant breeding purposes). Selected works, vol 4. Nauka, Moscow- Leningrad, USSR, pp 314–399;
 595. Vavilov NI (1964b) Resistant varieties breeding as a main method fighting to rust diseases. Selected works, vol 4. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 414–429;
 596. Vavilov NI (1964c) The lows of natural plant immunity to infectious diseases. (Keys to finding immune forms). Selected works, vol 4. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 430–488;
 597. Vavilov NI (1965a) Centers of origin of cultivated plants. Selected works, vol 5. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 9–107;
 598. Vavilov NI (1965b) Universal centers of a wealth of types genes) of cultivated plants. Selected works, vol 5. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 108–119;
 599. Vavilov NI (1965c) The Linnean species as a system. Selected works, vol 5. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 233–252;
 600. Vavilov NI (1992) Origin and geography of cultivated plants. Translated by Love D. Cambridge University Press, London, UK;
 601. Vavilov NI (1997) Five continents. Translated by Love D.m IPGRI/VIR, Italy, Rome Vavilov NI, Bukinich NI (1959) Agricultural Afghanistan. Selected works, vol 1. Nauka, Moscow–Leningrad, USSR, pp 45–360;
 602. Steudel von EG (1855) *Avena wiestii*. Synopsis Plantarum Glumacearum. Stuttgartiae. I. 231;
 603. Wahl I, Segal A (1986) Evolution of host-parasite balance in natural indigenous populations of wild barley and wild oats in Israel. In: Barigozzi C (ed) The origin and domestication of cultivated plants symposium, 25–27 Nov 1985, Rome, Italy, pp 129–141;
 604. Wallwork, H. 1992 - *Cereal leaf and stem diseases*. Grains Research and Development Corporation. Barton, Australia. 102p.
 605. Watkins, J.E. & Lane, L.C. 2004. Barley yellow dwarf disease

- of barley, oats, and wheat. In NebGuide, University of Nebraska. USA. Accessed on 12 July 2004
606. Zilinsky F.J, 1983, Common Diseases of Small Grain Cereals, Guide to Identification, CIMMYT, Mexico.
 607. Weber Erna, 1961. Grundriss der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner, WEB Gustav Fisher, Verlag, Jena.
 608. Weibull J (1986) Screening for resistance against *Rhopalosiphum padi* (L.). I. Avena species and breeding lines. Euphytica 35:993–999;
 609. Weibull J (1988a) Resistance in the wild crop relatives *Avena macrostachya* and *Hordeum bogdani* to the aphid *Rhopalosiphum padi*. Entomol Exp Appl 48:225–232;
 610. Weibull J (1988b) Free amino acids in the phloem sap from oats and barley resistant to *Rhopalosiphum padi*. Phytochemistry 27:2069–2072;
 611. Weibull J, Hanson R (1986) Möjligheter till resistensförädling mot bladloss i stråsad. Vaxtskyddsrapporter Jordbruk 39: 39–44;
 612. Welch RW, Leggett JM (1997) Nitrogen content, oil content and oil composition of oat cultivars (*A. sativa*) and wild Avena species in relation to nitrogen fertility, yield and partitioning of assimilates. J Cereal Sci 26:105–120;
 613. Welch RW, Leggett JM, Lloyd JD (1991) Variation in the kernel (13)(14)-beta-D-glucan content of oat cultivars and wild Avena species and its relationship to other characteristics. J Cereal Sci 13:173–178;
 614. Welch RW, Brown JCW, Leggett JM (2000) Interspecific and intraspecific variation in grain and groat characteristics of wild oat (Avena) species: very high groat (1-3), (1-4)-b-D-glucan in an *Avena atlantica* genotype. J Cereal Sci 31:273–279;
 615. Welsh A (1945) Pythium root necrosis of oats. Iowa State Coll J Sci 19:361–399;
 616. Wenzig E., Kunert O., Ferreira D., Schmid M., Schuhly W., Bauer R., Hiermann A. Flavonolignans from Avena sativa. J. Nat. Prod. 2005; 68: 289-92.
 617. Wesenberg DM, Briggles LW, Smith DH (1992) Germplasm collection, preservation and utilization. In: Marshall HG, Sorrells ME (eds) Oat science and technology. Agronomy

- Monographs No. 33. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, pp 793–820;
618. Whalley RDB, Burfitt JM (1972) Ecotypic variation in *Avena fatua* L., *A. sterilis* L. (*A. ludoviciana*), and *A. barbata* Pott. in New South Wales and southern Queensland. Aust J Agric Res 23:799–810;
 619. Williams W, Verma UN (1956) Investigation on resistance to disease among species of the genus *Avena*. 2. Resistance to physiologic races of *Puccinia coronata avenae* and *P. graminis avenae*. Ann Appl Biol 44:56–71;
 620. Williams JG, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV, 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18: 6531-6535;
 621. Wilson WA, McMullen MS (1996b) Identification of RAPD markers linked to Pc91. In: Proceedings of the 5th international oat conference, vol 2. 30 July–6 Aug 1996, Saskatoon, Sask., Canada, pp 310–311;
 622. Wilson WA, McMullen MS (1997a) Recombination between a crown rust resistance locus and an interchange breakpoint in hexaploid oat. Crop Sci 37:1694–1698;
 623. Wilson WA, McMullen MS (1997b) Dosage dependent genetic suppression of oat crown rust resistance gene Pc 62. Crop Sci 37:1699–1705;
 624. Wong LSL, McKenzie RIH, Harder DE, Martens JW (1983) The inheritance of resistance to *Puccinia coronata* and of floret characters in *Avena sterilis*. Can J Genet Cytol 25:329–335;
 625. Wood, P.J., Anderson, J.W., Braaten, J.T., Cave, N.A., Scott, F.W. and Vachon, C., 1989. *Physiological effects of β -D-glucan rich fractions from oats*. Cereal Foods World, 34: 878-882.
 626. Yan Kai, Taejin Park 2, Guangjian Yan, Chi Chen, Bin Yang, Zhao Liu 2, Ramakrishna R. Nemani, Yuri Knyazikhin and Ranga B. Myneni, 2016 Evaluation of MODIS LAI/FPAR Product Collection 6.
 627. Yamaguchi H (1976) Taxonomy and distribution of weed oats in Japan and Korea. In: Proceedings of the 5th Asian-Pacific weed sci society conference, 1975, Tokyo, Japan, pp 34–37;
 628. Yamaguchi H (1977) Ecotypic variations of wild common oats

- (*Avena fatua* L.) in East Asia. In: Proceedings of the 6th Asian-Pacific weed science society conference, Indonesia, vol 1, pp 123–131;
629. Youngs VL, Peterson DM (1973) Protein distribution in the oat (*Avena sterilis* L.) kernel. Crop Sci 13:365–367;
 630. Yu J, Herrmann M (2006) Inheritance and mapping of a powdery mildew resistance gene introgressed from *Avena macrostachya* in cultivated oat. Theor Appl Genet 113: 429–437;
 631. Zade A (1918) Der Hafer. Eine Monographie auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage Jena 2–1:355;
 632. Zadoo SN, Choubey RN, Gupta SK, Premachandran MN (1988) Chromosomal stability in the backcross progenies of pentaploid hybrids between *Avena sativa* L. and *A. maroccana* Gdgr. Plant Breed 100:316–319;
 633. Zamfirescu N., Velican V., Săulescu N., Fitotehnie, vol. I, pag.120-309;
 634. Zelenskaya YaG, Konarev AV, Loskutov IG, Gubareva NK, Strelchenko PP (2004) Characteristics of collection of cultivated oat landraces (*Avena sativa* L.) for avenins polymorphism. Agrarnaya Rossiya 6:50–58;
 635. Zhou X, Jellen EN, Murphy JP (1999) Progenitor germplasm of domesticated hexaploid oat. Crop Sci 39:1208–1214;
 636. Zillinsky FJ, Derick RA (1960) Crown rust resistant derivatives from crosses between autotetraploid *Avena sterilis* x *A. sativa*. Can J Plant Sci 40:366–370;
 637. Zillinsky FJ, Murphy HC (1967) Wild oat species as source of disease resistance for improvement of cultivated oats. Plant Dis Rep 51:391–395;
 638. Zillinsky FJ, Sadanaga K, Simons MD, Murphy HC (1959) Rust resistant derivatives from crosses between *Avena abyssinica* and *Avena strigosa*. Agron J 51:343–345;
 639. Zwatz B, Sebesta J, Corazza L, Herrmann M, Krolkowski J (1994) Incidence of *Septoria avenae* Frank f. *sp. avenae* in Europe in 1990-1993 and the varietal reaction of oats to it. Pflanzenschutz 54:129–135.

640. The Food and Drug Administration, 1997. *Food labelling: health claims, oats and coronary heart disease. Final rule.* Federal Register, 62: 3583-3587
641. European Medicines Agency Evaluation of Medicines for Human Use. Assesment report on *Avena sativa* L., herba and *Avena sativa* L., fructus, London September 2008 Doc. Ref. EMEA/HMPC/202967/2007
642. <http://ianrpubs.unl.edu/plantdisease/g906.htm>.
643. <http://jule.pflanzenbestimmung.de/776-2/>., www.botanistii.ro.
644. <http://www.padil.gov.au/aus-smuts/>
645. <http://www.actafungorum.org/actaforum/viewtopic.php?t=3364#-uredospori>
646. <http://www.poga.ca/poga/about-poga->, J.Vinchova, Mendelu Brno, Cehia,
647. http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print -
648. <https://www.agric.wa.gov.au/our-role>,
649. <http://www.naro.affrc.go.jp/org/nilgs/diseases/contents/ehelmintho.html>
650. http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print
651. <http://www.pflanzenkrankheiten.ch/de/krankheiten-an-kulturpflanzen>
652. <https://www.agric.wa.gov.au/oats/oats-leaf-diseases>,
653. <http://www.fao.org/docrep>,
654. <https://de.wikipedia.org/wiki/>,
655. <https://www.google.ro/search?bih=950&biw=1920&q>
656. <http://agronomija.rs/2013/zitna-pijavica-lema-melanopa>
657. <https://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7032420.jpg>,
658. http://www3.hcs.ohio-state.edu/turfwiki/index.php/Frit_Fly-larva
659. <http://www.pistil.ro/informatii-despre-tripsul-ovazului-scapa-de-stenothrips->
660. <http://www.botanistii.ro/blog/insecte-daunatoare-plante-afide-paduchii-de-plante/>
661. <https://sv.wikipedia.org/wiki/Tarsonemidae>
662. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/Taxada/G042S1>.
663. www.agroatlas.ru/en/content/pests/Heterodera_avenae
664. <http://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6hetave.htm-HETERODERA>