**Danela Murariu, Voichița Haș, Domnica Daniela Plăcintă,
Dănuț Petru Simioniuc, Diana-Camelia Batîr Rusu,
Carmen-Daniela Vana, Andreea Ona,
Ancuța-Veronica Lupăescu, Monica Iavorschi**

CARACTERIZAREA POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB DIN ROMÂNIA

IAȘI, 2024

CHARACTERIZATION OF ROMANIAN MAIZE LOCAL LANDRACES

Referenți științifici:
Dr. ing. Aurel Florentin Badiu – Vicepreședinte ASAS
Dr. ing. Florin Marian Russu – Director științific S.C.D.A. Turda

Autori:
Dr. ing. Danela Murariu – CSI, BRGV Suceava
Dr. ing. Voichița Haș - CSI, S.C.D.A. Turda
Dr. ing. Domnica Daniela Plăcintă – CSI, BRGV Suceava
Conf. dr. Dănuț Petru Simioniuc – USV Iași
Dr. biolog Diana-Camelia Batîr Rusu – CSIII, BRGV Suceava
Dr. ing. Carmen Daniela Vana – CSIII, S.C.D.A. Turda
Șef lucr. dr. Andreea Ona – USAMV Cluj Napoca
Asist. univ. dr. Ancuța-Veronica Lupăescu – Univ. Suceava
Asist. univ. dr. Monica Iavorschi – Univ. Suceava

Argument

Creșterea Populației la nivel global depășește creșterea producției de alimente, iar până în 2050 producția va trebui să crească cu 70-100% pentru a satisface nevoile a peste 9 miliarde de oameni, cât se preconizează că vor locui pe Terra.

Porumbul este cultivat anual, la nivel global pe o suprafață estimată de 197 milioane ha, ceea ce îl face a treia cea mai cultivată plantă din lume, după grâu și orez. În unele țări porumbul este o cultură alimentară umană consacrată și importantă, în special în Africa Sub Sahariană, America Latină și câteva țări din Asia, unde porumbul folosit în consumul uman contribuie cu peste 20% din caloriile alimentare (Shiferaw și colab., 2011). În comparație cu grâul și orezul, porumbul este o cultură multifuncțională mai versatilă. În economiile dezvoltate este folosit în primul rând în hrana animalelor, apoi în scop industrial și energetic. Odată cu dezvoltarea economică (inclusiv creșterea veniturilor și urbanizarea), consumul de alimente de origine animală a accelerat și propulsat cererea de porumb ca hrană, Asia fiind un prim exemplu. Prin urmare, porumbul joacă un rol divers și dinamic în sistemele agroalimentare globale și în securitatea alimentară/nutrițională.

Dacă ne referim la producția de porumb, Uniunea Europeană se află pe locul 3, după Statele Unite ale Americii şi China. Conform estimărilor realizate de CEPM, suprafața ocupată cu porumb în UE în 2022 a fost de 14,3 milioane ha, principalii actori fiind Franţa, Ungaria și România.

Suprafața cultivată cu porumb în România a fost estimată în anul 2023 la aproximativ 2,38 milioane de hectare, cu aproape 4% mai mică decât cea din anul 2022 și cu 5,6% sub media ultimilor 5 ani. La această situație au contribuit factori precum temerile legate de importurile ucrainene care au dus la o scădere semnificativă a prețurilor, existența unor culturi cum ar fi floarea-soarelui care sunt rezistente la secetă, dar și culturi profitabile precum soia.

Potrivit datelor Institutului Naţional de Statistică, România a ocupat în anul 2021 primul loc în UE din punct de vedere al suprafeţei cultivate cu porumb, cât şi al producţiei, obținând 15 mil tone, un plus de 4,7 milioane tone faţă de anul 2020.

Creșterea producției naționale de porumb, în contextul crizei globale și a schimbărilor climatice, devine un obiectiv important în Planul strategic de dezvoltare a agriculturii românești în următorii 10 ani, punându-se accent pe folosirea unei germoplasme îmbunătățite, pentru obținerea de producții relativ omogene, definite de interacțiunile genotipului cu mediu și extrapolarea rezultatelor în viitorii hibrizi de porumb.

Cartea reprezintă o inițiativă importantă, privind evaluarea caracterelor/însușirilor morfologice, fiziologice, biochimice și genetice ale populațiilor locale de porumb din România, ca un pas către prezervarea caracterului distinctiv și implicit al identității acestora.

Toleranța la secetă, la temperaturi scăzute, precocitatea și rezistența la frângere și cădere și la Fusarium sunt însușirile analizate și prezentate de autorii cărții într-o manieră care să răspundă tuturor exigenților utilizatorilor. De asemenea sunt

abordate într-o perspectivă modernă aspectele legate atât de conținutul biochimic al cariopselor cât și cele privind caracterizarea moleculară a germoplasmei locale de porumb din România.

În 8 din cele 9 capitole sunt descrise rezultatele obținute prin studierea și analiza populațiilor locale de porumb din România prezervate la BRGV Suceava, iar în capitolul 5 sunt prezentate rezultatele obținute prin folosirea populațiilor locale în programele de ameliorare ale porumbului la S.C.D.A. Turda, fiind un pas important în folosirea acestui fond genetic național atât de diversificat și de util în lucrările de ameliorare.

*Autorii lucrării „**Caracterizarea populațiilor locale de porumb din România**” își exprimă încrederea că informațiile și datele prezentate precum și concluziile desprinse, vor fi de real folos celor care vor studia în continuare această plantă miraculoasă considerată „Hrana zeilor care au creat pământul” (proverb indian), dar și celor care într-un fel sau altul sunt interesați de conservarea biodiversității speciei Zea mays.*

Avem convingerea că lucrarea, prin conținutul ei tematic, prin folosirea modelelor moderne de calcul statistic și prin analiza complexă a unui fond genetic diversificat, reprezentă o abordare nouă în literatura noastră de specialitate.

Autorii

In Memoriam

Dedicăm această lucrare cercetătorilor care au avut un rol important în colectarea, studiul și ameliorarea germoplasmei locale de porumb, și care și-au desfășurat activitatea în importante centre de ameliorare și universități agricole din România:

M. D.CRISTEA **(S.C.D.A. Suceava);**
M. MURARIU **(S.C.D.A. Suceava);**
O. COSMIN **(INCDA Fundulea);**
A. COVOR **(INCDA Fundulea);**
T. MUREȘAN **(INCDA Fundulea);**
T. SARCA **(INCDA Fundulea);**
N.A. SĂULESCU **(INCDA Fundulea);**
Victoria ULINICI **(INCDA Fundulea);**
V. MOȘNEAGĂ **(ICAR București);**
I. M. CĂBULEA **(S.C.D.A. Turda);**
C. GRECU **(S.C.D.A. Turda);**
I. HAȘ **(S.C.D.A. Turda, USAMV Cluj Napoca);**
Lucia ROMAN **(S.C.D.A. Turda);**
S. ILICIEVICI **(S.C.D.A. Șimnic);**
T. ȘUBA (**S.C.D.A. Lovrin);**
Tamara PETROVICI **(S.C.D.A. Podu Iloaie);**
V. RUSANOVSCHI **(S.C.D.A. Podu Iloaie);**
I. GOLOGAN **(USAMV Iași);**
V. VELICAN **(USAMV Cluj).**

Abstract

Maize is grown annually globally on an estimated 197 M ha, making it the third most cultivated crop in the world, after wheat and rice. In some countries, maize is an important human food crop, especially in Sub-Saharan Africa, Latin America and some countries in Asia, where maize used for human consumption contributes more than 20% of dietary calories. Compared to wheat and rice, maize is a more versatile multipurpose crop. In developed economies it is used primarily in animal feed, then for industrial and energy purposes. Along with economic development (including rising incomes and urbanization), the consumption of animal-based foods has accelerated and propelled the demand for maize as food, Asia being a prime example. Therefore, maize plays a diverse and dynamic role in global agri-food systems and food/nutrition security.

The area cultivated with maize in Romania was estimated in 2023 at approximately 2.38 million hectares, almost 4% lower than in 2022 and 5.6% below the average of the last 5 years. Contributing to this situation were factors such as fears about Ukrainian imports that led to a significant drop in prices, the existence of crops such as sunflowers that are resistant to drought, but also profitable crops such as soybeans. According to the data of the National Institute of Statistics, in 2021, Romania occupied the first place in the EU in terms of the area cultivated with maize, as well as production, obtaining 15 million tons, an increase of 4.7 million tons compared to 2020.

Increasing national maize production, in the context of the global crisis and climate changes, becomes an important objective in the Strategic Development Plan of Romanian agriculture in the next 10 years, emphasizing the use of improved germplasm to obtain relatively homogeneous, defined productions of genotype-environment interactions and extrapolating the results to future maize hybrids.

The book represents an important initiative regarding the documentation of the morphological, physiological, biochemical and genetic characters/properties of the local maize populations in Romania, as a step towards preserving the distinctive and implicit character of their identity.

The morphological, physiological, biochemical and molecular characterization of maize local landraces has been possible through the financing of the following projects:

- *Assessing and sustainable use of some genetic resources of interest in the improvement of maize intended for cultivation in wet and cold areas in Romania.* CEEX-AGRAL no.34/2006. Project Coordinator ARDS of Suceava (Marius Murariu), partner: ARDS of Turda (Voichita Has);
- *Increasing the efficiency of the use of an important fund of local maize germplasm from Romania.* PN II, no.52127/2008. Project Coordinator ARDS of Suceava (Marius Murariu), partners: ARDS of Turda (Voichita Has), Suceava Gene Bank (Danela Murariu), ULS Iasi (C. Leonte); University of Suceava (Ana Leahu);
- *European Evaluation Network for Maize* (EVA MAIZE) Project responseble – Danela Murariu, Suceava Gene Bank. 2020-2022; https://www.ecpgr.cgiar.org/eva/eva-networks/maize;
- *Research on the germplasm of extra-early and early maize hybrids with a view to their expansion in favorable areas to the cultivation of maize in dry areas, while maintaining the productive performance and quality indices specific to hybrids distributed in dry areas*. ADER 2.1.2./2023-2026. Project Coordinator ARDS of Suceava (Cătălin Ioan Enea);
- Institutional development project of „Stefan cel Mare" University of Suceava *to increase performance and capacity for*

interdisciplinary research, development and innovation in bioeconomy – Project manager - Mihai Dimian - https://probion,usv.ro

The genetic fond characterized in this book is represented by over 1400 maize local landaces collected from the surface of the whole country. O main part of these were characterized in Suceava Gene Bank and other part in ARDS of Turda.

Chapter 1 presents the importance of maize crop, its history and evolution in Romania, as well as the collecting and conservation of local maize landraces in our country.

In the **Chapter 2** a main part of the maize local landraces, preserved in Suceava Gene Bank, originating from all historical areas of Romania, were morphologically characterized, in order to establish the diversity level of the romanian maize germplasm.

In the **Chapter 3,** a screening of local maize populations is carried out for the prediction of vulnerable descriptors to water stress and for the identification of genetic pools tolerant to hidric stress.

Chapter 4 presents the relationships between the physiological and biochemical traits of the maize landraces in order to identify genetic sources resistant to low temperatures and with high precocity.

In the **Chapter 5** it present the collecting, studying, phenotypic value of maize germplasm coming from Transilvania, maintened at ARDS of Turda. Also it is presented the phenotypic (per se) and genetic potential of some inbred lines obtained from cycle I material, in a cyclic crossing system with testers (elite inbred lines). It is related the study of inbred lines obtained from cycle I material, with the help of SSR molecular markers and their classification into germplasm groups, too.

Chapter 6 describes in detail the incidence and impact of the mycomycete *Fusarium verticillioides* on human, plant and animal health and the infection ways, as well as its infection mechanisms. Also are presented the results obtained regarding the evaluation of resistance

to *Fusarium verticillioides f.sp. moniliformes* of some local maize landraces in the Gene Bank's collection, by pathogen phenotyping in naturally infested condition.

In the **Chapter 7** it explained the principles and methods used in biochemical characterizations of maize in order to determin the proteins, amino-acids, carbohydrates contents and antioxidant capacity. Also are described the biochemical traits of some maize local landraces preserved in Suceava Gene Bank.

Chapter 8 deals with molecular characterization of Romanian maize locale landraces , describing in detail assesing of the genetic diversity of maize germplasm from the Suceava Gene Bank collection through different mollecular technique (AFLP; RAPD; SNP).

In the **Chapter 9**, the local maize populations characterized within the EVA MAIZE project (2020-2022) are described.

We are convinced that the book „*Characterization of maize local landraces from Romania*", through its thematic content, and the complex analysis of a diversified genetic pool, represents a new approach in Romanian agricultural research.

CUPRINS

CAPITOLUL 1. INTRODUCERE (DANELA MURARIU) 19

1.1. CONTEXT 19
1.2. PORUMBUL – PLANTĂ POTENȚIALĂ ÎN ASIGURAREA SECURITĂȚII ALIMENTARE MONDIALE 19
1.3. PORUMBUL ÎN ROMÂNIA 21
1.3.1. Introducerea porumbului în Țările Române 22
1.3.2. Evoluţia porumburilor locale în România 23
1.3.3. Scurt istoric al evoluției materialului biologic de porumb în România 28
1.3.4. Colectarea și conservarea populațiilor locale de porumb în România 32
1.3.5. Proveniența colecției naționale de populații locale de porumb conservată la Banca de Gene Suceava 34

BIBLIOGRAFIE 39

CAPITOLUL 2. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB AFLATE ÎN COLECȚIA BRGV SUCEAVA (DANELA MURARIU) 42

2.1. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN MARAMUREȘ 43
2.2. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN CRIȘANA 50
2.3. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN BANAT 53
2.4. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN TRANSILVANIA 58
2.5. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN OLTENIA 65
2.6. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN MUNTENIA 70
2.7. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN BUCOVINA 76
2.8. CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE ORIGINARE DIN MOLDOVA 82
2.9. CONCLUZII PRIVIND VARIABILITATEA MORFOLOGICĂ A GERMOPLASMEI LOCALE DE PORUMB AFLATĂ ÎN INVENTARUL BRGV SUCEAVA 88

BIBLIOGRAFIE 90

CAPITOLUL 3. SCREENING-UL POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB ROMÂNEȘTI PENTRU TOLERANȚA LA STRESUL HIDRIC (DANELA MURARIU) 92

3.1. FIZIOLOGIA STRESULUI HIDRIC 93
3.2. RĂSUCIREA FRUNZELOR 95
3.3. SENESCENȚA FRUNZELOR 95
3.4. INTERVALUL DE TIMP ÎNTRE ÎNFLORIREA PANICULULUI ȘI MĂTĂSIRE (IMI) 96
3.5. RAMIFICAȚIILE PANICULULUI 97
3.6. NUMĂRUL DE ȘTIULEȚI/PLANTĂ 98
3.7. PRODUCȚIA DE BOABE 99
3.8. COLECTAREA DE DATE 100
3.9. ANALIZA STATISTICĂ 101
3.9.1. Numărul total de frunze 102

3.9.2. Lungimea paniculului, numărul de ramificații de ordinul I și numărul de ramificații de ordinul II *102*
3.9.3. Lungimea și lățimea frunzei de la baza știuletelui principal *103*
3.9.4. Număr de zile până la înflorit și până la apariția mătăsii *103*
3.9.5. Greutatea boabelor pe știulete *104*
3.9.6. Masa a 1000 de boabe *104*
3.10. Corelarea însușirilor de rezistență la stresul hidric 104
3.11. Analiza Componentelor principale (PCA) pentru rezistența la stresul hidric 105
3.12. Concluzii privind toleranța la stresul hidric a germoplsamei locale de porumb din România 114

BIBLIOGRAFIE **116**

CAPITOLUL 4. REZISTENȚA LA FRIG ȘI PRECOCITATEA POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB (DANELA MURARIU) **120**

4.1. Rezistența plantulelor de porumb la frig 120
4.2. Precocitatea populațiilor locale de porumb 122
4.3. Colectarea de date 124
4.4. Analiza statistică 124
4.4.1. Testarea rezistenței la frig, în condiții de laborator *124*
4.4.2. Umiditatea boabelor la recoltare *127*
4.4.3. Număr de zile de la semănat până la mătăsit și înflorit *127*
4.4.4. Suma gradelor termice de la semănat până la mătăsit și înflorit *127*
4.4.5. Greutatea boabelor pe știulete *128*
4.4.6. Masa a 1000 de boabe *128*
4.5. Corelarea însușirilor de rezistență la temperaturi scăzute și precocitate 128
4.6. Analiza Componentelor Principale (PCA) pentru precocitate și rezistența la temperaturi scăzute 130
4.7. Corelații înrtre rezistența la temperaturi scăzute a germoplasmei locale de porumb și conținutul biochimic al boabelor și plantulelor 135
4.8. Concluzii privind rezistența la frig a germoplasmei locale de porumb conservată în Banca de Gene Suceava 140

BIBLIOGRAFIE **142**

CAPITOLUL 5. VALOAREA FENOTIPICĂ ȘI GENETICĂ A UNOR POPUAȚII LOCALE DIN ZONA TRANSILVANIEI (CARMEN-DANIELA VANA, VOICHIȚA HAȘ, ANDREEA ONA) **144**

Introducere 144
5.1. Colectarea, studierea și menținerea populațiilor locale, din Transilvania, la S.C.D.A. Turda 146
5.1.1. Colectarea populațiilor locale din Transilvania *147*
5.1.2. Studiul proveniențelor locale de porumb din Transilvania *149*

5.1.3. Conservarea și menținerea germoplasmei locale (in situ) 150
5.1.4. Valorificarea germoplasmei locale – produsul ameliorării 151
5.1.4.1. Soiuri 153
5.1.4.2. Populații sintetice 153
5.1.4.3. Linii consangvinizate 158
5.2. VALOAREA FENOTIPICĂ A GERMOPLASMEI LOCALE DE PORUMB, DIN ZONA TRASLVANIEI 160
5.2.1. Studiu potențialului fenotipic al caracterelor vegetative ale plantei, la colecția de germoplasmă locală, de la S.C.D.A. TURDA 161
5.2.1.1. Studiul înălțimii plantelor la soiuri, populații locale și populații sintetice/composite 163
5.2.1.2. Studiul înălțimii de inserție a știuletelui principal la soiuri, populații locale și populații sintetice /composite 164
5.2.1.3. Studiul numărului total de frunze pe plantă, la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 166
5.2.1.4. Studiul numărului de frunze deasupra știuletelui principal la soiuri, populații sintetice și populații locale 168
5.2.1.5. Studiul numărului de ramificații la panicul la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 170
5.2.2. Studiul variabilității perioadei de vegetație exprimată prin suma gradelor termic active (≥ 10 ˚C) la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 173
5.2.2.1. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat - înflorit" la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 174
5.2.2.2. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat – apariția stigmatelor" la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 176
5.2.2.3. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat – maturitate fiziologică" la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 177
5.2.3. Studiul potențialului fenotipic al caracteristicilor știuletelui, la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale, din colecția de germoplasmă, de la S.C.D.A. Turda 181
5.2.3.1. Studiul variabilității greutății știuletelui la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 183
5.2.3.2. Studiul variabilității greutății boabelor pe știulete la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 185
5.2.3.3. Studiul variabilității lungimii știuleților la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 187
5.2.3.4. Studiul variabilității numărului de boabe/rând la soiuri, populații sintetice și populații locale 188
5.2.3.5. Studiul variabilității numărului de rânduri de boabe/ știulete la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 190
5.2.3.6. Studiul variabilității diametrului rahisului la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale 193
5.2.3.7. Studiul variabilității profunzimii bobului la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda 195

5.2.4. Studiul variabilității compoziției chimice a bobului la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale, din colecția de germoplasmă locală, de la S.C.D.A. Turda *198*
5.3. STUDIUL CAPACITĂȚII DE MENȚINERE/RESTAURARE A FERTILITĂȚII POLENULUI LA UNELE POPULAȚII LOCALE DE PORUMB 205
5.3.1. Reacția de restaurarea unor populații locale în interacțiune cu trei tipuri de citoplasmă: T, C și M (S) *208*
5.3.2.Sinteza reacției populațiilor (provenienților) locale la testarea pe trei tipuri de citoplasmă (T, C, M) *217*
5.4. STUDIUL POTENȚIALULUI FENOTIPIC (*PER SE*) ȘI GENETIC AL UNOR LINII CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN MATERIAL DE CICLUL I, ÎNTR-UN SISTEM DE ÎNCRUCIȘĂRI CICLICE CU TESTERI (LINII CONSANGVINIZATE ELITE) 220
5.4.1. Studiul per se al liniilor consangvinizate, forme parentale, în sistemul de încrucișări „mxn"(8x4) *221*
5.4.2. Potențialul genetic al liniilor consangvinizate din material de ciclu I *225*
5.4.2.1. Studiul capacității generale și specifice de combinare a unor linii provenite din germoplasma locală pentru capacitatea de producție 227
5.4.2.2. Studiul mecanismelor genetice implicate în acumularea de substanță uscată în boabe, la recoltare 228
5.4.2.3. Mecanismele genice implicate în transmiterea rezistenței plantelor la frângere și cădere, la recoltare 229
5.5. STUDIUL UNOR LINII CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN MATERIAL DE CICLUL I, CU AJUTORUL MARKERILOR MOLECULARI SSR ȘI ÎNCADRAREA ACESTORA, ÎN GRUPE DE GERMOPLASMĂ 231
5.6. CONCLUZII 234
BIBLIOGRAFIE **236**
CAPITOLUL 6. SCREENING-UL GERMOPLASMEI DE PORUMB PENTRU REZISTENȚA LA *FUSARIUM* (DOMNICA DANIELA PLĂCINTĂ) **241**
6.1. GENERALITĂȚI, ABORDĂRI CONCEPTUALE ALE INCIDENȚEI MICROMICETEI *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* LA SPECIA *ZEA MAYS*. 241
6.2. IMPACTUL MICOMICETEI *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* ASUPRA SĂNĂTĂȚII UMANE, A PLANTELOR ȘI ANIMALELOR 242
6.3. CĂI DE INFESTARE CU *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 243
6.4. MECANISME DE INFECȚIE ALE MICROMICETEI *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 244
6.5. PATOGENITATEA MICROMICETEI *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 246
6.6. CARACTERISTICI MORFOLOGICE - *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 247
6.7. *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* ȘI SINTEZA DE MICOTOXINE 249
6.8. *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* ȘI FENOTIPAREA BOLII UN CÂȘTIG GENETIC PENTRU STUDIUL REZISTENȚEI GERMOPLASMEI DE PORUMB 251
6.9. EVALUAREA REZISTENȚEI LA *FUSARIUM VERTICILLIOIDES F.SP. MONILIFORME* A UNOR POPULAȚII LOCALE DE PORUMB PRIN FENOTIPAREA BOLII PE ȘTIULEȚI INFESTAȚI NATURAL ÎN CÂMPUL EXPERIMENTAL 256

6.10. ROLUL FITOMICROBIOMULUI ÎN MANAGEMENTUL ŞI BIOCONTROLUL MICROMICETEI *FUSARIUM VERTICILLIOIDES F.SP.MONILIFORME* LA PORUMB 259

BIBLIOGRAFIE 262

CAPITOLUL 7. PARTICULARITĂŢI BIOCHIMICE ALE POPULAŢIILOR LOCALE DE PORUMB DIN COLECŢIA BRGV SUCEAVA (ANCUŢA-VERONICA LUPĂESCU, MONICA IAVORSCHI) 268

7.1. PROPRIETĂŢI GENERALE 268
7.2. PRINCIPII ŞI METODE UTILIZATE ÎN CARACTERIZĂRI BIOCHIMICE 270
7.2.1. Reacţii specifice pentru proteine 270
7.2.2. Reacţii specifice pentru aminoacizi 277
7.2.3. Reacţii specifice pentru carbohidraţi 283
7.2.4. Metode utilizate în evaluarea capacităţii antioxidante totale 287
7.3. EVALUAREA BIOCHIMĂ A UNOR POPULAŢII LOCALE DE PORUMB DIN COLECŢIA BRGV SUCEAVA 291
7.3.1. Metode utilizate în determinarea conţinutului de proteine 293
7.3.2. Determinarea aminoacizilor liberi totali 296
7.3.3. Determinarea activităţii antioxidante 297
7.4. EVALUAREA CONŢINUTULUI BIOCHIMIC AL PORUMBULUI 298

BIBLIOGRAFIE 307

CAPITOLUL 8. CARACTERIZAREA MOLECULARĂ A POPULAŢIILOR LOCALE DE PORUMB ORIGINARE DIN ROMÂNIA (DANELA MURARIU, D.P. SIMIONIUC) 311

8.1. INTRODUCERE 311
8.2. CARACTERIZAREA MOLECULARĂ A POPULAŢIILOR LOCALE DE PORUMB DIN ROMÂNIA 314
8.2.1. Evaluarea diversităţii genetice a populaţiilor locale de porumb din colecţia BRGV Suceava prin tehnica AFLP 315
8.2.2 Caracterizarea genetică a unor populaţii de porumb originare din România, prin tehnica RAPD 318
8.2.3. Caracterizarea moleculară a germoplasmei locale de porumb din România, cu markeri SNP 322
8.3. CONCLUZII GENERALE 326

BIBLIOGRAFIE 327

CAPITOLUL 9. ÎNSUŞIRILE MORFO-FIZIOLOGICE ŞI BIOCHIMICE ALE POPULAŢIILOR LOCALE DE PORUMB INCLUSE ÎN PROIECTUL EUROPEAN „EVA MAIZE" (DANELA MURARIU, DIANA-CAMELIA BATÎR RUSU) 331

CONTENT

CHAPTER 1. INTRODUCTION (DANELA MURARIU) 19

1.1. BACKGROUND 19
1.2. MAIZE – POTENTIAL PLANT IN ENSURING GLOBAL FOOD SECURITY 19
1.3. MAIZE IN ROMANIA 21
1.3.1. Introduction of maize în Romanian Hystorical Regions 22
1.3.2. The evolution of local maize in Romania 23
1.3.3. Brief history of the evolution of the biological material of maize in Romania 28
1.3.4. Collecting and preservation of maize local landraces in Romania 32
1.3.5. Origin of the maize local landraces collection preserved in the Suceava Gene Bank 34

BIBLIOGRAPHY 39

CHAPTER 2. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES PRESERVED IN SUCEAVA GENE BANK (DANELA MURARIU) 42

2.1. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM MARAMUREȘ 43
2.2. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM CRIȘANA 50
2.3. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM BANAT 53
2.4. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM TRANSILVANIA 58
2.5. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM OLTENIA 65
2.6. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM MUNTENIA 70
2.7. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM BUCOVINA 76
2.8. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM MOLDOVA 82
2.9. CONCLUSIONS REGARDING THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF THE LOCAL MAIZE GERMPLASM PRESERVED BY SUCEAVA GENE BANK 88

BIBLIOGRAPHY 90

CHAPTER 3. **SCREENING OF THE ROMANIAN MAIZE LOCAL LANDRACES FOR TOLERANCE TO DROUGHT STRESS (Danela Murariu)** 92
3.1. DROUGHT STRESS PHYSIOLOGY 93
3.2. LEAF ROLLING 95
3.3. LEAF SENESCENCE 95
3.4. ANTHESIS-SILKING INTERVAL (ASI) 96
3.5. PANICLE RAMIFICATIONS 97
3.6. NUMBER OF EARS PER PLANT 98
3.7. GRAIN YIELD 99

3.8. Data Collection 100
3.9. Statistical Analysis 101
3.9.1. Total number of leaves *102*
3.9.2. Panicle leight, number of first and second-orders of branches *102*
3.9.3. The length and width of the leaf from the base of the main ear *103*
3.9.4. Number of days to flowering and silking data *103*
3.9.5. Number of days to flowering and silking data *104*
3.9.6. Seed weight *104*
3.10. Correlation of drought stress resistance traits 104
3.11. Principal Component Analysis (PCA) for tolerance to drought stress 105
3.12. Conclusions concerning the tolerance to drought stress of the Romanian maize local landraces 114
BIBLIOGRAPHY **116**
CHAPTER 4. RESISTANCE TO LOW TEMPERATURES AND THE PRECOCITY OF THE ROMANIAN MAIZE LOCAL LANDRACES (DANELA MURARIU) **120**
4.1. Cold resistance of maize seedlings 120
4.2. Precocity of maize local landrces 122
4.3. Data Collection 124
4.4. Statistical Analysis 124
4.4.1. Cold resistance testing under laboratory conditions *124*
4.4.2. Grain moisture content at harvesting *127*
4.4.3. Number of days to flowering and silking data *127*
4.4.4. The sum of the thermal degrees from sowing to silking and flowering data *127*
4.4.5. Grain weight per ear *128*
4.4.6. Seed weight *128*
4.5. Correlation of low temperature resistance with precocity traits 128
4.6. Principal Component Analysis (PCA) for tolerance to drought stress for precocity and resistance to low temperatures 130
4.7. Correlations between cold resistance of local maize germplasm and biochemical content of kernels and plantlets 135
4.8. Conclusions regarding the cold resistance of the local maize germplasm preserved in the Suceava Gene Bank 140
BIBLIOGRAPHY **142**
CHAPTER 5. PHENOTYPIC AND GENETIC VALUES OF SOME MAIZE LOCAL LANDRACES ORIGINATED FROM TRANSILVANIA AREA (CARMEN-DANIELA VANA, VOICHIȚA HAȘ, ANDREEA ONA) **144**
Introduction 144

5.1. COLLECTING, STUDYING AND MAINTAINING LOCAL LANDRACES, COMING FROM TRANSILVANIA, AT ARDS OF TURDA 146
5.1.1. Collecting of maize local landraces fromTransilviania 147
5.1.2. Study of maize local landraces fromTransilvania 149
5.1.3. In situ conservation and maintaining of maize local landraces 150
5.1.4. Valorization of maize local germplasm - the product of maize breeding 151
5.1.4.1. Cultivars 153
5.1.4.2. Synthetic populations 153
5.1.4.3. Inbred lines 158
5.2. THE PHENOTYPIC VALUE OF THE LOCAL MAIZE GERMPLASM, FROM THE TRANSYLVANIA AREA 160
5.2.1. Study of the phenotypic potential of the plant vegetative traits, in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces from ARDS of Turda collection 161
5.2.1.1. Study of plant height in cultivars, local plandraces and synthetic/composite populations 163
5.2.1.2. Study of main ear insertion height in cultivars, local landraces and synthetic/composite populations 164
5.2.1.3. Study of the total number of leaves in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 166
5.2.1.4. Study of the number of leaves above the main ear in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 168
5.2.1.5. Study of the number of ramifications in the panicle in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 170
5.2.2. Study of the vegetation period variability expressed by the sum of thermally active degrees (≥ 10˚C) in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 173
5.2.2.1. Variability of genotypes studied for the "sowing - flowering" phenophase in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 174
5.2.2.2. Variability of genotypes studied for the "sowing - silking" phenophase 176
5.2.2.3. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza "sowing - physiological maturity" 177
5.2.3. The study of the phenotypic potential of ear traits in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces from ARDS of Turda collection 181
5.2.3.1. Study of ear weight variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 183
5.2.3.2. Study of grain weight per ear variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 185
5.2.3.3. Study of ear length variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 187

5.2.3.4. Study of kernel number per row variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 188
5.2.3.5. Study of kernel rows number/ear variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 190
5.2.3.6. Study of rachis diameter variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces 193
5.2.3.7. Study of kernel depth variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces from ARDS of Turda 195
5.2.4. Study of chemical composition of the kernel variability in cultivars, synthetic (composite) populations and local landraces from ARDS of Turda 198
5.3. STUDY OF THE ABILITY TO MAINTAIN/RESTORE POLLEN FERTILITY IN SOME LOCAL MAIZE LANDRACES 205
5.3.1. The reaction of the restoration of some local landraces in interaction with three types of cytoplasm: T, C și M (S) 208
5.3.2. Synthesis of the response of local landarces to testing on three types of cytoplasm: (T, C, M) 217
5.4. THE STUDY OF THE PHENOTYPIC (PER SE) AND GENETIC POTENTIAL OF SOME INBRED LINES OBTAINED FROM CYCLE I MATERIAL, IN A CYCLIC CROSSING SYSTEM WITH TESTERS (ELITE INBRED LINES) 220
5.4.1. The per se study of inbred lines, parental forms, in the crossbreeding system „mxn"(8 x4) 221
5.4.2. Genetic potential of inbred lines from cycle I material 225
5.4.2.1. The study of the general and specific capacity of combining some lines originating from the local germplasm for yielding capacity 227
5.4.2.2. Study of genetic mechanisms involved in grain dry matter accumulation at harvesting time 228
5.4.2.3. The genetic mechanisms involved in the transmission of plant resistance to root and lodging, to harvesting 229
5.5. THE STUDY OF INBRED LINES OBTAINED FROM CYCLE I MATERIAL, WITH THE HELP OF SSR MOLECULAR MARKERS AND THEIR CLASSIFICATION INTO GERMPLASM GROUPS 231
5.6. CONCLUSIONS 234

BIBLIOGRAPHY 236

CHAPTER 6. SCREENING OF ROMANIAN MAIZE GERMPLASM FOR *FUSARIUM* TOLERANCE (DOMNICA DANIELA PLĂCINTĂ) 241

6.1. GENERALITIES, CONCEPTUAL APPROACHES TO THE INCIDENCE OF THE MICROMYCETE *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* IN THE *ZEA MAYS* SPECIES 241
6.2. IMPACT OF THE MYCOMYCETE *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* ON HUMAN, PLANT AND ANIMAL HEALTH 242
6.3. WAYS OF INFESTATION WITH *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 243
6.4. INFECTION MECHANISMS OF *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 244
6.5. PATHOGENITY OF *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 246
6.6. MORPHOLOGICAL TRAITS OF *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* 247
6.7. *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* AND MYCOTOXIN SYNTHESIS 249

6.8. *FUSARIUM VERTICILLIOIDES* AND DISEASE PHENOTYPING, A GENETIC GAIN FOR THE STUDY OF MAIZE GERMPLASM TOLERANCE TO THE MYCOMICYCETE 251
6.9. EVALUATION OF TOLERANCE TO *FUSARIUM VERTICILLIOIDES F.SP. MONILIFORMES* OF SOME LOCAL MAIZE LANDRACES BY DISEASE PHENOTYPING ON NATURALLY INFESTED EARS IN THE EXPERIMENTAL FIELD 256
6.10. THE ROLE OF THE PHYTOMICROBIOME IN MANAGEMENT AND BIOCONTROL OF *FUSARIUM VERTICILLIOIDES F.SP.MONILIFORME* IN MAIZE 259

BIBLIOGRAPHY 262

CHAPTER 7. BIOCHEMICAL TRAITS OF THE MAIZE LOCAL LANDRACES FROM SUCEAVA GENE BANK COLLECTION (ANCUȚA-VERONICA LUPĂESCU, MONICA IAVORSCHI) 268

7.1. GENERAL PROPERTIES 268
7.2. PRINCIPLES AND METHODS USED IN BIOCHEMICAL CHARACTERIZATIONS 270
7.2.1. Specific reactions for proteins 270
7.2.2. Specific reactions for amino acids 277
7.2.3. Specific reactions for carbohydrates 283
7.2.4. Methods used in the assessment of total antioxidant capacity 287
7.3. BIOCHEMICAL EVALUATION OF SOME LOCAL MAIZE LANDRACES FROM THE SUCEAVA GENE BANK COLLECTION 291
7.3.1. Used methods in the determination of protein content 293
7.3.2. Determination of total free amino acids content 296
7.3.3. Determination of antioxidant activity 297
7.4. EVALUATION OF THE BIOCHEMICAL CONTENT OF THE ANALYZED MAIZE GERMPLASM 298

BIBLIOGRAPHY 307

CHAPTER 8. MOLECULAR CHARACTERIZATION OF ROMANIAN MAIZE LOCALE LANDRACES (DANELA MURARIU, D.P. SIMIONIUC) 311

8.1. INTRODUCTION 311
8.2. MOLECULAR CHARACTERIZATION OF ROMANIAN MAIZE LOCALE LANDRACES 314
8.2.1. Evaluation of the genetic diversity of Romanian maize local landraces from the Suceava Gene Bank collection through the AFLP technique 315
8.2.2 Evaluation of the genetic diversity of Romanian maize local landraces from the Suceava Gene Bank collection through the RAPD technique 318
8.2.3. Molecular Characterization of Romanian maize local landraces with SNP markers 322
8.3. GENERAL CONCLUSIONS 326

BIBLIOGRAPHY 327

CHAPTER 9. THE MORPHO-PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF THE LOCAL MAIZE POPULATIONS INCLUDED IN THE EUROPEAN PROJECT "EVA MAIZE" (DANELA MURARIU, DIANA-CAMELIA BATÎR RUSU) 331

CAPITOLUL 1.
INTRODUCERE
(Danela Murariu)

1.1. Context

Porumbul este a treia cereală din lume după grâu și orez, reprezentând aproximativ 20% din suprafața totală cultivată cu cereale (FAO, 2005). Dintre aceste trei culturi, porumbul are cea mai mare importanță în ceea ce privește randamentul, consumul și valoarea financiară, ocupând locul I ca producție totală (1,148 milioane tone) (Ferra, 1995). Din această cantitate, aproximativ 2/3 este utilizată în hrana animalelor. O mare parte din producția obținută este recoltată în stare matură și utilizată ca furaj. Dintre toate tipurile de furaje, porumbul are cel mai ridicat conținut caloric.

Porumbul este considerat cea mai productivă specie cerealieră, având o mare „plasticitate ecologică", fiind cultivat în condiții climatice foarte diferite – din Canada și Rusia în emisfera Nordică până în Noua Zeelandă în emisfera sudică.

1.2. Porumbul – plantă potențială în asigurarea securității alimentare mondiale

Potrivit unei legende vechi indiene, porumbul este „hrana zeilor care au creat Pământul". Specia *Zea mays* îşi are originea în Mexic şi a fost cultivat pentru prima dată acum mai bine de 6000 de ani. Ca importanţă culturală această regiune este similară cu cea a orezului în Asia, a grâului şi orzului în Orientul Mijlociu. Porumbul există numai

cultivat de om pentru că seminţele nu pot fi separate de pe ştiulete fără intervenţie umană (T. Săvulescu, 1957).

Se preconizează ca până în anul 2030, necesarul de porumb în ţările în curs de dezvoltare să depăşească solicitările de grâu şi orez. Acest lucru este reflectat într-o creştere de peste 50% a cererii de porumb la nivel mondial, de la 558 milioane tone în anul 1995, la peste 900 milioane de tone în anul 2030. În ţările în curs de dezvoltare, cererea de porumb va creşte de la 282 milioane tone cât a fost în anul 1995, la peste 600 milioane tone în anul 2030.

La nivel global porumbul este cultivat pe aproximativ 140 de milioane hectare. Principalii cultivatori sunt: SUA, China, Brazilia, Africa de Sud şi UE. Aproximativ 96 milioane de hectare sunt cultivate doar în patru ţări: China, Brazilia, Mexic şi India.

Chiar dacă este folosit în principal în hrana animalelor (78%), în multe ţări este utilizat şi pentru hrana omului (13%). Se consumă în forme foarte variate: ca ştiuleţi fierţi, mămăligă, sau sub formă prelucrată: ulei, amidon, îndulcitori şi făină. De asemenea, intră în componenţa unor medicamente (aspirină, antibiotice), dar poate fi găsit şi în componenţa unor droguri.

Porumbul a fost şi este preocuparea majoră în lucrările de genetică şi biotehnologie pentru mai multe motive. Producerea seminţei hibride şi importanţa comercială a acesteia permit sectorului privat să obţină beneficii mari, dintre acestea o parte fiind destinate cercetării şi dezvoltării speciei *Zea mays*. În plus, faţă de beneficiile comerciale, porumbul oferă de asemenea, o serie de avantaje semnificative ştiinţifice. Studiile genetice clasice au evoluat enorm în sfera colecţiei de loci cunoscuţi şi a stocurilor genetice şi citogenetice. Acest lucru, împreună cu uşurinţa cu care atât de multe studii moleculare, genetice şi biologice pot fi realizate, au condus la o multitudine de investigaţii ce vor conduce în cele din urmă la o înţelegere profundă a genomului porumbului. Eforturile de a dezvolta instrumente şi tehnici de

identificare extinsă a genelor şi a funcţiilor acestora prin intermediul genomicei moderne, promit să menţină poziţia porumbului ca lider al geneticii (M. Murariu și colab., 2012).

1.3. Porumbul în România

Potenţialul ridicat de producţie, precum şi larga utilizare a porumbului în numeroase domenii ale activităţii umane, plasează această specie printre cele mai extinse plante cultivate în România, ocupând locul doi ca suprafaţă după grâu, iar ca producţie este pe primul loc. Această situaţie face ca porumbului să i se acorde o atenţie deosebită, atât de către cercetători, cât şi de către cultivatori, cu atât mai mult cu cât porumbul ocupă o importantă pondere în securitatea alimentară a Populației aflată în continuă creştere (Cristea şi colab., 2004).

Importanţa alimentară, furajeră, industrială şi tehnologică a porumbului este dată de următoarele însuşiri:

- în alimentaţia omului se foloseşte sub formă de făină de porumb (mălai), fulgi de porumb, floricele, boabe fierte etc.;
- conţinutul ridicat de grăsimi (peste 6%) în germeni face din porumb o plantă din care se extrage ulei de foarte bună calitate, folosit în alimentaţia dietetică;
- în hrana animalelor porumbul se folosește sub diferite forme: boabe, furaj verde sau însilozat, fân, coceni;
- folosirea porumbului pentru siloz, considerat ,,pasiunea de iarnă" a animalelor, constituie modul cel mai eficient de hrănire a animalelor în perioada de stabulație, având un grad foarte ridicat de consumabilitate;
- în industrie, boabele de porumb constituie materia primă pentru fabricarea uleiului, spirtului, amidonului, glucozei şi a altor produse ca: sirop, pectină, dextrină, substanţe plastice, acid lactic, acid acetic, acetonă, coloranţi, cauciuc sintetic, biocombustibil şi altele;

● din punct de vedere tehnologic porumbul se poate cultiva ca şi cultură principală sau în cultură succesivă (dublă), după speciile care se recoltează mai devreme;

● folosirea unor hibrizi cu perioade de vegetaţie diferite permite o cultivare eşalonată a porumbului, asigurându-se, astfel, furaje verzi în tot timpul vegetației;

● importanţa porumbului se datorează şi următoarelor însuşiri agrobiologice şi agrotehnice: rezistenţa ridicată la secetă şi cădere, la unele boli şi dăunatori, mecanizarea totală a lucrărilor agrotehnice şi de recoltare, o bună valorificare a îngrăşămintelor organo-minerale şi a apei de irigaţie etc.

1.3.1. Introducerea porumbului în Țările Române

Drumul lung străbătut de germoplasma de porumb de la forma sălbatică la forma domestică și de aici la răspândirea în toată lumea, dovedește validitatea principiului conform căruia germoplasma este vie și ca urmare ea se mișcă și se transformă, fiind transmisă de-a lungul timpului de la o generație la alta, iar mobilitatea ei îi permite să se răspândească cu ușurință (Cristea M., 2021). Domesticirea porumbului a avut loc pe continentul american respectiv în Mexic, cu 4250 de ani î.e.n., după o perioadă lungă de cultură în această stare nouă, în zona de origine, timp de 6000 de ani, ajunge în anul 1412 în Europa, mai întâi în vestul bătrânului continent și de aici pe cale directă sau prin țări intermediare, pe tot continentul (Murariu D. și Cristea M., 2019).

Centrul de origine al porumbului este America Centrală (Mexic-Guatemala) şi America de Sud (Peru –Bolivia), de unde a fost adus în Europa la sfârşitul secolului al XV-lea de navigatorul Cristofor Columb.

În România porumbul se presupune că a fost introdus în sec. XVII direct din Italia sau Turcia, cu care Țările Române aveau pe atunci raporturi economice foarte strânse, ca o consecință a dependenței politice. Ocupația turcească a contribuit la extinderea

culturii porumbului deoarece în tributul datorat Turciei, valoarea financiară a boabelor de porumb era redusă, dar totuși s-a răspândit în detrimentul celorlalte cereale, mai ales a grâului (Covor A., 1972)

În Moldova, în timpul domniei lui Constantin Duca Vodă (1693 – 1695), informaţiile din „Letopiseţele" lui Mihail Kogălniceanu (1872) arată că în acea vreme porumbul era o cultură obişnuită, cu o importanţă destul de mare.

În Muntenia, după Radianu (1906), porumbul ar fi fost introdus în ultimul sfert al secolului al XVII – lea, sub domnia lui Şerban Cantacuzino (1679 – 1688).

În Transilvania, se crede că porumbul a fost introdus în deceniile III şi IV ale secolului al XVII-lea prin intermediul comercianţilor italieni (Mureşan şi colab., 1973).

Referitor la căile probabile de pătrundere a porumbului pe teritoriul României se evidențiază că în Transilvania porumbul a fost introdus din Italia, la mijlocul secolului al XVII – lea, iar în Muntenia și Moldova a venit din Turcia, spre sfârşitul aceluiași secol (Tomozei, 1960, Zamfirescu şi colab., 1965).

1.3.2. Evoluţia porumburilor locale în România

Studiind germoplasma la porumb, Cristea (1975) precizează o succesiune a evoluţiei culturii porumbului în ţara noastră. Astfel, primele forme de porumb introduse au fost de tip indurat. Se apreciază că acele forme au făcut parte din aceeaşi subvarietate, *vulgata* Koern (Moşneagă, 1957).

Sub influența selecției naturale, la care s-a adăugat acțiunea selecției dirijate în diferite condiții de climă și sol, s-au format cu timpul numeroase ecotipuri adaptate diverselor zone. Acestea aparțin, în special, *subspeciei dentiformis, var flavorubra* și *subspeciei indurata*, cu *varietățile vulgata, aurantiaca* și mai puțin, *alba.*

În regiunile subcarpatice, unde condițiile ecologice sunt mai puțin favorabile culturii porumbului, din cauza înghețurilor târzii de

primăvară și a brumelor timpurii din toamnă, s-au format populații locale cu o durată de vegetație mai scurtă dar și mai slab productive. Astfel, din primele forme de tip *indurat* introduse în țară, s-a format în zona subcarpatică a Moldovei, porumbul Hăngănesc (fig. 1.1.), iar în Subcarpații Transilvaniei, porumbul Secuiesc. Tot în Transilvania s-a introdus și o varietate de porumb cu bobul alb. Abia în secolul XIX, din Italia au fost introduse, mai ales în Moldova, formele locale Cincantin și Pignoletto.

În zonele caracteristice colinelor și podișurilor înalte s-au obținut forme inițiale din varietatea *indurata*, ca de exemplu: Moldovenesc (precocitate mijlocie, răspândit în Sudul Moldovei), Scorumnic (cultivat în zona colinară a Munteniei), Ardelenesc (cultivat în Podișul Transilvaniei) și Bănățean (răspândit în sud-vestul țării) (fig. 1.1.).

La limita dintre zona de câmpie și de deal s-a format porumbul „Românesc". Este porumbul cel mai viguros și totodată cel mai tardiv din varietatea *indurata*, din care s-au creat primele soiuri de porumb, „Dobrogean" – foarte rezistent la secetă și soiul „Românesc de Moara Domnească".

În câmpiile din sudul și vestul țării, caracterizate printr-un regim termic mai ridicat, din varietatea *dentiformis* s-au format populațiile locale cunoscute sub denumirea de „dinte de cal", cu o productivitate ridicată și o perioadă de vegetație mai lungă.

Într-o primă etapă, prin cultură îndelungată şi prin selecţie naturală şi dirijată s-au format ecotipuri şi chiar grupuri de ecotipuri distincte, adaptate la condiţiile de climă şi sol determinante. Un grup de ecotipuri înrudite îl formează porumburile: Românesc comun, Moldovenesc, Ardelenesc şi Bănăţean (fig. 1.1.). Un alt grup de ecotipuri înrudite este acela format din porumburile Hăngănesc şi Secuiesc

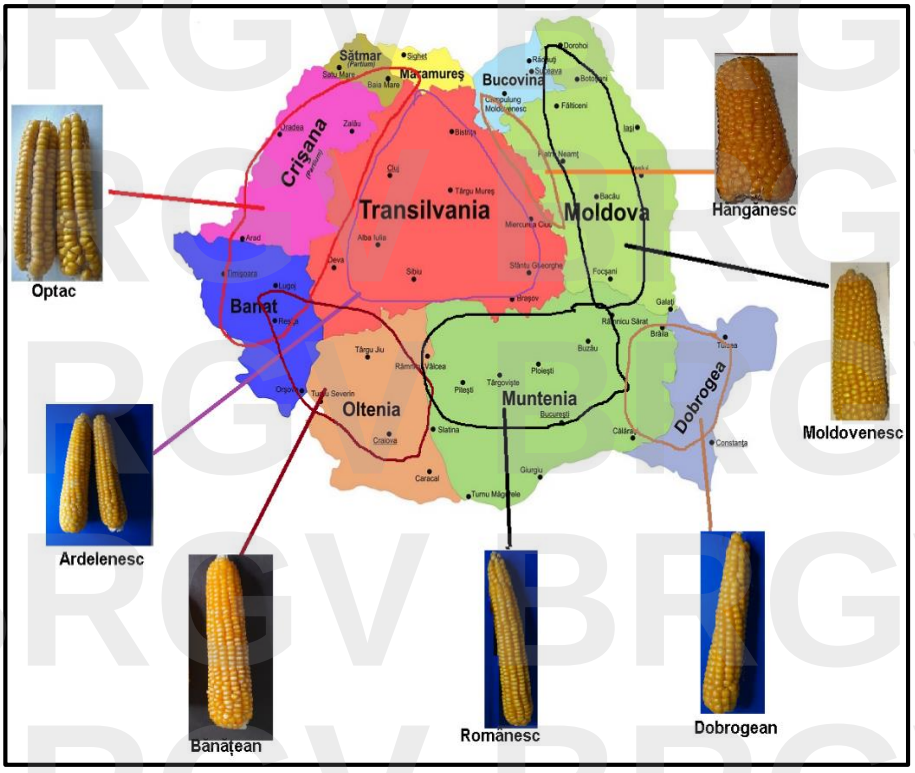


Fig. 1.1. Răspândirea primelor rase locale de porumb și ecotipuri în regiunile istorice ale României

La sfârşitul secolului al XIX – lea şi începutul secolului al XX-lea au fost introduse din Corn Belt S.U.A. rasele de porumb dentate, mai întâi în vestul Transilvaniei. Ca urmare a secetei din 1904 s-au importat din America de Sud, forme dentate care s-au răspândit cu prioritate în Câmpia Dunării.

Deşi porumburile dentate s-au răspândit repede în cultură, ele n-au format ecotipuri importante.

Activitatea sistematică de ameliorare a porumbului în România a început relativ târziu. Se cunoaşte că în anul 1885, un agricultor din comua Lăpuşnic, judeţul Hunedoara, a creat porumbul Lăpuşneac,

încrucişând rasele americane: Comton, Pensylvania, Landreth, Lungfellow etc.

O nouă şi importantă etapă pentru evoluţia culturii porumbului în România este marcată de anul 1923 când problema ameliorării porumbului este preluată de statul român. S-au folosit în această etapă, ca metodă de lucru pentru început, selecţia în masă, după care s-a aplicat selecţia individuală. Sigur că alături de metodele de ameliorare cunoscute în acea perioadă, s-a pus problema materialului iniţial de ameliorare. Acesta a constat în cea mai mare parte din populaţii locale. Se obţine în această perioadă la ferma Studina, judeţul Olt, porumbul „Românesc de Studina", „Dinte de cal de Petroşani" la ferma Petroşani din porumbul american Reid's Yellow Dent, „Portocaliu de Zorleni" la ferma Zorleni, judeţul Vaslui, „Portocaliu de Ezăreni" la ferma Facultăţii de Agronomie din Iaşi.

După anul 1930 întreaga activitate de creare a noilor forme de porumb, precum şi studiul celor existente în vederea raionării a fost preluată de Institutul de Cercetări Agronomice a României (ICAR). Trecerea la I.C.A.R. a activităţii de ameliorare a porumbului a constituit o etapă superioară în dezvoltarea culturii porumbului în ţara noastră, creându-se numeroase forme valoroase de porumb. Studiind germoplasma la porumb din perioada respectivă, Cristea (1975) prezintă într-o ordine cronologică, creaţii ale Institutului de Cercetări Agronomice al României şi a staţiunilor aferente. În anul 1933, Asbiovici şi Moşneagă realizează la Cluj, dintr-un porumb local dentat, soiul „I.C.A.R. 54". Velican şi Săulescu crează în 1936 soiul „Galben timpuriu" (Săulescu, 1939). La Câmpia Turzii, Velican, folosind două linii consangvinizate extrase din soiurile Galben timpuriu şi Românesc de Studina, creează porumbul „Arieşan" (Velican, 1954). La Valul lui Traian, prin încrucişarea porumbului „Ferdinand" creat la Cenad cu porumbul „Portocaliu", folosind selecţia în masă combinată şi individuală, s-a realizat porumbul „Dobrogean" (Moşneagă, 1957). La

Târgu Frumos, prin încrucișarea plantelor din porumbul „Portocaliu de Ezăreni” cu plante din porumbul „Pignoletto D’oro” și prin selecție individuală pe acest material hibrid, s-a obținut soiul „Portocaliu de Târgu Frumos”.

Folosind forme locale de porumb Grădinaru și Cristea (1958) și Cristea (1962) crează soiurile „Hăngănesc de Suceava” și „Suceava 1”, care au fost răspândite cu prioritate în zona subcarpatică a Moldovei.

Odată cu introducerea consangvinizării și hibridării în România (1957) se apreciază tot mai mult importanţa populaţiilor locale ca sursă de germoplasmă pentru ameliorarea porumbului. Recunoaşterea valorii acestora a determinat şi în ţara noastră organizarea acţiunilor de colectare, studiere şi păstrare a acestui cosiderabil rezervor de gene. S-au realizat câteva studii de referinţă în toate zonele ţării.

În ***sudul ţării***, Cosmin şi colab., (1959), au colectat din judeţele Constanţa, Galaţi, Prahova şi Argeş un număr de 467 de populaţii care au fost studiate la Fundulea şi Săftica în perioada 1957-1958. În urma acestui studiu s-au depistat forme de un real interes pentru ameliorare.

La Săftica, judeţul Ilfov, Victoria Ulinici (1961), studiază 583 populaţii de porumb din 155 localităţi situate în judeţele Argeş, Prahova şi Ilfov.

În ***Transilvania,*** Grecu (1962), a colectat şi studiat 479 populaţii locale de porumb, identificând forme timpurii, rezistente la temperaturi scăzute şi cu alte însuşiri valoroase.

În ***Oltenia***, Ilicevici (1967) remarcă valoarea deosebită pentru ameliorare a 80 de populaţii, dintre care 30% aparţin tipului *indurata*, 25% tipului *indentata* şi 45% *tipului intermediar*.

În ***vestul ţării***, Suba (1973), studiază 22 de populaţii locale din care extrage un important număr de linii consangvinizate care au constituit ulterior baza de creare a hibrizilor simpli şi dubli din această zonă.

În ***Moldova***, condiţiile orografice şi variaţia condiţiilor climatice au condus în timp la formarea a numeroase populaţii locale, adaptate din ce în ce mai bine condiţiilor diverse din acest areal de cultură. Adronescu (1935), remarcă valoarea populaţiilor locale de tip Portocaliu iar Vasiliu (1937), studiază un număr de 70 de populaţii locale. La Târgu Frumos, Priadcencu (1953), cercetează între anii 1934-1944 un important număr de popul aţii locale. Ulterior, Tomozei (1960, 1962) colectează şi studiază populaţiile de porumb din centrul şi nordul Moldovei. Gologan (1963-1965) efectuează, în această perioadă relativ scurtă, un studiu mai amplu al porumburilor locale din Moldova prin care recomandă o serie de provenienţe de interes pentru procesul de ameliorare.

Bucovina, prin varietatea condiţiilor naturale, a orografiei frământate, a tradiţiei seculare de utilizare a porumbului în alimentaţia oamenilor şi a animalelor, a reprezentat un areal relativ restrâns, dar important în formarea multor populaţii locale. Cele mai importante însuşiri pentru această zonă au fost reprezentate de precocitate şi de rezistenţa la temperaturile scăzute. Studiile efectuate de Cristea (1962, 1966, 1968a, 1968b, 1969, 1970, 1972), Cristea şi colab.(1970) au reuşit să stabilească cele mai valoroase populaţii pentru zona de la limita nordică de cultură a porumbului, precum şi alte zone similare din România, caracterizate, în principal, de un regim termic restrictiv.

1.3.3. Scurt istoric al evoluţiei materialului biologic de porumb în România

Evaluarea progreselor realizate în domeniul ameliorării porumbului a preocupat multe colective de cercetători. Sunt relevante câteva analize realizate de colective importante ale unor institute şi staţiuni de cercetări agricole din cele mai reprezentative zone ale României.

În **Moldova**, Cristea şi colab. (1996), precizează că eforturile colectivului de ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Suceava s-au desfăşurat în trei mari etape, şi anume:

1. Etapa populaţii locale – soiuri. Lucrările de ameliorare a porumbului au început în anul 1955 prin colectarea, studiul şi apoi ameliorarea populaţiilor locale, din care s-au obţinut soiurile Hăngănesc de Suceava (1958) şi Suceava 1 (1962). Aceste soiuri au realizat producţii medii de 3536 kg/ha şi, respectiv, 4765 kg/ha, depăşind populaţia locală din comuna Hangu cu 13,9% şi, respectiv, 33,2%.

2. Etapa soiuri – hibrizi între soiuri. Această etapă deşi a fost scurtă ca durată, rezultatele au fost superioare etapei anterioare. Producţiile hibrizilor Galben Timpuriu x Hăngănesc şi Timpuriu de Moara Domnească x Hăngănesc au fost egale şi au depăşit martorul cu 19,8%.

3. Etapa hibrizilor între linii consangvinizate reprezintă cea mai importantă etapă deoarece s-a trecut la valorificarea efectului heterozis la porumb. Primul hibrid realizat a fost hibridul dublu Suceava 95, omologat în anul 1975, apreciat ca, cel mai timpuriu hibrid din ţara noastră. Ulterior au fost creaţi mai mulţi hibrizi triliniali, după cum urmează: Suceava 108 (1980), Suceava 99 (1985), Montana (1992), Bucovina (1994), Nordic (1995), Milenium (2000), Decebal (2003) și Suceava M (2019). Aceşti hibrizi au realizat producţii medii de peste 7000-8000 kg/ha boabe, într-o perioadă de vegetaţie scurtă, ajungând la maturitate în zonele cu climat termic restrictiv pentru porumb.

Pentru **Transilvania**, Grecu şi Haş (2001) realizează, de asemenea, un scurt istoric al evoluţiei materialului biologic de porumb.

Primele lucrări sistematice de ameliorare a porumbului s-au desfăşurat după anul 1930, odată cu înfiinţarea staţiunilor ce au aparținut Institutului de Cercetări Agronomice a României,

concretizându-se prin realizarea la Cluj a soiului Galben Timpuriu, iar la Câmpia Turzii a soiului Arieşan.

După cel de-al doilea război mondial au fost continuate în cadrul Institutului de Cercetări Agronomice a României programe de creare a hibrizilor între soiuri, finalizate la Staţiunile din Cluj şi Câmpia Turzii prin evidenţierea unei combinaţii reuşite între soiurile Galben Timpuriu x Arieşan.

Succesele înregistrate pe plan mondial în ameliorarea porumbului, prin valorificarea heterozisului rezultat în urma încrucişării între linii consangvinizate, au determinat demararea unor ample programe de ameliorare pentru crearea de linii consangvinizate şi hibrizi (Mureşan şi colab., 1973; Căbulea şi Grecu., 1982). Până la obţinerea unor hibrizi autohtoni, mai adaptaţi condiţiilor pedoclimatice din Transilvania, perioada 1957- 1962 s-a caracterizat printr-o largă experimentare a unor hibrizi de provenienţă străină (S.U.A., Canada, U.R.S.S. etc.) şi zonarea celor mai valoroşi. Anul 1962 a marcat realizarea primului hibrid dublu autohton, HD 208, rezultat al colaborării dintre S.E.A. Săftica şi S.E.A. Turda, iar în 1968 a celui de-al doilea hibrid dublu, HD 98, creat integral la S.E.A. Turda.

Pe parcursul următorilor ani, colectivul de ameliorare a porumbului de la Staţiunea de Cercetări Agricole Turda a creat un număr mare de hibrizi performanţi care s-au răspândit repede în cultură. Cea mai mare parte a acestor hibrizi reprezintă creaţii proprii, dar sunt şi mulţi hibrizi de porumb realizaţi cu aportul unor colaborări interne şi internaţionale.

În „Porumbul, studiu monografic", editat în anul 2004 de Cristea şi colab., Sarca (I. C.C.P.T. Fundulea) realizează în capitolul 10, „Ameliorarea porumbului", un scurt istoric al evoluţiei materialului biologic de porumb din România. Referindu-se la populaţiile locale, autorul precizează că acestea au luat naştere prin acţiunea simultană a selecţiei naturale şi a selecţiei în masă practicată de om din cele mai

vechi timpuri, la început în mod empiric şi aproape inconştient. În ameliorarea porumbului populaţiile locale prezintă un interes deosebit, mai ales ca surse de gene pentru capacitatea de adaptare şi pentru unele însuşiri agronomice, fiziologice şi de calitate valoroase.

Populaţiile cele mai valoroase au fost supuse unor ample lucrări de consangvinizare şi selecţie pentru crearea de linii consangvinizate. În programele de ameliorare, populaţiile locale de porumb au necesitat o ameliorare prealabilă, prin selecţia în masă sau alte metode de selecţie recurentă, care au contribuit la acumularea de gene favorabile. Concomitent s-a procedat la infuzia de germoplasmă străină, cu gene valoroase pentru determinarea unor caractere economice importante, în special capacitatea de producţie şi de combinare, rezistenţa la cădere şi frângere a tulpinilor la maturitate şi o uscare mai rapidă a boabelor (Roman şi Grecu, 1970, Ilicevici, 1972, 1994, Cristea, 1972b, Căbulea şi colab., 1975, Cosmin 1983).

La **Fundulea**, chiar în anul înfiinţării Institutului (1957), s-au efectuat ample lucrări de consangvinizare între cele mai cunoscute populaţii şi soiuri de porumb autohtone şi străine, precum şi între hibrizii simpli şi dubli și liniile consangvinizate aduse din străinătate.

Ca produs al ameliorării, au urmat, în ordine, soiurile, liniile consangvinizate, hibrizii între soiuri, populaţiile sintetice şi compozitele, hibrizii între linii consangvinizate etc. Primul hibrid dublu creat la Institutul de Cercetări Agricole Fundulea a fost HD 405, omologat în 1962, creaţie a colectivului de cercetători de la Fundulea (Mureşan şi colab., 1962b).

Din acest scurt istoric se poate aprecia că populaţiile locale de porumb au reprezentat, în primele etape de dezvoltare a culturii porumbului în România, materialul biologic de bază pentru evoluţia ulterioară a acestei specii. Valoarea populaţiilor locale de porumb este recunoscută şi evidenţiată de cercetătorii din întreaga lume ca fiind determinată, în principal, de o diversitate genetică accentuată. Această

diversitate ascunde surse importante de gene utile procesului de ameliorare a porumbului, chiar şi în etapa actuală, când porumbul a atins performanţe nebănuite.

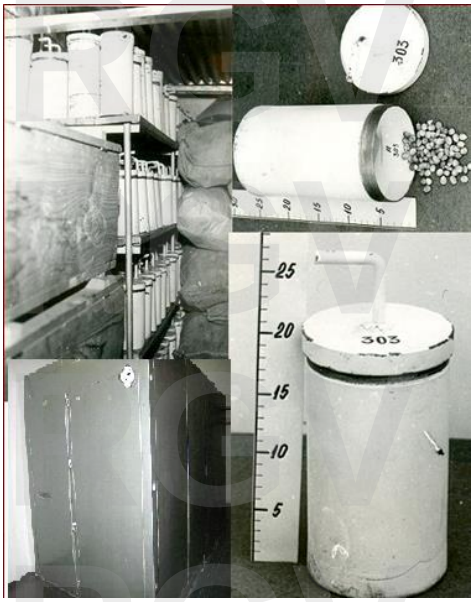
Introducerea masivă a hibrizilor de porumb în cultură a condus inevitabil la înlăturarea populaţiilor locale şi a soiurilor. Valoarea acestora din urmă va rămâne întotdeauna același motiv pentru care păstrarea, regenerarea şi multiplicarea lor reprezintă o necesitate majoră de evitare a unor pierderi irecuperabile.

1.3.4. Colectarea și conservarea populațiilor locale de porumb în România

Odată cu introducerea hibrizilor în România, populațiile locale au fost colectate aproape din toate zonele de cultură a porumbului din țara noastră, prin grija Institutului Central de Cercetări Agricole, Fundulea (ing. Cozma Octavian) și a Stațiunilor de Cercetări Agricole, Turda (dr. Ing. Lucia Roman), Lovrin Jud. Timiș (dr. Șuba Ritus), Albota, Jud. Argeș (dr. Ing. Ștefan Ion), Șimnic, Jud. Olt (dr.ing. Ilicievici S.) Podu Iloaiei, Jud. Iași (dr. Ing. Tamara Petrovici, Geoagiu, Jud. Hunedoara (dr.ing. Homorodeanu V.) și Suceava, Jud. Suceava (Mihai D. Cristea). Astfel că în perioada 1957-1973 s-au colectat în jur de 1800 de populații locale, instituțiile participante la expedițiile de colectare făcând schimb de material genetic.

Echipa de cercetători de la Stațiunea de Cercetări Agricole Suceava, din cadrul laboratorului de ameliorare a porumbului condusă de dr. ing. Mihai D. Cristea a menținut, studiat și analizat o parte din materialul de cercetare colectat din întreaga țară în perioada 1957-1973.

La inițiativa lui M. Cristea s-au inventariat toate probele colectate şi au fost depozitate la temperatura de $+7^0$C în recipiente din metal, pe o durată de 20 de ani (1970-1990) (fig. 1.2.).



De asemenea pe lângă păstrarea populațiilor locale de porumb, acestea au fost caracterizate de cercetătorii de la laboratorul de ameliorare porumb, folosind 42 de descriptori, dintre care 14 la plantă, 10 la panicul, 12 la știulete și 5 la bob.

Fig.1.2. Păstrarea populațiilor locale de porumb la S.C.D.A. Suceava (1970-1990)

În anul 1990, odată cu înființarea Băncii de Resurse Genetice Vegetale Suceava, toate populațiile locale păstrate la S.C.D.A. Suceava au fost transferate la Bancă, depozitându-se în condiții de atmosferă controlată, pe durată medie (colecția activă la T^0=+4^{0}C) și lungă de timp (colecția strategică la T^0=-20^{0}C) (fig. 1.3.).

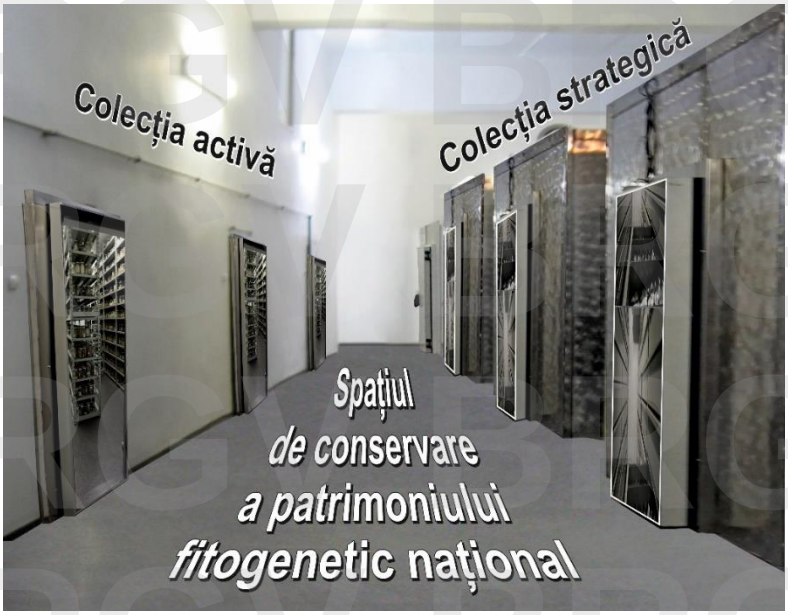


Fig. 1.3. Conservarea populațiilor locale de porumb la BRGV Suceava (1990-2022) (foto Cezar Ciobăniței)

1.3.5. Proveniența colecției naționale de populații locale de porumb conservată la Banca de Gene Suceava

Populațiile locale de porumb păstrate în cele două colecții ale Băncii, au fost primite de la instituții de ameliorare, universități agricole sau au fost colectate de echipele de cercetători din cadrul unității (Tabelul 1.1., fig.1.4.). În prezent, Banca deține o colecție activă de 3427 probe ce aparțin populațiilor locale, iar o parte dintre acestea (1339 de probe) au fost transferate în colecția strategică a unității.

Tabelul 1.1.

Proveniența populațiilor locale de porumb conservate în colecția activă a Băncii de Gene Suceava

Populații locale – 3427 de probe
- 2289 de probe colectate de BRGV Suceava;
- 618 probe primite de la S.C.D.A. Suceava;

- 158 probe primite de la S.C.D.A. Turda;
- 123 probe primite de la ICDA Fundulea;
- 88 de probe primite de la S.C.D.A. Șimnic;
- 11 probe primite de la USAMV Timișoara;
- 5 probe primite de la USAMV Cluj;
- 74 probe primite din străinătate (Republica Moldova, Albania, Ungaria, Serbia, Italia, Canada, Ungaria, Bosnia&Hertegovina, Mexic);
- 61 de probe repatriate (Departamentul SUA pentru Agricultură).

Fig.1.4. Păstrarea populațiilor locale de porumb în gospodăriile țărănești

Populațiile locale păstrate în cele două condiții de depozitare sunt originare din majoritatea județelor țării dar și din străinătate (fig. 1.5., tabelul 1.2.).

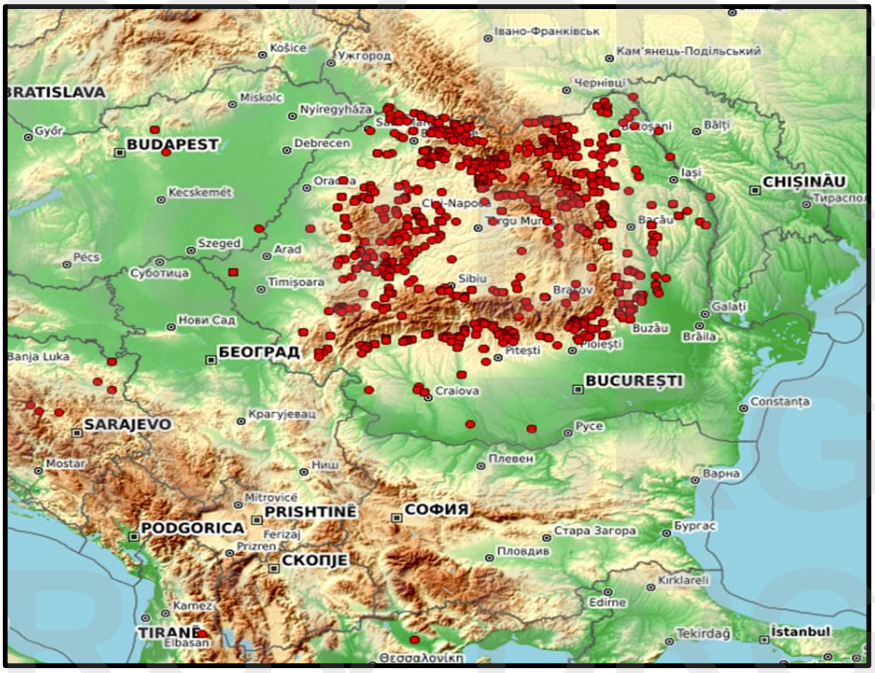


Fig. 1.5. Distribuția geografică a populațiilor locale de porumb aflate în colecția Băncii

Pe hartă sunt reprezentate toate site-urile de origine a populațiilor locale de porumb aflate în inventarul Băncii, putându-se observa că marea majoritate provin din zonele carpatice și subcarpatice ale României.

Tabelul 1.2.

Proveniența populațiilor locale de porumb păstrate la BRGV Suceava

Județul de colectare	Nr. localități	Nr populații colectate	Județul de colectare	Nr. localități	Nr populații colectate
Populații locale originare din România					
Alba	54	103	Hunedoara	57	244
Arad	7	19	Ialomița	2	4
Argeș	47	115	Iași	9	15
Bacău	18	111	Ilfov	1	1
Bihor	13	48	Maramureș	73	227

Bistrița Năsăud	60	316	Mehedinți	8	26
Botoșani	20	43	Mureș	42	78
Brăila	2	2	Neamț	48	227
Brașov	17	27	Olt	8	17
Buzău	20	65	Prahova	25	66
Călărași	6	7	Sălaj	14	25
Caraș Severin	20	81	Satu Mare	12	36
Cluj	57	199	Sibiu	22	41
Covasna	17	26	Suceava	79	551
Dâmbovița	4	8	Teleorman	5	6
Dolj	33	58	Timiș	5	55
Galați	6	10	Vâlcea	35	94
Giurgiu	2	5	Vaslui	7	27
Gorj	18	87	Vrancea	27	142
Harghita	28	88			
TOTAL	**449**	**1418**		**479**	**1882**
Populații locale originare din alte țări					
Țara	**Nr. localități**	**Nr. populații colectate**	**Țara**	**Nr. localități**	**Nr. populații colectate**
Albania	26	29	Ungaria	6	10
Bulgaria	11	11	Republica Moldova	10	14
Bosnia & Herțegovina	8	10	Iugoslavia	5	5
Italia	1	1	Canada	1	1
Mexic	1	1	Necunoscută	-	**8**
TOTAL	**47**	**52**		**22**	**38**

Populațiile locale, colectate de pe teritoriul României provin din 928 de localități situate în 39 de județe (Tabelul 1.2.). Din străinătate au fost colectate 74 de populații, care provin din nouă țări, iar 8 populații sunt de origine necunoscută. (Tabelul 1.2.).

Referitor la distribuția populațiilor colectate din România, pe județe și localități, se observă că pe primul loc se află județul Suceava, cu 551 de populații colectate din 79 de localități, urmat de județul

Bistrița Năsăud cu peste 316 populații locale colectate din 60 de localități și pe locul trei se află județul Hunedoara cu 244 de populații originare din 57 de localități, iar ultimul loc este ocupat de județul Ilfov cu o Populație locală de porumb colectată din loc. Bragadiru (fig. 1.6.).

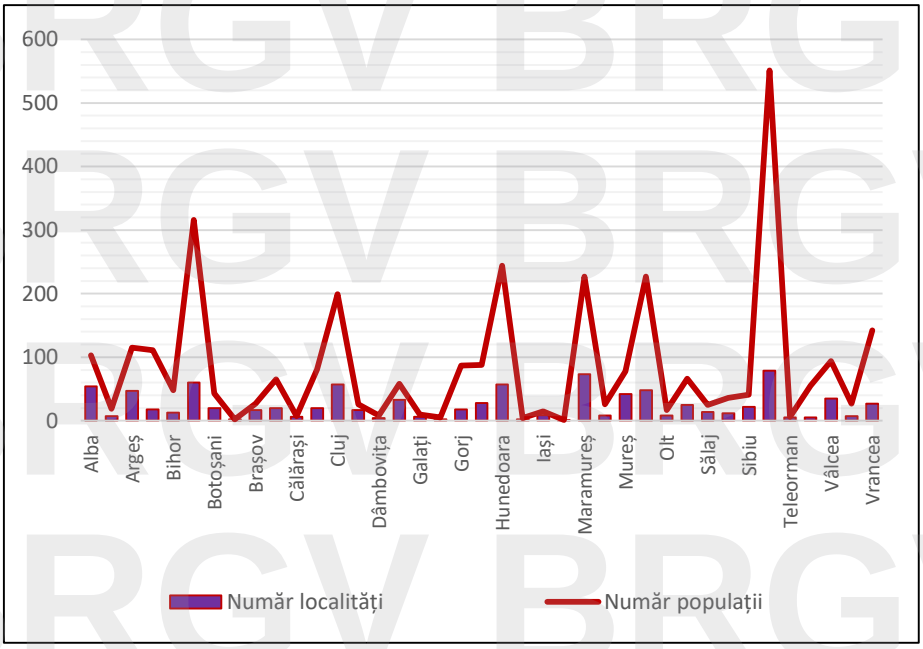


Fig. 1.6. Ponderea localităților de colectare și a populațiilor de porumb colectate din fiecare județ

BIBLIOGRAFIE

1. **Andronescu D.I.,1927.** Ameliorarea porumbului românesc după metodele americane. București.
2. **Cosmin şi colab., 1959.** Valoarea biologică a soiurilor și populațiilor locale ca material inițial pentru obținerea liniilor consangvinizate și a hibrizilor dubli de porumb. Probleme agricole, 12.
3. **Cosmin O., 1983**. Ameliorarea capacitățiid e prodcție la porumb. Probl. Gen. Teoret. Aplic., vol XV, nr.2; 141-169.
4. **Căbulea, I.,, Lucia Roman, V Tătaru, C Grecu. 1975**. Germoplasma locală de porumb din Transilvania şi utilizarea ei în lucrările de ameliorare. Probleme de genetică teoretică şi aplicată, vol.VII:57-90.
5. **Căbulea I., şi Grecu C., 1982**. 25 de ani (1957-1982) de ameliorare a porumbului hibrid la SCA Turda. Contrib. Cerc. Șt.Dez. Agric. Edit. Dacia, 243-294.
6. **Covor Al., 1972**. Rasele de porumb din România. CIDAS București.
7. **Cristea M., 1972 b.** Valoarea populaţiilor locale de porumb din Bucovina în crearea de hibrizi timpurii, Teză de doctorat, I.A.N.B., Bucureşti.
8. **Cristea M., 1975**. Germoplasma la porumb, Edit. Ceres, Bucureşti.
9. **Cristea M., H. Duţu, M. Murariu, 1996**. 40 de ani de activitate în domeniul ameliorării porumbului timpuriu la S.C.A. Suceava, Lucrări ştiinţifice, Volum omagial, 67-72.
10. **Cristea M., I. Căbulea, T. Sarca, Has I., Has Voichita etc. 2004**. Porumbul, Studiu monografic, Edit. Academiei Române.
11. **Cristea M**., **2020**. Resursele Genetice Vegetale - Patrimoniul întregii lumi. Edt. PIM, Iași.
12. **Grădinaru M. şi Cristea M., 1958**. Studiul soiurilor, populațiilor locale și hibrizilor între soiuri de porumb potrivite pentru nord vestul Moldovei. Studii și cercetări științifice, biologie și știință agricolă. Academia R.P.R., filiala Iași, XI.
13. **Gologan I., 1963**. Contribuții la studiul populațiilor de porumb din Moldova, Analele ICCA, XXXI, seria C.
14. **Gologam I. și colab., 1964**. Compoziția chimică a populațiilor de porumb din Moldova, Analele ICCPT XXXII, Seria C.
15. **Grecu C.,1962**.Observații asupra câtorva populații locale de porumb din Transilvania. Analele ICCA, XXX, seria C.

16. **Haş, I., I. Căbulea, Lucia Roman. 1987**. Efectul selecţiei recurente fenotipice asupra unor populaţii sintetice de porumb. Contribuţii ale cercetării ştiinţifice la dezvoltarea agriculturii. p.189-202.
17. **Haş Voichiţa, I. Căbulea, I. Haş, C. Grecu, Ana Copândean, 1999**. Progresul Genetic Realizat În Crearea De Linii Consangvinizate De Porumb La SCA Turda. Contrib. Cercet. Ştiinţ. Dezvolt. Agric., Vol. VI: 99-114.
18. **IBPGR, 1991.** Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
19. **Ilicevici S., Ilicievici Șt., 1975**. Variabilitatea capacității de combinare în cazul unor populații de porumb cu bază genetică largă. Lucr. Șt. Univ. Craiova, vol. Omagial, 184-188.
20. **Ilicievici S., 1972**. Efectul selecţiei în masă comparativ cu selecţia după comportarea liniilor CI la o sursă locală de material iniţial de ameliorare la porumb. Teză de doctorat, I.A.N.B. Bucureşti.
21. **Ilicevici S., 1994**.Posibilities and limits of local germplasm utilisation for realising superior maize hybrids. Romanian Agricultural Research, 2:1-5.
22. **Murariu Danela, Murariu M.,2010.** Conservarea *on farm* în diferite areale din Bucovina a unor rase de porumb, ANNALS of the Suceava University – FOOD ENGINEERING, Anul IX , No1 – 2010.
23. **Murariu M., Murariu Danela, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, Domnica Daniela Plăcintă, I.M. Râșca, D.P. Simioniuc, 2012.** Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România, Edit. Pim, Iași.
24. **Murariu D. și Cristea M., 2019**. Diversitatea genetică și eroziunea genetică a resurselor genetice vegetale. Edit. Pim. 2019.
25. **Mureşan T şi colab., 1962**. Linii consangvinizate de porumb nou create la ICCPT Fundulea, Analele ICCA, XXX, seria C.
26. **Mureşan T., O. Cosmin, C. Neguţ, Tr. Sarca, I. Brad, Ecaterina Dobrescu, 1973.** Hibrizi noi de porumb bogaţi în lizină şi triptofan, An. I.C.C.P.T. Fundulea,, XXXIX: 121-134.
27. **Priadcencu Al., 1953**.Descrierea soiurilor raionate de porumb. Probleme agricole vol. 4.
28. **Radianu P.S., 1920**. Cum a fost cunoscut porumbul la noi. Viața Agricolă nr. 15.
29. **Roman, Lucia, V. Tătaru, C. Grecu. 1973**. Îmbunătăţirea valorii biologice a provenienţelor locale de porumb prin crearea de populaţii sintetice. Contribuţii ale cercetării ştiinţifice la dezvoltarea agriculturii,

p.179-188Săvulescu Tr. Și Moșneagă V. 1957. Porumbul studiu monografic. Edit. Academiei RPR.
30. **Săulescu N., 1939**. Agricultura Nouă, 1.
31. **Şuba T., 1970**. Les germoplasmes des mais du Banat, comme source de material de depart dans l'amelioration du mais, Symp. Roumain-francais amel.mais, sorgho, tourneso, Bucureşti.
32. **Tomozei I., 1960**. Lucrări ştiinţifice, Ed. Agrosilvică, Bucureşti.
33. **Tomozei I., 1962**. Lucrări ştiinţifice, Inst. Agr. Iaşi.
34. **Ulinici Victoria, 1961.** Valoarea populațiilor de porumb din centrul și Nordul Munteniei ca material inițial pentru ameliorare. Analele ICCA, XXIX, seria B.
35. **Vasiliu c., 1937**. Comunicări ale laboratorului de chimie aplicată, Iaşi.
36. **Velican V.G.,1954**. Porumbul Arieșan. Analele ICAR vol XXI.
37. **Zamfirescu N., V. Velican, N. Săulescu, 1965**. Fitotehnie, Ed. Agrosilvică, Bucureşti.
38. www.svgenebank.ro
39. www.ecpgr.cgiar.org
40. http://www.fao.org/3/a-i3825e.pdf

BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV

CAPITOLUL 2.
CARACTERIZAREA MORFOLOGICĂ A POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB AFLATE ÎN COLECȚIA BRGV SUCEAVA (Danela Murariu)

Caracterizarea fenotipică a populațiilor locale de porumb conservate în Băncile de Gene este esențială pentru o utilizare eficientă în programele de ameliorare și conservarea sustenabilă a acestora (Andjelkovic V. și colab., 2012, 2013; Babic, V. și colab, 2012; Carvalho V.P., și colab (2004); Warburton, M.L și colab., 2002; 2010; Yao Q.L,. și colab.,2007) Evaluarea variabilității genetice este utilă pentru identificarea unor noi surse de germoplasmă, care pot fi folosite în încrucișările cu linii sau hibrizi de porumb, favorizând creșterea productivității acestora (Saghai-Maroof, M., 1984; Reif F.C. și colab.,2003, 2005; Sharma, L. și colab., 2010)

Pentru analiza caracterelor morfologice a populațiilor locale de porumb originare din România, am considerat oportun să realizăm o partiție a celor 838 de populații caracterizate morfologic în funcție de arealul geografic de origine (Tabelul 2.1.).

Tabelul 2.1.

Distribuția geografică a populațiilor caracterizate morfologic

Regiunea istorică	Județele aferente	Nr. populații caracterizate
Maramureș	Maramureș, Satu Mare	117
Crișana	Arad, Bihor	9
Banat	Timiș, Caraș Severin	28
Transilvania	Alba, Cluj, Hunedoara, Sălaj, Sibiu, Brașov, Covasna, Harghita, Mureș, Bistrița Năsăud	286
Oltenia	Dolj, Gorj, Vâlcea, Olt, Mehedinți	72
Muntenia	Argeș, Buzău, Prahova, Ialomița, Dâmbovița, Călărași	42

Bucovina	Suceava	218
Moldova	Botoșani, Bacău, Neamț, Iași, Galați, Vaslui, Vrancea, Brăila	66
TOTAL	**36**	**838**

Populațiile locale au fost semănate în câmpurile experimentale de la BRGV Suceava și S.C.D.A. Suceava. Fiecare populație a fost semănată pe două rânduri, câte 20 de plante pe fiecare rând, efectuându-se biometrizări la plantă, știulete și bob, cum ar fi

- Înălțimea plantei (cm);
- Lungimea paniculului (cm);
- Număr de ramificații de ord. I;
- Număr de ramificații de ord II;
- Număr total de frunze;
- Număr de frunze până la știuletele principal;
- Înălțimea de inserție a știuletelui principal (cm);
- Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (cm);
- Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (cm);
- Lungimea știuletelui (cm);
- Diametrul maxim al știuletelui (mm);
- Diametrul minim al știuletelui (mm);
- Numărul de rânduri de boabe;
- Numărul de boabe/rând;
- Lungime bob (mm);
- Lățime bob (mm);
- Greutatea boabelor pe știulete (gr);
- Masa a 1000 de boabe (gr).

2.1. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Maramureș

Din regiunea Maramureșului au fost caracterizate morfologic 117 populații locale:111 din județul Maramureș și 6 din județul Satu Mare.

Prin analiza celor 117 populații locale s-a observat existența unei eterogenități ridicate între populații. Lungimea paniculului, numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul de frunze până la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, diametrul minim al știuletelui, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete, masa a 1000 de boabe au prezentat o variabilitate foarte mare. Coeficientul de variabilitate (CV%) pentru aceste caractere a variat de la 15% la 56%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% a fost identificat la diametrul minim al știuletelui (Tabelul 2.2.).

Tabelul 2.2.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici analizați la populațiile originare din Maramureș

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	190,1	90	256	23,9	12,5
Lungimea paniculului	LP	44,68	21,3	71	12,96	28,87
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	12,71	4	26	3,36	26,4
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	2,28	0	7	1,29	56,57
Număr total de frunze	NF	9,76	5,9	13	1,28	13,11
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	5,12	2	8	0.92	17.96
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	60.47	28,6	98,3	13,32	22
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	80,27	58	101,6	10,75	13,39
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8,55	5,8	10,95	1,13	13,2

Lungimea știuletelui	LS	16,28	10,94	20,87	1,96	12,03
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	40,53	26,1	50,29	3,84	9,47
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	26,74	16,8	37,9	5,29	19,78
Numărul de rânduri de boabe	NRB	13,06	10	16,8	1,43	10,94
Numărul de boabe/rând	NBR	31,80	17,3	39	4,18	13,13
Lungime bob	LB	9,54	6,53	11,91	1,01	10,58
Lățime bob	lB	8,26	4,3	10,7	1,25	15,13
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	113,12	35,7	196,49	29,19	25,8
Masa a 1000 de boabe	MMB	285,70	128	452	54,9	19,23

Dat fiind faptul că au fost caracterizate morfologic un număr semnificativ de populații, rezultând un set foarte mare de date, am folosit metoda PCA (Analiza componentelor principale). Această metodă este extrem de rapidă, implicând trei etape principale: analiza corelațiilor între caractere, interpretarea vectorilor proprii și calculul valorilor sintetice (combinate) ale componentelor principale, cu obținerea unor diagrame, care nu necesită adoptarea unui set de parametri de calcul ca în cazul interpretării convenționale, când rezultatele pot fi afectate adeseori de incertitudini (Bracco, M., și colab., 2009; Legensse, B. W. și colab., 2007; Cömmertray, G. și colab., 2012). Ideea de bază a PCA este de a reduce dimensiunea unui set de date format dintr-un număr mare de variabile interconectate, păstrând totodată cât mai mult posibil variația prezentă în setul de date. Este o modalitate de a identifica modele de calcul statistic și de a exprima observațiile astfel încât să se evidențieze asemănările și diferențele între ele (Beyene, Y., A.și colab., 2005, 2006; Dubreuil, P., M. și colab., 2006).

Pentru că modelele de calcul statistic pot fi greu de folosit, atunci când setul de date are o dimensiune mare, nefiind posibil să se genereze

grafice, PCA poate fi un instrument util pentru analiza unor seturi mari de date (Iignjatovic-Micic, D., T. și colab., 2003, 2008).

Astfel că acest model de calcul statistic asigură:

- Extragerea celor mai importante informații din tabelul de date;
- Comprimarea dimensiunii setului de date, păstrându-se doar informațiile importante;
- Simplificarea descrierii setului de date;
- Analiza structurii observațiilor efectuate și a variabilelor;
- Comprimarea datelor, prin reducerea numărului de dimensiuni, fără pierderi mari de informații.

Metoda analizei componentelor principale cuprinde atât prelucrarea preliminară de tip statistic a datelor, cât și prelucrarea numerică având ca obiectiv determinarea vectorilor și a valorilor proprii ale unei matrice (de obicei, matricea de covarianță sau de corelație a setului de date).

Matricea distanțelor dintre populații a fost calculată pe baza principalelor componente standardizate cu o valoare proprie mai mare de unu. S-au calculat coeficienții componentelor comune, valorile vectorului propriu și proporțiile cumulative ale variației totale exprimate prin trăsături individuale. În cadrul fiecărei componente, conform modelului statistic, caracterele care au avut coeficienți de corelație $> 0,59$ au fost considerați relevanți.

În cazul populațiilor originare din Maramureș, valorile principalelor componente analizate (PCA) la toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a patru componente principale.(Tabelul 2.2). Primele patru componente au înregistrat 70,59% din variația totală. În primul PC (34,62%), NF și GBS au fost cele mai importante caractere. În al doilea PC (17,78%), caracterele predominante au fost LP, LF și DMIN. Al treilea PC (9,92%) a prezentat variație ridicată pentru NRB și lB și al patrulea PC (8,27%) a fost dominat de IP (Tabelul 2.3.).

Tabelul 2.3.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele patru componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Maramureș

Descriptorul	PC1	PC2	PC3	PC4
Înălțimea plantei (IP)	,602	-,202	**,067**	**-,596**
Lungimea paniculului (LP)	,161	**,764**	-,195	-,466
Număr de ramificații de (RAM1)	,459	-,457	-,290	,349
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,537	-,470	-,291	,309
Număr total de frunze (NF)	**,803**	-,186	-,280	,112
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	,718	,041	-,372	-,062
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	,715	-,324	-,115	-,476
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,412	**-,791**	,126	-,203
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,708	-,345	,179	-,323
Lungimea știuletelui (LS)	,735	,231	,295	,148
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,652	,429	-,118	,120
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,346	**,815**	-,230	-,188
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	,003	-,165	**-,658**	,024
Numărul de boabe/rând (NBR)	,679	,288	,093	,117
Lungime bob (LB)	,628	,308	-,011	,313
Lățime bob (lB)	,305	-,188	**,637**	,089
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**,810**	,265	,122	,336
Masa a 1000 de boabe (MMB)	,548	,201	,525	,029
TOTAL valori proprii	6,23	3,2	1,78	1,48
Proporția cumulată a variației (%)	34,62	52,40	62,32	70,59

Populațiile de porumb originare din județele Maramureș și Satu Mare au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.1.). Toate caracterele morfologice analizate au avut valori PC pozitive, ceea ce evidențiază variabilitatea semnificativă a tuturor caracterelor analizate.

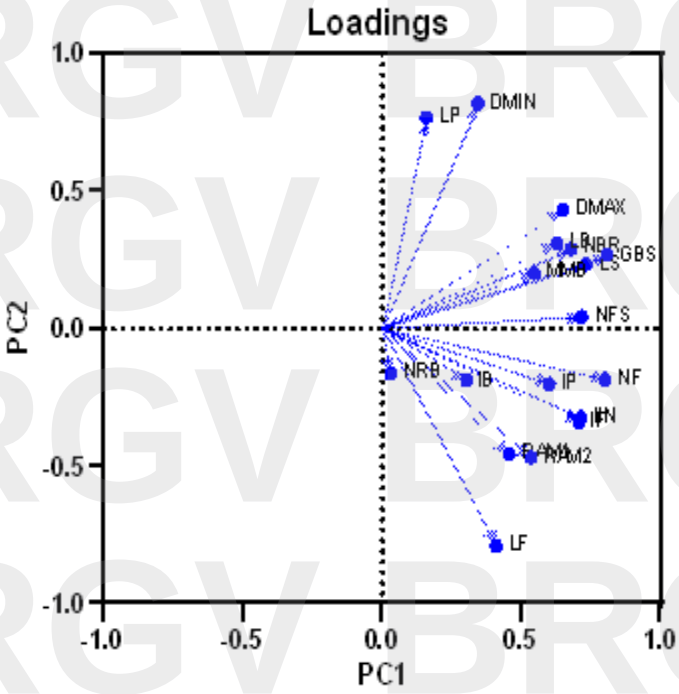


Fig.2.1. Distribuția populațiilor locale originare din Maramureș în primele două componente (PC1 și PC2) ale principalelor caractere fenotipice analizate (PCA)

Dendrograma bazată pe caracterele morfologice, s-a divizat în două clustere principale (I și II), cu două subclustere fiecare: Ia și Ib, respectiv IIa și IIb (fig. 2.2.). Se observă de asemenea, că subclusterul Ia s-a subdivizat și el in două subgrupe:Ia1 și Ia2 și subclusterul Ib s-a divizat și el la rândul lui tot în două subgrupe Ib1 și Ib2. În schimb, în cazul clusterului II, numai sublcusterul IIb s-a divizat în subgrupele IIb1 și IIb2. Dintre cele 117 populații locale analizate, 45 de populații locale s-au grupat în clusterul I, dintre acestea 39 sunt similare și 6 populații prezintă cei mai ridicați coeficienți de disimilaritate (subclusterul Ib), fiind populațiile cu cea mai largă diversitate morfologică din cadrul acestui areal geografic. Cele 6 populații sunt originare din localitățile Vima Mare (2 populații), Dealu Mare (2 populații), Fânațe (1 Populație) și Lăpuș (1 Populație), toate fiind

originare din Județul Maramureș (fig. 2.3.). În cazul clusterului II, s-au grupat 72 de populații, care prezintă valori similare ale caracterelor morfologice cu cele 39 de populații grupate în clusterul I (fig. 2.2.).

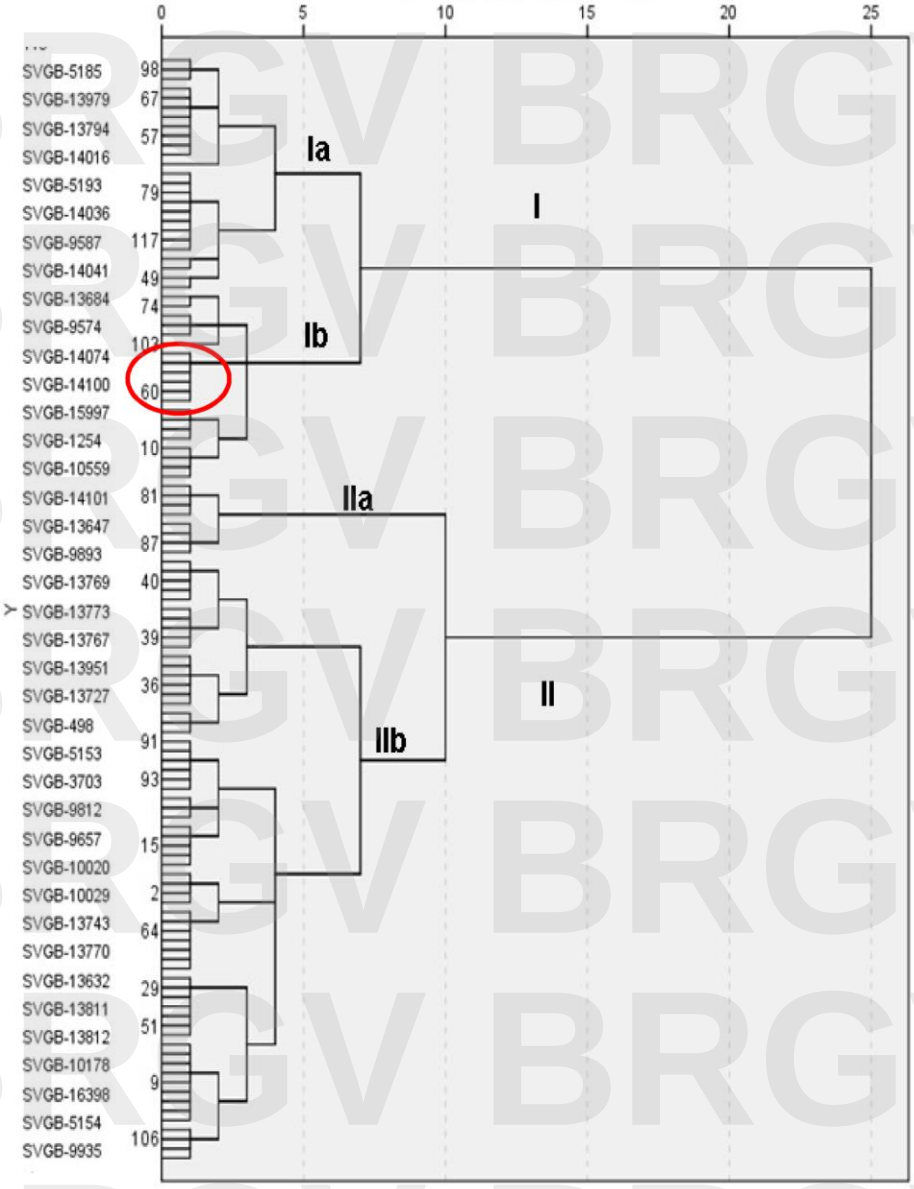


Fig.2.2. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din

Maramureș construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice analizate

Fig. 2.3. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Maramureș cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.2. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Crișana

În cadrul acestei regiuni geografice au fost caracterizate morfologic nouă populații locale, originare din județele Arad (1) și Bihor (8).

În urma analizei datelor (Tabelul 2.4.) se observă o variabilitate ridicată numai la trei caractere: numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II și greutatea boabelor pe știulete. Coeficientul de variație (CV%) pentru acești descriptori a variat de la 15% la 39,6%. O variație scăzută cu un CV% mai mic de 10% s-a obținut la majoritatea descriptorilor: înălțimea plantei, lungimea

paniculului, lungimea frunzei de la baza știuletelui principal, lățimea frunzei de la baza știuletelui principal, lungimea știuletelui, diametrul maxim al știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de boabe/rând, lungime bob, lățime bob și MMB.

Tabelul 2.4.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați la populațiile originare din Crișana

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	204,22	176	236	18,54	9,07
Lungimea paniculului	LP	64,2	57	71	4,11	6,4
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	14	8	17	2,95	21,07
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	2,55	1	4	1	39,6
Număr total de frunze	NF	11,22	10	13	1,20	10,69
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	6,22	5	7	0,66	10,61
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	67,3	54	81	9,98	14,8
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	72,88	65	83	6,03	8,27
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	9,11	8	10	0,781	8,56
Lungimea știuletelui	LS	18,82	16,2	20,80	1,66	8,82
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	43,74	40,40	47	2,22	5,07
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	35,37	30,50	39	2,45	6,92
Numărul de rânduri de boabe	NRB	10,66	8	12	1,41	13,22
Numărul de boabe/rând	NBR	36,55	32	40	2,78	7,6
Lungime bob	LB	10,38	9,5	11,3	0,64	6,16
Lățime bob	lB	9,57	9,0	10,4	0,47	4,91
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	135,44	90	164	21,29	15,7

Masa a 1000 de boabe	MMB	340,44	300	388	23,44	6,88

Pentru această regiune nu am realizat analiza principalelor componente (PCA) pentru că au fost caracterizate un număr redus de populații, și rezultatele nu ar fi fost concludente.

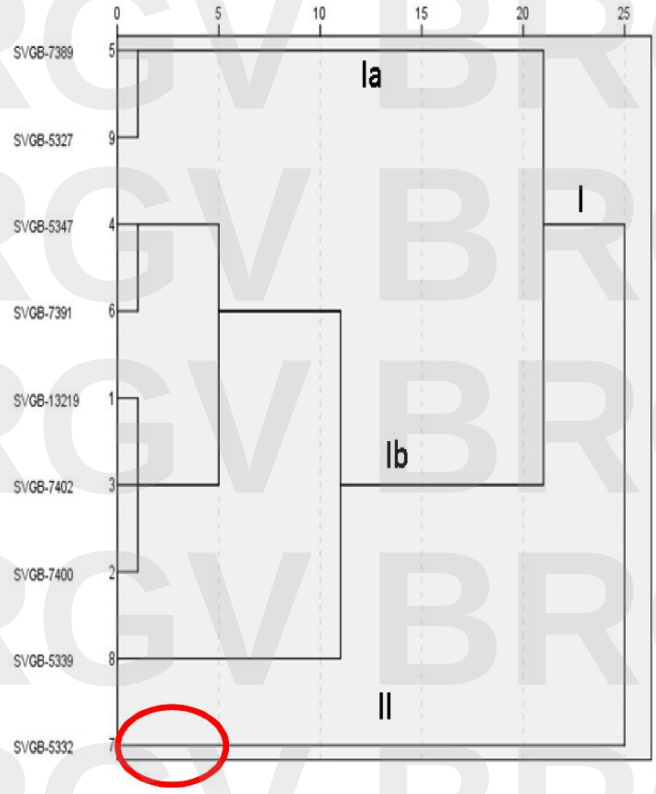


Fig.2.5. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Crișana construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice analizate

Dendrograma construită pe baza caracterelor morfologice, s-a divizat în două clustere principale (I și II), clusterul I fiind și el divizat în două subclustere: Ia și Ib (fig. 2.5.). Se observă că în clusterul II, există o singură populație cu cel mai ridicat coeficient de disimilaritate, originară din localitatea Roșia județul Bihor.

2.3. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Banat

Din localități situate în Banat s-au caracterizat morfologic 28 de populații locale:17 originare din județul Caraș-Severin și 11 din județul Timiș. Și în cadrul acestei regiuni se observă existența unei eterogenități ridicate în cadrul populațiilor (Tabelul 2.6.). Lungimea paniculului, numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul de frunze până la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, lungimea știuletelui, diametrul maxim al știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de rânduri de boabe, numărul de boabe/rând, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe au prezentat o variabilitate mare spre foarte mare. CV% pentru aceste însușiri a variat de la 15% la 60,49%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% a fost identificat la: lungimea frunzei de la baza știuletelui principal, lungimea și lățimea bobului (Tabelul 2.5.).

Tabelul 2.5.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați la populațiile originare din Banat

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	200,52	148	245	22,36	11,15
Lungimea paniculului	LP	57,3	30	71	12,77	22,28
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	13,71	7	23	4,03	29,39
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	2,43	0	6	1,47	60,49
Număr total de frunze	NF	10,63	7	13	1,27	11,94

Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	5,95	3	8	1,21	20,33
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	67,09	30	89,2	15,04	22,41
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	75,43	64,4	92	7,31	9,69
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8,33	6,1	14,5	0,91	10,92
Lungimea știuletelui	LS	15,20	10,7	21,5	3,34	21,97
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	40,33	32	52	7,39	18,32
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	24,33	16	42,7	6,88	28,27
Numărul de rânduri de boabe	NRB	12,33	8	16,6	1,88	15,24
Numărul de boabe/rând	NBR	33,43	22	41	5,04	15,07
Lungime bob	LB	9,43	6,04	11,4	0,53	5,62
Lățime bob	lB	7,25	4,4	10,6	0,5	6,89
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	116,93	87	199	27,67	23,66
Masa a 1000 de boabe	MMB	307,57	212	372	50,47	16,40

Referitor la PCA, caracterele care au prezentat coeficienți de corelație > 0,65 au fost considerați relevanți. În cazul populațiilor originare din Banat valorile principalelor componente analizate (PCA) la toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a două componente principale cu o varianță cumulativă de 57,44% (Tabelul 2.6.). În primul PC, proporția variației a fost de 40,16%, iar cele mai importante însușiri au fost LS, IP și DMIN. În al doilea PC proporția variației a fost mai scăzută (17,28%), caracterele predominante fiind LF, NRB, lB și RAM1.

Tabelul 2.6.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele patru componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Banat

Descriptorul	PC1	PC2
Înălțimea plantei (IP)	**-,793**	,401
Lungimea paniculului (LP)	-,783	-,411
Număr de ramificații de (RAM1)	-,245	**,657**
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	-,293	,238
Număr total de frunze (NF)	-,678	,473
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	-,794	-,106
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	-,706	,491
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	-,204	**,686**
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	-,290	,483
Lungimea știuletelui (LS)	**-,873**	-,128
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	-,736	,112
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	**-,782**	-,116
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	,189	**,676**
Numărul de boabe/rând (NBR)	-,764	-,189
Lungime bob (LB)	-,605	-,257
Lățime bob (lB)	-,540	**-,666**
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	-,719	-,037
Masa a 1000 de boabe (MMB)	-,637	-,242
TOTAL valori proprii	7,23	3,11
Proporția cumulată a variației (%)	40,16	57,44

Populațiile de porumb colectate din Banat au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.7.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC negative cu excepția descriptorului NRB care prezintă valori PC pozitive.

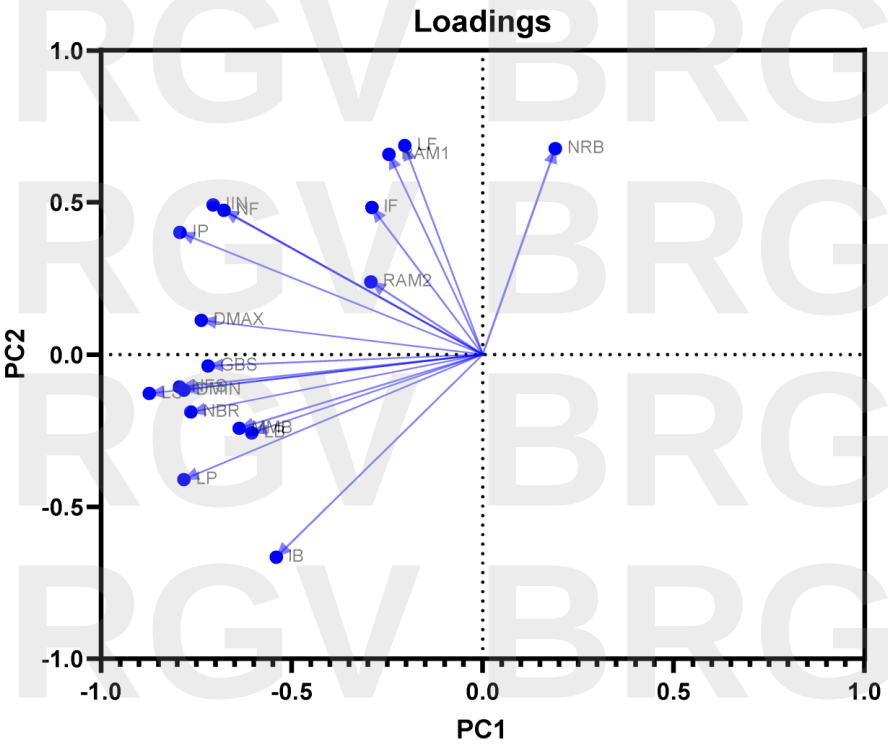


Fig. 2.7. Distribuția populațiilor locale originare din Banat, în primele două componente (PC1 și PC2) ale principalelor caractere fenotipice analizate (PCA)

Dendrograma realizată conform caracterelor morfologice înregistrate, s-a divizat în două clustere (I și II), cu două subclustere la clusterul I: Ia și Ib și două subclustere la clusterul II: IIa și IIb (fig. 2.8.). Din cele 28 de populații locale analizate, 13 populații locale s-au grupat în clusterul I, fiind similare între ele, iar în clusterul II s-au grupat 15 populații, dintre care, 5 populații locale grupate în subclusterul IIa prezintă cei mai ridicați coeficienți de disimilaritate. Cele 5 populații locale sunt originare din Județele Timiș (Lovrin) și Caraș Severin (Loc. Prigor și Poaiana Mărului) (fig. 2.9.)

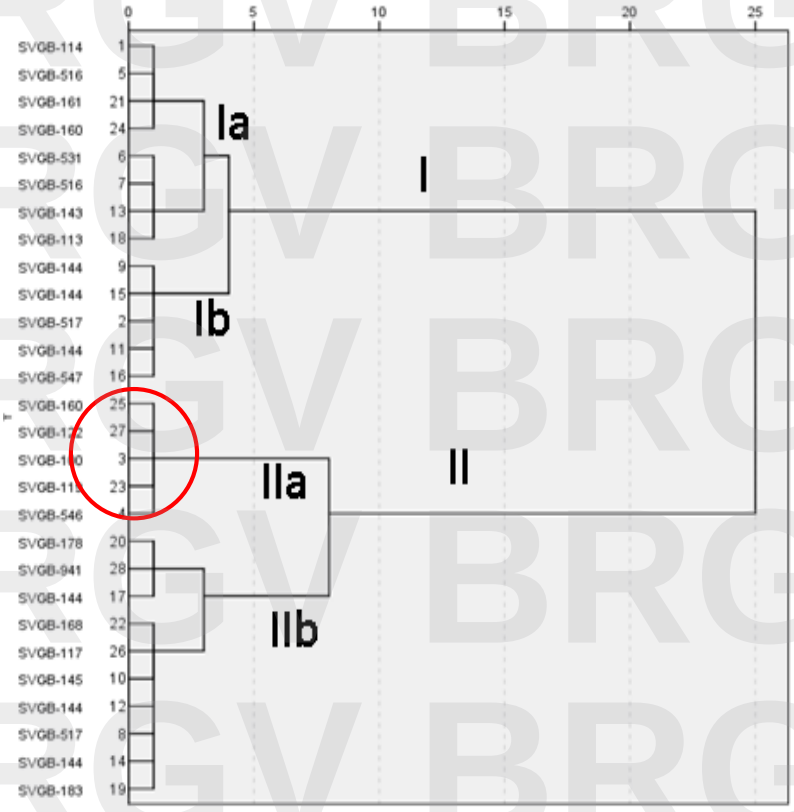


Fig.2.8. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Banat, construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice.

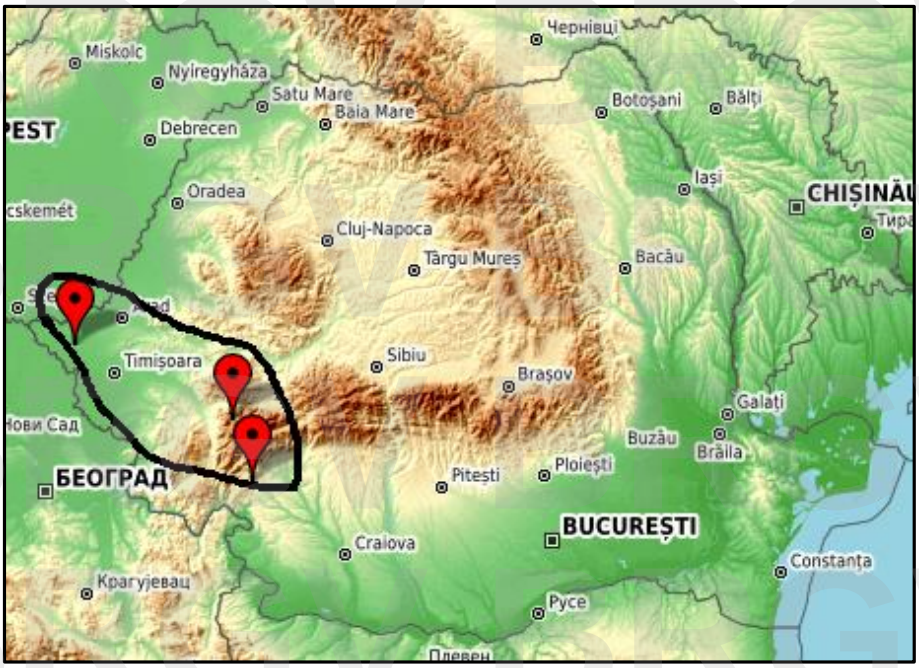


Fig. 2.9. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Banat cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.4. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Transilvania

În cele 10 județe care se regăsesc în ținutul Transilvaniei își au originea 286 de populații locale, caracterizate morfologic, astfel:

- Județul Alba – 20 de populații;
- Județul Bistrița-Năsăud – 120 de populații;
- Județul Brașov – 4 populații;
- Județul Cluj - 61 de populații;
- Județul Covasna – 8 populații;
- Județul Hunedoara – 29 de populații;
- Județul Harghita – 11 populații;
- Județul Mureș – 20 de populații;
- Județul Sibiu – 11populații;

- Județul Sălaj – 2 populații.

Prin biometrizările efectuate la populațiile locale colectate din cele 10 județe s-a observat că există o eterogenitate foarte ridicată între populații. Numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul de frunze până la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, lungimea știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de rânduri de boabe, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe au prezentat o variabilitate mare spre foarte mare. CV% pentru aceste însușiri a variat de la 15,37% la 32,9%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% a fost identificat numai la descriptorul lungimea bobului (Tabelul 2.7.).

Tabelul 2.7.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați la populațiile originare din Transilvania

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	196	121,5	262,85	19,96	10,18
Lungimea paniculului	LP	61,1	21,95	95	8,00	13,09
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	13,10	3	29	4,31	32,90
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	2,25	0	11	1,64	72,8
Număr total de frunze	NF	9,95	5	18,9	1,39	13,96
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	5,50	1,5	8	1,07	19,45
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	61,84	26	104	13,44	21,73
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	70,96	43,2	96,2	7,52	10,59
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8,24	4,25	13,9	1,00	12,13
Lungimea știuletelui	LS	17,11	8	30,2	2,87	16,77
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	40,43	26,1	67	5,73	14,17
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	30,18	12	44,1	5,80	19,2

Numărul de rânduri de boabe	NRB	12,49	8	22	1,92	15,37
Numărul de boabe/rând	NBR	33,76	15	43	4,72	13,98
Lungime bob	LB	9,70	6,54	12,1	0,86	8,86
Lățime bob	lB	8,8	4,1	11,9	1,23	13,97
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	116,18	33	191	30,26	26,04
Masa a 1000 de boabe	MMB	293,56	148	484	60,67	20,66

Și în cazul populațiilor originare din Transilvania s-a determinat matricea distanțelor dintre populații, pe baza principalelor componente analizate (PCA) cu o valoare proprie mai mare de unu. S-au calculat coeficienții componentelor comune, valorile vectorului propriu și proporțiile cumulative ale variației totale exprimate prin trăsături individuale. În cadrul fiecărei componente, conform modelului statistic, caracterele care au avut coeficienți de corelație > 0,54 au fost considerate relevante Valorile principalelor componente analizate (PCA) sunt semnificative pentru trei componente care au avut o variantă cumulativă de 63,71% (Tabelul 2.9.). În primul PC, proporția variației a fost de 40,99%, iar cele mai importante însușiri au fost: IP NF, ISP, LS, NBR, LB, GBS. În al doilea PC proporția variației a fost mai scăzută (12,6%), caracterele predominante fiind RAM2 și lB, iar la al treilea component, proporția variației a fost de 10,12%, caracterele predominante fiind NRB și NBR (Tabelul 2.8.).

Tabelul 2.8.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele trei componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Transilvania

Descriptorul	PC1	PC2	PC3
Înălțimea plantei (IP)	**,801**	-,222	,212
Lungimea paniculului (LP)	,603	,423	-,465
Număr de ramificații de (RAM1)	,573	-,533	-,018
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,497	**-,543**	-,012

Număr total de frunze (NF)	**,730**	-,132	-,315
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	,663	,066	-,533
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	**,755**	-,387	-,010
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,432	-,482	,487
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,637	-,321	,000
Lungimea știuletelui (LS)	**,734**	,099	,252
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,516	,196	-,201
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,596	,419	-,406
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	-,081	-,437	**-,559**
Numărul de boabe/rând (NBR)	**,749**	,092	**,054**
Lungime bob (LB)	**,767**	,268	,045
Lățime bob (lB)	,361	**,568**	,368
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**,866**	,091	,133
Masa a 1000 de boabe (MMB)	,675	,349	,442
TOTAL valori proprii	7,377	2,268	1,823
Proporția cumulată a variației (%)	40,99	53,59	63,71

Cele 286 de populații locale de porumb originare din Transilvania au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.10.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC pozitive cu excepția descriptorului NRB care a avut valori PC negative.

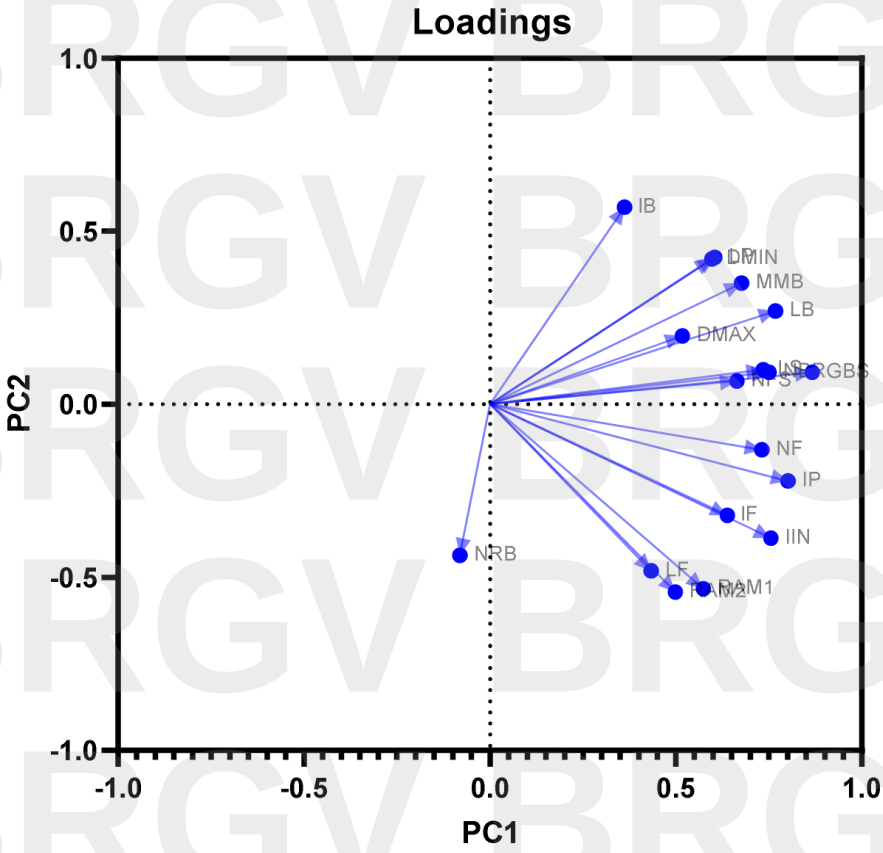


Fig. 2.10. Distribuția populațiilor locale originare din Transilvania, în primele două componente (PC1 și PC2) pentru caracterele fenotipice analizate (PCA)

Dendrograma s-a construit conform însușirilor morfologice înregistrate, divizându-se în două clustere (I și II), cu două subclustere la clusterul I: Ia și Ib și două subclustere la clusterul II: IIa și IIb (fig. 2.11.). Din cele 286 de populații locale analizate, 173 de populații locale s-au grupat în clusterul I, dintre care, s-au evidențiat 26 de populații locale grupate în subclusterul Ib (fig. 2.12.) cu cei mai ridicați coeficienți de disimilaritate. În clusterul II s-au grupat 113 populații cu un grad ridicat de similaritate, asemănător cu nivelul de similaritate al

celor 147 populațiilor grupate în clusterul I. Cele 26 de populații locale, cu grad ridicat de disimilaritate sunt originare din 6 județe (fig. 2.11.).

- 1 Populație originară din Loc. Burcedea, Jud. Alba;
- 15 populații originare din 12 localități (Cetate, Ilva Mică, Nepos, Orheiu Bistriței, Parva, Prundu Bârgăului, Rebrișoara, Șoimuș, Sângeorz Băi, Telciu, Unirea, Rodna) situate pe teritoriul Județului Bistrița Năsăud;
- 7 populații originare din 6 localități (Băișoara, Berindu, Boldut, Cornești, Mihăiești, Valea lui Cati) situate în Județului Cluj;
- 1 Populație originară din Loc. Geoagiu, Jud. Hunedoara;
- 1 Populație originară din Loc. Cerghizel, Jud. Mureș;
- 1 populație originară din Loc. Blăjel, Jud. Sibiu.

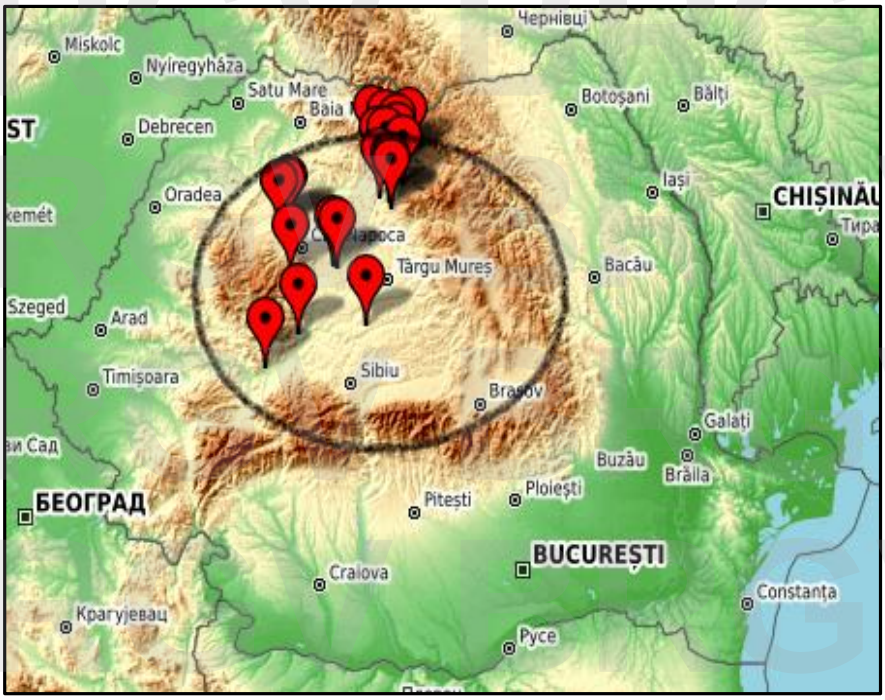


Fig. 2.11. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Transilvania cu coeficienți de disimilaritate ridicați

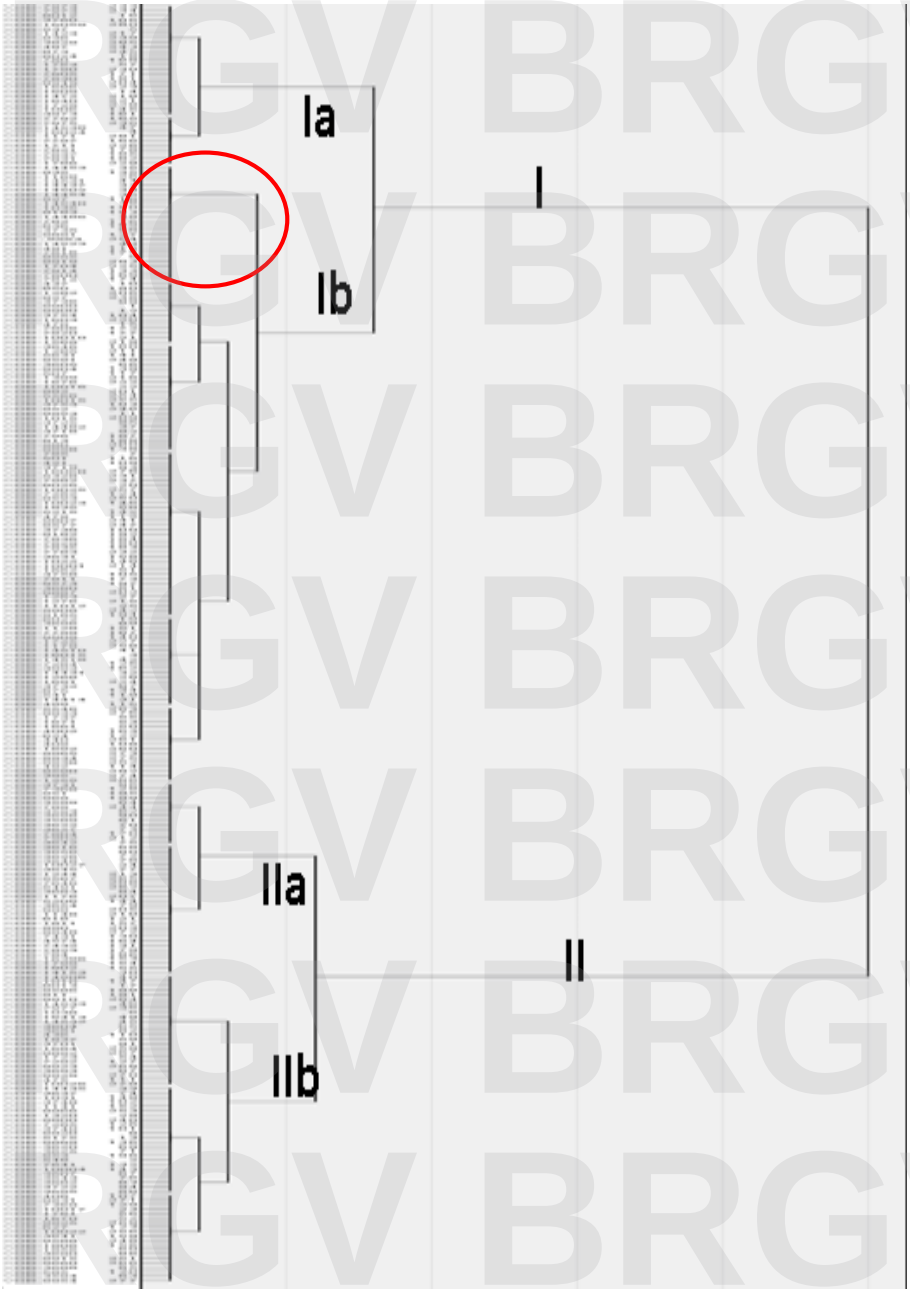


Fig. 2.12. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Transilvania construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice

2.5. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Oltenia

În cele 4 județe situate în Oltenia au fost caracterizate morfologic 72 de populații locale, după cum urmează:

- Județul Dolj – 14 populații;
- Județul Gorj – 13 populații;
- Județul Mehedinți – 22 de populații;
- Județul Vâlcea – 13 de populații.

Caracterele morfologice înregistrate la populațiile originare din Oltenia au avut o variabilitate destul de scăzută. Din cei 19 descriptori analizați numai 8 au prezentat CV% peste 15% (lungimea paniculului, numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul de frunze până la știuletele principal, Înălțimea de inserție a știuletelui principal, numărul de rânduri de boabe, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe). O variație foarte scăzută cu un CV% sub 10% s-a identificat la 4 descriptori: lungimea frunzei de la baza știuletelui principal, lățimea frunzei de la baza știuletelui, diametrul maxim al știuletelui și lungimea bobului (Tabelul 2.9.).

Tabelul 2.9.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați la populațiile originare din Oltenia

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	208	176	224,1	20,8	10
Lungimea paniculului	LP	62	24	43,6	10,55	17,01
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	15	8	24	4,10	27,33
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	3	1	8	1,34	44,66
Număr total de frunze	NF	11	8,4	14	1,20	10,90

Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	6,3	2,3	8	1,10	17,46
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	73,1	38,5	109	15,14	20,71
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	76,3	63	92,1	5,98	7,83
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8,9	6,7	11	0,79	8,87
Lungimea știuletelui	LS	17,4	11,3	22,3	2,10	12,06
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	43,2	33,6	51,4	3,76	8,70
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	34,7	19,8	44,4	4,58	13,19
Numărul de rânduri de boabe	NRB	11,7	8	18	2,02	17,26
Numărul de boabe/rând	NBR	34,5	26	45	4,01	11,62
Lungime bob	LB	10,1	8	11,8	0,70	6,93
Lățime bob	lB	9,3	5,8	11,2	1,02	10,96
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	131,5	69	217	29,4	22,35
Masa a 1000 de boabe	MMB	341,9	160	504	69,37	20,28

Referitor la analiza PCA, caracterele care au prezentat coeficienți de corelație > 0,57 au fost considerați relevanți. În cazul populațiilor originare din Oltenia valorile principalelor componente analizate (PCA) pentru toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a patru componente principale cu o varianță cumulativă de 68,79% (Tabelul 2.10.). La primul PC, proporția variației a fost de 34,87%, iar cele mai importante însușiri au fost IP, NF, ISP și GBS. La al doilea PC proporția variației a fost mai scăzută (13,55%), caracterul predominant fiind lB. La al treilea PC, proporția variației a fost de numai 10,91%, predominând descriptorii NRB și DMAX, iar la ultimul PC (PC4) proporția variației a fost de 9,46%, distingându-se numai descriptorul IP.

Populațiile locale de porumb originare din Oltenia au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.13.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC pozitive.

Tabelul 2.10.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele patru componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Oltenia

Descriptorul	PC1	PC2	PC3	PC4
Înălțimea plantei (IP)	**,833**	-,302	,207	**-,054**
Lungimea paniculului (LP)	,231	-,071	,259	,652
Număr de ramificații de (RAM1)	,330	-,486	-,127	,201
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,493	-,332	,102	,125
Număr total de frunze (NF)	**,722**	-,439	-,097	-,094
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	,591	-,344	-,062	,228
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	**,747**	-,390	,118	-,224
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,513	-,416	,132	-,218
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,530	-,316	,322	,293
Lungimea știuletelui (LS)	,618	,404	,449	-,342
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,645	,299	**-,558**	,090
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,600	,237	-,380	,456
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	,016	-,371	**-,799**	-,331
Numărul de boabe/rând (NBR)	,590	,270	,373	-,450
Lungime bob (LB)	,640	,322	-,391	-,042
Lățime bob (lB)	,514	**,576**	,197	,368
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**,782**	,381	-,118	-,389
Masa a 1000 de boabe (MMB)	,635	,392	-,184	,186
TOTAL valori proprii	6,27	2,43	1,96	1,70
Proporția cumulată a variației (%)	34,87	48,42	59,33	68,79

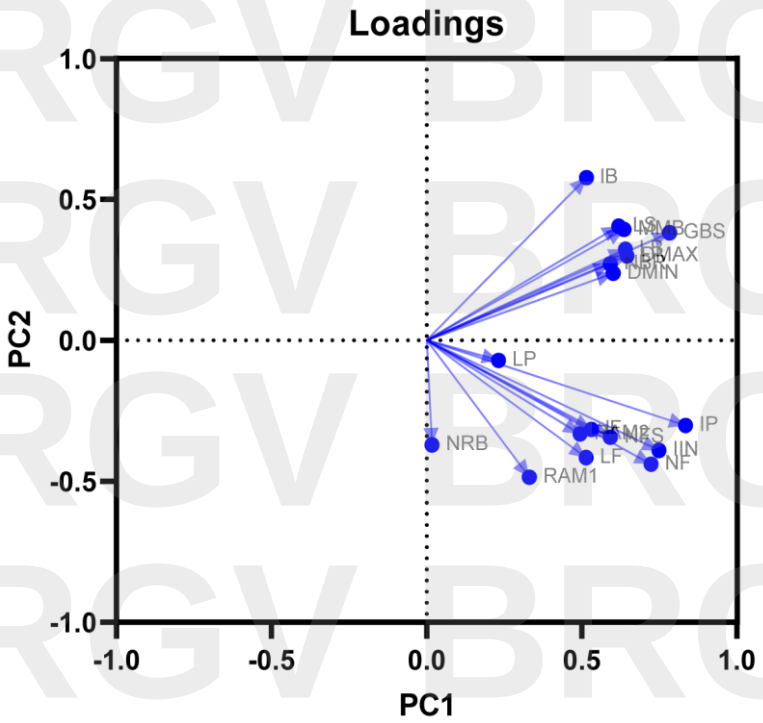


Fig. 2.13. Distribuția populațiilor locale originare din Oltenia, în primele două componente (PC1 și PC2) pentru caracterele fenotipice analizate (PCA)

Dendrograma construită cu ajutorul caracterelor morfologice, s-a divizat în două clustere principale (fig. 2.14.). Primul cluster include 19 populații locale, dintre care 5 populații prezintă cei mai mari coeficienți de disimilaritate (subclusterul Ib). În clusterul II sunt grupate restul populațiilor (44), dar cu un grad ridicat de similaritate între ele.

Cele 5 populații cu un nivel ridicat de disimilaritate sunt originare din localități situate în județele: Dolj (Loc. Işalnița și Argetoaia), Gorj (Loc. Cărbunești și Bustuchin) și Mehedinți (Loc. Vânju Mare) (fig. 2.15.).

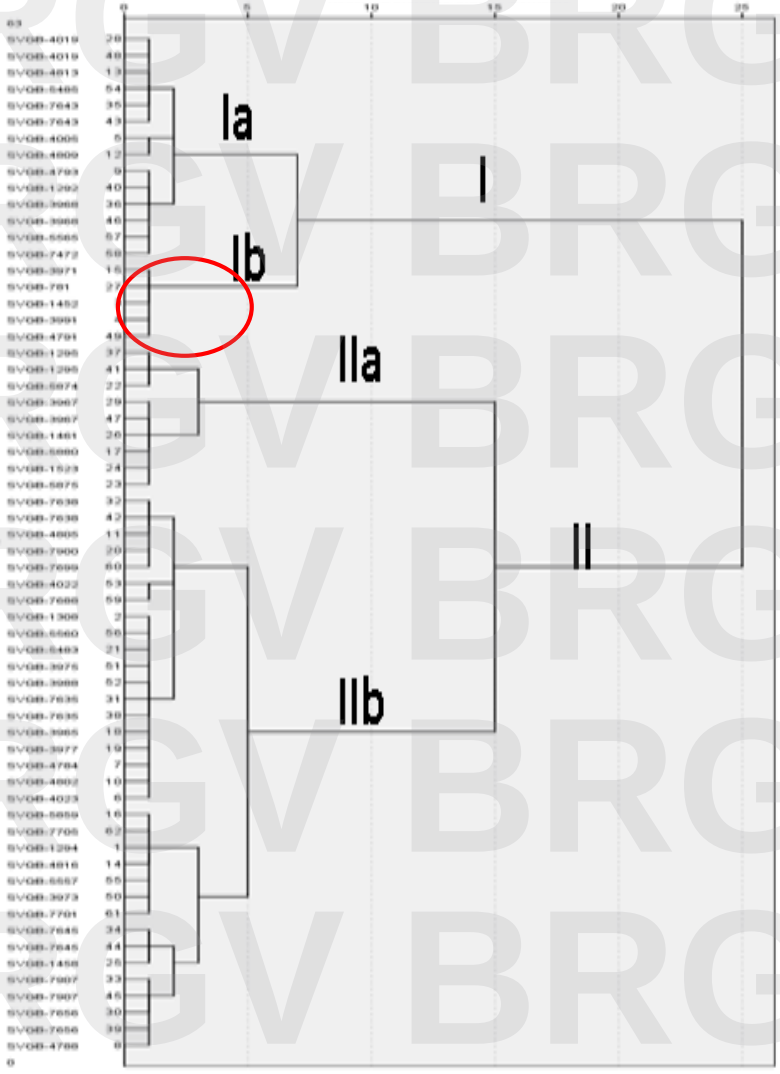


Fig. 2.14. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Oltenia construită pe baza distanței Euclidiene, conform valorilor obținute prin caracterizarea morfologică

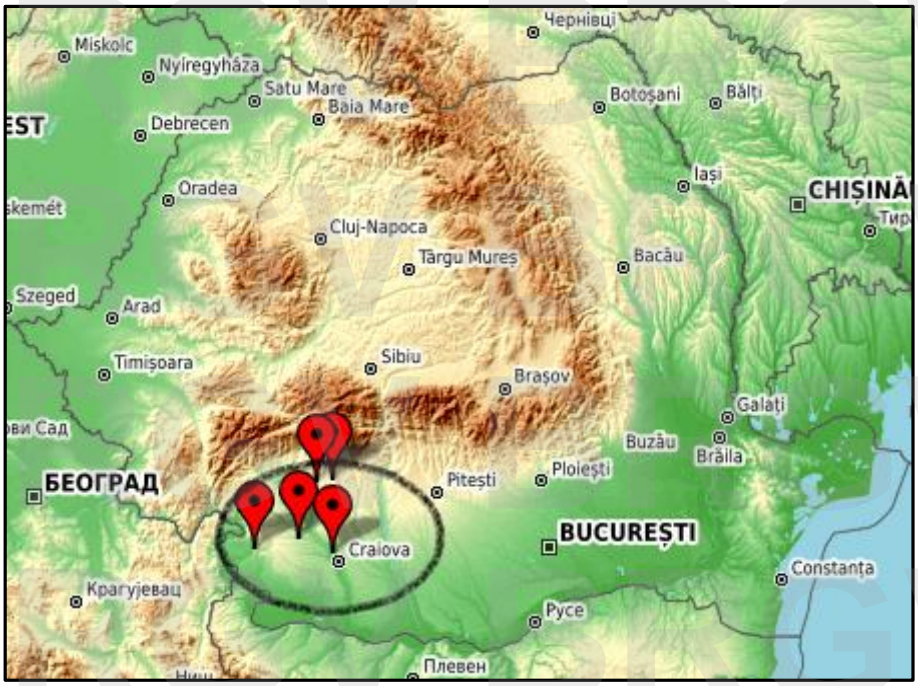


Fig.2.15. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Oltenia cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.6. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Muntenia

Populațiile locale de porumb caracterizate morfologic, originare din Muntenia, au fost colectate din localități situate în 6 județe:

- Județul Argeș – 19 populații;
- Județul Buzău – 7 populații;
- Județul Călărași – 3 populații;
- Județul Dâmbovița – 2 populații;
- Județul Ialomița - 2 populații;
- Județul Prahova – 9 populații.

Conform rezultatelor obținute prin analiza celor 42 de populații locale, a rezultat o eterogenitate ridicată pentru descriptorii: numărul de

ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul de frunze până la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, numărul de rânduri de boabe, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe. CV% pentru acești descriptori a variat de la 17,38% la 59,6%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% a fost identificat la descriptorii: lungimea frunzei de la baza știuletelui principal și lungimea bobului (Tabelul 2.11.).

Tabelul 2.11.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați la populațiile originare din Muntenia

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	200,28	160	241	20,3	10,13
Lungimea paniculului	LP	60,87	33,80	73,00	7,41	12,17
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	12,92	6	21	3,49	27,01
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	1,86	0	5	1,11	59,6
Număr total de frunze	NF	10,85	8	13	1,16	10,69
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	6,19	3,7	8	1,09	17,6
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	69,30	36	103	14,85	21,4
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	71,76	57	87,90	6,50	9,05
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8,96	7	13,7	1,16	12,94
Lungimea știuletelui	LS	17	12	22	2,03	11,94
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	43,55	34,4	64,6	4,44	10,19
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	34,78	20,4	43,7	3,89	11,18
Numărul de rânduri de boabe	NRB	12,08	8	16	2,10	17,38
Numărul de boabe/rând	NBR	35,32	27	43	3,65	10,33

Lungime bob	LB	9,76	6,70	11,70	0,92	9,42
Lățime bob	lB	8,56	3,6	11,20	1,57	18,34
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	124,63	66	221	31,07	24,92
Masa a 1000 de boabe	MMB	313,17	136	440	69,08	22,05

Dacă ne referim la analiza Principalelor Componente (PCA) bazată pe matricea corelațiilor fenotipice, se observă că însușirile relevante sunt cele unde coeficienții de corelație au valori peste 0,70. În cazul populațiilor originare din Muntenia valorile principalelor componente analizate (PCA) pentru toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a două componente principale cu o variantă cumulativă de 47,20% (Tabelul 2.12.). La primul PC, proporția variantei a fost de 27,55%, iar cele mai importante însușiri au fost IP, ISP și GBS. La al doilea PC proporția variantei a fost mai scăzută (19,67%), caracterele predominante fiind lB și MMB.

Populațiile locale de porumb originare din Muntenia au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.16.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC pozitive.

Tabelul 2.12.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la două componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Muntenia

Descriptorul	PC1	PC2
Înălțimea plantei (IP)	**,814**	-,076
Lungimea paniculului (LP)	,464	,092
Număr de ramificații de (RAM1)	,420	-,512
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,516	-,180
Număr total de frunze (NF)	,603	-,443

Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	,498	-,458
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	**,701**	-,442
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,687	-,082
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,448	-,437
Lungimea știuletelui (LS)	,559	,339
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,417	,175
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,367	,499
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	,178	-,555
Numărul de boabe/rând (NBR)	,528	,145
Lungime bob (LB)	,495	,589
Lățime bob (lB)	,176	**,791**
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**,760**	,442
Masa a 1000 de boabe (MMB)	265	,**730**
TOTAL valori proprii	4,95	3,53
Proporția cumulată a variației (%)	27,55	47,22

Pentru a evidenția nivelul biodiversității populațiilor analizate am trasat dendrograma similarității caracterelor morfologice, care s-a divizat în două clustere principale. Primul cluster include 15 populații locale, similare între ele. În clusterul II (IIb) sunt grupate restul populațiilor (27), dar 6 dintre acestea prezintă cel mai ridicat grad de disimilaritate (fig. 2.17).

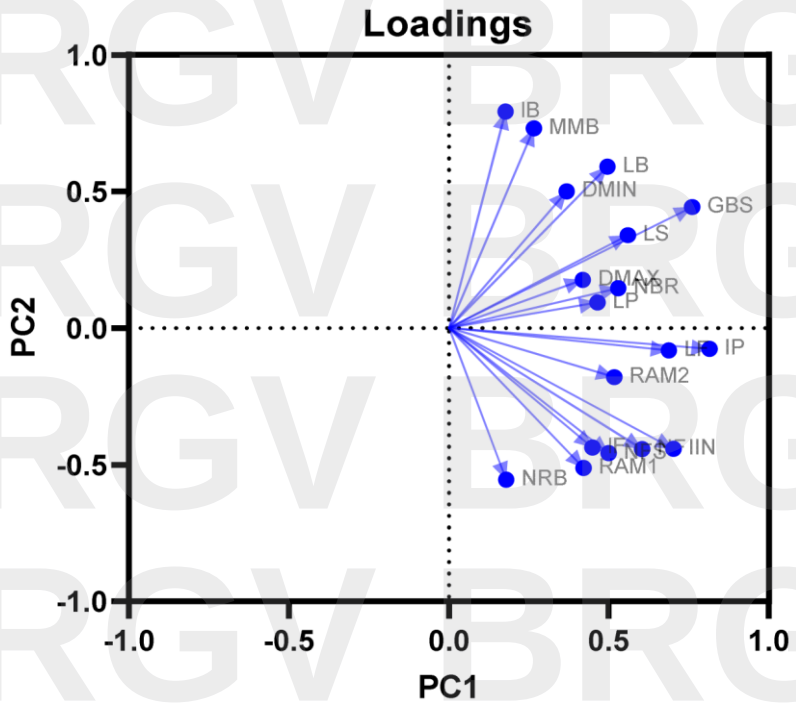


Fig. 2.16. Distribuția populațiilor locale originare din Muntenia, în primele două componente (PC1 și PC2) pentru caracterele fenotipice analizate (PCA)

Populațiile cu cel mai mare grad de variabilitate sunt originare din localități situate în județele: Argeș (Loc. Mihăești și Drăghici), Buzău (Loc. Furtunești și Nehoiu) Călărași (Loc. Sohatu) și Prahova (Loc. Starchiojd) (fig. 2.18).

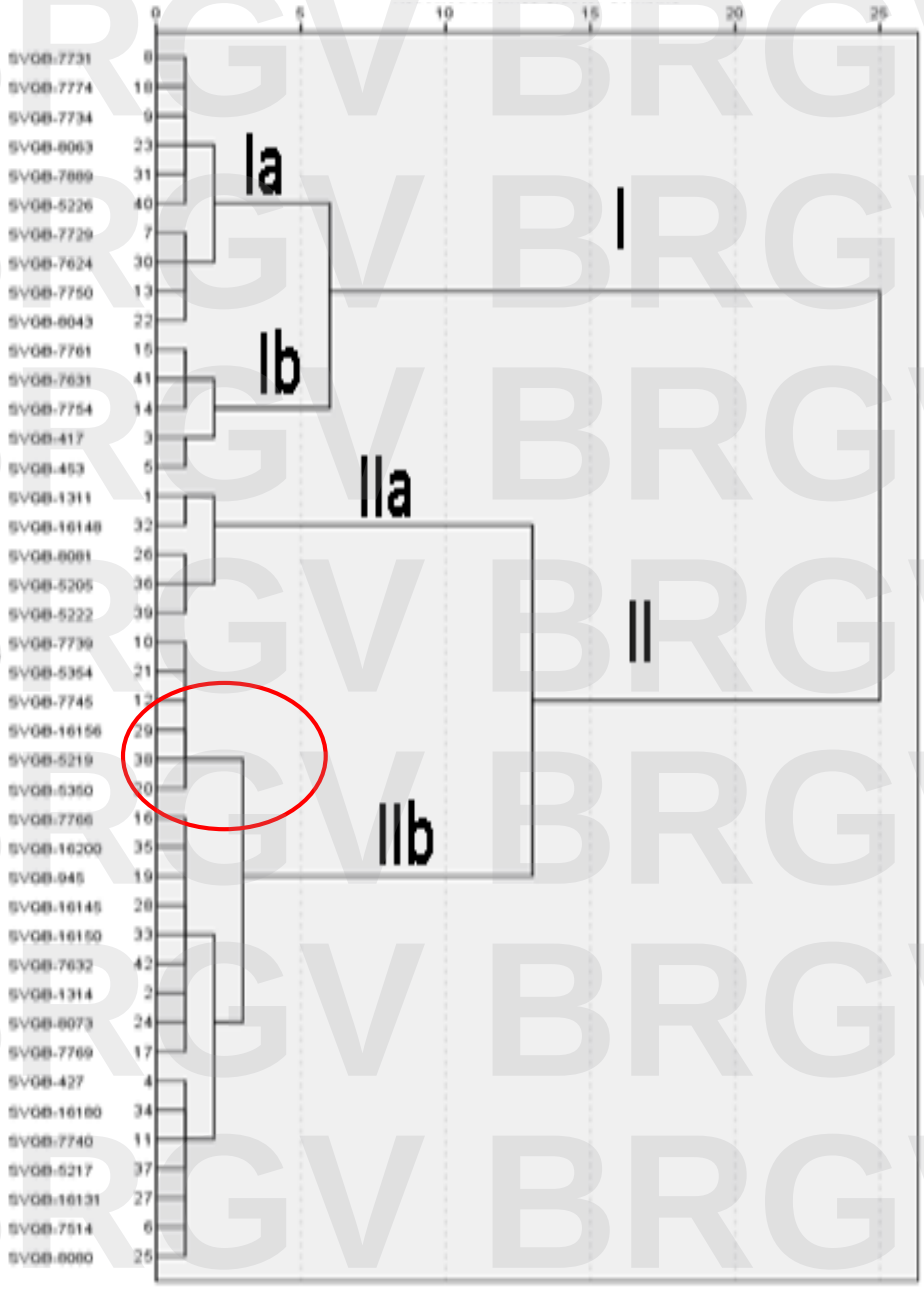


Fig. 2.17. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Muntenia construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice

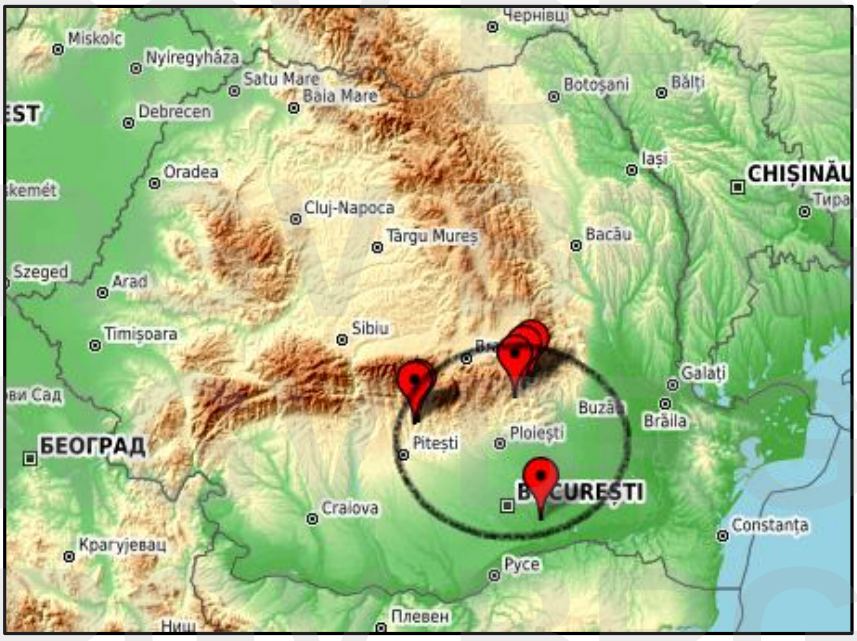


Fig.2.18. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Muntenia cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.7. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Bucovina

Ținutul istoric Bucovina cuprinde Județul Suceava. Dat fiind faptul că, în municipiul Suceava se află colecția națională de populații locale de porumb gestionată de Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea", numărul de populații colectate din acest areal este foarte mare, comparativ cu numărul de populații colectate din celelalte regiuni ale țării, aceasta determinând și caracterizarea morfologică a unui număr important de populații (218).

Prin analiza celor 218 populații locale, originare din Bucovina, s-a observat o variabilitate ridicată pentru majoritatea descriptorilor: lungimea paniculului, numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul total de frunze, numărul de frunze până

la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, lungimea știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de boabe/rând, lungimea bobului, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe. CV% pentru aceste caractere a variat de la 15% la 121,21%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% nu a fost identificat la nici un descriptor (Tabelul 2.13.).

Tabelul 2.13.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați în cazul populațiilor originare din Bucovina

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	183,38	107	264,8	25,03	13,64
Lungimea paniculului	LP	56,79	19,8	71	11,71	20,45
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	10,38	2	21	4,57	43,86
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	1,65	0	17	2,01	121,21
Număr total de frunze	NF	8,86	5,4	14	1,36	15,34
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	4,57	1,2	8	1,10	24,01
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	54,5	23,4	105	15,54	28,5
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	67,66	47,3	98,7	9,68	14,30
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	7,49	4,2	14,1	1,11	14,81
Lungimea știuletelui	LS	14,34	7,56	30,53	2,46	17,15
Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	39,77	21,1	56,43	4,15	10,43
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	25,8	13,8	40,3	6,11	23,68
Numărul de rânduri de boabe	NRB	14,62	9,5	21	2,08	14,23
Numărul de boabe/rând	NBR	29,20	12,66	47	5,18	17,58
Lungime bob	LB	8	6,2	12	1,2	15
Lățime bob	lB	6,7	3,4	11,4	1,08	15,52

Greutatea boabelor pe știulete	GBS	93,27	17,6	212	31,78	33,91
Masa a 1000 de boabe	MMB	217	108	402	52,33	24,11

Referitor la analiza Principalelor Componente (PCA) bazată pe matricea corelațiilor fenotipice, se observă că însușirile relevante sunt cele unde coeficienții de corelație au valori peste 0,60. În cazul populațiilor originare din Bucovina valorile principalelor componente analizate (PCA) pentru toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a trei componente principale cu o varianță cumulativă de 62,59% (Tabelul 2.14.). La primul PC, proporția variației a fost de 41,25%, iar cele mai importante însușiri au fost IP, NFS și ISP. La al doilea PC proporția variației a fost mai scăzută (12,94%), caracterele predominante fiind RAM1 și DMIN iar la treilea PC, proporția variației a fost de numai 8,4%, predominând descriptorul NRB.

Cele 218 populații locale de porumb originare din Bucovina au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.18.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC pozitive.

Pentru a scoate în evidență nivelul biodiversității populațiilor de porumb originare din Bucovina, am trasat dendrograma similarității caracterelor cantitative.

Tabelul 2.14.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele trei componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute la populațiile originare din Bucovina

Descriptorul	PC1	PC2	PC3
Înălțimea plantei (IP)	**,830**	-,155	,095
Lungimea paniculului (LP)	,466	,593	-,242
Număr de ramificații de (RAM1)	,496	**-,624**	-,002
Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,359	-,575	-,056

Număr total de frunze (NF)	,776	-,276	,102
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	**,808**	-,012	,110
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	**,836**	-,230	,195
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,506	-,542	,284
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,676	-,107	,185
Lungimea știuletelui (LS)	,708	,096	-,437
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,612	,506	,298
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,520	**,612**	,272
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	,003	,230	**,709**
Numărul de boabe/rând (NBR)	,685	,189	-,220
Lungime bob (LB)	,792	,179	-,150
Lățime bob (lB)	,394	-,076	-,480
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	,758	,256	-,133
Masa a 1000 de boabe (MMB)	,714	,118	-,355
TOTAL valori proprii	7,42	2,37	1,52
Proporția cumulată a variației (%)	41,25	54,19	62,59

Dendrograma construită cu ajutorul caracterelor morfologice, s-a divizat în două clustere principale. Primul cluster a inclus 188 de populații locale, iar clusterul II a cuprins 30 de populații. În subclusterul Ia sunt incluse 51 de populații cu un grad ridicat de disimilaritate, ceea ce semnifică că aceste populații prezintă cea mai mare variabilitate a caracterelor biometrizate (fig. 2.19).

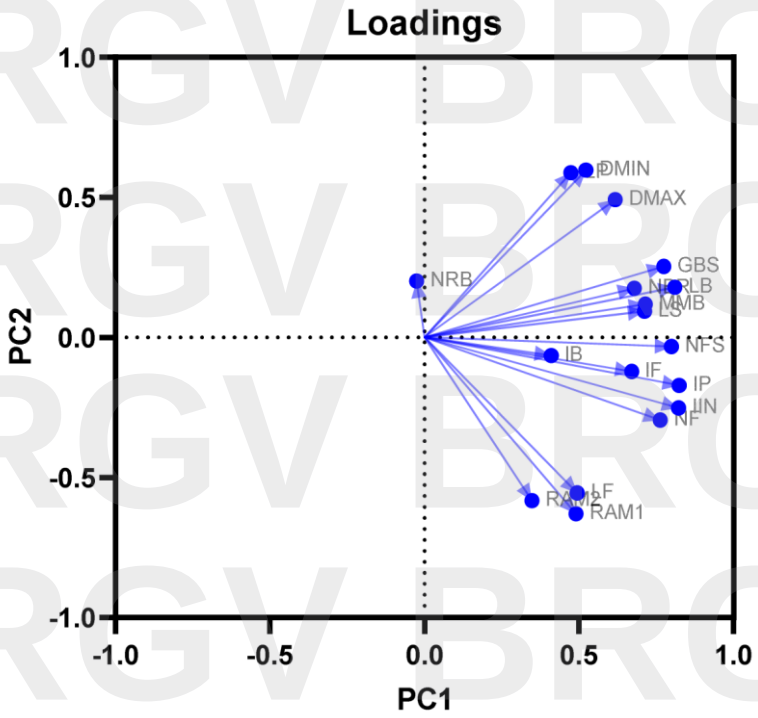


Fig. 2.18. Distribuția populațiilor locale originare din Bucovina, în primele două componente (PC1 și PC2) pentru caracterele fenotipice analizate

Populațiile cu cel mai mare grad de variabilitate sunt originare din 20 de localități situate în județul Suceava (Bucșoaia, Cacica, Dealul Iederii, Frasin, Frumosu, Gura Humorului, Iedu, Păltinoasa, Pârtești, Pojorâta, Putna, Straja, Strâmtura, Stulpicani, Valea Stânii, Vama, Molid, Vatra Moldoviței, Vârfu Dealului, Vicovu de Jos) (fig. 2.20.).

Fig. 2.19. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Bucovina construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice

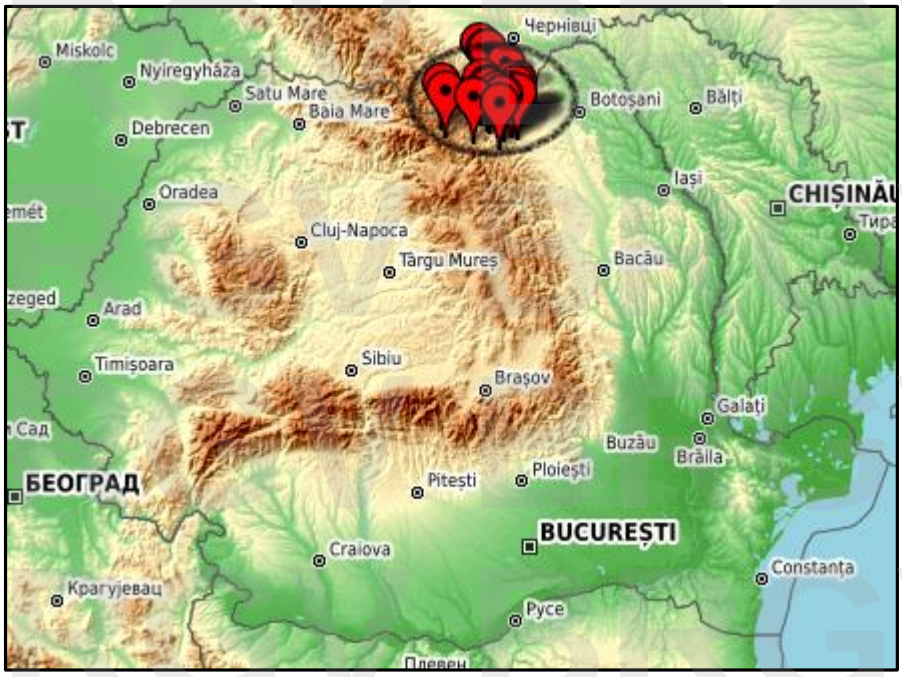


Fig. 2.20. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Bucovina cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.8. Caracterizarea morfologică a populațiilor locale originare din Moldova

Din zona Moldovei au fost caracterizate morfologic 66 de populații locale, dintre care:

- 12 populații din județul Bacău;
- 1 Populație din județul Brăila;
- 7 populații din județul Botoșani;
- 1 Populație din județul Galați;
- 25 de populații din județul Neamț;
- 19 populații din județul Vrancea;
- 1 Populație din județul Vaslui.

Conform rezultatelor obținute din biometrizările efectuate se observă existența unor coeficienți ridicați de variabilitate la majoritatea descriptorilor. CV% peste 15% s-a înregistrat la descriptorii: lungimea paniculului, numărul de ramificații de ord. I, numărul de ramificații de ord. II, numărul total de frunze, numărul de frunze până la știuletele principal, înălțimea de inserție a știuletelui principal, lungimea știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de rânduri de boabe, numărul de boabe/rând, lățimea bobului, greutatea boabelor pe știulete și masa a 1000 de boabe. CV% pentru aceste caractere a variat de la 15,23% la 70,88%. O variație scăzută cu un CV% sub 10% s-a identificat la înălțimea plantei (Tabelul 2.15.).

Tabelul 2.15.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfologici determinați în cazul populațiilor originare din Moldova

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Coeficientul de variație (CV%)
			minim	maxim		
Înălțimea plantei	IP	187,97	120	222	18,45	9,81
Lungimea paniculului	LP	50,37	16,5	69	14,42	28,62
Număr de ramificații de ord.I	RAM1	11,49	3	22	3,99	34,72
Număr de ramificații de ord.II	RAM2	1,58	0	5	1,12	70,88
Număr total de frunze	NF	9,63	5	12	1,59	16,51
Număr de frunze până la știuletele principal	NFS	5,14	1,75	8	1,76	34,24
Înălțimea de inserție a știuletelui principal	ISP	61,81	17,5	91	14,82	23,97
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	70,66	32,5	90,5	9,09	12,86
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	7,88	4	10	1,18	14,97
Lungimea știuletelui	LS	15,27	9,3	20,9	2,70	17,68

Diametrul maxim al știuletelui	DMAX	39,31	36	50,8	4,31	10,96
Diametrul minim al știuletelui	DMIN	28,29	15,7	42,3	6,24	22,05
Numărul de rânduri de boabe	NRB	12,8	8	16	1,95	15,23
Numărul de boabe/rând	NBR	31,48	14,5	43	5,05	16,04
Lungime bob	LB	9,02	6,01	12	1,07	11,86
Lățime bob	lB	7,87	4,14	10	1,22	15,50
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	97,75	37,7	209	31,5	32,89
Masa a 1000 de boabe	MMB	254,71	112	394	67,1	26,34

Referitor la analiza Principalelor Componente (PCA) bazată pe matricea corelațiilor fenotipice, se observă că însușirile relevante sunt cele unde coeficienții de corelație au valori peste 0,50. În cazul populațiilor originare din Moldova valorile principalelor componente analizate (PCA) pentru toți descriptorii morfologici, ne indică prezența a trei componente principale cu o varianță cumulativă de 72,65% (Tabelul 2.16.). La primul PC, proporția variației a fost de 45,16%, iar cele mai importante însușiri au fost NF, LS și GBS. La al doilea PC proporția variației a fost mai scăzută (17,45%), caracterele predominante fiind RAM1 și RAM2, iar la al treilea PC, proporția variației a fost de numai 10,04%, predominând descriptorii LP și LF.

Tabelul 2.16.

Variația cumulată, vectorii și valorile proprii la principalele trei componente (PC) pentru matricea corelației bazată pe media valorilor obținute în cazul populațiilor originare din Moldova

Descriptorul	PC1	PC2	PC3
Înălțimea plantei (IP)	,638	-,394	,483
Lungimea paniculului (LP)	,706	-,035	**-,521**
Număr de ramificații de (RAM1)	,499	**-,682**	-,005

Număr de ramificații de ord. II (RAM2)	,353	**-,608**	,301
Număr total de frunze (NF)	**,826**	-,290	-,185
Număr de frunze până la știuletele principal (NFS)	,782	-,169	-,403
Înălțimea de inserție a știuletelui principal (ISP)	,769	-,397	,211
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (LF)	,436	-,381	**,543**
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (lF)	,754	-,315	,058
Lungimea știuletelui (LS)	**,811**	,258	,063
Diametrul maxim al știuletelui (DMAX)	,604	,402	-,168
Diametrul minim al știuletelui (DMIN)	,767	,206	-,493
Numărul de rânduri de boabe (NRB)	-,177	-467	-,477
Numărul de boabe/rând (NBR)	,736	-,070	-,258
Lungime bob (LB)	,783	,385	,004
Lățime bob (lB)	,560	,516	,298
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**,818**	,313	,091
Masa a 1000 de boabe (MMB)	,645	,549	,416
TOTAL valori proprii	**8,12**	**2,96**	**1,98**
Proporția cumulată a variației (%)	**45,16**	**61,65**	**72,65**

Populațiile locale de porumb originare din Moldova au fost plasate în arealul definit de primele două PC (fig. 2.21.). Toți descriptorii morfologici au avut valori PC pozitive, cu excepția descriptorului NRB care a avut valori PC negative.

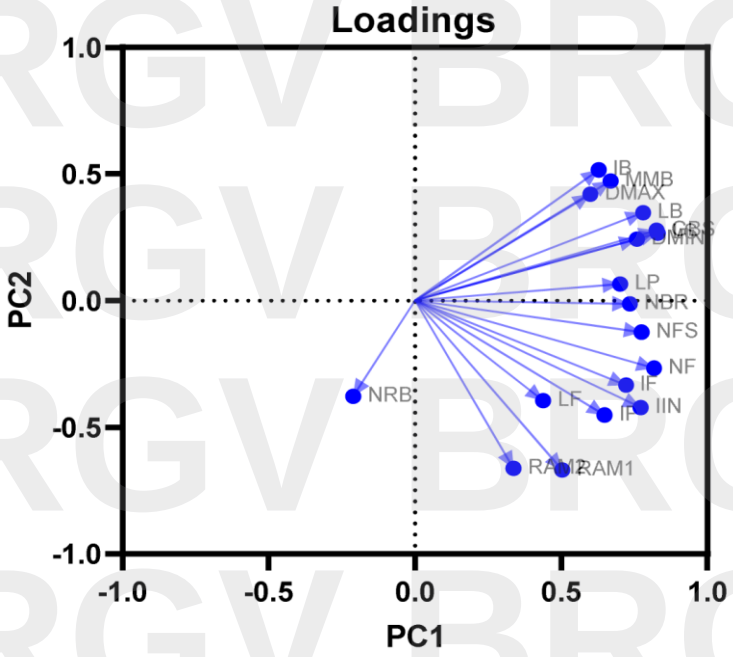


Fig. 2.21. Distribuția populațiilor locale originare din Moldova, pe primele două componente (PC1 și PC2) pentru caracterele fenotipice analizate (PCA)

Pentru a scoate în evidență nivelul biodiversității populațiilor de porumb originare din Moldova, am trasat dendrograma similarității descriptorilor morfologici biometrizați.

Dendrograma construită cu ajutorul caracterelor morfologice, s-a divizat în două clustere principale. Primul cluster a inclus 36 de populații locale, dintre acestea, 8 populații au avut cu un grad ridicat de disimilaritate, ceea ce demonstrează că prezintă cea mai mare variabilitate a caracterelor analizate (fig. 2.22.).

Populațiile cu cel mai mare grad de variabilitate sunt originare din localități situate în județele: Galați (Loc. Piscu), Neamț (Loc. Răucești, Urecheni și Schitu Ceahlău) și Vrancea (Loc. Jitia de Jos, Țigănești și Naruja) (fig. 2.23.).

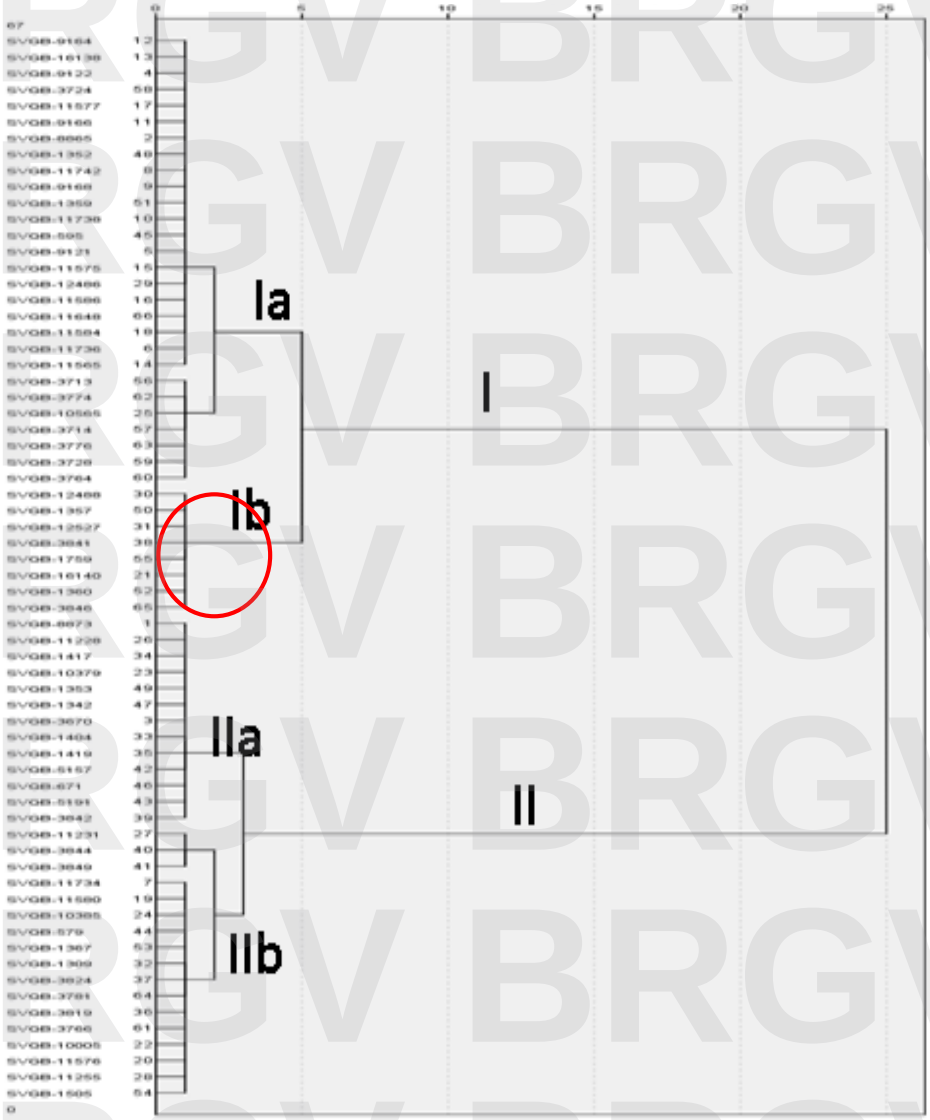


Fig. 2.22. Dendrograma populațiilor locale de porumb originare din Moldova construită pe baza distanței Euclidiene, conform caracterelor morfologice

Fig. 2.23. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din Moldova cu coeficienți de disimilaritate ridicați

2.9. Concluzii privind variabilitatea morfologică a germoplasmei locale de porumb aflată în inventarul BRGV Suceava

Analizând rezultatele obținute din biometrizările efectuate pe cele 838 de populații locale de porumb, cu ajutorul unor programe de calcul statistic (SPSS 2.0. și Graph Pad Prism 9.4.) a reieșit că, cea mai ridicată diversitate a populațiilor locale de porumb se întâlnește la cele originare din nordul țării, dar în același timp am observat existența unei variabilități ridicate a caracterelor morfologice și în cazul populațiilor originare din alte trei regiuni importante: Transilvania, Muntenia și Oltenia, dar de mai mică intensitate, de aceea consider că în România a existat un Centru principal de diversitate a populațiilor locale de porumb situat în județele Suceava, Maramureș și Bistrița Năsăud din care au derivat cele trei centre secundare situate în zonele montane și submontane din Transilvania (județele Cluj, Sibiu, Mureș, Hunedoara), Oltenia (județele Dolj, Gorj, Mehedinți) și Muntenia (Județele Buzău și Prahova) (fig. 2.24.).

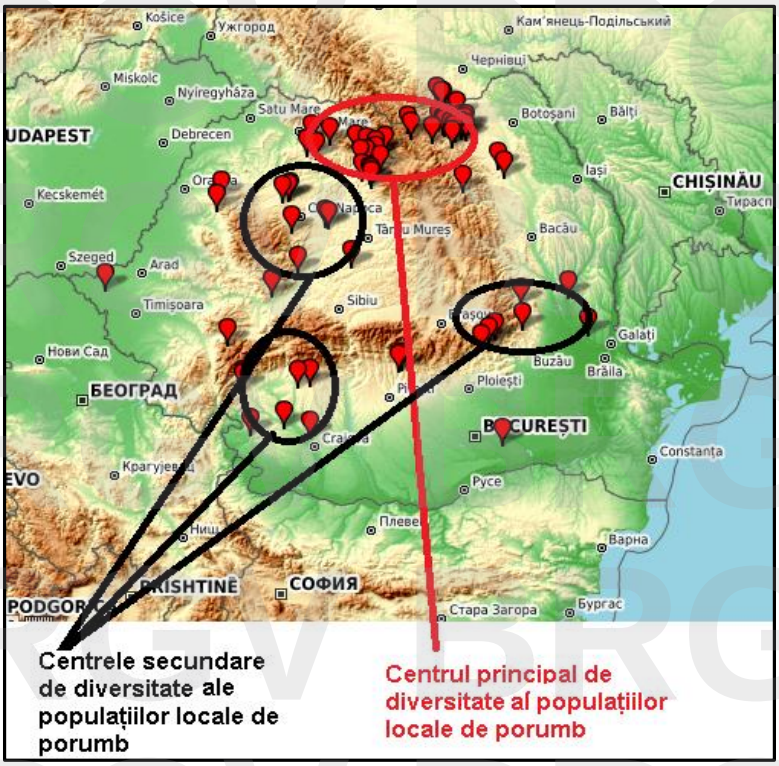


Fig. 2.24. Site-urile de colectare ale populațiilor locale de porumb originare din România cu coeficienți de disimilaritate ridicați

Din cele prezentate se desprinde ideea de bază că diversitatea genetică a plantelor este mijlocul principal de supraviețuire a omenirii. Atunci când un fond genetic bine documentat este pus la dispoziția amelioratorilor, astfel încât să îi ajute în obținerea de noi linii consangvinizate care vor fi folosite în crearea de hibrizi, fără a fi nevoie de investiții suplimentare pentru caracterizarea acestora în câmpurile proprii, va avea drept consecință reducerea perioadei de obținere sau de îmbunătățire a hibrizilor aflați în cultură. Dacă germoplasma locală de porumb din România, nu va fi utilizată în programele de ameliorare, baza genetică a materialului de ameliorare se va îngusta tot mai mult, ceea ce va duce la obținerea de noi hibrizi, cu un heterozis ridicat, dar vor fi vulnerabili la schimbările climatice bruște care se manifestă tot mai puternic în ultimii ani.

BIBLIOGRAFIE

1. **Andjelkovic, V. and D. Ignjatovic-Micic. 2012.** Maize genetic resources –science and benefits. Publisher Serbian Genetic Society and Maize Research Institute „Zemun Polje“, ISBN 978-86-87109-07-0 (SGS).
2. **Babic, V., M. Ivanovic, M. Babic 2012.** The Origin and evolution of maize and its introduction into South-Eastern Europe. Field and Vegetable Crops Research *49*: 92-104.
3. **Beyene, Y., A. Botha, A.A. Myburg. 2005.** A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize. African Journal of Biotechnology Vol. *4* (7), pp. 586-595.
4. **Beyene, Y., A. Botha, A. Myburg . 2006.** Genetic diversity in traditional Ethiopian highland maize accessions assessed by AFLP markers and morphological traits. Biodiversity and Conservation *15*: 2655-2671.
5. **Bracco, M., V.V. Lia, A.M.J. Gottlieb, J. Cámara Hernández, L. Poggio 2009.** Genetic diversity in maize landraces from indigenous settlements of Northeastern Argentina. Genetica *135*: 39-49 D. Ristic *et al*: Genetic diversity in maize dent landraces 823.
6. **Carvalho, V.P., C.F. Ruas, J.M. Ferreira, R.M.P. Moreira and P.M. Ruas**. **2004.** Genetic diversity among maize (Zea mays) landraces assessed by RAPD markers. Genet. Mol. Biol. vol.*27* no.2.
7. **Cömmertray, G., F.S. Baloch, B. Kilian, A.C. Ülger, H. Özkan. 2012.** Diversity assessment of Turkish maize landraces based on fluorescent labelled SSR markers. Plant Molecular Biology Reporter, *30*: 261–274.
8. **Dubreuil, P., M. Warburton, M. Chastanet, D. Hoisington, A. Charcosset. 2006.** More on the introduction of temperate maize into Europe: Large-scale bulk SSR genotyping and new historical elements. Maydica *51*: 281-291.
9. **Ignjatovic-Micic, D., T. Coric, D. Kovacevic, K. Markovic. 2003**. RFLP and RAPD analysis of maize (Zea mays) local populations for identification of variability and duplicate accessions. Maydica *48:* 153-159.
10. **Ignjatovic-Micic, D., S.M. Drinic, A. Nikolic, V.L. Jancic. 2008.** SSR-analysis for genetic structure and diversity determination of maize local populations from former Yugoslavia territories. Russian Journal of Genetics. Vol. *44*, No. 11, pp. 1317–1324, ISSN 1022-7954.
11. **Legesse, B. W., A. A. Myburg, K. V. Pixley, A. M. Botha. 2007.** Genetic diversity of African maize inbred lines revealed by SSR markers. Hereditas Vol. *144*, Issue 1: 10–17.

12. **Murariu Danela, Murariu M. 2010.** Conservarea „*on farm"* în diferite areale din Bucovina a unor rase de porumb, ANNALS of the Suceava University – FOOD ENGINEERING, Anul IX , No1 – 2010.
13. **Murariu M., Murariu Danela, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, Domnica Daniela Plăcintă, I.M. Râșca, D.P. Simioniuc. 2012.** Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România, Edit. Pim, Iași.
14. **Murariu D. și Cristea M. 2019**. Diversitatea genetică și eroziunea genetică a resurselor genetice vegetale. Edit. Pim. 2019.
15. **Prasanna, B.M. 2010.** Phenotypic and molecular diversity of maize landraces: characterization and utilization. Indian J. Genet. *70*: 315–327.
16. **Reif, F.C., A.E. Melchinger, X.C. Xia, M.L. Warburton, D.A. Hoisington, S.K. Vasal, G. Srinivasan, M. Bohn, M. Frisch. 2003**. Genetic distance based on simple sequence repeats and heterosis in tropical maize populations. Crop Sci, *43*: 1275− 1282.
17. **Reif, J.C., S. Hamrit, M. Heckenberger, W. Shipprack. 2005.** Genetic structure and diversity of European flint maize populations determined with SSR analysis of individuals and bulks. Theor. Appl. Genet. *111*: 906-913.
18. **Rohlf, F.J. 2000.**: NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System version 2.1. Owner's manual.
19. **Saghai-Maroof, M., K. Soliman, R. Jorgensen, R. Allard. 1984.** Ribosomal DNA spacer length polymorphism in barley; mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. Proc. Natl. Acad. Sci. USA *91*: 8014-8018.
20. **Sharma, L., B.M. Prasanna, B. Ramesh. 2010.** Phenotypic and microsatellite-based diversity and population genetic structure of maize landraces in India, especially from the North East Himalayan region. Genetica *138* 619–631.
21. **Warburton, M.L., X. Zianchun, J. Crossa, J. Franco, A.E. Melchinger, M. Frisch, M. Bohn, D. Hoisington. 2002.** Genetic characterization of CIMMYT inbred maize lines and open pollinated populations using large scale fingerprinting methods. Crop Sci. *42:* 1832-1840.
22. **Warburton, M., P. Setimela, J. Franco, H. Cordova, K. Pixley, M. Banziger, S. Dreisigacker, C. Bedoya, J. Macrobert. 2010.** Toward a cost-effective fingerprinting methodology to distinguish maize open-pollinated varieties. Crop Sci. *50* 467–477.
23. **Yao, Q.L., K.C.Yang, G.T. Pan, T.Z. Rong. 2007.** Genetic diversity of maize (*Zea mays*) landraces from Southwest China based on SSR data. J Genet Genom, *34*(9): 851–860.

CAPITOLUL 3.

SCREENING-UL POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB ROMÂNEȘTI PENTRU TOLERANȚA LA STRESUL HIDRIC

(Danela Murariu)

Seceta este un factor climatic major care limitează productivitatea porumbului, mai ales în țările în curs de dezvoltare (Sallah și colab., 2002) Porumbul este foarte sensibil la stresul hidric în special în timpul înfloririi, când deja este destul de târziu pentru fermieri să ajusteze practicile de management (Westgate și Bassetti,1990).

În ultimul deceniu culturile de porumb din majoritatea zonelor țării noastre, dar mai ales cele din jumătatea sudică sunt expuse stresului hidric și incidența a crescut și în zonele din nord, parțial datorită schimbărilor climatice, dar și transformării culturii porumbului într-o cultură superintensivă, de mare valoare, care a dus la scăderea cantității de materie organică din sol, reducând astfel fertilitatea solului și capacitatea de reținere a apei.

Pe tot parcursul perioadei de vegetație, stresul hidric reduce rata fotosintetică și cu aceasta toată cantitatea de asimilate din plante, astfel că după înflorire are loc reducerea puternică a suprafeței foliare (Bazinger și colab.2000). Cantitatea de biomasă se reduce din cauza deficitului de apă, în principal datorându-se eficienței scăzute a utilizării radiațiilor (ERU) și a interceptării slabe a radiațiilor solare (RS) din cauza suprafeței foliare reduse, în special atunci când deficitul de apă apare la începutul ciclului de viață al plantei de porumb (Stone și colab., 2001).

Distribuirea carbonului în frunze și dezvoltarea știuleților sunt principalele procese care sunt influențate de stresul hidric (Nagarajah și Schulze, 1983; Edmeades și colab., 1998).

Factorii care amână deshidratarea prin reducerea conductanței stomatelor sunt răsucirea frunzelor și scăderea suprafeței foliare care duc la scăderea productivității plantelor în perioadele de secetă (Turner, 1979).

3.1. Fiziologia stresului hidric

Toleranța la stresul hidric a plantelor de porumb este asociată cu o serie de trăsături morfo-fiziologice. Activitatea meristemului apical al plantei generează celule noi ale căror evoluții ulterioare au fost mult studiate din punct de vedere genetic (Benfei și Scheres, 2000, Beemster și colab, 2003). În vârful de creștere modelarea spațială și temporală în timpul diviziunilor celulare, generează celulele din vârful rădăcinii și celule care suferă modificări în timpul diviziunilor celulare ulterioare și, eventual, se diferențiază în epidermă, cortex, endoderm/periciclu și parenchim vascular (Scheres și Heidstra, 1999; Casimiro și colab., 2003; Schiefelbein, 2003; Malamy, 2005) Procesele care inițiază diviziunea celulară și expansiunea acestora în rădăcină au fost de asemenea studiate (Erickson și Sax, 1956; Macleod, 1991; Ishikawa și Evans, 1995; Baskin, 2000). Diviziunile succesive, creșterea timpurie isodiametrică și elongarea au fost integrate în modele care descriu diferențierea și creșterea vârfului rădăcinii (Sharp și colab., 1988 Baluska și colab., 1990; Ishiwaka și colab., 1991; Baskin, 2000; Dolan și Davies, 2004).

Prin studiile efectuate s-a demonstrat că auxina are un rol important în alungirea rădăcinii primare, iar alți hormoni, de exemplu etilena și acidul abcisic, joacă un rol crucial în adaptarea creșterii la stimulii externi și formarea rădăcinilor laterale (Ishkawa și Evans, 1993, 1995; Muday și Haworth, 1994; Rashotte și colab., 2000; Noh, și colab.,

2001; Sharp, 2002; Wolfe și colab., 1988) Analize cantitative ale creșterii rădăcinilor la specia *Arabidopsis ecotypes* au confirmat existența, mult mai timpurie, a bazei genetice pentru alungirea rădăcinilor (O'toole și Bland, 1987; Loudet și colab., 2005) Reacțiile meristemului apical și procesele de alungire și diferențiere ale rădăcinii sunt aspecte importante ale modului în care plantele răspund la acțiunea unor factori de mediu care limitează creșterea. Printre acestea, stresul hidric este de real interes, datorită importanței menținerii și reluării creșterii rădăcinilor ca răspuns la deficitul de apă, în contextul asigurării stabilității producției agricole.

Reacțiile meristemului apical de la nivelul rădăcinii și procesele de alungire și diferențiere sunt aspecte importante ale modului în care plantele răspund la acțiunea factorilor de mediu, limitând creșterea acestora. Dintre acestea, seceta este de interes major, din cauza menținerii sau reluării proceselor de creștere, ca răspuns la deficitul de apă, în contextul necesității menținerii producției agricole la un nivel cât mai ridicat (Ndiso, 2014)..

Un studiu la nivelul sistemului radicular primar la porumb a fost realizat în perioada 1998-2004 (Sharp și colab., 2004; Spollen și colab., 2000; Sharp, 2002). Ca rezultat, au fost identificate patru regiuni diferite ale vârfului rădăcinii primare la porumb, pe baza ratelor de alungire, obținute prin expunerea plantelor la două condiții: umiditate suficientă și stres hidric.

O caracteristică a porumbului supus stresului hidric este întârzierea apariției mătăsii, având ca rezultat creșterea intervalului dintre apariția mătăsii și înflorirea paniculului (IMI) (Wesgate and Bassetti, 1990). Productivitatea scăzută a unui hibrid de porumb este asociată cu un interval mare între data mătăsirii și a înfloririi (Mugo și colab., 1998). În general sunt necesare 2-3 zile pentru ca toată mătasea de pe știulete să fie polenizată. Stresul hidric în acest stadiu întârzie dezvoltarea ovulelor și mătasea se poate usca (Schulze, 1986). Stresul

hidric în timpul umplerii boabelor poate reduce dimensiunea și greutatea finală a boabelor, în timp ce precipitațiile abundente la recoltare, au o contribuție majoră la creșterea conținutului de umiditate a boabelor (Dowswell, și colab., 1996).

3.2. Răsucirea frunzelor

Evaluarea răsucirii frunzelor este folosită pentru a estima vizual starea apei. Deoarece răsucirea frunzelor reduce interceptarea radiațiilor, majoritatea amelioratorilor consideră că este dăunătoare pentru producție. La unele specii s-a observat că există diferențe între genotipuri, iar această însușire prezintă un grad de eritabilitate ridicat (Turner.,1986 Bolanos și Edmeades, 1996). Răsucirea frunzelor poate indica, de asemenea, unele caracteristici structurale ale frunzelor care nu au nicio legătură cu disponibilitatea apei. Frunzele erecte sunt de așteptat să fie mai reci și să aibă o eficiență mai mare de utilizare a radiațiilor solare și a apei în condiții de secetă, în comparație cu cele laxe (Otegui and Melon, 1997). Răsucirea frunzelor sub acțiunea stresului hidric este un indiciu al stării apei în frunze (Sobrado, 1987) putându-se identifica, prin urmare, plante cu insuficiențe în absorbția apei sau în menținerea turgescenței. Răsucirea frunzelor prezintă o eritabilitate medie spre mare și se cuantifică înainte de înflorire când frunzele sunt destul de drepte; este mai puțin probabil ca frunzele să se răsucească după înflorire, când devin mai laxe și mai groase. Pentru a cuantifica gradul de răsucire a frunzelor se recomandă să se efectueze selecții de 2-3 ori, în această perioadă (Banzinger și colab., 2000).

3.3. Senescența frunzelor

Senescența târzie a frunzelor poate indica accesul la cantități mai mari de apă. „Stai verde” la sorg este controlată probabil de o singură genă majoră (Ludlow și Muchow, 1990) și, prin urmare, este ușor de modificat. La porumb, heterozisul poate întârzia moartea frunzelor sub

acțiunea stresului hidric. Deoarece apa poate fi absorbită cu ușurință din solul uscat, o rezervă mică în sol poate fi, de asemenea, cauza rămânerii frunzelor aparent verzi. Chapman și Edmeades (1999) au estimat că o creștere a producției de boabe în condiții de secetă de la 2 la 2,8t/ha va duce la creșterea necesarului de azot, prin dezvoltarea boabelor cu o cantitate egală cu conținutul de azot de aproximativ 30% din cantitatea de biomasă dezvoltată în condiții de stres hidric. Studiile efectuate sugerează, de asemenea, că frunzele din porumb care rămân verzi nu totdeauna sunt active metabolic (Ludlow și Muchow, 1990). Seceta este cunoscută ca un fenomen care accelerează senescența frunzelor (Wolfe, și colab.1988; Bolanos și Edmeades, 1993), astfel încât selecția pentru a „sta verde" ar trebui să ducă la creșterea nivelului radiației interceptate și, prin urmare, a creșterii producției de boabe. Senescența frunzelor are un nivel mediu de eritabilitate, și din această cauză, ar trebui să se facă selecții de 2-3 ori, la 7-10 zile după umplerea boabelor (Banziger, și colab., 2000).

3.4. Intervalul de timp între înflorirea paniculului și mătăsire (IMI)

Porumbul este una dintre cele mai sensibile specii la deficitul de apă, în ciuda faptului că metabolismul C_4 conferă o rată fotosintetică mare combinată cu rata de transpirație destul de scăzută. În plus, porumbul are un comportament izohidric interesant care menține potențialul de apă al frunzelor la valori ridicate în condiții de deficit de apă prin reglarea fină al controlului stomatelor, evitând astfel deshidratarea frunzelor (Tardicu și Simonneau, 1998). Cauza sensibilității mari se datorează probabil modului de dezvoltare a plantelor, care influențează rata de absorbție a apei, mai ales într-o anumită perioadă; aproximativ o săptămână înainte de înflorire și o săptămână după înflorire (Claasen și Shaw, 1970; Zinselmeier și colab., 1999). Au fost proiectate programe extinse de ameliorare pentru a

depăși această limitare și au condus la alegerea genitorilor cu un interval de timp cât mai scurt între înflorire – mătăsire (IMI). Intervalul mare între înflorire-mătăsire este asociat cu producția scăzută de boabe (Bolanos și Edmeades, 1996; Ribaut și colab., 2004). Strategia de ameliorare a fost foarte eficace, în cazul programului dezvoltat de CIMMYT, când producția sub acțiunea deficitului de apă a crescut cu 3% pe ciclu de vegetație după 8 cicluri de selecție (Bolanos și Edmeades, 1993). Ca o consecință, s-a sugerat că sensibilitatea la deficitul de apă în timpul înfloririi a scăzut la hibrizii recent creați, comparativ cu cei mai vechi (Bruce și colab, 2002). Deoarece momentul înfloririi este în mare parte neafectat de deficitul de apă, IMI este legat de data apariției mătăsii. Se poate interpreta că întârzierea în creșterea și dezvoltarea organelor reproductive, mai precis a ovulelor și a mătăsii este cauzată de factorii de stres (Edmeades, și colab., 1993). Prin urmare, este posibil ca mecanismele care guvernează menținerea intervalului între înflorire și mătăsire și creșterea frunzelor în condiții de stres hidric să fie parțial comune.

3.5. Ramificațiile paniculului

La porumb, morfologia paniculului, influențează producția de boabe deoarece interceptează lumina disponibilă către frunze și deturnează resursele disponibile pentru cariopsele aflate în plină dezvoltare.

Într-un studiu efectuat de Hunter și colab., (1969) s-a demonstrat efectul negativ al ramificațiilor paniculului asupra producției de boabe, plantele cu panicul neramificat au avut un randament cu 19% mai mare în comparație cu plantele cu panicul ramificat. Cu toate acestea, creșterea randamentului s-a datorat în principal interceptării luminii de către ramificațiile paniculului. Alte studii arată că există o corelație între lungimea paniculului și numărul de ramificații, având un efect pozitiv asupra producției. Conform studiilor efectuate de Robert și Twidwel

(2002) scăderea producției de boabe se poate realiza după o perioadă de 7-10 zile de stres sever. Cele mai mari daune au loc din cauza stresului hidric și a temperaturilor ridicate din perioada de polenizare – fertilizare care se pot manifesta după câteva zile de la apariția paniculului. Puțin timp după deschiderea paniculului acesta începe să împrăștie polen, inflorescența femelă (mătasea) este vizibilă și poate primi polenul. Odată ce mătasea primește polen, are loc polenizarea și apoi încep să se formeze cariopsele. La porumbul tropical spre deosebire de cel temperat, presiunea indirectă a selecției pentru reducerea numărului de ramificații ale paniculului prin selectarea formelor productive, a avut efecte modeste de reducere a numărului de ramificații ale paniculului. Mulți hibrizi tropicali posedă în general panicul mare (12-20 ramificații/panicul), excepție fac plantele înalte (1-10 ramificații /panicul). Bolanos și colab., (1993) au redus numărul de ramificații la panicul prin realizarea selecției genitorilor în condiții de secetă. Numărul de ramificații la panicul prezintă o eritabilitate medie spre înaltă și este recomandată efectuarea selecției la acest descriptor, în două etape, fiind un indicator al toleranței la secetă în timpul înfloririi (Banzinger și colab., 2000).

3.6. Numărul de știuleți/plantă

Conform studiilor efectuate de Robert și Twidwel (2002) perioada de polenizare – fertilizare în condiții normale de climă durează 8 zile. Paniculul iese și începe să împrăștie polen cu două zile înainte ca prima mătase să apară. Odată ce mătasea s-a format, polenizarea și fertilizarea se declanșează și durează aproximativ 6 zile până când mătasea este vizibilă în totalitate, încheindu-se când paniculul nu mai eliberează polen.

În condiții de stres hidric, sau temperaturi ridicate, polenul este eliberat de antere, dar mătasea apare mai târziu, după 3-4 zile. De asemenea, se scurtează perioada de eliberare a polenului din antere.

Astfel că perioada de polenizare-fertilizare este mai scurtă, câteodată doar 1-2 zile comparativ cu 6 zile, cât durează în condiții optime de polenizare. În concluzie, polenul este împrăștiat înainte să apară mătasea, rezultând astfel știuleți fără boabe. Coeficientul de eritabilitate al numărului de știuleți pe plantă este ridicat și crește odată cu intensitatea stresului. Numărul de știuleți pe plantă reprezintă raportul dintre numărul de știuleți recoltați și numărul de plante ajunse la maturitate. Atunci când intervine seceta la înflorire, eritabilitatea și varianța genetică au valori ridicate, rezultând în medie, 0,3 până la 0,7 știuleți pe plantă.

3.7. Producția de boabe

În sudul țării noastre, seceta poate cauza pierderi medii anuale ale producției de boabe, la porumb de aproximativ 17%, dar pierderile pe perioade de vegetație, luate individual, pot ajunge și la 60% în unele regiuni, mai ales în ultimii ani, când în lunile iulie și august ne-am confruntat cu temperaturi foarte ridicate și cu o secetă atmosferică destul de pronunțată. Perioadele cu deficit de apă în sol pot apare oricând în timpul recoltării, dar porumbul este foarte sensibil la secetă aproximativ o săptămână înainte de înflorire și două săptămâni după înflorire. Seceta în timpul înfloririi de obicei este principala cauză a sterilității. Se presupune că una dintre principalele cauze ale sterilității, deși nu singura, este reducerea fluxului asimilatelor către știulete, astfel încât substanțele necesare formării și creșterii boabelor se produc sub nivelul minim necesar (Westgate și Bassetti, 1990; Schussler și Westgate, 1995). Seceta care coincide cu această perioadă de creștere poate cauza serioase pierderi de producție în ferme, deoarece porumbul nu poate fi semănat din nou, nefiind nici o altă modalitate de compensare a pierderilor de producție. Din acest motiv, este necesar screening-ul la stresul hidric al populațiilor locale de porumb pentru

realizarea de predicții privind rezistența germoplsmei locale de porumb la acest factor de stres.

Conform studiilor efectuate de Robert și Edward (2002) perioada între apariția paniculului și a mătăsii este considerată perioada cea mai critică pentru producția de porumb, pentru că plantele sunt cele mai sensibile în acest stadiu de dezvoltare. Ploile de mai târziu nu vor corecta daunele din perioada de înflorire. Producția se va reduce cu 5-15% pentru fiecare zi cu stres hidric. Eritabilitatea producției este medie spre slabă în timpul înflorii, în condiții de stres hidric. De asemenea intervalul dintre apariția paniculului și mătăsire s-a dovedit că este un predictor al producției de porumb în condițiile unei densități mari a plantelor și a administrării unei cantități reduse de azot sunt necesare selecții suplimentare pentru a îmbunătăți eficiența acestora în condiții de stres hidric.

3.8. Colectarea de date

Pentru identificarea de surse genetice rezistente la stresul hidric, s-au efectuat în 4 ani consecutivi (2015-2019), observații și biometrizări la 490 de populații locale de porumb, folosind următorii descriptori:

- Lungimea paniculului (cm);
- Numărul ramificațiilor de ord. I;
- Numărul ramificațiilor de ord. II;
- Numărul total de frunze;
- Lungimea frunzei de la știuletele principal (cm);
- Lățimea frunzei de la știuletele principal (cm);
- Numărul de zile până la mătăsit;
- Numărul de zile până la înflorit;
- Greutatea boabelor/știulete (gr);
- MMB (gr).

3.9. Analiza statistică

Analiza rezultatelor experimentale s-a realizat pe baza unor modele statistice adecvate pentru identificarea de surse genetice rezistente la stresul hidric: amplitudinea de variație, varianța (s^2), abaterea standard ($\sqrt{s}$), coeficienții de variație (s%) și coeficienții de corelație (r). De asemenea s-au folosit modele de calcul statistic pentru analiza componentelor principale (PCA), și a similarității caracterelor (Euclidian distances) etc.

Prin determinarea indicilor de dispersie, s-a observat existența unei eterogenități ridicate între populațiile analizate (Tabelul 3.1.).

Tabelul 3.1.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație ale descriptorilor morfologici analizați la populațiile biometrizate

Descriptorii morfologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Varianța	CV%
			minim	maxim			
Lungimea paniculului	LP	62	39	95	5,30	28,14	8,5
Număr ramificațiilor de ordinul I	RAMI	12,47	2	29	4,47	20,01	36,04
Număr ramificațiilor de ordinul II	RAMII	2,04	0	11	1,54	2,39	75,49
Număr total de frunze	NF	10	6	14	1,39	1,92	13,8
Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal	LF	70	10	89	7,75	60,17	11,07
Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal	lF	8	5	11	1,02	1,04	12,75
Număr de zile până la înflorit	NZI	75	65	89	5,004	21,11	6,61

Număr de zile până la mătăsit	NZM	75	65	88	41,63	21,51	6,21
Greutatea boabelor pe știulete	GBS	116	27	221	31,43	987,98	27,09
Masa a 1000 de boabe	MMB	291	108	504	68,29	4663,92	23,36

3.9.1. Numărul total de frunze

Numărul total de frunze/plantă a variat de la 6 la 14 frunze (Tabelul 3.1.), cu o variație medie (CV%) de 13,8%. Cel mai mare număr de frunze s-a observat la populațiile originare din Loc. Jelna, Jud. Bistrița Năsăud (SVGB-14153), Loc Berind, Jud. Cluj (SVGB-999), Loc. Costești, Jud Hunedoara (SVGB-7973), Loc. Bunești, Jud. Vâlcea (SVGB-7705) și Loc. Ciocănești, Jud. Suceava (SVGB-3889). Cel mai mic număr de frunze (6) a avut o singură Populație originară din loc. Vatra Moldoviței, Jud. Suceava (SVGB-1163).

3.9.2. Lungimea paniculului, numărul de ramificații de ordinul I și numărul de ramificații de ordinul II

Lungimea paniculului prezintă o variație mică, sub 10%, respectiv 8,5%. În schimb, ***numărul ramificaţiilor de ordinul I*** are un coeficient de variație mare (CV=36,04%), iar în cazul ***numărului de ramificaţii de ordinul II*** , coeficientul de variație este foarte mare (CV= 75,49%). La cel de-al treilea descriptor de la panicul, valoarea foarte ridicată a CV% rezultă și datorită existenţei unui număr de populații cu panicule fără nici o ramificaţie de ordinul II.

Populația de porumb cu cel mai mare panicul (95cm), este originară din Loc. Sadu, Jud. Sibiu (SVGB-16060), iar cu cel mai scurt panicul (39 cm) a prezentat populația originară din Loc. Bălcești, Jud. Cluj (SVGB-4002). Referitor la ***numărul de ramificații de ordinul I și de ordinul II,*** există o singură Populație originară din Loc. Strâmtura (SVGB-10372), Jud Suceava care are doar două ramificații de ordinul I și nici una de ordinul II. Tot din jud Suceava, din Loc. Straja (SVGB-12286) provine o Populație care are cel mai mare număr de ramificații de ordinul I (29) și de ordinul II (11).

3.9.3. Lungimea și lățimea frunzei de la baza știuletelui principal

Acești doi descriptori prezintă valori apropiate ale coeficientului de variație, încadrate în grupa mijlocie (CV%=11,07 respectiv 12,75%). Cele mai mari dimensiuni ale frunzei s-au evidențiat la populația locală de porumb originară din Loc. Vintilă Vodă, Jud. Buzău (SVGB-8063), având lungimea frunzei de 89 cm și lățimea de 10 cm, iar cele mai mici dimensiuni ale frunzei (L=10cm și l=7cm) s-au înregistrat la populația originară din Loc. Glodeni, Jud. Gorj (SVGB-5880)

3.9.4. Număr de zile până la înflorit și până la apariția mătăsii

Referitor la acești doi descriptori s-a observat că există o variație foarte scăzută la nivelul celor 489 de populații, coeficientul de variație în ambele cazuri este de 6,61%, respectiv 6,21%. Este important de menționat faptul că, populația locală de porumb originară din Loc. Frumosu, Județul Suceava (SVGB-406) a înflorit și mătăsit după 65 de zile de la semănat, iar cea originară din loc. Vameșu, Jud. Brăila (SVGB-16138) a înflorit după 88 de zile și a format mătasea după 89 de zile de la semănat. Dacă ne referim la intervalul dintre mătăsit si înflorit, s-a observat că din cele 489 de populații analizate, 432 de populații au înflorit și mătăsit în aceeași zi, 39 au avut un decalaj între înflorire și mătăsire de o singură zi, și 16 de două zile. Dintre cele 16 care au înflorit la un decalaj de două zile, 9 au înflorit mai devreme cu două zile și 7 au înflorit mai târziu cu două zile. De asemenea au existat două populații care au avut un decalaj mai mare între înflorit și mătăsit, populația originară din Loc. Săcălaia Jud. Cluj (SVGB-16936) a înflorit mai târziu cu 4 zile, după apariția mătăsii, iar populații locală de porumb originară din Loc. Vatra Moldoviței, Jud. Suceava (SVGB-1573) a avut cel mai mare decalaj între înflorit și mătăsit (7 zile).

Din cele prezentate putem concluziona, că peste 85% dintre populațiile analizate au o foarte bună coincidență la înflorire și mătăsire,

astfel că, unele dintre genotipuri pot fi folosite ca surse genetice pentru rezistența la stresul hidric.

3.9.5. Greutatea boabelor pe știulete

Prezintă o valoare medie de 116 grame, cu o amplitudine de variație cuprinsă între 221 şi 27 de grame. Coeficientul de variație relevă o variabilitate mare (27,09%) în rândul populațiilor analizate. Populațiile de porumb cu greutatea știuletelui mai mare de 200 g sunt originare din:

- Loc Piscu, Jud. Galați (SVGB-16140 – 209 gr);
- Loc. Ciocănești, Jud. Suceava (SVGB-3989- 212 gr);
- Loc. Glodeni, Jud, Gorj (SVGB-5880- 217 gr);

3.9.6. Masa a 1000 de boabe

Acest caracter are o valoare medie de 291 g., și în această situație există o amplitudine mare de variaţie, de la 108 g. valoare minimă, la 504 g. valoare maximă. Coeficientul de variaţie este mare (23,36%) foarte aproape de limita superioară a acestei grupe. La multe populații locale de porumb masa a 1000 de boabe depăşeşte 450 g., ceea ce atestă existența unor populații locale cu cariopse mari, originare din: Loc. Feleacu, Jud. Cluj (SVGB-7837); Loc. Desești, Jud. Maramureș (SVGB-7352); Loc. Saradis, Jud. Cluj (SVGB-7821); Loc. Geoagiu, Jud Hunedoara (SVGB-1786); Loc. Vâlcele, Jud. Cluj (SVGB-7831); Loc. Runcu, Jud. Gorj (SVGB-5874); Loc. Studina, Jud. Mehedinți (SVGB-1295).

3.10. Corelarea însușirilor de rezistență la stresul hidric

Ceficienții de corelație privind caracterele morfologice care determină rezistența plantelor la stresul hidric la cele 490 de populații locale luate în studiu în perioada 2015-2019 sunt prezentate în tabelul 3.2. Coeficienții de corelație Pearson arată că toate însușirile analizate au corelat semnificativ pozitiv între ele, dar cele mai puternice corelații s-au observat la următorii descriptori: NZI x NZM; RAMI x RAMII;

NF x NZM x NZI; LF x NZM x NZI x NF; lF x NZM x NZI x NF x LF; GBS x lF și MMB x GBS.

Se observă din aceste corelații că atât numărul de frunze cât și dimensiunile frunzei corelează semnificativ pozitiv cu numărul de zile până la mătăsit și înflorit. Un alt fenomen, demn de remarcat este acela al corelației între greutatea boabelor pe știulete și lățimea frunzei, ceea ce semnifică faptul că odată cu scăderea dimensiunilor frunzei are loc o reducere a greutății boabelor/știulete (Tabelul 3.2.).

3.11. Analiza Componentelor principale (PCA) pentru rezistența la stresul hidric

Analiza componentelor principale a clasificat datele în trei componente principale. PCA a dezvăluit că primele două componente sunt > 1. Valorile proprii (4,993, respectiv 1,334) au indicat faptul că PC1 și PC2 au o pondere majoră în variație. Rezultate similare au fost obținute și de alți autori (Danijela Ristic și colab., 2021), care au găsit de asemeenea, o variație majoră la primele două componente. De asemenea, a fost construită și diagrama care ilustrează distribuția valorilor proprii ale tuturor componentelor principale (fig. 3.1.)

Cea mai mare contribuție în ponderea variației o are PC1 (49,93% și PC2 (13,24) urmată de PC3 (10,57%), PC4 (8,57%), PC5 (5,37%), PC6 (3,75%, PC7 (3,14%), PC8 (2,81%) și PC9 (2,46%) (Tabelul 3.3.). Rezultatele sugerează că PC1 și PC2 au un rol major în crearea variabilității genetice, prin urmare variabilele care formează aceste componente trebuie evaluate în timp ce se fac selecții la populațiile de porumb pentru acele caractere care au un rol important în creșterea rezistenței la stresul hidric.

Tabelul 3.2.

Relațiile coeficienților de corelație Pearson pentru însușirile de rezistență la stresul hidric

	NZM	NZI	LP	RAMI	RAMII	NF	LF	lF	GBS	MMB
NZM										
NZI	**0,987****									
LP	0,146**	0,141**								
RAMI	0,440**	0,452**	0,126**							
RAMII	0,300**	0,311**	0,118**	**0,646****						
NF	**0,656****	**0,671****	0,123**	0,496**	0,356**					
LF	**0,522****	**0,531****	0,397**	0,468**	0,345**	**,575****				
lF	**0,532****	**0,549****	0,249**	0,492**	0,372**	**0,676****	**0,608****			
GBS	0,343**	0,356**	0,316**	0,357**	0,283**	0,476**	0,482**	**0,522****		
MMB	0,273**	0,280**	0,251**	0,314**	0,271**	0,422**	0,416**	0,432**	**0,680****	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

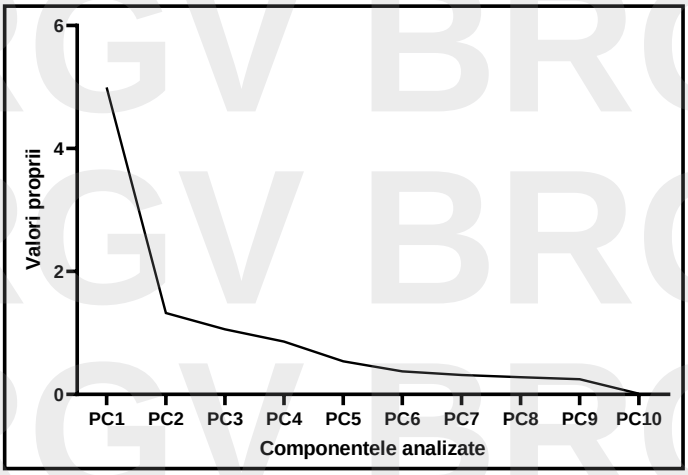


Fig. 3.1. Distribuția valorilor proprii în cele 10 componente analizate

Tabelul 3.3.

Analiza varianței conform metodei PCA

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
Valori proprii	4,99	1,32	1,05	0,86	0,53	0,37	0,31	0,28	0,24
Varianța (%)	49,93	13,24	10,57	8,60	5,37	3,75	3,14	2,81	2,46
Varianța cumulată (%)	49,93	63,17	73,74	82,34	87,71	91,47	94,61	97,42	99,88

Tabelul 3.4.

Valorile proprii ale variabilelor conform metodei PCA

Descriptorul	PC1	PC2	PC3
Numărul de zile de la sem. până la mătăsit (NZM)	**-0,786**	0,446	-0,323
Numărul de zile de la sem. până la înflorit (NZI)	**-0,798**	0,443	-0,31
Lungimea paniculului (LP)	-0,346	**-0,557**	-0,158
Număr de ramificații de (RAMI)	**-0,703**	0,138	**0,584**
Număr de ramificații de ord. II (RAMII)	**-0,630**	0,097	**0,674**
Număr total de frunze (NF)	**-0,818**	0,167	-0,121
Lungimea frunzei (LF)	**-0,773**	-0,141	-0,085
Lățimea frunzei (lF)	**-0,801**	-0,046	-0,048
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	**-0,674**	**-0,503**	-0,081
Masa a 1000 de boabe (MMB)	**-0,601**	-0,534	-0,025

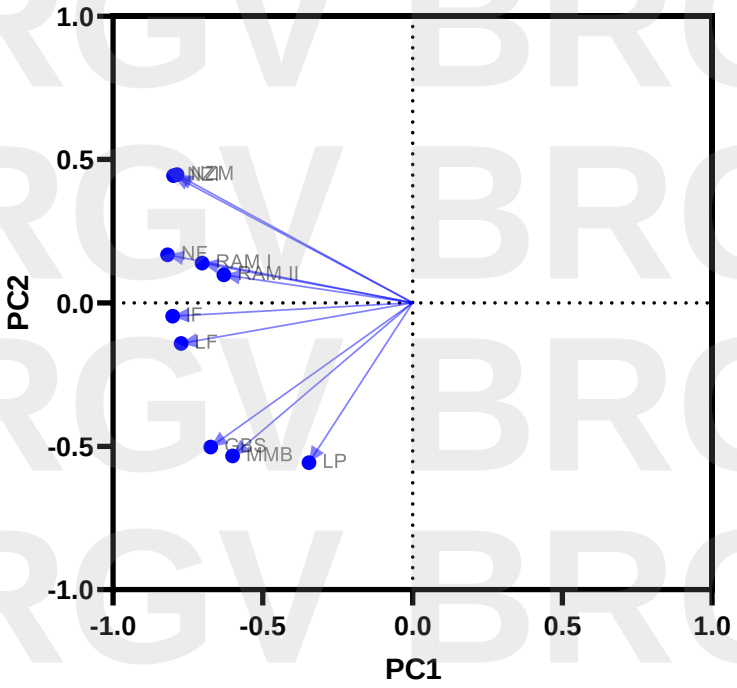


Fig. 3.2. Distribuția caracterelor analizate în primele două componente

Vectorii proprii ale acestor variabile (Tabelul 3.4.) ne arată că în PC1 sunt cele mai mari valori negative la numărul total de frunze (-0,818) urmat de lățimea frunzei de la baza știuletelui principal (-0,801), numărul de zile până la înflorit (-0,798), numărul de zile până la mătăsit (-0,786), lungimea frunzei de la baza știuletelui principal (-0,773), numărul de ramificații de ordinul I (- 0,703), greutatea boabelor pe știulete (-0,674), numărul de ramificații de ordinul II (-0,630) și MMB (-0,603). Toți acești descriptori au un rol discriminator în toleranța la stresul hidric. În PC2 s-au înregistrat valori mai mari de 0,50 la lungimea paniculului, greutatea boabelor pe știulete și MMB, și aceștia au avut un rol discriminator. Caracterele evidențiate în PC3: numărul de ramificații de ord. I și numărul de ramificații de ord. II contribuie la toleranța la stresul hidric, fiind singurii descriptori

contributivi. Conform rezultatelor obținute, toate caracterele analizate au importanță în determinarea toleranței la stresul hidric. De asemenea, se observă că, cea mai mare variabilitate au prezentat greutatea boabelor pe știulete, MMB, lungimea paniculului și numărul zile până la mătăsire (fig. 3.2.).

Prin folosirea metodei linkage între grupuri de caractere (SPSS 2.0.) s-au evidențiat legăturile care pot exista între diferite însușiri ale populațiilor de porumb analizate, obținându-se astfel informații utile pentru alegerea materialului inițial în programele ameliorare a porumbului pentru toleranță la stresul hidric.

Analiza clusterelor a fost folosită pe de o parte pentru a vedea cum relaționează însușirile studiate (fig. 3.3), iar pe de altă parte pentru gruparea populațiilor analizate, pe baza similarității caracterelor biometrizate (fig. 3.4.).

Se observă că lungimea paniculului, greutatea boabelor/știulete și MMB relaționează cu toate celelalte caractere, iar numărul de ramificații de la panicul corelează cu dimensiunile frunzei, numărul total de frunze și numărul de zile până la înflorit și mătăsire (fig. 3.3.).

Dacă analizăm corelațiile obținute între caracterele analizate, se observă că există corelații foarte semnificative, între toate trăsăturile biometrizate (NZI x NZM, GBS x MMB, NF x lF, RAMI x RAMII, NZI x NF, NZI x LF, NZI x GBS și NZI x LP (Tabelul 3.5.).

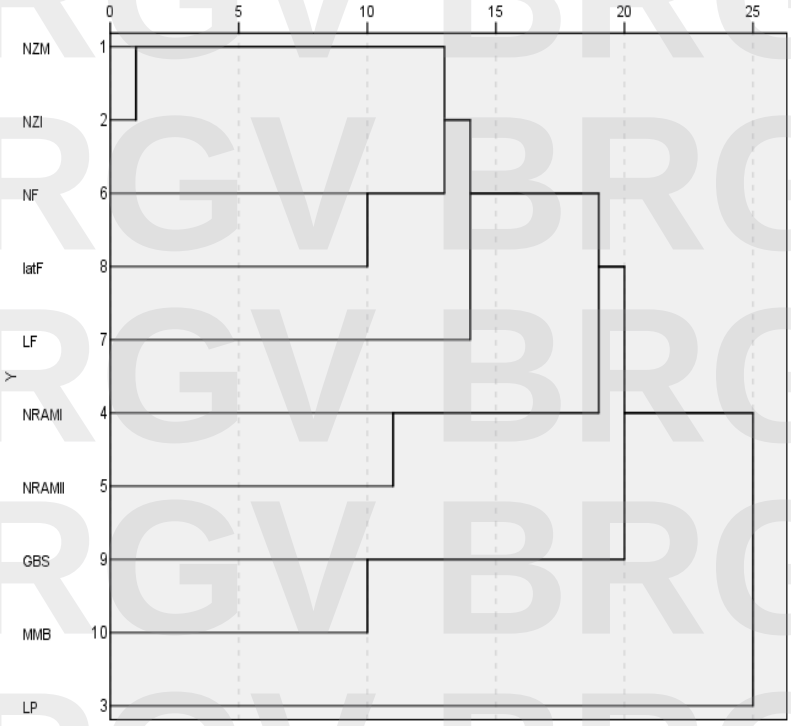


Fig. 3.3. Gruparea ierarhică a 10 descriptori morfo-fiziologici la populațiile locale de porumb analizate, pe baza corelațiilor Pearson

Tabelul 3.5.

Clasificarea însușirilor morfo-fiziologice în clustere prin utilizarea metodei linkage între grupuri de caractere și a corelațiilor Pearson

Descriptorul	**Nr descriptorului în dendogramă**	**Combinarea clusterilor între programul de aglomerare și metoda linkage între grupuri de caractere**		**Coeficientul de corelație Pearson**
		Cluster 1	**Cluster 2**	
Număr zile de la semănat până la înflorit (NZI)	1	1	2	**0,987**

Număr zile de la semănat până la mătăsit (NZM)	2	9	10	**0,680**
Lungimea paniculului (LP)	3	6	8	**0,676**
Număr de ramificații de ord I(RAMI)	4	4	5	**0,646**
Număr de ramificații de ord. II (RAMII)	5	1	6	**0,602**
Număr total de frunze (NF)	6	1	7	**0,559**
Lungimea frunzei (LF)	7	1	4	**0,403**
Lățimea frunzei (lF)	8	1	9	**0,373**
Greutatea boabelor pe știulete (GBS)	9	1	3	**0,207**
Masa a 1000 de boabe (MMB)	10			

Se observă, de asemenea că numărul de zile de la semănat până la înflorit corelează foarte semnificativ cu șase dintre cele 9 caractere (NZM, NF, LF, RAMI, GBS și LP) (Tabelul 3.5.)

Dendrograma Ward's construită pe baza distanței euclidiene (fig. 3.4.) bazată pe caracterele morfo-fiziologice cu rol important în toleranța la stresul hidric, ale populațiilor locale de porumb luate în studiu, s-a divizat în două clustere principale (C1 și C2).

Dintre cele 490 de populații locale analizate, 98 s-au grupat în clusterul I, acestea fiind similare între ele. În cazul clusterului II, s-au grupat 392 de populații, dintre acestea, 28 prezintă cei mai ridicați coeficienți de disimilaritate, în comparație cu cei înregistrați la celelalte populații analizate, ceea ce semnifică faptul că cele 28 de populații prezintă o variabilitate ridicată a trăsăturilor morfo-fiziologice responsabile de toleranța la stresul hidric (fig. 3.5.)

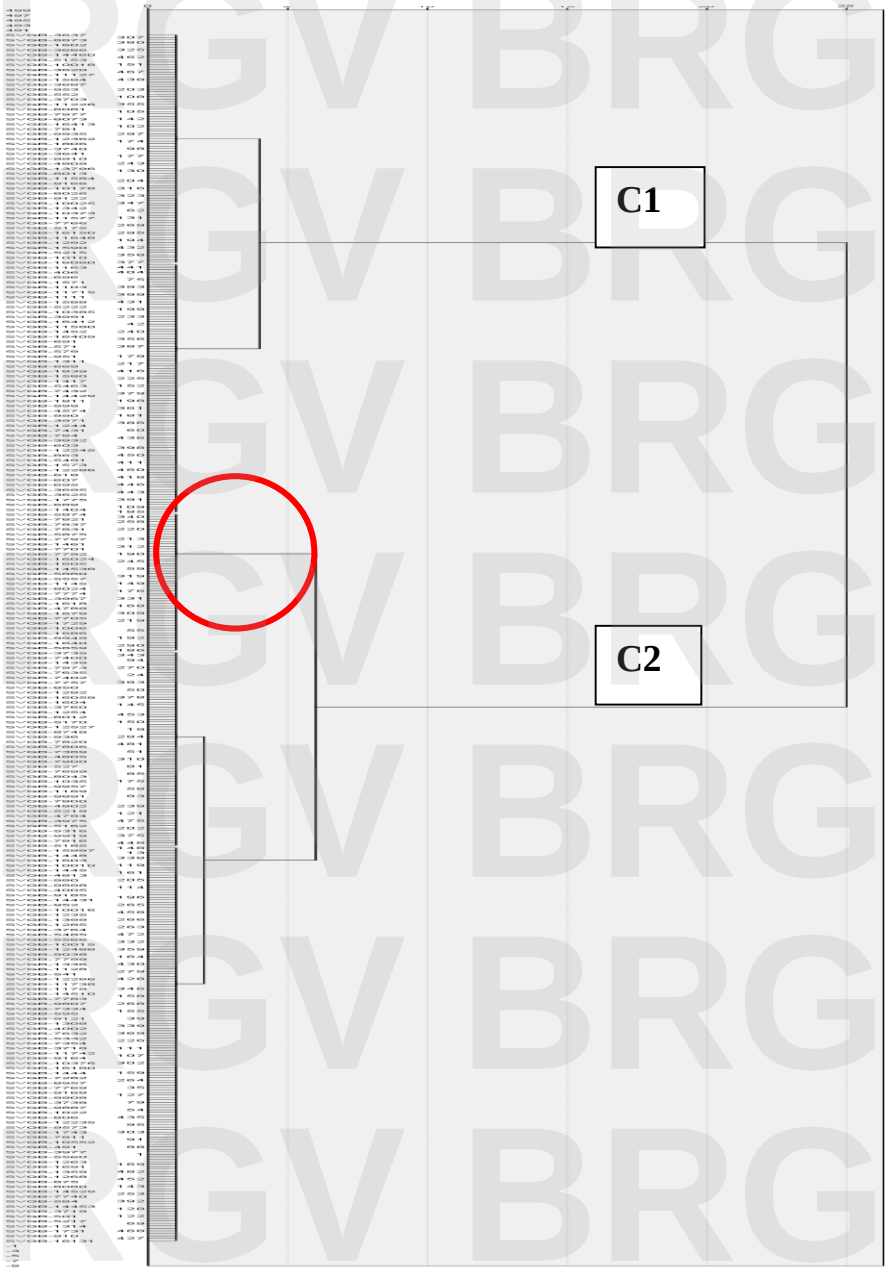


Fig. 3.4. Dendrograma populațiilor locale de porumb construită pe baza distanței Euclidiene, conform trăsăturilor morfo-fiziologice responsabile de toleranță la stresul hidric

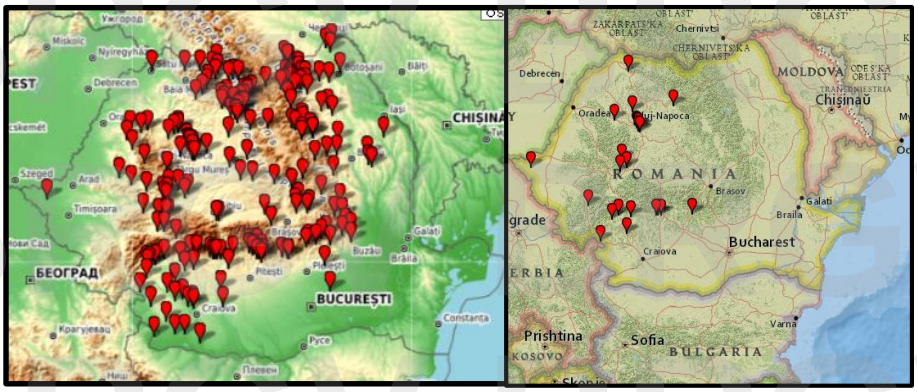


Fig. 3.5. Originea populațiilor locale de porumb scanate pentru rezistența la stresul hidric (a) și a celor tolerante la stresul hidric (b)

După cum se observă din figura 3.5., cele 28 de populații sunt originare din următoarele județe și localități:

- Județul Alba (Loc. Acmariu și Loc. Zlatna);
- Județul Argeș (Loc. Hârtiești);
- Județul Bistrița Năsăud (Loc. Cetate);
- Județul Cluj (Loc. Așchileul Mare, Comșești, Domosu, Feleacu, Sărădiș ,Tureni, Vâlcele);
- Județul Caraș Severin, Loc. Ilova;
- Județul Dolj, Loc. Plopșor;
- Județul Gorj (Loc. Runcu și Glodeni);
- Județul Hunedoara, Loc Geogiu;
- Județul Mehedinți, Loc. Drobeta Turnu Severin;
- Județul Maramureș, Loc. Cicârlău;
- Județul Timiș, Loc. Lovrin;
- Județul Vâlcea (Loc. Bunești, Pietrari și Stoienești).

3.12. Concluzii privind toleranța la stresul hidric a germoplsamei locale de porumb din România

Cele 490 de populații de porumb analizate au fost foarte diferite, dacă ne referim la descriptorii; numărul ramificațiilor de ord. I, ale paniculului; numărul ramificațiilor de ord. II ale paniculului; greutatea boabelor/știulete și MMB. Cel mai mic număr de ramificații de ordinul I, am identificat la o Populație de porumb originară din Loc. Strâmtura din Jud. Suceava (SVGB-10372), iar cel mai mare număr de ramificații de ordinu I, s-a identificat la populația colectată din loc. Straja, Jud. Suceava (SVGB-12286). Pentru numărul de ramificații de ord. II, cel mai mic număr de ramificații s-a înregistrat la aceeeași Populație originară din localitatea Strâmtura, Jud. Suceava (SVGB-10372), iar cel mai mare nr. de ramificații, tot la cea originară din Loc. Straja, Jud. Suceava (SVGB-12286).

Lungimea paniculului este unul dintre descriptorii folosiți în selectarea variantelor rezistente la secetă. Lungimea redusă a paniculului este un indicator important pentru rezistența la stresul hidric. Dintre cele 490 de populații analizate, la 6 lungimea paniculului a fost sub 50 cm: (SVGB-1320 - populație originară din Loc. Feldru Județul Bistrița Năsăud; SVGB-1244 - populație originară din Loc. Zoltan Județul Covasna; SVGB-1811 - Populație originară din Loc. Fizeșul Gherlei Județul Cluj; SVGB-11648 - Populație originară din Loc. Rebricea Județul Vaslui; SVGB-5485 - populație originară din Loc. Pietrari Județul Vâlcea; SVGB-9963 - Populație originară din Loc. Cerchizel Județul Mureș).

Diferențe semnificative s-au observat și în cazul descriptorilor: numărul total de frunze, numărul de zile până la înflorit, numărul de zile până la mătăsit și intervalul înflorit-mătăsit, greutatea știuletelui/plantă și MMB.

Amplitudinile de variație obținute semnifică faptul că aceste trăsături sunt importante în selectarea indivizilor pentru toleranța la secetă la porumb. De aceea multe dintre populațiile testate pot fi folosite ca surse de rezistență la stresul hidric în programele de ameliorare a porumbului.

Coeficienții de corelație ne indică că NZI corelează pozitiv cu NZM (r=987***); RAMI corelează pozitiv cu RAMII (r=0,646***); GBS corelează pozitib lF (r= 0,522***); lF corelează pozitiv cu NF (r=0,676***) și cu LF (r=0,608***).

PCA pentru caracterele/însușirile analizate reflectă modul cum reacționează descriptorii vizați la stresul hidric, indicând în PC1, rolul discrimantor al descriptorilor: NZM, NZI, LF,lF,NF , în timp ce în PC2, principalul discriminator a fost LP, iar în PC3, contributorii majoritari au fos RAMI și RAMII. Aceasta confirmă că descriptorii care determină rezistența la stresul hidric sunt: NZM, NZI, LF, lF,NF și LP.

Din cele 490 de populații locale analizate, s-au evidențiat 28 de populații locale cu rezistență ridicată la stresul hidric, originare în principal din localități situate în Subcarpații meridionali și în Podișul Transilvaniei.

BIBLIOGRAFIE

1. **Baluska F., Kubica S., Hauskrecht M.,1990.** Postiotiuc isodiametric cell growth in the maize root apex. Planta 181:269-274.
2. **Bazinger, M., Edmeades G.O., Beck D., and Bellon M.,2000**. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance i Maize. Theory to Practice., exico, D.F., CIMMYT.
3. **Baskin, T.I. 200**0. On the consistancy of cell division rate in the root meristem. Plant Molecular Biology. 43:545-554.
4. **Beemster G.T.S., Fiorani F., Inze D., 2003.** Cell cycle the key to plant growth control? Trends in Plant Science 8: 154-158.
5. **Benfey P.N. and Scheres, B., 2000**. Root development. Current Biology. 10:813-815.
6. **Bolanos și Edmeades G.O., 1993**. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize.II. Responses in reproductive behavior. Field Crop Research 31:253-268.
7. **Bolanos J., and Edmeades G.O., 1996**. The importance of the anthesis –silking interval in breeding for drought in tropical maize. Field Crop Research 48:65-80.
8. **Bruce W.B., Edmeades G.O., Barker T.C. 2002**. Molecular and physiological aproaches to maize improvement5 for drought tolerance. Journal of Experimental Botany 43:107-124.
9. **Casimiro I., Beeckman T.,Graham N., Bhalero R.,Zhang H.,Casero P.,Sandberg G., Bennett M.J., 2003**. Dissecting Arabidopsis lateral root development. Trends in Plant Science, 8: 165-171.
10. **Chapman S.C., și Edmeades G.O., 1999**. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: II Direct and coreltaed responses among secondary traits. Crop Science 39:1315-1224.
11. **Claasen M.M. și Shaw R.H. 1970**. Water deficit effects on corn. II. Grain components. Agronomy Journal. 62: 652-655.
12. **Dolan L. și Davies J., 2004**. Cell expansion in roots. Curreent Opinion in PLant Biology. 7: 33-39.
13. **Dowswell C.R., Paliwal R.L. și Cantrell R.P., 1996**. Maize in the Third World. Westview Press. A Division of Harper Collins Publishers.
14. **Edmeades G.O., Bolanos J., Hernandez M., Bellon S. 1993**. Underlyng causes for silkdelay in lowland tropical maize. Crop Science.33:1029-1035.
15. **Edmeades G.O., Bolanos J.,Banzinger M., Ribaut J.W., Raynolds M.P., Lafitte H.R., 1998.** Improving crop yields under water deficits in

the tropics. In V.L. Chopra R.B.. Singh and A. Vama (eds). Crop Production and Sustainability-Shaping de Future. Proc 2nd Int. Crop Science Congress, 437-451. New Delhi; Oxford and IBH.

16. **Erickson R.O. și Sax K.B., 1956**. Rates of cell division and cell elongation in the growth of the primary root of *Zea mays*. Proceedings of the American Phisiological Society 100:499-514.
17. **Hunter R.B., Daynard T.B., Hume D.J., Tunner J.W., Curtis J.O. and Knnemberg L.W.1969.** Effect of tassel removal on grain yield of corn. Crop Science 9:405-406.
18. **Ishikawa H., Hasenstein K.H., Evans M.L., 1991**. Computer-based video digitizer analysis of surface extension in maize roots; kinetics of growth rate changes during gravitropism. Planta. 183: 381-390.
19. **Ishikawa H. and Evans M.L. 1993**. The role of the distal elongation zone in response of maize roots to auxin and gravity. *Plant Physiology* 102: 1203-1210.
20. **Ishikawa H. and Evans M.L. 1995**. Specialized zones of development in roots. Plant Physiology. 109:725-727.
21. **Loudet O.,Gaudon V., trubuil A., Daniel-Vedele F. 2005**. Quantitative trait loci controlling root growth and architecture in *Arabidopsis thaliana* confirmed by heterogeneous inbred family. *Theoretical and Applied Genetics:* 110:742-753.
22. **Ludlow M.M. și Muchow R.C., 1990**. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water – limited environments. *Advanced* Agronomy. 43: 107-153.
23. **Macleod R.D.,1991**. The root apical meristem and its margins. In Waisel Y. Eshel A., Kafkafi U (Eds) Plant roots: the hidden half New York Marcel Dekker pp.75-101.
24. **Malamy E., 2005**. Intrinsic and environmental response pathways that regulate root system architecture. *Plant Cel land Environment.* 28:67-77.
25. **Muday G. și Haworth P. 1994**. Tomato root growth gravitropism and lateral development. *Plant physiology and Biochemistry. 32: 193-203.*
26. **Mugo S., Smith M., Banziger M. and Setter T. 1998**. Performance of early maturing Katumani and Kito maize composite under drought of the seedling and flowering stages. *African Crop Science Journal.* 6:329-344. și colab., 1998.
27. **Nagarajah S. și Schulze E.D., 1983**. Response to Vigna unguiculata (L) Wolp to atmospheric and soil drought. *Australian Journal of Plant Physiology*. 10:385-394.
28. **Noh B.,Murphy A.S. Spalding E.P.,2001**. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological Economics* 39:203-222.

29. **O'toole J.C. și Bland W.L., 1987**. Genotypic varition in crop plant root systems. *Advances in Agronomy.* 41> 91-145.
30. **Otegui M.E. și Melon S.1997**. Kernel set and flower synchrony wthin the ear of maize . I. Sowing data effect. *Crop Sciences.* 37: 441-447.
31. **Rashotte A.M., Brady S.R., Reed R.C., Ante S.J., Muday G.K., 2000**. Basipetal auxin transport is required fro gravitropism in roots of Arabidopsis. Plant Physiology. 122:481-490.
32. **Ribaut J.M., Banzinger M., Setter T., Edmeades G.O., Hoisington D.A., 2004**. Genetic dissection of drought tolerance in maize: a case study: In Nguyen H and Blum A. (Eds) Physiology and biotechnology integration fro plant breeding New York Marcel Dekker Inc. Pp. 571-611.
33. **Robert C.H. și Twidwel E.K.,2002**. Effects of drought Stress on Corn production. Extensionm Extra Ex. Ex 8033. F and F 1.4-1.3
34. **Sallah P.Y.K., Obeng A.K. and Ewool M.B., 2002**. Potential of elite maize composites for drought tolerance in stress and non drought environments. *African Crop Science Journal* 10: (1) 1-9.
35. **Scheres B și Heidstra R.,1999**. Digging aut roots: pattern formation cell division and morphogenesis in plants. *Curent Topics in Development Biology*. 45:207-247.
36. **Schiefelbein J., 2003**. Cell fate specification in the epidermis: a common patterning mechanism in the root and shoot. *Current Opinion in Plant Biology.* 6:74-78.
37. **Schulze E.D., 1986**. Whole plant rersponse to drought. Australian Journal of Plant Physiology. 13.127-41.
38. **Schussler J.R. și Westgate M.E., 1995**. Assimilate flux determines kernel set a low water potential in maize. *Crop Science*. 35:1074-1080.
39. **Sharp R.E. Silk W.K., Hsiao T.C.,1988**. Growth of the maize primary root at low water. Potentials. I. Spatial distribution of expansive growth. *Plant Physiology.* 87:50-57.
40. **Sharp R.E., 2002**. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscinic acid in root and shoot growth responses to water stress. *Plant, Cell and Environment.* 25: 211-222
41. **Sharp R.E. Poroyko V., Hejlek L.G., Spollen W.G. Springer G.K., Bohnert H.J., Nguyen H.T., 2004**. Root growth maintenance during water deficits: physiology to functional genomics. *Journal of Experimental Botany.* 55: 2343-2351.
42. **Sobrado M., 1987 .** Leaf rolling: a visual indicator of water deficit in maize (*Zea mays*L.) Maydica; 32:9-18.

43. **Spollen W.G., LeNoble M.E., Samuels T.D., Bernstein N., Sharp R.E., 2000**. Abscisic acid accumulation maintains maize primary root elongation at low water potentials by restricting ethylene production. *Plant Physiology.* 122:967-976.
44. **Stone P.J. Wilson D.R., Reid J.B. and Gilespie R.N., 2001**. Water deficit effect on sweet corn: WQater use, radiation use effciency, growth and yield. *Aust. Journal of Agric. Research.* 52 (1). 103-113.
45. **Tardicu F. și Simonneau T.H.,1998**. Variability mong species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand. Modelling isohydric and anisohydric behaviours. *Journal of Experimental Botany.* 49: 419-432.
46. **Turner N.C.,1979**. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plant. In „Stress Physiology in Plants. (Eds Mussel, H. and Staples R.C.) pp 343-73. Willey: New York.
47. **Turner N.C., 1986**. Adaptation to water deficits: A changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology.* 13:175-190.
48. **Westgate M.E. și Bassetti P.,1990.** Heat and drought stress in corn: what really happens to the corn plant at pollination? In: Wilkinson D., ed. Proc. Anmu. Corn and Sorghum Res. Conf. 45th, Chicago 5-6 Dec. 1990. Washington D.C: ASTA, 12-28.
49. **Wolfe D.W., Henderson D.W., Hsiao T.C., Alvino A.,1988**. Interactive water and nitrogen effect on senescence of maize. I.Leaf area duration, nitrogen distribution and yield. *Agronomy Journal.* 80:859-864.
50. **Zinselmeier C., Jeong B.R., Boyer J.S.,1999**. Starch and the control of kernel number in maize at low water potentials. *Plant Physiology.*121:25-36.

BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV

CAPITOLUL 4.
REZISTENȚA LA FRIG ȘI PRECOCITATEA POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB
(Danela Murariu)

4.1. Rezistența plantulelor de porumb la frig

Rezistenţa plantulelor de porumb la temperaturi scăzute reprezintă o însuşire obligatorie în zonele cu climat termic restrictiv pentru această specie. În zonele premontane și de podiș ale țării, apar primăvara târziu scăderi bruște de temperatură, chiar până la 0^0C. De cele mai multe ori însă se produc scăderi ale temperaturii aerului în jurul valorii de 4-5^0C, pe o durată mai lungă de timp, uneori chiar şi o săptămână. Plantele de porumb aflate de regulă în faza de plantulă, cel mai adesea 3-5 frunze, reacţionează la aceste temperaturi scăzute. Reacţia genotipurilor este una diferenţiată şi poate fi notată în câmp, după o perioadă de refacere, de 2-3 zile, când plantulele sensibile pot fi recunoscute prin culoarea verde deschis spre gălbuie, uneori cu vârfurile necrozate. Genotipurile rezistente îşi păstrează culoarea lor normală, verde, mai mult sau mai puţin intens (Murariu M., și colab., 2012).

O serie de cercetări efectuate în România (Milică şi Cristea, 1971; Căbulea şi Ocheşanu, 1978; Hurduc şi colab., 1978; Milică şi colab., 1982, Baia, 1982 ş.a.), precum şi în străinătate (Protenko şi Misustina, 1962; Andreenko şi Kereciki, 1966, Koch şi Muller, 1973, ș.a.), relevă diferenţe între diferitele genotipuri de porumb cu privire la capacitatea de rezistenţă la temperaturi scăzute. S-a precizat prin astfel de studii că aceste diferenţe există indiferent de categoria de germoplasmă studiată (populaţii locale, linii consangvinizate, hibrizi).

În anii când, după răsăritul porumbului se înregistrează perioade cu temperaturi scăzute, în câmpurile experimentale se acordă note FAO (1-9) pentru rezistența la frig a genotipurilor aflate în testare.

În laborator, aprecierea se poate face după metoda Debbert (1988), citat de Rotari şi Comarov (1992).

Conform acestei metode, fiecare variantă se constituie în două subprobe: subproba pentru testare la temperaturi scăzute şi subproba de control. Astfel, se procedează la semănatul fiecărei probe, în două recipiente (câte 30 de seminţe). După răsărire se lasă 25 de plante în fiecare recipient care sunt crescute în condiţii normale de laborator (t^0 = 22^0C, lumină 10 -15 mii lx, ziua -14 ore, noaptea -10 ore), timp de 14-15 zile până la dezvoltarea frunzei a treia. În această fază, câte un recipient din fiecare probă este transferat într-o camera de creştere cu atmosferă controlată. Aici, probele pentru testare sunt supuse timp de 7 zile la două regimuri de temperatură: noaptea 4-5^0C, ziua 8-9^0C. Camera de creştere realizează în sistem automatizat cicluri succesive de zi – noapte, cu îndeplinirea parametrilor programaţi de lumină, temperatură şi umiditate. După cele 7 zile de tratament cu temperaturi scăzute, recipientele din camera de creştere sunt din nou transferate în laborator, timp de încă 6-7 zile alături de probele de control (Murariu M., și colab., 2012).

La sfârșitul perioadei se iau câte 20 de plantule din fiecare subprobă supusă temperaturilor scăzute şi 20 de plantule din subproba control (plantule crescute în condiţii normale de laborator). Toate subprobele sunt uscate în etuvă, la temperatura de 180^0C până ce probele ajung la o greutate constantă. Indicele coldtest se apreciază în funcție de acumularea masei uscate (Ki) care reprezintă raportul dintre masa uscată a subprobei supuse stresului termic şi a subprobei control, după următoarea scală:

- genotipuri rezistente > 80%;
- genotipuri semirezistente 60 -79%;

- genotipuri slab rezistente 40 -59%;
- genotipuri sensibile < 40%.

4.2. Precocitatea populațiilor locale de porumb

Rezistența la frig și precocitatea sunt două însuşiri asociate care în România au reprezentat în decursul timpului, direcții prioritare în ameliorarea porumbului în zonele de cultură din nordul țării. Cristea şi colab. (1986, 1986a) şi Căbulea (1987) precizează că în zonele nordice şi premontane, datorită resurselor termice reduse, precocitatea este indispensabilă pentru ajungerea la maturitate.

Precocitatea este definită, în general, prin numărul de zile parcurs de la germinaţie la maturitate. Un genotip mai precoce este considerat acela care cultivat alături de genotipurile adaptate într-o anumită zonă, ajunge la maturitate mai devreme. Maturitatea este deci elementul esenţial care caracterizează precocitatea şi poate fi apreciată după procentul de umiditate existent în boabe la recoltare. Este cunoscut faptul că planta de porumb îşi realizează ciclul de vegetație în cadrul a două faze principale: faza vegetativă care durează de la germinare până la diferenţierea primordiilor florale şi asigură potenţialul fotosintetic al plantei şi faza reproductivă, formată din trei etape distincte (Murariu M. și colab, 2012):

1. Formarea şi dezvoltarea elementelor florale, care durează de la iniţierea primordiilor florale până la fecundare, asigurând realizarea potenţialului productiv (producţie virtuală);
2. Creşterea şi umplerea boabelor, care începe cu fecundarea şi se termină cu maturitatea fiziologică, asigurând realizarea producţiei efective;
3. Perioada de pierdere pasivă a apei, care începe cu întreruperea transportului şi acumulării asimilatelor (formarea stratului negru) şi durează până la maturitatea tehnică (recoltare), condiționând în mare măsură calitatea producţiei.

Amelioratorii porumbului folosesc, în general, pentru aprecierea precocităţii, următorii indicatori (Murariu M. și colab., 2012):

- numărul de zile de la semănat până la: mătăsit (apariţia stigmatelor), apariţia stratului negru (maturitatea fiziologică) şi maturitatea tehnică (recoltare);
- suma temperaturilor medii zilnice active din perioada de vegetaţie corespunzătoare numărului de zile din perioadele menţionate anterior;
- procentul de umiditate al boabelor, la recoltare.

Indicii de temperatură pot explica în mare parte variaţiile în dezvoltarea porumbului. Însumarea temperaturilor medii zilnice active din perioada de vegetaţie se realizează după diferite formule.

În S.U.A. se foloseşte metoda GDD (Barger) sau GDU, în care calcularea temperaturilor medii zilnice se face pe baza valorilor maxime (Tmax) şi minime (Tmin) după formula:

$$GDD\ (Barger) = 0{,}5\ (Tmax + Tmin) - 10,$$

în care Tmax = 30^0C când Tmax > 30^0C şi Tmin = 10^0C când Tmin < 10^0C.

În Franţa, după Bloc şi colab. (1984), se practică un prag minim de 6^0C şi ajustarea temperaturilor peste 30^0C după formula:

$$Tmed = 0{,}5\ (Tmax + Tmin) - 6,$$

în care Tmax = 30^0C când Tmax > 30^0C.

În România, harta resurselor termice pentru porumb are la bază suma temperaturilor, folosind însă media a 4 citiri zilnice la orele: 1; 7; 13 şi 19 (Murariu M., și colab., 2012).

Populaţiile locale de porumb existente în colecția Băncii de Gene Suceava au fost colectate de pe întreg teritoriul țării, însă cele mai multe provin din zonele cu resurse termice mai reduse (capitolul 1, fig.1.3.)

4.3. Colectarea de date

Pentru identificarea de surse genetice rezistente la temperaturi scăzute și precoce, s-au efectuat, observații și biometrizări la 436 de populații locale de porumb, folosind următorii descriptori:

- Indicele cold test;
- Data înfloritului;
- Data mătăsitului;
- Suma gradelor termice până la mătăsit (^{0}C);
- Suma gradelor termice până la înflorit(^{0}C);
- Greutatea boabelor/știulete (gr);
- MMB (gr).

4.4. Analiza statistică

Analiza rezultatelor experimentale s-a realizat pe baza unor modele statistice adecvate pentru identificarea de surse genetice precoce și rezistente la temperaturi scăzute: amplitudinea de variație, varianța (s^2), abaterea standard ($\sqrt{s}$), coeficienții de variație (s%) și coeficienții de corelație (r). De asemenea s-au folosit modele de calcul statistic pentru analiza componentelor principale (PCA), și a similarității caracterelor (Euclidian distances, SPSS 2.0) etc.

Prin determinarea indicilor de dispersie, s-a observat existența unei eterogenități medii între populațiile analizate (Tabelul 4.1.).

4.4.1. Testarea rezistenței la frig, în condiții de laborator

Pentru analiza rezistenței la frig, în condiții de laborator, în perioada 2008 – 2021, în cadrul a trei proiecte de cercetare, s-au analizat 436 de populaţii locale din colecția Băncii. Peste 30% dintre acestea (147) s-au identificat ca fiind foarte rezistente la temperaturi scăzute (Ki > 80%), provenind din următoarele localități (fig. 4.1.):

- Jud. Alba (Loc.: Ciugud, Bucerdea, Copand, Lancrăm, Lupșa, Meteș, Zlatna și Almaș);

- Jud. Argeș (Loc.: Drăghici, Mihăiești, Valea Siliștii, Vlădești, Vulturești);
- Jud. Bacău (Loc. Brusturoasa și Izvoru Berheciului);
- Jud. Bistrița Năsăud (Loc.: Ilva Mare, Ilva Mică, Jelna, Leșu, Măgura Ilvei, Nepos, Orheiu Bistriței, Prundu Bârgăului, Rodna, Rebrișoara, Șanț, Sângeorz Băi, Tiha Bârgăului, Telciu, Șoimuș, Zagra, Lunca Ilvei, Unirea);
- Jud. Botoșani (Loc. Cristești și George Enescu);
- Jud. Brașov (Loc.: Poiana Mărului, Râșnov, Șinca Veche);
- Jud. Caraș Severin (Loc. Teregova și Voislova);
- Jud. Călărași (Loc. Frăsinet);
- Jud. Cluj (Loc.: Așchileu Mare, Băișoara, Bălcești, Berindu, Bolduț, Dumbrava, Fizeșu Gherlei, Mihăiești, Sărădiș, Tureni, Valea Drăganului și Valea lui Coti);
- Jud. Covasna (Loc. Chichiș și Zoltan);
- Jud. Dâmbovița (Loc. Bezdead);
- Jud. Dolj (Loc.: Almăj, Calafat, Coțofeni, Plenița);
- Jud. Gorj (Loc.: Cărbunești, Glodeni, Padeș, Polovragi, Runcu și Tismana);
- Jud. Harghita (Loc. Sânmartin și Satu Mare);
- Jud. Hunedoara (Loc.: Balșa, Bățălar, Cerbăl, Ciungani, Costești, Geoagiu, Ludeștii de Sus, Petroșani);
- Jud. Ialomița (Loc. Movilița);
- Jud. Maramureș (Loc.: Botiza, Chilia, Desești, Moisei, Săcel);
- Jud. Mehedinți (Loc.: Drobeta Turnu Severin și Ponoarele);
- Mureș (Loc. Deda și Miercurea Nirajului);
- Jud. Neamț (Loc.: Bicazu Ardelean, Ceahlău, Poiana Teiului, Răucești, Urecheni);
- Jud. Prahova (Loc. Izvoarele și Starchiojd);
- Jud. Satu Mare (Satu Mare);
- Jud. Sibiu (Loc. Blăjel și Tălmăcel);

- Jud. Suceava (Loc.: Brodina, Frumosu, Gura Haitii, Putna, Slatina, Solca, Straja, Vama, Ciocănești, Pojorâta);
- Jud. Timiș (Loc. Lovrin);
- Jud. Vâlcea (Loc. Costești, Pietrari, Stoenești);
- Jud. Vaslui (Loc. Rebricea);
- Jud. Vrancea (Jitia de Jos și Nereju).

Dispersia valorilor indicelui cold test (Tabelul 4.1.) evidențiază o variație mijlocie (CV=14,02%). Referitor la amplitudinea de variație, se observă că cel mai mic indice coldtest (Ki=39) s-a înregistrat la populația originară din Loc. Pietrari, Jud. Vâlcea, iar cel mai ridicat indice (Ki=97) s-a obținut la trei populații originare din localitățile Bucerdea, Jud, Alba; Unirea, Jud. Bistrița Năsăud și Vama, Jud. Suceava.

Tabelul 4.1.

Abrevieri, media, amplitudinea de variație, abaterea standard și coeficientul de variație la descriptorii morfo-fiziologici analizați la populațiile luate în studiu

Descriptorii morfo-fiziologici	Abre-vieri	Media	Amplitudinea de variație		Abaterea standard	Varianța	CV%
			minim	maxim			
Rezistența la temperaturi scăzute (indice cold test%)	Ki	75,36	39	97	10,57	111,82	14,02
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	UB	22,08	16	33,1	2,40	5,78	10,87
Număr zile de la semănat la mătăsit	NZM	74,68	66	87	3,83	14,77	5,12
Număr zile de la semănat la înflorit	NZI	74,56	66	86	3,91	14,95	5,24
Suma gradelor termice de la semănat până la mătăsit (^{0}C)	SGM	607,5	488,2	743	47,96	2300,4	7,89
Suma gradelor termice de la semănat până la înflorit (^{0}C)	SGI	607,15	488	731	47,57	2263,2	7,83

Greutatea boabelor/știulete (gr)	GBS	121,94	59	193	28,2	800,13	23,12
Masa a 1000 de boabe (gr)	MMB	302,49	148	392	50,0	2500,8	16,52

4.4.2. Umiditatea boabelor la recoltare

În cazul acestui descriptor se observă că există o variabilitate destul de scăzută în cadrul populațiilor testate (CV=10,87%). Analizând amplitudinea de variație se observă că umiditatea boabelor a variat de la 16 la 33,1%. Populația cu cel mai scăzut conținut de umiditate provine din Loc. Pârjol, Jud. Bacău, iar cel mai ridicat conținut de umiditate al boabelor la recoltare, l-a avut populația locală de porumb originară din Loc. Racovițeni, Jud. Bacău.

4.4.3. Număr de zile de la semănat până la mătăsit și înflorit

Acești doi descriptori, au un rol important în identificarea formelor precoce, pentru că de momentul înfloririi și apariției mătăsii depinde momentul maturizării depline a știuleților. În cazul populațiilor analizate pentru identificarea de forme precoce și rezistente la frig s-a observat că există o variație foarte scăzută la nivelul celor 436 de populații, coeficientul de variație în ambele cazuri este de 5,12%, respectiv 5,24%. Este important de menționat faptul că, 3 populații locale de porumb originare din Loc. Brusturoasa, Județul Bacău și Măgura Ilvei, Jud. Bistrița Năsăud au înflorit și mătăsit după 66 de zile de la semănat, iar cea originară din loc. Dumbrava, Jud. Cluj a înflorit după 86 de zile și a format mătasea după 87 de zile de la semănat.

4.4.4. Suma gradelor termice de la semănat până la mătăsit și înflorit

Ca și în cazul descriptorilor „numărul de zile de la semănat până la mătăsit și până la înflorit”, acești doi descriptori au un rol hotărâtor în maturarea mai timpurie sau mai târzie a plantelor de porumb. Referitor la variabilitatea acestor două trăsături se observă că acești doi descriptori prezintă coeficienți de variație foarte mici, sub 10% (7,89;

7,83). Dacă analizăm amplitudinea de variație, observăm că aceasta variază între 477 și 743. Cea mai mică sumă a gradelor termice au necesitat două populații originare din Lunca Ilvei și Ilva Mare, Județul Bistrița Năsăud și cele mai mari valori a acestor descriptori au avut două populații originare din localitățile Dumbrava, Jud. Cluj și Racovițeni, Jud. Buzău. Aceste două populații au avut și cel mai mare conținut de umiditate la recoltare și au înflorit și mătăsit după 87 de zile de la semănat.

4.4.5. Greutatea boabelor pe știulete

Indicator indirect al productivității, greutatea boabelor pe știulete, la populațiile analizate prezintă o valoare medie de 121,94 g (Tabelul 4.1.), cu o amplitudine de variație cuprinsă între 193 g și 59 g. Coeficientul de variație relevă o variabilitate mare (23,12%) în rândul populațiilor analizate. Populațiile de porumb cu greutatea știuletelui mai mare de 190 g sunt originare din:

- Loc Orheiu Bistriței, Jud. Bistrița Năsăud (SVGB-14140);
- Loc. Racovițenii, Jud. Buzău (SVGB-8043).

4.4.6. Masa a 1000 de boabe

Acest caracter are o valoare medie de 309,42 g. Și în această situație există o amplitudine mare de variație, cuprinsă între 148 gr (Populație originară din Loc. Jelna, Jud. Bistrița Năsăud). și 392 gr (populații originare din Loc. Domosu și Cheia din Jud. Cluj. Coeficientul de variație atestă o variabilitate mare (16,52%) în rândul populațiilor analizate (Tabelul 4.1.)

4.5. Corelarea însușirilor de rezistență la temperaturi scăzute și precocitate

Coeficienții de corelație obținuți, între însușirile de rezistență la temperaturi scăzute, ale populațiilor locale luate în studiu, sunt prezentate în tabelul 4.2. Coeficienții de corelație Pearson atestă că însușirile analizate au corelat semnificativ pozitiv sau negativ între ele.

Corelații pozitive foarte semnificative s-au observat între următorii descriptori: NZI x NZM; SGM x NZI x NZM; SGI x NZM x NZI x SGM; GBS x NZI x NZM x SGM x SGI; MMB x GBS. Corelații pozitive semnificative s-au înregistrat între: MMB x NZI x NZM x SGM x SGI. De asemenea se observă existența unei corelații negative semnificative între MMB și Ki și a uneia negative foarte semnificative între KI și U%.

Se observă din aceste corelații că, cei patru indicatori ai precocității (NZM, NZI, SGM, SGI) corelează pozitiv cu MMB și GBS. De asemenea s-a observat că indicele cold test corelează negativ cu umiditatea boabelor la recoltare și cu MMB, ceea ce semnifică faptul că, populațiile de porumb rezistente la frig au MMB –ul mai redus și umiditatea boabelor la recoltare mai mică, existând astfel o relație invers proporțională între productivitate și rezistență la frig și direct proporțională între productivitate și numărul de zile de la semănat până la mătăsit și înflorit și suma gradelor termice de la semănat până la mătăsit și înflorit.

Tabelul 4.2.

Coeficienții de corelație Pearson pentru însușirile de rezistență la temperaturi scăzute

	NZM	NZI	SGM	SGI	GBS	MMB	Ki	U%
NZM								
NZI	,995**							
SGM	,906**	,898**						
SGI	,908**	,908**	,995**					
GBS	,397**	,416**	,289**	,310**				
MMB	,184*	,195*	,170*	,184*	,562**			
Ki	-,054	-,059	-,031	-,037	-,080	-,153*		
U%	,046	,051	,037	,040	,142	,120	-,680**	

4.6. Analiza Componentelor Principale (PCA) pentru precocitate și rezistența la temperaturi scăzute

Analiza componentelor principale a clasificat datele în două componente. PCA a dezvăluit că primele două componente sunt > 1. Valorile proprii (4,063, respectiv 1,432) au indicat faptul că cele două componente au o pondere majoră în variație. De asemenea, a fost construită și diagrama care ilustrează distribuția valorilor proprii ale tuturor componentelor principale (fig. 4.1.).

Cea mai mare contribuție în ponderea variației o are PC1 (50,79%) și PC2 (17,90%) urmată de PC3 (12,33%), PC4 (11,44%), PC5 (5,42%), PC6 (2%), PC7 (0,11%) și PC8 (0,01%) (Tabelul 4.3.). Rezultatele sugerează că PC1 și PC2 au un rol major în identificarea variabilității genetice, prin urmare variabilele care formează aceste componente trebuie analizate în timp ce se fac selecții la populațiile de porumb pentru caracterele care au un rol important în precocitate și în rezistența la temperaturi scăzute.

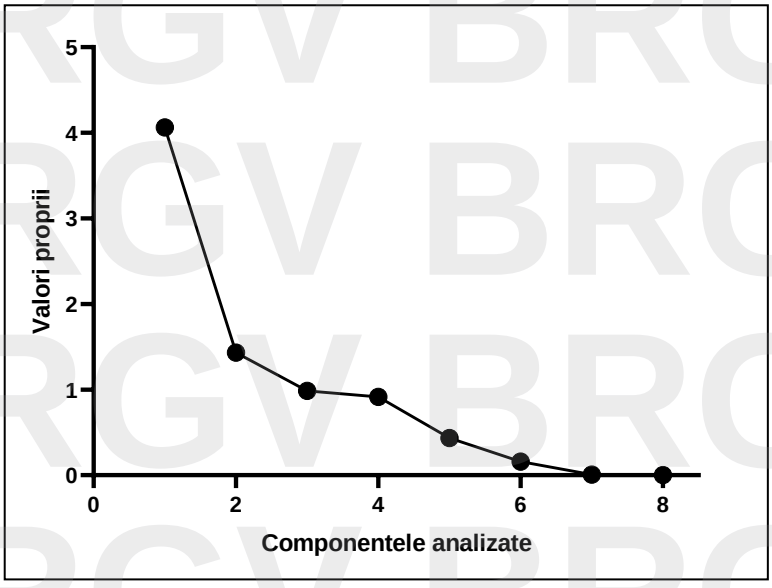


Fig. 4.1. Distribuția valorilor proprii în cele 8 componente analizate

Tabelul 4.3.

Analiza varianței conform metodei PCA

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Valori proprii	4.06	1,43	0,98	0,91	0,43	0,16	0,08	0,05
Varianța (%)	50,79	17,90	12,33	11,44	5,42	2,00	0,11	0,01
Varianța cumulată (%)	50,79	68,69	81,02	92,47	97,89	99,89	99,99	100

Vectorii proprii ale acestor variabile (Tabelul 4.4.) sugerează că în PC1 sunt cele mai mari valori negative la descriptorii: numărul de zile de la semănat la înflorit (-0,967) urmat de numărul de zile de la semănat la mătăsit (-0,966), suma gradelor termice de la semănat la înflorit (-0,954), suma gradelor termice de la semănat la mătăsit (-0,947) și greutatea boabelor pe știulete (-0,509).

Tabelul 4.4.

Valorile proprii ale variabilelor, conform metodei PCA

Descriptorul	PC1	PC2
Rezistența la temperaturi scăzute (Ki)	0,087	0,347
Umiditatea boabelor la recoltare (UB)	-0,081	-0,365
Număr zile de la semănat la mătăsit (NZM)	-0,966	0,143
Număr zile de la semănat la înflorit (NZI)	-0,967	0,125
Suma gradelor termice de la sem. până la mătăsit (SGM)	-0,947	0,216
Suma gradelor termice de la sem până la înflorit (SGI)	-0,954	0,199
Greutatea boabelor/știulete (GBS)	-0,509	-0,657
Masa a 1000 de boabe (MMB)	-0,330	-0,785

Toți acești descriptori au un rol discriminator la toleranța la frig și precocitate. În PC2 s-au înregistrat două valori negative > 0,50 la greutatea boabelor pe știulete și MMB, ambele având tot rol discriminator. În schimb, Ki are un rol contributor.

Observăm de asemenea, că cea mai mare variabilitate au prezentat descriptorii: greutatea boabelor pe știulete, MMB, umiditatea la recoltare și indicele coldtest (fig. 4.2.). Toate caracterele au valori negative, cu excepția indicelui coldtest, care este pozitiv.

Prin folosirea metodei linkage între grupuri de caractere (programul de calcul statistic SPSS) s-au evidențiat legături între diferite trăsături ale populațiilor de porumb analizate, obținându-se astfel informații utile pentru alegerea materialului inițial în programele de ameliorare a porumbului pentru precocitate și toleranță la temperaturi scăzute.

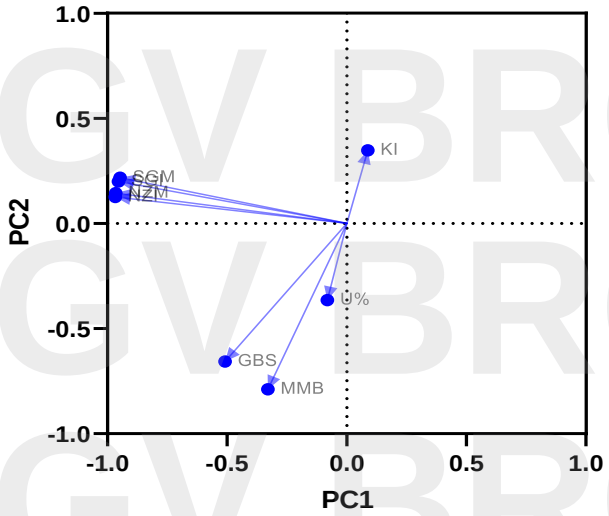


Fig. 4.2. Distribuția caracterelor analizate în primele două componente

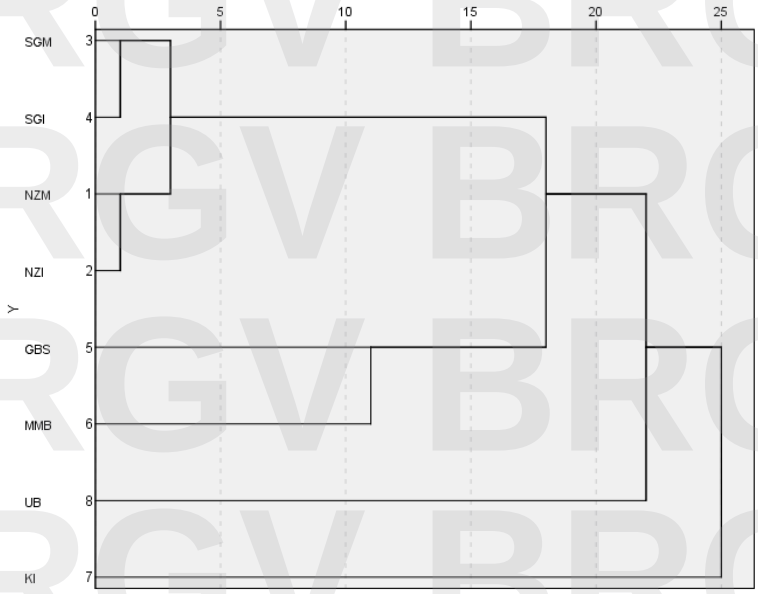


Fig. 4.3. Gruparea ierarhică a 8 descriptori morfo-fiziologici la populațiile locale de porumb analizate, pe baza corelațiilor Pearson

Analiza clusterelor a fost folosită pe de o parte pentru a vedea cum relaționează caracterele/însușirile studiate (fig. 4.3), iar pe de altă parte pentru gruparea populațiilor analizate, pe baza similarității caracterelor biometrizate și a însușirilor determinate (fig. 4.4..)

Se observă că, Ki relaționează în primul rând cu UB, dar și cu celelalte caractere/însușiri. De asemenea MMB și GBS relaționează cu SGM, SGI, NZI și NZM (fig. 4.3.).

Dendrograma Ward's construită cu ajutorul distanței euclidiene (fig. 3.4.) bazată pe caracterele morfo-fiziologice cu rol important în precocitate și toleranță la frig, a divizat germoplasma de porumb luată în studiu în două clustere principale (C1 și C2).

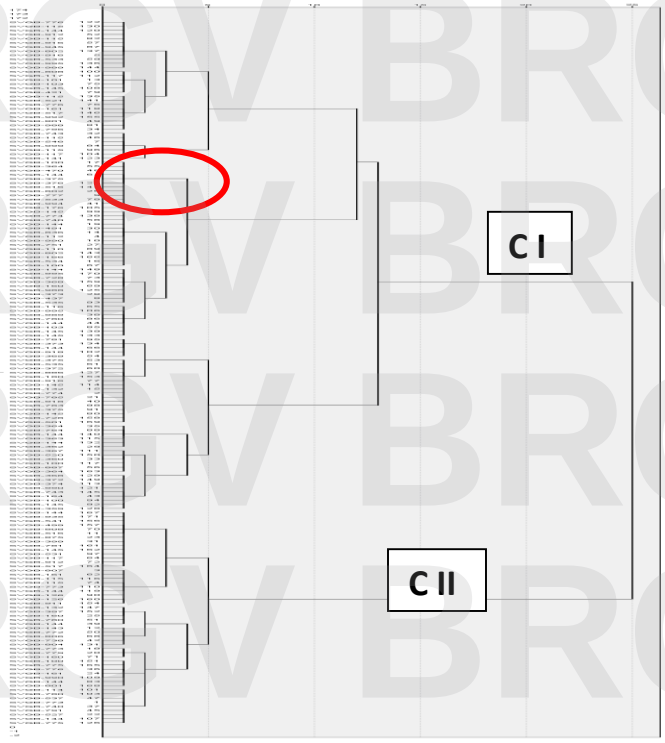


Fig. 4.4. Dendrograma populațiilor locale de porumb construită pe baza distanței Euclidiene, conform trăsăturilor morfo-fiziologice responsabile de toleranță la frig

Dintre cele 436 de populații locale analizate, 297 s-au grupat în clusterul I, iar 18 genotipuri dintre acestea s-au dovedit a avea cea mai mare variabilitate a caracterelor ce influențează precocitatea și rezistența la frig (fig. 4.4.). Celelalte 139 de populații s-au grupat în clusterul II, dar coeficienții de similaritate obținuți nu au prezentat valori mai mari în comparație cu cei din clusterul I.

Populațiile de porumb cu cea mai ridicată variabilitate a caracterelor și însușirilor care influențează rezistența la frig și precocitatea sunt originare din următoarele localități (fig. 4.5.):

- Județul Alba (Loc. Meteș și Zlatna);
- Județul Argeș, Loc. Hârtiești;
- Județul Bihor, Loc. Șuncuiuș;

- Județul Bistrița Năsăud (Loc. Bretan, Ilva Mare, Coșbuc, Lunca Ilvei, Maieru, Rodna, Susenii Bârgăului și Valea Mare);
- Județul Cluj (loc. Ciucea și Domosu);
- Județul Caraș Severin (Loc. Teregova și Voislava).

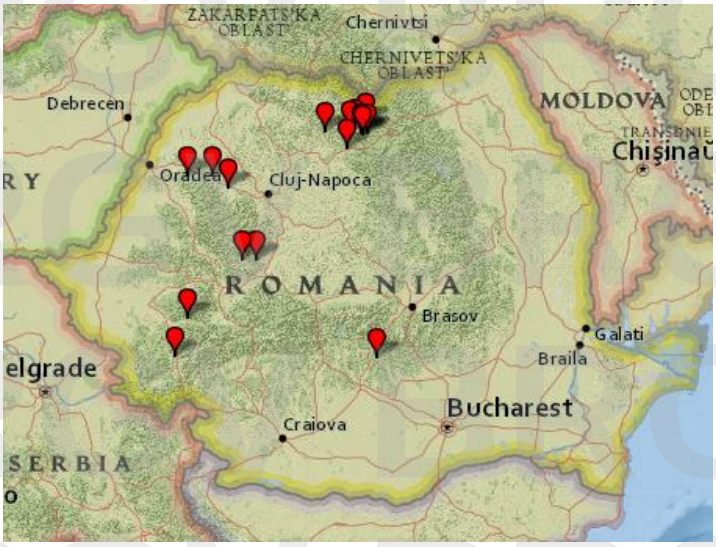


Fig. 4.5. Originea populațiilor locale de porumb tolerante la frig

4.7. Corelații înrtre rezistența la temperaturi scăzute a germoplasmei locale de porumb și conținutul biochimic al boabelor și plantulelor

Un studiu privind rezistența plantulelor de porumb la temperaturi scăzute, s-a realizat în cadrul unei colaborări între Institutul pentru Porumb și Sorg din Republica Moldova, BRGV Suceava și S.C.D.A. Suceava (Murariu D și Murariu M., 2010). Experimentul a avut ca scop determinarea rezistenței la temperaturi scăzute în condiții de laborator la 10 genotipuri de porumb, după metoda Debbert (1988), Rotari și Comarov (1992). În paralel, s-au efectuat analize biochimice pentru evidențierea conținutului a 16 aminoacizi (prin hidroliza proteinei din

bobul de porumb cu HCl 6n) precum și a conținutului de zahăr din plantulele de porumb (metoda gravimetrică, după Allihm, Messi, și Fellenberg S-au determinat corelațiile dintre indicile coldtest și cei 16 aminoacizi și s-au trasat dreptele de regresie corespunzătoare corelațiilor înregistrate.

Cele 10 genotipuri provin din colecția BRGV Suceava, dintre acestea 6 sunt populații locale cu proveniențe diferite, un soi (Suceava 1) un hibrid timpuriu (Suceava 108) și doi hibrizi extratimpurii (Suceava 95 și Suceava 99) Proveniența și principalele caracteristici biochimice ale genotipurilor de porumb sunt prezentate în tabelul 4.5. Referitor la conținuturile de proteină, lizină, grăsimi și amidon se remarcă populațiile SVGB-416 și SVGB-443 care realizează cele mai ridicate conținuturi de proteină și de lizină (Tabelul 4.5.).

Tabelul 4.5.

Materialul biologic de experimentare, proveniența și principalele caracteristici biochimice ale boabelor de porumb

Denumire	Proveniența	Conținutul biochimic din boabe % din s.u.			
		proteină	lizină	grăsimi	amidon
Suceava 1	S.C.D.A. Suceava	12.63	0.32	4.11	71.24
SVGB-718	Pojorâta-Sv	11.81	0.30	4.48	71.59
SVGB-4786	Urzica Mare –Dj	13.00	0.37	4.82	70.89
SVGB-4794	Giuvărăști -Olt	13.25	0.36	4.61	71.94
SVGB-416	Ilva Mică –BN	**14.81**	**0.37**	4.43	69.49
SVGB-443	Rona de Sus-MM	**13.81**	**0.40**	4.94	70.19
SVGB-1000	Geoagiu -HD	13.13	0.38	4.66	70.54
Suceava 95	S.C.D.A. Suceava	10.16	0.29	4.59	71.94
Suceava 99	S.C.D.A. Suceava	12.50	0.38	4.84	71.24
Suceava 108	S.C.D.A. Suceava	11.56	0.38	4.72	71.24

Rezultatele privind aprecierea rezistenței la temperaturi scăzute (Ki) la genotipurile de porumb analizate evidențiază ca rezistent soiul Suceava 1 și foarte rezistente populațiile SVGB-718 și SVGB-4786. Restul genotipurilor de porumb, sunt semirezistente și slab rezistente (Tabelul 4.6.)

Tabelul 4.6.

Indicele cold-test la genotipurile de porumb analizate

Nr.crt.	Denumire probe	Indice koldtest (KI)
1.	Suceava 1	**0.81**
2.	SVGB-718	**0.86**
3.	SVGB-4786	**0.85**
4.	SVGB-4794	0.66
5.	SVGB-416	0.46
6.	SVGB-443	0.49
7.	SVGb-1000	0.48
8.	Suceava 95	0.64
9.	Suceava 99	0,65
10.	Suceava 108	0.65

Determinarea conținutului de aminoacizi din boabele de porumb aparținând genotipurilor analizate a permis evidențierea unor corelații între cei 16 aminoacizi și Ki(%) (Tabelul 4.7.). Se constată astfel că Ki corelează pozitiv distinct semnificativ, pozitiv cu arginina, foarte semnificativ, negativ cu metionina, semnificativ, negativ cu aminoacizii treonina și serina. Aceasta sugerează că ponderea celor 4 aminoacizi în substanța uscată a boabelor de porumb poate reprezenta un criteriu de selecție a unor genotipuri de porumb cu o rezistență superioară a plantelor la temperaturi scăzute.

În figura 4.6. este prezentată evoluția Ki (%) în funcție de conținutul de aminoacizi. Se observă astfel o corelație semnificativă între cele două caractere analizate. Cele mai ridicate valori ale Ki(%) se înregistrează la conținuturi mai ridicate de arginină și mai scăzute de metionină.

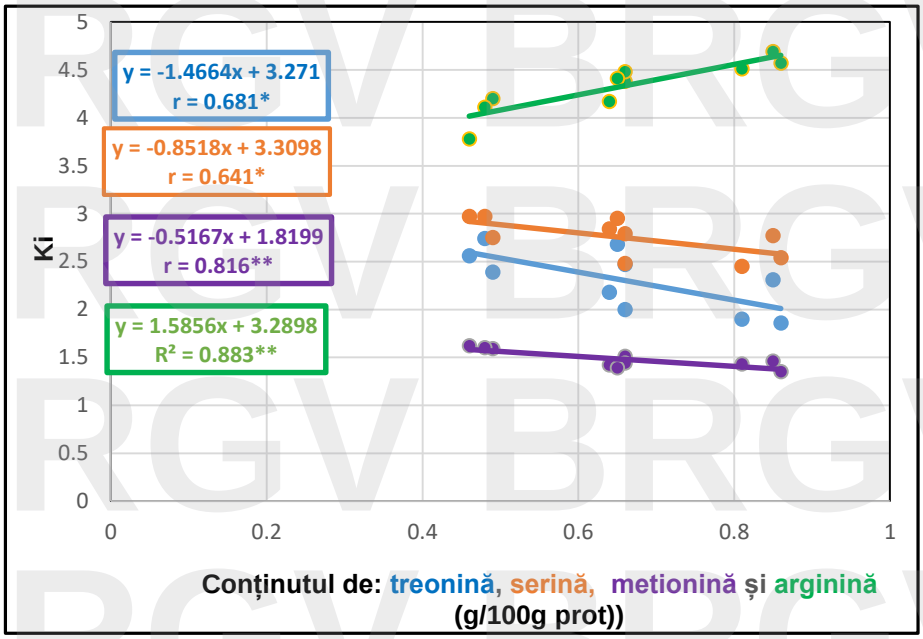


Fig. 4.6. Dreptele de regresie corespunzătoare conținutului de aminoacizi și indicelui coldtest la genotipurile de porumb analizate

Conținutul de zahăr (%), de proteină (% s.u.), procentul plantulelor cu reacție de sensibilitate concludentă la temperaturi scăzute precum și comparația procentului de zahăr dintre probele tratate cu temperaturi scăzute și cele ținute în condiții normale sunt prezentate în tabelul 4.8. Se constată o diferențiere a conținutului de zahăr (%) al plantulelor aparținând celor 10 genotipuri supuse acțiunii temperaturilor scăzute. Analizând această situație se poate aprecia că, odată cu stresul provocat de temperaturile scăzute, plantulele de porumb sintetizează o cantitate de zaharuri ușor mai ridicată, ca o posibilă adaptare la noile condiții de mediu.

Referitor la procentul de plante sensibile se constată o sensibilitate ridicată a hibridului Suceava 108, medie la soiul Suceava1, SVGB 4786, SVGB 4794 și SVGB 416 și o sensibilitate foarte scăzută (egală cu zero) la Hibridul Suceava 95 și la populațiile SVGB-718 și SVGB-443 (Tabelul 4.8.).

Tabelul 4.7.

Valorile conținuturilor de aminoacizi (% din 100 g proteină) și a coeficienților de corelație dintre Ki și cei 16 aminoacizi determinați la cariopsele de porumb

Varianta / Aminoacidul	Sv1	SVGB-718	SVGB-4786	SVGB-4794	SVGB-416	SVGB-443	SVGB-1000	SV95	SV99	SV 108	r
Asparagina	5.44	5.67	6.31	6.72	5.74	6.09	5.64	5.78	5.60	5.71	0.055
Treonina	1.90	1.86	2.31	2.47	2.56	2.39	2.74	2.18	2.00	2.68	**-0.681^{0}**
Serina	2.45	2.54	2.77	2.79	2.97	2.75	2.97	2.84	2.48	2.95	**-0.641^{0}**
Acid glutamic	21.06	20.66	21.08	20.75	19.11	19.12	20.87	22.2	21.2	19.98	0.508
Prolina	11.08	11.52	11.08	11.02	10.40	10.93	10.97	11.3	11.4	10.64	0.606
Glicina	3.25	3.30	4.77	4.98	4.79	5.50	5.10	4.07	3.20	3.37	-0.581
Alamina	9.66	9.99	9.31	9.89	9.59	10.50	10.59	9.09	9.92	10.55	-0.408
Valina	4.75	4.57	4.85	4.83	4.46	4.85	4.49	3.88	4.88	5.36	0.155
Metionina	1.43	1.35	1.46	1.51	1.62	1.59	1.60	1.42	1.44	1.39	**-0.816^{00}**
Izoleucina	3.72	3.30	3.85	4.00	4.12	4.06	3.96	3.40	3.68	3.37	-0.564
Leucina	10.77	10.83	10.62	9.96	12.90	11.88	11.73	9.85	11.3	9.77	-0.568
Tirozina	3.25	3.13	3.38	3.62	3.51	3.19	3.12	3.12	3.68	3.55	-0.047
Fenilalanina	4.43	4.57	4.46	4.53	4.46	4.20	3.96	4.45	4.64	4.84	0.462
Histidina	2.61	2.62	3.15	3.24	3.11	3.04	3.05	2.84	3.12	3.55	-0.380
Lizina	2.53	2.54	2.84	2.72	2.50	2.90	2.89	2.75	3.04	3.11	-0.212
Arginina	4.51	4.57	4.69	4.38	3.78	4.20	4.11	4.17	4.48	4.41	**0.883****
Indice coldtest	0.81	0.86	0.85	0.66	0.46	0.49	0.48	0.64	0.66	0.65	

Tabelul 4.8.

Conținutul de zahăr (%), și procentul plantulelor cu reacție de sensibilitate concludentă la temperaturi scăzute

Var.	Genotipul	Proveniența	Conținutul de zahăr al plantulelor (%)		Plantule sensibile (%)
			Supuse la t^0 scăzute	În condiții normale	
1	Suceava 1	S.C.D.A. Suceava	0,50	0,48	12,50
2	SVGB-718	Pojorâta-Sv	0,34	0,29	0,00
3	SVGB-4786	Urzica Mare –Dj	0,47	0,44	9,72
4	SVGB-4794	Giuvărăști -Olt	0,49	0,47	8,33
5	SVGB-416	Ilva Mică –BN	0,49	0,42	6,67
6	SVGB-443	Rona de Sus-MM	0,48	0,45	0,00
7	SVGB-1000	Geoagiu -HD	0,46	0,44	2,27
8	Suceava 95	S.C.D.A. Suceava	0,36	0,28	0,00
9	Suceava 99	S.C.D.A. Suceava	0,40	0,36	8,33
10	Suceava 108	S.C.D.A. Suceava	0.38	0,32	36,00

4.8. Concluzii privind rezistența la frig a germoplasmei locale de porumb conservată în Banca de Gene Suceava

Rezultatele obținute în studiile prezentate scot în evidență unele însușiri și caractere ale populații analizate cu rol important în precocitate și rezistența la temperaturi scăzute, putând fi utilizate ca material inițial de ameliorare în crearea de hibrizi de porumb timpurii și extratimpurii destinați cultivării în zonele mai umede și mai reci ale României.

Prin studiile realizate s-a observat existența unor corelații puternice intre indicatorii de bază ai precocității (NZM, NZI, SGM, SGI) și MMB, respectiv GBS. De asemenea s-a observat că Ki(%) corelează negativ cu umiditatea boabelor la recoltare și cu MMB, ceea ce semnifică faptul că, populațiile de porumb rezistente la frig au MMB –ul mai scăzut și umiditatea boabelor mai mică, existând astfel o relație invers proporțională între productivitate și rezistență la frig și direct proporțională între productivitate și numărul de zile până la mătăsit și înflorit și suma gradelor termice până la mătăsit și înflorit.

Ki(%) evidențiază rezistența ridicată la temperaturi scăzute a populațiilor locale originare din zonele montane și submontane ale României.

Ki(%) corelează pozitiv cu aminoacidul arginina și negativ cu aminoacizii metionina, treonina și serina. Cele mai ridicate valori ale Ki se înregistrează la conținuturi ridicate de arginină și mai scăzute de proteină.

În condiții normale plantulele de porumb au un conținut de zahăr mai redus decât atunci când sunt supuse temperaturilor scăzute, ceea ce semnifică faptul că, odată cu stresul provocat de temperaturile scăzute, plantulele de porumb sintetizează o cantitate mai ridicată de zaharuri, fiind un mijloc de adaptare a plantulelor de porumb la temperaturi scăzute, astfel că populațiile care vor sintetiza cantități mai mari de zahăr vor fi mult mai rezistente la la frig.

BIBLIOGRAFIE

1. **Andreenko S.S., Titova Z.V., 1957**. Kolicesvennie izmenenia hlorofila a listeah prorostkov kukuruzi prirazni temperature zone kornei, Dokl.Akad.Nauk, SSR, 116,1, 157-160.
2. **Baia V., 1982**. Fiziologia rezistenţei la condiţiile de mediu nefavorabile. Cap. Fiziologia vegetală, de Milică C., N. Dorobanţiu, Polixenia Nedelcu, V. Baia, T. Suciu, Florica Popescu, Viorica Teşu, Ioana Molea, Editura didactică şi pedagogică. Bucureşti.
3. **Căbulea I., C. Ocheşanu, V. Maroşan, 1981**, Cercetări asupra determinismului genetic al pigmenţilor clorofilieni şi carotenoizi din frunzele de porumb. Analele I.C.C.P.T. Fundulea, vol. XLVIII: 15–25.
4. **Căbulea I., 1987.** Unele aspecte ale orientării lucrărilor de ameliorare a porumbului, Contrib. cercet. ştiinţ. Dezvolt. agric. (1957-1987), S.C.A. Turda: 169-187.
5. **Căbulea I., şi Grecu C., 1982**. 25 de ani (1957-1982) de ameliorare a porumbului hibrid la SCA Turda. Contrib. Cerc. Șt.Dez. Agric. Edit. Dacia, 243-294.
6. **Cristea M., 1972 b.** Valoarea populaţiilor locale de porumb din Bucovina în crearea de hibrizi timpurii, Teză de doctorat, I.A.N.B.,Bucureşti.
7. **Cristea M., 1974**. Der genotyp locale mays, population der Bucovina eine wervalle geneauale fur zuchtungson beiten pflanzenzuchtung, 71 130, Verlag Pane Parey, Berlin and Hanburg.
8. **Cristea M., 1975**. Germoplasma la porumb, Edit. Ceres, Bucureşti.
9. **Cristea M. 1977.** Rasele de porumb din România, Edit. Academiei Române.
10. **Cristea M., 1986,** Evaluarea, Clasificarea Şi Conservarea Resurselor Genetice La Porumb În România, Lucrări Ştiinţifice, Bucureşti: 111–120.
11. **Cristea M., 1986a**, Contribuţii La Studiul Populaţiilor Locale De Porumb Din Bucovina, Lucrări Ştiinţifice, Bucureşti: 121–134.
12. **Cristea M., I. Căbulea, T. Sarca, Has I., Has Voichita etc. 2004**. Porumbul, Studiu monografic, Edit. Academiei Române.
13. **Debbert, 1985**, Vaprosa tolerantnosti k holdu inbrednah linii kukuruza I opredelenie ei. Inf. Bul. Kot. Martonvasar, 53-60.
14. **Hurduc N., Maria Gherghiu, O. Cosmin, 1978**. Reacţia la temperaturi scăzute a unor hibrizi de porumb, Probl. genet.teoret şi apl., Vol. X, nr. 2, 226-237.
15. **Koch H.D., H. W. Muller, 1973.** Untersuchungen uber die Frostschadigung bei Mais Jungpflanzen, Zuchter, 33, 4: 155-163.

16. **Milică C., M. Cristea, 1971**. Potenţialul de rezistenţă la temperaturi scăzute în timpul germinaţiei, la unele populaţii de porumb din nordul ţării, An. ICCPT Fundulea, vol XXXVII,seria C, 135-145.
17. **Milică C., N. Dorobanţiu, Polixenia Nedelcu, V. Baia, T. Suciu, Florica Popescu, Viorica Teşu, Ioana Molea, 1982**. Fiziologie vegetală, Editura didactică şi pedagogică. Bucureşti.
18. **Murariu Danela**, **1997-** *Characterization and evaluation of the maize local landraces at the Suceava Genebank*, Rew. News Letter for Europe- nr. 18, pag.7-8;
19. **Murariu Danela, Murariu M.,2010.** Conservarea „*on farm"* în diferite areale din Bucovina a unor rase de porumb, ANNALS of the Suceava University – FOOD ENGINEERING, Anul IX , No1 – 2010;
20. **Murariu M., Murariu Danela, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, Domnica Daniela Plăcintă, I.M. Râșca, D.P. Simioniuc, 2012.** Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România, Edit. Pim, Iași.
21. **Murariu Danela, Marius Murariu, Domnica Daniela Placinta, 2016,** Field and laboratory screening of Romanian maize landraces very resistant to low temperatures, ISI Impact Factor 0,484, Maydica, 60.3- M 23.
22. **Protenko D.F., P.S. Misustina, 1962**.Holodostoikosti kukuruzi. Gosuadarstvennoe izdatelsvo selskohoziaist-vennoi literaturî Ukrainskoi, SSR, Kiev.
23. **Rotari , A. Comarov,G.,1992-** *Opat ispolizovania metodov otenki selektionnogo materiala kukuruza na holodostoikosti/Sb.Sozdanie gibridov kukuruza i sorgo.* Chisinau, Stiinta,101-109.

CAPITOLUL 5.
VALOAREA FENOTIPICĂ ȘI GENETICĂ A UNOR POPUAȚII LOCALE DIN ZONA TRANSILVANIEI

(Carmen-Daniela Vana, Voichița Haș, Andreea Ona)

Introducere

În Transilvania, porumbul a fost introdus la începutul secolului al XVIII, în cadrul imperiului Austro-Ungar cu forme provenind din nordul Italiei (forme din convarietățile indurata și dentiformis). Velican (1954), Zamfirescu și colab., (1965) și Mureșan și colab., (1973) afirmau că în Transilvania porumbul ar fi fost introdus în deceniile III și IV al secolului al XVII-lea, prin intermediul comercianților italieni și turci. Primele forme de porumb, introduse atât în Vechiu Regat cât și în Transilvania au fost de tip indurat și ar fi aparținut subvarietății, *vulgata* Koern (Tabelul 5.1) (Moșneagă, 1957). Se poate considera că o mare parte din germoplasma autohtonă reprezentată prin tipurile cu bob indurata macrosperma este cea originală, fiind din aceste considerente cea care a suferit cele mai îndelungate procese de adaptare.

La sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului XX, ca o consecință a anilor de secetă, s-au importat atât în Transilvania cât și în Vechiu Regat, soiuri de porumb din S.U.A. și Argentina (dentiformis), care s-au hibridat cu populațiile locale existente (Haș și colab., 2006; MEXIC-CIMMYT).

Germoplasma nou introdusă a provocat procese complexe de recombinare cu materialul biologic mai vechi (Tabelul 5.1) determinând o remarcabilă variabilitate genetică a populațiilor autohtone de porumb cultivate în perioada precedentă generalizării hibrizilor (1957-1960) (Căbulea și colab., 1975). Începuturile ameliorării sistematice a porumbului sunt legate de crearea soiului Lăpuşneac, în comuna Lăpuşnic, jud. Hunedoara, din rasele americane:

Compton, Pennsylvania, Longfellow, Landreth, Iowa, Reid Yellow Dent etc. În anul 1902 este semnalată crearea pe valea Someşului a soiului Ardelenesc de Varady, soi care a cunoscut o oarecare răspândire în zonă, la începutul secolului XX (Moșneagă, 1957).

Tabelul 5.1.

Provenienţe autohtone de porumb studiate şi reţinute la Staţiunea Turda, în perioada 1957-1962 (după Lucia Roman, V. Tătaru şi C. Grecu, 1973)

Provenienţe autohtone din:		**Total prove-nienţe**	**Tip bob***	**Varietatea botanică**	**Lungi-me ştiuleți**	**Nr. rânduri boabe /ştiulete**
Zona premontană a Transilvaniei	nord	47	I, I x D	*Z.m. vulgata* *Z.m. xanthodon*	12-16 16-20	12-16 12-18
	est	91	I, I x D	*Z.m. vulgata şi rubropaleata*	15-21	10-18
	sud	84	I, D, IxD,	*Z.m. vulgata şi rubro-paleata* *Z.m. vulgata*	14-16 15-20	8-14 12-16
	Haţeg	43	I	*Z.m. vulgata*	15-21	8-12
Podișul Transilvaniei	centru	108	I, D I x D,	*Z.m. vulgata şi rubro-paleata, flavo-rubra*	15-22	1-16
	nord	38	I, D I x D,	*Z.m. vulgata; xanthodon*	17-20	12-16
	sud-est	23	I	*Z.m. vulgata*	16-20	12-16
Bazinele râurilor	Mureș	78	D, D x I	*Z.m. xanthodon*	14-20	8-16
	Târnave	34	I x D, I	*Z.m.xanthodon vulgata*	15-20	12-18
Total provenienţe		546				

*I=Indurat, IxD = intermediar, D = Dentiform

În condițiile climatice puternic diferențiate din Transilvania, cu tipuri de sol foarte diversificate, cultura porumbului atât în agricultura mică țărănească, dar și pe suprafețe intense pe marile moșii ale proprietarilor de porumb, au făcut să se dezvolte o multitudine de populații locale, dar și să se și încerce, obținerea de soiuri cu specific

local (Ardelenesc de Varady, Lăpușneac etc.) (Căbulea, 1975; Murariu și colab., 2012).

În anul 1923, evoluția culturii porumbului în România a cunoscut o nouă etapă, prin implicarea statului în ameliorarea porumbului; în prima etapă s-a folosit selecția în masă, urmată de selecția individuală (Moșneagă, 1957).

Adevărata ameliorare modernă a porumbului a fost inițiată în țara noastră în anul 1957 odată cu înființarea Institutului pentru cultura porumbului Fundulea și a Stațiunilor experimentale pentru cultura porumbului Turda, Șimnic, Podul Iloaiei, Moara Domnească (SARCA și colab., 2007).

Cei care au inițiat acest program de amplă dezvoltare, au avut și o deosebită oportunitate de a colecta din întreaga Românie soiurile și populațiile locale de porumb, pentru a constitui o bază de germoplasmă pentru perioadele ulterioare, dar şi pentru a fi salvate de la extincție (Mureşan, 1972). La unitățile de cercetare sus amintite s-au adunat mii de astfel de populații, unele din ele ajungând la Banca de Gene Suceava, iar altă parte din ele au fost menținute în colecțiile de germoplasmă ale Stațiunilor de Cercetări. Din păcate, la momentul actual doar S.C.D.A. Turda, S.C.D.A. Suceava și S.C.D.A. Șimnic mai păstrează parte din aceste colecții (HAȘ I. – comunicare personală).

5.1. Colectarea, studierea și menținerea populațiilor locale, din Transilvania, la S.C.D.A. Turda

Restrângerea suprafețelor cultivate cu populații locale și introducerea în cultură a hibrizilor performanți, a determinat impurificarea populațiilor locale (introgresie).

Introducerea în cultură a hibrizilor de porumb prin înlocuirea formelor locale, au impus acțiuni organizate de colectare, studiere și păstrarea germoplasmei autohtone. Limitarea ariei lor de răspândire a

impus un program național de conservare și valorificare a germoplasmei de porumb.

Deoarece în ultimii 50 de ani s-a constatat o pierdere semnificativă a variabilității genetice, conservarea biodiversității a devenit un obiectiv important pentru majoritatea amelioratorilor (Suba, 1973; Căbulea și colab., 1975; Cristea, 1975; Troyer, 1999; Bernardo, 2003; Sarca, 2004; Haș Voichița și colab., 2009; Murariu și colab., 2010, 2012), care atrag atenţia asupra implicaţiilor pe care le-ar avea dispariţia gemoplasmei de porumb locale asupra activităţii de ameliorare prin pierderea unui material deosebit de valoros şi insuficient exploatat.

5.1.1. Colectarea populațiilor locale din Transilvania

Introducerea în cultură a hibrizilor de porumb prin înlocuirea formelor locale, au impus acțiuni organizate de colectare, studiere și păstrare a germoplasmei autohtone. Limitarea ariei lor de răspândire a populațiilor locale a impus un program național de conservare și valorificare a germoplasmei de porumb.

În perioada anilor 1957-1962, la S.E.A. Turda, prin strădania cercetătorilor C. Grecu, V. Tătaru, I. Căbulea, Laura Ciorlăuș, Lucia Roman au fost colectate și studiate peste 1200 de populații locale, cuprinzând zonele premontane ale Transilvaniei, zona Podișului Transilvaniei și zona bazinelor Mureșului și Târnavelor (Tabelul 5.2,) (Căbulea şi colab., 1975).

În anul 1977, s-a reluat acţiunea de colectare a populaţiilor locale în zona Maramureşului, pe văile Marei, Izei și Lăpușului, cu participarea: I. Căbulea, C. Grecu, Pompilia Ardelean, I. Haş. În baza acestor populații, pe baza asemănărilor fenotipice s-au constituit populațiile sintetice Mara și Gutin (H a ş și colab., 1987).

Din vechea colecție, au mai rămas circa 220 populații, restul fiind eliminate datorită asemănării fenotipice sau o parte din ele au fost

înglobate în cele peste 20 de populații sintetice și composite, create la S.C.D.A. Turda în perioada 1960-2010.

După anul 2000, colecția a fost completată cu noi populații (peste 120) din fosta zonă necooperativizată prin preocuparea cercetătorilor I. Haș, V. Haș, A. Copândean, dar și cu sprijinul studenţilor de la USAMV Cluj- Napoca colecţia de populații locale de la S.C.D.A. Turda, depăşind în prezent 300 de genotipuri.

Tabelul 5.2.

Zona de proveniență, a populațiilor locale existente în colecția de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda

Zona - Județul	**Nr. genotipuri**	**Zona - Județul**	**Nr. genotipuri**
Regiunea de Nord-Vest	**176**	**Moldova**	11
Bistriţa-Năsăud	36	Bacău	5
Cluj	76	Botoșani	1
Maramureș	35	Iași	1
Satu-Mare	21	Neamț	1
Sălaj	8	Vaslui	3
Regiunea Centru	**199**	**Regiunea de Sud**	**5**
Alba	56	Dolj	1
Braşov	15	Dâmbovița	1
Harghita	15	Prahova	1
Hunedoara	37	Timiș	2
Mureș	57		
Sibiu	19		

Colecţia de populaţii locale de la S.C.D.A. Turda s-a completat și prin donaţii:

- în anul 1982, dl. ing. Silviu Homorodean a donat 17 populaţii locale menţinute la Staţiunea Geoagiu;

- în anul 1990, au fost primite 46 populaţii de la USAMV Cluj-Napoca (Dr. Ladislau Szabo) şi USAMV a Banatului Timişoara (Dr. Gallia Butnariu);

- în anul 2007, s-au primit de la S.C.D.A. Suceava, prin intermediul domnului dr. ing. Marius Murariu, 165 populaţii locale din zona Bucovinei, în cadrul proiectului CEEX-AGRAL, având ca obiectiv „Evaluarea unor resurse genetice de interes în ameliorarea porumbului destinat cultivării în zonele reci şi umede din România".

Prin urmare, colecția de populații locale existentă la S.C.D.A. Turda cuprinde genotipuri din diferite zone ale țării (Tabelul 5.2.), cu preponderență din zona de centru și nord-vest.

Pentru utilizarea eficientă a germoplasmei locale, aceasta trebuie inventariată și stocată. Caracterizarea resurselor genetice de porumb și înțelegerea structurii diversității pe care acestea le cuprind ar trebui să conducă la o utilizare sporită pentru îmbunătățirea acestei culturi.

5.1.2. Studiul provenienţelor locale de porumb din Transilvania

Odată cu studiul provenienţelor locale de porumb din Transilvania, s-a constatat faptul că pe lângă numeroasele însuşiri valoroase (adaptabilitate bună, potențialul de producție, bobul de tip indurat), provenienţele locale manifestă şi unele deficienţe. Astfel capacitatea de producție se corelează cu o perioadă de vegetație mult mai lungă, inserția știuleților este neuniformă, pedunculul este lung și rezistent la rupere, majoritatea provenienţelor prezintă o înrădăcinare superficială a plantelor determinând o rezistență slabă la frângere și cădere (Grecu, 1962; Roman Lucia şi colab., 1973; Roman Lucia, 1976; Tătaru , 1974; 1978; Căbulea şi colab., 1975). Una din cauzele care ar explica comportarea, în general mai slabă a unor provenienţe sub aspectul unor caractere vegetative, constă în particularităţile modului de colectare a acestora, care nu s-a făcut direct din lan.

Încă din timpul lucrărilor de colectare a populaţiilor locale de porumb a reieşit diversitatea deosebită a provenienţelor din aceeaşi localitate sau zonă şi heterogenitatea fenotipică a provenienţelor cultivate în zonă (tabelele 5.1, 5.25, 5.33, fig. 5.22, 5.23, 5.24). Această caracteristică fundamentală pentru germoplasma din Transilvania trebuie atribuită următoarelor cauze (Căbulea şi colab., 1975):

- poziţia geografică a acestei zone a favorizat intense schimburi comerciale cu zonele învecinate care a contribuit la introducerea necontrolată a numeroase biotipuri;

- cadrul geomorfologic, cu excepţia câtorva depresiuni intracarpatice (Brad, Haţeg, Oaş, Bârgău etc.) nu a favorizat o izolare naturală capabilă, care să determine o diferenţiere şi menţinere de ecotipuri;

- proprietatea fărâmiţată, specific agriculturii Transilvane, a favorizat procesele intense de recombinare genetică;

- selecţia empirică a materialului semincer a fost preferenţială pentru formele heterozigote ca urmare a unei exprimări mai favorabile a potenţialului heterozis de producţie.

5.1.3. Conservarea și menținerea germoplasmei locale (*in situ*)

Problema **conservării biologice** a vastului material autohton colectat la Turda, a reprezentat unul din aspectele practice cele mai dificile de rezolvat, atât pentru volumul considerabil de lucrări necesare cât și pentru cerințele conservării nealterate ale potențialului biologic.

În acest scop s-a căutat restrângerea materialului selectat de la cele 1200 de proveniențe la 423 existente în anul 1969 (Căbulea și colab. 1975). S-au făcut lucrări repetate de **menținere** la interval de timp de 4-5 ani, prin metoda polenizării controlate cu amestec de polen și evitarea posibilităților de îngustare a bazei ereditare. S-a considerat de asemenea oportună, constituirea de populații genetice sintetice care să întrunească mai multe proveniențe asemănătoare morfologic, în

cadrul cărora să se acționeze controlat pentru acumularea Populației de gene favorabilă.

Conservarea, studiul şi menţinerea germoplasmei de porumb sunt absolut necesare în situaţia în care, în hibrizii comerciali numărul liniilor consangvinizate, folosite ca forme parentale, sunt relativ reduse. Ca urmare a acestui fapt, se poate ajunge la o uniformizare a citoplasmei și la pericolul vulnerabilităţii genetice, iar potenţialul genetic existent în populaţiile locale ar constitui surse valoroase pentru ameliorarea variabilităţii genetice.

După D. Murariu și Cristea (2019) conservarea germoplasmei de porumb *in situ* este cel mai de succes program de ameliorare datorită verificării reacției genotipurilor la interacțiunea genotip x mediu, dar autorii atrag atenția asupra pierderii diversității genetice ca urmare a menținerii exemplarelor mai productive *per se* și eliminarea materialului mai slab productiv. Astfel, chiar dacă nivelul cantitativ al diversității genetice este menținut, o parte din diversitatea prezentă în germoplasma respectivă se pierde.

5.1.4. Valorificarea germoplasmei locale – produsul ameliorării

Când s-a trecut la folosirea populaţiilor locale de porumb în lucrările de ameliorare a porumbului, pe criterii moderne, ca efect al heterozisului, s-a constat că resursele genetice locale nu pot fi folosite în forma lor brută aşa cum s-au preluat de la cultivatori. A fost nevoie să se găsească metode eficiente de selecţie pentru a îmbunătăţi populaţiile în gene favorabile, care să permită sporirea capacităţii de producţie a materialului, rezistenţa la frângere şi la cădere, rezistenţa la secetă şi arşiţă, calitatea bună a boabelor, păstrând principalele însuşiri ale germoplasmei locale la porumb: (Căbulea, 1987, V.Haș și colab.,1999, Sarca, 2004).

Reconsiderarea activităţii de evaluare, documentare şi de utilizare a unor resurse genetice la porumb, reprezentate de populaţiile locale

vechi, nestudiate sau insuficient studiate constituie o necesitate în momentul de faţă, la nivel naţional şi internaţional.

Există la nivel naţional câteva studii care evidenţiază valoarea şi utilitatea acestor resurse pentru procesul de ameliorare a porumbului (Haş şi colab., 2012), dar prezintă și situaţia actuală a resurselor genetice de porumb din Transilvania. Murariu şi colaboratorii (2010, 2012) analizează aspecte privind precocitatea unor populaţii locale conservate în Banca de Resurse Genetice Vegetale Suceava şi realizează inventarierea şi evaluarea unor populaţii locale din Bucovina. Importanţa şi utilitatea incontestabilă a acestor resurse este subliniată, de asemenea, de Cristea (2004), Sarca (2004).

Utilizarea populaţiilor locale în crearea liniilor consangvinizate s-a dovedit un proces lung şi dificil, iar hibrizii obţinuţi prin încrucişarea acestora, în general, s-au dovedit necompetitivi (Căbulea, 1987; V.Haș și colab., 1999; Sarca, 2004).

O evaluare complexă a acestor resurse genetice se poate realiza printr-o caracterizare morfologică, fiziologică, biochimică şi moleculară, subordonată unui scop important, şi anume: evidenţierea valorii incontestabile a populaţiilor locale de porumb în privinţa zestrei genetice cu valoare de ameliorare şi utilizarea practică a acestor resurse pentru promovarea unei agriculturi sustenabile. Această oportunitate rezultă ca urmare a constatării că utilizarea, în special a resurselor locale, este, în prezent, mult prea redusă. De aceea, se simte acut nevoia reconsiderării atitudinii faţă de această situaţie, îndeosebi prin studii complexe care să pună în valoare potenţialul genetic util al acestor materiale.

În toate programele de ameliorare, germoplasma joacă un rol deosebit, atât în crearea de hibrizi şi linii, cât şi în ameliorarea populaţiilor. O germoplasmă valoroasă are variabilitate genetică şi performanţe proprii ridicate (*per se*).

La încercările de obţinere a liniilor consangvinizate direct din populaţii locale s-a observat segregarea unor gene nedorite apărute în timpul primelor generații de consangvinizare. Acest impediment ne-a atenţionat asupra necesităţi unui pas de îmbunătățire a valorii genetice a populațiilor locale, înainte ca acestea să fie supuse procesului de consangvinizare și creare a liniilor consangvinizate (I. Haș și colab., 1987).

În colecția S.C.D.A. Turda, se află stocat în prezent un număr semnificativ de proveniențe locale: 10 soiuri, 30 sintetici creați la S.C.D.A. Turda, 42 sintetici rezultați din schimburi de material biologic și 391 populații locale, originare din 20 de județe din România (Tabelul 5.2.).

5.1.4.1. Soiuri

După anul 1930, odată cu înființarea stațiunilor I.C.A.R.au fost inițiate lucrări sistematice de creare de soiuri, concretizându-se prin crearea la Cluj a soiului Galben timpuriu, Iar la Câmpia Turzii a soiului Arieșan (fig. 5.1) (Căbulea și Grecu, 1982).

Primele lucrări de ameliorare orientate spre crearea unor soiuri locale au fost inițiate la sfârșitul secolului al XIX-lea sau începutul secolului al XX-lea, finalizându-se prin crearea soiurilor Lăpușneac (1905) de către Lazar Laslo și Ardelenesc de către Varady (1902).

5.1.4.2. Populații sintetice

Din dorinţa de a concentra mai multe gene valoroase din populaţii locale, la S.C.D.A. Turda, în perioada 1962-1968, au fost constituite populaţii sintetice, iar în perioada 1969-1990 aceste populaţii au fost supuse unor programe de îmbunătăţire (ameliorare) prin selecţie în masă, selecţie recurentă fenotipică sau unele dintre ele au fost incluse în programe de selecţie recurent-reciprocă half-SIB (L. Roman şi colab., 1973; Haș și colab., 1987 I.Haș, 1992)

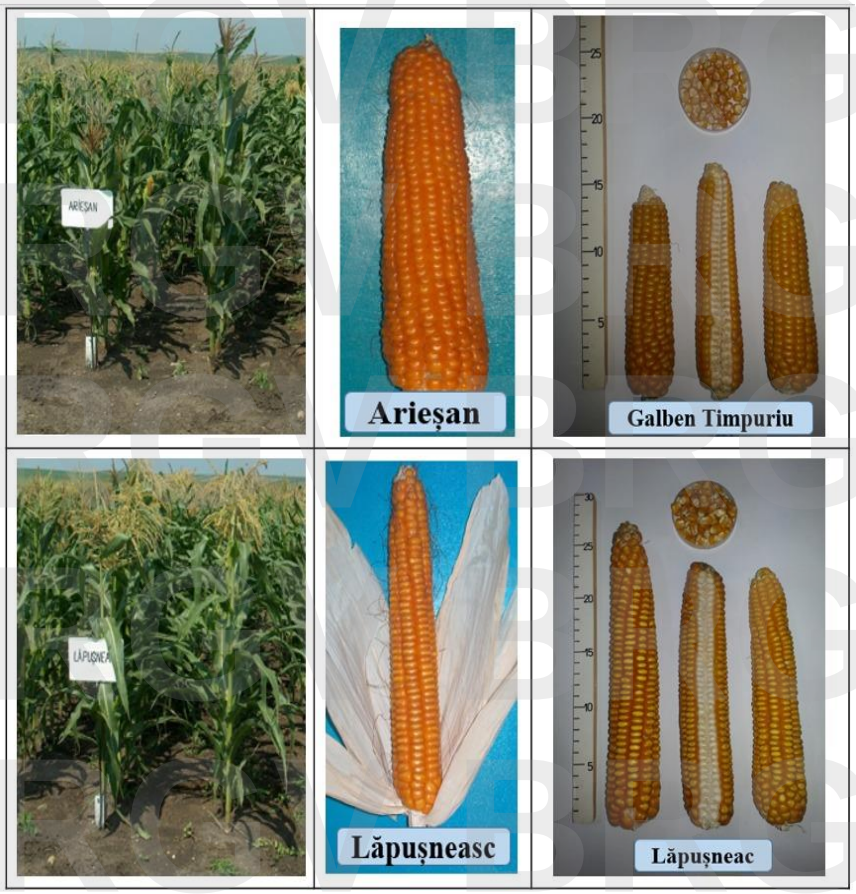


Fig. 5.1. Soiuri de porumb create la Cluj și Câmpia Turzii

În tabelul 5.3 este prezentată o sinteză a celor mai valoroase populaţii sintetice și populaţiile locale componente ale acestor populaţii sintetice precum și metoda de selecție aplicată (L. Roman şi colab., 1973).

Crearea populațiilor sintetice s-a făcut pe baza unor populatii locale înrudite sau cu caracteristici fenotipice asemănătoare, destinată asigurării unei concentrări în aceiași germoplasmă a unei constelații de gene favorabile.

Tabelul 5.3

Clasificarea soiurilor și a populațiilor sintetice, în funcție de proveniența lor

Total genotipuri	Proveniență/ Județ, țară	Nr. genotipuri/ Județ
Soi (proveniențe) = **10**	Cluj- România	9
	Mureș – România	1
Sintetici = **72** ***30 sintetici creați la Turda*** (din care 9 sunt creați din populații locale: Tu Syn 1, Tu Syn 2, Tu Syn 3, Tu Syn 4, Tu Syn 5, Tu Syn 6, Tu Syn 8; Tu Syn Mara-1, Tu Syn Gutin)	Turda Cluj – România	30
42 sintetici proveniți din schimb de material	Nordsaat-Germania	15
	Lombardia -Italia	4
	Chișinău -R. Moldova	2
	Cluj – România	1
	Ilfov – România	1
	Tarnava - Slovacia	2
	Pontevedra-Spania	2
	Necunoscută	8
	Pennsylvania SUA	3
	Minnesota SUA	4

În perioada 1960-2010 au fost constituiți 11 sintetici din populații locale: Tu Syn 1, Tu Syn 2, Tu Syn 3, Tu Syn 4, Tu Syn 5, Tu Syn 6, Tu Syn 7, Tu Syn 8, Tu Syn 9, Tu Syn Mara, Tu Syn Gutin (Căbulea și colab., 1975, Roman, 1975; Tătaru, 1976; I.Haș și colab., 1987; 1994) și 2 populații composite TuSRR Comp.A(comp.B)(1) și TuSRR Comp. B(Comp A)(1) (Tabelul 5.4; fig. 5.2) (V. Haș și colab., 1999; V. Haș și colab., 2017).

Fig. 5.2. Populații sintetice constituite din populații locale, la S.C.D.A. Turda

Tabelul 5.4.

Prezentarea unor populații sintetice, constituite din populații locale, la S.C.D.A. Turda (după Gulea, 2011; Rotar, 2015)

Populaţia sintetică	**Germoplasma locală componentă**	**Metoda de selecţie**
Turda Syn 1	Populaţii locale(12) timpurii, din convarietatea indurata micro-sperma din Transilvania	Opt cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 2	Sintetic indurata macrosperma precoce	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 3 (per se) (1)	Populaţii locale din convarietatea indurata semitimpurii cu ştiulete lung, din Transilvania	Opt cicluri de selecţie recurentă fenotipică şi un ciclu de selecţie după valoarea „per se”

Turda Syn 4	Sintetic IxD timpuriu	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 5	Sintetic din convarietatea dentiformis cu rahis alb	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 6	Sintetic din convarietatea dentiformis rezistent la temperturi scăzute	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 7	Sintetic din convarietatea indurata cu ştiulete lung	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 8	Populaţii locale din convarietatea indurata, cu bob portocaliu şi număr mare de rânduri din Transilvania şi Moldova	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn 9	Sintetic din convarietatea indurata prolific	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda Syn Mara	Populaţii locale(8) de pe valea Marei-Maramureş (HAŞ, 1992)	Patru cicluri de selecţie recurentă fenotipică
Turda SRR 2I(5D)(1)	Populaţii locale din convarietatea indurata timpurii din Transilvania	Şase cicluri de selecţie recurentă fenotipică şi un ciclu de selecţie recurent reciprocă
Turda SRR 5D(2I)(1)	Populaţii locale semidentate din Transilvania(selecţie pentru convarietatea dentiformis)	Şase cicluri de selecţie recurentă fenotipică şi un ciclu de selecţie recurent reciprocă
Turda SRR 5DR(6I)(4)	Linii consangvinizate (12) semitimpurii din convarietatea dentiformis cu rahis roşu (HAŞ, comunicare personală)	Patru cicluri de selecţie recurent reciprocă
Populaţii composite		
Tu Comp A (Comp B) (2)	Linii consangvinizate (BSSS) Ciclu II: B 73, A 632, CM 105, T 291, TC 209	Două cicluri de Selecţie Reciproc Recurentă (SRR), (AxB) (BxA)
Tu Comp B (Comp A) (2)	Linii consangvinizate (Lancaster) Ciclu II: Mo 17, C 103, T 218, TC 208, W 633	Două cicluri de Selecţie Reciproc Recurentă (SRR), (AxB) (BxA)

Metoda de ameliorare folosită în constituirea sinteticilor din populații locale, a fost selecția recurentă sau selecția recurent reciprocă, 4–8 cicluri. După mai multe cicluri de selecție succesive și consangvinizări repetate, acești sintetici ar putea constitui surse valoroase, în crearea unor linii consangvinizate valoroase, fenotipic

corespunzatoare, dar cu valoare genetică ridicată, dar nu având ca scop crearea unor cultivare.

5.1.4.3. Linii consangvinizate

Populațiile locale colectate, utilizate ca material inițial, adaptate zonelor cu regim termic limitat, au fost supuse unui proces de selecție pentru precocitate, pentru rezistență sporită la frângere și cădere radiculară, dar și pentru capacitate de producție mai mare. În cadrul laboratorul de Ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Turda s-au obținut linii consangvinizate din populații locale (Tabelul 5.5.) (Figura 3) și unele populații sintetice, soiuri și composite (Haș și colab., 1999).

Pentru a spori valoarea populaţiilor româneşti ca material iniţial pentru extragerea de linii consangvinizate era necesară ameliorarea lor prealabilă, prin selecţia în masă sau alte metode de selecţie recurentă, care contribuie la cumularea de gene favorabile.

Tabelul 5.5

Linii consangvinizate create din material inițial de Ciclu I (brut) sau din material inițial de Ciclul I ameliorat, la S.C.D.A. Turda

Linii consangvinizate obținute din materialului inițial de Ciclu I		Linii consangvinizate obținute din populații x Linii consangvinizate elită/ sintetici de Ciclu II	
Linia consangvinizată	Obținute din material inițial de Ciclu I	Linia consangvinizată	Obținute din material inițial de Ciclu I
T 20, T 155, T 291	Pop. Ungheni	TC 184, TD 243	Syn. Rez. Temp. Scăz.
T 251	Soi – Arieșan	TD 219, TD 220, TD 230, TD 265, TD 266, TD 277	Syn. IWGO Early 1A
T 21, T 164, T 170	Pop. Batoș	TD 244	Syn Tu 5D (2I) (1)
T 22, T 290	Pop. de Cluj	TD 283, TD 284, TD 285	Tu SRR 6I (5D)
T 23	Pop. de Bălăușari	TD 286, TD 287, TD 288,	Tu SRR DCT (2I) (2)
T 145	ICAR 54 x Românesc de Studina	TB 368, TB 369	Tu SRR 3D (4I) (2)

T 157, T 162	Pop. de Dumbrăvioara	TD 304, TD 337, TD 338, TD 339, TA 426, TA 428	Comp. A (B73, A632.....)
TC 106	Tu Syn. 6 (din populații)	TC 383, TC 384, TC 385, TC 391, TC 394, TC 399, TD 301,	Comp. B (Mo17,C 103, ..)
T 139, T 140, T 146, T 147, T 148, T 250,	Portocaliu de Târgu Frumos	TC 246, TC 247, TB 362, TB 363, TB 368, TB 369, TB 380	Sel. Syn. 3 (Dent) SRR
T 141	Pop. Copșa Mică	T 235	WA303 x Galben Timpuriu
T 172	Pop. de Tiriam	TB 351	Tu Syn.
TA 307	Pop. de Dragalina	TC 336	Josenii Bârgăului x Lo3
TB 330	Pop. de Josenii Bârgăului	TC 248	Tu Syn 1 x T 146
TB 381	Pop. de Iad	T 442	E2304 x Lăpușneac

Populație de Ungheni Linie consangvinizată- formă parnentală Hibrid simplu

Fig. 5.3 Linia consangvinizată T 291 obținută din populația de Ungheni participă ca formă parentală, în hibridul simplu Turda 213

O altă cale de ameliorare a populaţiilor, care s-a desprins din cercetările întreprinse, este infuzia de germoplasmă străină, cu gene valoroase pentru determinarea unor caractere economice importante, în

special capacitatea de producţie şi de combinare, rezistenţa la cădere şi frângere a tulpinilor la maturitate şi o uscare mai rapidă a boabelor (Ilicievici, 1972, 1994; Cristea, 1972; Căbulea şi colab., 1975; Roman, 1976; Ciocăzanu, 1998, Sarca, 2004).

Utilizarea populaţiilor locale în crearea liniilor consangvinizate s-a dovedit un proces lung şi dificil, iar hibrizii obţinuţi prin încrucişarea acestora, în general, s-au dovedit necompetitivi (fig. 5.3) (Căbulea, 1987; V. Haș și colab., 1999; Sarca, 2004, Rotar, 2015). Pentru a mări eficiența utilizării populațiilor sintetice și a populațiilor locale în procesul de ameliorare, de creare a liniilor consangvinizate, este necesar a se realiza studiul variabilității acestui material, deoarece numai în germoplasma cu variabilitate suficientă, ciclurile de selecție succesive pot avea efecte benefice în procesul de ameliorare.

5.2. Valoarea fenotipică a germoplasmei locale de porumb, din zona Traslvaniei

Primele cercetări privind valoarea fenotipică a unor populații locale colectate au fost publicate de Grecu (1962) în urma studiilor efectuate asupra unui număr de 479 proveniențe. Este important de precizat faptul că majoritatea proveniențelor remarcate au fost populații genetice hibride ale varietăților dentiformis și indurata. S-au remarcat populații cu o bună adaptare la condițiile de mediu, dar insuficient exprimate la hibrizii importanți, cum sunt rezistența la temperaturile scăzute din primăvară și o perioadă de vegetație mai scurtă. Prin combinarea germoplasmei locale cu surse valorose din alte zone ale lumii, s-a reușit crearea de genotipuri foarte timpurii, tolerante la frig și rezistente la cădere și frângere.

După anul 1900, în Transilvania s-a extins porumbul indurat din America de Nord.

Din aceste forme de porumb, cultivate în condițiile ecologice locale și prin hibridarea naturală a acestora, s-au obținut forme locale

care s-au adaptat condițiilor climatice din fiecare areal de cultură, transformându-se în populații locale.

Variabilitatea privind tipul bobului (I+D+Dxi+Ixd) rezultă dintr-o impurificare a populațiilor cu polen de la hibrizii de porumb cultivați în zonele de proveniență ale acestora (tabelele 5.1., 5.22., 5.24., 5.25., 5.26.; fig. 5.22, 5.23., 5.24.).

Materialul local colectat din județul Maramureș, a stat la baza constituirii sinteticilor indurați MARA (bob galben) – din 14 populații și GUTIN (bob ciocolatiu) – din 13 populații, alese din provenienţe asemănătoare morfologic și pe baza capacității generale de combinare.

Pentru cele trei categorii de germoplasmă stocată la S.C.D.A Turda: soiuri, populații sintetice și populații locale, s-a făcut prelucrarea statistică a șirului de variație (tabelele 5.6. - 5.13.; 5.15. – 5.23.) și distribuția pe clase (fig 5.5. - 5.13.; 5.15. – 5.22.); datele parțiale fiind publicate de Rotar și colab., în anii 2014 și 2015. S-au luat în studiu pentru caracterizare un număr de 6 soiuri, 69 populații sintetice (composite) și 308 populații locale.

5.2.1.Studiu potențialului fenotipic al caracterelor vegetative ale plantei, la colecția de germoplasmă locală, de la S.C.D.A. TURDA

Fenotipul plantei de porumb este rezultatul interacţiunii dintre genotip şi mediu. Factorii pedoclimatici, biotici şi tehnologici influenţează direct expresia fenotipică a genotipului și se poate afirma faptul că există atâtea tipuri de plante, câte condiții de cultură a porumbului sunt în diferite zone. Caracterele vegetative ale plantelor de porumb nu au constituit un obiectiv de interes, cultivatorii fiind interesati în mod deosebit de caracterele de producție ale știuleților. Pentru a satisface exigenţele unor producţii ridicate, stabile şi de bună calitate, genotipurile de porumb trebuie să posede un număr impresionant de însuşiri deosebit de complexe. Fiecare ameliorator (Căbulea, 1987; Sarca, 2004) realizând necesitatea creării unui tip

optim de plantă (ideotip) cu ajutorul componentelor producţiei, a caracterelor morfologice şi a însuşirilor fiziologice, trăsături determinate fiecare, de un număr mai mic de gene, mai uşor de evaluat şi ameliorat, decât producţia.

Consangvinizarea, mai ales în primele generații (C_1 și C_2), a determinat efecte pronunțat depresive și a scos în evidență prezența a numeroase caractere negative, cu determinism genetic simplu, de cele mai multe ori monogenic sau oligogenic.

Între genele valoroase observate, cu frecvență ridicată au fost cele care determină deficiențe clorofiliene (seria „*w" white* - albinotice) sau cele care au ca exprimare fenotipică frunzele variegate (*japonica* „*j*") sau zebrate („*Zb*") (fig. 5.4); aceaste deficiențe clorofiliene au segregat sistematic în raportul de 1:3.

Cu o frecvență mai redusă s-au remarcat genele care controlează stratul ceros al frunzelor (glossy „*gl*"), genele care determină talia plantelor de tipul *„*dwarf", „*brevis"* sau „*brachitic"*, gena „*bm"* care determină colorația brună a nervurii principale a frunzei; de asemenea au segregat plante cu gene din seria „cr" care determină înfășurarea paniculului în frunze, gena *„barren stalk*" care determină lipsa știuletelui, gena „*ramosa ear*" care determină ramificarea vârfului știuletelui, gena „*tassel seed*" (*ts)* care determină apariția paniculelor hermafrodite etc. (Căbulea și colab., 1975, Căbulea, 2004).

Fig. 5.4. Segregări de plante cu deficiențe clorofiliene

5.2.1.1. Studiul înălțimii plantelor la soiuri, populații locale și populații sintetice/composite

Analiza șirului de variație pentru cele trei categorii de germoplasmă este prezentată în tabelul 5.6.

Amplitudinea înălțimii plantelor la soiuri a fost cuprinsă între 182,6-245,5cm, la populațiile sintetice între 159,3-300,4cm, iar la populațiile locale amplitudinea a fost între 137,1-293,4cm.

Tabelul 5.6.

Studiul variabilității înălțimii plantei (cm), la germoplasmă locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (cm)	221.1	220.8	215.8
Valoarea minimă (cm)	182.6	159.3	137.1
Valoarea maximă (cm)	245.5	300.4	293.4
Amplitudinea (cm)	62.9	141.1	156.3
Abaterea standard	23.0	23.7	25.8
Eroarea	9.4	2.9	1.5
Nivelul de confidență (95%)	24.1	5.7	2.9
Coeficientul de variabilitate (cv%)	10.4	10.8	12.0

Pentru toate cele trei tipuri de germoplasmă, valoarea coeficientului de variabilitate este destul de redusă, între 10,4% la soiuri și 12,0% la populațiile locale.

Din încadrarea în clase de distribuție, pentru populațiile sintetice și populațiile locale, reiese că peste 50% din genotipuri s-au încadrat în grupul cu plante foarte înalte după cum se observă și în Figura 5.5.

Cele mai multe populații sintetice (36) au fost cuprinse în intervalul 221-250 cm, populațiile locale cele mai multe au fost incluse în intervalul 191 – 220 (160), iar 92 fiind incluse în intervalul 221 – 250 cm.

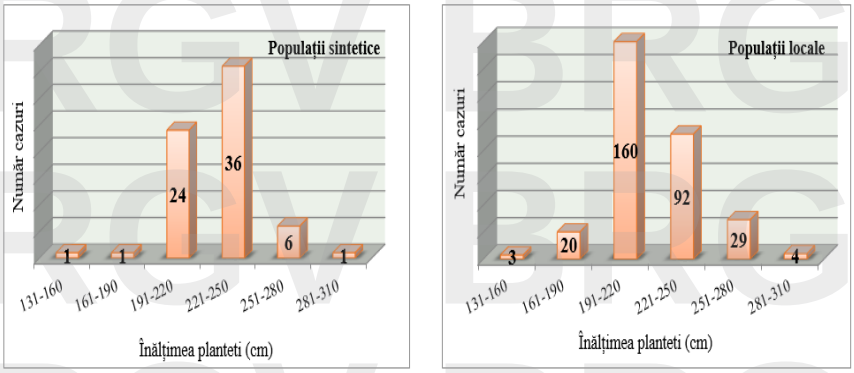


Fig. 5.5. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de înălțimea plantei

5.2.1.2. Studiul înălțimii de inserție a știuletelui principal la soiuri, populații locale și populații sintetice /composite

Înălțimea mare de inserție la populațiile locale din zona de câmpie a fost unul dintre caracterele nefavorabile, care au dus în multe cazuri la pierderi de producție prin frângerea tulpinilor sub știulete.

La cele șase soiuri cultivate, media înălțimii de inserție a știuletelui principal a fost 76,0 cm (Tabelul 5.7.).

La populațiile sintetice (composite) valoarea medie a înălțimii de inserție a știuletelui principal a fost de 81,2 cm, iar la populațiile locale media înălțimii de inserție a fost 70,5 cm. La populațiile sintetice (composite) valoarea medie a înălțimii de inserție a știuletelui principal a fost de 81,2 cm, iar la populațiile locale media înălțimii de inserție a fost 70,5 cm.

Tabelul 5.7.

Studiul variabilității înălțimii de inserție a știuletelui principal, la germoplasmă locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (cm)	76.0	81.2	70.5
Valoarea minimă (cm)	55.1	38.4	31.3
Valoarea maximă (cm)	89.3	138.4	132.7
Amplitudinea (cm)	34.2	100.0	101.4
Abaterea standard	13.5	16.4	15.7
Eroarea	5.5	2.0	0.9
Nivelul de confidență (95%)	14.2	3.9	1.8
Coeficientul de variabilitate (cv%)	17.8	20.1	22.3

La populațiile sintetice (composite) amplitudinea de variație pentru înălțimea de inseție a știuletelui, a fost cuprinsă între 38,4 și 138,4 cm.

În cadrul populațiilor locale, s-a înregistrat o amplitudine destul de ridicată: 101,4 cm (31,3 cm - 132,7 cm). Eroarea experimentală a fost destul de redusă la cele trei tipuri de germoplasmă

Coeficientul de variabilitate, în cazul populațiilor sintetice și al populațiilor locale a avut valori mijlocii către ridicate (17,8%– 22,3%), variabilitatea înălțimii de inserție a știuletelui fiind mai mare decât în cazul înălțimii plantelor.

În ce privește distribuția valorilor în clase (fig. 5.6.), la populațiile sintetice, 75% din genotipuri s-au încadrat în clasele 71-100 cm (52), respectiv cele cu inserția foarte înaltă a știuletelui principal.

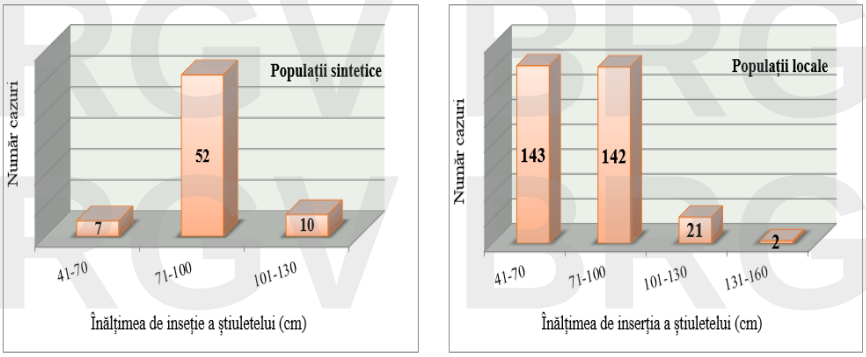


Fig. 5.6. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de înălțimea de inserție a știuletelui principal

În cazul populațiilor locale, 143 de provenienţe au fost încadrate în limitele 41 – 70 cm, 142 în intervalul 71 – 100 cm și numai 21 populații locale s-au caracterizat prin înălțimea de inserție a știuletelui în clase 101 – 130 cm. Trebuie remarcat numărul relativ egal de populații incluse în cele două clase cu înălțime mijlocie 46% (143 genotipuri) și 46% cu înălțime mare (142 provenienţe).

5.2.1.3. Studiul numărului total de frunze pe plantă, la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale

Se cunoaște faptul că numărul de frunze și suprafața foliară a plantei de porumb sunt corelate cu perioada de vegetație a plantei și implicit cu productivitatea acesteia (Căbulea și colab., 1981; Haș Voichița și colab., 1989; Haș I., 2001).

Media numărului de frunze la soiuri a fost de 13,0, la populațiile sintetice (composite) de 12,6, iar la populațiile locale de 11,7. În cazul soiurilor, amplitudinea pentru numărul de frunze este destul de redusă, fapt normal având în vedere numărul de cazuri studiate (Tabelul 5.8).

Tabelul 5.8.

Studiul variabilității numărului de frunze pe plantă, la germoplasmă locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media	13.0	12.6	11.6
Valoarea minimă	10.8	9.8	6.5
Valoarea maximă	15.7	18.7	18.3
Amplitudinea	4.9	8.9	11.8
Abaterea standard	1.8	1.5	1.4
Eroarea	0.7	0.2	0.1
Nivelul de confidență (95%)	1.9	0.4	0.2
Coeficientul de variabilitate (cv%)	13.9	11.6	11.9

La populațiile sintetice, numărul de frunze a fost cuprins între 9,8 și 18,7, iar la populațiile locale amplitudinea a fost cuprinsă între 6,5 și 18,3. Abaterea standard este cuprinsă pentru populațiile sintetice și populațiile locale între 1,2 și 1,4.

Coeficienții de variabilitate sunt mici spre mijlocii pentru populațiile sintetice și populațiile locale.

Distribuția pe clase a numărului de frunze este prezentată în Figura 5.7, atât pentru populațiile sintetice (composite), cât și pentru populațiile locale.

Populațiile sintetice cele mai multe 56% (38 genotipuri) s-au remarcat la clasele 13,1-15,0, urmate de 18 populații sintetice în clasele 11,1-13,0. În cazul populațiilor locale, 70 dintre ele s-au grupat în clasele 9,1-11,0, iar la 184 proveniențe prin numărul total de frunze s-au încadrat în clasele 11,1-13,0.

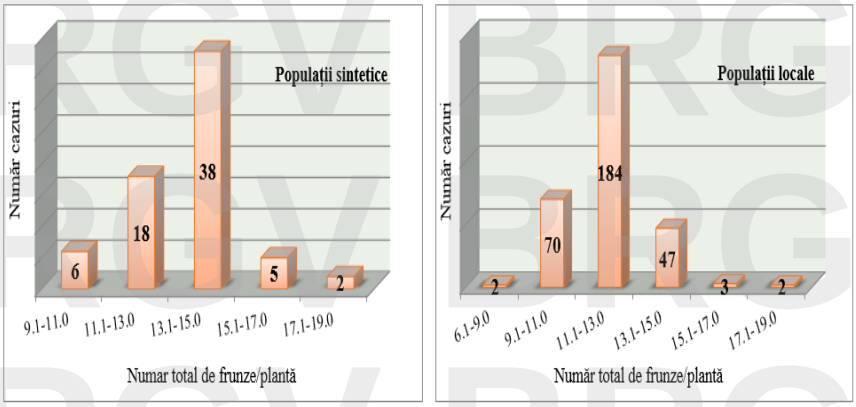


Fig. 5.7. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție <u>numărul total de frunze/plantă</u>

Având în vedere corelația pozitivă dintre numărul mare de frunze și tardivitate, din gruparea genotipurilor pe clase reiese concluzia că populațiile sintetice se caracterizează prin perioada mai lungă de vegetație, comparativ cu populațiile locale, care par mai adaptate climatului cu regim termic limitat, specific Transilvaniei.

5.2.1.4. Studiul <u>numărului de frunze deasupra știuletelui principal</u> la soiuri, populații sintetice și populații locale

Numărul de frunze deasupra știuletelui principal este un caracter important, întrucât acestea contribuie în cea mai mare măsură la translocarea în știulete a asimilatelor, alături de frunzele modificate care acoperă știuletele (pănușile și frunzele bracteale).

La soiuri, numărul mediu de frunze deasupra știuletelui (Tabelul 5.9). a fost de 5,3, la populațiile sintetice (composite) de 5,2, iar la populațiile locale de 5,0. La populațiile sintetice, amplitudinea pentru numărul de frunze deasupra știuletelui a fost de 4,1, iar la populațiile locale amplitudinea a fost de 4,6.

Tabelul 5.9.

Studiul variabilității numărului de frunze deasupra știuletelui principal la germoplasm locală, de la S.C.D.A. Turda

Parametrul \ Tipul de germoplasmă	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media	5.3	5.2	5.0
Valoarea minimă	4.8	4.1	3.5
Valoarea maximă	6.0	8.2	8.1
Amplitudinea	1.2	4.1	4.6
Abaterea standard	0.5	0.6	0.5
Eroarea	0.2	0.1	0.03
Nivelul de confidență (95%)	0.5	0.1	0.1
Coeficientul de variabilitate (cv%)	8.5	11.5	10.5

Coeficientul de variabilitate cel mai ridicat s-a înregistrat la populațiile sintetice (11.5%).

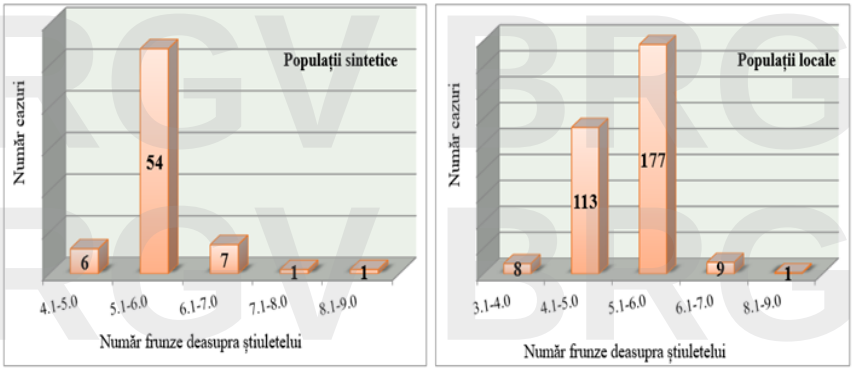


Figura 5.8. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale, în funcție numărul de frunze deasupra știuletelui principal

La distribuția pe clase, prezentată în Figura 5.8., se observă diferențe mari între cele două tipuri de germoplasmă, dacă la populațiilor sintetice 78% (54) din genotipuri au numărul de frunze deasupra știuletelui încadrat în clasa 5,1-6,0, în cazul populațiilor

locale, din aceeași clasă fac parte doar 57%, respectiv 177 de populații locale, iar 37% (113) s-au clasat în intervalul 4,1-5,0.

Pentru caracterul numărul de frunze deasupra știuletelui principal, prezintă interes doar cultivarele care au peste 6,0 frunze deasupra știuletelui principal.

Aceste populații ar putea fi posesoare a genei „Lf", ce transmite un număr ridicat de frunze de deasupra știuletelui și implicit o mai mare disponibilitate de transfer către știulete a unei cantități mai ridicate de asimilate.

5.2.1.5. Studiul numărului de ramificații la panicul la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale

Numărul de ramificații la panicul este un caracter corelat negativ cu capacitatea de producție și toleranța la secetă. După Duvick (2005) prin reducerea numărului de ramificații la panicul s-ar elibera la nivelul plantei mai multe substanțe nutritive, în favoarea realizării producției. Rezultatele obținute în experimentarea hibrizilor androsterili confirmă teoria potrivit căreia paniculul este o parte a plantei mare consumatoare de substanțe nutritive, cu deosebire în perioada înfloritului (V. Haș și colab., 2003).

La soiurile studiate (Tabelul 5.10.) media numărului de ramificații ale paniculului a fost de 21,12; la populațiile sintetice (composite) a fost de 17,7 și la populațiile locale valoarea medie a acestui descriptor a fost de 18,8. La populațiile sintetice (composite) valoarea maximă pentru numărul de ramificații a fost de 37,0, iar amplitudinea de 29,4. La populațiile locale diferența dintre valoarea minimă și maximă pentru acest caracter a fost de 25,4 (4,3 – 29,7).

Tabelul 5.10.

Studiul variabilității la <u>numărul de ramificații la panicul,</u> la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmăl / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media	21.1	17.7	18.8
Valoarea minimă	15.3	7.6	4.3
Valoarea maximă	24.1	37.0	29.7
Amplitudinea	8.8	29.4	25.4
Abaterea standard	3.4	5.0	4.5
Eroarea	1.4	0.6	0.3
Nivelul de confidență (95%)	3.5	1.2	0.5
Coeficientul de variabilitate (cv%)	16.0	28.4	23.8

Coeficientul de variabilitate a fost destul de ridicat, la populațiile sintetice fiind de 28,4, iar la populațiile locale de 23,8.

În Figura 5.9 sunt prezentate distribuțiile pe intervale de clasă ale populațiilor sintetice (composite) și ale populațiilor locale. Atât la populațiile sintetice, cât și la populațiile locale există destul de multă variabilitate pentru acest caracter; de asemenea sunt populații sintetice și populații locale cu număr redus de ramificații la panicul, cerință importantă pentru hibrizii de porumb nou creați. Se poate concluziona că atât în cadrul populațiilor locale, cât şi a celor sintetice se regăsesc genotipuri care dezvoltă un panicul redus (fig. 5.10), caracteristică esențială în cazul hibrizilor productivi.

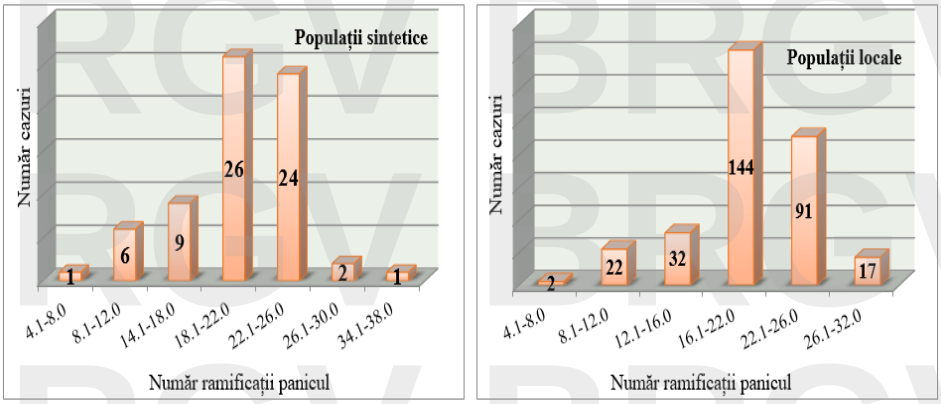


Fig. 5.9. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale, în funcție de <u>numărul de ramificații la panicul</u>

Fig. 5.10. Tipuri de panicule la porumb

Analizând variabilitatea acestui caracter, s-au remarcat unele proveniențe locale cu număr mai redus de ramificații la panicul, comparativ cu media (18.8), caracter urmărit în crearea de linii consangvinizate: Adămuș (4.3), Arieș (9.9), Band (8.7), Corbu (6.3),

Mihăiești (8.2), Nepos (9.7), Târna Mare (8.3), Tulgheș B179-84 (8.0), Miercurea Sibiului (10.1), Mara 1 (10.2), Reghin (10.8), Râșnov (10.4).

5.2.2. Studiul variabilităţii perioadei de vegetaţie exprimată prin suma gradelor termic active (≥ 10 ˚C) la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

Perioada de vegetaţie este unul dintre elementele definitorii ale germoplasmei de porumb. Populaţiile locale din România „au copiat" din punct de vedere al perioadei de vegetație zonele în care s-au format. Arealele în care s-au dezvoltat populațiile locale și-au pus amprenta asupra populațiilor locale mai ales în ce privește lungimea perioadei de vegetație; în fiecare locație cultivatorii de porumb au dorit să obțină producții maxime, dar producțiile maxime pot fi obținute doar de la forme de porumb „full season" pentru zona respectivă (Haș, 2001).

Între obiectivele impuse de condițiile naturale specifice zonei Transilvaniei, de mare importanță pentru cultura porumbului este precizarea adecvată a lungimii perioadei de vegetație, în concordanță cu resursele termice și intervalul fără îngheț. Dacă se analizează resursele termice (Σ˚C temperaturi utile ≥10˚C) din intervalul mai-septembrie și intervalul zilelor fără îngheț, specifice pe o perioadă mai lungă de timp, în zona de centru și nord vest a țării, rezultă caracterul deosebit de oscilant al climatului anual, acesta caracterizându-se prin limite termice de la 800 ˚C la peste 1200 ˚C unități termice utile și intervale fără îngheț între cca 150 și cca 200 zile. Luând în considerare acest climat cu regim termic limitat pentru cultura porumbului, și riscurile ecologice de adaptare în relație cu frecvența favorabilității condițiilor climatice anuale, apare evidentă necesitatea experimentării diferitelor genotipuri la aceste condiții restrictive și reacția acestora în relație cu mediul (Căbulea și Grecu, 1982).

Cu toate acestea, există variabilitate între populații întrucât diferitele locații din care s-au colectat aceste populații au „posibilități"

diferite de însumare a gradelor termice pentru perioada de vegetație a porumbului.

În calcularea gradelor termice, de la semănat la înflorit, apariția stigmatelor și maturitatea fiziologică, s-a ținut seama de temperatura minimă de 10˚C, pe care amelioratorii europeni o consideră limita la care porumbul asimilează (Derieux și Bonhomme, 1982); de asemenea nu s-au luat în calcul temperaturile peste 30˚C la care se consideră că asimilarea încetează.

5.2.2.1. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat - înflorit" la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

Variabilitatea germoplasmei studiate în privința perioadei „semănat – înflorit" este prezentată în Tabelul 5.11. Media pentru soiuri a fost de 585,7˚C; la populațiile sintetice media a fost de 566,8˚C; iar populațiile locale au avut nevoie de 538,9˚C pentru parcurgerea fenofazei.

La populațiile sintetice amplitudinea a fost de 223,1˚C (487,0 – 710.1˚C); la populațiile locale amplitudinea a fost mult mai mare de 245,1 ˚C; confirmându-se afirmația mai multor amelioratori cu privire la faptul că în anii mai puțini favorabili anumite fenofaze se parcurg în perioade mai lungi (Halluer și Miranda, 1981; Troyer, 1999; Cristea, 2004).

Coeficienții de variabilitate au valori mici la toate cele trei grupe de germoplasme analizate. Există diferențe destul de mari între populațiile sintetice și populațiile locale, în privința valorilor minime (487.0˚C respectiv 422.6˚C) precum și a valorilor maxime (710.1˚C respectiv 667.7˚C).

Tabelul 5.11

Studiul variabilității privind perioada de vegetație* de la semănat-înflorit la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Parametrul \ Tipul de germoplasmă	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (∑˚C temp. utile)	585.7	566.8	532.2
Valoarea minimă (∑˚C temp. utile)	521.5	487.0	422.6
Valoarea maximă (∑˚C temp. utile)	636.5	710.1	667.7
Amplitudinea (∑˚C temp. utile)	115.0	223.1	245.1
Abaterea standard	50.9	48.6	39.5
Eroarea	20.8	6.1	2.2
Nivelul de confidență (95%)	53.4	12.1	4.4
Coeficientul de variabilitate (cv%)	8.7	8.6	7.4

* Perioada de vegetație este exprimată în Σ ˚C temperaturi utile ≥10˚C

În Figura 5.11. este prezentată grafic distribuția populațiilor sintetice și a celor locale. Ponderea cea mai mare, respectiv 35% (24/69) din populațiile sintetice privind distribuția pe clase și 50% dintre populațiile locale (154/308) s-au încadrat în clasa 521-560˚C, iar 22% (69) dintre populațiile locale au avut nevoie de mai puține grade termice până la înflorit, încadrându-se în clasa 481-520˚C.

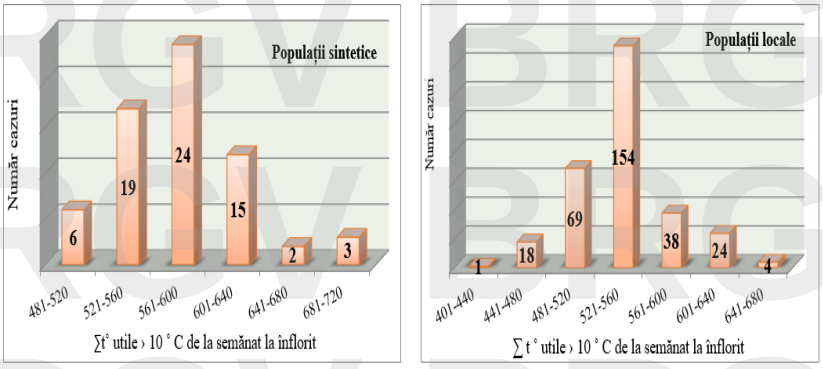


Fig. 5.11 Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție ∑˚C temp. utile ›10˚C de la semănat la înflorit

Din analiza distribuțiilor celor două tipuri de germoplasme se poate observa ponderea mai mare (29%) a populațiilor sintetice în grupele cu perioada de vegetație mai lungă de la semanat la înflorit, respectiv având nevoie de peste 600˚C, cu deosebire populaţiile sintetice create pe bază de linii consangvinizate, comparativ cu populaţiile sintetice create pe bază de populaţii locale. Genotipurile din populațiile locale (21%), par mai adaptate regimului termic din zonă.

5.2.2.2. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat – apariţia stigmatelor" la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

Între suma gradelor termic active necesare parcurgerii fenofazei „semănat – înflorit" şi a fenofazei „semănat – apriţia stigmatelor" diferenţele sunt mici; sinteza datelor pentru fenofaza „semănat – apariţia stigmatelor" este prezentată în Tabelul 5.12.

La populaţiile sintetice, suma medie a gradelor termic active a fost de 569,9˚C, la cele locale, a fost de 537,4˚C.

Tabelul 5.12.

Studiul variabilității privind perioada de vegetație*
de la semănat-apariția stigmatelor, la germoplasma locală,
de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (∑˚C temp. utile)	585.7	569.9	529.9
Valoarea minimă (∑˚C temp. utile)	521.5	487.0	422.6
Valoarea maximă (∑˚C temp. utile)	636.5	710.1	710.1
Amplitudinea (∑˚C temp. utile)	115.0	223.1	287.5
Abaterea standard	50.9	50.7	43.2
Eroarea	20.8	6.3	2.5
Nivelul de confidență (95%)	53.4	12.7	4.8
Coeficientul de variabilitate (cv%)	8.7	8.9	8.1

* Perioada de vegetație este exprimată în Σ ˚C temperaturi utile ≥10˚C

Amplitudinea sumei gradelor termice la populaţiile sintetice pentru fenofaza „semănat – apariţia sigmatelor” a fost de 223,1˚C (487,0 – 710,1˚C); la populaţiile locale amplitudinea a fost de 287,5 (422,0 – 710,1˚C).

Coeficienţii de variabilitate au prezentat valori reduse: 8,9% pentru populaţiile sintetice și 8,1% la populațiile locale.

Distribuţia populaţiilor sintetice şi a populaţiilor locale pe clase, este prezentată în Figura 5.12.

Din distribuția pe clase, a celor două grupe de germoplasme, se poate observa gruparea majorității genotipurilor din populațiile sintetice (59%) în clasele cu un necesar de grade termice de la semănat la apariția stigmatelor, de peste 560˚C, comparativ cu populațiile locale care se grupează, în majoritatea cazurilor (85%), în clase cu un necesar de grade termice mai redus, pentru aceiași perioadă de vegetație, de până la 560˚C.

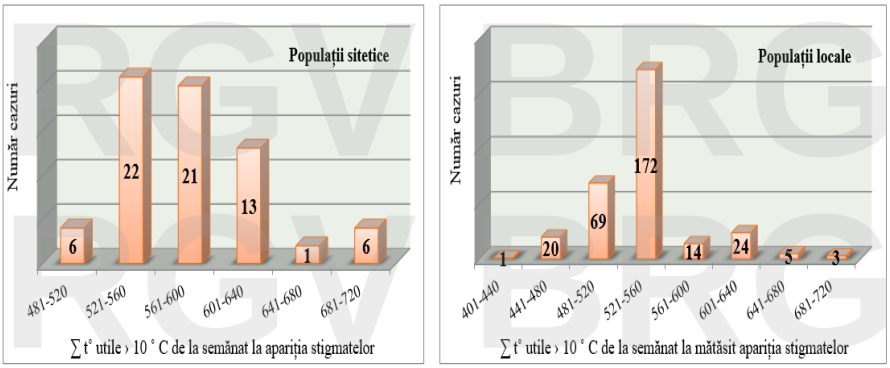


Fig. 5.12. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție ∑˚C temp. utile ›10˚C de la semănat la apariția stigmatelor

5.2.2.3. Variabilitatea genotipurilor studiate pentru fenofaza „semănat – maturitate fiziologică” la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

În anii normali din punct de vedere termic, în condiţiile de la Turda, sunt necesare în jur de 1175˚C - 1275˚C grade termic active

pentru ajungerea la maturitatea fiziologică. Temperaturile ridicate din ultimii ani au făcut ca şi la genotipurile mai tardive să poată fi notată maturitatea fiziologică.

La soiuri, media sumei gradelor termic active necesare ajungerii de la semănat la maturitatea fiziologică a fost de 1032,9˚C.

La populaţiile sintetice, media sumei gradelor termice necesară parcurgerii aceleiași perioade, a fost de 1034,0˚C; la populaţiile locale media sumei gradelor termic active a fost de 988,3˚C (Tabelul 5.13). La populaţiile sintetice amplitudinea sumei gradelor termice „semănat – maturitate fiziologică" a fost de 269,7˚C (935,7 - 1205,4˚C); la populaţiile locale amplitudinea de 405,2˚C (788,4 – 1193,6˚C).

Tabelul 5.13.

Studiul variabilității privind perioada de vegetație* <u>semănat -maturitate fiziologică,</u> la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (∑˚C temp. utile)	1032.9	1034.0	988.3
Valoarea minimă (∑˚C temp. utile)	979.8	935.7	788.4
Valoarea maximă (∑˚C temp. utile)	1124.8	1205.4	1193.6
Amplitudinea (∑˚C temp. utile)	144.6	269.7	405.2
Abaterea standard	51.6	62.3	48.3
Eroarea	21.1	7.8	2.8
Nivelul de confidență (95%)	54.2	15.6	5.4
Coeficientul de variabilitate (cv%)	5.0	6.0	4.9

***** Perioada de vegetație este exprimată în Σ ˚C temperaturi utile ≥10˚C

Coeficientul de variabilitate a fost de 6,0 pentru populaţiile sintetice, iar pentru populaţiile locale 4,9. Având în vedere numărul relativ mare de cazuri, pentru populaţiile sintetice eroarea a fost de 7,8, iar pentru populaţiile locale 2,8.

Distribuţia pe clase la populaţiile sintetice şi populaţiile locale a perioadei de vegetație a porumbului, de la „semănat – maturitate fiziologică" este prezentată în Figura 5.13.

Referitor la populațiile sintetice, cele mai multe dintre acestea (18) s-au încadrat în clasa 1041-1080˚C, de la semănat la maturitatea fiziologică, comparativ cu populațiile locale unde majoritatea (143 de populații) au avut nevoie de 1001-1040˚C de la semănat la maturitatea fiziologică.

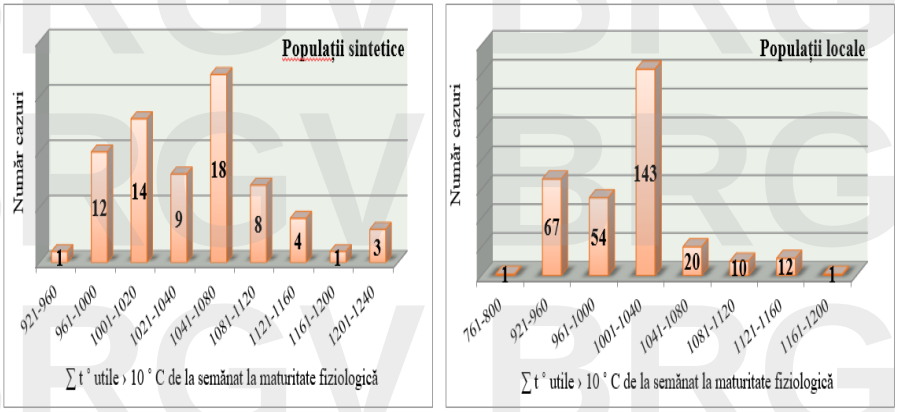


Fig. 5.13. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție ∑t˚utile ›10˚C de la semănat la maturitatea fiziologică

În grupul genotipurilor luate în studiu, au fost remarcate o serie de populații pentru însușirile specifice de bună adaptare la condițiile de mediu. remarcate pentru perioada de vegetație mai scurtă atât de la semănat la apariția stigmatelor (până la ∑˚Ct.u = 487) cât și de la semănat la maturitatea fiziologică (până la ∑˚Ct.u = 912).

De remarcat că majoritatea populațiilor timpurii aparțin varietății indurata și provin din zonele mai puțin favorabile culturii porumbului, ca de pildă, Țara Oașului, Țara Hațegului, Țara Bârsei.

Fig. 5. 14. Uscarea știuleților pentru sămânță în zone adăpostite, în Maramureș

Genotipurile cu perioadele cele mai lungi de vegetație erau mai productive, iar în situația neajungerii la maturitate, se apela la uscarea știuleților pentru sămânță, în zone adăpostite (streșina casei, coridoare, șoproane, coșere etc.) și în acest fel se perpetuau formele tardive, dar productive. După recoltarea porumbului din micile gospodării, știuleții întregi sunt păstrați într-un patul sau o cotarcă, deseori acoperită cu folie de plastic.

Tabel 5.14.

Populații locale remarcate prin precocitate

Denumirea Populației	Jud.	Tipul bobului	Suma gradelor temic utile de la semănat la:	
			Apariția stigmatelor	Maturitatea fiziologică
Băcia Totia	HD	Ixd	487	912
Băița Câinele de Sus	HD	IxD, DxI	487	912
Băița Lunca	AB	I	487	912
Bucee Miheleu	CJ	I, Ixd	476	912
Berindu CH3-24	CJ	I	487	912
Bologa	CJ	I	441	912
Ponor	AB	I	477	912
Roșia Montană	AB	I	464	912
Suciu de Jos	MM	I	464	912
Tulgheș B179-84	HG	I	423	912

5.2.3. Studiul potențialului fenotipic al caracteristicilor știuletelui, la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale, din colecția de germoplasmă, de la S.C.D.A. Turda

Capacitatea de producţie este însuşirea cea mai complexă. Pentru realizarea ei acţionează aproape întregul sistem genetic al plantei, prin diversele sale mecanisme, asupra unui număr mare de procese fizice, chimice, biologice, fiziologice şi biochimice interdependente. Totul se desfăşoară într-o permanentă interacţiune deosebit de complexă cu un mediu divers, pe toată durata perioadei de vegetaţie (Sarca, 2004).

Pentru ameliorarea capacității de producție *per se* se face selecția următoarelor caracteristici ale știuletelui: greutatea știuletelui și a boabelor de pe știulete, lungimea, grosimea știuletelui și a rahisului, numărul de rânduri de boabe, numărul de boabe / rând, mărimea boabelor (MMB) și profunzimea lor.

În primele studii privind potențialului de producție al populațiilor locale din colecția de germoplasmă de la Turda (Grecu, 1962), s-a constatat că numai aproximativ 10% din variante au realizat producții superioare soiului Ariești, cel mai adaptat condițiilor locale.

O caracteristică deosebit de importantă a populațiilor locale colectate din Transilvania, o constituie heterogenitatea pronunțată în privința caracteristicilor fenotipice ale știuleților și boabelor, reflectată în mare măsură de proporțiile tipurilor varietale la care aparțin și anume: 28% varietatea indurata, 3% varietatea dentiformis și 69% hibrizi intervarietali între cele două varietăți.

Efectul fenomenului de heterogenitate a fost constatat și susținut cu date în Tabelele 5.1., 5.25. și 5.33., privind reacția populațiilor locale în interacțiune cu diferite tipuri de androsterilitate citoplasmatică precum și prin analizele cu marker moleculari SSR.

Odată cu impurificarea populațiilor locale, majoritare cu bobul de tip indurat, cu germoplasmă hibridă de tip dent, frecvența variantelor cu potențialul productiv de boabe pe știulete (per se) superior mediei, a crescut, dar s-a redus capacitatea generală de combinare, ca urmare a amestecului de germoplasme.

Consangvinizarea populațiilor locale, mai ales în primele generații (C_1 și C_2), a deteminat efecte pronunțat depresive și a scos în evidență prezența a numeroase caractere negative, cu determinism genetic simplu, de cele mai multe ori monogenic sau oligogenic. La boabele știuleților din populațiile locale s-au observat foarte multe "deficiențe"; au fost puse în evidență genele evidențiate „*opaque 2* și 7", „*floury 2*", *„amilose extender*" sau „*collapsed seed*" care datorită necunoașterii efectelor favorabile ale acestor monogene au fost eliminate, în cursul procesului de selecție. (Mureșan și colab., 1966; Suba T., 1970; 1973; Ilicievici, 1972; Tătaru, 1974; Căbulea și colab., 1975, Haș și colab., 1999).

Toate aceste deficienţe, apărute în timpul primelor generaţii de consangvinizare, au făcut necesar un pas de îmbunătăţire a valorii genetice a populaţiilor locale, înainte ca acestea să fie supuse procesului de consangvinizare şi creare a liniilor consangvinizate (Haş I. şi colab., 1987; V. Haş şi colab., 1999).

5.2.3.1. Studiul variabilităţii greutăţii ştiuletelui la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

O caracteristică importantă, urmărită la porumb este greutatea cât mai ridicată a ştiuleţilor, de aceasta depinzând capacitatea de producţie a genotipului studiat.

La soiuri, greutatea medie a ştiuleţilor a fost de 142,6g, la populaţiile sintetice (composite) media greutăţii ştiuleţilor a fost de 142,0g, aproape similară cu cea a soiurilor, iar la populaţiile locale greutatea medie a ştiuleţilor a fost de 132,6 g (Tabelul 5.15.).

La populaţiile sintetice (composite), amplitudinea de variaţie a greutăţii ştiuleţilor a fost 128,5g (94,3 – 222,8g), iar la populaţiile locale, amplitudinea valorilor pentru greutatea ştiuleţilor s-a caracterizat printr-o valoare mare de 202 g (55,3 – 255,3g). În cazul populaţiilor sintetice şi a celor locale, unde numărul cazurilor a fost suficient de ridicat, eroarea a fost destul de redusă, cuprinsă între 1,7 şi 3,6.

În toate situaţiile, coeficienţii de variabilitate (CV%) au indicat o variabilitate mijlocie către ridicată.

Tabelul 5.15.

Studiul variabilităţii greutăţii ştiuletelui la soiurile, populaţiile sintetice şi populaţiile locale din colecţia de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populaţii sintetice	Populaţii locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (g)	142.6	142.0	132.6

Valoarea minimă (g)	99.1	94.3	55.3
Valoarea maximă (g)	174.3	222.8	255.3
Amplitudinea (g)	75.2	128.5	202.0
Abaterea standard	32.4	29.6	30.6
Eroarea	12.2	3.6	1.7
Nivelul de confidență (95%)	34.0	7.1	3.4
Coeficientul de variabilitate (cv%)	22.7	20.3	22.9

În Figura 5.15. sunt prezentate grafic, clasele de distribuţie pentru greutatea ştiuletelui la populaţiile sintetice şi la populaţiile locale.

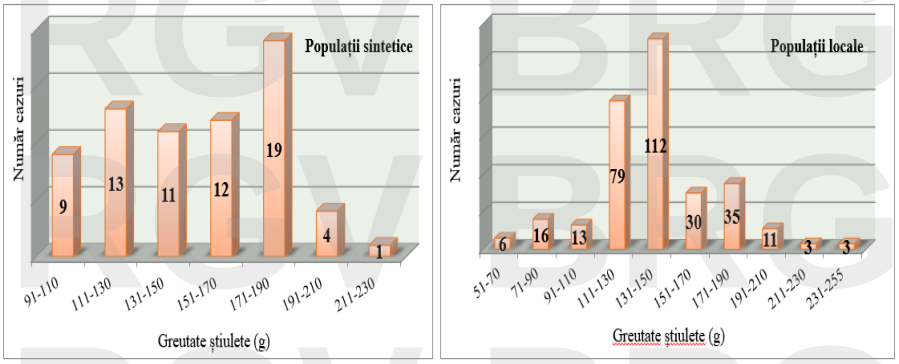


Fig. 5 15. Distribuţia populaţiilor sintetice şi a populaţiilor locale în funcţie de greutatea ştiuletelui

La populațiile sintetice, cele mai multe genotipuri se încadrează în clasele 171-190 g, respectiv 28%. În primele patru clase, caracterizate prin greutatea mai redusă a stiuleților, distribuția celor 45 de genotipuri este aproximativ aceiași (9-13-11-12 genotipuri).

În cazul populațiilor locale, greutatea știuleților de la majoritatea provenienţelor sunt distribuite în două clase, 26% (79 provenienţe) dintre populații se caracterizează prin știuleți cu greutatea cuprinsă între 111-130g, iar clasele cu știuleții având greutatea puțin mai mare de 131-150g reprezintă 36% din total.

Dacă în cazul populațiilor sintetice genotipurile cu greutatea știuleților peste 170g, reprezintă 35% (24/69 genotipuri), în cazul populațiilor locale, proporția provenienţelor care s-ar încadra în aceste clase cu greutatea știuleților peste 170g, ar fi de numai 17% (52/308).

În cazul populaţiilor sintetice, greutatea mai mare a ştiuleţilor se corelează pozitiv cu perioada de vegetaţie mai lungă.

5.2.3.2. Studiul variabilităţii greutăţii boabelor pe ştiulete la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

Cum era de aşteptat, greutatea boabelor pe ştiulete „copiază" într-o măsură ridicată greutatea știuleților, iar randamentul boabelor pe știulete a fost cuprins între 77 și 83%.

Datele privind variabilitatea greutății boabelor pe știulete pentru cele trei categorii de germoplasmă, sunt prezentate în Tabelul 5.16. Media greutății boabelor pe știulete pentru soiuri a fost de 114,4 g, pentru populațiile sintetice a fost de 122,1 g, iar pentru populațiile locale a fost de 110,1 g.

Tabelul 5.16.

Studiul variabilității greutății boabelor pe știulete la soiurile, populațiile sintetice și populațiile locale din colecția de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (g)	114.4	122.1	110.1
Valoarea minimă (g)	80.2	76.0	45.9
Valoarea maximă (g)	142.2	189.5	188.4
Amplitudinea (g)	62.0	113.5	142.5
Abaterea standard	25.7	25.5	24.2
Eroarea	10.5	3.1	1.4
Nivelul de confidență (95%)	26.9	6.1	2.7
Coeficientul de variabilitate (cv%)	22.4	20.9	21.7

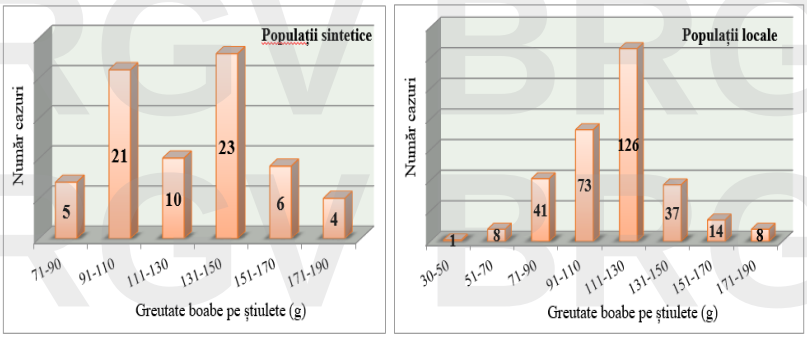


Fig. 5.16. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de greutatea boabelor pe știulete

Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale pe clase este prezentată în cele două grafice din Figura 5.16.

Majoritatea populațiilor sintetice au fost distribuite după greutatea boabelor pe știulete, în două clase: 30% din genotipuri s-au încadrat în clasele 91-110g, iar 33% în clasele 131-150g. Celelalte clase fiind mai slab reprezentate.

În cazul populațiilor locale, clasele care au cuprins cele mai multe proveniențe au fost cele cu greutatea boabelor curinsă între 111-130g (41%), iar 24% dintre populațiile locale au prezentat știuleți cu greutatea boabelor mai redusă (91-110g). Proporția populațiilor locale, care au depășit greutatea boabelor pe știulete de 130g, reprezintă 18% din totalul proveniențelor.

Dintre populațiile locale studiate în colecția de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda (308) s-au remarcat prin greutatea medie a boabelor pe știulete, depășind media celor 309 proveniențe (110g) următoarele: Vaidei (188g), Sânmartin (185g), Caniuca Sighet (179g), Gheorghieni (178g)Blaj (168g), Feldru (168g), Valea Largă (164g), Ceanu Mare (160g), Turda 3 (159g), Buza (157g).

5.2.3.3. Studiul variabilităţii lungimii ştiuleţilor la soiuri, populaţii sintetice (composite) şi populaţii locale

Lungimea ştiuleţilor este unul dintre caracterele care contribuie într-o măsură destul de însemnată la greutatea ştiuleţilor; lungimea ştiuleţilor este influenţată însă în mod semnificativ de către condiţiile de mediu.

Media lungimii ştiuletelui la soiuri a fost de 18,8 cm; la populaţiile sintetice, lungimea medie a ştiuleţilor a fost de 16,7 cm, iar la populaţiile locale de 16,3 cm. Media mai ridicată în cazul soiurilor se explică prin cele patru provenienţe ale soiului Lăpuşneac, cunoscut pentru lungimea ştiuletelui.

Amplitudinea lungimii ştiuletelui a fost cuprinsă între 14,1 cm şi 19,8 cm în cazul populaţiilor sintetice; la populaţiile locale, amplitudinea a fost mai mare de 12,2 cm fiind cuprinsă între 9,2 – 21,4 cm.

Tabelul 5.17.

Studiul variabilității lungimii știuletelui, la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (cm)	18.8	16.7	16.3
Valoarea minimă (cm)	15.1	14.1	9.2
Valoarea maximă (cm)	20.9	19.8	21.4
Amplitudinea (cm)	5.8	5.7	12.2
Abaterea standard	2.0	1.3	1.9
Eroarea	0.8	0.2	0.1
Nivelul de confidență (95%)	2.1	0.3	0.2
Coeficientul de variabilitate (cv%)	10.7	7.9	11.9

Eroarea a fost destul de redusă pentru populaţiile sintetice şi populaţiile locale (0,11– 0,15), iar pe baza coeficientului de

variabilitate, toate cele trei tipuri de germoplasmă pot fi încadrate în categoria celor cu variabilitate redusă, către mijlocie în cazul populațiilor locale (Tabelul 5.17.; fig. 5.22, 5.23.). Distribuţia pe clase a populaţiilor sintetice şi a populaţiilor locale este prezentată în Figura 5.17. Se poate observa faptul că, atât în cazul populațiilor sintetice, cât și în cel al populațiilor locale, cele mai multe forme s-au încadrat în clasa de 16,1-18,0 cm, respectiv 51% (35/69) la sintetici și 45% la populațiile locale (138/308). În clasele cu lungimea mare a știuletelui, de 18,1-20,0cm s-au încadrat 29% (20/69) populații sintetice, iar la populațiile locale au existat mai puține proveniențe care să se încadreze între aceste limite, respectiv 18% (56/308).

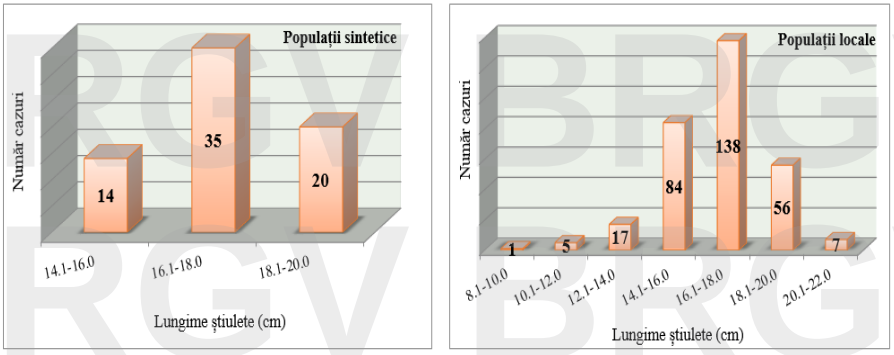


Fig. 5.17. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de lungimea știuletelui

Dintre populațiile locale analizate s-au remarcat prin lungimea știuletelui de peste 20 cm următoarele: Câlnic (20.9cm), Feldru (20.4cm), Mintiu (20.5cm), Ocoliș (21.4cm), Sânmartin (21.3cm), Țaga-2 (20.5cm), Valea Largă (20.6cm).

5.2.3.4. Studiul variabilității numărului de boabe/rând la soiuri, populații sintetice și populații locale

Un caracter puternic coroborat cu lungimea știuletelui este numărul de boabe/rând (Tritean, 2015), caracter puternic influențat de condițiile de mediu (Tabelul 5.18.).

La soiurile studiate lungimea medie este destul de ridicată datorită celor patru proveniențe ale soiului Lăpușneac, cunoscut pentru lungimea ridicată a știuleților, implicit pentru numărul ridicat de boabe/rând (media 37,7).

Pentru populațiile sintetice media numărului de boabe pe rând a fost de 34,1; la populațiile locale media a fost de 33,7.

Amplitudinea pentru numărul de boabe pe rând a fost la soiuri între 29,4 și 44,5 (15,1); la populațiile sintetice amplitudinea a fost 12,5 (28,1-40,6); în cazul populațiilor locale, amplitudinea a fost mult mai ridicată decât în cazul primelor două categorii de germoplasmă: 20,6 (21,9-42,5).

La ultimele două categorii de germoplasmă eroarea experimentală a avut valori relativ mici: 0,2-0,3.

Coeficienții de variabilitate pot fi încadrați pentru toate cele trei categorii de germoplasmă în rândul celor mici spre mijlocii.

Tabelul 5.18.

Studiul variabilității <u>numărul de boabe/rând,</u>
la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media	37.7	34.1	33.7
Valoarea minimă	29.4	28.1	21.9
Valoarea maximă	44.5	40.6	42.5
Amplitudinea	15.1	12.5	20.6
Abaterea standard	5.1	2.8	3.7
Eroarea	2.1	0.3	0.2
Nivelul de confidență (95%)	5.3	0.7	0.4
Coeficientul de variabilitate (cv%)	13.4	8.3	10.8

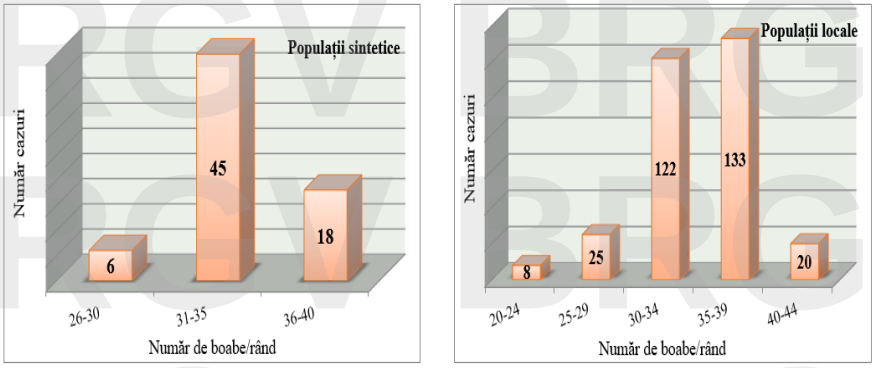


Fig. 5.18. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de numărul de boabe/rând

În Figura 5.18. sunt prezentate distribuțiile pe clase a genotipurilor din populații sintetice și populații locale.

Caracterul „numărul de boabe/rând" poate fi promovat prin selecție odată cu lungimea știuleților, între cele două caractere caracterele existând corelații pozitive; din acest motiv unele populații remarcate pentru acest caracter s-au evidențiat și pentru lungimea știuleților, iar caracterul a fost pe larg exploatat de cultivatorii de porumb în cadrul selecției empirice.

5.2.3.5. Studiul variabilității numărului de rânduri de boabe/ știulete la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale

Numărul de rânduri de boabe pe știulete este unul dintre caracterele legate de producție la porumb cu cea mai ridicată heritabilitate (Hallauer și Miranda, 1981; Căbulea, 2004; I.Haș, 2004; Tritean, 2015); din acest motiv considerăm că este foarte important ca acest caracter să fie studiat și la germoplasma existentă în colecția de la S.C.D.A. Turda. După Sarca (2004), numărul de rânduri de boabe este caracter cu ereditate tipic cantitativ, iar ereditatea caracterului este controlată de factori genetici multipli.

Tabelul 5.19.

Studiul variabilității numărul de rânduri/știulete la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media	10.9	15.0	13.2
Valoarea minimă	8.0	11.7	8.0
Valoarea maximă	14.4	21.0	16.6
Amplitudinea	6.4	9.3	8.6
Abaterea standard	2.2	1.7	1.4
Eroarea	0.9	0.2	0.1
Nivelul de confidență (95%)	2.4	0.4	0.2
Coeficientul de variabilitate (cv%)	20.7	11.1	10.2

Media numărului de rânduri de boabe pe știulete la soiuri a fost de 10,9; valoarea redusă a mediei pot fi explicată prin numărul redus de rânduri de boabe pe știulete la soiul Lăpuşneac, cunoscut şi sub numele de porumb cu „8 rânduri” (Tabelul 5.19.). La populațiile sintetice numărul mediu de rânduri de boabe pe știulete a fost de 15,0; la populațiile locale numărul mediu de rânduri de boabe pe știulete a fost 13,2.

La populațiile sintetice amplitudinea valorilor pentru numărul mediu de rânduri de boabe pe știulete a fost de 15,0 (11,7 – 21.0), iar la populațiile locale amplitudinea valorilor a fost de 8,6 (8,0 – 16,6). Eroarea pentru șirurile de variație cuprinzând populațiile sintetice și populațiile locale a fost destul de redusă 0,9 pentru populațiile sintetice și 0,2 respectiv 0,1 pentru populațiile locale, oglindind gradul de exactitate al determinărilor făcute.

La ultimele două categorii de germoplasmă, coeficienții de variabilitate au avut valori relativ reduse, situându-se la granița dintre

valorile pentru variabilitate redusă și mijlocie, puțin mai ridicată fiind însă la populațiile sintetice.

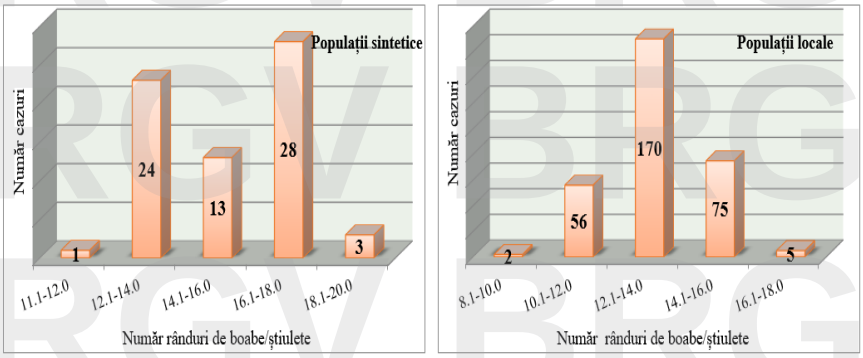


Fig. 5.19. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de <u>numărul de rânduri de boabe/știulete</u>

Distribuția pe clase a populațiilor sintetice și a populațiilor locale este prezentată în Figura 5.19. La populațiile sintetice, cele mai multe genotipuri se încadrează în clase 12.1-14.0 (24 sintetici) și în clasa 16,0 – 18,0 (28 de sintetici).

În cazul populațiilor locale în clasa 12,1-14,0 s-au încadrat peste 50% din genotipuri (170) urmată de clasa 14,1-16,0 cu 24% din populațiile locale (75 de populații locale).

Se desprinde următoarea concluzie: populațiile locale nu excelează printr-un număr ridicat de rânduri de boabe pe știulete. În general, germopasma indurat se caracterizează prin numărul redus de rânduri de boabe (12-14); sursele de germoplasmă dentată vin cu număr mare de rânduri.

Pentru numărul mare de rânduri de boabe pe știulete s-au considerat valoroase provenienţele: Bicaz (16.4), Blaj – Verzea (15.2), Băița Lunca (15.7), Băișoara (15.8), Gălbeni Iași (15.4), Periș (15.8), Poiana Mărului (15.2), Reghin (15.6), Sălișteˆ (15.9), Suciu de Jos-1 (15.5), Zau de Câmpie (16.4), Zetea B167-84 (15.2), Vaţa de Jos -2 (15.2).

5.2.3.6. Studiul variabilității diametrului rahisului la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale

Tendința modernă în ameliorarea porumbului este ca diametrul rahisului să fie cât mai redus, deoarece acesta este depozitarul unei cantități însemnate de apă (Troyer, 1999; Tritean, 2015), iar aceasta face ca în unele cazuri maturizarea tehnică la porumb să fie întârziată. Umiditatea rahisului este mult mai mare decât a boabelor și cu cât grosimea rahisului este mai mare, cu atât se prelungește și perioada necesară uscării știuleților.

Tabelul 5.20.

Studiul variabilității diametrului rahisului la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (cm)	2.4	2.4	2.4
Valoarea minimă (cm)	2.0	1.9	1.8
Valoarea maximă (cm)	2.8	2.8	3.5
Amplitudinea (cm)	0.8	0.9	1.7
Abaterea standard	0.3	0.2	0.2
Eroarea	0.3	0.02	0.01
Nivelul de confidență (95%)	0.3	0.04	0.02
Coeficientul de variabilitate (cv%)	11.5	8.5	8.6

Grosimea rahisului se corelează pozitiv şi cu numărul de rânduri de boabe/ştiulete. Dacă în cazul populaţiilor sintetice la grosimea medie a rahisului de 2.4 cm, numărul mediu de rânduri de boabe este de 15.0, la populaţiile locale raportul este de 2.4 cm/13.0.

La toate cele trei grupe de germoplasme media diametrului rahisului a fost de 2.4 cm (Tabelul 5.20.).

Amplitudinea valorilor pentru diametrul mediu al rahisului a fost la populațiile sintetice de 0,9 cm (1,9 – 2,8 cm); la populațiile locale amplitudinea valorilor a fost mai ridicată 1,7 cm (1,8 -3,5 cm). Se poate observa o amplitudine ridicată pentru diametrul rahisului la populațiile locale.

Una dintre deficiențele populațiilor locale o reprezintă diametrul destul de mare al rahisului și grosimea ridicată a punctului de inserție a știuletelui pe tulpină; de aici și dificultatea în recoltarea manuală a unor populații.

Coeficientul de variabilitate pentru acest caracter este destul de redus și la populațiile sintetice și la populațiile locale; eroarea de determinare a fost foarte redusă de la 0,01 la populațiile locale la 0,02 la populațiile sintetice.

În Figura 5.20 este prezentată distribuția pe clase a populațiilor sintetice și a populațiilor locale, distribuția fiind cea preconizată.

Se poate observa că în cadrul populaţiilor locale există forme cu rahis subţire, premisă importantă, direcționată în ameliorarea acestui caracter.

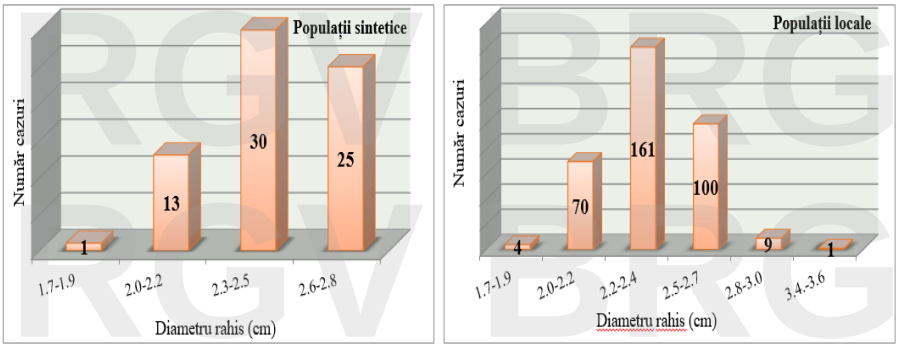
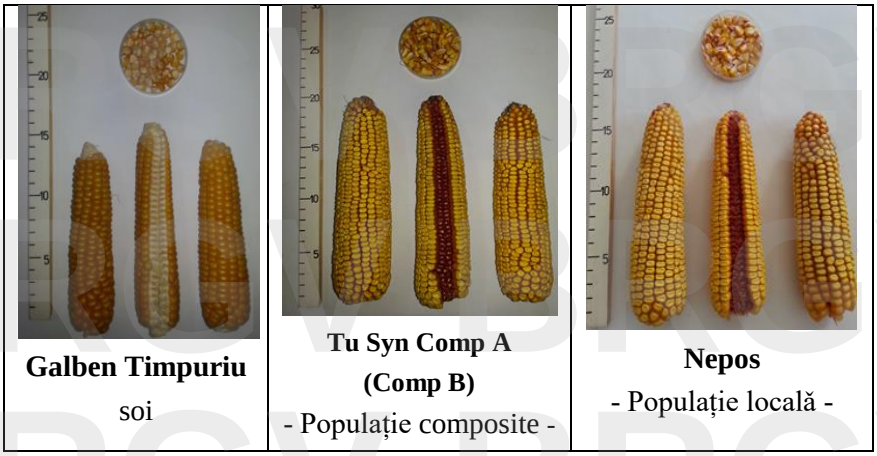


Fig. 5.20. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de <u>diametrul rahisului</u>

5.2.3.7. Studiul variabilității profunzimii bobului la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Selecția genotipurilor cu o bună capacitate de producţie ar putea fi mai eficientă, dacă s-ar urmări (TRACY, 1994) creşterea randamentului de boabe/știulete și profunzimea boabelor, acoperirea mai bună a vârfului ştiuletelui cu boabe, caractere cu determinism aditiv, influenţate de intracţiunea genotip × mediu. Numărul mai mare de rânduri de boabe pe știulete este asociat cu boabe înguste, lungi (profunde).

Măsura în care fiecare component contribuie la realizarea producţiei se stabileşte prin studiul corelaţiei dintre producţie şi componentele sale, profunzimea bobului fiind corelată pozitiv cu producția (0.51), cu numărul de rânduri de boabe/ știulete (0.61), cu diametrul știuletelui (0.72) (Hallauer și Miranda, 1981) și în cele mai multe cazuri cu bobul de tip dentat.



Galben Timpuriu soi	**Tu Syn Comp A (Comp B)** - Populație composite -	**Nepos** - Populație locală -

Fig. 5.27. Variabilitatea profunzimii bobului

Media profunzimii boabelor, cât și amplitudinea acestui caracter a avut cam aceleași valori la toate cele trei categorii de genotipuri, cu valoare ceva mai mare la populațiile sintetice (Tabelul 5.21; fig. 27).

La populațiile sintetice, precum și la populațiile locale valoarea maximă a profunzimii bobului a fost de 1,10-1,00 cm, iar valoarea minimă fiind cuprinsă între 0.45 cm la populațiile locale și 0.55 la populațiile sintetice.

Eroarea pentru șirurile de variație cuprinzând populațiile sintetice și populațiile locale a fost destul de redusă 0,01 pentru populațiile sintetice și 0,005 pentru populațiile locale, oglindind gradul de exactitate al determinărilor făcute.

La toate cele trei categorii de germoplasmă, coeficienții de variabilitate au valori relativ reduse fiind la granița dintre valorile pentru variabilitate redusă și mijlocie, puțin mai ridicată 18.6% pentru soiuri.

Tabelul 5.21.

Studiul variabilității <u>profunzimii bobului,</u>
la germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

Tipul de germoplasmă / Parametrul	Soiuri	Populații sintetice	Populații locale
Numărul de cazuri	6	69	308
Media (cm)	0.72	0.83	0.78
Valoarea minimă (cm)	0.50	0.55	0.45
Valoarea maximă (cm)	0.85	1.10	1.00
Amplitudinea (cm)	0.35	0.55	0.55
Abaterea standard	0.13	0.12	0.09
Eroarea	0.05	0.01	0.005
Nivelul de confidență (95%)	0.14	0.03	0.01
Coeficientul de variabilitate (cv%)	18.6	14.4	11.3

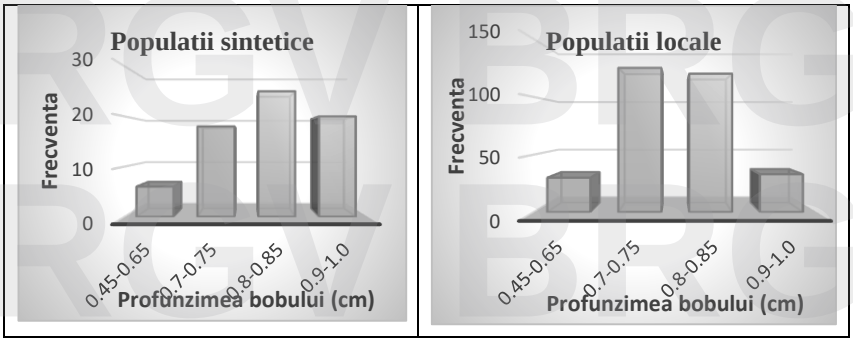


Fig. 5.21. Distribuția populațiilor sintetice și a populațiilor locale în funcție de profunzimea bobului

Distribuția pe clase a populațiilor sintetice și populațiilor locale este prezentată în Figura 5.21. La populațiile sintetice, cel mai mare număr de genotipuri se încadrează în clasa 0.8 – 0.85 cm cu 25 sintetici urmată de clasa 0.90-1.00 cm (20) respectiv clasa 0.7-0.75 cm (18). La poplațiile locale majoritatea provenienţelor sunt grupate în clasele 0.70-0.75 cm (125), respectiv 0.80-0.85 cm cu 120 populații locale.

Tabelul 5.22.

Populații locale remarcate pentru potențialul de producție și elemente de producție superioare mediei

Denumirea populației	Greutatea boabelor/ știulete (g)	Lungimea știuletelui cm	Nr. rânduri boabe /știulete	Tipul bobului*
Ciumbrud – AB	137,4	17,6	13,6	I, Ixd
Cârțioșoara	141,4	17,7	14,5	Ixd, Dxi
Dumbrăvița	132,3	17,2	13,6	Ixd, Dxi
Fărăgău	154,4	18,4	14,7	I, D, Ixd,Dxi
Gilău	150,6	17,5	13,5	I, D, Ixd,Dxi
Hidrofoaia	135,4	18,0	14,7	I, Ixd, Dxi
Hermis	132,4	17,4	13,3	I, Ixd
Jucu de Mijloc-CJ	133,8	18,2	13,3	I, Ixd
Lancrăm - AB	127,0	16,9	14,3	I, D, Dxi
Leordina	128,2	16,6	14,5	I
Lunca Mureș	133,2	17,9	14,4	I, Ixd, Dxi
Lunca Arieșului 2	124,1	18,1	15,1	I

Mihăieşti CH 42	134,4	18,9	14,8	I
Ocoliș – 2 - AB	148,1	21,4	14,7	Ixd
Porumbeşti CH 44	147,9	17,1	15,2	Ixd, Dxi
Strâmba	122,6	16,8	13,1	I, Ixd, Dxi
Sighet – 3	165,0	19,1	13,0	D, Ixd, Dxi
Sânmartin - BH	185,1	21,3	13,3	I, D, Ixd
Şoarş - BV	155,2	19,0	13,2	D, Dxi, Ixd
Târnăveni-1	129,5	17,7	12,3	I, Ixd
Târna Mare CH 51	133,2	17,2	14,5	I, D, Ixd
Ţaga - 2	147,1	20,5	12,8	I, D, Ixd
Vaidei	188,4	19,3	13,3	D, Dxi
Valea Largă	164,0	20,6	13,3	Ixd, Dxi
Vaţa de Jos - 2	120,2	15,6	15,1	I, D, Ixd,Dxi
Vinerea - AB	161,6	19,6	13,1	D, Dxi
Media	**110**	**16.3**	**13.2**	

*Tipul bobului: D= dent; I=indurate; Ixd=semi-flint; Dxi=semi-den

5.2.4. Studiul variabilității compoziției chimice a bobului la soiuri, populații sintetice (composite) și populații locale, din colecția de germoplasmă locală, de la S.C.D.A. Turda

Porumbul este planta cultivată cu cele mai diverse întrebuinţări, fiind folosită în alimentaţia umană, în hrana animalelor, în industria alimentară şi alte ramuri ale industiei, dar şi la încălzirea locuinţelor sau ca izolatori, în industria materialelor de construcţii.

Fig. 5.28. Variabilitea componentelor bobului de porumb – sursă pentru diverse întrebuinţări

La noi una dintre cele mai comune utilizări este sub formă de mămăligă; pentru această utilizare se preferă făina grişată, obţinută din porumbul din convarietatea indurat, cu coloraţia portocalie a boabelor.

Unul din cei mai importanţi constituenţi ai endospermului de porumb este amidonul. Conţinutul mare în amidon al bobului de porumb a făcut ca în jurul acestui constituent să se dezvolte o adevărată industrie. Tot în industria alimentară porumbul este folosit la extragerea uleiului. Uleiul de porumb poate fi un produs secundar al industriei măcinişului, caz în care uleiul este extras din germenii desprinşi de endosperm (I. Haș și colab., 2004).

Deoarece porumbul este o sursă alimentară relevantă, cuantificarea constituenților bobului cu rol nutritiv este importantă pentru utilizarea cât mai eficientă a diferitelor genotipuri. În acest context, germoplasma locală reprezintă o bună sursă de variabilitate genetică, iar determinarea variabilității componentelor bobului de porumb ar putea fi de ajutor la identificarea celor mai potrivite surse pentru ameliorarea calității producției.

Colecția de germoplasmă locală de la S.C.D.A.Turda, constând în populații locale, soiuri, populații sintetice, prezintă o mare variabilitate în privința componentelor bobului, aceste genotipuri reprezintă adevărate surse pentru ameliorarea calității bobului.

Deși există puțină variabilitate în privința conținutului în amidon, în cadrul germoplasmei studiate, se pare că există totuși unele genotipuri care s-au remarcat prin conținul de amidon de peste 70% (V. Haș și colab., 2009).

Populațiile locale au prezentat conținutul mediu de amidon 64,9% cu limite de variație între 57.1% și 68,9% (Tabelul 5.23). Deși variația conținutului de amidon între provenienţele din populații este de 3.81%, totuși nu s-a atins nivelul optim de 70%, fapt explicat și prin prezența boabelor de tip indurat, în cazul celor mai multe dintre populațiile luate în studiu.

Între populațiile sintetice au fost identificate câteva forme valoroase pentru a fi folosite în programul de ameliorare a conținutului de amidon ca surse. Între populațiile sintetice s-au detașat prin nivelul ridicat de amidon, două composite constituite din germoplasmă de tip dent: Tu

SRR Comp. A (Comp. B) (1), Tu SRR Comp. B (Comp. A) (1), Tu Comp. A (10).

Tabelul 5.23.

Variabilitatea compoziției chimice a bobului de porumb în germoplasma locală, de la S.C.D.A. Turda

1. Populații sintetice

Parametrul	Conținutul bobului				
	Amidon	**Ulei**	**Proteine**	**Fibre**	**Cenusă**
Numărul de cazuri	59	59	59	59	59
Valoare minima (%)	60.1	3.5	11.7	3.6	0.01
Media (%)	65.9	5.4	13.6	5.4	2.1
Valoarea maximă (%)	72.6	7.3	14.8	6.7	5.8
Variance	6.86	0.48	0.62	0.32	2.24
Amplitudinea (cm)	12.5	3.8	3.1	3.1	5.79
Abaterea standard	2.62	0.79	0.69	0.57	1.50
Eroarea	0.34	0.09	0.10	0.07	0.19
Nivelul de confidență (95%)	0.68	0.21	0.18	0.15	0.39
C.V.%	4.1	21.2	8.0	18.9	88.2

1. Populații locale

Parametrul	Conținutul bobului				
	Amidon	**Ulei**	**Proteine**	**Fibre**	**Cenusă**
Numărul de cazuri	265	265	265	265	265
Valoare minima (%)	57.1	3.8	11.2	3.3	0.03
Media (%)	64.9	5.4	13.7	5.3	2.3
Valoarea maximă (%)	68.9	9.1	15.6	7.3	7.2
Variance	3.81	0.44	0.71	0.62	1.38
Amplitudinea (cm)	11.8	5.3	4.4	4.0	7.17
Abaterea standard	1.95	0.66	0.84	0.78	1.17
Eroarea	1.95	0.04	0.05	0.78	0.07
Nivelul de confidență (95%)	0.23	0.08	0.10	0.09	0.14
C.V.%	3.0	12.3	6.2	14.9	51.1

Conținutul mediu de grăsimi în bob a fost de 5.4%, la populațiile locale, cu variații mari între 3.8% și 9.1%. La populațiile sintetice s-a realizat un conținut mediu de ulei asemănător populațiilor locale de 5.4%, dar limitele de variație a conținutului în grăsimi sunt mai reduse, cuprinse între 3.5% și 7.3%.

La determinarea conținutului în proteine al boabelor, atât la sintetici cât și la populațiile locale, media a fost similară (13.6% respectiv 13.7%), iar amplitudinea conținutului în proteină a fost de 3.1% la sintetici și cu ceva mai ridicată la populațiile locale de 4.4%.

Conținutul în fibre și cenusă (substanțe minerale) al boabelor de porumb au fost determinate în relativ puține studii. La ambele componente ale bobului au fost constatate valori apropiate atât la populațiile sintetice cât și la populațiile locale, 5.3-5.4% fibre și 2.1-2.3% cenușă.

Coeficientul de variabilitate (CV%) determinat pentru conținutul bobului în amidon și proteine are valori reduse pentru ambele tipuri de germoplasmă studiate. Valorile coeficientului de variabilitate au fost de la mijlocii spre mari, pentru componentele: ulei (21.2%), fibre (18.9%), cenusă (88.2%) la populațiile sintetice, iar în cazul populațiilor locale valorile CV% au fost: ulei – 12.3%, fibre – 14.9% și cenușă – 51.1%.

Prin urmare, în aceste germoplasme există surse de ameliorare a calității bobului mai ales pentru: grăsimi (valori >5.0%), amidon (>70%) și fibre în populațiile sintetice (Tabelul 5.24) și pentru ulei, proteine (>12.0%) și fibre în populațiile locale.

Tabelul 5.24

Populații sintetice și populații locale s-au remarcat prin valori *per se*, peste medie, pentru calitatea boabelor

Populații sintetice	**Proteine**	**Ulei**	**Amidon**	**Fibre**	**Cenușă**	***Tip bob**
	%					
Tu Syn 1	13.2	7.1	60.9	5.2	4.6	I
Tu Syn 2	13.8	7.0	60.1	5.6	4.8	I
Tu Syn (3) (per se) (1)	13.7	7.3	60.8	6.3	4.9	I
Tu SRR 6I (5D)	13.3	6.3	63.1	5.3	3.7	I
Tu SRR 2I (5D) (1)	14.8	6.1	61.9	5.7	3.5	I
Syn 54 Marano – Italia	13.5	6.5	62.6	5.4	4.4	I
Syn 55 Marano – Italia	13.6	6.4	61.3	4.6	3.7	I
Syn 57 Marano – Italia	14.1	6.8	61.8	6.2	5.8	I
Syn 66 Marano – Italia	13.1	6.1	63.3	4.9	3.5	I
Coruna Early – Spania	14.1	6.4	62.8	6.1	4.4	I
Sarria	13.8	6.3	64.3	6.4	4.8	I

Coruna Prolific Syn	14.3	6.4	61.8	6.0	3.7	IxD
Populații locale	**Proteine**	**Ulei**	**Amidon**	**Fibre**	**Cenușă**	***Tip bob**
	%					
Acatari/02	14.8	6.6	60.1	6.1	3.6	I + IxD
Apoldu de Sus/01	14.0	6.7	62.2	6.5	4.9	I
Băița Câinelui de Sus	14.2	6.1	64.0	6.7	3.1	DxI
Berind CN26-84	13.4	6.2	63.7	5.5	3.2	I+ID
Blaj (Veza)/01	14.6	7.3	59.3	6.6	5.9	I
Bradu B-18/01	13.8	6.2	63.4	6.1	3.4	DxI
Castori/03	14.2	6.6	61.8	6.3	4.5	IxD
Campeni/01	13.9	6.5	63.0	6.6	4.1	DxI
Carnesti/01	15.0	6.9	59.5	6.6	4.9	I
Coldau/01	14.2	6.1	62.9	6.3	3.4	I
Cornesti/01	14.0	6.2	61.7	5.3	3.9	I
Danes/01	14.9	6.6	61.4	6.9	4.2	IxD
Dumbravita/03	14.4	6.1	63.2	6.6	3.9	IxD
Feldioara/01	15.0	6.2	62.8	7.0	3.4	IxD
Geoagiu/01	15.3	6.1	62.0	6.8	2.9	IxD
Ghiula/04	15.2	6.7	60.2	7.0	5.5	I
Gurghiu/04	14.6	6.2	61.3	5.9	4.6	IxD
Hadareni/01	14.5	6.3	62.4	6.7	3.4	IxD
Iclod/01	15.1	7.0	60.3	7.2	5.0	IxD
Ighiu/01	14.9	6.3	62.3	6.9	3.8	IxD
Lujerdiu/04	13.0	6.6	61.8	5.3	5.7	I
Marunt Alb de Vristea99	13.6	6.3	62.4	5.1	3.9	I
Mihaiesti CN-8/99	13.7	6.4	63.5	6.5	4.0	I
Ohaba/03	13.1	6.8	61.9	5.4	4.7	IxD
Rodna/01	14.6	6.5	62.3	7.0	4.0	I
Salva/01	15.5	7.1	59.3	7.2	4.9	IxD I
Sarmisegetuza/01	14.7	7.1	60.4	7.3	5.0	I
Satu Lung/01	15.6	6.7	60.2	7.1	4.4	IxD
Sanpetru de Campie	14.1	6.2	63.5	6.5	3.8	I
Santana de Mures/01	14.1	6.3	61.6	5.5	3.6	I + IxD
Secuieni/01	14.2	6.3	62.2	6.0	3.8	I
Stanceni/03	12.6	6.1	63.5	4.8	3.4	I
Susenii Bargaului	14.7	6.4	61.2	6.3	3.7	I
Sona/01	14.7	6.4	62.4	7.1	3.7	D
Telciu/01	13.7	6.2	63.2	5.9	3.9	I
Uriu Ilisua/03	13.6	6.6	61.9	6.0	3.4	IxD
Vanători/01	14.2	7.1	60.1	6.6	5.1	I
Zetea (B145-84)	13.6	6.4	62.2	5.4	4.0	IxD

*I = Indurat; D = Dent; IxD = Semi-flint; DxI = Semi-dent; Id = aorista

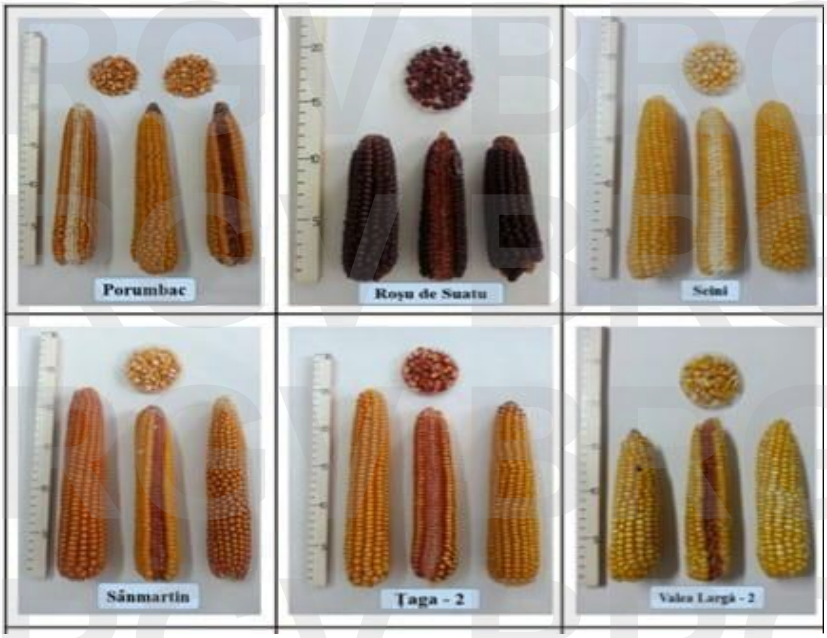


Fig. 5.22. Variabiliatea unor populații locale pentru calitatea bobului

BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV

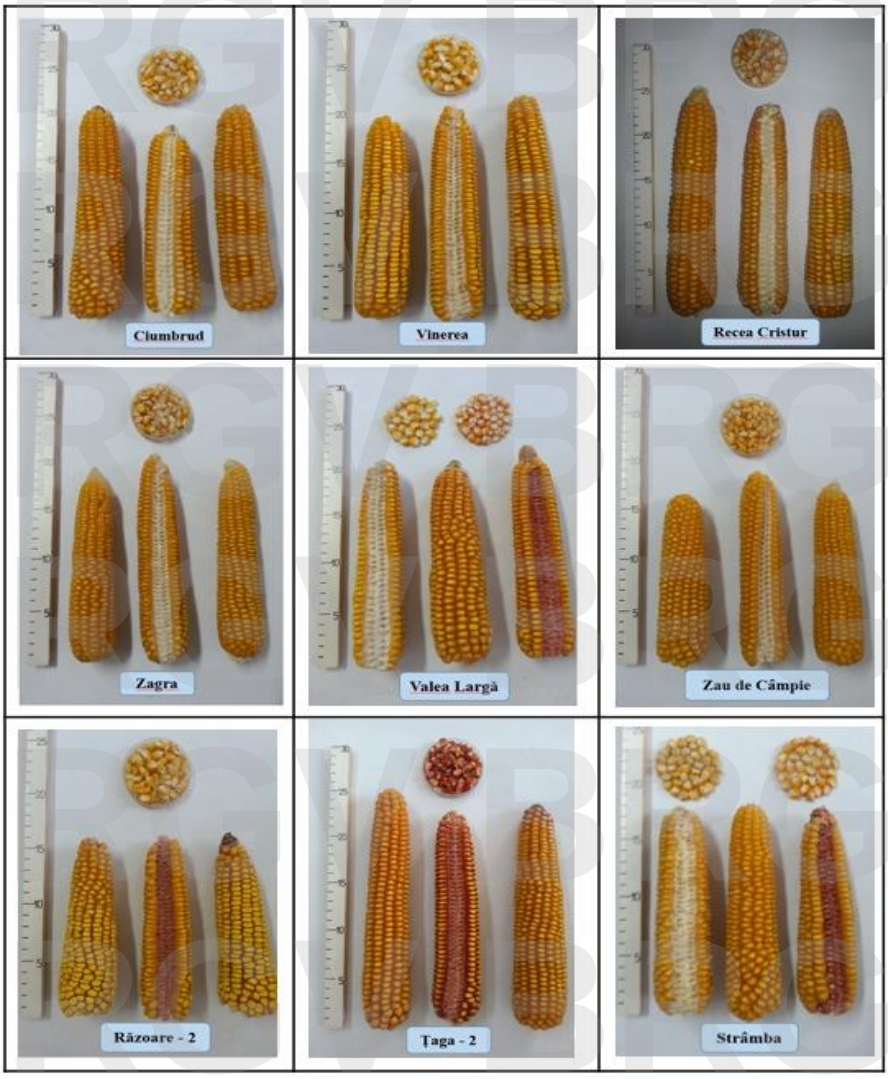


Fig. 5.23. Populații locale din Transilvania remarcate pentru capacitatea de producție, din colecția de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda

Fig. 5.24. Variabilitatea unor populații locale din Transilvania, pentru tipul de știulete, din colecția de germoplasmă de la S.C.D.A. Turda

5.3. Studiul capacității de menținere/restaurare a fertilității polenului la unele populații locale de porumb

Una dintre cele mai studiate caracteristici cu ereditate extra cromozomală la porumb este androsterilitatea citoplasmatică (Căbulea, 2004). S-a manifestat un interes deosebit față de acest fenomen încă de la descoperirea lui de către Rhoades (1931, 1933) și de la înțelegerea

posibilităților de utilizare a genotipurilor androsterile citoplasmatic și a celor de restaurare de fertilitate a polenului, în producerea semințelor hibride fără castrare (Rogers și Edwarson, 1952).

Asupra androsterilității citoplasmatice și utilizării ferilității polenului au fost făcute foarte multe studii; acestea au fost sintetizate în a doua jumătate a secolului XX de către Duvick (1965), Duvick și Noble (1978).

Mai multe surse de androsterilitate citoplasmatică au fost descoperite, în diferite zone de pe glob, în populațiile locale cu polenizare liberă; acestea în relație cu comportamentul față de genele nucleare „Rf" au fost clasificate în patru grupe genetice distincte (Gracem și colab., 1979; Langham și Gabay, 1983).

Cele patru grupe implicate în androsterilitatea de tip citoplasmatic, respectiv restaurarea fertilității polenului sunt: tipul „T" (citoplasma Texas), tipul „C" (citoplasma Columbia, Charrna și Cuarantonos), de tip „S" (citoplasma USDA, Moldovenesc) și de tip „Ep" (citoplasma de *Euchlena perennis*) (Căbulea, 2004).

Diferențierile între tipurile de citoplasmă au fost confirmate și la nivel citogenetic în baza studiului gametogenezei polenului (Levings III și Williams, 1989; Haș V., 2002).

Grupul de citoplasme androsterile de tip „T" au o stabilitate ridicată, iar restaurarea fertilității polenului se manifestă ca urmare a acțiunii complementare a genelor majore Rf_1 și Rf_2, (Duvick și colab., 1961); în unele cazuri specifice a fost observată și apariția întârziată a anterelor parțial fertile, probabil sub influența unor gene minore și în condiții climatice specifice (Haș V., comunicare personală); acest caz al restaurării parțiale s-a manifestat și în observațiile noastre asupra testărilor populațiilor locale pe tipul de citoplasmă „T". Folosirea acestui tip de androsterilitate a fost foarte populară, datorită stabilității în menținerea androsterilității, dar s-a limitat drastic folosirea ei după atacul masiv cu *Helmithosporium maydis* (rasa T) din S.U.A. și Canada

din anul 1970 (Smith și colab., 1970; Hooker, 1971;1974; Ullstrup, 1972.

Grupul de citoplasme de tip „C” cuprinde genotipurile I, C, RB, ES, PR de proveniență din America Centrală și de Sud și provenientele italiene de tip Cuarantenos IB, IR-1, IR-3 și PL (CĂBULEA, 2004). Toate aceste proveniențe sunt stabile, dar se pot manifesta prin apariția întârziată a polenului în antere parțial restaurate la 7-14 zile de la apariția stigmatelor („*late break*”).

Restaurarea fertilității polenului se realizează prin acțiunea complementară a genelor majore (gene nucleare) Rf_4, Rf_5, Rf_6, frecvența plantelor restaurate fiind în relație cu genotipul matern androsteril și cel patern complementar, prin genele de restaurare (Laughan și colab., 1982).

La acest tip de androsterilitate este frecventă apariția restaurării parțiale în legătură cu structura genetică a celor doi părinți și cu incidența condițiilor de mediu deosebite (umiditate relativă ridicată și temperaturi peste 30˚C).

Grupul de citoplasme androsterile de tip „S” sau „M” este cel mai divers, are mai multe genotipuri analoage provenite din mai multe proveniențe locale din America de Sud și Europa (Gracen, 1982).

Gena de restaurare a fertilității polenului pentru acest tip este Rf_3. Cu toate că ar trebui să fie o ereditate simplă, prin implicarea unei singure gene majore, se pare că la restaurare sunt implicate prin complementaritate și alte gene majore, dar și minore, ceea ce face ca restaurarea să fie mai dependentă de condițiile de mediu, decât în cazul altor tipuri de citoplasmă.

Într-o evaluare anterioară a reacției germoplasmei locale din Transilvania, la menținerea/restaurarea fertilității polenului, Căbulea și colab., (1975) apreciau după testarea pe citoplasma mascul sterilă de tip Texas (cms T), în unele proveniențe se constată prezența în echilibru genetic a mecanismelor stabilității citoplasmatice și a factorilor genetici de restaurare. Cu frecvență mai ridicată s-au găsit factorii de restaurare

(Rf_1 și Rf_2) în populațiile de Albești 550, Cornești 423, Dâmbău 477, Sânpetru de Câmpie 439, Sângeorgiul de Mureș 495, Dacia 388, Blăjel 847, Iclod 627, Gănești 929, Miercurea 755, Crăciunel 731, Dumbrăvioara 489 și în soiurile Arieșan și Portocaliu de Târgu Frumos.

5.3.1. Reacția de restaurarea unor populații locale în interacțiune cu trei tipuri de citoplasmă: T, C și M (S)

Încă din timpul acțiunilor de colectare a populațiilor locale a reieșit diversitatea deosebită a provenienților din aceiași localitate sau zonă a Transilvaniei și **heterogenitatea** fenotipică a provenienților cultivate în zonă. Această caracteristică fundamentală pentru germoplasma din Transilvania *a fost pusă în evidență prin studiile efectuate la S.C.D.A. Turda (Rotar, 2015), respectiv prin reacția foarte diferită (genotipurile componente ale aceleiași proveniențe IxD, DxI), a celor mai multe dintre populațiile locale, în interacțiune cu diferite tipuri de androsterilitate (tabelele 5.25 și 5.26).* Din câte se cunoaște germoplasma de tip indurat nu conține genele de restaurare a fertilității polenului; genele *Rf* au ajuns in Europa odată cu germoplasma americană de tip dent (V. Haș, 2002).

Evaluarea menținerii/restaurării ferilității polenului la un număr de 53 de proveniențe locale s-a făcut prin încrucișarea acestora (Tabelul 5.25.), cu patru surse de androsterilitate citoplasmatică (linii consangvinizate androsterile – mamă) și testarea acestora în anul următor, prin înregistrarea numărului de plante, care au restaurat total fertilitatea polenului, a celor care au restaurat parțial, precum și a celor care nu au fost restaurate, datorită lipsei genelor de restaurare, la genotipurile paterne. Pentru fiecare din cele trei situații s-a calculat procentul de realizare (Tabelul 5.25).

În interacțiune cu androsterilitatea citoplasmatică de tip „T”, 16 populații (proveniențe) locale au menținut sterilitatea, respectiv 30,8% dintr-un total de 52.

La majoritatea populațiilor (proveniențe locale), proporția plantelor cu capacitate de restaurare a fertilității polenului a fost foarte diferită (Tabelul 5.25.): Biertan (38%), Bucerdea (19%), Cerchizel (40%), Cisteiul de Mureș (28%), Cuzăplac (78%), Cârțișoara (35%), Cerbăl Arieș (44%), Ciugudu de Jos (78%), Dobric (41%), Dumbrava (29%), Firtănuș (34%), Galda (52%), Galații Bistriței (17%), Gălbeni Iași (12%), Gilău (34%), Ighiu (75%), Lancrăm (69%), Miercurea Sibiu (25%), Mărtinești (29%), Mihai Viteazu (27%), Morău (18%), Orheiul Bistriței (45%), Prejmer (19%), Răzoare (11%), Seini (67%), Stupini (73%); s-au înregistat în proporții diferite prezența genelor $rf_1rf_1rf_2rf_2$ și a genelor de restaurare totală Rf_1Rf_1, Rf_2Rf_2.

În interacțiune cu androsterilitatea citoplasmatică de tip ES, șapte dintre populațiile testate (13,2%) au menținut adrosterilitatea (toate plantele fiind posesoare a genelor rf_4rf_4, rf_5rf_5 și rf_6rf_6): Cisteiul de Mureș, Câmpeni, Galații Bistriței, Răzoare, Șoarș-BV, Zau de Câmpie și Zagra.

Două dintre populațiile testate (3,7%) pe cms-ES au avut restaurare parțială și restaurare totală: Buceș Tarnița și Cisteiul de Baltă.

La un număr de două populații (3.7%) s-a înregistrat menținerea androsterilității, restaurare parțială și restaurarea totală: Bretea Strei, Brătei.

Menținerea androsterilității și restaurarea parțială de tip ES s-a înregistrat la un număr de șase populații locale (11,3%): Berghin, Bucerdea, Șona, Satu Mare B 164-84, Ungheni, Vinerea – Alba.

Doar la populația de Firtănuș s-au înregistrat în totalitate plante restaurate; componența genelor majore este Rf_4Rf_4, Rf_5Rf_5, Rf_6Rf_6; în plus se pare că această Populație posedă și genele minore de restaurare a fertilității de atât de tip ES cât și de tip C, întrucât aceiași Populație restaurează fertilitatea de tip „C” doar în proporție de 53%.

Cele mai multe populații (proveniențe) locale au avut față de sursa de androsterilitate ES o reacție de menținere a androsterilității și

restaurare totală a fertilității, proporțiile între aceste gene fiind diferită; un număr de 35 de populații având acest gen de comportare.

Androsterilitatea citoplasmatică de tip „C" a fost menținută, în totalitate, de un număr de 11 populații locale (21,1%): Cisteiul de Mureș, Cerbăl Arieș, Câmpeni, Galații Bistriței, Găbud-AB, Răzoare, Susenii Bârgăului, Satu Mare, Ungheni, Zagra. La cinci dintre aceste populații prezența genelor rf_4 rf_4, rf_5rf_5, rf_6rf_6 este confirmată la ambele surse ale tipului „C": Cisteiul de Mureș, Câmpeni, Galații Bistriței, Răzoare, Zagra.

Dintre populațiile testate, un număr de două (3,8%) au manifestat restaurare parțială și restaurare totală: Buceș Tarnița și Cetatea de Baltă, populații care au avut aceiași comportare și în cazul încrucișării cu sursa de androsterilitate „ES".

La două populații s-a determinat concomitent: menținerea androsterilității, restaurare parțială și restaurare totală. Aceste populații au provenit din localitățile Berghin și Cârțișoara. În cazul acestor populații este clar fenomenul de amestec de germoplasme indurat, dent și recombinarea celor două.

Nu s-a înregistrat în nici un caz restaurare totală. Ca și în cazul încrucișării cu surse ES și în cazul încrucișării cu sursa „C", în cele mai multe situații s-au înregistrat plante cu menținerea androsterilității și restaurare totală: 37 (71,2%); în cazul androsterilității de tip „C" aceeași situație s-a înregistrat în alte 35 de cazuri. La ambele provenienție de citoplasmă de tip „C", în cele mai multe cazuri plantele androsterile sunt în proporție mai ridicată în comparație cu cele restaurate total.

În interacțiune cu androsterilitatea citoplasmatică de tipul „M" (S) un număr de 18 populații (provenienție) locale (34,0%) au menținut în androsterilitatea: Ceanșul de Câmpie, Cârțișoara, Cerbăl Arieș, Ighiu, Lancrăm, Susenii Bârgăului, Sângiorgiul de Mureș, Șona, Satu Mare, Șăulia de Câmpie, Zagra, Zetea.

S-au identificat și un număr de cinci populații (proveniențe) locale (9,4%), care au restaurat fertilitatea în proporție de 100%: Dobric, Firtănuși, Isla, Sântana de Mureș și Sânmiclăuș.

La un număr de trei populații (proveniențe) locale (5,7%) s-au pus în evidență existența atât a genelor menținătoare de androsterilitate cât și a celor parțial restaurare de fertilitate: Bretea, Strei, Gălbeni Iași, Stupini.

La un număr de opt populații (proveniențe) locale (15,1%) au fost prezente atât gene de menținerea a androsterilității cms-M, cât și gene de restaurare totală și parțială: Biertan, Bratei, Cisteiul de Mureș, Cuzăplac, Ciugudu de Jos, Dragalina, Dumbrava, Galații Bistriței.

Într-o ultimă categorie, în care în populațiile locale sunt prezente în diferite proporții genele de menținere a androsterilității polenului (rf_3rf_3) și cele de restaurare a fertilității polenului (Rf_3Rf_3) au fost un număr de 18 populații (proveniențe) locale (34,0%) cum ar fi: Berghin, Geaca 2, Găbud, Gilău, Miercurea Sibiu, Mărtinești, Mihai Viteazu, Morău, Orheiu Bistriței, Prejmer, Seini, Sighișoara.

Tabelul 5.25.

Reacția de menținere a androsterilității și/sau restaurare a fertilității polenului, la un număr de 53 populații locale, verificate pe trei tipuri de androsterilitate citoplasmatică (două proveniențe de tipul „C”)

Nr. crt	Denumire Populație (♂)	♀ sursă *cms* T				♀ sursă *cms* ES				♀ sursă *cms* C				♀ sursă *cms* M			
		Nr.total plante (%)	*Tipul de reacţie ♂*			*Nr.total plante (%)*	*Tipul de reacţie ♂*			*Nr.total plante (%)*	*Tipul de reacţie ♂*			*Nr.total plante (%)*	*Tipul de reacţie ♂*		
			Nrf	p*Rf*	*Rf*		Nrf	p*Rf*	*Rf*		Nrf	p*Rf*	*Rf*		Nrf	p<u>Rf</u>	*Rf*
1	Berghin	44 (%)	9 *(20)*	8 *(19)*	27 *(61)*	38 (%)	34 *(89)*	4 *(11)*		38 (%)	27 (71)	4 (11)	7 (18)	20 (%)	10 (50)		10 (50)
2	Biertan	37 (%)	23 (62)		14 (38)	38 (%)	30 (79)		8 (21)	35 (%)	23 (66)		12 (34)	39 (%)	13 (33)	10 (26)	16 (41)
3	Bretea Strei	46 (%)	26 (57)	8 (17)	12 (26)	47 (%)	31 (66)	5 (11)	11 (23)	42 (%)	30 (71)		12 (29)	47 (%)	40 (85)	7 (15)	
4	Bratei	46 (%)	26 (57)	7 (15)	13 (28)	48 (%)	26 (54)	9 (19)	13 (27)	39 (%)	33 (85)		6 (15)	33 (%)	17 (52)	8 (24)	8 (24)
5	Bucerdea	43 (%)	35 (81)		8 (19)	51 (%)	35 (69)	16 (31)		41 (%)	31 (76)		10 (24)	48 (%)	36 (75)		12 (25)
6	Buceș Tarnița	52 (%)	26 (50)	6 (12)	20 (38)	51 (%)		6 (12)	45 (88)	45 (%)		9 (20)	36 (80)	50 (%)		5 (10)	45 (90)
7	Cetatea de Baltă -Ab	52 (%)	40 (77)	5 (10)	7 (13)	47 (%)		5 (11)	42 (89)	49 (%)		6 (12)	43 (88)	37 (%)	9 (24)		28 (76)
8	Ceanșul de Câmpie	46 (%)		46 (100)		43 (%)	33 (77)		10 (23)	41 (%)	28 (68)		13 (32)	43 (%)	43 (100)		
9	Cerchizel	50 (%)	30 (60)		20 (40)	41 (%)	29 (71)		12 (29)	50 (%)	44 (88)		6 (12)	32 (%)	24 (75)		8 (25)

10	Cisteiul de Mureş	47 (%)	34 (72)		13 (28)	45 (%)	45 (100)			40 (%)	40 100			49 (%)	34 (70)	5 (10)	10 (20)
11	Cuzăplac	46 (%)	10 (22)		36 (78)	44 (%)	37 (84)		7 (16)	51 (%)	43 (84)		8 (16)	41 (%)	26 (63)	6 (15)	9 (22)
12	Cârţişoara	37 (%)	24 (65)		13 (35)	48 (%)	11 (23)		37 (77)	43 (%)	26 (60)	5 (12)	12 (28)	33 (%)	33 (100)		
13	Cerbăl – Arieş	43 (%)	24 (56)		19 (44)	39 (%)	21 (54)		18 (46)	39 (%)	39 100			42 (%)	35 (83)		7 (17)
14	Câmpeni (bob Gn)	23 (%)			23 (100)	26 (%)	26 (100)			42 (%)	42 100			37 (%)	37 (100)		
15	Ciugudu de Jos	40 (%)	9 (22)		31 (78)	46 (%)	26 (57)		20 (43)	43 (%)	23 (53)		20 (47)	51 (%)	22 (43)	5 (10)	24 (47)
16	Dobric	44 (%)	26 (59)		18 (41)	47 (%)	24 (51)		23 (49)	35 (%)	35 (100)			39 (%)			39 (100)
17	Dragalina	44 (%)	18 (41)	10 (23)	16 (36)	46 (%)	29 (63)		17 (37)	44 (%)	24 (55)		20 (45)	53 (%)	14 (26)	27 (51)	12 (23)
18	Dumbrava	45 (%)	32 (71)		13 (29)	53 (%)	22 (42)		31 (58)	53 (%)	28 (53)		25 (47)	48 (%)	7 (15)	16 (33)	25 (52)
19	Firtănuş	44 (%)	29 (66)		15 (34)	43 (%)			43 (100	47 (%)	22 (47)		25 (53)	46 (%)			46 (100)
20	Galda	46 (%)	22 (48)		24 (52)	46 (%)	33 (72)		13 (28)	42 (%)	24 (57)		18 (43)	48 (%)	9 (19)		39 (81)
21	Galaţii Bistriţei	46 (%)	38 (83)		8 (17)	47 (%)	47 (100)			40 (%)	40 100			47 (%)	30 (64)	7 (15)	10 (21)
22	Geaca 2 *****	46 (%)	46 (100)			41 (%)	19 (46)		22 (54)	42 (%)	36 (86)		6 (14)	47 (%)	42 (89)		5 (11)
23	Găbud - AB	17 (%)	17 (100)			47 (%)	41 (87)		6 (13)	43 (%)	43 100			50 (%)	18 (36)		32 (64)

24	Galbeni Iaşi	52 (%)	46 (88)		6 (12)	42 (%)	26 (62)		16 (38)	44 (%)	33 (75)		11 (25)	50 (%)	44 (88)	6 (12)		
25	Gilău *	29 (%)	19 (66)		10 (34)	39 (%)	26 (67)		13 (33)	42 (%)	37 (88)		5 (12)	42 (%)	37 (88)		5 (12)	
26	Isla	29 (%)	29 (100)			42 (%)	28 (67)		14 (33)	40 (%)	24 (60)		16 (40)	40 (%)			40 (100)	
27	Ighiu	36 (%)	9 (25)		27 (75)	41 (%)	35 (85)		6 (15)	44 (%)	38 (86)		6 (14)	46 (%)	46 (100)			
28	Lancrăm	36 (%)	11 (31)		25 (69)	41 (%)	12 (29)		29 (71)	51 (%)	34 (67)		17 (33)	50 (%)	50 (100)			
29	Miercurea Sibiu	36 (%)	27 (75)		9 (25)	44 (%)	39 (87)		5 (13)	36 (%)	31 (86)		5 (14)	48 (%)	5 (10)		43 (90)	
30	Mărtineşti	42 (%)	30 (71)		12 (29)	49 (%)	44 (90)		5 (10)	42 (%)	34 (81)		8 (19)	39 (%)	8 (21)		31 (79)	
31	Mihai Viteazu	34 (%)	25 (73)		9 (27)	45 (%)	40 (89)		5 (11)	41 (%)	36 (88)		5 (12)	41 (%)	19 (46)		22 (54)	
32	Morău *	50 (%)	41 (82)		9 (18)	51 (%)	42 (82)		9 (18)	39 (%)	22 (56)		17 (44)	51 (%)	39 (76)		12 (24)	
33	Orheiu Bistriţei*	50 (%)	27 (54)		23 (46)	40 (%)	20 (50)		20 (50)	48 (%)	30 (63)		18 (37)	52 (%)	24 (46)		28 (54)	
34	Prejmer	37 (%)	30 (81)		7 (19)	40 (%)	32 (80)		8 (20)	47 (%)	42 (89)		5 (11)	46 (%)	36 (78)		10 (22)	
35	Răzoare	44 (%)	39 (89)		5 (11)	40 (%)	40 (100)			47 (%)	47 100			50 (%)	50 (100)			
36	Seini	43 (%)	14 (33)		29 (67)	44 (%)	10 (23)		34 (77)	45 (%)	15 (33)		30 (67)	48 (%)	24 (50)		24 (50)	
37	Sighişoara	31 (%)	31 (100)			40 (%)	23 (58)		17 (42)	46 (%)	23 (50)		23 (50)	46 (%)	30 (65)		16 (35)	

38	Sânmiclăuș	40 (%)	30 (75)	10 (25)		40 (%)	20 (50)		20 (50)	49 (%)	32 (65)		17 (35)	45 (%)			45 (100)
39	Sântana de Mureș	43 (%)	35 (81)		8 (19)	47 (%)	35 (74)		12 (26)	45 (%)	35 (78)		10 (22)	49 (%)			49 (100)
40	Stupini	41 (%)	6 (15)	5 (12)	30 (73)	41 (%)	32 (78)		9 (22)	39 (%)	29 (74)		10 (26)	39 (%)	31 (79)	8 (21)	
41	Susenii Bârgăului	36 (%)	36 (100)			43 (%)	17 (40)		26 (60)	48 (%)	48 100			44 (%)	44 (100)		
42	Sângeorgiu de Mureș	44 (%)	44 (100)			46 (%)	39 (85)		7 (15)	37 (%)	19 (51)		18 (49)	43 (%)	43 (100)		
43	Șona	47 (%)	47 (100)			49 (%)	44 (90)	5 (10)		36 (%)	29 (81)		7 (19)	48 (%)	48 (100)		
44	Satu Mare B163-84	51 (%)	51 (100)			47 (%)	42 (89)	5 (11)		32 (%)	32 100			47 (%)	47 (100)		
45	Șăulia de Câmpie	46 (%)	46 (100)			47 (%)	38 (81)		9 (19)	45 (%)	38 (84)		7 (16)	46 (%)	46 (100)		
46	Șibot – Alba*					36 (%)	26 (72)		10 (28)					49 (%)	41 (84)		8 (14)
47	Șoarș - Brașov	41 (%)	41 (100)			39 (%)	39 (100)			34 (%)	19 (56)		15 (44)	48 (%)	48 (100)		
48	Ungheni*	35 (%)	35 (100)			44 (%)	39 (89)	5 (11)		40 (%)	40 100			43 (%)	43 (100)		
49	Valea Largă	44 (%)	44 (100)			44 (%)	35 (80)		9 (20)	41 (%)	24 (59)		17 (41)	48 (%)	48 (100)		
50	Vinerea – Alba*	52 (%)	52 (100)			50 (%)	41 (82)	9 (18)		36 (%)	29 (81)		7 (19)	49 (%)	49 (100)		
51	Zau de Câmpie	51 (%)	51 (100)			39 (%)	39 (100)			38 (%)	13 (34)		25 (66)	41 (%)	41 (100)		

52	Zagra	43 (%)	43 (100)			38 (%)	38 (100)			42 (%)	42 (100			39 (%)	39 (100)		
53	Zetea (B 147-84)	40 (%)	40 (100)			42 (%)	29 (69)		13 (31)	34 (%)	7 (21)		27 (79)	41 (%)	41 (100)		

*Populații locale colectate în perioada 2010-2013

5.3.2.Sinteza reacției populațiilor (provenienților) locale la testarea pe trei tipuri de citoplasmă (T, C, M)

Sinteza reacției populațiilor locale la testarea pe trei tipuri de androsterilitate citoplasmatică (cms) este prezentată în Tabelul 5.26.

Reacția populațiilor locale în interacțiune cu o sursă „cms T" este prezentată în Tabelul 5.26. Din cele 52 de populații testate un număr de 16 (30.8%) au menținut androsterilitatea în proporție de 100%. Restaurarea totală a fertilității polenului s-a înregistrat doar în cazul unei singure populații (Câmpeni); trebuie menționat că aceasta menține, în totalitate androsterilitatea de tip „cms ES", „cms C" și „cms M".

Având în vedere că populația Câmpeni provine dintr-o zonă în care porumbul este mai puțin cultivat putem aprecia că această varietate locală a fost mai puțin influențată de polenizarea cu polen de la alte tipuri de germoplasmă de porumb.

Populațiile locale la care s-au identificat gene recesive pentru menținerea androsterilității (cms) de tip „T", dar și de restaurare totală (Rf) au fost în proporție de 50.0% (26 populații). La 13.5% din populațiile testate (7 populații) s-a observat prezența genelor de menținere parțială (cms+pRf+Rf).

Se poate concluziona că populațiile locale testate pot constitui surse de germoplasmă pentru menținerea andorsterilității de tip „T", dar la majoritatea populațiilor se regăsesc și genele de restaurare totală Rf_1Rf_1, Rf_2Rf_2.

Sinteza rezultatelor pentru comportarea a 52 de populații locale testate pe surse de androsterilitate de tip „cms ES" este prezentată în Tabelul 5.26.

Tabelul 5. 26.

Sinteza rezultatelor privind comportarea unor populații (proveniențe) locale la androsterilitate de tip: cms-T, cms-ES, cms-C, cms-M

Specificație	Număr populații/procent din total (52 populații)			
Tipul de cms	**cms-T**	**cms-ES**	**cms-C**	**cms-M**
Menținere androsterilitate (cms 100%)	16 / 30.8%	7 / 13,5%	11 / 21,2%	17 / 32.7%
Restaurare androsterilitate (Rf 100%)	1 / 1,9%	1 / 1,9%	-	5 / 9,6%
Menținere + restaurare parțială (cms+pRf)	1 / 1,9%	6 / 11,5%	-	3 / 5,8%
Menținere + restaurare parțială + restaurare totală (cms+pRf+Rf)	7 / 13,5%	2 / 3,8%	2 / 3,8%	8 / 15,4%
Menținere + restaurare totală (cms+Rf)	26 / 50.0%	34 / 65.5%	37 / 71,2%	18 / 34,6%
Restaurare totală + restaurare parțială (Rf + pRf)	-	2 / 3,8%	2 / 3,8%	1 / 1,9%
Restaurare parțială (pRf)	1 / 1,9%	-	-	-

Un număr de șapte populații au avut în totalitate genele recesive (cms), menținând în totalitate androsterilitatea de tip „ES”. Doar la o Populație s-a constatat existența în totalitate a genelor de restaurare totală (Rf) a androsterilității „cms ES” (populația de Firtănuș).

Cele mai multe cazuri (35-66,0%) s-au înregistrat pentru populațiile locale la care genele de menținere și cele de restaurare s-au regăsit concomitent; în cele mai multe situații, preponderente au fost genele de menținere a androsterilității. S-au înregistrat situații (2-3,7%) în care erau prezente doar genele de restaurare totală și restaurare parțială.

Pentru încrucișările populațiilor locale cu sursa „C” de androsterilitate citoplasmatică sinteza rezultatelor este prezentată în Tabelul 5.18. Menținerea androsterilității în proporție de 100% s-a observat la un număr de 11 populații (21,2%).

Nici una dintre populații nu a restaurat în totalitate fetilitatea polenului, în schimb un număr de 37 de populații locale (71,2%) au avut genele de menținere și restaurare totale a fertilității, două populații, genele de restaurare totală și parțială și alte două populații genele de menținere, restaurare totală și restaurare parțială.

Se poate concluziona că populațiile locale, în încrucișări cu surse de citoplasmă de tipul „C” („cmc ES” și „cms C”), reacționează aproape la fel (nu identic), cele mai multe dintre populații fiind încadrate în grupele de: menținere + restaurare totală a fertilității polenului și de menținere totală a androsterilității.

În cadrul populațiilor testate pot fi identificate surse de germoplasmă pentru menținerea androsterilității, dar și surse pentru restaurarea totală a fertilității polenului pentru tipul de androsterilitate „C” reprezentat de „cms C” și „cms ES”.

Sinteza rezultatelor pentru reacția populațiilor locale testate la încrucișări (sursa de germoplasmă de tip „M”) este prezentată în Tabelul 5.26.

La acest tip de androsterilitate citoplasmatică s-a determinat cel mai mare număr de populații locale care mențin androsterilitatea – 18 (34,6%) și cel mai ridicat număr de populații locale care restaurează în totalitate 5 populații locale (9,6%). Și la acest tip de androsterilitate un număr ridicat din populațiile testate (18-34,0%) au în componență

genele de menținere, dar și de restaurare totală a androsterilității de tip „Moldovenesc”.

Un număr de șapte populații locale (11,5%) dețin concomitent genele de menținere, restaurare totală și restaurare parțială a androsterilității de tip „M”.

Se poate concluziona că în cadrul populațiilor locale testate există surse de germoplasmă pentru menținerea și restaurarea totală a androsterilității de tip „M”. Prin faptul că restaurarea fertilității de tip „M” este condiționată doar de o pereche de genă majore (Rf_3Rf_3) și de gene minore, reacția populațiilor locale testate, la acest tip de androsterilitate citoplasmatică, a fost într-o anumită măsură diferită de celelalte tipuri de citoplasmă testate.

O remarcă specială ar trebui să se facă cu privire la populațiile locale „Zagra” și „Răzoare”, care mențin toate cele trei tipuri de androsterilitate citoplasmatică.

Populația de Câmpeni este singura proveniență care s-a dovedit a avea genele de restaurare a androsterilității de tip T în stare homozigotă (Rf_1Rf_1, Rf_2Rf_2), dar menține în totalitate androsterilitatea la tipurile „C” „ES” și „M”

5.4. Studiul potențialului fenotipic (*per se*) și genetic al unor linii consangvinizate obținute din material de ciclul I, într-un sistem de încrucișări ciclice cu testeri (linii consangvinizate elite)

Pericolul vulnerabilității genetice face ca amelioratorii să se reîntoarcă la vechile soiuri și populații, utilizându-le pe acestea ca materiale inițiale în crearea liniilor consangvinizate (Troyer, 1999, 2001).

În studiul asupra variabilității populațiilor locale, o atenție deosebită s-a acordat verificării valorii genetice a acestora, respectiv a capacității de combinare a provenienţelor remarcate ca valoroase prin caracterele lor fenotipice. Într-un studiu efectuat de Căbulea și colab. (1975), hibrizii realizați prin încrucișarea între populații locale și 2-3 testeri – hibrizi simpli, au scos în evidență specificitatea germoplasmei locale de a reacționa printr-un intens efect heterozis.

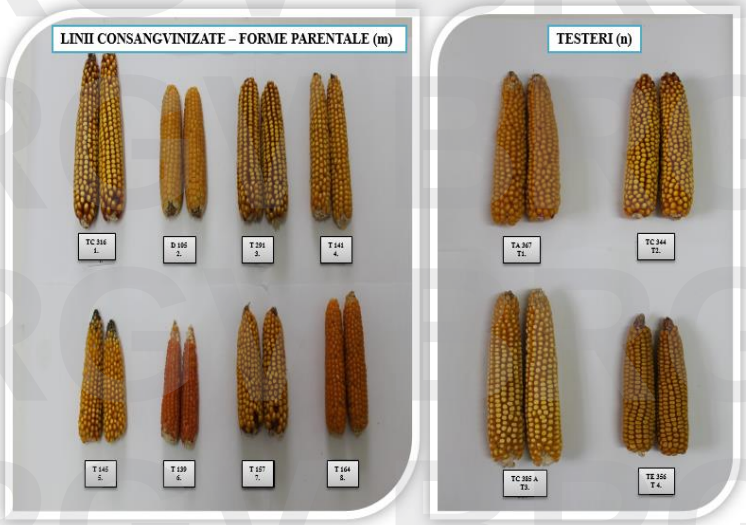
Pentru studiul asupra variabilităţii genetice a unor linii consangvinizate (Tabelul 5.5) create din material iniţial de Ciclul I (30 linii), precum şi din material de Ciclul I ameliorat (38 linii), din colecţia de linii consangvinizate de la S.C.D.A. Turda, au fost selectate opt linii consangvinizate (Tabelul 5.27).

5.4.1. Studiul *per se* al liniilor consangvinizate, forme parentale, în sistemul de încrucișări „mxn”(8x4)

În urma testării unor linii consangvinizate create din material inițial de ciclul I încrucișate cu testeri- linii consangvinizate s-a observat că acestea au avut o foarte bună comportare, în privința capacității de producție, dar au transmis o rezistență scăzută la căderea radiculară și frângerea tulpinilor (Haș Voichița și colab., 1999; I. Haș, 2001; Sarca, 2004). Din acest motiv, s-a reluat acest gen de încrucișări pentru a testa existența unor linii consangvinizate elită, care pe lângă capacitatea de producție să poată conduce la obținerea unor hibrizi rezistenți la frângere și cădere.

Pentru a putea pune în evidență comportarea liniilor consangvniate și transmiterea unor caractere (capacitatea generală de combinare) în crearea de hibrizi, s-au realizat hibrizii între opt linii consangvinizate de ciclul I (linii realizate direct din material local) și patru linii tester de ciclul II. În 3 ani experimentali, au fost studiate, în paralel atât cele 12 linii consangvinizate parentale (fig. 5.25.) folosite la încrucișări (forme parentale) cât și 32 hibrizi simpli, realizați în cadrul unui sistem de încrucișări ciclice (8 linii consangvinizate cu

origine în material de ciclul I x 4 linii consangvinizate elită, utilizate ca testeri).



(Poze originale)

Fig. 5.25. Liniile consangvinizate parentale din sistemul „m x n”

Fiecare dintre aceste două entități au fost studiate în câte o cultură comparativă, în trei repetiții, în trei ani experimentali. Rezultatele experimentule privind comporatarea *per se* a liniilor consangvinizate sunt prezentate în Tabelul 5.28.

Tabelul 5.27.

Originea liniilor consangvinizate, forme parentale, din sistemul de încrucişări ciclice m x n (8 x 4)

Nr. crt.	Linia consangvinizată	Originea liniilor consangvinizate
Linii consangvinizate studiate (m)		
1	TC 316	S 54 (populaţie Smolice - Polonia) x Mo17
2	D105	Populaţie indurata (I) din sudul Germaniei
3	T 291	Populaţie de Ungheni
4	T 141	Populaţie de Copşa Mică
5	T 145	ICAR 54 x Românesc de Studina (soi x soi)
6	T 139	Portocaliu de Târgu Frumos (soi)

7	T 157	Populaţie de Dumbrăvioara
8	T 164	Populaţie de Batoş
Linii consangvinizate tester (n)		
9	TA 367	F32 x F 19
10	TC 344	Selecţie din hibrid comercial
11	TC 385 A	Syn. SRR - Comp. B
12	TE 356	Selecţie din hibrid comercial

În Tabelul 5.28. sunt prezentate valorile medii (/trei ani) şi diferenţele corespunzătoare genotipurilor, pentru cele zece caractere.

Producția medie de boabe (per se) a celor opt linii luate în studiu, înregistrată în cei trei ani experimentali, a fost de 3535,6 kg/ha. Linia consangvinizată T 291 (sel. din populația de Ungheni) a realizat o producție medie de 4700 kg/ha, depășind producția celorlalte linii create din material de ciclul I, acestea având producții cuprinse între 1089,5 kg/ha (T 145) și 3400 kg/ha (D105) (Tabelul 5.28).

Deoarece recoltarea s-a facut în prima decadă a linii octombrie în fiecare din cei trei ani experimentali, liniile consangvinizate au fost ajunse la maturitate. Procentul mediu de substanță uscată în boabe la recoltare a fost de 81,3% cu valori cuprinse între 78,2% (T 191) și 84,7% (T 139). Amplitudinea conținutului de substanță uscată în boabe la recoltare a fost mai mare la liniile consangvinizate de ciclul I (78,2 – 84,7%), decât la liniile consangvinizate de ciclul II (78,9 – 82,8%) (Tabelul 5.28).

Una din problemele mari ale liniilor consangvinizate de ciclul I este legată de slaba rezistență la frângerea și căderea tulpinilor. Media plantelor frânte sub știulete a fost de 23,8%; la liniile de ciclul II procentul de plante frânte a fost cuprins între 20,7% (TC 385 A) și 15,0% (TC 344), pe când la liniile de ciclul I, între 40,1% (T 157) și 14,6% (T 141) (Tabelul 5.28).

Valoarea medie a greutății știuleților a fost de 73,9 g; valorile minime înregistrate au fost de 29,7 g la T 139 și 31,7 g la T 145, iar cele maxime de 111,1 g la TC 385 A și 112,6 g la TC 316. Valori ale

greutății știuleților de peste 100 g s-au înregistrat la TC 344 și T 291(Tabelul 5.28).

Lungimea medie a știuletelui a fost de 12,9 cm, valori cuprinse între 8,6 cm (T 157) și 17,4 cm (TC 316). Pentru liniile consangvinizate de ciclul I, lungimea știuletelui a fost cuprinsă între 8,6 cm (T 157) și 17,4 cm (TC 316). Practic surprinde lungimea mare a știuletelui la TC 316, dar această linie face parte din aceeași grupă de germoplasmă cu TC 385 A. La celelalte linii consangvinizate de ciclul I, lungimea știuletelui este mai redusă față de media experienței (Tabelul 5.28).

Numărul de rânduri de boabe pe știulete a avut o valoare medie de 13,9, fiind cuprins între 11,9 la liniile consangvinizate D 105 și T 139 și 17,2 la TA 367. Valorile superioare mediei, semnificative statistic, s-au înregistrat la liniile de ciclul II, și la linia de ciclul I, T 157. Valorile cele mai reduse pentru numărul de rânduri s-au înregistrat la D105, T 139 cu 11,9 și T 141 cu 12,1 (Tabelul 5.28).

Caracterul numărul de boabe/rând este strâns corelat cu lungimea știulelui. Valorile pentru acest caracter au fost cuprinse între 15,7 la T 145 și 31,3 la TC 385 A, cu o valoare medie de 24,6. Se poate constata faptul că la acest caracter și la numărul de rânduri de boabe pe știulete, s-au înregistrat cele mai mari progrese în selecție, în perioada 1965 – 2010 (Tabelul 5.28).

MMB-ul a avut valori cuprinse între 86,9 g la T 139 (linie consangvinizată din convarietatea microsperma, obținută din soiul Portocaliu de Târgu Frumos) și 271,6 g la T 291 (linie consangvinizată creată din populația locală de Ungheni). Cu valori semnificative statistic peste media de 199,6g s-au situat următoarele linii consangvinizate: T 291, TC 316, TC 385 A și TC 344. Valori inferioare statistic mediei s-au înregistrat la liniile consangvinizate T 139, T 145 și T 164 (Tabelul 5.28).

Valoarea medie a profunzimii bobului, pe ansamblul formelor parentale a fost de 0,68 cm, cu valori medii cuprinse între 0,55 cm la linia consangvinizată T 164 și 0,79 cm la linia consangvinziată T 291.

Cele mai ridicate valori pentru acest caracter s-au determinat la T 291 (0,79*) și TE 356 (0,57*), iar cele mai reduse la: T 164 ($0,55^0$), T 141 ($0,57^0$) și T 139 ($-0,10^0$).

Randamentul mediu al boabelor pe știulete a fost de 73,9%, cu valori cuprinse între 65,5% la T 145 și 81,2% la TE 356. Valori semnificative statistic, mai reduse sau mai mari față de media experienței, s-au înregistrat la: T 145 (65,5%), T 139 (68,7%), TA 367 (79,2%) și TE 356 (81,2%) (Tabelul 5.28).

Valorile pentru caracterele analizate la liniile consangvinizate sunt în limite normale pentru această categorie de cultivare, având în vedere plasticitatea mai redusă a acestora față de condițiile de mediu și faptul că unul din anii experimentali a fost nefavorabil culturii porumbului, fapt ce s-a reflectat mai ales asupra unor valori ale caracterelor pentru capacitatea de producție, inclusiv asupra acesteia.

5.4.2. Potențialul genetic al liniilor consangvinizate din material de ciclu I

Studiile privind potențialul genetic al germoplasmei locale au apărut ca necesare pe măsură ce s-a perfecționat activitatea de creare a hibrizilor. Aceste studii reprezintă o etapă relativ superioară a lucrărilor constituind trecerea de la ameliorarea clasică bazată pe studiul fenotipic la cea bazată pe o largă utilizare a principiilor de genetică aplicată.

Ținând cont că materialele inițiale folosite în prezent la crearea liniilor consangvinizate, diferă profund în ceea ce privește capacitatea lor de a transmite caracterele valoroase, un program sistematic de evaluare a acestor caracteristici s-a început la stațiunea Turda (Căbulea și colab., 1975). În acest scop, au fost utilizate metode genetice adecvate de separare a variațelor genetice care permit evaluarea acțiunilor aditive și neaditive și implicit coeficienții de ereditate corespunzători diferitelor caractere importante.

Tabelul 5.28.

Valorile „*per se*" pentru unele caractere agronomice și de producție la liniile consangvinizate de ciclul I și II din sistemul de încrucișări „m x n " (8 x 4)

Nr crt	Caracterul		Linii consangvinizate „ m"								Linii tester „n"				Media	DL 5%
		a ±	TC 316	D 105	T 291	T 141	T 145	T 139	T 157	T 164	TA 367	TC 344	TC 385A	TE 356		
1	Productia de boabe(kg/ha)	a	5280	3400	4718	1921	1090	1639	2242	2623	4702	4207	5483	5124	3536	250
		±	(1744)	-136)	1182)	(-1615)	-2446)	-1897)	(-1294)	(-913)	(1166)	(671)	(1947)	(1588)		
2	Greutate știulete (g)	a	112.6	63.6	101.9	46.3	31.7	29.7	49.6	55.3	99.4	105.5	111.1	80.5	73.9	5.81
		±	(38.7)	-10.3)	(28.0)	(-27.6)	(-42.3)	(-44.3)	(-24.4)	(-18.6)	(25.5)	(31.5)	(37.2)	(6.5)		
3	Lungime știulete (cm)	a	17.4	11.2	12.3	12.5	9.2	10.7	8.6	12.2	15.5	15.6	17.1	12.8	12.9	0.6
		±	(4.5)	(-1.8)	(-0.6)	(-0.4)	(-3.8)	(-2.3)	(-4.3)	(-0.7)	(2.6)	(2.7)	(4.1)	(-0.1)		
4	Număr rânduri	a	13.5	11.9	13.4	12.1	14.2	11.9	14.8	13.6	17.2	16.8	13.3	14.6	13.9	0.7
		±	(-0.5)	(-2.0)	(-0.5)	(-1.8)	(0.3)	(-2.0)	(0.8)	(-0.4)	(3.3)	(2.9)	(-0.6)	(0.6)		
5	Nr. boabe /rând	a	29.3	23.3	24.2	19.2	15.7	23.8	17.2	25.5	28.4	27.1	31.3	29.5	24.6	1.5
		±	(4.8)	(-1.2)	(-0.3)	(-5.4)	(-8.8)	(-0.7)	(-7.3)	(0.9)	(3.8)	(2.5)	(6.8)	(4.9)		
6	MMB (g)	a	247.3	195.8	271.6	207.8	131.8	86.9	208.2	170.7	198.7	238.8	246.5	191.6	199.6	16.0
		±	(47.6)	(-3.8)	(71.9)	(8.2)	(-67.9)	(-112.8)	(8.6)	(-28.9)	(-0.9)	(39.2)	(46.9)	(-8.1)		
7	Profunzime bob (cm)	a	0.73	0.72	0.79	0.57	0.65	0.58	0.69	0.55	0.70	0.71	0.71	0.77	0.68	0.09
		±	(0.05)	(0.04)	(0.11)	(-0.11)	(-0.03)	(-0.10)	(0.01)	(-0.13)	(0.02)	(0.03)	(0.03)	(0.09)		
8	Randament boabe (%)	a	75.5	0.72	71.4	68.8	65.5	68.7	71.7	75.8	79.2	76.0	76.6	81.2	73.9	5.1
		±	(1.6)	(0.04)	(-2.5)	(-5.1)	(-8.4)	(-5.2)	(-2.2)	(1.9)	(5.3)	(2.2)	(2.7)	(7.4)		
9	Plante nefrânte la recoltare (%)	a	75.8	69.3	70.8	85.4	79.6	66.6	59.9	77.9	79.9	85.0	79.3	84.6	76.2	5.7
		±	(-0.4)	(-6.9)	(-5.4)	(9.2)	(3.5)	(-9.6)	(-16.2)	(1.7)	(3.8)	(8.8)	(3.1)	(8.5)		
10	Substanța uscată în boabe la recoltare (%)	a	79.9	80.1	78.2	81.5	84.2	84.7	81.6	82.2	81.2	78.9	80.4	82.8	81.3	1.2
		±	(-1.4)	(-1.3)	(-3.2)	(0.2)	(2.9)	(3.4)	(0.3)	(0.9)	(-0.2)	(-2.4)	(-0.9)	(1.5)		

a = *valorile per se'* ± față de medie

5.4.2.1. Studiul capacității generale și specifice de combinare a unor linii provenite din germoplasma locală pentru capacitatea de producție

Capacitatea de producție a celor 32 de genotipuri studiate (opt linii de ciclul I x patru linii de ciclul II) a fost cuprinsă între 6249,6 kg/ha la hibridul T145 x TA 367 și 9582,1 kg/ha la hibridul T 291 x TC 385 A. Existența în sistemul de încrucișări a cinci hibrizi simpli cu producție de peste 9.000 kg/ha, indică potențialul la astfel de încrucișări între linii de ciclul I și linii consangvinizate elită (de ciclul II). Încrucișările remarcate au fost: T 291 x TA 367, T 291 x TC 385 A, TC 316 x TE 356, D 105 x TE 356, T 291 x TE 356. Dintre liniile testate au transmis producții mai ridicate: T 291 (9095,10 kg/ha), TC 316 (8573,00 kg/ha), D 105 (8240,78 kg/ha) și T 157 (8048,05 kg/ha), dar numai linia T 291 a avut un efect genic aditiv distinct semnificativ (+1232,32 kg/ha).

Tabelul 5.29

Efectele genetice aditive ($\hat{g}_m$, $\hat{g}_n$) și neaditive ($\hat{s}_{ij}$) implicate în determinismul producția de boabe

Nr. crt.	Linia ♀ / Linia ♂	TA 367	TC 344	TC 385 A	TE 356	$\hat{g}_m$
		$\hat{s}_{ij}$				
1	TC 316	271.36	564.17	608.24	1397.12**	710.22
2	D 105	-60.84	231.94	276.02	1064.89*	378.00
3	T 291	793.46	1086.27*	110.34**	1919.22**	1232.32**
4	T 141	-928.94 ^{0}	-636.13	-592.06	196.82	-490.08
5	T 145	-1174.97^{00}	-882.16 ^{0}	-838.08 ^{0}	-49.21	-736.10
6	T 139	-1141.77^{00}	-848.96 ^{0}	-804.88	-16.01	-702.90
7	T 157	-253.59	39.22	83.29	872.17*	185.27
8	T 164	-1015.59 ^{0}	-722.78	-678.71	110.17	-576.73
$\hat{g}_n$		-438.87	-146.05	-101.98	686.90	

DL 5% = 837.24; DL 1% = 1104.99; DL 0.1% = 1422.46

5.4.2.2. Studiul mecanismelor genetice implicate în acumularea de substanță uscată în boabe, la recoltare

Conținutul de substanță uscată în boabe la recoltare a fost, în medie, pentru cei 32 de hibrizi de 81,43%, iar cea mai mare valoare s-a înregistrat la hibridul T 141 x TE 356 (83,8%). Testerul care a transmis cea mai scăzută umiditate în boabe, la recoltare, a fost TE 356, iar dintre liniile testate T 145 a avut cel mai ridicat conținut mediu de substanță uscată în boabe la recoltare (Tabelul 5.30.).

Tabelul 5.30

Efectele genetice aditive ($\hat{g}_m$, $\hat{g}_n$) și neaditive ($\hat{s}_{ij}$) implicate în determinismul acumularea substanței uscate în boabe

Nr. crt.	Linia ♀	TA 367	TC 344	TC 385 A	TE 356	$\hat{g}_m$
	Linia ♂	$\hat{s}_{ij}$				
1	TC 316	-2.97 ^{000}	-1.88 ^{000}	-1.89 ^{000}	-0.37	-1.78 ^{00}
2	D 105	-1.62 ^{000}	-0.53	-0.54	0.98 *	-0.43
3	T 291	-2.02 ^{000}	-0.93 ^{0}	-0.94 ^{0}	0.58	-0.83 ^{0}
4	T 141	-0.34	0.74	0.73	2.26 ***	0.85 *
5	T 145	0.23	1.32	1.31***	2.83 ***	1.42 ***
6	T 139	-0.84 ^{0}	0.24	0.23	1.76 ***	0.35
7	T 157	-0.64	0.44	0.43	1.96 ***	0.55
8	T 164	-1.32 ^{000}	-0.23	-0.24	1.28 ***	-0.13
$\hat{g}_n$			-1.19 ^{00}	-0.10	-0.12	1.41 ***

DL 5% = 0.76; DL 1% = 1.00; DL 0.1% = 1.28

Se poate observa că liniile care au transmis o capacitate mai ridicată de producţie, au transmis şi o umidiate mai ridicată la recoltare; se confirmă şi în acest caz corelaţia între producţia mare şi perioada de vegetaţie mai lungă (CĂBULEA şi colab., 1981; HALLAUER şi MIRANDA, 1981; HAŞ, 2001; SARCA, 2004). În Tabelul 5.30 se pot observa şi interacţiunile nealelice semnificative statistic.

Se poate concluziona, că în cazul determinismului genic al perioadei de vegetaţie, exprimat prin substanţa uscată în boabe la recoltare, sunt implicate atât acţiunile genice aditive, cât şi cu preponderenţă acţiunile genice neaditive

5.4.2.3. Mecanismele genice implicate în transmiterea rezistenței plantelor la frângere și cădere, la recoltare

Rezistenţa la frângere şi cădere este un caracter complex, în exprimarea fenotipică a acestuia fiind implicaţi şi factori genetici, dar şi o multitudine de factori abiotici (Nagy Elena, 2004).

La populaţiile locale şi implicit la liniile consangvinizate obţinute din acestea una dintre problemele cele mai dificile este transmiterea rezistenţei reduse la frângerea tulpinilor şi slaba rezistenţă la căderea radiculară. Din acest motiv este nevoie, pentru liniile de ciclul I, care transmit capacitate ridicată de producţie, să se găsească un partener de încrucișare cu care să realizeze un hibrid cu o bună rezistenţă la cădere şi frângere.

Procentul de plante nefrânte sub știulete a fost în medie de 74,7%, (Tabelul 5.3.1.) destul de redus având în vedere că pentru hibrizii comerciali această valoare trebuie să fie peste 90% (Grecu și Haș, 2001). Valorile minime și maxime pentru cei 32 de hibrizi simpli au fost cuprinse între 62,9% la hibridul T 291 x TC 385 A (hibridul cu capacitatea de producție cea mai ridicată) și 89,7% la hibridul T 164 x TE 356. Dintre liniile testate cel mai ridicat procent de plante nefrânte s-a înregistrat la TC 316 (80,3%), iar cel mai scăzut T 291 (70,7%) (Tabelul 5.31). Trebuie remarcat faptul că linia T 291, a transmis la nivelul capacității generale de combinare, cea mai ridicată capacitate de producție (Tabelul 5.29.).

La nivelul capacității generale de transmitere a rezistenţei la frângere şi cădere, doar linia tester TE 356 a avut acțiuni genice aditive distinct semnificative statistic (+11,09%**) (Tabelul 5.32.); șase dintre hibrizii obținuți cu această linie tester au realizat acțiuni genice

neaditive cu semnificație statistică; trebuie remarcat faptul că unii dintre hibrizii obținuți cu această linie tester au avut și producții ridicate. În concluzie, pentru liniile de ciclul I avem nevoie de astfel de linii – partener care să îmbine în același genotip transmiterea de rezistență la frângere și cădere și capacitate de producție ridicată.

Tabelul 5.31.

Capacitatea generală ($\hat{g}_m$, $\hat{g}_n$) și specifică ($\hat{s}_{mn}$) de combinare pentru plante nefrânte la sistemul de încrucișări ciclice (m x n) (8 linii consanvginizate x 4 testeri x 3 ani)

Nr. crt.	Specificare	TA 367	TC 344	TC 385 A	TE 356	$\hat{g}_m$
		$\hat{s}_{mn}$				
1	TC 316	79.3	82.1	74.3	85.6	80.3
2	D 105	69.2	68.4	72.2	83.9	73.4
3	T 291	63.7	72.5	62.9	83.7	70.7
4	T 141	64.0	74.3	69.2	88.9	74.1
5	T 145	69.1	71.8	70.5	88.0	74.9
6	T 139	70.1	76.4	70.5	85.5	75.6
7	T 157	70.0	66.1	67.8	80.9	71.2
8	T 164	68.3	77.3	73.7	89.7	77.3
$\hat{g}_n$		69.2	73.6	70.1	85.8	74.7

DL 5% = 7.34 DL 1% = 9.68 DL 0.1% = 12.47

Procentul de plante nefrânte sub știulete a fost semnificativ inferior la liniile de ciclul I, în comparație cu cele de ciclul II; excepție au făcut T 141 și T 145, la care producțiile realizate au fost semnificativ inferioare tuturor celorlalte linii testate (nerealizându-se producția, tulpina rămâne solidă, nu se translocă substanțele nutritive în știulete).

Tabelul 5.32.

Efectele genetice aditive ($\hat{g}_m$, $\hat{g}_n$) și neaditive ($\hat{s}_{ij}$) implicate în determinismul plante nefrânte

Nr. crt.	Specificare	TA 367	TC 344	TC 385 A	TE 356	$\hat{g}_m$
		$\hat{s}_{ij}$				
1	TC 316	0.17	4.57	1.09	16.73***	5.64
2	D 105	-6.73	-2.33	-5.81	9.83**	-1.26
3	T 291	-9.46	-5.06	-8.53	7.11	-3.98
4	T 141	-6.06	-1.66	-5.13	10.51**	-0.58
5	T 145	-5.31	-0.91	-4.38	11.26**	0.17
6	T 139	-4.53	-0.13	-3.61	12.03**	0.94
7	T 157	-8.96	-4.56	-8.03	7.61	-3.48
8	T 164	-2.91	1.49	-1.98	13.66***	2.57
	$\hat{g}_n$	-5.47	-1.07	-4.55	11.09**	

DL 5% = 7.34; DL 1% = 9.68; DL 0.1% = 1

5.5. Studiul unor linii consangvinizate obținute din material de ciclul I, cu ajutorul markerilor moleculari SSR și încadrarea acestora, în grupe de germoplasmă

Crearea pe plan mondial a unor hibrizi de porumb foarte performanți, a adus creșteri semnificative ale producției, dar a redus diversitatea genetică, în același timp prin utilizarea în programele de ameliorare a unui număr redus de linii consangvinizate elite. În consecință, amelioratorii și-au îndreptat atenția către colecțiile naționale de germoplasmă create (stabilite) cu zeci de ani în urmă în multe țări, deoarece acestea pot conține variații alelice care s-ar putea dovedi, ca surse utile pentru ameliorări viitoare. Aceste colecții sunt compuse în principal din linii consangvinizate, care provin din populații locale bine adaptate, cu polenizare liberă. Ca urmare, la Laboratorul de ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Turda s-au inițiat în colaborare cu Institutul de Cercetări Biologice (ICB) Cluj-Napoca, studii cu

ajutorul markerilor moleculari SSR, având ca scop cunoașterea germoplasmei de porumb din Transilvania. La aceste analize moleculare s-au folosit 80 de markeri SSR, răspândiți uniform în întregul genom, pe 82 de linii consangvinizate create la S.C.D.A. Turda, din material de ciclu I, pentru a descifra structura Populației și relațiile existente între acestea și cele 8 linii consangvinizate standarde internaționale, utilizate, inclusiv secvențierile de referință Suteu și colab. (2013).

Rezultatele analizei cu markeri moleculari SSR au evidențiat heterogenitatea populațiilor locale, infuzia de germoplasmă americană în majoritatea populațiilor din Transilvania, cu deosebire a germoplasmei W153R și Minn. 13. Din analiza celor 40 linii consangvinizate prezentate în Tabelul 5.33., la un număr redus de genotipuri a rezultat prezența de 100% a germoplasmei de tip indurat (Fv 2 – indurat precoce; Lo 3 – indurat tardiv): T 139, T 146, T 147, T 148, T 250, T 381. În Figura 5.26 sunt prezentate relațiile de înrudire/diferențiere dintre liniile analizate cu markerii moleculari SSR.

Tabelul 5.33.

Linii consangvinizate de ciclul I, create la S.C.D.A. Turda, analizate cu markeri moleculari SSR

Nr. crt	Linia	Originea materialului inițial ciclul I	Grupa de germoplasmă (% - ponderea germoplasmei)
1	T 20	Populație de **Ungheni**	W153R (100)
2	T 21	Populație de **Batoș**	W153R (85) + Lo3 (15)
3	T 22	Populație de **Cluj** 04	W153R(60)+Minn.13(40)
4	T 23	Populație de **Bălăușan**i	Minn. 13 (100)
5	T 139	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv 2 (100)
6	T 141	Populație de **Copsa Mica**	W153R(10)+Minn.13(90)
7	T 145	ICAR54 x **Romanesc de Studina**	W153R (100)

8	T 146	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv 2 (100)
9	T 147	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv 2 (100)
10	T 148	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv 2 (100)
11	T 155	Populație de **Ungheni**	W153R (100)
12	T 157	Populație de **Dumbravioara**	W153R (100)
13	T 162	Populație de **Dumbravioara**	Minn.13(100)
14	T 164	Populație de **Batos**	W153R (60) + Fv2 (35)
15	T 172	Populație de **Tiriam**	W153R (100)
16	T 250	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv2 (100)
17	T 251	**Ariesan**	Minn.13(100)
18	T 280	Populație de **Ungheni**	Minn.13(100)
19	T 290	Populație de **Cluj**	W153R(50)+Minn.13(50)
20	T 291	Populație de **Ungheni**	W153R (100)
21	T 381	Portocaliu de **Târgu Frumos**	Fv 2 (100)
22	T 382	**Marpod**	W153R(80)+Minn.13(20)
23	TA 307	Pop. **Dragalina**	Minn.13(100)
24	TB 330	**Josenii Bârgăului**	W153R(80)+Minn.13(20)
25	TB 381	Pop. **Iad**	W153R (100)
26	T 433	**Sighet**	Minn.13(100)
27	T 143	WA 260 x **Lapusneac**	Minn.13(100)
28	T 158	(W153RxW37A)xPop.**Mihalt**	W153R(85)+Minn.13(15)
29	T 168	(W41AxW59E)xPop. **Poplaca**	W153R (100)
30	T 169a	(W153RxW37A)xPop. **Mihalt**	W153R (100)
31	T 186	**Cirpan** 96 x VIR 42	W153R(65)+Minn.13(35)
32	T 235	WA 303 x **Galben Timpuriu**	
33	TC 221	(LO 3 x **Syn.1**) x LO 3	Lo 3 (100)
34	TC 248	**Syn. 1** x T 146	W153R (25) + Lo 3 (75)
35	TA309	**Bucerdea** x (A218 x W153R)	W153R (100)
36	TA 308	Pop. **Martinis** x Soi Mexican	W153R (100)
37	TA 398	**Ariesan** x (W153R x W37A)	W153R(80)+Minn.13(20)
38	TC 336	Pop. **Josenii Bargaului** x LO 3	W153R (30) + Fv2 (70)
39	T 442	E 2304 x **Lapusneac**	Minn.13(80) + Fv 2 (20)
40	TA 408	Lo 3 x T 164(sel. Pop. **Batoş**)	W153R (100)

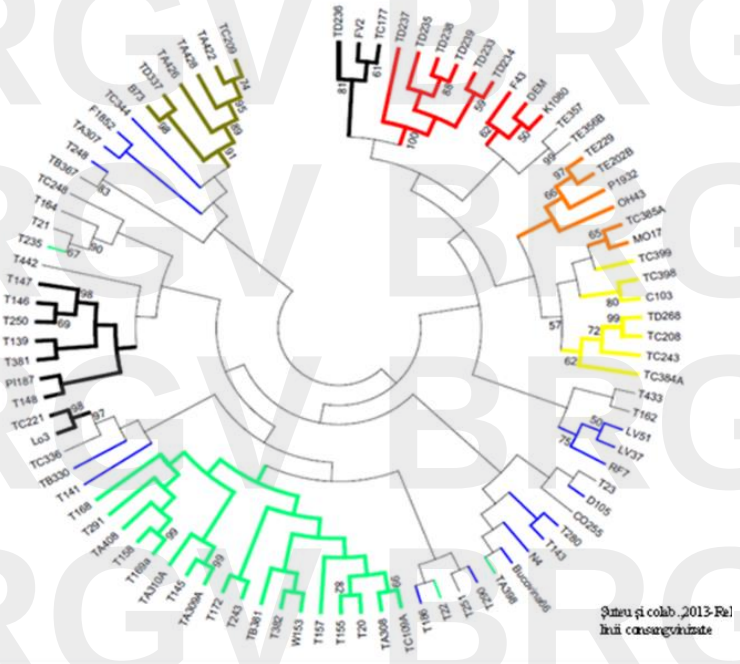


Fig. 5.26. Relația genetică dintre cele 90 de linii consangvinizate

5.6. Concluzii

Din diversitatea problematicei prezentată cu privire la caracteristicile și valorificarea germoplasmei locale, la porumbul din Transilvania, se conturează o serie de concluzii cu caracter particular și general.

Urmare a condițiilor specifice din zonă, care au contribuit la formarea germoplasmei de porumb din Transilvania, aceasta se prezintă cu un specific puternic diversificat cu preponderența populațiilor hibride intervarietale indurata x dentiformis, fapt pus în evidență atât prin studiile fenotipice cât și prin analiza cu markeri moleculari SSR.

Trierea provenienţelor locale, în cursul anilor, a relevat valoarea formelor indurata ca surse pentru rezistența la temperaturi scăzute și calitatea boabelor, precum și a populațiilor intervarietale ce constituie

colecția actuală de germoplasmă din Transilvania, compusă din 69 populații sintetice și 308 proveniențe locale, aflate la S.C.D.A. Turda.

Studiile fenotipice efectuate au scos în evidență valoarea unor caractere și însușiri specifice unor proveniențe, exprimate în mod particular prin adaptarea la condițiile climatice (perioada de vegetație), capacitatea ridicată de producție, elemente de productivitate pozitive (greutatea știuleților și a boabelor de pe știulete, lungimea știuletelui, nr. de rânduri de boabe/ știulete, nr. de boabe/rând, masa 1000 boabe), prezența unor gene favorabile (factori de restaurare – *Rf*, genele *lg*, *o2*, *su-1* etc.).

Între caracteristicile negative observate cu frecvență mai mare, trebuie menționate sensibilitatea la cădere și înrădăcinarea superficială, sensibilitatea la bolile tulpinii și știuletelui, prezența a numeroase gene recesive ce determină deficiențe clorofiliene. Frecvența ridicată a caracterelor negative ale plantelor, se explică prin particularitățile selecției empirice efectuate de către cultivatori, bazată doar pe aspectele fenotipice ale știuleților.

Germoplasma locală sub formă de proveniențe sau linii consangvinizate derivate, manifestă în general o semnificativă capacitate specifică de combinare în interacțiune cu liniile consangvinizate elită.

În crearea liniilor consangvinizate din material inițial de ciclul I, se conturează necesitatea prelucrării prealabile a materialului local, prin metode de ameliorare genetică adecvate.

Deoarece în zonele premontane se constată că se mai cultivă încă forme valoroase locale, apare necesitatea organizării unor acțiuni sistematice de colectare, studiere și conservare a acestora.

BIBLIOGRAFIE

1. **Bernardo**, R., 2003.Parental selection, number of breedin population, and size of population in inbred development. Theor. Appl. Genet. 107 (7): 1252-1256.
2. **Căbulea I., 1987**. Unele aspecte ale orientării lucrărilor de ameliorare a porumbului. Contribuții ale cercetării științifice la dezvoltarea agriculturii. Volum omagial 1957 – 1987. Extras p. 169-187.
3. **Căbulea, I., 2004**. Genetica porumbului În: Porumbul – Studiu monografic, Ed. Academiei Române, 207-310.
4. **Căbulea, I., Lucia Roman, V. Tătaru, C. Grecu 1975**. Germoplasma locală de porumb din Transulvania şu utilizarea ei în lucrările de ameliorare. În Probleme de genetică teoretică şi aplicată vol. VII (1): 57-90.
5. **Căbulea I., C. Ocheşanu, V. Maroşan, 1981**, Cercetări asupra determinismului genetic al pigmenţilor clorofilieni şi carotenoizi din frunzele de porumb. Analele I.C.C.P.T. Fundulea, vol. XLVIII: 15–25.
6. **Căbulea, I., Grecu, C., 1982.** 25 ani (1957-1982) de ameliorare a porumbului hybrid la Staţiunea de Cercetări Agricole Turda. Contrib. ale cerc. şt. la dezv. agric., Volum omagial, p. 243-294.
7. **Ciocăzanu I., 1998**, Cercetări privind caracteristicile genetice ale unor populaţii de porumb autohtone şi utilizarea selecţiei recurente în sporirea valorii de ameliorare a acestora, Teză de doctorat, U.Ş.A.M.V. Bucureşti.
8. **Cristea M., 1972**, Valoarea populaţiilor locale de porumb din Bucovina în crearea de hibrizi timpurii, Teză de doctorat. I.A.N.B. Bucureşti.
9. **Cristea M., 1975**, Germoplasma la porumb, Edit. Ceres, Bucureşti.
10. **Cristea M., 2004**. Rasele de porumb. Capitolul 4. Porumbul – Studiu Monografic, Vol. 1 – Biologia porumbului. Ed. Academiei Române. p 61-84.
11. **Derieux M., R. Bonhomme, 1982**. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results of the european F.A. O. Sub-network: I. Sowing-silking period and II. Period from silking to maturity. Maydica XXVII: 59-96.
12. **Duvick D. N., 1965**. Cytoplasmic pollen sterility in corn. Adv. Gen. 13, 1.
13. **DUVICK N.N., 2005**. Genetic progress in yield of united states maize (Zea mays), Maydica 50 (2005): 193-202.
14. **Duvick D. N., S. W. Noble, 1978**. Current and future use of cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. In: „Maize Breeding and Genetics", Edit. D. B. WALDEN; J. Wiley Interscience –New York,

265-277. Duvick D. N.,2005. Genetic progress in yield of united states maize (*Zea mays*), Maydica 50 (2005): 193-202.
15. **Gracen V. E., 1982**. Types and availability of male sterile cytoplasms. In „Maize for Biological Research": W. F. SHERIDAN (Edit.), 221-224.
16. **Gracen V. E., A. Kheyr-Pour, E. D. Earle, P. Gregory, 1979**. Cytoplasmic inheritance of maile sterillity and pest resistence. Proc. 34-th Ann. Corn Sorg. Res. Conf., 76-91.
17. **Grecu, C., 1962**. Observații asupra câtorva populații locale de porumb din Transilvania. Analele ICCPT, vol. XXX, seria C: 21-30.
18. **Grecu C., I. Haș, 2001**. Hibrizi de porumb, S.C.A. Turda (broșură).
19. **Gulea, A., 2011**. Studiul genetic al variabilităţii şi capacităţii de combinare a unor populaţii sintetice de porumb. Teza de doctorat, USAMV Cluj-Napoca.
20. **Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, FC. 1981**. Quantitative genetics in miaze breeding Iowa State University Press, Ames. p.p.299-336.
21. **Haş I**., 1992. Cercetări privind rolul formelor parentale diferenţiate genetic în realizarea heterozisului la porumb. Teză de doctorat, USAMV Cluj Napoca.
22. **Haș I., 2001**. Priorități în ameliorarea hibrizilor de porumb timpurii. Probleme de genetică teoretică aplicată XXXIII (1-2): 1-25.
23. **Haș I., 2004.** Heteorzisul de porumb. Cap. 9: p:311-362. În „Porumbul – Studiu Monografic" Vol. I. Editura Ancademiei Române, București.
24. **Haș, I., I. Căbulea, Lucia Roman. 1987**. Efectul selecţiei recurente fenotipice asupra unor populaţii sintetice de porumb. Contribuţii ale cercetării ştiinţifice la dezvoltarea agriculturii. p.189-202.
25. **Haș I., Voichița Haș, I. Căbulea, C. Grecu, Ana Copândean, Carmen Calborean, V. Legman, 2004.** Ameliorarea porumbului pentru utilizări speciale. Probleme de genetică teoretică și aplicată vol. XXXVI, nr. 1-2.
26. **Haș I., Voichița Haș, Silvia Străjeru, 2006.** Some facts regarding maize germplasm in România. CIMMYT, Maize Germplasm Conservation Network Meeting, 2-5 May, 2006, El. Batan, Mexic.
27. **Haș I., Voichița Haș, A. Gulea, 2012**. Syntgetic populations – source of precocity in maize breeding. Research Journal of Agricultual Science, 44 (2): 33-41.
28. **Haș Voichița, 2002**. Identificarea genelor restauratoare de fertilitate a polenului (*Rf*) pentru androsterilitatea citoplasmatică (*cms)* de tipul: C, ES, M, T, la un set de linii cansangvinizate de porumb. Analele I. C. C. P. T., vol. LXIX: 86-95.

29. **Haș Voichița**, I. **Haș, C. Grecu, 2003**. The use of cytoplasmic male-sterility in maize seed production. Book of proceedings - VII ESA Congress, Cordoba, Spania.
30. **Haș Voichita, C. Grecu, I. Căbulea, I. Haș, 1989**. Efectul unor citoplasme mascul sterile asupra stabilităţii comportării hibrizilor de porumb. Probleme de genetică teoretică şi aplicată, vol. XXI (3), pag. 149 - 168.
31. **Haș Voichița, I. Căbulea, C. Grecu, Ana Copândean 1999**. Progresul genetic realizat în crearea liniilor consangviniate de porumb la S.C.A. Turda. Contribuții ale cercetării științifice la dezvoltarea agriculturii, Redacția revistelor agricole, 6:99-114.
32. **Haș Voichita, I. Haș, D. Pamfil, Ana Copandean, S. Campean, 2009**. Evaluation of "TURDA" maize germplasm for phenotypic variability in grain chemical composition. *Maydica* 54: 313-320. ISSN: 0025-6153.
33. **Haș Voichița, Ana Copândean, Carmen Vana, Andrei Varga, Călugăr Roxana, 2017**. Șase decenii de cercetări și realizări în ameliorarea porumbului la Turda, p. 87-129, în: Contribuții Ale Cercetării Științifice La Dezvoltarea Agriculturii, vol. VII (Volum omagial), ISBN 978-973-0-24362- 8.
34. **Hooker A. L., 1971**. Status of southern corn leaf blight, past and present. Proc. 26-th Corn and Sorgh. Conf., 127-143.
35. **Hooker A. L., 1974**. Selection for stalk rot resistence in corn and its affect on grain yield. Genetika, 61: 27-32.
36. **ILICIEVICI, S., 1972.** Efectul sekecției în masă comparativ cu selecția după comportarea liniilor C1 la o sursă locală de material inițial de ameliorare de porumb. Teză de doctorat.
37. **ILICEVICI S., 1994.** Posibilities and limits of local germplasm utilization for releasing superior maize hybrids. Romanian Agric. Res. 2: 1–5.
38. **Josephson L. M., T. E. Morgan, J. M. Arnold, 1978**. Genetic and inheritance of fertility restoration of male-sterile cytoplasms in corn. 33-rd Ann. Corn Sorg. Res. Conf., 48-59.
39. **Lamghnan J. R., S. Gabay – Laghnan, 1983.** Cytoplasmic male setrility in maize. Ann. Rev. Genet., 17: 27-48.
40. **Levings III C. S., M. E. Williams, 1989**. Developments in cytoplasmic male sterility in corn. Proc. 44-th. Ann. Corn Sorghum Res. Conf., 76-86.
41. **Moșneagă V., V. Velican, Al. Priadcencu, 1957.** Ameliorarea porumbului, în Porumbul - studiu monografic, Academia R.P.R.
42. **Murariu Danela, Cristea M., 2019**. Diversitatea genetică și eroziunea genetică a resurselor genetice vegetale. Editura PIM, Iași ISBN 978-606-13-5302-6.

43. **Murariu M., Danela Murariu, Voichița Haș 2010**. Valoarea unor populații locale vechi de porumb ca material inițial de ameliorare. AN. I.N.C.D.A. Fundulea, Vol. 78, Nr. 2: 41-52. Print ISSN 2069-5631; Electronic ISSN 2069-7758.
44. **Murariu, M., Danela Murariu, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, DOMNICA DanielA Plăcintă, I. M. Râșca, D. P. Simioniuc, 2012**. Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România. Ed. Pim Iași. ISMB 978-606-13-1011-1.
45. **Mureșan T., 1972.** Criterii de apreciere a liniilor consangvinizate de porumb în lucrările de ameliorare pentru crearea de hibrizi, Teză de doctorat, I.A.N.B. Bucureşti.
46. **Mureșan T., O. Cosmin, Victoria Ulinici, Tr. Sarca, S. Ilicevici, 1966.** Capacitatea de combinare a unor linii consangvinizate de porumb, obţinute la I.C.C.P.T. Fundulea, An. I.C.C.P.T. Fundulea XXXII C: 207–216.
47. **Mureșan T., N. Hurduc, C.I. Milică, Ana-Maria Juncu, 1967.** Influenţa oscilaţiilor termice asupra fecundării şi formării bobului la porumb, An. I.C.C.P.T. Fundulea XXIV C: 267–284.
48. **Nagy Elena, 2004**. Bolile porumbului. Cap.13 p: 548-588. În „Porumbul – Studiu Monograic" Vol. I. Editura Ancademiei Române, București.
49. **Rogers J. S., J. R. Edwardson, 1952**. The utilization of cytoplasmic male sterile imbreds in the production of corn hybrids. Agronomy J., 44: 8-12.
50. **Rhoades M .M., 1931.** Cytoplasmatic inheritance of male sterility in Zea mays. Science, 73: 340-341.
51. **Rhoades M .M., 1933**. Cytoplasmatic inheritance of male sterility in Zea mays. J. Genet., 27: 71-93.
52. **Roman Lucia, 1976.** Studiul potenţialului genetic al unor soiuri şi populaţii autohtone de porumb, Teză de doctorat, Inst. Agro. Cluj-Napoca.
53. **Roman, Lucia, V. Tătaru, C. Grecu, 1973**. Imbunătăţirea valorii biologice a provenienţelor locale de porumb prin crearea populaţiilor sintetice. Contrib. ale cerc. şt. la dezv. agric., vol. I: 179-186.
54. **Rotar (Vana) Carmen, 2015**. Evaluarea fenotipică a germoplasmei locale la porumbul timpuriu din colecția S.C.D.A. TURDA. Teză de doctorat – USAMV Cluj-Napoca, 2015.
55. **Rotar Carmen Daniela, Vochița Haș, Ana Copândean, I. Haș, 2014**. Caracterizarea populaţiilor locale de porumb colectate în ultimii ani la S.C.D.A.Turda.Genetica și ameliorarea plantelor. AN.I.N.C.D.A. Fundulea, VOL. LXXXII, Electronic ISSN 2067–7758.
56. **Rotar Carmen Daniela, I. Haș, Ana Copândean, Vochița Haș**, **2015**. Local populations-sources of germplasm in maize breeding. Bulletin of

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture.
57. **Sarca TR., 2004,** Ameliorarea porumbului În: Porumbul, Studiu monografic, Ed. Academiei Române, 207-310.
58. **Sarca, Tr., Cosmin, O., Antohe, I., 2007**. Cercetări şi realizări în ameliorarea porumbului la Fundulea. AN. INCDA Fundulea, LXXV, 2007, VOLUM JUBILIAR, p. 99-135.
59. **Smith D. R., A. L. HookeR, S. M. Lim, 1970**. Physiologic reces of *Helminthosporium maydis*. Dis. Rep., 54: 819-822.
60. **Suba T., 1970.** Le gérmoplasme locale de maïs du Banat comme source de matériel de départ dans l'amélioration du maïs, Symposium Roumano-Francais Amélioration du Maïs Sorgho et Tournesol, Bucarest: 13–20.
61. **Suba T., 1973**. Valoarea populațiilor de porumb din vestul țării ca material inițial în lucrările de ameliorare. Teză de doctorat. Inst. Agron. Timișoara.
62. **Tătaru V., 1974.** Capacitatea generală de combinare pentru producţie şi rezistenţa la cădere din faza maturizării a unor linii de porumb, Probl. genet. teor. aplic., VI, 125–148.
63. **Tătaru V**., 1978, Cercetări privind efectele fenotipice şi genotipice, în primele generaţii de consangvinizare şi selecţie, asupra unor caractere cantitative ale porumbului, Teză de doctorat, I.A.N.B. Bucureşti.
64. **Șuteu, Dana., Bacila I., Voichița Has, I. Has, M. Miclaus, 2013**. Romanian maize (Zea mays) inbred lines as a source of genetic diversity in SE Europe, and their potential in future breeding efforts. PLOS ONE Journal 2013. 9 (1): 10.1371/annotation/85f0b730-b723-4d59-a653-d48b974c366c
65. **Tracy, W. F., 1994**. Sweet Corn. : 147 - 187. Specialty types of maize CRC, Boca Raton, FL.
66. **Tritean Nicolae, 2015**. Ereditatea unor elemente ale capacității de producție și a perioadei de vegetație la porumbul timpuriu. Teză de doctorat – U.S.A.M.V Cluj-Napoca.
67. **Troyer A.F., 1999**, Background of U.S. hybrid corn, Crop Science, 39:601-626.
68. **Troyer A. F., 2001**, Temperate corn background behavior and breeding C.R.C. Press Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
69. **Ullstrup A. J., 1972**. The impact of the southern corn leaf blight epidemics 1970-1971. Ann. Rev. Phytopathol. 10: 37-50.
70. **Velican V., 1954**. Porumbul Arieșan. Analele I.C.A.R., vol. XXI.
71. **Zamfirescu N., V. Velican, N. Săulescu, 1965**. Fitotehnie, Ed. Agrosilvică, București.

CAPITOLUL 6.
SCREENING-UL GERMOPLASMEI DE PORUMB PENTRU REZISTENȚA LA *FUSARIUM*

(Domnica Daniela Plăcintă)

6.1. Generalități, abordări conceptuale ale incidenței micromicetei *Fusarium verticillioides* la specia *Zea mays*.

Fusarium verticillioides este un reprezentant al micozelor patogene cu impact major în agricultură, influențând în special elementele de productivitate ale porumbului prin capacitatea toxicogenă si potențialul de supraviețuire în condiții extreme (temperaturi ridicate) generând spori în microclimatul speciei. Sistematic aparține regnului *Ascomycota* și familiei Nectriaceae, evoluând aproximativ 7,3 milioane de ani, în urma separării grupurilor de fungi africani și asiatici ale complexului de specii *Fusarium fujikuroi*, ca parte a grupurilor africane ce produce o gamă largă de metaboliți secundari (Duncan, K. E., and Howard, R. J., 2010). Micromiceta are o simbioză perfectă cu porumbul, colonizând rădăcina, tulpina și spicele, ducând la boli precum putregaiul știuleților, tulpinilor, plante asimptomatice sau chiar putrezirea severă și ofilirea acestora. În multe cazuri, plantele bolnave și asimptomatice apar în același câmp cu cele sănătoase ca o gazdă uniformă genetic. Condițiile de mediu, disponibilitatea apei, fondul genetic al plantei și patogenului pot fi factori importanți în dezvoltarea bolii. Studiile privind incidența în infecțiile asimptomatice sau cele ce provoacă putrezirea și ofilirea în țesuturile bolnave sunt limitate. După *Czembor si colab*. 2015, este un agent patogen de sol, cu preponderență în spectrul microbian al rizosferei porumbului, contaminează sămânța în creștere și rădăcinile plantei de porumb, după care miceliul se dezvoltă intracelular în plantă până ce ajunge la știulete prin peduncul și apoi la boabe. Migrația

fungilor în sol are loc prin tulpini infectate sau semințe (Oren și colab., 2003; Ncube și colab., 2017), epidemiologia patogenului fiind sporită de precipitațiile de la sfârșitul sezonului de creștere al plantelor și starea fiziologică a mătăsii, după polenizare (Ncube și colab., 2017). Infecția știuleților de porumb are loc prin pedicel și fisurile din pericarpul boabelor, în urma contactului mătăsii cu sporii contagioși ce au infectat plantele în creștere din semințele contaminate (Headrick și Pataky, 1991; Munkvold și Carlton, 1997). După Leslie și colab. (1990), ciuperca supraveţuieşte în samulastra din sol, făcându-și apariția în culturile de porumb semănate, fiind un agent patogen prezent în cultură înainte de apariția plantelor ce determină simptome cu risc sever pentru producerea fumonisinei (micotoxină), ce apare frecvent și uneori în concentrație destul de mare.

Apariția acestei ciuperci în ecosistemul rizosferei porumbului și omniprezența derivatului său fumonisină, precum și impactul acestora asupra mediului și plantelor, este revizuită în multe studii.

6.2. Impactul micomicetei *Fusarium verticillioides* asupra sănătății umane, a plantelor și animalelor

Fusarium verticillioides ca agent patogen micotoxigen al porumbului din regnul ciupercilor *Ascomycota* prin sporii produși contaminează mediul înconjurător și reprezintă o amenințare gravă pentru om si animale. În literatura de specialitate, din perioada 1968 - 2022 în diferite studii științifice privind efectele bolii produse de micromicetă și micotoxina fumonisin s-au specificat diferite focare de toxiinfecții la animale. Astfel în 1970 s-a identificat un focar de leucoencefalomalacie (ELEM) la cai în Africa de Sud (Marasas și colab., 1976; Omotayo și colab., 2022). Agentul patogen a fost mai târziu dovedit a fi un agent cauzator de toxicitate hepatică la șobolani și edem pulmonar la porci (Kriek și colab., 1981). În Statele Unite ale Americii, *F.verticilloides* a fost depistată în anul 1989 într-un focar de ELEM (Marasas, 2001). Apariția acestei ciuperci în porumbul

consumat de animale a fost, de asemenea, legat de inducerea hepatocitelor proliferative prin leziuni și tumori ale căilor biliare la cai (Thiel și colab., 1991; Alamu și colab., 2016). În Argentina, a fost identificat un focar ELEM în anul 1945 , urmat de China în 1957, Egipt în 1968, Africa de Sud în 1970, și Australia în 1999 după consumul de porumb contaminat cu această mocotoxină. De asemenea, micotoxina prezintă o amenințare pentru sănătatea consumatorilor umani, deoarece a fost asociată cu boli precum cancerul esofagian la oameni (Shephard, 2011).

Agenția internațională pentru cercetarea cancerului a clasificat fumonisinul ca un posibil cancerigen uman (Humans IWGotEoCRt Cancer IAfRo, 2002), făcând recomandări pentru prevenirea apariției sale în alimente, acest lucru fiind mai ușor realizabil (Omotayo și colab., 2019) decât eliminarea acestuia.

6.3. Căi de infestare cu *Fusarium verticillioides*

În câmp, *Fusarium verticillioides* infectează plantele de porumb, determinând apariția fumonisinei în cultură, cu o concentrație ridicată în embrion și pericarpul boabelor (Kimanya și colab., 2008; Burger și colab., 2013; Czembor și colab., 2015). Dezvoltarea acestei micromicete și a fumonisinelor este favorizată de diverși factori precum temperatura ridicată (30-35°C) și compoziția endospermului bobului (Chulze, 2010; Picot și colab. 2011; Alberts și colab., 2016). Acești factori influențează răspândirea micromicetei în zonele temperate și mediteraniene în funcție de condițiile meteorologice favorabile acumulării de toxine în fenofazele de creștere și dezvoltare a plantelor, în special în stadiul de înflorire (Kamle și colab., 2019). În afară de temperaturile ridicate, culturile de porumb semănate dincolo de arealul geografic de adaptare, stresul provocat de secetă și insectele fitofage pot fi factori declanșatori ai infecției cu acest agent patogen (Betz și colab., 2000; Alberts și colab., 2016; Li și colab., 2017). Studii

efectuate de Fandohan și colab., în 2005 și Mupunga în 2013 au demonstrat că porumbul din regiunile cu umiditate mai mare are concentrație de fumonosin mai ridicată comparativ cu alte regiuni, fiind o corelație pozitivă între cele două elemente. Căile de acces ale micromicetei în boabele de porumb pot fi prin intermediul unor răni cauzate de insectele fitofage, râme, păsări și de asemenea prin stigmatele filiforme ale mătăsii, până la vârful știuletelui (Scarpino și colab., 2015; Oldenburg și colab., 2017). După recoltare, lipsa măsurilor curative înainte de depozitare contribuie la producția de fumonisină din alimente, determinând contaminarea cu acest agent pathogen. Cariopsele deteriorate din cauza rănilor provocate de sfredelitorul porumbului (*Ostrinia nubilalis*) pot crea porți de infestare cu *Fusarium verticillioides* (Scarpino și colab., 2015; Oldenburg și colab., 2017) provocând astfel contaminarea cu fumonisină.

6.4. Mecanisme de infecție ale micromicetei *Fusarium verticillioides*

Vectori precum sfredelitorul porumbului (*Ostrinia nubilalis*) și viermele vestic al rădăcinilor (*Diabrotica virgifera virgifera*) joacă un rol major în infecția și ciclul biologic al micromicetei deoarece se hrănesc cu spice și respectiv, tulpini de porumb (Munkvold și Carlton, 1997; Oldenburg și colab., 2017). Rănile create pe tulpină de către *Diabrotica* devin locuri de infestare pentru *Fusarium verticillioides* determinând putrezirea tulpinii în condiții de uscăciune (fig. 6.1.). De asemenea, oul depus de *Ostrinia* pe suprafața foliară se dezvoltă într-o larvă ce se hrănește cu țesuturile frunzelor și tulpinilor oferind astfel mecanisme de infecție pentru dezvoltarea fungilor de fuzarioză pe tulpină determinând astfel putrezirea știuleților (Blacutt și colab., 2018). Larvele devin adulți, proliferează și depun un alt set de ouă pe țesuturile plantei (Sobek și Munkvold, 1999) din care se dezvoltă un număr mare de indivizi creând mai multe căi de acces pentru *Fusarium*

verticillioides prin rănile efectuate pe organele plantelor. Solurile infectate cu *Fusarium verticillioides* pot deveni contaminante pentru semințele sănătoase din culturile de porumb provocând astfel infecția plantelor întregi (Sobek și Munkvold, 1999) (fig. 6.1.2, fig. 6.1.3).

Cercetări efectuate de Blacutt și colab. (2018), Oren și colab. (2003), afirmă că în microclimat favorabil, la aproximativ 72 de ore după semănat în soluri infestate, micromiceta pătrunde în pericarpul seminței și celulele epidermei radiculare dezvoltând hife ce progresează de-a lungul suprafeței rădăcinițelor laterale, ajungând în mezocotil după 7 zile. În aproximativ paisprezece zile, infecția crește în țesuturile aeriene putând fi de natură asimptomatică, nedetectabilă prin microscopie cu fluorescență.

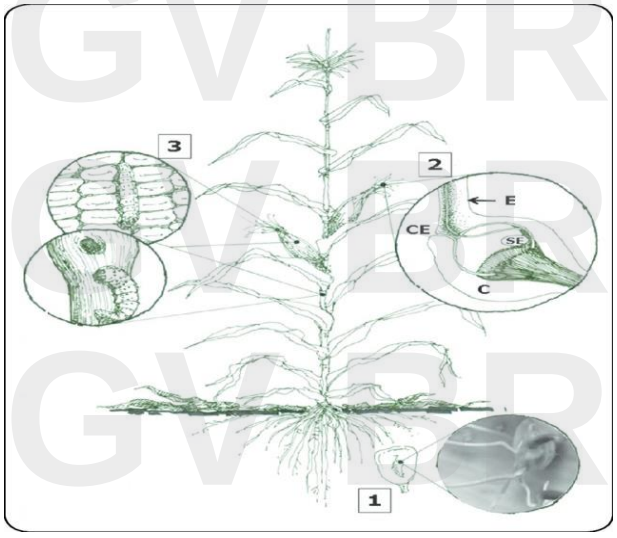


Fig. 6. 1. Mecanisme de infecție cu *Fusarium verticillioides* la planta de porumb (Diana Sánchez-Rangel și colab, 2014).

6.1.1. Infecție sistemică a plantelor prin sămânță sau sol contaminat.

6.1.2. Infecție prin stigmatul mătăsii (conidiile ajung pe stigmat (E) și pătrund prin partea inferioară a stilului (CE) în ovarul pistilului (C) și apoi în sacul embrionar (SE).

6.1.3. Infecție prin rănile efectuate de insecte sau mecanice

În stadiul de infestare al mezocotilului celulele se deformează fiind umplute cu conidii iar după 30 de zile, conform studiului lui Oren și colab. (2003), biomasa fungică din celule crește foarte mult, ducând la necrozarea acestuia și a rădăcinii principale. Cercetările microscopice și histologice efectuate în stadiul de mătase de Duncan și Howard (2010), au arătat că odată ce ciuperca a infectat plantele de porumb tinere, aceasta se poate dezvolta sistemic până la știuleți, populează stigmatele filiforme ale mătăsii rezultând boabe cu endospermul fisurat în diferite modele, frecvent observate în culturi sunt cele sub formă de stea. Alte insecte importante în transmiterea fuzariozei sunt tripșii adulți și gărgărițele care provoacă răni pe știuleții de porumb, provocând astfel contaminarea. Alte căi de pătrundere ale fungilor pot fi și deschiderile existente, cum ar fi fisuri ale rădăcinilor embrionare și adventive, ale perișorilor absorbanți, cât și ale stomatelor frunzelor (Nguyen și colab., 2016).

6.5. Patogenitatea micromicetei *Fusarium verticillioides*

F. verticillioides poate exista în planta de porumb ca endofit facultativ fără a dăuna gazdei (biotrofic) și supraveţuieşte cu ajutorul nutrienților rezultați din degradarea samulastrei din sol (saprotrofic) (Samsudin, 2015). Ca endofit de asemenea, poate fi transmis vertical prin semințele de porumb, iniţiind infecţia asimptomatică şi sistemică a plantei. În timpul infecției sistemice, conidiile fungice de pe suprafața semințelor contaminate infestează endospermul dezvoltându-se ulterior în interiorul plantei în fenofazele de creștere, de la rădăcini la tulpină, știuleți și boabe. Vasele lemnoase ale rădăcinii de porumb pot de asemenea, să fie infestate de unele conidii care după germinare se dezvoltă de a lungul lor, în timp ce alte conidii se infiltrează în celulele plantei, formând hife ce pătrund și în alte celule vecine (Samsudin, 2015). Ca agent patogen, la porumb, *Fusarium verticillioides* provoacă infecții severe simptomatice, cum ar fi putregaiul rădăcinilor, putregaiul tulpinilor, rădăcinițelor plantulelor și știuleților (Bacon și colab., 2008). Potrivit lui Samsudin (2015), această micromicetă se deplasează din

solul contaminat în sus prin tulpini, rezultând astfel putrezirea acestora care este observată prin îndoirea plantelor la nivelul internodurilor. În plus, poate supraviețui peste iarnă ca spori viabili ce ajung în atmosferă prin curenți de aer sau stropi de ploaie, determinând astfel infectarea mătăsii, în timpul înfloririi. Infecțiile apar din interacțiunea complexă a mai multor factori precum virulența tulpinii, genotipul, stadiul de dezvoltare a porumbului și condițiile de mediu. Boala cauzată de *Fusarium verticillioides* la știulete (boală fungică dăunătoare la porumb și răspândită la nivel mondial) scade calitatea boabelor, fiind vulnerabile la contaminarea cu fumonisin (Khan și colab., 2020). Consumul de porumb contaminat de această micotoxină cauzează boli grave la oameni și animale (Blacutt și colab., 2018).

6.6. Caracteristici morfologice - *Fusarium verticillioides*

Micromiceta *Fusarium verticillioides* este o ascomicetă ce aparține subdiviziunii Deuteromycetes, care grupează ciuperci cu înmulțire sexuată inexistentă sau foarte rară. Aceasta se încadrează în grup, deoarece prezintă o fază sexuată numită teleomorfă sau formă perfectă foarte greu de găsit în natură, fiind necesare condiții speciale pentru a fi observată *in vitro*. Forma teleomorfă se definește sub alt nume de gen și specie: pentru *Fusarium verticillioides* fiind *Gibberella moniliformis,* fiind heterotalică, deoarece împerecherea are loc între colonii din grupuri diferite. În stare anamorfică sau reproducere asexuată, există o producție abundentă de microconidii; acestea sunt celule ovale cu baza turtită și grupate în lanțuri (fig. 6.2.b). Unele tulpini produc și macroconidii (fig. 6.3. b) care sunt lungi și arcuite, cu cinci sau șase septe. Ele prezintă două celule: una apicală, care este curbată, și cealaltă bazală, în formă de picioruș. Acest tip de conidii sunt produse în structuri asemănătoare clusterelor numite sporodochii. Specia nu produce clamidospori însă celulele conținute într-o hifă îngroșată sunt adesea confundate cu astfel de structuri. Morfologia coloniei acestei specii variază în funcţie de mediul de cultură, pe CGA (agar, dextroză, cartof) miceliul este inițial alb și formează pigmenți variind de la gri la

violet (fig. 6.4. a). În schimb, în unele culturi deja îmbătrânite (fig. 6.4. b), hifa ciupercii produce melanină formând structuri numite scleroți (Leslie, J.F & Summerell, B.A., 2006). Taxonomia genului *Fusarium* este extrem de complexă devenind subiect de dezbatere mulți ani, deoarece conceptul de specie s-a schimbat în cadrul acestui gen, în funcție de grupurile de cercetare. O lucrare esențială asupra taxonomiei acestui gen a fost tratatul lui Wollenweber & Reinking (1935), în care autorii au identificat 65 de specii grupate în 16 secțiuni. Fiecare secțiune a inclus specii cu caracteristici comune, iar unele precum *F. verticillioides, F. thapsinum, F. proliferatum* și *F. subglutinans* aparțin secțiunii Liseola. În plus, singura diferență *dintre F. verticillioides* și *F. proliferatum* este că la ultima, lanțurile de microconidii sunt mai scurte decât la prima specie (Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O., 1983). *Fusarium verticillioides* este principalul agent patogen al culturii de porumb ce limitează productivitatea fiind cunoscut ca un patogen necrotrofic datorită capacității sale de a provoca moartea țesutului gazdă și de a supraviețui ca saprofit în mirișteși endofit în sămânță și în tulpina plantelor fără a provoca daune vizibile. Când condițiile de mediu sunt favorabile, infectează țesuturile plantelor producând simptome pe organe cum ar fi: rădăcina, tulpina și știuletele (fig. 6.2. a, 6.3. a).

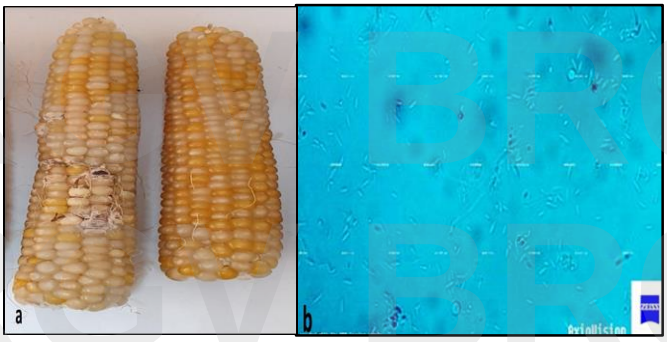


Fig. 6.2. *Fusarium verticillioides*. a- simptome pe știuleți (Populație locală popcorn – origine loc. Govora, Romania); b- microconidii de *Fusarium verticillioides*

Fig. 6.3. *Fusarium verticillioides*. c- simptome pe știuleți (Populație locală - varietatea sticlos, origine Spania); d- microconidii și macroconidii de *Fusarium verticillioides*

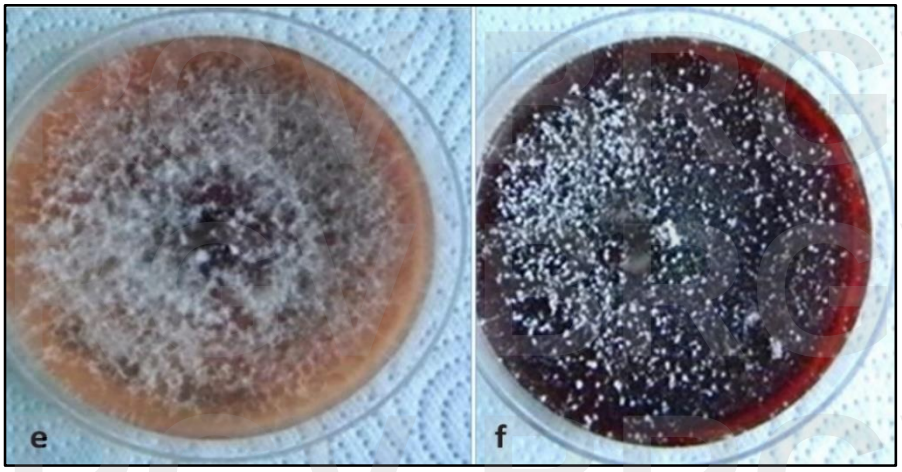
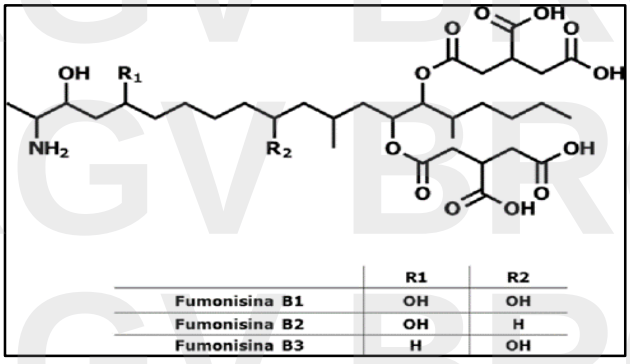


Fig. 6.4. *Fusarium verticillioides* – e. colonii tinere pe mediu de cultură CGA (cartof-glucoză-agar); f. colonii îmbătrânite cu structuri sclerotice; (Diana Sánchez-Rangel și colab., 2014).

6.7. *Fusarium verticillioides* și sinteza de micotoxine

Spre deosebire de alte ciuperci care sunt strict biotrofe, *Fusarium verticillioides* nu generează structuri specializate care să faciliteze intrarea în țesut și celule. Cu toate acestea, este capabil să producă cantități semnificative de enzime litice și toxine care contribuie la procesul infecțios. Micotoxinele sintetizate de specie includ acid

fusaric, fusarin C, naftochinone, moniliformin și fumonisina, ultimele două fiind cele mai abundente (Rabie C.J. și colab., 1982). Prezența acestor compuși în produsele agricole determină o mare îngrijorare, din cauza efectelor pe care le produc atunci când animalele și oamenii le consumă. Acest lucru a încurajat cercetările asupra efectelor, modului de acțiune și metabolismului acestor micotoxine, precum și dezvoltarea unor metode analitice pentru detectarea și cuantificarea lor în porumb și produsele derivate din acesta (Reddy, 2009). Un alt aspect relevant al cercetărilor îl constituie biologia micotoxinelor de tipul fumonisinelor cu rol în virulența micromicetei *Fusarium verticillioides*. În 1988, un grup de cercetători sud-africani au izolat și purificat fumonisine din culturi de *Fusarium verticillioides* în timp ce căutau agentul cauzal al leucoencefalomalaciei ecvine, care era asociat cu consumul de porumb mucegăit (Gelderblom W.C. și colab., 1988). În același an, structura chimică a toxinelor a fost elucidată (Bezuidenhout, S. C. și colab., 1988) fiind descrise peste 60 de molecule legate structural de fumonisină (Bartók, T. și colab. 2006, Rheeder, J.P., 2002). Cu toate acestea, numai anumite tulpini ale ciupercii produc multe din aceste molecule și în condiții speciale de cultivare. Cele mai abundente fumonisine naturale sunt din grupa B, derivate din majoritatea tulpinilor de *Fusarium verticillioides*. Fumonisinele B conțin un schelet liniar de 20 de atomi de carbon, cu un amino la C_2 și reziduri de acid tricarboxilic, esterificate la C_{14} și C_{15} (fig. 6.5.).



	R1	R2
Fumonisina B1	OH	OH
Fumonisina B2	OH	H
Fumonisina B3	H	OH

Fig. 6.5. Structura chimică a fumonisinelor din grupa B

Acești compuși diferă prin prezența sau absența unei grupări hidroxil la C_5 și C_{10}. În cadrul acestei familii predomină fumonisinele B_1, B_2 și B_3, dar B_1 (FB_1) reprezintă mai multe 75% din toate fumonisinele, fiind cele mai studiate (Marín, S.V., 1995; Proctor, R.H, 2006).

Nivelurile de producție ale toxinei FB_1 sunt foarte variabile între tulpinile de *Fusarium verticillioides*, deoarece unele dintre ele nu o sintetizează sau o fac la niveluri foarte scăzute; în schimb, altele generează cantități mari de toxină.

Determinările efectuate în 2023 cu ajutorul testului ELISA, în cadrul Laboratorului Sanitar–Veterinar pentru Siguranța Alimentelor din Iași, pe semințe de porumb (populații locale) cu diferite procente de infestare cu micromiceta *Fusarium verticillioides* (0%, 1-10%, 11-25%, 26-45%, 51-75%, 76-100%) au evidențiat prezența micotoxinei fumonosin în diferite cantități, în funcție de procentul de infecție. Niveluri ridicate de sinteză a micotoxinei, dar sub limita maximă admisă (4000 µg/kg pentru porumb neprelucrat conform regulamentului (CE) nr.1881/2006) au fost înregistrate în probe de porumb cu grad de infestare 76-100% (2289 µg/kg) și 11-25% (2178 µg/kg), virulența tulpinilor de *Fusarium verticillioides* manifestându-se diferit în producerea cantității de fumonosin în germoplasma testată în funcție de gradul de infestare.

6.8. *Fusarium verticillioides* și fenotiparea bolii un câștig genetic pentru studiul rezistenței germoplasmei de porumb

Condițiile de mediu predominante din diferite zone agroecologice ale țării sunt favorabile creșterii și răspândirii patogenului fiind necesare cercetări de fenotipare a rezistentei porumbului ca și gazdă pentru dezvoltarea bolii. În acest sens, este necesară o gestionare a răspândirii acesteia pentru prevenirea pierderilor economice, reducerea

sau eliminarea riscurilor de apariție și garantarea securității alimentare. O serie de obiective sunt necesare, cum ar fi:

- identificarea de germoplasmă rezistentă la boală, pentru introducerea în programe de ameliorare;
- colectarea de date despre fenotipul bolii;
- utilizarea de abordări cartografice pentru a înțelege organizarea genelor de rezistență în genomul porumbului;
- dezvoltarea de markeri pentru selecție asistată cu markeri în ameliorare.

Strategia de cercetare prin fenotipare include utilizarea de locații multiple, identificarea de surse de rezistență pentru donatori, validarea stabilității genelor de rezistență, asocierea studiilor de cartografiere pentru identificarea regiunilor cromozomiale implicate în rezistența la fuzarioză, organizarea genelor pe genomul porumbului și dezvoltarea de markeri funcționali în cadrul liniilor, populațiilor locale etc. Abordarea acestei strategii în obținerea de surse de porumb rezistente la micromiceta *Fusarium verticillioides* este determinată de următorii factori: germoplasmă diversă de studiu, instrumente de screening, locații de testare cu presiune constant ridicată a bolii.

Rezistența genetică este disponibilă pentru majoritatea bolilor importante din punct de vedere economic, la porumb fiind controlată în principal de una sau mai multe gene (monogenică, oligogenică, poligenică), cu efecte aditive și de dominanță. Se deosebesc două tipuri de rezistență, verticală și orizontală care pot coexista la majoritatea bolilor.

Cea verticală se caracterizează prin rezistență completă a gazdei la o anumită rasă a unui patogen. Plantele de porumb manifestă reacție de hipersensibilitate (împiedică infestarea și multiplicarea fungilor) la acest tip de rezistență, unele cultivare fiind susceptibile și altele rezistente. Rezistența verticală este monogenică sau oligogenică,

controlează o parte din bolile porumbului, selecția fiind ușoară în populatiile de segregare și transferul de la o sursă la altă de germoplasmă.

Rezistență orizontală are efect mai mic asupra supraviețuirii și reproducerii agentului patogen prin presiune de selecție scăzută, întârziind astfel procesul de infecție și răspândirea bolii. Este utilizată pentru controlul majorității bolilor la porumb fiind poligenică, durabilă și stabilă datorită efectului de tamponare al poligenelor.

Incidența fuzariozei privind rezistența plantelor de porumb este rezultatul unui cumul de factori: patogen (tulpini, virulență), gazdă (rezistență verticală vs orizontală, genă majoră vs genă minoră, calitativă vs cantitativă, gene vs QTL-uri, rezistență vs toleranță), mediu înconjurător (temperatură, ploaie, umiditate, vânt, insecte vectori, practici agronomice) și timp (fenofaze de infestare). În procesul de determinare al rezistenței prin fenotipare se evidențiază variabilitatea patogenului, diversitatea germoplasmei și bazele genetice, protocoale și rețele de fenotipizare fiabile.

Mecanismul de acțiune al rezistenței plantelor la *Fusarium verticillioides* este determinat de rezistența acestora la stabilirea patogenului (imunitate, hipersensibilitate), rezistența la patogenul stabilit (restrânge capacitatea de răspîndire și reproducere odată stabilit în gazdă) și toleranța (simptome de boală pe plante fără pierderi de randament).

În evaluarea surselor de rezistență există o diversitate de material genetic suficientă pentru majoritatea bolilor porumbului inclusiv fuzarioza cum ar fi: germoplasmă de porumb adaptată sau introdusă local, soiuri vechi și stocuri genetice, colecții de populații locale. Alelele de rezistență din aceste resurse genetice pot avea o frecvență slabă sau înaltă, cele joase putând fi treptat crescute iar cele înalte, ușor de transferat. Metodele de evaluare a rezistenței în câmp, seră sau laborator au la bază tehnici de screening consacrate, eficiente, ușor de

manevrat, în funcție de facilități și personalul disponibil. Materialul genetic rezistent se selectează într-o singură locație (seră, laborator) sau în mai multe locații pentru a fi expus la diferite rase ale patogenului și se evaluează pe teren în loturi experimentale cu o presiune constant ridicată a bolii. Rata progresului în dezvoltarea unei rezistențe stabile și durabile la boală sau a dezvoltării markerilor depinde de aceste tehnici de screening fiabile și utilizarea unui spectru cât mai larg posibil al agentului patogen la o presiune adecvată a bolii. Astfel, la o presiune scăzută a bolii, rezultatele sunt nesigure și încetinesc rata câștigului genetic iar presiunea ridicată sau severă a bolii elimină nivelul scăzut de rezistență intrinsecă a germoplasmei adaptate și poate îngusta drastic baza acesteia.

Tehnicile de screening a bolii se utilizează în infecții care apar în mod natural sau create artificial. În infecțiile naturale tehnicele se deosebesc în funcție de modul de testare (natural sau natural îmbunătățit). Astfel, infestările apărute în mod natural se cracterizează prin utilizarea unei locații cunoscute pentru nivelul ridicat de infecție la fuzarioză, agentul patogen având o concentrație locală de gazde alternative. Tehnica de screening este ieftină și ușor de gestionat, materialele de testare fiind expuse tuturor raselor patogene. Dezavantajele apar în exprimarea consecventă de la an la an a epifițiilor și neuniformitatea acestora în majoritatea locațiilor.

De asemenea, în infestările naturale îmbunătățite, tehnicile de screening au la bază asigurarea unor niveluri adecvate de boală prin:

- locații multiple;
- manipularea datelor de plantare;
- crearea condițiilor favorabile de mediu (de exemplu, irigare, secetă sporită etc.);
- utilizarea rândurilor cu varietăți susceptibile la fiecare al zecelea rând testat;

- parcele cu replicări suficiente (minim trei).

În infestările artificiale determinarea rezistenței la fuzarioză se poate face în laborator, seră și câmp. Condițiile de mediu favorabile dezvoltării optime a bolii apar rar în fiecare an cu variații mari a severității bolii într-o locație într-un an, creindu-se artificial o dezvoltare epidemică adecvată.

Tehnicile utilizate constau în inocularea stigmatelor filiforme ale mătăsii și perforarea știuletelui (metoda înțepării). Porumbul plantat în câmp se inoculează cu *Fusarium verticillioides* în stadiul de umplere a boabelor, la 15 zile după polenizare prin injectarea în mijlocul știuletelui superior. După treizeci de zile de la inoculare se efectuează evaluarea fenotipică a rezistenței la *Fusarium.* In cazul infestărilor artificiale pentru determinarea rezistenței prin fenotipare sunt necesare: locații de testare multiple, sistem de producere a ceții, condiții de mediu care favorizează în mod inerent exprimarea bolii, verificări periodice. Dezavantaje apar în limitarea armonizării datelor din locatiile de testare. După dr. Suresh M. (CIMMYT, 2019) determinarea rezistenței prin fenotiparea bolii se poate coordona prin precizie și eficiență.

În ce privește precizia, regulile includ optimizarea protocolului, captarea mecanismului de apărare al gazdei pentru îmbunătățirea câștigului genetic, studii epidemiologice pentru rasele bolii, explorarea fenotipării proximale în medii controlate, practici de management, consolidarea și valorificarea capacității interne. Eficiența fenotipării constă în creșterea frecvenței, utilizarea teledetecției și analiza imaginii bolii.

6.9. Evaluarea rezistenţei la *Fusarium verticillioides f.sp. moniliforme* a unor populații locale de porumb prin fenotiparea bolii pe știuleți infestați natural în câmpul experimental

Populațiile locale de porumb au fost testate pentru rezistența la *Fusarium verticillioides* în condiții naturale de infecție în doi ani consecutivi (2021, 2022) în câmpurile experimentale ale BRGV Suceava și S.C.D.A. Suceava, în blocuri cu câte 2 randuri și 20 plante pe rând din fiecare genotip. Testarea s-a realizat în laborator, nefiind posibilă evaluarea bolii în câmp la majoritatea genotipurilor din cauza procesului de recoltare ce înlesnește vizualizarea corectă a scorului. S-au studiat 341 populații locale prin metoda macroscopică utilizând o schemă tipică (fig 6.6.) și sistemul de notare 1-6 după scala CIMMYT.

S-a calculat numărul total de știuleți infestați din fiecare Populație locală pe intervaluri de infecție corespunzătoare notelor, determinân-du-se procentele de infecție (fig. 6.7.).

Fig. 6.6. Schemă tipică CIMMYT (scala 1-6) de evaluare a infecției cu *Fusarium verticillioides f.sp.moniliforme*

Fig. 6.7. Simptome pe știuleții testați având grade diferite de infestare cu *Fusarium verticillioides f.sp. moniliforme*

S-a determinat o rezistență cantitativă prin evaluarea fenotipică a știuleților din cei doi ani de experimentare. S-au evaluat 351 accesii (190/2021; 151/2022) analizându-se 1155 știuleți în 2021, respectiv 1325 în 2022 evidențiindu-se o rată diferită de infestare (fig. 6.8.), neuniformă în ce privește modul de manifestare al epifițiilor. Astfel în 2021, 83.1% respectiv 158 accesii au fost infestate cu un procent de 30.1% corespunzător la 348 știuleți simptomatici din totalul de 1155 analizați. La nivelul anului 2022 pe cele 151 accesii evaluate epifiția s-a manifestat în proporție de 66.8%, 17.7%, respectiv 235 au fost atacați din 1325 analizați.

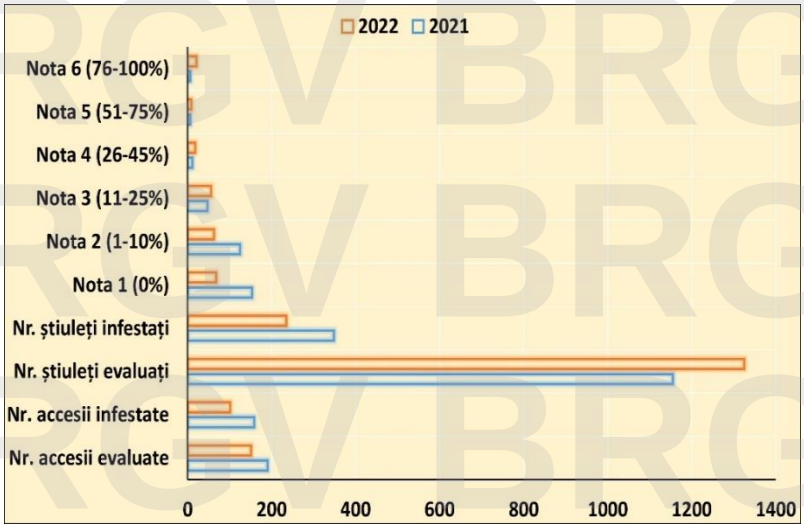


Fig. 6.8. Reacția de rezistență a genotipurilor de *Zea mays* la *Fusarium verticillioides f.sp.moniliforme* în condiții naturale de infecție

Rata de infestare în studiul realizat pe cele 351 genotipuri de porumb testate în condițiile pedoclimatice din 2021 și 2022 a evidențiat o rezistență stabilă și durabilă la boală prin utilizarea unui spectru cât mai larg posibil al agentului patogen la o presiune diferită a bolii. Rezultatele obținute în 2021 (Tabelul 6.1.) prin evaluarea simptomelor pe știuleți după scala 1-6 CIMMYT arată un atac predominant de până la 10% (43.9% cu nota 1, 35.9% nota 2) și un procent scăzut de știuleți evaluați cu notele: 4 (3.16%), 5 (1.7%), 6 (1.7%).

Tabelul 6.1.

Rata de infestare (scala 1- 6) la 351 genotipuri de porumb testate doi ani consecutivi (2021, 2022) în condiții naturale de infecție

Populații		Știuleți			% de infecție știuleți (scala 1- 6)					
					Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4	Nota 5	Nota 6
Nr. pop. eval.	% infest.	Eval. Nr.	Infestați		0%	1-10%	11-25%	26-45%	51-75%	76-100%
			Nr	%						
Anul 2021										
190	83. 1	1155	348	30.1	43.9	35.9	13.5	3.16	1.7	1.7

Anul 2022										
151	66.8	1325	235	17.7	28.9	26.8	23.8	7.6	3.8	8.9

În observațiile macroscopice efectuate în 2022 (Tabelul 6.1.) s-au determinat procente de infecție mai mici în intervalul 1- 10% (28.9% cu nota 1 respectiv 26.8% cu nota 2) și procente mai mari decât la nivelul anului 2021 la știuleții evaluați cu nota 3 (11-25%) respectiv nota 6 (76-100%).

Evidențierea unei infestări progresive pe întreaga scală de evaluare a notării CIMMYT la nivelul anului 2022 a determinat existența unei rezistențe genetice a populatiilor de porumb ca urmare a presiuni constante mai ridicate a bolii ce s-a manifestat în condițiile climatice din acest an, germoplasma testată reprezentând un câștig genetic pentru surse noi de rezistență la fuzarioză.

6.10. Rolul fitomicrobiomului în managementul și biocontrolul micromicetei *Fusarium verticillioides f.sp.moniliforme* la porumb

Porumbul este o cultură cu valoare economică mare având impact global în minimizarea lipsei de alimente, limitarea foametei și stimularea securității alimentare a națiunilor în curs de dezvoltare (Adiaha, 2018).

Producția de porumb ridică nivelul de trai și contribuie la creșterea veniturilor fermierilor la nivel global. Cu toate acestea, *F. verticillioides* la porumb reduce calitatea acestei culturi (Ncube și colab., 2011), datorită măsurilor de control limitate și uneori a aspectului exterior asimptomatic (Rai, 2011; Ribes și colab., 2018) al bolii. Mai multe strategii (mecanice, fizice, chimice) au fost folosite pentru a controla apariția acestor fungi și a derivaților din plante și alimente, inclusiv utilizarea substanțelor de dezinfecție chimică (hipocloritul de sodiu și dioxidul de clor). După Chepkirui (2013),

prevenirea contaminării în câmp este privită ca o metodă mai eficientă decât eradicarea bolii după recoltare. In acest sens, s-au studiat și propus mai mulți agenți biologici (microorganismele din sol și mediu), care sunt considerați mai siguri și promițători pentru plante (Babalola și Glick, 2012).

Existența acestei ciuperci în ecosistemul rizosferei porumbului și omniprezența derivatului său fumonisina, precum și impactul acestora asupra mediului și plantelor, subliniază utilizarea agenţilor de control biologic pentru limitarea apariției fungilor înainte de cultivarea porumbului și în timpul creșterii plantelor ca alternativă a combaterii chimice.

Introducerea acestora în teren poate servi ca strategie de control, ceea ce poate avea ca rezultat randament maxim, producție de calitate (fără sau conținut mic de toxine), minimalizarea riscului de contaminare prin reducerea sporilor din microclimatul culturilor (Colmenarez și colab. 2018).

Fitomicrobiomul (microorganisme asociate cu plantele) interacţionează cu planta gazdă în diverse moduri îndeplinind roluri cruciale în agricultură (Leveau, 2015; Omotayo, 2022). *Bacillus amyloliquefaciens și Microbacterium oleivorans* fac parte din microorganismele care domină fitomicrobiomul ce produc diferite tipuri de antibiotice care servesc plantei gazdă în protecția împotriva agentului patogen. În diferite studii, s-a constatat că aceste microorganisme asociate plantelor (bacterii, ciuperci) pot fi manipulate și utilizate ca agenți de biocontrol împotriva micromicetei *F. verticillioides* prin colonizarea (inocularea) rădăcinii de porumb, tratarea semințelor etc. În controlul fungilor de fuzarioză, sunt confirmate a se utiliza cu eficacitate agenții biologici: *Bacillus amyloliquefaciens, Microbacterium oleivorans, Enterobacter spp. și Pseudomonas spp.*

Enterobacter spp. rizosferice sunt eficiente în suprimarea fungilor de *F. verticilliodes* (Abiala și Odebode, 2015), îmbunătățind

creșterea porumbului dar și împiedicând activitatea patogenă a micromicetei, lăsând cultura liberă de simptome ale bolii. După cercetările efectuate în 2010 de Pereira și colab. tratarea semințelor cu *Enterobacter hormaechei* și *Bacillus amyloliquefaciens* a redus semnificativ nivelul de fumonisin B_1 la porumbul recoltat. *Enterobacter cloacae* este o altă specie remarcată pentru inhibarea *F. verticillioides* (Cavaglieri și colab., 2005), împreună cu *Microbacterium oleovorans*, fiind combinate pentru tratarea semințelor de porumb înainte de semănat. Conform Figueroa-López (Figueroa-López și colab., 2016), *Enterobacter cloacae* a fost raportat a fi un excelent agent de biocontrol împotriva colonizării rădăcinilor de porumb cu această specie de *Fusarium* (Hinton şi Bacon, 1995).

Pseudomonas spp. sunt grupuri de microorganisme din genul proteobacteriilor Gram-negative, familia Pseudomonadaceae (Euzéby J., 2009) cunoscute pentru metabolismul, diversitatea și capacitatea lor de a ocupa mai multe habitate, regăsindu-se în sol, apă, și plante (Brock și colab., 1994; Adeniji și colab., 2020). *Pseudomonas fluorescens*, în stadiile de cultură pură și pulbere pulverizat pe semințe de porumb a inhibat cu succes creșterea *F. verticillioides* și a suprimat sinteza fumonisinei (Chandra Nayaka și colab., 2009). De asemenea, amestecul de *Pseudomonas solanacearum* și *Bacillus subtilis* a fost folosit pentru tratarea semințelor de porumb înainte de semănat, antibioza fiind observată de Cavaglieri și colab., 2005 în diminuarea producției de fungi și fumonisină. *Pseudomonas cepacia* (Laraya-Cuasay și colab., 1977), populează rizosfera multor plante și produce metaboliți activi, care rezistă și inhibă multe ciuperci cauzatoare de boli. Bevivino și colab., (2005), au confirmat capacitatea acestei bacterii de a inhiba creșterea *F. verticillioides.* Utilizarea agenţilor de control biologic reprezintă o intervenție corporativă asupra modului de rezistență a patogenului datorită avantajelor lor faţă de pesticidele sintetice, putând împiedica focarele și apariția bolii cauzate de această micomicetă și derivatul său fumonisin.

BIBLIOGRAFIE

1. **Abiala M. A., and Odebode A. C., 2015.** Rhizospheric enterobacter enhanced maize seedling health and growth. Biocontrol Sci. technol 25 (4), 359–372.
2. **Adeniji A. A., Aremu O. S., and Babalola O. O., 2020.** *Pseudomonas fulva* HARBPS9. 1: candidate anti-fusarium agent in South Africa. Eur. J. Plant Pathol 157 (4), 767–781.
3. **Adiaha M. S., 2018.** The economic value of maize (Zea mays) in Nigeria and its impacts on global food production. Int. J. Sci. World 9 (257), **Alamu O. P., Adeeyo O. A., and Babalola O. O., 2016.** Effect of aqueous extracts of mangifera indica linn. on the testes of adult male Wistar rats. J. Hum. Ecol.
4. **Alberts J. F., Van Zyl, W. H., and Gelderblom, W. C., 2016.** Biologically based methods for control of fumonisin-producing fusarium species and reduction of the fumonisins. Front. Microbiol. 7, 548–556. doi: 10.3389/fmicb.2016.00548.
5. **Babalola O. O., and Glick B. R., 2012.** The use of microbial inoculants in African agriculture: current practice and future prospects. J. Food Agric. Environ. 10 (3&4), 540– 549.
6. **Bacon C., Glenn A., and Yates I., 2008.** *Fusarium verticillioides*: managing the endophytic association with maize for reduced fumonisins accumulation.Toxin Rev. 27 (3-4), 411–446.
7. **Bartók T., Szécsi A., Szekeres A., Mesterházy A. & Bartók M., 2006.** Detection of new fumonisin mycotoxins and fumonisinlike compounds by reversed-phase high-performance liquid chromatography/electrospray ionization ion trap mass spectrometry. Rapid Commun Mass Spectrom.2447-2462.
8. **Betz F. S., Hammond B. G., and Fuchs R. L., 2000.** Safety and advantages of bacillus thuringiensis-protected plants to control insect pests. Regul. Toxicol. Pharmacol. 32 (2), 156–173. doi: 10.1006/rtph.2000.1426.
9. **Bevivino A., Peggion V., Chiarini L., Tabacchioni S., Cantale C., and Dalmastri C., 2005**. Effect of *Fusarium verticillioides* on maize-root-associated burkholderia cenocepacia populations. Res. Microbiol. 156 (10).
10. **Bezuidenhout S. C. și colab., 1988.** Structure elucidation of the fumonisins, mycotoxins from *Fusarium moniliforme*. J. Chem. Soc. Chem. Commun. 11, 743-745.
11. **Blacutt A. A., Gold S. E., Voss K. A., Gao M., and Glenn A. E., 2018.** *Fusarium verticillioides*: Advancements in understanding the

toxicity, virulence, and niche adaptations of a model mycotoxigenic pathogen of maize. Phytopathology. 108 (3), 312–326.
12. **Brock T., Madigan M., Martinko J., and Parker J., 1994**. Biology of microorganisms 7th ed Vol. 648 (New Jersey: Prentice Hall Upper Saddle River), 650.
13. **Burger H., Shephard G., Louw W., Rheeder J., and Gelderblom W., 2013**. The mycotoxin distribution in maize milling fractions under experimental conditions. Int. J. Food Microbiol. 165 (1), 57–64.
14. **Cavaglieri L., Orlando J., and Etcheverry M., 2005.** In vitro influence of bacterial mixtures on *Fusarium verticillioides* growth and fumonisin B1 production: effect of seeds treatment on maize root colonization. Lett. Appl.
15. **Chandra Nayaka S., Udaya Shankar A. C., Reddy M. S., Niranjana S. R., Prakash H. S., Shetty H. S. și colab., 2009.** Control of *Fusarium verticillioides*, cause of ear rot of maize, by pseudomonas fluorescens. Pest Manage. Science: former Pesticide Science 65 (7), 769– 775.
16. **Chulze S., 2010.** Strategies to reduce mycotoxin levels in maize during storage: a review. Food Additives Contamin 27 (5), 651–657. doi: 10.1080/194400409035.
17. **Chepkirui C., 2013**. Antifungal secondary metabolites from monanthotaxis littoralis with activity against mycotoxigenic fungi from maize. Egerton Univ.
18. **Colmenarez Y. C., Corniani N., Jahnke S. M., Sampaio M. V., and Vásquez, C., 2018.** "Use of parasitoids as a biocontrol agent in the Neotropical region: Challenges and potential," in Horticulture (IntechOpen).
19. **Czembor E., Stępień Ł, and Waśkiewicz A., 2015.** Effect of environmental factors on fusarium species and associated mycotoxins in maize grain grown in Poland. PloS One 10 (7), e0133644. doi: 10.1371/journal.pone.0133644.
20. **Duncan K. E., and Howard R. J., 2010.** Biology of maize kernel infection by *Fusarium verticillioides*. Mol. Plant-Microbe interact 23 (1), 6–16. doi: 10.1094/MPMI-23-1-0006.
21. **Euzéby J., 2009.** List of prokaryotic names with standing in nomenclature. http://www bacterio cict fr.
22. **Fandohan P., Gnonlonfin B., Hell K., Marasas W., and Wingfield M., 2005.** Natural occurrence of fusarium and subsequent fumonisin contamination in preharvest and stored maize in Benin, West Africa. Int. J. Food Microbiol. 99 (2), 173–183. doi: 10.1016/ j.ijfoodmicro.2004.08.012.

23. **Figueroa-López A. M., Cordero-Ramırez J. D., Martı́nez-Á lvarez J. C., López-Meyer M., Lizárraga-Sánchez G. J., Félix-Gastélum R. și colab., 2016.** Rhizospheric bacteria of maize with potential for biocontrol of *Fusarium verticillioides*. Springerplus. 5 (1), 330. doi: 10.1186/s40064-016-1780-x.
24. **Gelderblom W.C. și colab., 1988.** Fumonisins-novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. *Appl. Environ. Microbiol.* 54.1806-1811.
25. **Headrick J., and Pataky J., 1991.** Maternal influence on the resistance of sweet corn lines to kernel infection by. *Fusarium moniliforme* 81, 268–274.
26. **Hinton D. M., and Bacon C. W., 1995.** Enterobacter cloacae is an endophytic symbiont of corn. Mycopathologia. 129 (2), 117–125.
27. **Humans IWGotEoCRt Cancer IAfRo, 2002.** Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/ NBK326619/.
28. **Kamle M., Mahato D. K., Devi S., Lee K. E., Kang S. G., and Kumar P., 2019.** Fumonisins: impact on agriculture, food, and human health and their management strategies. Toxins. 11 (6), 328. doi: 10.3390/toxins11060328.
29. **Kimanya M. E., De Meulenaer B., Tiisekwa B., Ndomondo-Sigonda M., Devlieghere F., Van Camp J. și colab., 2008.** Co-occurrence of fumonisins with aflatoxins in home-stored maize for human consumption in rural villages of Tanzania. Food additives contamin 25 (11), 1353–1364.
30. **Khan M., Pandey A., Athar T., Choudhary S., Deval R., Gezgin S., și colab., 2020.** *Fusarium* head blight in wheat: contemporary status and molecular approaches. 3 Biotech 10 (4), 1–17. doi: 10.1007/s13205-020-2158-x.
31. **Kriek N., Kellerman T. S., and Marasas W. F. O., 1981**. A comparative study of the toxicity of *Fusarium verticillioides (= f. moniliforme*) to horses, primates, pigs, sheep and rats. Onderstepoort J Vet Res 48 (2), 129–31.
32. **Laraya-Cuasay L. R., Lipstein M., and Huang N. N., 1977.** *Pseudomonas cepacia* in the respiratory flora of patients with cystic fibrosis (CF). Pediatr. Res. 11 (4), 502.
33. **Leslie J. F., Pearson C., Nelson P. E., and Toussoun T., 1990**. *Fusarium spp.* from corn, sorghum, and soybean fields in the central and eastern United States. Ecol. Stud. 44 (63), 66.
34. **Leslie J.F & Summerell, B.A., 2006**. The Fusarium Laboratory Manual, Blackwell Publishing, Ames, .1st Edition.
35. **Leveau J. H., 2015.** "Life of microbes on aerial plant parts," in Principles of plant-microbe interactions (Springer), 17–24.

36. **Li T., Gong L., Wang Y., Chen F., Gupta V. K., Jian Q. și colab., 2017.** Proteomics analysis of *Fusarium proliferatum* under various initial pH during fumonisin production. J. proteomics 164, 59–72.
37. **Marasas W. F. O., Naude T., Pienaar J., and Kellerman T. S., 1976.** Leukoencephalomacia: a mycotoxicosis of equidae caused by *Fusarium moniliforme* Sheldon. Onderstepoort J Vet Res 43 (3), 113–22.
38. **Marasas W., 2001.** Discovery and occurrence of the fumonisins: a historical perspective. Environ. Health Perspect. 109 (suppl 2), 239–243.
39. **Marín S.V., Sanchis-Vinas I., Canela R. & Magan N., 2014.** Effect on water activity and temperature on growth and fumonisin B1 and B2 production by *Fusarium proliferatum* and *F. moniliforme* junio. Lett. Appl. Microbiol. 21, 298-301.
40. **Munkvold G., and Carlton W., 1997.** Influence of inoculation method on systemic *Fusarium moniliforme* infection of maize plants grown from infected seeds. Plant Dis. 81 (2), 211–216.
41. **Mupunga I., 2013.** A comparative study of natural contamination with aflatoxins and fumonisins in selected food commodities from Botswana and Zimbabwe (University of South Africa).
42. **Ncube E., Flett B. C., Van den Berg J., Erasmus A., and Viljoen A., 2017.** The effect of busseola fusca infestation, fungal inoculation and mechanical wounding on fusarium ear rot development and fumonisin production in maize. Crop Prot. 99, 177–183.
43. **Ncube E., Flett B. C., Waalwijk C., and Viljoen A., 2011.** *Fusarium spp*. and levels of fumonisins in maize produced by subsistence farmers in south Africa. South Afr. J. Science 107 (1-2), 1–7.
44. **Nelson P.E., Toussoun T.A. & Marasas W.F.O., 1983.** *Fusarium species* An ilustraed manual for identification (The Pennsylvania Staty University Press, Pennsylvania.
45. **NguyenT. T. X., Dehne H.-W., and Steiner U., 2016.** Histopathological assessment of the infection of maize leaves by *Fusarium graminearum, F. proliferatum* and *F. verticillioides*. Fungal Biol. 120 (9), 1094–1104.
46. **Oldenburg E., Höppner F., Ellner F., and Weinert J., 2017.** *Fusarium* diseases of maize are associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended for food and feed. Mycotoxin Res. 33 (3).
47. **Omotayo O. P., Igiehon O. N., and Babalola O. O., 2022.** Microbial genes of agricultural importance in maize rhizosphere unveiled through shotgun metagenomics. Spanish J. Soil Science 6. doi: 10.3389/sjss.2022.10427.

48. **Omotayo O. P., 2022.** The role of rhizosphere microbiome in agricultural sustainability. PONTE Int. J. Sci. Res. 78 (10).
49. **Oren L., Ezrati S., Cohen D., and Sharon A., 2003.** Early events in the *Fusarium verticillioides*-maize interaction characterized by using a green fluorescent protein expressing transgenic isolate. Appl. Environ. Microbiol. 69 (3), 1695–1701. doi: 10.1128/ AEM.69.3.1695-1701.
50. **Proctor R.H., Plattner R.D., Desjardins A.E., Busaman M. & Butchko R., 2006.** Fumonisin production in the maize pathogen *Fusarium verticillioides*: genetic basis of naturally occurring chemical variation. J. Agric. Food Chem.
51. **Picot A., Barreau C., Caron D., Lannou C., and Richard-Forget F., 2011.** The dent stage of maize kernels is the most conducive for fumonisin biosynthesis under field conditions. Appl. Environ. Microbiol. 77 (23), 8382–8390. doi: 10.1128/AEM.05216-11.
52. **Rabie C.J., Marasas W.F.O., Thiel P.G., Lübben A. & Vleggaar R.,1982.** Moniliformin production and toxicity of different *Fusarium species* from Southern Africa. Appl. Environ. Microbiol. 43, 517-521.
53. **Rai M., 2011.** Natural antimicrobials in food safety and quality. Cabi 30, 368. doi: 10.1079/9781845937690.0000.
54. **Ribes S., Fuentes A., Talens P., and Barat J. M., 2018.** Prevention of fungal spoilage in food products using natural compounds: a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 58 (12), 2002–2016.
55. **Rheeder J.P., Marasas W.F.O., Vismer H.F., 2002.** Production of fumonisin analogs by Fusarium species. Appl. Environ. Microbiol. 68, 2101-2105.
56. **Reddy K.R.N. și colab., 2009.** Mycotoxin contamination of commercially important agricultural commodities. Toxin Rev. 154-168 .
57. **Samsudin N. I. P. B., 2015.** Potential biocontrol of fumonisin B1 production by *Fusarium verticillioides* under different ecophysiological conditions in maize.
58. **Sánchez-Rangel Diana, Eduardo Galeana-Sánchez y *Javier Plasencia-de la Parra, Ma. Eugenia de la Torre-Hernández, 2014.** Fumonisinas –síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-Maíz, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 17(1):77-91.
59. **ScarpinoV., Reyneri A., Vanara F., Scopel C., Causin R., and Blandino M., 2015.** Relationship between European corn borer injury, *Fusarium proliferatum* and *F. subglutinans* infection and moniliformin contamination in maize. Field Crops Res. 183, 69–78. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.014.

60. **Shephard G., 2011**. Fusarium mycotoxins and human health. Plant Breed. Seed Sci. 64, 113. doi: 10.2478/v10129-011-0034-x.
61. **Sobek E., and Munkvold G., 1999.** European Corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae as vectors of *Fusarium moniliforme*, causing kernel rot and symptomless infection of maize kernels. J. economic entomol 92 (3), 503–509. doi: 10.1093/jee/92.3.503.
62. **Suresh M., CIMMYT, 2019.** Phenotyping for disease resistance to increase genetic gains 11-15 November 2019, Lilongwe, Malawi.
63. **Thiel P. G., Shephard G. S., Sydenham E. W., Marasas W. F., Nelson P. E., and Wilson T. M., 1991**. Levels of fumonisins B1 and B2 in feeds associated with confirmed cases of equine leukoencephalomalacia. J. Agric. Food Chem. 39 (1), 109–111. doi: 10.1021/jf00001a021.
64. **Wollenweber H. & Reinking, O.A., 1935.** Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekampfung (Paul Parey, Berlin).

BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV

CAPITOLUL 7.
PARTICULARITĂȚI BIOCHIMICE ALE POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB DIN COLECȚIA BRGV SUCEAVA

(Ancuța-Veronica Lupăescu, Monica Iavorschi)

7.1. Proprietăți generale

Porumbul (*Zea mays*) este o cultură majoră de cereale care, împreună cu orezul (*Oryza sativa*) și grâul (*Triticum aestivum*), asigură organismului uman și animal un aport caloric important. Semințele de porumb (sau boabele) sunt o sursă substanțială de amidon și proteine, 80% din proteină fiind stocată în endosperm, țesutul nutritiv al semințelor (Kim *și colab.*, 2020). Valorile tipice din greutatea uscată a semințelor de porumb sunt 71,7% amidon, 9,5% proteine, 4,3% lipide, 2,6% zahăr și 1,4% cenușă (Flint-Garcia, Bodnar and Scott, 2009). Aproximativ 70% din proteina totală a endospermului aparțin clasei de proteine depozitare numite prolamine, bogate în prolină și azot amidic derivat din glutamina.

Prolaminele porumbului (numite zeine) sunt compuse dintr-un grup major de proteine (α-zeine) și mai multe grupuri minore (β, γ, δ-zeine). Prolaminele au fost inițial definite ca solubile în amestecuri alcool/apă (de exemplu, 60–70% (v/v) etanol, 50–55% (v/v) propan-1-ol sau propan-2-ol) deși unele apar ca polimerii insolubili în alcool. Cu toate acestea, toate polipeptidele individuale de prolamină sunt solubile în alcool în stare redusă. Prolaminele variază foarte mult, de la aproximativ 10 000 la aproape 100 000, în masele lor moleculare (Shewry and Halford, 2002).

Proteinele de tip zein, identificate pentru prima dată în 1821, și-au găsit o aplicație largă în industria alimentară, domeniul agricol și

industria farmaceutică unde sunt utilizate ca matrice de eliberare controlată a componentelor active (Zhang *și colab.*, 2015). Majoritatea prolaminelor au două caracteristici structurale comune. Prima este prezența unor regiuni distincte care adoptă structuri diferite între ele și pot avea origini diferite. Al doilea este prezența secvențelor de aminoacizi constând din blocuri repetate bazate pe unul sau mai multe motive peptidice scurte sau îmbogățite în resturi de aminoacizi. Aceste caracteristici sunt responsabile pentru proporțiile mari de glutamină, prolină și alți aminoacizi specifici precum histidină, glicină, metionină, fenilalanină, regăsiți în unele grupe de prolamine. Conform secvențelor de aminoacizi, atât zeinele de tip β cât și cele de tip γ și δ sunt membre ale superfamiliei prolaminelor deși doar γ-zeinele conțin secvențe repetate de aminoacizi Pro-Pro-Pro-Val-His-Leu. În plus, β-zeinele și δ-zeinele conțin un capătul C-terminal bogat în metionină, aminoacid esențial necesar creșterii și dezvoltării normale a organismului. În ceea ce privește compoziția de cisteină, zeinele α sunt prezente în boabe sub formă de monomeri sau oligomeri și conțin doar unul sau două resturi de cisteină per moleculă în timp ce β-, γ- și δ-zeine sunt mult mai bogate în cisteină fiind regăsite sub formă de polimeri (Shewry and Halford, 2002). Deșii aminoacizii esențiali lizină, triptofan și metionină sunt prezenți la niveluri scăzute în zeine, studiile genetice și genomice relevă o mare complexitate a familiilor de zeine și susțin observațiile anterioare conform cărora diferitele clase de zeine au compoziții variate de aminoacizi (Khan *și colab.*, 2019).

Ideea de îmbunătățire a valorii nutriționale a porumbului, ca urmare a deficienței de aminoacizi esențiali, a determinat căutarea mutanților naturali din porumb care găzduiesc un conținut scăzut de zeină și o cantitate mai mare de lizină. Prin urmare, ameliorarea calității boabelor de porumb reprezintă un obiectiv important pentru domeniul agricol ce implică pe lângă creșterea procentului de proteină în boabe și îmbunătățirea calitativă a proteinei cunoscută ca fiind deficitară în

anumiți aminoacizi esențiali (lizina și triptofan). Prin urmare, cunoașterea diversității germoplasmei locale precum și a legăturilor existente între diferite genotipuri constituie un obiectiv important întrucât oferă informații esențiale legate de viabilitatea calității soiurilor locale prin asocierea lor cu diferite caracteristici biochimice.

7.2. Principii și metode utilizate în caracterizări biochimice

Utilizarea metodelor bazate pe chemosenzori colorimetrici permite identificarea moleculelor importante din punct de vedere biologic și nutrițional. Prin urmare, utilizarea unor metode non-cromatografice ce permite detectarea rapidă, cu sensibilitate ridicată, repetabilitate și eficacitate bună a urmelor de aminoacizi, proteine, glucide sau lipide este de interes pentru biotehnologie și industria alimentară. În continuare sunt prezentate câteva metode specifice care pot fi utilizate în detecția diverșilor constituenți biochimici ai porumbului.

7.2.1. Reacții specifice pentru proteine

Una dintre cele mai cunoscute metode de dozare a conținutului proteic al unei probe este **metoda Kjeldahl** ce implică mineralizarea materialului organic la aproximativ 420°C în prezența de acid sulfuric concentrat, sulfat de potasiu (pentru a crește punctul de fierbere) și catalizator (de exemplu, cupru, mercur, seleniu) pentru a accelera digestia. Azotul organic din probă este astfel transformat în sulfat de amoniu nevolatil.

A. Digestie

$$\text{Organic N} + H_2SO_4 \xrightarrow[(Na_2SO_4)]{(Se\text{-}CuSO_4)} (NH_4)_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

B. Distilare

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \xrightarrow{t°C} 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_3BO_3 \longrightarrow NH_4^+ : H_2BO_3^- + 2H_2O$$

C. Titrare

$$NH_4^+ : H_2BO_3^- + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_3BO_3$$

După răcirea și diluarea probei tratate, sulfatul de amoniu este transformat în amoniac gazos volatil prin încălzire cu hidroxid de sodiu. Amoniacul este distilat cu abur într-un exces de soluție de acid boric, unde este captat prin formarea de borat de amoniu. Cantitatea de borat formată se determină prin titrare folosind acid clorhidric standardizat. Punctul final de titrare este determinat folosind un indicator de culoare sau potențiometric. Cantitatea de proteină brută din probă este calculată din conținutul de azot rezultat. Majoritatea proteinelor conțin 16% azot astfel factorul de conversie este de 6,25. Metoda este precisă, dar prezintă o productivitate scăzută datorită utilizării unui număr crescut de etape ce implică un consum ridicat de reactivi. În plus, generează deșeuri chimice care nu pot fi eliminate în sistemele normale de canalizare, mai ales când mercurul este utilizat drept catalizator (Evers and Hughes, 2002).

Metoda Biuret se bazează pe faptul că, în condiții alcaline, substanțele care conțin două sau mai multe legături peptidice reacționează cu cuprul pentru a forma un complex colorat a cărei intensitate obținută la 540 nm este corelată cu conținutul total de proteine al probei. Astfel, reacția biuretului cu proteine este potrivită pentru determinarea proteinei totale prin spectrofotometrie (fig. 7.1.).

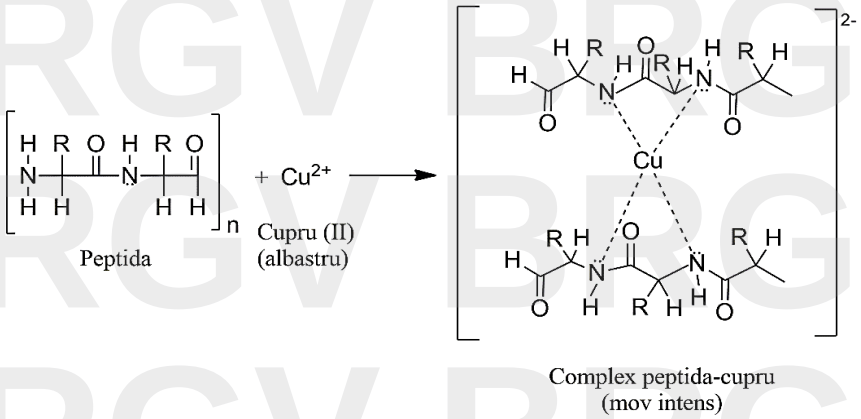


Fig. 7.1. Principiul reacției Biuret

Reactivul se obține prin dizolvarea a 1–5 g de sulfat de cupru (II) și a 6 g de tartrat de sodiu și potasiu tetrahidratat (sare Rochelle) într-o soluție bazică de hidroxid de sodiu 3% (Bianchi-Bosisio, 2005; Sánchez Rojas and Cano Pavón, 2005). Această metodă este rapidă și simplă, cu puține interferențe din surse nonpeptidice sau nonproteice. Metoda este utilizată pe scară largă în laboratoarele clinice, în special în analizoarele automate în care concentrația de proteine poate fi măsurată până la 2 mg/ml.

Metoda Lowry, mai sensibilă decât metoda biuretului, permite determinarea proteinelor la nivel de micrograme pe mililitru. Procedura implică două reacții: cea a proteinei cu soluția alcalină de cupru (reacția biuretului) și reducerea reactivului Folin-Ciocalteau ca urmare a interacțiunii cu reziduurile de tirozină și triptofan ale proteinei. Reactivul Folin–Ciocalteau se prepară prin fierberea unei soluții care conține wolfram de sodiu, molibdat de sodiu și acizi fosforic și clorhidric, care produce ioni de molibdofosfat și tungstofosfat (Fryer *și colab.*, 1986; Sánchez Rojas and Cano Pavón, 2005). Absorbanța este măsurată la 750 nm pentru concentrații de proteine sub 500 µg/mL sau

la 550 nm dacă concentrația de proteine este între 100 și 2000 µg/mL (Waterborg, 2009). La fel ca metoda biuretului, Lowry este supusă unor limitări și interferențe în special cele date de sărurile de amoniu, glicină și mercaptani (fig. 7.2.).

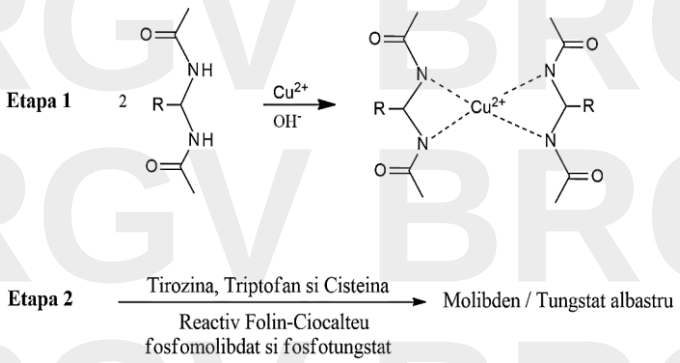


Fig. 7.2. Principiul metodei Lowry

O altă metodă uzuală de determinare a concentrațiilor de proteine este **metoda Bradford**. Metoda se bazează pe legarea moleculelor de proteine de colorantul Coomassie Brilliant Blue în condiții acide ce are ca rezultat o schimbare a culorii de la maro la albastru (fig. 7.3.). Această schimbare determină o deplasare a maximului de absorbție a colorantului de la 465 la 595 nm. Metoda măsoară de fapt prezența reziduurilor de aminoacizi de bază precum arginină, tirozină, triptofan, fenilalanină, lizină și histidină, care contribuie la formarea complexului proteină-colorant. Prezintă dezavantajul interferenței aminoacizilor bazici și aromatici și faptul că nu poate detecta proteinele cu masă moleculară mai mică de 3 kDa. De asemenea, prezența SDS chiar și la concentrații scăzute poate interfera cu formarea complexului colorat. Principalul avantaj al metodei este rapiditatea (nu necesită incubare) care permite aplicarea eficientă pe multe probe (Sánchez Rojas and Cano Pavón, 2005). Bradford este recomandat pentru uz general, în special pentru determinarea conținutului de proteine al fracțiilor

celulare și evaluarea concentrațiilor de proteine pentru electroforeza pe gel. Reactivul Bradford se obține prin dizolvarea a 100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250 în 50 ml etanol 95% peste care se adaugă 100 ml acid fosforic 85% (g/v). Soluția astfel obținută se diluează la 1 litru când colorantul s-a dizolvat complet și se filtrează prin hârtie Whatman #1 chiar înainte de utilizare. Opțional, se utilizează o soluție alcalină de NaOH 1 M pentru probele care sunt greu solubile în reactivul de culoare. Spre deosebire de metoda Biuret, Bradford prezintă avantajul unei sensibilități mai ridicate, putând detecta cantități de proteină în domeniul 5-200 µg.

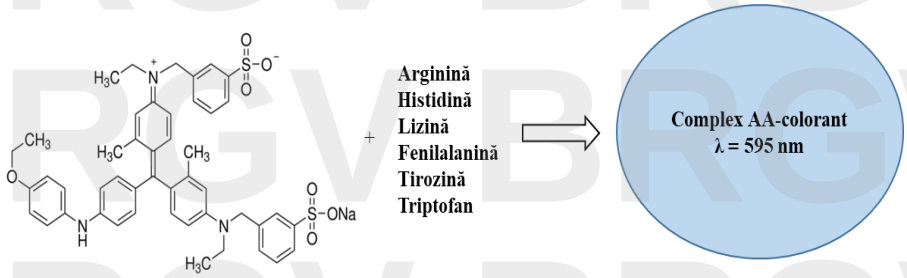


Fig. 7.3. Principiul metodei Bradford

Metoda acidului sulfosalicilic (ASS) este un test turbidimetric neinvaziv, rentabil, utilizat în mod obișnuit pentru evaluarea semicantitativă a proteinuriei în laboratoarele clinice (fig. 7.4.). Analiza turbidimetrică se bazează măsurarea cantității de lumină transmisă de particulele în suspensie pentru a determina concentrația substanței în cauză. Cantitatea de lumină absorbită și, prin urmare, concentrația depinde de numărul de particule și dimensiunea particulelor. Adăugarea de ASS sau acid tricloroacetic la o soluție de proteină acidificată are ca rezultat denaturarea proteinelor urmată de precipitare. Conținutul de proteine poate fi estimat semicantitativ folosind o scală de gradare sau cantitativ prin măsurarea turbidității. Metoda turbidimetrică a fost folosită mult timp pentru evaluarea cantitativă a proteinelor totale din

urină și lichidul cefalorahidian înainte de introducerea metodelor de legare a coloranților (Jinadasa *și colab.,* 2021).

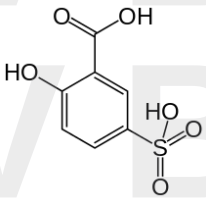


Fig. 7. 4. Structura chimică a acidului 5-sulfosalicilic

Cantitatea de proteine dintr-o probă poate fi cuantificată și prin **evaluarea directă a absorbanței la 280 nm**. Aceasta este o metodă rapidă și convenabilă, deoarece nu sunt necesare reactivi sau incubații suplimentare. Cu toate acestea, orice componentă non-proteică a soluției care absoarbe lumina ultravioletă (UV) la 280 nm ar putea interfera cu măsurătorile. Aminoacizii cu inele aromatice ale proteinelor, precum triptofan și tirozină, permit absorbția luminii ultravioletă la o lungime de undă de 280 nm (fig. 7.5.). Structura secundară, terțiară și cuaternară a proteinelor poate afecta însă absorbanța, prin urmare factori precum pH-ul, puterea ionică etc. pot modifica spectrul de absorbanță (Jiang *și colab.,* 2014). Deoarece sticla și plasticul absorb în domeniul UV, este necesar să se utilizeze cuve de cuarț.

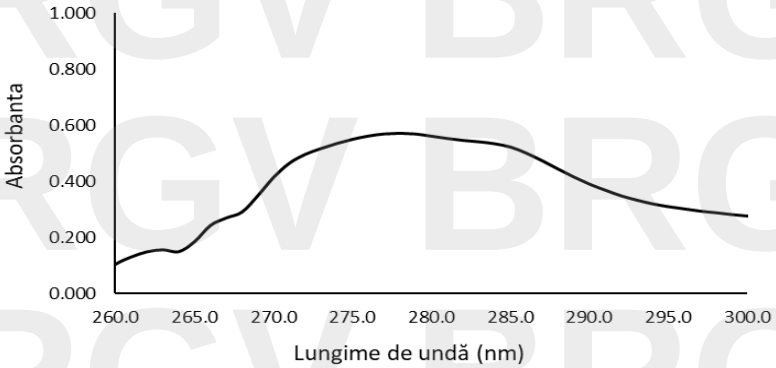


Fig. 7. 5. Spectrul UV-vis al zeinei înregistrat în domeniul 260-300 nm

Testul proteinei **cu acid bicinchoninic (BCA)** este o altă metodă utilizată pentru cuantificarea proteinei totale dintr-o probă. Principiul acestei metode se bazează, similar reacției biuretului, pe faptul că proteinele pot reduce în mediu alcalin ionii Cu^{2+} la Cu^{+} care odată complexați cu BCA generează o colorație violet (fig. 7.6.). Reducerea cuprului este cauzată în principal de patru reziduuri de aminoacizi, inclusiv cisteină, cistina, tirozină și triptofan, care sunt prezente în moleculele de proteine (Miyaji, 2011). Comparativ cu testul Bradford, testul BCA este mai obiectiv, deoarece legăturile peptidice regăsite în scheletul proteinei contribuie, de asemenea, la formarea culorii, ajutând la minimizarea variabilității cauzate de diferențele de compoziție a proteinelor. Un dezavantaj al testului BCA este dat de susceptibilitatea crescută la interferența a unor substanțe chimice prezente în probele de proteine, inclusiv agenți reducători, chelatori ai ionilor de cupru și sisteme tampon cu concentrație mare, care poate fi evitată prin generarea de probe diluate (Otieno, Krause and Rusling, 2016).

În plus față de metodele menționate mai sus, proteinele mai pot fi analizate și prin **alte metode** precum: spectroscopie IR (Szentirmai *și colab.*, 2020), metoda de combustie Dumas, (Chang and Zhang, 2017), reacția cu ninhidrina (Starcher, 2001) sau metode imunologice (Nielsen, 2017). Alegerea unei metode adecvate depinde de proprietățile proteinelor prezente în probe, precum și de caracteristicile abordărilor analitice.

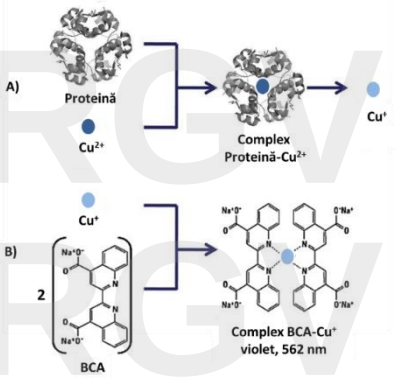


Fig. 7.6. Principiul metodei cu acid bicinchoninic (A) chelarea cuprului cu proteine și reducerea Cu^{2+} la Cu^{+} în prezența unui mediu alcalin și (B) formarea complexului BCA-Cu^{+}

7.2.2. Reacții specifice pentru aminoacizi

Testul cu ninhidrină. Testul permite evaluarea calitativă și cantitativă a aminoacizilor prin detectarea aminelor sau α-aminoacizilor din probă care, atunci când sunt încălziți în exces de ninhidrina (hidrat de triketohidrinden), dau un produs de culoare violet. Excepție fac moleculele de prolină și hidroxiprolină care conțin o grupare amino secundară și care generează un produs de condensare galben (fig. 7.8). Reacția aminoacizilor cu ninhidrina duce la decarboxilarea și dezaminarea aminoacizilor (formarea de CO_2 și NH_3) concomitent cu formarea unei grupări aldehidice care are un atom de carbon mai puțin în structură (fig. 7.7.). Astfel, după cum se observă și în figura de mai jos, ninhidrina reacționează într-o primă etapă ca agent oxidant reducându-se la hidrindantină. În etapa următoare hidrindantina reacționează cu o moleculă de ninhidrină și amoniacul eliberat din reacția de hidroliza a aminoacidului, conducând la formarea unui produs de condensare colorat caracteristic.

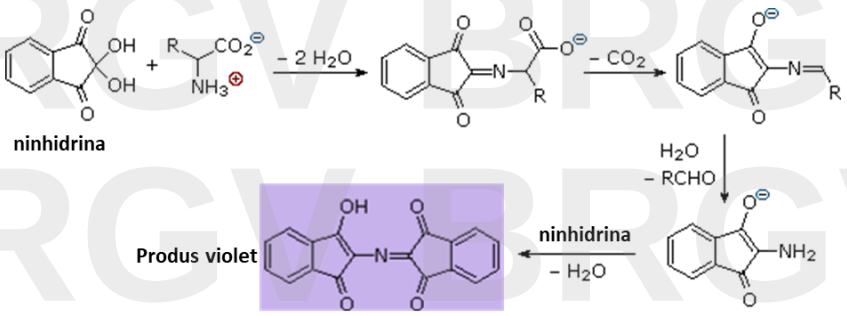


Fig. 7.7. Mecanismul de reacție a α-aminoacizilor cu ninhidrina și formarea violetului lui Ruhemann

Proteinele conțin, de asemenea, grupări amino libere pe carbonul alfa și pot reacționa cu ninhidrina pentru a produce un produs albastru-violet. Ninhidrina este cel mai frecvent folosită ca substanță chimică criminalistică pentru a detecta „amprentele digitale” și asta pentru că aminele regăsite în proteinele rămase pe suprafețele ce conțin

amprentele digitale reacționează cu ninhidrina generând o culoare violet caracteristică denumit Violet Ruhemann.

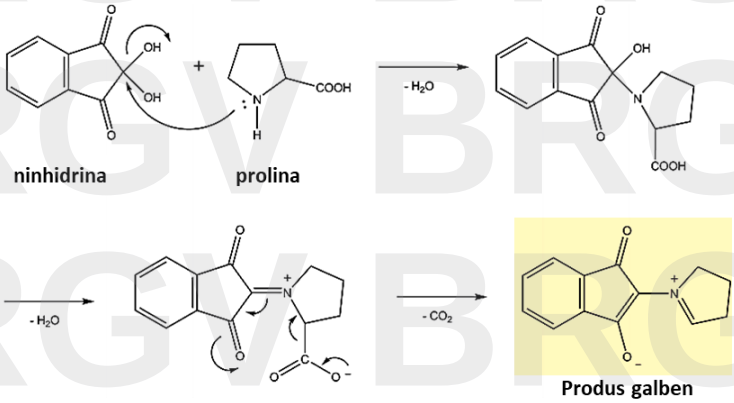


Fig. 7. 8. Mecanismul de reacție a prolinei cu ninhidrina

Pe lângă aminoacizi, alte structuri complexe, cum ar fi peptidele, peptonele și proteinele, reacționează pozitiv atunci când sunt supuse reacției cu ninhidrinei. Sărurile de amoniu, zaharurile amino și amoniacul dau, de asemenea, un rezultat pozitiv al testului cu ninhidrina. Prin urmare, pentru a obține rezultate cantitative fiabile, este recomandată îndepărtarea compușilor interferenți înaintea evaluării probei.

Testul cu nitroprusiat de sodiu este o metodă biochimică utilizată pentru detectarea grupelor –SH (tiol sau mercapto) libere din aminoacizi, fiind specific pentru detecția cisteinei. Gruparea tiolică reacționează cu nitroprusiatul în mediu alcalin pentru a produce un complex roșu. Este posibil ca unele proteine să nu dea un rezultat pozitiv imediat și, în acest caz, soluția cu probă trebui încălzită pentru a permite eliberarea grupărilor -SH din structura punților disulfidice. Metionina nu reacționează la acest test, deoarece atomul de sulf din molecula de metionină este implicată într-o legătură tioesterică stabilă (Subroto *și colab.*, 2020). Deși testul este specific pentru aminoacidul cisteină, acesta poate reacționa și cu compuși precum cetonele. Testul

poate fi folosit și pentru diferențierea între cisteină și cistina, deoarece cisteina dă un rezultat pozitiv acestui test în timp ce dar cistina nu. Testul poate fi efectuat prin adăugarea unei soluții proaspete de nitroprusiat de sodiu într-o eprubetă ce conține proba de testat în mediu alcalin (NH_4OH sau NaOH). Intensitatea culorii poate fi măsurată ulterior la o lungime de undă de 521 nm (Gu *și colab.*, 2017). Mecanismul de reacție al testului poate fi observat în reacțiile de mai jos:

1. Generarea sulfurii de sodiu:

Cisteina + 2NaOH → Serina + **Na_2S** + H_2O

2. Formarea complexului colorat:

$Na_2[Fe(CN)_5NO]$ + **Na_2S** → **$Na_4[Fe(CN)_5NOS]$**

Testul Sakaguchi este un test biochimic descoperit și denumit după om de știință japonez Shoyo Sakaguchi care constă într-o reacție colorimetrică pentru detectarea și cuantificarea grupelor de guanidiniu. Această reacție poate fi folosită pentru identificarea prezenței argininei în proteine (Liang *și colab.*, 2013). Reactivul Sakaguchi constă din hipoclorit de sodiu/hipobromit de sodiu și α-nafthol (1-naftol). Arginina reacționează cu α-nafthol (fig. 7.9.) și agentul oxidant pentru a da un produs de culoare roșie (Deitch, 1961). Ceilalți compuși care conțin guanidiniu, alții decât aminoacizii, pot de asemenea genera această reacție. Spectrul de absorbție al produsului de reacție Sakaguchi se încadrează în domeniul 400-600 nm cu un maxim la aproximativ 500 nm. Mai mult, testul poate fi îmbunătățit prin adăugarea de uree care stabilizează produsul colorat astfel încât să nu se disipeze înainte de a putea fi efectuate măsurătorile spectrofotometrice (Brunelle, Eldridge and Halámek, 2021).

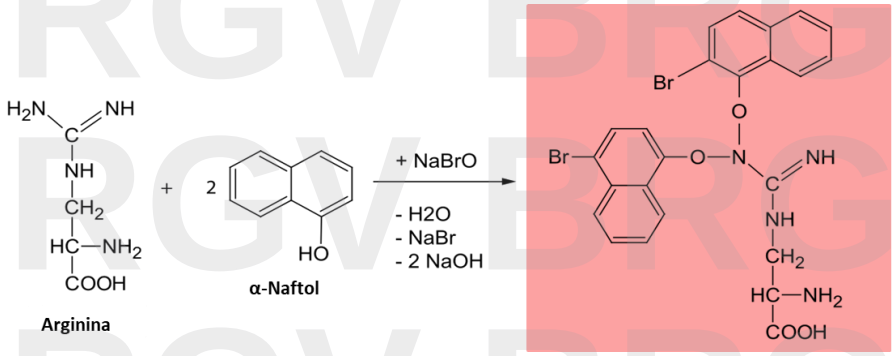


Fig. 7. 9. Mecanismul de reacție a argininei cu α-naftolul

Testul **Acree-Rosenheim** sau **Hopkins-Cole** (Adamkiewicz–Hopkins) este un test folosit pentru detectarea prezenței triptofanului în proteine. Principiul metodei se bazează pe faptul că compușii care au inel indolic se pot condensa cu aldehide pentru a forma produse de condensare colorate. Testul se poate desfășura atât cu acidului glioxilic (Abdulwahed, Mamoly and Bosnali, 2020) cât și cu aldehida formică (fig. 7.10.) (Li *și colab.*, 2021) care în mediu acid reacționează cu grupul indolic al triptofanului și care conduce la formarea unui compus de culoare violet.

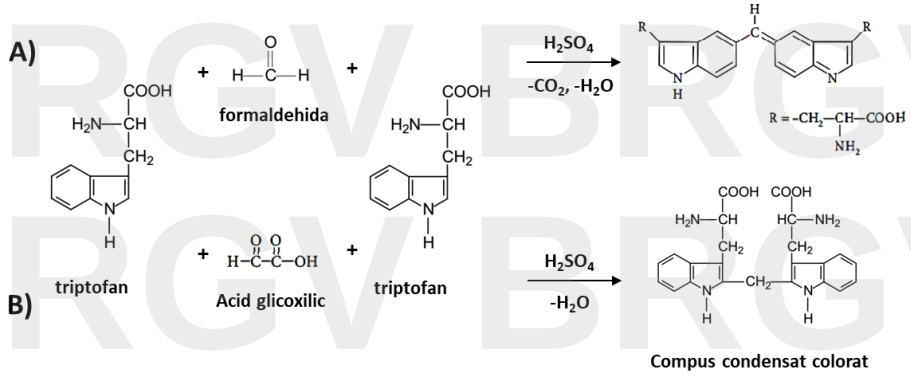


Fig. 7. 10. Mecanismul de reacție a triptofanului cu (A) formaldehida și (B) acidul glicoxilic

Testul xantoproteic este utilizat pentru a identifica prezența aminoacizilor aromatici într-o probă de testat. Xantoproteic provine din cuvântul grecesc xanthos, care înseamnă galben. Aminoacizii care conțin grupări aromatice sunt derivați ai benzenului și prin urmare pot suferi reacții caracteristice benzenului și derivaților de benzen. O astfel de reacție este nitrarea unui inel benzenic cu acid azotic (fig. 7.11).

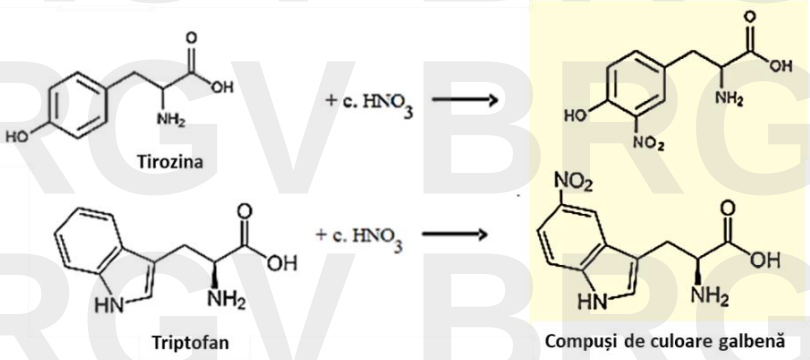


Fig. 7.11. Mecanismul de reacție al aminoacizilor aromatici cu acid azotic

Principiul metodei se bazează pe faptul că la temperatură crescută și în prezența acidului azotic aminoacizilor aromatici generează un compus de culoare galbenă obținut ca urmare a nitrării inelului benzenic (Migliavacca, Ferrero and Tonin, 2014). Intensitatea culorii galbene se intensifică virând spre portocaliu atunci când se adaugă soluții alcaline în mediu. Aminoacizii tirozină și triptofan conțin inele benzenice activate și sunt ușor de nitrare în timp ce aminoacidul fenilalanina care conține, de asemenea, un inel benzenic nu suferă proces de nitrare întrucât inelul nu este activat (Elzagheid, 2018).

Testul lui Millon este un test specific pentru identificarea tirozinei, singurul aminoacid care conține o grupare fenol (fig. 7.12). În testul lui Millon, gruparea fenolică al tirozinei este mai întâi nitrată cu acid azotic. Ulterior, tirozina nitrată complexează ionii de mercur (I) și mercur (II) pentru a forma un complex de culoare roșie. Prin urmare,

proteinele care conțin tirozină vor da un rezultat pozitiv prin apariția complexului proteic de mercur (Krishnaiah *și colab.*, 2009). Întrucât metoda utilizează o sare de metal greu (mercur), proteinele vor forma mai întâi un precipitat alb ca urmare a procesului de denaturare (Maurya *și colab.*, 2019). Reacția este specifică oricărui compus cu o grupare fenolică, astfel că în cazul în care proba de analizat este o proteină acesta trebuie izolată pentru a nu genera răspuns pozitiv în prezența unor alt compuși fenolici. Prezența în proba a unui precipitat galben de HgO indică faptul că soluția este prea alcalină și deci nu poate fi considerat un răspuns pozitiv.

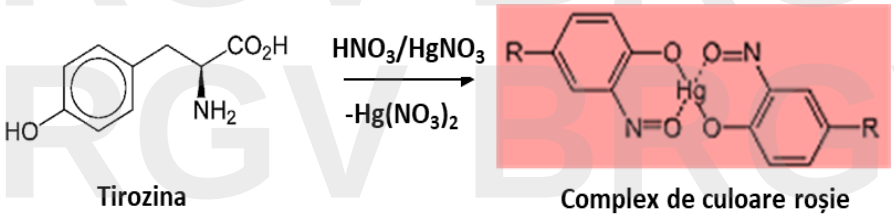


Fig. 7. 12. Mecanismul de reacție a tirozinei cu reactivul Millon

Testul Ellman sau reacția sulfhidril este o metodă utilizată pentru a demonstra prezența unei grupări sulfhidril libere (-SH) într-o proba necunoscută sau proteică. Metoda se bazează pe reacția dintre acidul 5,5'-ditio-bis-(2-nitrobenzoic) (DTNB sau reactivul Ellman) și o grupare sulfhidril liberă ce conduce la generarea unei disulfuri mixte și a acidului 2-nitro-5-tiobenzoic (TNB) (fig. 7.13), compus de culoare galbenă (Riener, Kada and Gruber, 2002). Această metodă poate fi utilizată pentru cuantificarea spectrofotometrică a L-cisteinei prin citirea absorbanței la 410 nm (Mei *și colab.*, 2018).

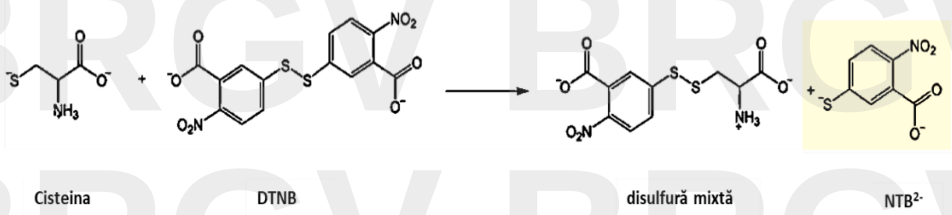


Fig. 7.13. Mecanismul de reacție a cisteinei cu reactivul Ellman

Testul cu acetat de plumb (test cu sulfură de plumb) este o metodă utilizată în detecția aminoacizilor care conțin sulf precum cisteină și cistina (fig. 7.14). Deși conține atomi de sulf, metionina nu oferă răspuns pozitiv întrucît acesta nu este liber fiind implicat într-o legătură cu o grupare metilică (-SCH_3). Principiul metodei se bazează pe reacția dintre gruparea sulfhidril sau tiol a aminoacizilor și acetatul de plumb. În condiții alcaline, ionul sulfurat (S^{2-}) este eliberat sub formă de H_2S (hidrogen sulfurat). Ulterior acesta reacționează cu plumbat de sodiu generat *in situ* conducând la formarea unui precipitat maroniu închis de sulfură de plumb (Anishchenko *și colab.*, 2019).

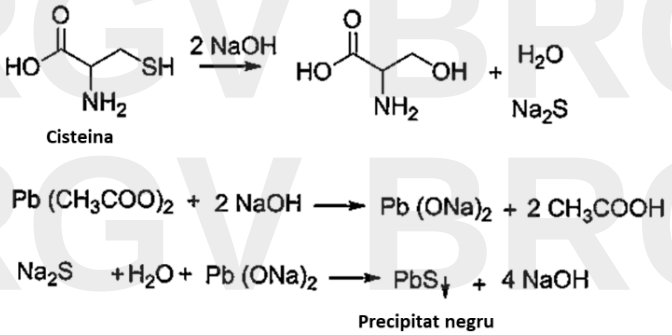


Fig. 7.14. Mecanismul de reacție a cisteinei cu acetatul de plumb în mediu bazic

7.2.3. Reacții specifice pentru carbohidrați

Reactia Molisch - Udranski este o reacție generala pentru toate glucidele. Monoglucidele, oligoglucidele și poliglucidele dau cu α-naftolul, in prezența acidului sulfuric concentrat, compuși colorați în

violet (fig. 7.15). Oligoglucidele si poliglucidele, in prezenta acidului sulfuric, la început se hidrolizează pana la monoglucide, iar acestea prin deshidratare, se vor transforma in furfurol sau derivații săi (Glick, 2009). Testul se bazează pe faptul că atunci când monozaharidele sunt tratate cu H_2SO_4 concentrat, grupările hidroxil (OH) din zahăr sunt îndepărtate sub formă de apă, generând un compus deshidratat numit furfuralul. Produsul rezultat condensează cu α-naftol pentru a da un complex de culoare violet, așa cum este ilustrat în figura de mai jos.

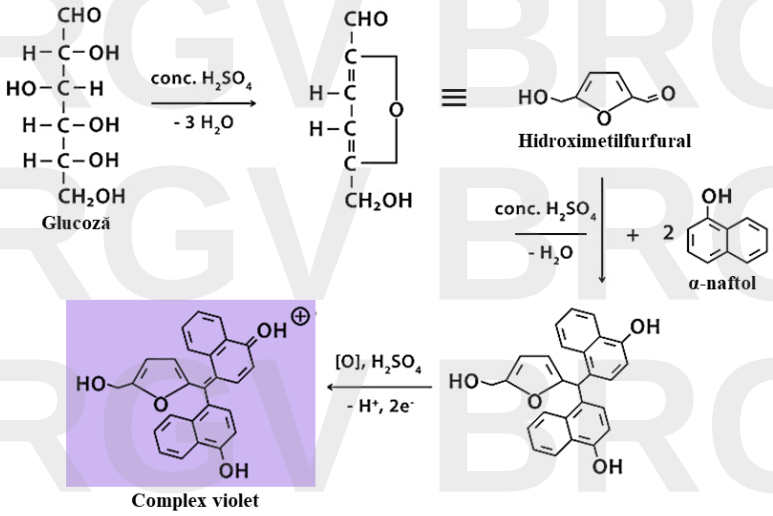


Fig. 7.15. Mecanismul de reacție a glucozei cu α -naftolul

Testul Benedict este folosit pentru a evidenția prezența zaharurilor reducătoare într-o probă. Principiul metodei se bazează pe faptul că carbohidrații care au o grupă aldehidă sau cetonă liberă sau potențial liberă pot acționa ca agent reducător (fig. 7.16.) (Glick, 2009). Reactivul lui Benedict are o culoare albastru intens și constă din sulfat de cupru amestecat cu citrat de sodiu într-un mediu slab alcalin de carbonat de sodiu. Când zaharurile reducătoare sunt încălzite în prezența mediului alcalin, ele se transformă într-un intermediar de tip enediol, care sunt agenți reducători puternici. Enediolii reduc ionii cuprici (Cu^{2+}) prezenți în reactivul Benedict la ioni cuproși (Cu^{+}), care

se precipită sub formă de culoare roșie insolubilă de oxid cupros (Cu_2O). Testul este semicantitativ, deoarece culoarea precipitatului indică cantitatea aproximativă de zahăr prezentă în probă. Pentru o probă care conține zahăr reducător culoarea probei în timpul fierberii poate fi de la albastru (fără zahăr reducător prezent), verde, galben, portocaliu, roșu sau maro (cu concentrație mare de zaharuri reducătoare). Ionii de citrat formează un complex cu ionii cuprici și împiedică precipitarea acestuia cu ionii de hidroxid sub formă de hidroxid cupric.

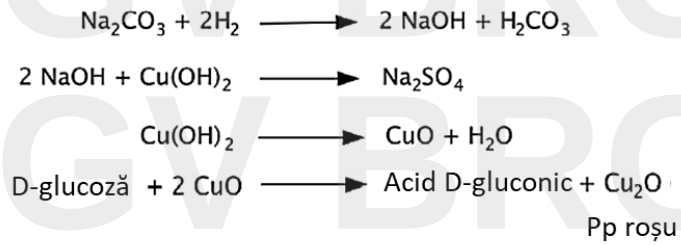


Fig. 7.16. Mecanismul de reacție a testului Benedict

Metoda acidului 3,5-dinitrosalicilic utilizată pentru estimarea concentrației de zaharuri reducătoare dintr-o probă (fig. 7.17). Carbohidrații care au o grupă aldehidă sau cetonă liberă sau potențial liberă pot acționa ca agenți reducători. Reactivul este o soluție alcalină de acid 3,5-dinitrosaliciclic și sare tartarat. La încălzire, zaharurile reducătoare pot reduce acidul 3,5-dinitrosaliciclic la acid 3-amino-5-nitrosaliciclic, compus de culoare roșu-portocaliu (Boshagh, 2021).

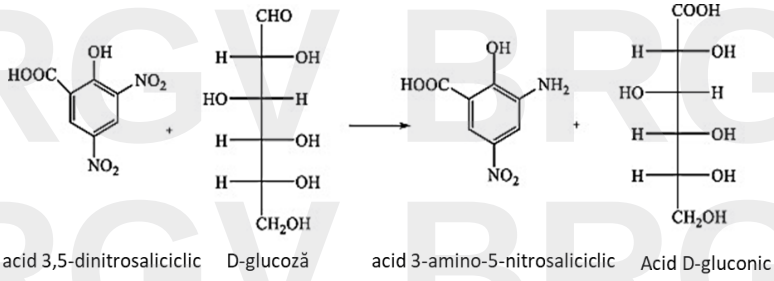


Fig. 7. 17. Mecanismul de reacție a testului cu acidul 3,5-dinitrosaliciclic

Testul Seliwanoff este o reacție specifică pentru cetohexoze fiind folosită pentru a distinge cetozele de aldoze (fig. 7.18). Reactivul utilizat este format din resorcinol și HCl concentrat. Cetohexozele sunt supuse deshidratării pentru a produce 5-hidroximetil furfural mai rapid decât aldohexozele. Cetoza deshidratată reacționează cu rezorcinolul pentru a produce un complex de culoare roșu intens în timp ce produc o culoare slabă de roz până la roșu vișiniu. Încălzirea prelungită poate determina hidrolizarea dizaharidelor și generarea altor monozaharide care pot intensifica culoarea probei analizate.

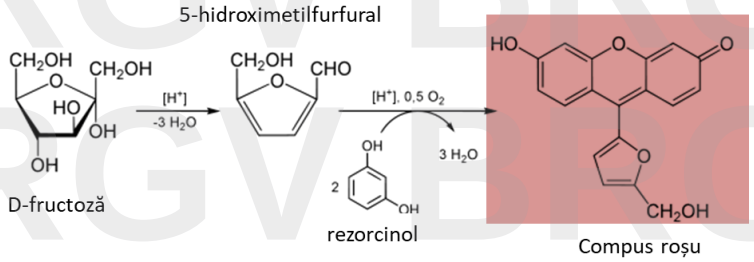


Fig. 7.18. Mecanismul de reacție a testului Seliwanoff

Testul cu iod este utilizat pentru a distinge mono- sau dizaharidele de anumite polizaharide precum amiloza, dextrina și glicogenul. Testul de iod se bazează pe faptul că ionii de poliiodură formează un complex de adsorbție colorat cu lanțuri elicoidale de reziduuri de glucoză de amiloză (albastru-negru), dextrină (violet) sau glicogen (maro-roșcat). Monozaharidele, dizaharidele și polizaharidele ramificate precum celuloza rămân incolore. Amilopectina produce o nuanță galben-portocalie. Reactivul utilizat în testul de iod este iodul Lugol, care este o soluție apoasă de iod elementar și iodură de potasiu. Iodul în sine este insolubil în apă. Adăugarea

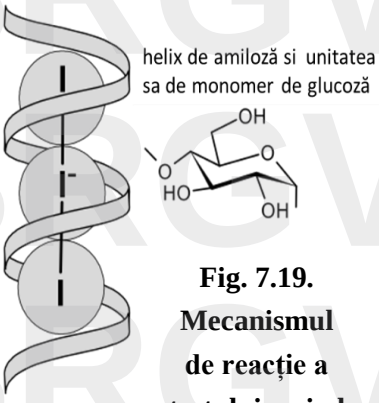


Fig. 7.19. Mecanismul de reacție a testului cu iod

de iodură de potasiu are ca rezultat o reacție reversibilă a ionului de iodură cu iodul pentru a forma ionul de triiodură, care reacționează în continuare cu o moleculă de iod pentru a forma ionul de pentaiodură. Soluția de iod prezintă o colorație maro, în timp ce ionii de iodură, triiodură și pentaiodură sunt incolori. Deși modul exact în care se dezvoltată culoarea sunt încă necunoscute, structura helix (elicoidă sau arc) a lanțului de glucoză este considerată a avea un rol important în realizarea acestui test. În plus, culoarea rezultată depinde de lungimea lanțurilor de glucoză. După cum se observă în figura de mai jos, ionii de triiodură și pentaiodură formați sunt liniari și alunecă în interiorul structurii helix (fig. 7.19).

7.2.4. Metode utilizate în evaluarea capacității antioxidante totale

Antioxidanții joacă un rol esențial în conservarea alimentelor și promovarea sănătății. Mai exact, atunci când sunt prezente în alimente sau în organism în concentrații foarte scăzute, acestea întârzie, controlează sau previn procesele oxidative care conduc la deteriorarea calității alimentelor sau inițierea și propagarea bolilor degenerative în organism. În plus, compușii antioxidanti pot crește durata de valabilitate a produsului prin întârzierea procesului de peroxidare a lipidelor, considerat unul dintre motivele majore pentru deteriorarea alimentelor în timpul procesării și depozitării (Oroian and Escriche, 2015). Moleculele antioxidante interacționează cu speciile reactive de oxigen sau cu subprodusele acestora, fie pentru a le elimina, fie pentru a minimiza efectele lor dăunătoare. Cu toate acestea, deși organismul prezintă propriul sistem de apărare antioxidant, reprezentat prin antioxidanții endogeni, se recomandă susținerea sistemului prin utilizarea de antioxidanți exogeni. Acest lucru a condus la o căutare de antioxidanți netoxici care ar putea stopa sau inversa degradarea structurală. Activitatea antioxidantă poate fi măsurată printr-o varietate de metode care includ transferul de atom de hidrogen, transferul unui

singur electron, puterea de reducere sau chelatarea metalelor (Zhong and Shahidi, 2015).

Testul ORAC privind capacitatea de absorbție a radicalilor de oxigen evaluează suprimarea fluorescenței ca urmare a descompunerii unei molecule fluorescente sub acțiunea radicalul 2,2'-azobis(2-amidinopropan)diclorhidrat (AAPH) (Zulueta, Esteve and Frígola, 2009). Testul ORAC se apropie de reacția de oxidare din corpul viu, deoarece generează specii radicale care imită radicalul peroxil lipidic implicat în reacția de peroxidare a componentelor biologice și reacționează într-un tampon fosfat (Carvalho *și colab.*, 2023). Deoarece testul ORAC este extrem de sensibil, probele trebuie să fie diluate corespunzător înainte de analiză pentru a evita interferențele. Reacțiile care descriu competiția față de radicalii derivați de AAPH reprezentați în principal de radicali peroxil (ROO•) sunt prezentate în schema de mai jos (fig. 7.20.):

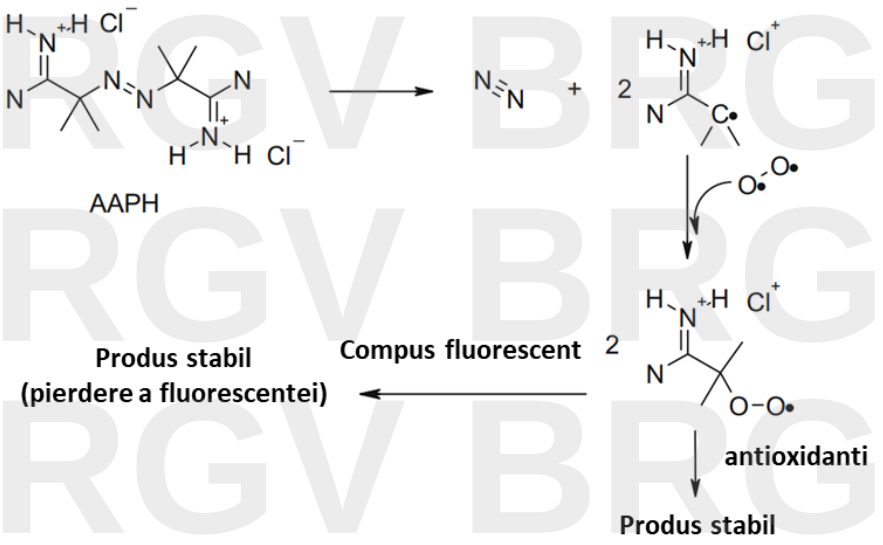


Fig. 7.20. Mecanismul de reacție a radicalului AAPH în timpul testului ORAC

Metoda radicalului liber DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazil-hidrat) este un test antioxidant bazat pe transferul de electroni în urma căreia se produce o soluție violetă în etanol. Acest radical liber, stabil la temperatura camerei, este redus în prezența unei molecule antioxidante, dând naștere unei soluții de etanol incolor (Garcia *și colab.*, 2012). Utilizarea testului DPPH oferă o modalitate ușoară și rapidă de evaluare a antioxidanților prin spectrofotometrie, astfel încât poate fi utilă evaluarea diferitelor produse în același timp (Baliyan *și colab.*, 2022). După cum se observă și în schema de mai jos (fig. 7.21.), atunci când radicalul DPPH reacționează cu un compus antioxidant, proprietatea sa de radical liber se pierde astfel încât culoarea sa se schimbă de la violet la galben.

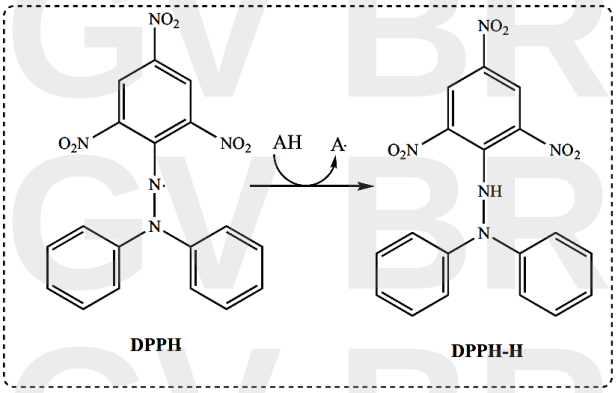


Fig. 7.21. Mecanismul de captare a radicalului DPPH· de către un antioxidant (AH)

Metoda ABTS (acid 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonic)) evaluează reducerea radicalului cationic ABTS•+ identificând astfel prezența antioxidanților donatori de hidrogen într-o probă dată (Munteanu and Apetrei, 2021). Radicalul cationic colorat ABTS este generat la pierderea unui electron de către atomul de azot al ABTS (fig. 7.22.). În scopul analizei antioxidante, această reacție poate fi determinată prin utilizarea persulfatului de potasiu ($K_2S_2O_8$). Cu

utilizarea persulfatului de potasiu, radicalul ABTS a fost generat direct fără radical intermediar. Astfel, radicalul ABTS este preformat înainte de adăugarea antioxidanților de testare, eliminând posibilitatea ca substanțele de testat să interfereze cu generarea radicalului ABTS (Brainina, Stozhko and Vidrevich, 2019).

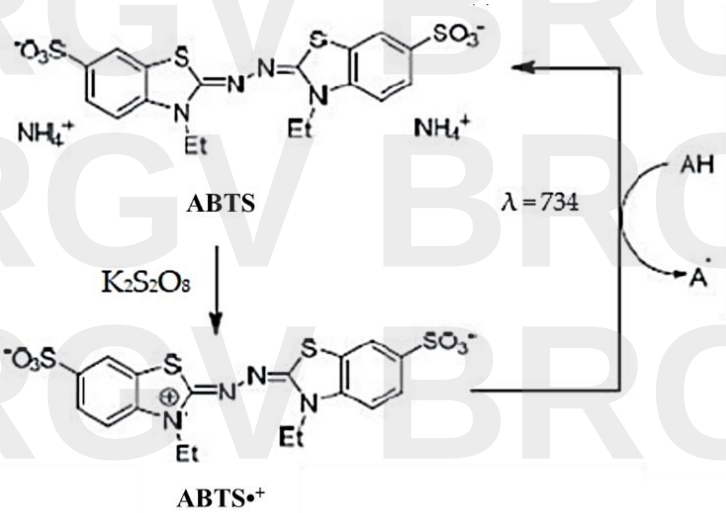


Fig. 7.22. Schema de reacție implicată în analiza activității de captare a radicalilor cationilor ABTS

Metoda FRAP de determinare a capacității antioxidante se bazează pe puterea unei substanțe de a dona electroni și reduce astfel ionii ferici (Fe^{3+}) la ioni feroși (Fe^{2+}). Prepararea reactivului FRAP implică de obicei amestecarea tamponului acetat (pH 3,6), a soluției tripiridiltriazin (TPTZ) în HCI și a soluției de clorură ferică în proporții precum 10:1:1, respectiv. La pH scăzut, atunci când un complex feric TPTZ (Fe^{3+}-TPTZ) este redus la forma feroasă (Fe^{2+}), acesta produce o culoare albastră cu un maxim de absorbție la 593 nm. Antioxidanții prezenți în probă determină reducerea complexului Fe^{3+}/TPTZ la Fe^{2+}/TPTZ, modificarea absorbanței fiind direct legată de puterea reducătoare totală a antioxidantului. Rezultatele sunt cuantificate prin compararea modificării culorii din probă cu o curbă standard generată

folosind concentrații cunoscute ale unui antioxidant de referință, cum ar fi Trolox (un analog solubil în apă al vitaminei E). Rezultatele pot fi exprimate ca echivalenți Trolox sau altă unitate adecvată, indicând capacitatea antioxidantă a probei. În schimb datorită sensibilității de pH crescute, testul FRAP nu poate să nu detecteze antioxidanții care acționează la un pH neutru. Astfel, acesta nu acoperă neapărat toate aspectele activității antioxidante. În ciuda limitărilor sale, testul FRAP rămâne un instrument util în diverse contexte în care este necesară o evaluare rapidă și simplă a puterii antioxidante.

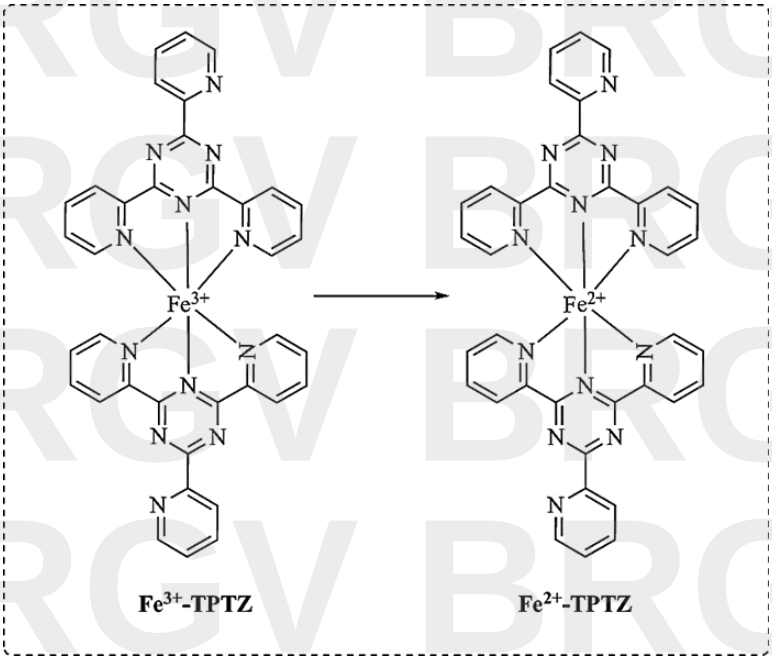


Fig. 7. 23. Reacția de reducere $[Fe^{3+}\text{-}(TPTZ)_2]^{3+} \rightarrow [Fe^{2+}\text{-}(TPTZ)_2]^{2+}$ a testului FRAP

7.3. Evaluarea biochimă a unor populații locale de porumb din colecția BRGV Suceava

Probele de porumb măcinate au fost achiziționate de la Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea" Suceava, România.

Semințelor de porumb măcinate au fost depozitate la -20 °C până la utilizare ulterioară. În vederea determinării cantității de grăsime, probele de porumb au fost supuse degresării prin sonicare timp de 10 minute folosind acetonă. Procedura de degresare a fost realizată în duplicat pentru a permite utilizarea făinii degresate rezultate în următoarele etape de analiză. La aproximativ 100 mg făină netratată cântărită într-un microtub conic a fost adăugat 1,5 ml solvent. Extracția s-a desfășurat la temperatura camerei într-o baie de ultrasunete (sistem Bandelin Sonorex Super RK 102H – fig. 7.24.). Etapa de degresare a fost repetată după centrifugare la 4°C timp de 10 min și 15000 rpm. În final, făina degresată a fost colectată și lăsată să se usuce timp de 24 de ore la temperatura camerei înainte de recântărire.

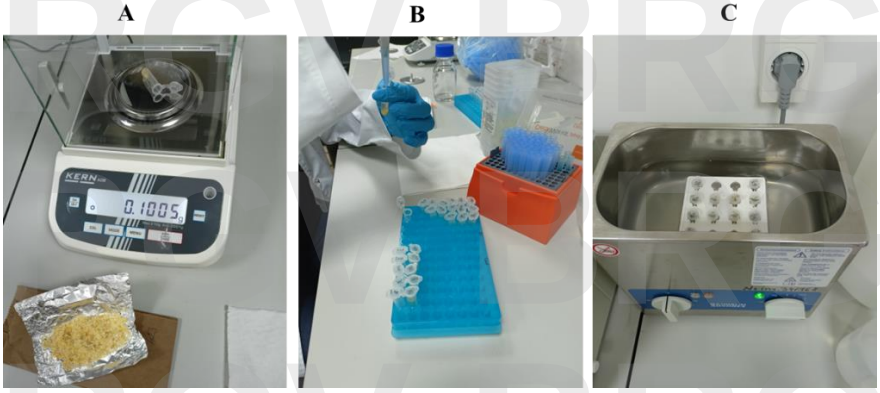


Fig. 7. 24. Prezentarea etapelor de lucru: (A) cântărirea probelor la balanța analitică; (B) adăugarea solventului de extracție; (C) sonicarea probelor

Procentul de grăsime extrasă pentru probele analizate poate fi observat în tabelul de mai jos. Randamentul de extracție a lipidelor a fost calculat conform ecuației (1):

$$\text{Randamentul extracției lipidelor (\%)} = (m_l/m_i) \times 100 = [(m_i-m_e)/m_i] \times 100$$

unde m_l este masa lipidelor extrase (g), m_i este masa făinii brute (g) și m_e este masa făinii obținută după extracție.

7.3.1. Metode utilizate în determinarea conținutului de proteine

A. Extracția proteinelor totale şi a prolaminei (zeina)

Deşi metodele colorimetrice permit determinarea cu uşurinţă a conţinutului de proteine din diferite probe, acestea nu poate fi aplicate direct făinurilor de cereale din cauza interferenței amidonului. Prin urmare, este necesară realizarea unei etape de extracție a proteinelor din cereale în vederea cuantificării acestora. În acest scop, probele de porumb măcinate și degresate au fost resuspendate în 1,5 ml de soluție bazică de 0,1 N NaOH și sonicate (sistem Bandelin Sonorex Super RK 102H) timp de 30 minute pentru a permite compușilor proteici să treacă în fază lichidă. În schimb, extractele de proteină Zeină au fost obținute într-un mediu prietenos cu mediul prin resuspendarea făinii de porumb degresată în 1.5 ml etanol 70%.

Centrifugarea a fost realizată la temperatura camerei timp de 15 minute la 15000 rpm iar supernatantul (1,4 ml) rezultat a fost colectat și depozitat la frigider până la următoare determinări (fig. 7.25).

B. Determinarea conținutului de proteine

În mod normal, proteina poate fi estimată din valoarea azotului. Metodele clasice, cum ar fi procedura MicroKjeldahl sau Dumas, necesită etape mai lungi de lucru și echipamente speciale pentru mineralizare și distilare fapt ce îngreunează obținerea unui rezultat rapid.

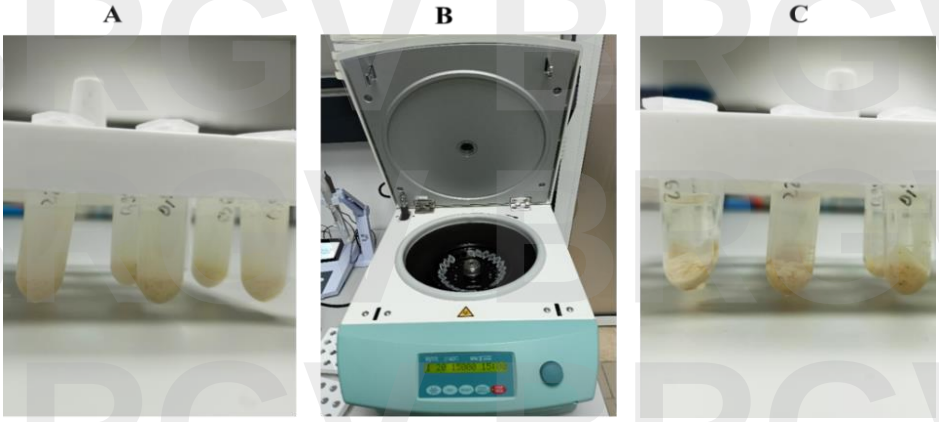


Fig. 7.25. Prezentarea etapelor de lucru: (A) înainte de centrifugare; (B) în timpul centrifugării; (C) după centrifugare

În schimb, metodele colorimetrice bazate pe reacția biuretului sau legarea de colorant permit, datorită simplității sale și a disponibilității echipamentelor, automatizarea procedurii (Murariu *și colab.*, 2012; Jiang *și colab.*, 2014).

Dozarea proteinei brute din semințele de porumb a fost realizată utilizând metode adaptate pentru utilizare cu plăci de microtitrare cu 96 de godeuri. Spectrofotometrul de microplăci Epoch (BioTek Instruments, Winooski, VT) interfațat cu un computer a permis trasarea curbei de etalonare necesară calculării conținutul de proteine extrase. Metodele adaptate oferă avantajul rapidității și a utilizării unui volum redus de probă.

Metoda Biuret: 50 µL extract proteic obținut în etapa anterioară au fost pipetați într-o micro placă și incubați 30 minute la 37°C cu 200 µL reactiv Biuret (fig. 7.26-7.27.). Curba de etalonare a fost trasată pentru intervalul 2-20 mg/ml. Citirea absorbanței probelor a fost realizată la 540 nm.

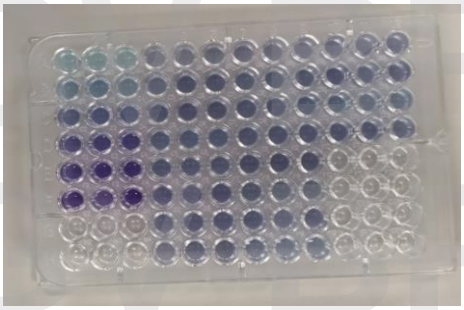


Fig. 7.26. Microplaca ce conține curba de etalonare și un număr de 20 probe incubate cu reactivul Biuret. Probele au fost pipetate în triplicat

Metoda Bradford: Pentru analiza conținutului de proteine totale regăsite în diferitele probe de porumb s-a utilizat un kit 5x Bradford (Carl Roth, Karlsruhe, Germania) potrivit pentru teste în plăci multigodeuri. Probele (50 µL) diluate 1:20 au fost incubate timp de 5 minute la temperatura camerei cu 200 µL reactiv Bradford proaspăt pregatit diluat conform instructiunilor prezentate de producator.

Intervalul de concentrație liniară înregistrat în domeniul 20–200 µg/ml a fost realizat utilizând BSA, respectiv zeină, ca proteină standard. Citirea absorbanțelor a fost realizată la 595 nm. In cazul determinării cantității de zeine, ca urmare a incompatibilității dintre solventul probelor (70% etanol) si kit-ul antecedent, pentru realizarea metodei Bradford s-a utilizat un kit Sigma. In acest caz 10 µL proba au fost incubate la temperatura camerei cu 140 µL reactiv Bradford timp de 1 minut înainte de înregistrarea absorbantelor (595 nm). În acest caz, curba de etalonare a zeinei fost înregistrată în intervalul 1,4 – 0,175 mg/ml.

Deși măsurătorile concentrației au fost efectuate folosind tehnici colorimetrice, curba de calibrare pentru extractele de proteine totale a fost stabilită folosind albumină (BSA) în timp ce pentru extractele de prolamină s-a folosit zeina. După determinarea concentrației, rezultatul final a fost exprimat în g proteine / 100 g făină de porumb.

Fig. 7. 27. Prezentarea etapei preliminare de pregătire a probelor în vederea pipetării în microplacă (stânga) și adăugarea acestora în godeuri conform șablonului realizat anterior (dreapta)

7.3.2. Determinarea aminoacizilor liberi totali

Aminoacizii liberi au fost extrași din făină folosind o soluție de 50% etanol pentru a preveni solubilizarea polizaharidelor și a altor polimeri vâscoși (Mustafa *și colab.*, 2007). În acest caz extracția s-a realizat utilizând aproximativ 100 mg făină netratată cântărită într-un microtub conic peste care a fost pipetat 1,5 ml solvent. După 30 minute de sonicare la temperatura camerei probele au fost centrifugate 15 minute la 15000 rpm iar supernatantul colectat a fost depozitat la frigider până la analizarea acestuia.

Cea mai comună metodă de determinarea a conținutului de aminoacizi liberi este reacția cu ninhidrina. Grupările alfa-amino ale aminoacizilor interacționează cu ninhidrina conducând la formarea unui compus de condensare colorat în albastru-violet. 30-300 µg/ml utilizând o soluție de glicină dizolvată în etanol.

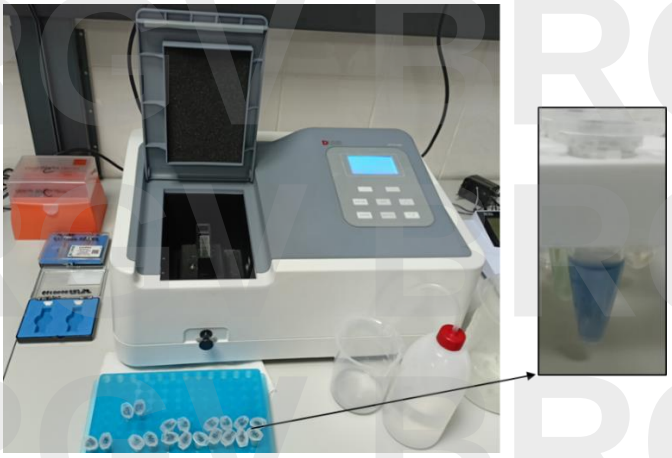


Fig. 7. 28. Prezentarea spectrofotometrului utilizat la înregistrarea maximelor de absorbție al probelor supuse reacției cu ninhidrina

Reacția cu ninhidrină necesită temperaturi ridicate, testul efectuându-se la temperaturi cuprinse între 50 și 100 °C (Zatorski *și colab.*, 2020). In acest caz, proba a fost incubată la întuneric la 80 °C în prezența reactivului cu Ninhidrina (2% in Etanol) proaspăt pregătit, în raport 1:9 (v/v). După 60 minute probele au fost aduse la temperatura camerei înainte de a se înregistra absorbanța. Citirile au fost realizate la 570 nm utilizând un spectrofotometrul UV/Vis DLAB SP-UV1100 accesorizat cu cuve din cuarț (fig. 7.28). După determinarea concentrației, rezultatul final a fost exprimat în g aminoacizi liberi/100 g făină de porumb.

7.3.3. Determinarea activității antioxidante

Activitatea antioxidantă a fost evaluată prin două metode colorimetrice: DPPH și ABTS. În ambele teste, 10 µl dintr-un extract bazic (0,1 N NaOH) au fost combinați cu 990 µl din reactivul respectiv. Pentru analiza DPPH (fig. 7.29.), amestecul a fost incubat în întuneric timp de 24 de ore înainte de a măsura absorbanța la 517 nm. În mod similar, pentru testul ABTS, probele au fost incubate cu reactiv timp de 30 de minute la temperatura camerei, iar absorbanța a fost apoi citită la

734 nm. Sa observat că datele DPPH au conținut semnale interferente care au ascuns rezultatul antioxidant. Prin urmare, doar rezultatele obținute în urma testului ABTS au fost considerate relevante și luate în considerare pentru analiză.

Fig. 7. 29. Probe incubate cu reactivul DPPH (dreapta) și ABTS (stânga)

Activitatea de captare a radicalilor a fost exprimată ca procent de inhibare a radicalilor liberi de către probă și a fost calculată prin următoarea formulă:

ABTS scavenged (%) = $[(A_{734\ control} - A_{734\ proba})/ A_{734\ control}] \times 100$,

unde $A_{734\ control}$ reprezintă absorbanța probei de control, iar $A_{734\ proba}$ este absorbanța înregistrată în prezența extractelor de probă.

7.4. Evaluarea conținutului biochimic al porumbului

Porumbul, o cultură de bază cu valoare economică și nutrițională semnificativă, are compoziții biochimice variate bazate pe mai mulți factori, inclusiv locația geografică, tipul de sol și condițiile climatice. Având în vedere diversitatea regiunilor sale de cultivare din România, este imperativ să înțelegem nuanțele conținutului biochimic, deoarece acestea pot afecta valoarea nutritivă și potențialele utilizări ale porumbului.

Studiul a implicat o evaluare cuprinzătoare a compoziției biochimice a porumbului. În acest scop au fost analizate un total de 78 de probe individuale colectate din diferite regiuni din România pentru

a asigura un set de date reprezentativ pentru peisajului agricol divers al țării (Tabelul 7.1.).

În urma analizei, datele au fost grupate pe regiuni geografice (Tabelul 7.2.). Această clasificare ne permite să discernem orice tendințe sau particularități regionale în compoziția biochimică a probelor de porumb. Rezultatele au fost grupate pe regiuni acoperind 26 județe. Pentru fiecare regiune au fost furnizate valorile medii, împreună cu abaterea standard. Acest lucru nu oferă doar o imagine instantanee a tendințelor centrale ale datelor, dar oferă și perspective asupra variabilității în fiecare regiune.

Această evaluare detaliată a conținutului biochimic al porumbului, împreună cu clasificarea regională, contribuie la o înțelegere mai profundă a variațiilor și nuanțelor compoziției porumbului în diferite părți ale României. Astfel de perspective sunt de neprețuit pentru cercetarea agricolă și nutrițională, ajutând la dezvoltarea strategiilor și aplicațiilor specifice regiunii.

Prin compararea valorilor de date individuale cu statisticile rezumate pentru un set de date, se pot obține informații despre poziția relativă și semnificația acestor valori individuale în distribuția globală a datelor. De exemplu, în contextul analizei conținutului de lipide, probele examinate au prezentat un procent mediu de 3,458%, însoțit de o abatere standard de 1,462. În cazul acestor probe analizate, reiese un contrast notabil. Cea mai mică valoare lipidică (0,6%) a fost identificată într-o probă de porumb din județul Suceava, în timp ce cea mai bogată probă în lipide (6,450%) provine din județul Bistrița Năsăud. Ambele valori se abate cu aproximativ 2 abateri standard de la medie. Această discrepanță subliniază variațiile semnificative ale conținutului de lipide în setul de date, Suceava reprezentând extrema inferioară, iar Bistrița Năsăud exemplificând extrema superioară a acestei distribuții.

Tabelul 7.1.

Valori statistice și parametrii biochimici analizați

Regiune	Nr probe	Valori	Procent de lipide (%)	Procent de proteine totale (%)		Procent de prolamine (%)	Procent aminoacizi liberi (%)	Antioxidanți (%)
				Biuret	Bradford	Bradford		ABTS
România	78	AVERAGE	3.458	8.899	3.429	4.030	0.241	19.037
		MEDIAN	3.025	9.382	3.331	4.014	0.232	18.978
		STDEV	1.462	2.863	1.244	1.379	0.069	6.140
		MIN	0.600	2.537	1.264	1.492	0.121	4.049
		MAX	6.450	13.580	6.793	7.747	0.567	33.704

Tabelul 7. 2.

Valori medii și deviația standard a parametrilor biochimici analizați la probele de porumb în funcție de regiunea geografică.

Regiune	Nr probe	Valori	Procent de lipide (%)	Procent de proteine totale (%)		Procent de prolamine (%)	Procent aminoacizi liberi (%)	Antioxidanți (%)
				Biuret	Bradford	Bradford		ABTS
Arges	5	AVERAGE	3.060	6.959	2.656	3.601	0.225	15.547
		STDEV	1.917	4.510	1.188	1.189	0.034	6.734
Bacau	2	AVERAGE	3.150	8.194	2.994	2.757	0.189	17.611
		STDEV	0.283	4.448	2.123	0.636	0.039	0.143
Bihor	3	AVERAGE	3.067	10.301	3.986	4.926	0.314	19.973
		STDEV	1.198	2.497	1.328	2.657	0.096	7.656
Bistrita Nasaud	3	AVERAGE	4.583	6.875	3.671	3.886	0.209	16.498
		STDEV	1.901	1.628	1.700	0.902	0.061	4.808
Botosani	2	AVERAGE	5.025	8.335	3.878	3.702	0.195	19.990
		STDEV	0.530	1.272	0.669	1.923	0.021	5.368
Brasov	3	AVERAGE	2.917	10.219	2.942	4.379	0.227	22.368
		STDEV	0.176	2.522	1.175	0.782	0.072	3.951
Calarasi	1		6.1	3.213	1.264	3.199	0.249	4.049
Caras-Severin	1		5.2	2.537	1.615	2.045	0.233	8.198
Cluj	10	AVERAGE	3.081	9.238	3.301	4.721	0.228	20.395
		STDEV	1.304	2.130	1.136	1.228	0.047	6.264
Covasna	1		5.35	3.72	3.32	4.7	0.198	7.996
Dambovita	1		1.65	9.422	4.255	4.366	0.234	24.393
Dolj	2	AVERAGE	4.650	8.698	3.680	3.250	0.237	21.204
		STDEV	0.495	4.294	1.879	2.285	0.009	3.793

Galati	1		1.7	7.041	5.237	4.637	0.181	15.182
Gorj	2	AVERAGE	2.475	12.141	5.535	5.678	0.270	26.215
		STDEV	0.601	1.038	1.780	1.282	0.020	10.592
Harghita	2	AVERAGE	3.250	5.818	2.867	4.093	0.255	16.498
		STDEV	0.778	3.550	0.835	0.933	0.049	1.861
Hunedoara	4	AVERAGE	2.738	7.279	4.097	3.547	0.293	18.877
		STDEV	0.473	1.984	1.491	0.974	0.185	8.430
Iasi	2	AVERAGE	3.025	7.485	3.189	3.910	0.368	18.472
		STDEV	0.035	0.111	0.518	2.671	0.064	0.787
Maramures	6	AVERAGE	3.615	9.571	3.825	4.558	0.212	20.344
		STDEV	1.529	0.847	0.663	1.373	0.038	2.169
Mures	4	AVERAGE	3.510	7.933	3.018	3.249	0.210	19.509
		STDEV	1.695	3.189	1.428	1.273	0.066	8.113
Neamt	5	AVERAGE	3.940	9.295	2.960	3.449	0.253	18.947
		STDEV	1.442	3.047	1.360	1.016	0.061	5.631
Salaj	1		2.74	11.422	3.224	6.796	0.374	21.053
Sibiu	3	AVERAGE	3.247	9.977	3.089	4.312	0.247	21.390
		STDEV	1.662	1.373	0.221	0.897	0.024	2.634
Suceava	8	AVERAGE	3.813	10.767	3.521	3.280	0.226	18.434
		STDEV	2.012	2.917	1.169	1.304	0.061	4.737
Valcea	2	AVERAGE	1.820	11.906	5.363	5.351	0.219	28.593
		STDEV	1.301	0.244	0.491	2.741	0.011	6.656
Vaslui	2	AVERAGE	4.775	10.477	3.421	3.475	0.267	11.741
		STDEV	2.157	0.161	1.813	1.131	0.025	10.592
Vrancea	2	AVERAGE	3.100	10.240	2.500	4.226	0.290	21.609
		STDEV	1.273	1.930	0.344	0.400	0.099	3.793

Analiza proteinelor din porumb este esențială pentru îmbunătățirea conținutului său nutrițional, facilitând diversele sale aplicații în industriile alimentare și hranei pentru animale, optimizarea creșterii culturilor și asigurarea calității și controlului diferitelor aspecte ale producției alimentare.

În cazul de față, am folosit două metode bine stabilite, testele Bradford și Biuret, pentru a cuantifica nivelurile de proteine. Tabelele adiacente acestei discuții prezintă valori diferite ale concentrației de proteine pentru probe identice. Aceste variații provin din principiile de

bază care guvernează dezvoltarea cromoforului în fiecare dintre cele două metode.

În mod specific, metoda Biuret prezintă valori mai mari ale concentrației de proteine din cauza capacității sale de a detecta peptide de până la trei aminoacizi (fig. 7.30.). În schimb, metoda Bradford are limitări în detectarea proteinelor mai mici de 3 kDa (Kalaydzhiev *și colab.*, 2018). Această diferență subliniază importanța selectării metodei adecvate de analiză a proteinelor, deoarece influențează profund concentrațiile raportate de proteine, afectând astfel înțelegerea noastră asupra compoziției nutriționale a porumbului și a diferitelor sale aplicații.

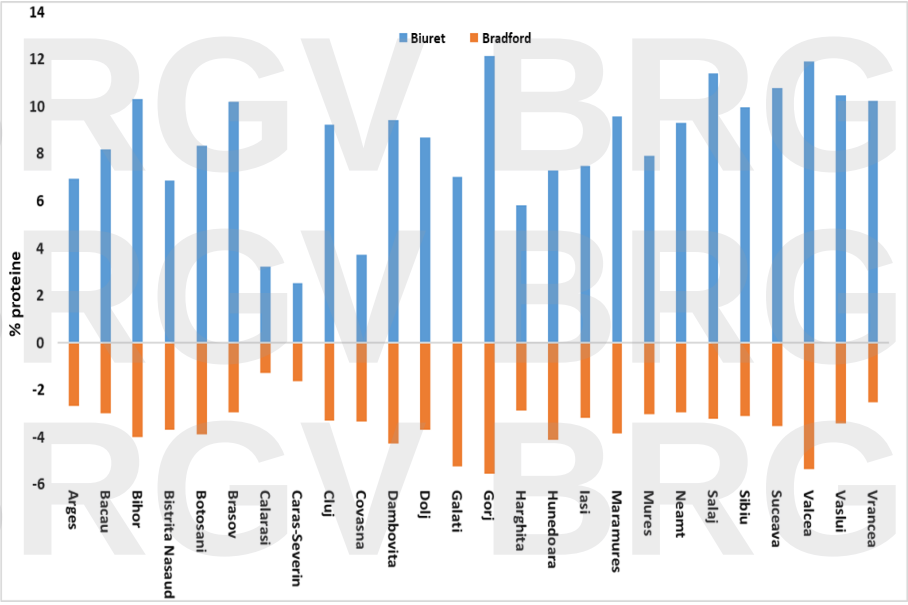


Fig. 7. 30. Reprezentarea valorilor medii ale procentelor de proteine identificate la probele de porumb din diferite regiuni utilizând metodele Biuret și Bradford

În ceea ce privește probele analizate, probele din Gorj au prezentat cea mai mare valoare nutritivă (12.141% Biuret și 5.535% Bradford) în timp ce probele din Caraș-Severin (2.537% Biuret și 1.615% Bradford)

și Călărași (3.213% Biuret și 1.264% Bradford) au demonstrat un conținut redus de proteine în comparație cu media totală de 8.899% pentru Biuret și respectiv 3.429% la Bradford (fig. 7.30.).

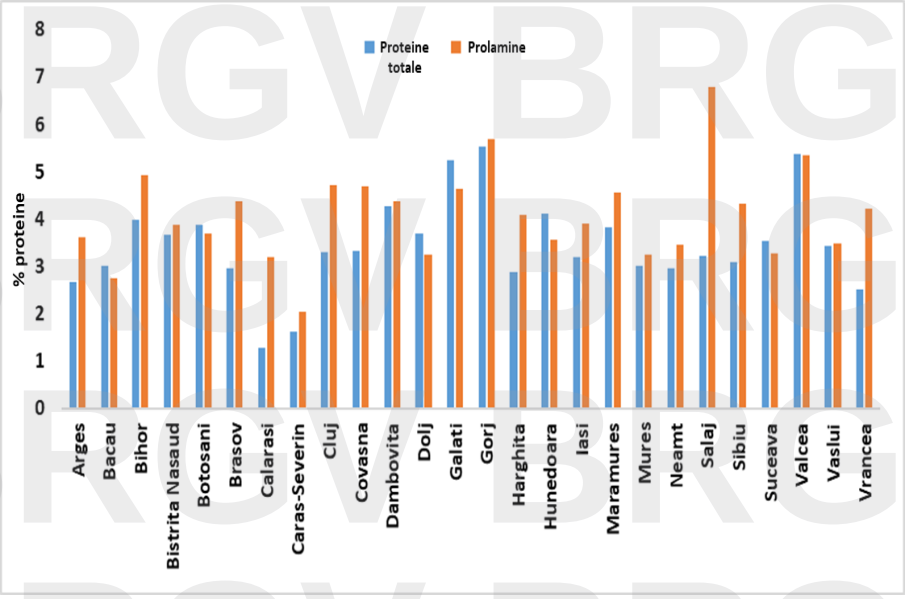


Fig. 7.31. Reprezentarea valorilor medii ale procentelor de proteine totale și prolamine identificate la probele de porumb din diferite regiuni utilizând metoda Bradford

Prolaminele sunt un grup de proteine de depozitare întâlnite în plante, caracterizate printr-un conținut semnificativ de aminoacizi de prolină. Aceste proteine se remarcă prin solubilitatea lor crescută în solvenți alcoolici, facilitând astfel procesul de izolare. Zeina, cea mai cunoscută prolamină prezentă în porumb, este recunoscută ca fiind una dintre cele mai sigure substanțe biologice disponibile. Datorită structurii sale polimerice, ce include grupări hidroxil și amino libere, zeina prezintă un potențial semnificativ în ceea ce privește dezvoltarea purtătorilor pentru medicamente (Luo *și colab.*, 2023).

Datele colectate indică faptul că proba prelevată din Sălaj conține o cantitate semnificativ mai mare de prolamine (6.796%) în comparație

cu media națională (4.030%) (fig. 7.31.). Deși această valoare nu reprezintă în totalitate întreaga diversitate a speciilor din regiune, acest rezultat poate avea un impact important în industria farmaceutică atunci când vine vorba de alegerea materiei prime. De asemenea, se observă o ușoară diferență atunci când se compară valorile obținute pentru proteinele totale cu cele înregistrate în cazul extracției zeinelor. Acest lucru subliniază rolul crucial al solventului în procesul de extracție. Cu alte cuvinte, soluția alcoolică s-a dovedit mult mai eficientă în extragerea acestor compuși în comparație cu soluția bazică.

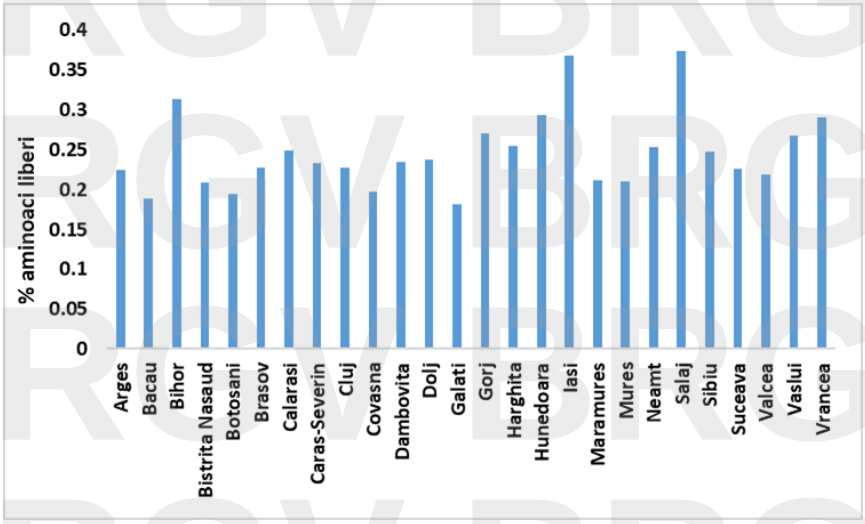


Fig. 7.32. Distribuția valorilor medii ale procentelor de aminoacizi liberi identificate la probele de porumb din diferite regiuni

În ceea ce privește cantitatea de aminoacizi liberi regăsiți în extractul de porumb, valorile medii identificate (fig. 7.32.) se apropie destul de mult de media națională, având o diferență de doar 0.069 unități față de 0.241%. Astfel, se observă valori ceva mai ridicate pentru probele provenite din Sălaj (0.374%), Iași (0.368%) și Bihor (0.314%), în timp ce probele din Galați au o concentrație medie de 0.181%.

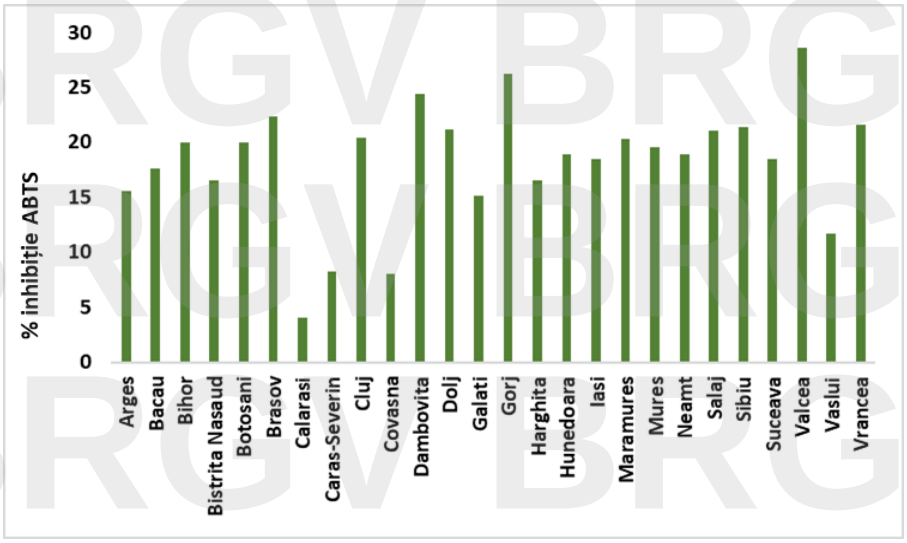


Fig. 7.33. Distribuția valorilor medii ale antioxidanților identificați la probele de porumb din diferite regiuni

O noutate a acestui studiu o constituie determinarea activității antioxidante a extractului de porumb. Măsurarea capacității de inhibiție a radicalului cation ABTS furnizează informații importante despre compușii conținuți în extract. În ceea ce privește probele de porumb, extractul bazic a generat valori diverse, cu o dispersie standard de 6.140 unități față de valoarea medie generală de 19.037%. De exemplu, probele din Vâlcea au prezentat cel mai ridicat procent de inhibiție (28.593%), în timp ce la Călărași activitatea antioxidantă a probelor a fost de doar 4.049% (fig. 7.33.).

În plus față de proteine, lipide și aminoacizi, făina mai conține și carbohidrați, care reprezintă un component important al compoziției sale biochimice. Carbohidrații din făină sunt în principal sub formă de amidon, care este o sursă esențială de energie pentru organismul uman. Datorită solubilității reduse la temperatura camerei, determinarea calitativă a acestuia implică utilizarea unor metode mai complexe.

În concluzie, acest studiu a furnizat o imagine cuprinzătoare a compoziției biochimice a porumbului în diferite regiuni ale României, evidențiind variațiile semnificative și particularitățile compoziției în

funcție de locație. Aceste informații sunt esențiale pentru dezvoltarea strategiilor agricole, alimentare și farmaceutice specifice fiecărei regiuni și pot contribui la îmbunătățirea valorii nutriționale și a calității produselor derivate din porumb.

BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV

***

Acest studiu a fost finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării în cadrul Programului 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare și dezvoltare, Subprogramul 1.2 - Performanță instituțională - proiecte de finanțare de excelență CDI, în baza contractului nr. 10PFE/2021

BIBLIOGRAFIE

1. **Abdulwahed, M., L. Mamoly, and W. Bosnali 2020.** A Simple Spectrophotometric Method for Determination of Glyoxylic Acid in Its Synthesis Mixture. International Journal of Analytical Chemistry *2020*: 1–9.
2. **Anishchenko, E., C. Vigorito, L. Mele, P. Lombari, A.F. Perna and D. Ingrosso 2019**. Novel Applications of Lead Acetate and Flow Cytometry Methods for Detection of Sulfur-Containing Molecules. Methods and Protocols Vol. *2*(1), pp. 13.
3. **Baliyan, S., R. Mukherjee, A. Priyadarshini, A. Vibhuti, A. Gupta, R.P. Pandey and C.M. Chang 2022**. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of Ficus religiosa. Molecules Vol. *27*(4), pp. 1326.
4. **Bianchi-Bosisio, A. 2005**. Proteins | Physiological Samples. Encyclopedia of Analytical Science. Edit. Elsevier, pp. 357–375.
5. **Boshagh, F. 2021**. Measurement methods of carbohydrates in dark fermentative hydrogen production- A review. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. *46*(47), pp. 24028–24050.
6. **Brainina, K., N. Stozhko, and M. Vidrevich 2019**. Antioxidants: Terminology, Methods, and Future Considerations. Antioxidants, *8*(8), p. 297.
7. **Brunelle, E., M. Eldridge, J. Halámek, 2021**. Determination of Time since Deposition of Fingerprints via Colorimetric Assays. ACS Omega Vol. *6*(19), pp. 12898–12903.
8. **Carvalho, J.R.B., A.N. Meireles, S.S. Marques, B.J.R. Gregório, I.I. Ramos, E.M.P. Silva, L. Barreiros and M.A. Segundo 2023**. Exploiting Kinetic Features of ORAC Assay for Evaluation of Radical Scavenging Capacity. Antioxidants, Vol. *12*(2), p. 505.
9. **Chang, S.K.C. and Y. Zhang 2017**. Protein Analysis. In: Nielsen, S.S. (eds) Food Analysis. Food Science Text Series. Edit. Springer, Cham.
10. **Deitch, A.D. 1961**. An improved Sakaguchi reaction for microspectrophotometric use. Journal of Histochemistry & Cytochemistry, Vol. *9*(5), pp. 477-483.
11. **Elzagheid, M.I. 2018**. Color presenting products of amino acids reactions-qualitative tests. Modern Chemistry. Vol. *6*(4), pp. 56–60.
12. **Evers, J.M. and C.G. Hughes 2002**. Analysis | Chemical Analysis, in Encyclopedia of Dairy Sciences. Edit. Elsevier, pp. 34–40.
13. **Flint-Garcia, S.A., A.L. Bodnar, and M.P. Scott 2009**. Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. Theoretical and Applied Genetics, Vol. *119*(6), pp. 1129–1142.

14. **Fryer, H.J.L. G.E. Davis, M. Manthorpe, S. Varon 1986**. Lowry protein assay using an automatic microtiter plate spectrophotometer. Analytical Biochemistry. Vol. *153*(2), pp. 262–266.
15. **Garcia, E.J., T.L.C. Oldoni, S.M. Alencar, A. Reis, A.D. Loguercio and R.H.M. Grande 2012**. Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. Brazilian Dental Journal Vol.2.
16. **Glick, D. 2009**. Methods of biochemical analysis. Edit. John Wiley & Sons.
17. **Gu, Y., C.P. Albuquerque, D. Braas, W. Zhang, G.R. Villa, J. Bi, S. Ikegami, K. Masui, B. Gini, și colab., and P.S. Mischel 2017**. mTORC2 Regulates Amino Acid Metabolism in Cancer by Phosphorylation of the Cystine-Glutamate Antiporter xCT. Molecular Cell vol. *67*(1), pp. 128-138
18. **Jiang, B., R. Tsao, Y. Li and M. Miao 2014**. Food Safety: Food Analysis Technologies/Techniques. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Edit. Elsevier, pp. 273–288.
19. **Jinadasa, A.G.R.G. L.A.S.M. Srimantha, I.D. Siriwardhana, K.B. Gunawardana and A.P. Attanayake 2021**. Optimization of 25% Sulfosalicylic Acid Protein-to-Creatinine Ratio for Screening of Low-Grade Proteinuria. International Journal of Analytical Chemistry. Edited by D.M. Lubman, pp. 1–9.
20. **Kalaydzhiev, H., P. Ivanova, G. Uzunova, I. Manolov and V. Chalova 2018**. Biuret and Bradford Methods Suitability for Protein Quantification in Rapeseed Meal. Contemporary Agriculture Vol. 67(1), pp. 87–92.
21. **Khan, N.U., M. Sheteiwy, N. Lihua, M.M.U. Khan and Z. Han 2019**. An update on the maize zein-gene family in the post-genomics era. Food Production, Processing and Nutrition, Vol. *1*(1), pp. 13.
22. **Kim, J.-T. G. Yi, M.J. Kim, B.Y. Son, H.H. Bae, Y.S. Go, S.L. Kim, S.B. Baek, S.H. Kim and I.M. Chung 2020**. Glycolysis stimulation and storage protein accumulation are hallmarks of maize (Zea mays) grain filling. Applied Biological Chemistry vol. 63(1), pp. 54.
23. **Krishnaiah, D., T. Devi, A. Bono and R. Sarbatly 2009**. Studies on phytochemical constituents of six Malaysian medicinal plants. Journal of Medicinal Plants Research Vol. *3*(2), pp. 067–072.
24. **Li, B., H. Tang, A. Turlik, Z. Wan, X.S. Xue, L. Li, X. Yang, J. Li, G. He, K.N. Houk and G. Chen 2021**. Cooperative Stapling of Native Peptides at Lysine and Tyrosine or Arginine with Formaldehyde. Angewandte Chemie International Edition Vol. *60*(12), pp. 6646–6652.
25. **Liang, X.H., J.L. Sun, S.L. Chen and Y.B. Fan 2013**. Determination L-Arginine from Grape Juice with Sakaguchi Reaction. Advanced Materials Research Vol. 662, pp. 301–304.
26. **Luo, X., S. Wu, M. Xiao, H. Gu, H. Zhang, J. Chen, Y. Liu, C. Zhang and J. Zhang 2023**. Advances and Prospects of Prolamine Corn Protein Zein as Promising Multifunctional Drug Delivery System for Cancer Treatment. International Journal of Nanomedicine, Vol. 18, pp. 2589–2621.

27. **Maurya, S.K., S.P. Maurya, P. Maurya and A. Maurya 2019**. Qualitatve analysis of protein: egg albumin and milk. Indian Journal of Drugs, Vol. *7*(1), pp. 30–33.
28. **Mei, J., N. Zhang, Y. Yu, Q. Wang, J. Yuan, P. Wang, L. Cui and X. Fan 2018**. A novel "trifunctional protease" with reducibility, hydrolysis, and localization used for wool anti-felting treatment. Applied Microbiology and Biotechnology Vol. *102*(21), pp. 9159–9170.
29. **Migliavacca, G., F. Ferrero and C. Tonin 2014**. Xanthoproteic reaction for the evaluation of wool antifelting treatments. Coloration Technology vol. *130*(5), pp. 319–326.
30. **Miyaji, A. 2011**. Particulate Methane Monooxygenase from Methylosinus trichosporium OB3b Vol. 495, pp. 211–225.
31. **Munteanu, I.G. and C. Apetrei 2021**. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. International Journal of Molecular Sciences, Vol. 22(7), pp. 3380.
32. **Murariu, M. și colab. and I. Has 2012**. Conservarea si utilizarea geromplasmei locale de porumb din Romania. Editura PIM.
33. **Mustafa, A., P. Åman, R. Andersson and A. Kamal-Eldin 2007**. Analysis of free amino acids in cereal products. Food Chemistry Vol. *105*(1), pp.
34. **Nielsen, S.S. 2017**. Food Analysis Laboratory Manual. Cham: Springer International Publishing.
35. **Oroian, M. and I. Escriche 2015**. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. Food Research International Vol74, pp.10
36. **Otieno, B.A., C.E. Krause and J.F. Rusling 2016**. Bioconjugation of Antibodies and Enzyme Labels onto Magnetic Beads. Methods in enzymology Vol. 571, pp. 135–150.
37. **Riener, C.K., G. Kada and H.J. Gruber 2002**. Quick measurement of protein sulfhydryls with Ellman's reagent and with 4,4′-dithiodipyridine. Analytical and Bioanalytical Chemistry Vol. *373*(4–5), pp. 266–276.
38. **Sánchez Rojas, F. and J.M. Cano Pavón 2005**. Spectrophotometry | Biochemical Applications. in Encyclopedia of Analytical Science. Elsevier,
39. **Shewry, P.R. and N.G. Halford 2002**. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. Journal of Experimental Botany Vol. *53*(370), pp. 947–958.
40. **Starcher, B. 2001**. A Ninhydrin-Based Assay to Quantitate the Total Protein Content of Tissue Samples. Analytical Biochemistry Vol. *292*(1).
41. **Subroto, E., E. Lembong, F. Filianty, R. Indiarto, G. Primalia, M. Putri, H.C. Theodora and S. Junar 2020**. The Analysis Techniques Of Amino Acid And Protein In Food And Agricultural. International Journal of Scientific & Technology Research Products Vol. 9, pp. 29–36.
42. **Szentirmai, V., A. Wacha, C. Németh, D. Kitka, A. Rácz, K. Héberger, J. Mihály and Z. Varga 2020**. Reagent-free total protein quantification of intact extracellular vesicles by attenuated total reflection Fourier transform

infrared (ATR-FTIR) spectroscopy. Analytical and Bioanalytical Chemistry
43. **Waterborg, J.H. 2009**. The Lowry Method for Protein Quantitation. The protein protocols handbook, pp. 7–10.
44. **Zatorski, J.M**. ***și colab.*** **(2020)** 'Quantification of fractional and absolute functionalization of gelatin hydrogels by optimized ninhydrin assay and 1H NMR', *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412(24), pp. 6211–6220.
45. **Zhang, Y., A.N. Montalbine, J.E. Ortiz-Cárdenas and R.R. Pompano 2015**. Zein-based films and their usage for controlled delivery: Origin, classes and current landscape. Journal of Controlled Release vol. *206*.
46. **Zhong, Y. and F. Shahidi 2015**. Methods for the assessment of antioxidant activity in foods11This chapter is reproduced to a large extent from an article in press by the authors in the Journal of Functional Foods. Handbook of Antioxidants for Food Preservation. pp. 287–333.
47. **Zulueta, A., M.J. Esteve and A. Frígola 2009**. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. Food Chemistry vol. *114*(1), pp. 310–316.

BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV
BRGV BRGV

CAPITOLUL 8.
CARACTERIZAREA MOLECULARĂ A POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB ORIGINARE DIN ROMÂNIA

(Danela Murariu, D.P. Simioniuc)

8.1. Introducere

O înțelegere adecvată a diversității genetice existente și a modului de utilizare a acesteia este de interes primordial pentru gestionarea eficientă a resurselor genetice vegetale (Andjelkovic, V. și Ignjatovic-Micic D., 2012).

Prin dezvoltarea markerilor moleculari, au fost create instrumente puternice, astfel încât resursele genetice să poată fi evaluate și caracterizate cu exactitate. Majoritatea acestor tehnici, bazate pe analiza moleculelor bogate în informație, oferă o estimare fiabilă a legăturilor, filogeniei și moștenirii caracteristicilor genetice (Murariu M. și colab., 2012a; Ristic D., și colab., 2013). Cu ajutorul markerilor moleculari și a hărților genetice, este posibil să se obțină o viziune generală asupra genelor care controlează trăsăturile agronomice, morfologice și biochimice la plante. În plus, acestea devin esențiale pentru a observa dacă variabilitatea genetică existentă, care este evaluată cu ajurorul caracterelor morfologice și biochimice este legată de diversitatea genetică analizată, prin măsurarea frecvenței alelelor detectate cu markerii moleculari (Virk P. și colab , 2000). Pe de altă parte, markerii moleculari sunt independenți de condițiile de mediu și oferă o estimare a diversității genetice la nivel de genom (Reif și colab., 2003).

Analizele de diversitate genetică se bazează, de obicei, fie pe aloenzime, fie pe markeri moleculari, care tind să fie neutri. S-a susținut că rata de pierdere a diversității acestor markeri neutri va fi mai mare

decât a acelora care au un anumit grad de potrivire (Cömmertray, G, 2012).

Variabilitatea genetică în cadrul unei populații poate fi evaluată atât prin numărul și procentul de gene polimorfe din Populație cât și prin numărul alelelor pentru fiecare genă polimorfă, dar poate fi evaluată și prin proporția locilor heterozigoți pe individ (Ignjatovic-Micic, D., 2003).

Metodele de determinare a proteinelor, cum ar fi electroforeza aloenzimelor și metodele moleculare (ARN, ADN), măsoară direct variațiile genetice, dând o indicație clară a nivelurilor de variație genetică prezente la o specie și/sau Populație (Karp și colab., 1997) fără acțiunea factorilor de mediu. Cu toate acestea, ele au dezavantajul de a fi relativ scumpe, necesitând un nivel ridicat de expertiză (Murariu și Cristea, 2019).

Conceptul de markeri genetici nu este unul nou; în secolul al XIX-lea, Gregor Mendel a folosit markeri genetici pe bază de fenotip în experimentele sale. Mai târziu, s-au folosit markerii genetici bazați pe fenotip la *Drosophila melanogaster* care au condus la fondarea teoriei linkage-ului genetic (Thomas Morgan,1915) ce apare atunci când anumiți loci, alele sau gene sunt moștenite în comun. Dezavantajele utilizării markerilor genetici bazați pe fenotip au dus la apariția și dezvoltarea markerilor moleculari. Un marker molecular poate fi definit ca un locus genomic, detectat cu ajutorul unei sonde sau starter specific (primer) care, în virtutea prezenței sale, distinge fără echivoc caracterul cromozomic pe care îl reprezintă, precum și regiunile de flancare la extremitatea 3'sau 5' (Andjelkovic, V. și Ignjatovic-Micic D., 2012).

Markerii moleculari pot sau nu pot să coreleze cu expresia fenotipică a unei trăsături genomice. Ei oferă numeroase avantaje în comparație cu metodele convenționale bazate pe fenotip, deoarece aceștia sunt stabili și detectabili în toate țesuturile, indiferent de fazele

de creștere sau de starea de dezvoltare a celulei. În plus, acestea nu sunt influențate de efectele ecologice, pleiotropice și epistatice. Caracterizarea moleculară este mai scumpă, însă se cunosc mulți markeri, permițând astfel studierea unui număr mult mai mare de gene care codifică expresia plantelor, precum și pentru alte segmente necodificate ale cromozomilor. Analiza se bazează pe extracția ADN-ului, amplificarea acestuia (mai mult decât prin proceduri de reacție în lanț a polimerazei) și determinarea frecvenței genelor rezultate și a secvențelor de ADN. Un marker molecular detectează secvențele genei la o locație cunoscută în cadrul unui cromozom. Acești markeri nu se referă la activitatea genelor specifice, ci se bazează direct pe diferențe, evidențiindu-se polimorfisme într-o secvență nucleică, la diferiți indivizi, ca rezultat al inserției, delețiilor, translocațiilor, duplicațiilor, mutațiilor punctuale etc (Prasanna și colab., 2010).

Un punct de pornire pentru identificarea diferitelor clase de markeri moleculari poate fi luat în considerare în funcție de tehnicile folosite. Acestea se bazează fie pe restricționarea hibridării acidului nucleic, fie pe tehnici bazate pe reacția în lanț a polimerazei (PCR), sau ambele. O altă diferențiere poate fi obținută prin selectarea markerilor multi-locus sau a celor cu un singur locus (Carvalho V.P. și colab., 2004).

Markerii multi-locus permit analize simultane ale mai multor loci genomici, care se bazează pe amplificarea caracterelor cromozomiale cu ajutorul primerilor oligonucleici cu secvențe arbitrare. Acești markeri sunt, de asemenea, definiți ca fiind dominanți, deoarece este posibil să se observe prezența sau absența unei benzi pentru orice locus, dar nu este posibil să se facă distincție între starea de heterozigoție și homozigoție pentru aceeași alelă și se atribuie diferite variante alelice aceluiaș locus. Prin contrast, markerii cu un singur locus utilizează sonde sau primeri specifici locilor genomici și sunt capabili să realizeze hibridarea sau să amplifice trăsăturile cromozomilor cu secvențe bine

cunoscute. Aceștia sunt definiți ca fiind dominanți, deoarece permit discriminarea între locii homozigoți și cei heterozigoți (Warburton M.I. și colab., 2002)

Prin dezvoltarea markerilor moleculari, au fost create instrumente puternice, astfel încât resursele genetice să poată fi evaluate și caracterizate cu exactitate. Majoritatea tehnicilor genomice, bazate pe analiza moleculelor, oferă o estimare fiabilă a legăturilor, filogeniei și moștenirii însușirilor genetice (Demeke T., și colab.,1997). Cu ajutorul markerilor moleculari și a hărților genetice, este posibil să se obțină o viziune generală asupra genelor care controlează trăsăturile morfologice, fiziologice și biochimice în plante. În plus, acestea devin esențiale pentru a explica dacă variabilitatea genetică existentă, care este evaluată cu ajurorul caracterelor biochimice și morfologice, este legată de diversitatea genetică analizată, prin măsurarea frecvențelor alelelor detectate cu markerii moleculari (Hoey B.K. și colab.,1996).

Prin intermediul acestor informații este posibilă construirea unei colecții de lucru, care să reprezinte o bază pentru programele viitoare de ameliorare. Prin urmare, în scenariul actual, markerii moleculari devin markeri de alegere pentru studiul diversității genetice care vor revoluționa biotehnologia plantelor (Sârbu T.E. și colab., 2023; Gabur I și colab.,2022).

8.2. Caracterizarea moleculară a populațiilor locale de porumb din România

Datorită evoluțiilor rapide a geneticii moleculare și a noilor descoperiri în secvențierea următoarei generații (NGS), în ultimii ani, au apărut o mulțime de tehnici diferite pentru analiza variațiilor genetice. Din păcate, nu există o abordare moleculară unică pentru multe dintre problemele cu care se confruntă managerii băncilor de gene și multe tehnici se completează reciproc, de aici alegerea tipologiei de markeri care „îmi convine” devine foarte dificilă. Cu toate acestea,

unele tehnici sunt în mod clar mai potrivite decât altele pentru anumite aplicații specifice cum ar fi diversitatea culturilor și studiile de taxonomie. În această perspectivă, înțelegerea tuturor însușirilor care caracterizează o clasă de markeri moleculari este crucială (Simioniuc și colab.,2002; 2004).

Pentru caracterizarea moleculară a populațiilor locale de porumb din colecția BRGV Suceava, în decursul timpului s-au folosit mai multe metode bazate pe markeri moleculari (marker systems), cum ar fi: RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms) și SNP (Single Nucleotide Polymorphism).

8.2.1. Evaluarea diversității genetice a populațiilor locale de porumb din colecția BRGV Suceava prin tehnica AFLP

Tehnologia markerului AFLP a permis amprentarea eficientă a ADN-ului și o analiză a unui număr mare de fragmente polimorfe pe geluri de poliacrilamidă. Tehnica AFLP se bazează pe detectarea fragmentelor de restricție ADN amplificate prin PCR și poate fi utilizată pentru ADN de orice origine sau complexitate (Ordon și colab., 1997).

Tehnica AFLP are avantaje majore față de alte tehnici de amprentare bazate pe PCR. Este o metodă rapidă, nu necesită cunoștințe anterioare de secvență și oferă acces la o gamă foarte mare de polimorfisme datorită accesului la genomul complet (Vos P. și colab.,1995).

Primele analize moleculare pe populații locale de porumb s-au realizat cu ajutorul tehnicii AFLP, în perioada 2005-2007 la Centrul Național de Resurse Genetice Vegetale, Radzików, Polonia, în baza unui acord bilateral de colaborare încheiat între BRGV Suceava și Banca de Gene Radzikow, Polonia (Murariu D. și colab., 2004a).

Au fost folosite 241 benzi polimorfe, pe baza modelelor de benzi combinate. Rezultatele obţinute au fost transformate în date binare, luând în considerare prezenţa sau lipsa fragmentelor de ADN. Pe

această bază, folosind software-ul SPSS, a fost generată dendrograma de similaritate pentru genotipurile examinate.

Analiza clusterilor s-a bazat pe matricea distanței Jaccard și pe metoda UPGMA (Metoda medie a grupului neponderat). Nivelul de similaritate a variat de la 0 la 25. Cele 80 de genotipuri evaluate s-au împărțit în 13 clustere (fig. 8.1). Fiecare cladă a inclus populații cu origini foarte diferite, ceea ce a demonstrat migrarea acestora în toate regiunile luate în studiu. De asemenea, din figură se observă nivelul de disimilaritate existent la cele 80 de populații analizate, neexistând probe identice (Murariu D. și colab, 2004b).

BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV

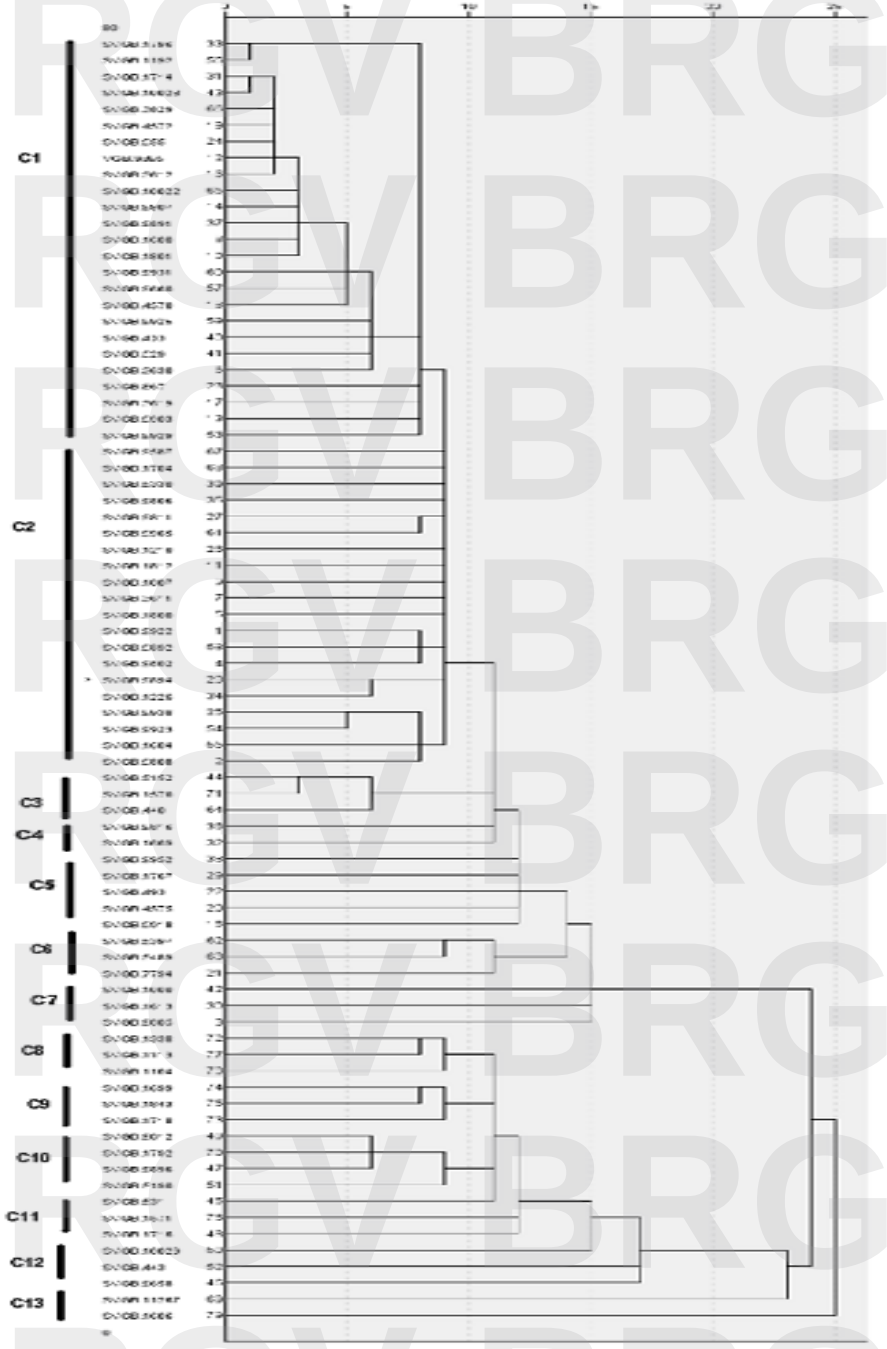


Fig.8.1 Dendrograma corespunzătoare tehnicii AFLP, la cele 80 de populaţii de porumb analizate, construită pe baza distanței Eucidiene

8.2.2 Caracterizarea genetică a unor populaţii de porumb originare din România, prin tehnica RAPD

RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) a fost descoperită de Williams şi colaboratorii în anul 1990. Metoda este rapidă, relativ ieftină şi bine adaptată pentru obţinerea unei amprente genetice neradioactive (Welsh J. şi McClelland M.– 1990), utilizându-se un singur primer (cu un număr mic de nucleotide) într-o reacţie de amplificare (Williams W. şi colab., 1990). S-au semnalat unele probleme legate de reproductibilitatea metodei şi existenţa unor erori care pot apărea la aplicarea software-lor de evaluare a markerilor (Demeke A. şi colab. – 1997, Karp A. şi colab. – 1997).

Un singur primer constituit din aproximativ zece nucleotide va identifica secvenţe omoloage în ADN-ul analizat şi va determina gradul de amplificare a unor regiuni diferite ale genomului cu lungimea de 200 până la 2000 kb ce se găsesc între două copii complementare ale acestuia. Statistic, şansa identificării unei secvenţe omoloage este de aproximativ de 1/1.000.000 perechi de baze. Pentru un genom de mărime medie, se pot obține între 5 și 10 fragmente. Pot fi utilizaţi foarte mulţi primeri şi sunt, practic, într-un număr nelimitat în cadrul unui genom.

Fragmentele amplificate de ADN sunt supuse electroforezei într-un gel de agaroză, ele separându-se în funcţie de greutatea moleculară. Colorarea se face cu etidium bromid, iar vizualizarea benzilor de ADN se face prin expunerea gelului ce conţine ADN marcat la o sursă de radiaţii UV și prin fotografiere.

Se obţin imagini care pot fi scanate şi prelucrate ulterior cu ajutorul unui software specific.

Metoda este utilizată îndeosebi pentru identificarea diversităţii genetice şi în studiile de filogenie (Tinker N.A. şi colab., 1993, Bagheri A. şi colab., 1995, Hoey B.K. şi colab., 1996, Ordon F. şi colab., 1997, Iqbal N.J. şi colab., 1997, Samec P. şi colab., 1996 şi 1998 etc.).

Această metodă a fost folosită în 2010, în cadrul grantului de cercetare cu titlul **„Creşterea eficienţei utilizării unui fond important de germoplasmă locală de porumb din România”** (PNII, 52127/2008 - coordonator proiect S.C.D.A. Suceava) pentru stabilirea similarităţii genetice a 61 populaţii de porumb foarte rezistente la temperaturi scăzute. Determinările au fost realizate în cadrul Laboratorului de markeri moleculari al Facultății de Agronomie de la USV Iași (Simomiuc D.P., 2012).

Pentru caracterizarea genetică a germoplasmei de porumb luată în studiu, prin metoda RAPD a fost necesară, în primul rând, extragerea ADN genomic (Simomiuc D.P., 2012).

Pentru determinarea diversităţii genetice a celor 61 populaţii de porumb s-a utilizat un număr de 8 primeri decamerici RAPD (Tabelul 8.1.) ce au fost selectaţi în urma realizării unui screening iniţial cu 20 de primeri. S-au ales doar acei primeri care au generat fragmente polimorfice (Simomiuc D.P., 2012).

Tabelul 8.1.

Primerii RAPD utilizaţi

Nr crt.	Primer	Secvența (5’-3’)
1.	ROTH A15	TTC CGA ACC C
2.	ROTH A16	AGC CAG GCA A
3.	ROTH A17	GAC CGC TTG T
4.	ROTH B02	TGA TCC CTG G
5.	ROTH B08	GTC CAC ACT C
6.	ROTH B13	TTC CCC CGC T
7.	ROTH B14	TCC GCT CTG G
8.	ROTH B16	TTT GCC CGG A

Cu ajutorul programului de calcul statistic SPSS s-a calculat similaritatea genetică dintre genotipurile analizate, rezultând dendrograma din figura 8.2 unde se observă că, după gradul de asemănare, probele s-au grupat în 20 de clustere (C1- C20), iar din figura 8.3. se observă că nu există duplicate în cadrul celor 61 populaţii

de porumb analizate, valorile matriciale la unele populații au fost destul de apropiate, dar nu identice (Murariu M. și colab., 2012b).

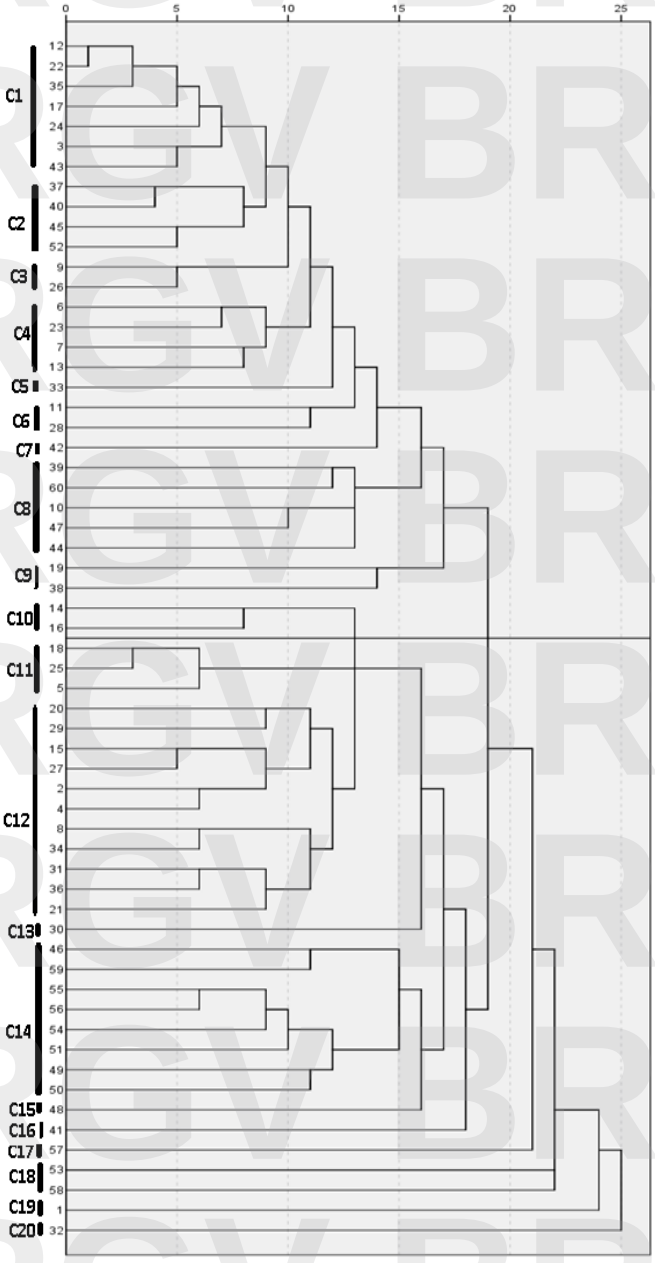


Fig. 8.2 Dendrograma corespunzătoare tehnicii RAPD, la cele 61 de populaţii de porumb analizate, construită pe baza distanței Eucidiene

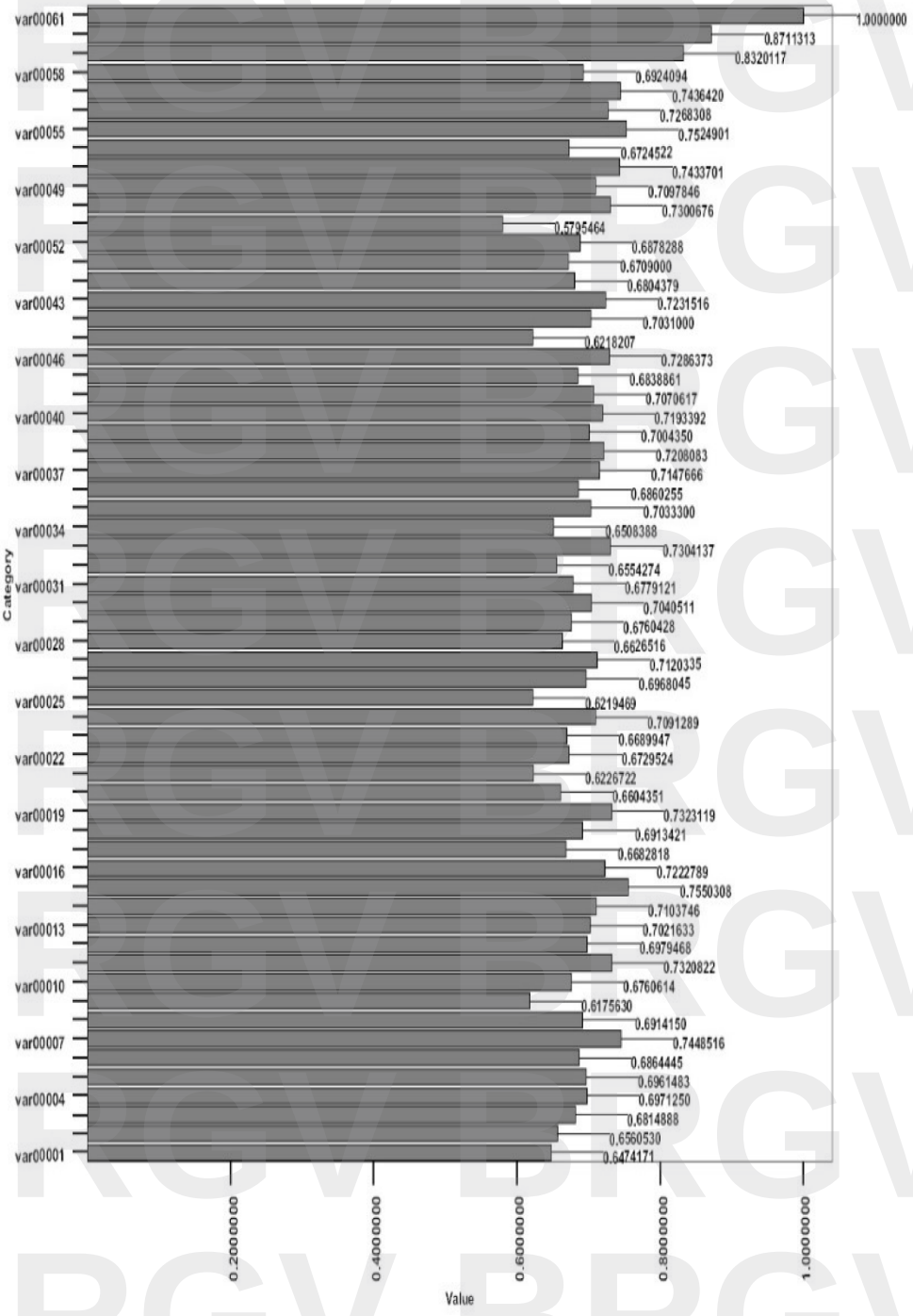


Fig. 8.3. Frecvenţa benzilor de ADN la populaţiile de porumb analizate

8.2.3. Caracterizarea moleculară a germoplasmei locale de porumb din România, cu markeri SNP

SNPs sunt cei mai abundenți markeri moleculari din genom și constau în variații singulare de nucleotide în secvența genomului. Polimorfismele SNP derivă din substituții singulare de nucleotide (tranziții/transgresii) sau inserții/deleții cu o singură nucleotidă. Acestea sunt dispersate pe scară largă în genom cu o distribuție variabilă între specii și sunt, de obicei, mai răspândite în regiunile necodificate ale genomului, unde efectele lor sunt neutre. Cu toate acestea, atunci când un SNP apare în regiunile de codificare, acesta poate genera fie mutații sinonime care nu modifică secvența de aminoacizi, sau mutații nesinonime care au ca rezultat o schimbare a secvenței de aminoacizi (Sunyaev și colab., 1999). Mutațiile sinonime pot determina despicarea ARNm generând diferențe fenotipice (Richard și Beckman 1995). Mai mult, un grup de loci SNP asociați, localizat pe o anumită regiune a cromozomului poate forma un haplotip SNP. SNP-urile, distribuite atât în regiunile codificate cât și în cele necodificate ale genomului, reprezintă factorii-cheie în procesul de variație genetică a Populației și de evoluție a speciilor (Syvänen A.C., 2001).

Majoritatea analizelor de genotipare SNP se bazează pe: hibridarea specifică a alelelor, ligarea oligonucleotidelor, extensia primerului sau scindarea invazivă. Aceste tipuri de markeri pot fi detectați cu ușurință folosind tehnologia PCR tradițională și secvențierea, High Resolution Melting (HRM), matricea microcip și tehnologia fluorescenței. Aceste metode de genotipare sunt deosebit de atractive pentru performanțele ridicate ale datelor și pentru pretabilitatea lor la automatizare (Sunyaev și colab., 1999).

SNP-urile pot fi considerați markeri moleculari de generația a treia care vin după RFLP și SSR (Peter K.V., 2006). Până în prezent, markerii SNP nu sunt încă aplicați în mod curent în băncile de gene, în

special datorită costurilor ridicate, chiar dacă s-au folosit cu succes pentru investigația variațiilor genetice între diferite specii (Brooks și colab., 2010). Dimpotrivă, analiza SNP a demonstrat că este deosebit de utilă pentru discriminarea cultivarului la care este dificil să se găsească polimorfisme. SNP-urile pot fi, de asemenea, utilizate pentru o gamă largă de scopuri, inclusiv structura Populației, diferențierea genetică și construirea de hărți genetice pentru localizarea trăsăturilor relevante în genom. Mai mult, SNP-urile pot produce informații despre diversitatea și evoluția Populației (origini, diferențiere și migrații) prin haplotipuri SNP între diferite populații. În comparație cu markerii anteriori, SNP-urile prezintă următoarele avantaje:

- sunt puternic răspândiți în întregul genom;
- se caracterizează printr-o stabilitate genetică ridicată, o repetabilitate excelentă și o precizie ridicată;
- prin automatizare se pot realiza genotipări rapide de mare viteză;
- sunt co-dominante, fiind capabile să distingă alelele heterozigote de cele homozigote.

Un dezavantaj al markerilor SNP constă în informațiile de nivel scăzut obținute cu privire la markerii microsateliți cu polimorfism ridicat. Dar acest inconvenient poate fi compensat prin folosirea unui număr mai mare de markeri (chips-uri SNP) pentru secvențierea întregului genom (Werner și colab., 2002, 2004). Datorită îmbunătățirii tehnologiei de secvențiere prin apariția secvențierii de mare capacitate a genomului/genelor s-a reușit detectarea și caracterizarea diversității genetice în rândul indivizilor. În prezent, aceasta poate fi considerată metoda prin care se obțin informații mai complete despre variațiile genetice în rândul populațiilor, putându-se detecta toate variațiile din genom. Cu toate acestea, chiar dacă pentru secvențierea întregului genom, este nevoie de platforme pentru analiza datelor, totuși datorită tehnologiilor de secvențiere de ultimă generație (NGS) au fost create

programe statistice capabile să îmbunătățească și să cuantifice activitatea acestor marcheri.

Markerii SNP au fost folosiți în anul 2018, pentru analiza genetică a germoplasmei locale de porumb, din inventarul BRGV Suceava, în cadrul unui acord de colaborare încheiat cu Institutul de Cercetări Biologice din Cluj, pentru caracterizarea moleculară a 475 populații locale. Au fost genotipate mai mult de 1 milion SNP-uri nucleare, 255 milioane SNP-uri mitocondriale și 29 milioane de SNP-uri cloroplastice. Diversitatea organitelor citoplasmatice s-a dovedit a fi destul de mare (fig 8.4. - 8.6.) cu o diferență puternică în cazul cloroplatelor (fig. 8.6).

S-au utilizat programe de calcul statistic (PCA si Q matrix) identificându-se astfel locațiile a patru poli genici (fig. 8.7.). Cel mai mare pol genic fiind în nordul țării, care s-a extins în alte trei areale geografice situate în centrul, vestul și sudul țării, acestea fiind considerate rezervoare de diversitatea genetică a germoplasmei locale de porumb din România.

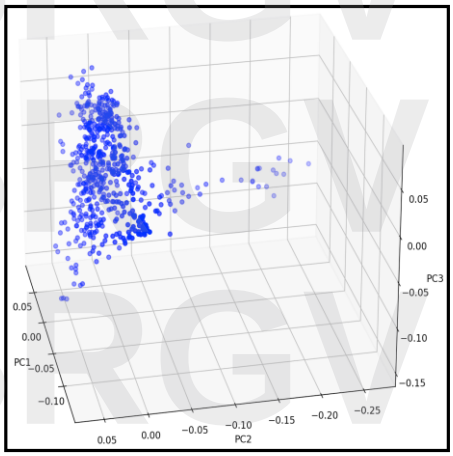


Fig. 8.4 Diversitate nucleară (Miclăuș M. și colab.,2021)

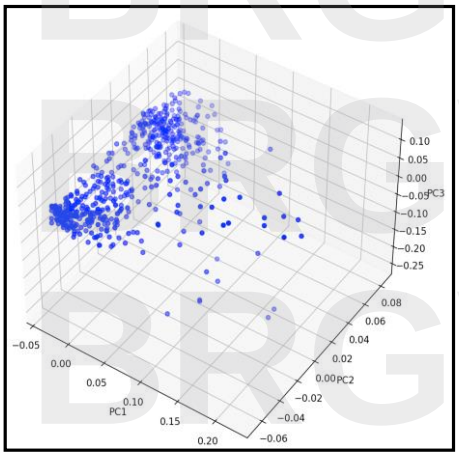


Fig. 8.5 Diversitate mitocondrială (Miclăuș M. și colab.,2021)

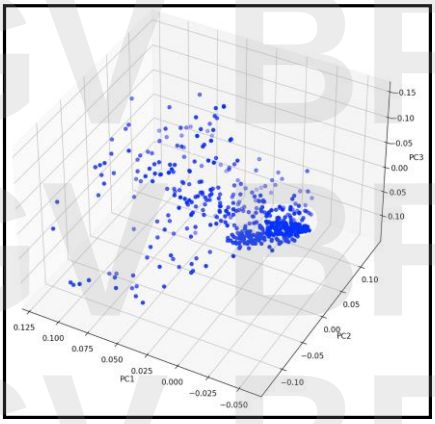


Fig. 8.6 Diversitatea cloroplastelor (Miclăuș M. și colab.,2021)

Prin acest studiu genetic amplu s-a demonstrat că există o variație extinsă în genomul nuclear și în organitele citoplasmatice al populațiilor locale de porumb din România (Miclăuș și colab.,2021).

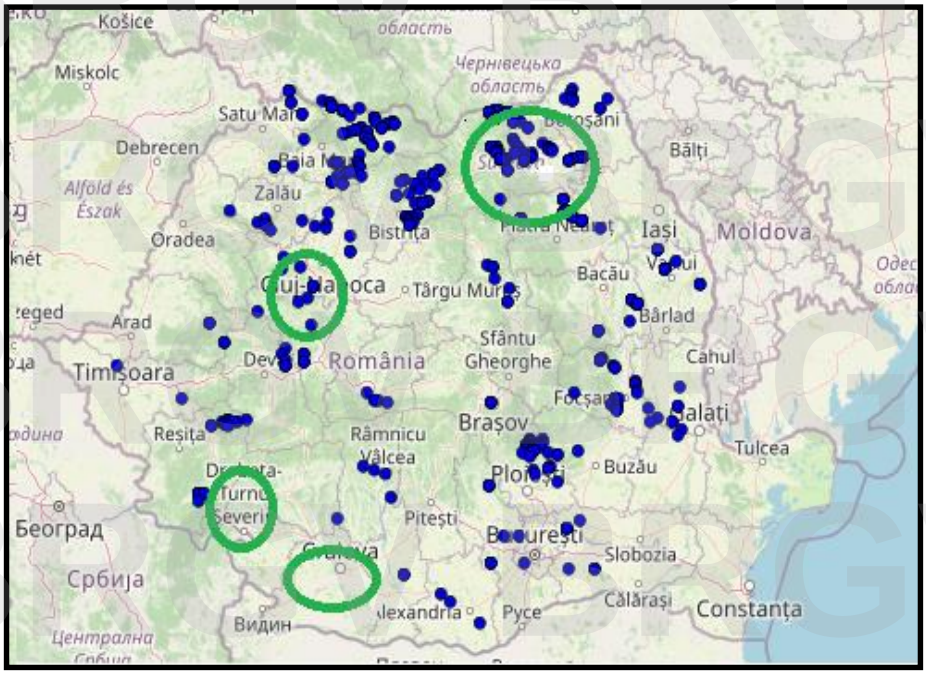


Fig. 8.7. Distribuția geografică a populațiilor analizate și prezența polilor genici conform analizelor moleculare SNP (Miclăuș M. și colab.,2021)

Rezultatele obținute au fost prezentate la Congresul Internațional al Porumbului din SUA (martie 2021) în lucrarea „*Analiza moleculară a germoplasmei locale de porumb din SE Europei"* (Miclăuș M., și colab, 2021).

8.3. Concluzii generale

Prin realizarea studiilor și analizelor prezentate, în cei 30 de ani de caracterizare morfo-fiziologică, biochimică și moleculară a populațiilor locale de porumb din România, s-a determinat nivelul biodiversității germoplasmei locale de porumb obținându-se rezultate de real interes, dintre care se desprind următoarele concluzii:

- Caracterizarea morfo-fiziologică și biochimică a populațiilor locale de porumb, a dus la crearea unor fonduri genetice constituite din populații de porumb rezistente la temperaturi săzute, secetă și *Fusarium* precum și cu un conținut ridicat în principii active.
- Utilizarea markerilor morfologici și a celor moleculari a permis studiul diversității fenotipice și genetice în cadrul acestor populații și investigarea relațiilor genetice dintre ele, relevând o largă diversitate în cadrul populațiilor locale de porumb analizate.
- Caracterizarea moleculară a populațiilor locale cu ajutorul markerilor AFLP și RAPD a permis studierea variabilității genetice la nivel molecular la un număr însemnat de accesii, putându-se afirma cu precizie că probele analizate sunt unice, neexistând duplicate;
- Prin folosirea markerilor SNP (Polimorfismul cu un singur nucleotid) s-au identificat patru centre de diversitate genetică a germoplasmei locale de porumb din România.

Investigarea bogăției populațiilor de porumb s-a dovedit a fi importantă, nu numai în scopul prezervării biodiversității, dar și pentru utilizarea acestei germoplasme valoaroase în programele viitoare de preameliorare/ameliorare a porumbului din țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

1. **Andjelkovic, V. și Ignjatovic-Micic D. 2012**: Maize genetic resources –science and benefits. Publisher Serbian Genetic Society and Maize Research Institute „Zemun Polje“, ISBN 978-86-87109-07-0 (SGS).
2. **Bagheri A, Paull JG, Langridge P, Rathjen AJ, 1995**. Genetic distance detected with RAPD markers among selected Australian commercial varieties and boron-tolerant exotic germplasm of pea (*Pisum sativum* L.). Mol. Breeding 2:193-197.
3. **Brooks SA, Gabreski N, Miller D și colab., 2010.** Whole-genome SNP association in the horse: Identification of a deletion in myosin Va responsible for lavender foal syndrome. PLoS Genet 6:e1000909.
4. **Carvalho, V.P., C.F. Ruas, J.M. Ferreira, R.M.P. Moreira and P.M. Ruas 2004:** Genetic diversity among maize (Zea mays) landraces assessed by RAPD markers. Genet. Mol. Biol. vol.*27* no.2.
5. **Cömmertray, G., F.S. Baloch, B. Kilian, A.C. Ülger, H. Özkan, 2012.** Diversity assessment of Turkish maize landraces based on fluorescent labelled SSR markers. Plant Molecular Biology Reporter, *30*: 261–274.
6. **Demeke T, Adams RP, Chibbar R, 1997.** Potential taxonomic use of random amplified polymorphic DNA (RAPD): A case study in Brassica. Theor. Appl. Genet. 84: 990-994.
7. **Gabur I., Sârbu T.E., Gabur D., Simioniuc V., Murariu D., Simioniuc D.P., 2022**. Conferința internațională „Health and Bioengineering Conference (EHB)”, noiembrie 2022.
8. **Hoey BK, Crowe KR, Jones VM, Polans NO, 1996**. A phylogenetic analysis of *Pisum* based on morphological characters, and allozyme and RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 94: 860-864.
9. **Ignjatovic-Micic, D., T. Coric, D. Kovacevic, K. Markovic, 2003.** RFLP and RAPD analysis of maize (Zea mays) local populations for identification of variability and duplicate accessions. Maydica *48:* 153.
10. **Iqbal NJ, Saeed Aziz, Zafar Y, Malik KA, 1997**. Genetic diversity evaluation of some elite cotton varieties by RAPD analysis. Theor. Appl.
11. **Karp A, Edwards KJ, Bruford M, Vosman B, Morgante M, Seberg O, Kremer A, Boursot P, Actander P, Tautz D, Hewitt G, 1997.** Newer molecular technologies for biodiversity evaluation: opportunities and challenges. Nature Biotechnol. 15: 625-628.

12. **Miclăuș M., Băcilă I., Coste1 A., Ardelean I., Murariu D., Străjeru S., 2021.** Probing the pristine maize germplasm of open pollinated varieties in SE Europe. Congresul Mondial al Porumbului, martie 2021.
13. **Morgan, Thomas Hunt; Alfred H. Sturtevant, H. J. Muller and C. B. Bridges . 1915**.. *The Mechanism of Mendelian Heredity*. New York: Henry Holt.
14. **Murariu D., Nowosielski J., Wieslaw Podyma, 2004a.** Molecular research on the Genetic Diversity of maize local landraces coming from Bucovina and Maramureş by RAPD and AFLP methods, Lucrări ştiinţifice, Seria VIII-a Biotehnologie şi biodiversitate, Editura Agroprint.
15. **Murariu D., Nowosielski J., Wieslaw Podyma, 2004b.** Molecular research on the Genetic Diversity of maize local landraces coming from Apuseni Mountains by RAPD and AFLP methods, Lucrări ştiinţifice, Seria agronomie, vol. 47.
16. **Murariu M., Murariu Danela, Voichița Haș, I. Haș, C. Leonte, Domnica Daniela Plăcintă, I.M. Râșca, D.P. Simioniuc, 2012a.** Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România.
17. **Murariu M., Murariu D., C. Leonte, D. P. Simionuiuc 2012b** Genetic Characterization of Some Local Maize Landraces Coming From Romania By RAPD Method, Lucrari Stiintifice Seria Agronomie, Vol. 55, nr. 2, pag.215-221, 2012.
18. **Murariu D. și Cristea M., 2019**. Diversitatea genetică și eroziunea genetică a resurselor genetice vegetale. Edit. Pim. 2019.
19. **Ordon F, Schiemann A, Friedt W, 1997**. Assesment of the genetic relatedness of barley accesions (*Hordeum vulgare* s. l.) resitant to soil-borne mosaic-inducing viruses (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2) using RAPDs. Theor. Appl. Genet. 94: 325-330.
20. **Ordon F, Friedt W, 1998**. Von Mendel zum Gentransfer. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen: 55-78.
21. **Peter KV, Nirmal Babu K., 2006**. Genetic resources of spices. Indian J Plant Genet Resour 19(3):376–387.
22. **Prasanna, B.M. 2010**. Phenotypic and molecular diversity of maize landraces: characterization and utilization. Indian J. Genet. *70*: 315–327.
23. **Reif, J.C., X.C. Xia, A.E. Melchinger, M.L. Warburton, D.A. Hoisington, D. Beck, M. Bohn, M. Frisch, 2004.** Genetic Diversity Determined Within And Among CIMMYT Maize Populations Of Tropical, Subtropical And Temperate Germplasm By SSR Markers. Crop. Sci., 44: 326-334.

24. **Reif, J.C., S. Hamrit, M. Heckenberger, W. Schipprack, H. P. Maurer, M. Bohn, A.E. Melchinger, 2005**. Genetic Structure And Diversity Of European Flint Maize Populations Determined With SSR Analyses Of Individuals And Bulks. Theor Appl Genet.111(5):906-913.
25. **Richard I, Beckman JS.,1995**. How neutral are synonymous codon mutations? Nat Genet 10:259.
26. **Ristic Danijela , Vojka Babic, Violeta Angelkovic, Jelena Vancetovic, Snežana Mladenovic Drinic, Dragana Ignjatovic Micic, 2013**. Ggenetic Diversity in Maize Dent Landraces Assessed by Morphological and Molecular Markers DOI: 10.2298/GENSR1303811R
27. **Samec P, Posvec Z, Stejskal J, Nasinec V, Griga M, 1998**. Cultivar identification and relationships in *Pisum sativum* L. based on RAPD and isozymes. Biologica Plantarum 41: 39-48.
28. **Sârbu T.E., Gabur I., Simioniuc D.P., Plăcintă D.D., Murariu D.2022.** Eevaluation of the phenotypic variability of some *Triticum* cultivated varieties found in the suceava gene bank collection.Journal of Aplied Sciences and Environment. Vol 55 pag 2-12.
29. **Simioniuc D, Uptmoor R, Friedt W, Ordon F, 2002**. Genetic diversity and relationships among pea cultivars revealed by RAPDs and AFLPs. Plant Breeding 121. Blackwell Verlag Berlin: 429-435, ISSN 0179-9541.
30. **Simioniuc D, Ahlemeyer Jutta, Friedt W, Ordon F, Simioniuc Violeta, 2004.** Analysis of genetic diversity among some barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars using molecular markers (SSR-Simple Sequence Repeat). Lucr. ştiinţifice U.S.A.M.V. Iaşi, CD-ROM, ISSN 1454-7414.
31. **Simioniuc DP, 2012** în Conservarea și utilizarea germoplasmei locale de porumb din România, Edit. Pim, Iași; Capitolul 5 Evaluarea și caracterizarea unor populații locale d eporumb din Rmânia pag 198-383.
32. **Sunyaev S, Hanke J, Aydin A și colab.,1999.** Prediction of nonsynonymous single nucleotide polymorphisms in human disease-associated genes. J Mol Med 77:754–760.
33. **Syvänen AC., 2001.** Accessing genetic variation: genotyping single nucleotide polymorphisms. Nat Rev Genet 2:930–942.
34. **Tinker NA, Fortin MG, Mather DE, 1993**. Random amplified polymorphic DNA and pedigree relationships in spring barley. Theor. Appl. Genet. 85: 976-984.
35. **Virk P.S, H.J. Newbury, M. T. Jackson.** 2000 Are mapped markers more useful for assessing genetic diversity? Theor Appl. Genet 100 pag. 607.

36. **Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T. Van de Lee, M. Hornes, A Frijters, J. Pot, J. Pelman, M. Kuiper and M. Zabeau. 1995**. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Res. 23.
37. **Warburton, M.L., X. Zianchun, J. Crossa, J. Franco, A.E. Melchinger, M. Frisch, M. Bohn, D. Hoisington, 2002.** Genetic characterization of CIMMYT inbred maize lines and open pollinated populations using large scale fingerprinting methods. Crop Sci. *42:* 1832-1840.
38. **Welsh J, McClelland M, 1990**. Fingerprinting genoms using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acids Res. 18: 7213-7218.
39. **Werner M, Sych M, Herbon N et al (2002)** Large-scale determination of SNP allele frequencies in DNA pools using MALDI-TOF mass spectrometry. Hum Mutat 20:57–64.
40. **Werner M, Herbon N, Gohlke H et al (2004)** Asthma is associated with single-nucleotide polymorphisms in ADAM33. Clin Exp Allergy 34: 26–3.
41. **Williams R.C. 1961** - J. Sci. Food Agric., vol. 12, no. 1, p. 58.
42. **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.

BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV BRGV

CAPITOLUL 9.
ÎNSUȘIRILE MORFO-FIZIOLOGICE ȘI BIOCHIMICE ALE POPULAȚIILOR LOCALE DE PORUMB INCLUSE ÎN PROIECTUL EUROPEAN „EVA MAIZE”

(Danela Murariu, Diana-Camelia Batîr Rusu)

Populațiile locale de porumb descrise în acest capitol sunt originare din România (fig. 9.1), fiind colectate în perioada 1972-2018, și caracterizate în cadrul proiectului European „EVA MAIZE” (2020-2022). Pentru descrierea los s-a folosit un număr minim de descriptori (ECP/GR, 1991) la care s-au adaugat imagini ale plantelor și știuleților.

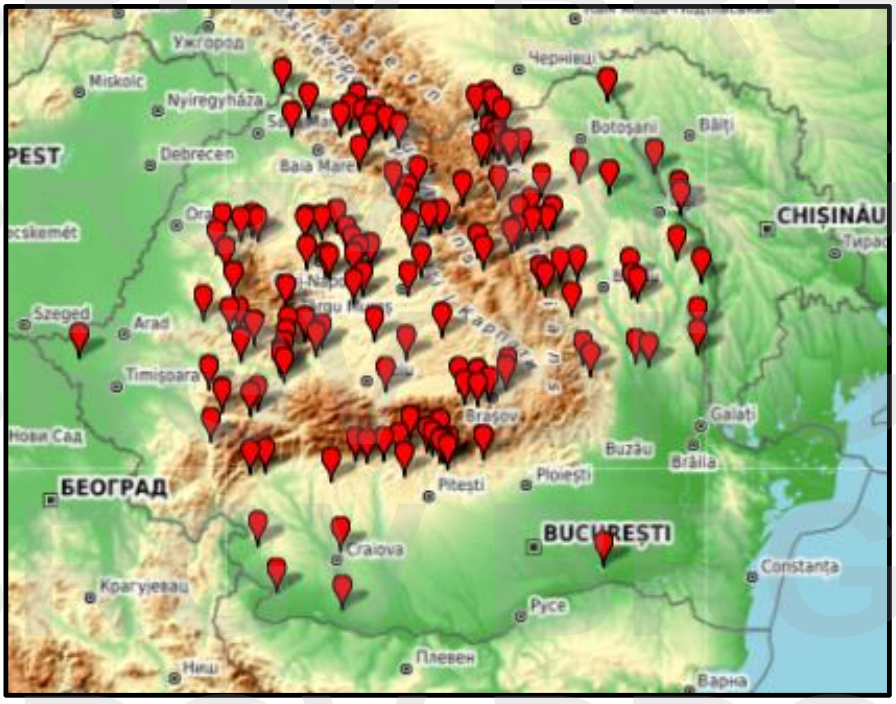


Fig. 9.1. Distribuția geografică a populațiilor de porumb analizate

Populație locală originară din Loc. Livezile, Jud. Bistrița Năsăud	**SVGB-11012**
Înălțimea plantei (cm)	191
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	21,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	42
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	316
Producția (t/ha)	4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb (în condiții de laborator)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte la recoltare (%)	0
Procentul plantelor căzute la recoltare (%)	0
Rezistența la *Fusarium* *(procentul de știuleți afectați, la recoltare)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,14
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,27

Populație locală originară din Loc. Frumosu, Jud. Suceava	**SVGB-17522**
Înălțimea plantei (cm)	18273
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	16
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	270
Producția (t/ha)	2,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte la recoltare (%)	0
Procentul plantelor căzute la recoltare (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procentul de știuleți afectați, la recoltare)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,93
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,31

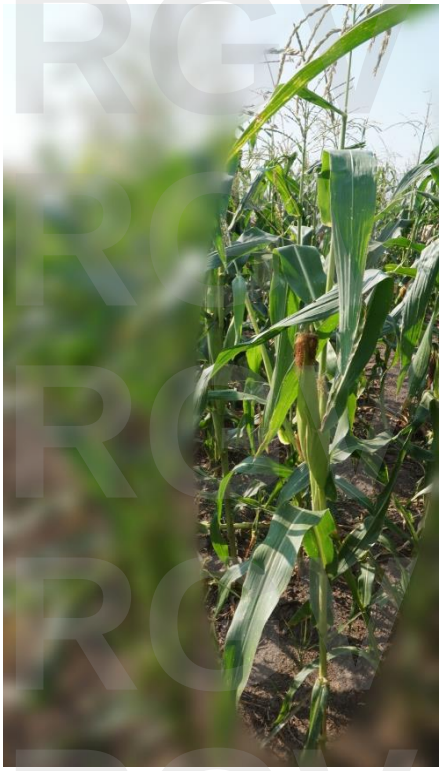
Populație locală originară din Loc. Păltinoasa, Jud. Suceava	**SVGB-446**
Înălțimea plantei (cm)	232
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	10,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	24
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	227
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procentul de știuleți afectați, la recoltare)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,97
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,64

Populație locală originară din Loc. Geoagiu, Jud. Hunedoara	**SVGB-705**
Înălțimea plantei (cm)	221
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	30
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,87
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,9

Populație locală originară din Loc. Onceşti, Jud. Bacău	**SVGB-11734**
Înălțimea plantei (cm)	206
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	15,7
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	roșie
MMB (g)	202
Producția (t/ha)	3,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,33
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,35

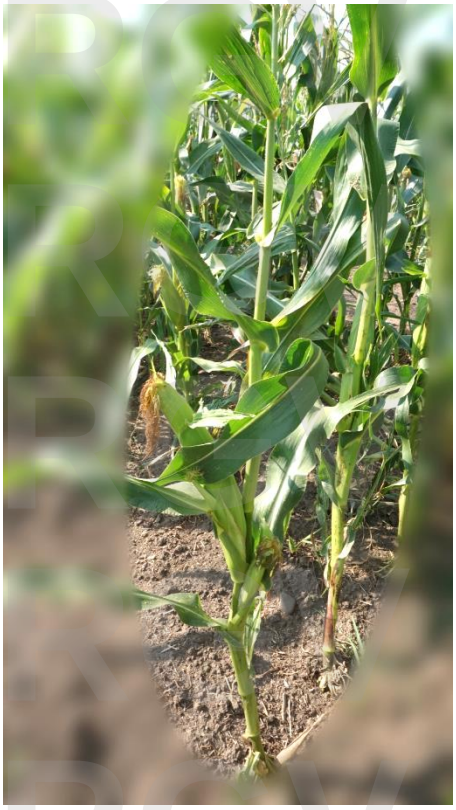
Populație locală originară din Loc. Stănișești, Jud. Bacău	**SVGB-11012**
Înălțimea plantei (cm)	200
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	19,4
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă
MMB (g)	308
Producția (t/ha)	3,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	13
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	5,04
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,95

Populație locală originară din Loc. Onceşti, Jud. Bacău	**SVGB-11742**
Înălțimea plantei (cm)	193
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	18,4
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	292
Producția (t/ha)	4,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	13
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,51
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,3



Populație locală originară din Loc. Bughea de Jos, Jud. Argeș	**SVGB-1311**
Înălțimea plantei (cm)	192
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	14,4
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă
MMB (g)	152
Producția (t/ha)	2,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	13
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,55
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,73

Populație locală originară din Loc. Bughea de Jos, Jud. Argeș	**SVGB-1314**
Înălțimea plantei (cm)	182
Număr de zile de la semănat la înflorit	79
Număr de zile de la semănat la mătăsit	80
Lungimea știuletelui (cm)	21
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	43
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă roșcată
MMB (g)	276
Producția (t/ha)	3,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	15
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	15
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,05
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,86



Populație locală originară din Loc. Almaş, Jud. Arad	**SVGB-13219**
Înălțimea plantei (cm)	199
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	19,8
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	356
Producția (t/ha)	4,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	40
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,6
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,21

Populație locală originară din Loc. Bărăi, Com.Căianu, Jud. Cluj	**SVGB-19406**
Înălțimea plantei (cm)	221
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	15,5
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	pop corn
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	140
Producția (t/ha)	2,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	17
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,18
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,21

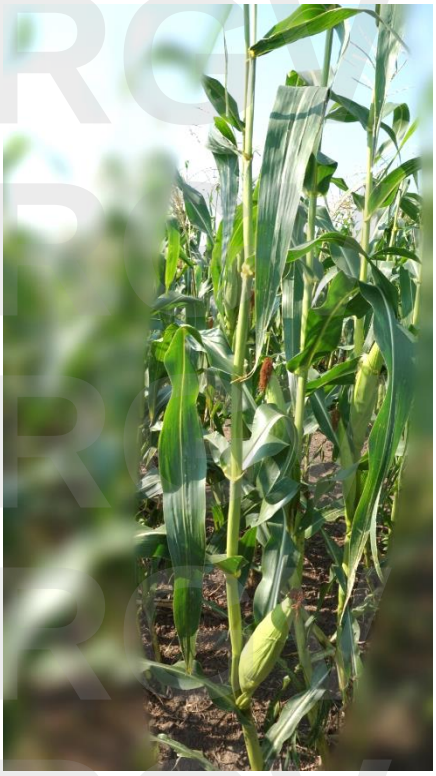
Populație locală din Loc. Groșii Țibleșului, Jud. Maramureș	**SVGB-22628**
Înălțimea plantei (cm)	192
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	17,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă cu galbenă
MMB (g)	282
Producția (t/ha)	1,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,13
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,47

Populație locală originară din Loc. Brusturoasa, Jud. Bacău	**SVGB-3670**
Înălțimea plantei (cm)	182
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	12,5
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	26
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	roșie
MMB (g)	224
Producția (t/ha)	1,7
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	12
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,22
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,44

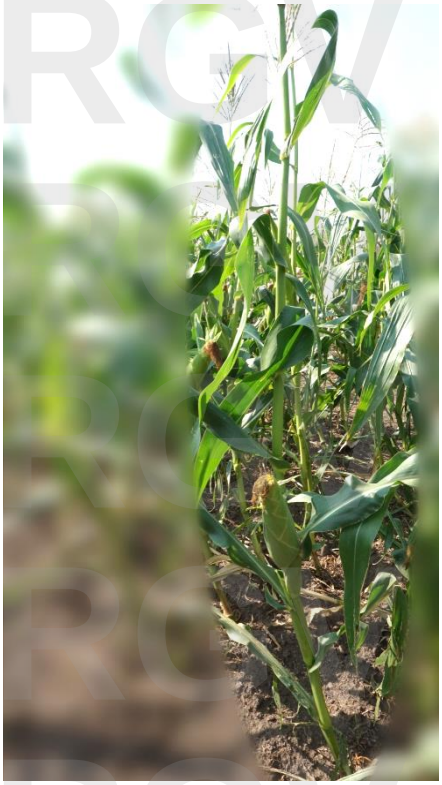
Populație locală originară din Loc. Stoenești, Jud. Vâlcea	**SVGB-482**
Înălțimea plantei (cm)	207
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	14,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	363
Producția (t/ha)	4,0
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	19
Conținutul de proteină (% s.u.)	7,48
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,59

Populație locală originară din Loc. Corbeni, Jud. Argeș	**SVGB-504**
Înălțimea plantei (cm)	212
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	142
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	334
Producția (t/ha)	4,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,63
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,3

Populație locală originară din Loc. Lupșa, Jud. Albăa	**SVGB-5175**
Înălțimea plantei (cm)	164
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	15,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,45
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,25



Populație locală originară din Loc. Șuncuiuș, Jud. Bihor	**SVGB-5327**
Înălțimea plantei (cm)	228
Număr de zile de la semănat la înflorit	79
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	17,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	332
Producția (t/ha)	5,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	17
Conținutul de proteină (% s.u.)	7,49
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,45



Populație locală originară din Loc. Șuncuiuș, Jud. Bihor	**SVGB-5332**
Înălțimea plantei (cm)	193
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	16,2
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă-roșcată
MMB (g)	300
Producția (t/ha)	4,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	34
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,49
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,49

Populație locală originară din Loc. Văcarea, Jud. Argeș	**SVGB-7731**
Înălțimea plantei (cm)	211
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	17,8
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	380
Producția (t/ha)	4,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	45
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	19
Conținutul de proteină (% s.u.)	4,38
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,9

Populație locală originară din Loc. Mihăești, Jud. Argeș	**SVGB-7734**
Înălțimea plantei (cm)	212
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	20
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	384
Producția (t/ha)	4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,34
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,21

Populație locală originară din Loc. Mihăești, Jud. Argeș	**SVGB-7739**
Înălțimea plantei (cm)	182
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	328
Producția (t/ha)	4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,16
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,24

Populație locală originară din Loc. Drăghici, Jud. Argeș	**SVGB-7745**
Înălțimea plantei (cm)	179
Număr de zile de la semănat la înflorit	68
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	18,1
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	340
Producția (t/ha)	2,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,11
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,79

Populație locală originară din Loc. Vlădești, Jud. Argeș	**SVGB-7750**
Înălțimea plantei (cm)	227
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	18,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	324
Producția (t/ha)	4,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	26,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,12
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,89

Populație locală originară din Loc. Valea Siliștii, Jud. Argeș	**SVGB-7754**
Înălțimea plantei (cm)	174
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	16,8
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	368
Producția (t/ha)	4,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,81
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,21

Populație locală originară din Loc. Hârsești, Jud. Argeș	**SVGB-7766**
Înălțimea plantei (cm)	189
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	18
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	272
Producția (t/ha)	4,41
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	35
Conținutul de proteină (% s.u.)	4,18
Conținutul de lipide (% s.u.)	1,55

Populație locală originară din Loc. Vulturești, Jud. Argeș	**SVGB-7769**
Înălțimea plantei (cm)	160
Număr de zile de la semănat la înflorit	69
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	15,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3,47
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	34
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,11
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,84

Populație locală originară din Loc. Hârtiești, Jud. Argeș	**SVGB-7774**
Înălțimea plantei (cm)	214
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	20
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	388
Producția (t/ha)	3,42
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	23
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,81
Conținutul de lipide (% s.u.)	1,05

Populație locală originară din Loc. Meteș, Jud. Albăa	SVGB-8012
Înălțimea plantei (cm)	219
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	352
Producția (t/ha)	4,29
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	62
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9,00
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,8
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,29

Populație locală originară din Loc. Meteș, Jud. Albăa	**SVGB-8013**
Înălțimea plantei (cm)	204
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	264
Producția (t/ha)	3,68
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	14
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	56
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,84
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,84

Populație locală originară din Loc. Zlatna, Jud. Albăa	**SVGB-8022**
Înălțimea plantei (cm)	213
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	19,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	308
Producția (t/ha)	4,52
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de ştiuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,44
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,84

Populație locală originară din Loc. Zlatna, Jud. Albăa	**SVGB-8026**
Înălțimea plantei (cm)	199
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	16,8
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	276
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	45
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,94
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,54

Populație locală originară din Loc. Brusturoasa, Jud. Bacău	**SVGB-8865**
Înălțimea plantei (cm)	184
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	13,8
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	308
Producția (t/ha)	2,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,15
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,84

Populație locală originară din Loc. Brusturoasa, Jud. Bacău	**SVGB-8873**
Înălțimea plantei (cm)	169
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	14,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	240
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	33
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	45
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	19
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,45
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,84

Populație locală originară din Loc. Dofteana, Jud. Bacău	**SVGB-9121**
Înălțimea plantei (cm)	212
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	300
Producția (t/ha)	3,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	60
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,84
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,83

Populație locală originară din Loc. Dofteana, Jud. Bacău	**SVGB-9122**
Înălțimea plantei (cm)	192
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	16,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,12
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,25

Populație locală originară din Loc. Zemeș, Jud. Bacău	**SVGB-9164**
Înălțimea plantei (cm)	186
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	17,3
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	284
Producția (t/ha)	2,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	25
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	1
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,58
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,62

Populație locală originară din Loc. Zemeș, Jud. Bacău	**SVGB-9166**
Înălțimea plantei (cm)	182
Număr de zile de la semănat la înflorit	68
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	16,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	268
Producția (t/ha)	5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,84
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,21

Populație locală originară din Loc. Pârjol, Jud. Bacău	**SVGB-9168**
Înălțimea plantei (cm)	160
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	16
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	45
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,12
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,00

Populație locală originară din Loc. Domnești, Jud. Argeș	**SVGB-945**
Înălțimea plantei (cm)	173
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	16
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	1,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,24
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,04

Populație locală originară din Loc. Vama, Jud. Suceava	**SVGB-8998**
Înălțimea plantei (cm)	196
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	13,1
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	24
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	324
Producția (t/ha)	2,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	12
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,56
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,22

Populație locală originară din Loc. Lancrăm, Jud. Albăa	**SVGB-9900**
Înălțimea plantei (cm)	178
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	15,3
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	342
Producția (t/ha)	4,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	45
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	10
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,86
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,27

Populație locală originară din Loc. Ciugud, Com. Blaj, Jud. Albăa	**SVGB-9920**
Înălțimea plantei (cm)	166
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	17
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	276
Producția (t/ha)	2,7
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,01
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,26

Populație locală originară din Loc. Copand, Jud. Albăa	**SVGB-9953**
Înălțimea plantei (cm)	184
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	13,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	29
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	300
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,91
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,64

Populație locală originară din Loc. Bulz, Jud. Bihor	**SVGB-5347**
Înălțimea plantei (cm)	193
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	20,8
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	336
Producția (t/ha)	2,69
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	34
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,72
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,26

Populație locală originară din Loc. Roșia, Jud. Bihor	**SVGB-7389**
Înălțimea plantei (cm)	236
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	20,3
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	40
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă cu galben
MMB (g)	328
Producția (t/ha)	4,47
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,17
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,04

Populație locală originară din Loc. Roșia, Jud. Bihor	**SVGB-7391**
Înălțimea plantei (cm)	176
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	20,7
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă cu galben
MMB (g)	340
Producția (t/ha)	3,64
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	40
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,25
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,35

Populație locală originară din Loc. Geoagiu, Jud. Hunedoara	**SVGB-1000**
Înălțimea plantei (cm)	197
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	15,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	198
Producția (t/ha)	4,77
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	31
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	14,08
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,2

Populație locală originară din Loc. Budureasa, Jud. Bihor	**SVGB-7402**
Înălțimea plantei (cm)	198
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	17,3
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	roșcată
MMB (g)	344
Producția (t/ha)	4,11
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,28
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,27

Populație locală originară din Loc. Răzoare, Jud. Mureș	**SVGB-10022**
Înălțimea plantei (cm)	140
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	16,3
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	272
Producția (t/ha)	3,73
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	26,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	60
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,52
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,66

Populație locală originară din Loc. Sarmizegetusa, Jud. Hunedoara	**SVGB-10028**
Înălțimea plantei (cm)	160
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	20,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	356
Producția (t/ha)	2,28
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	50
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	42
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,80
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,23

Populație locală originară din Loc. Rozavlea, Jud. Maramureș	**SVGB-10029**
Înălțimea plantei (cm)	176
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,2
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	304
Producția (t/ha)	2,83
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,45
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,9

Populație locală originară din Loc. Frumosu, Jud. Suceava	**SVGB-1104**
Înălțimea plantei (cm)	141
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	10,7
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	26
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	131
Producția (t/ha)	2,12
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	14
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,61
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,75

Populație locală originară din Loc. Vatra Moldoviței, Jud. Suceava	**SVGB-1113**
Înălțimea plantei (cm)	138
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	10,4
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	22
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	228
Producția (t/ha)	0,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	17
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,11
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,9

Populație locală originară din Loc. Broșteni, Jud. Suceava	**SVGB-11267**
Înălțimea plantei (cm)	152
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	9,10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	21
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	154
Producția (t/ha)	1,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	17
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	60
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,2
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,9

Populație locală originară din Loc. Ilova, Jud. Caraș-Severin	**SVGB-1132**
Înălțimea plantei (cm)	204
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	17,7
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	152
Producția (t/ha)	4,32
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	67
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,87
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,33

Populație locală originară din Loc. Văleni, Jud. Vaslui	**SVGB-11644**
Înălțimea plantei (cm)	194
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	19,5
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	44
Tipul cariopsei	dentat
Culoarea cariopsei	vărgată
MMB (g)	391
Producția (t/ha)	44
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,36
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,25

Populație locală originară din Loc. Soleşti, Jud. Vaslui	**SVGB-11675**
Înălțimea plantei (cm)	183
Număr de zile de la semănat la înflorit	79
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea ştiuletelui (cm)	12,9
Număr de rânduri de cariopse	20
Număr de cariopse/rând	30
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	152
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de ştiuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,59
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,3

Populație locală originară din Loc. Chichiș, Jud. Covasna	**SVGB-1175**
Înălțimea plantei (cm)	152
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	12,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	21
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	293
Producția (t/ha)	1,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	17
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	16
Conținutul de proteină (% s.u.)	5,35
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,72

Populație locală originară din Loc. Mârșa, Jud. Sibiu	**SVGB-1189**
Înălțimea plantei (cm)	193
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	16,5
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	302
Producția (t/ha)	3,59
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	12
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,18
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,45

Populație locală originară din Loc. Bicazu Ardelean, Jud. Neamț	**SVGB-1191**
Înălțimea plantei (cm)	202
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	18,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	380
Producția (t/ha)	4,52
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,58
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,5

Populație locală originară din Loc. Luduș, Jud. Mureș	**SVGB-1192**
Înălțimea plantei (cm)	182
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	17,10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	317
Producția (t/ha)	3,64
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,92
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,85

Populație locală originară din Loc. Lovrin, Jud. Timiș	**SVGB-1215**
Înălțimea plantei (cm)	144
Număr de zile de la semănat la înflorit	81
Număr de zile de la semănat la mătăsit	81
Lungimea știuletelui (cm)	13,2
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	181
Producția (t/ha)	0,91
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	16
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,79
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,44

Populație locală originară din Loc. Beriu, Jud. Hunedoara	**SVGB-1226**
Înălțimea plantei (cm)	198
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	20,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	40
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	383
Producția (t/ha)	3,57
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,2
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,94

Populație locală originară din Loc. Mischii, Jud. Dolj	**SVGB-1233**
Înălțimea plantei (cm)	192
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	16,4
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	29
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	315
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,56
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,22

Populație locală originară din Loc. Nicorești, Jud. Galați	**SVGB-1274**
Înălțimea plantei (cm)	227
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	19,5
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	467
Producția (t/ha)	3,51
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	55
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,33
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,93

Populație locală originară din Loc. Stupinii Prejmerului, Jud. Brașov	**SVGB-1277**
Înălțimea plantei (cm)	208
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	16,2
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	164
Producția (t/ha)	0,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,66
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,96

Populație locală originară din Loc. Vânju Mare, Jud. Mehedinți	**SVGB-1292**
Înălțimea plantei (cm)	194
Număr de zile de la semănat la înflorit	79
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	290
Producția (t/ha)	2,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	31,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,92
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,85

Populație locală originară din Loc. Gângiova, Jud. Dolj	**SVGB-1294**
Înălțimea plantei (cm)	206
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	78
Lungimea știuletelui (cm)	22,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	44
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	245
Producția (t/ha)	3,36
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	5,66
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,00

Populație locală originară din Loc. Târgu Neamț, Jud. Neamț	**SVGB-1310**
Înălțimea plantei (cm)	193
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	13,2
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	30
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	vărgată
MMB (g)	172
Producția (t/ha)	2,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,3
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,42

Populație locală originară din Loc. Vama, Jud. Suceava	**SVGB-1338**
Înălțimea plantei (cm)	151
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	24
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	185
Producția (t/ha)	2,56
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,22
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,55

Populație locală originară din Loc. Tulnici, Jud. Vrancea	**SVGB-1345**
Înălțimea plantei (cm)	177
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	17,5
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	278
Producția (t/ha)	2,58
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,06
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,45

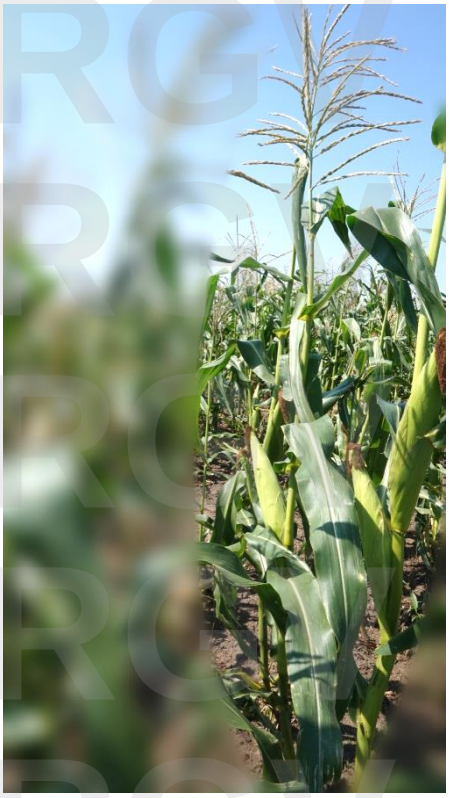
Populație locală originară din Loc. Strâmtura, Jud. Maramureș	**SVGB-13767**
Înălțimea plantei (cm)	219
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	19,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	40
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	264
Producția (t/ha)	4,38
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,46
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,23

Populație locală originară din Loc. Slătioara, Jud. Maramureș	**SVGB-13797**
Înălțimea plantei (cm)	165
Număr de zile de la semănat la înflorit	69
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	15,5
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	30
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă cu galben
MMB (g)	268
Producția (t/ha)	4,31
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	30
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,51
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,27

Populație locală originară din Loc. Tismana, Jud. Gorj	**SVGB-1432**
Înălțimea plantei (cm)	188
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	18
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	351
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	22
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,40
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,05

Populație locală originară din Loc. Sucevița, Jud. Suceava	**SVGB-14397**
Înălțimea plantei (cm)	188
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	17,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	310
Producția (t/ha)	3,62
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,58
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,2

Populație locală originară din Loc. Frasin, Jud. Suceava	**SVGB-14443**
Înălțimea plantei (cm)	176
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	13,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	27
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	261
Producția (t/ha)	2,74
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,88
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,05



Populație locală originară din Loc. Leșu, Jud. Bistrița Năsăud	**SVGB-14519**
Înălțimea plantei (cm)	230
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	434
Producția (t/ha)	3,7
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	33
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,53
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,65

Populație locală originară din Loc. Hangu, Jud. Neamț	**SVGB-1489**
Înălțimea plantei (cm)	151
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	10,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	26
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă cu roșu
MMB (g)	114
Producția (t/ha)	0,7
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	34
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,48
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,9

Populație locală originară din Loc. Șteia (Tomești), Jud. Hunedoara	**SVGB-15237**
Înălțimea plantei (cm)	196
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	354
Producția (t/ha)	3,91
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,89
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,65

Populație locală originară din Loc. Brodina, Jud. Suceava	**SVGB-1570**
Înălțimea plantei (cm)	174
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	14,10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	239
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	36
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,30
Conținutul de lipide (% s.u.)	0,6

Populație locală originară din Loc. Gura Haitii, Jud. Suceava	**SVGB-1571**
Înălțimea plantei (cm)	169
Număr de zile de la semănat la înflorit	66
Număr de zile de la semănat la mătăsit	66
Lungimea știuletelui (cm)	13,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	25
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	197
Producția (t/ha)	3,61
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,41
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,41

Populație locală originară din Loc. Răzoare, Jud. Cluj	**SVGB-1600**
Înălțimea plantei (cm)	157
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	18,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	43
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	326
Producția (t/ha)	4,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	1
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,51
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,2

Populație locală originară din Loc. Vicovu de Sus, Jud. Suceava	**SVGB-1606**
Înălțimea plantei (cm)	157
Număr de zile de la semănat la înflorit	69
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	15,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	27
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	179
Producția (t/ha)	2,83
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,36
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,7

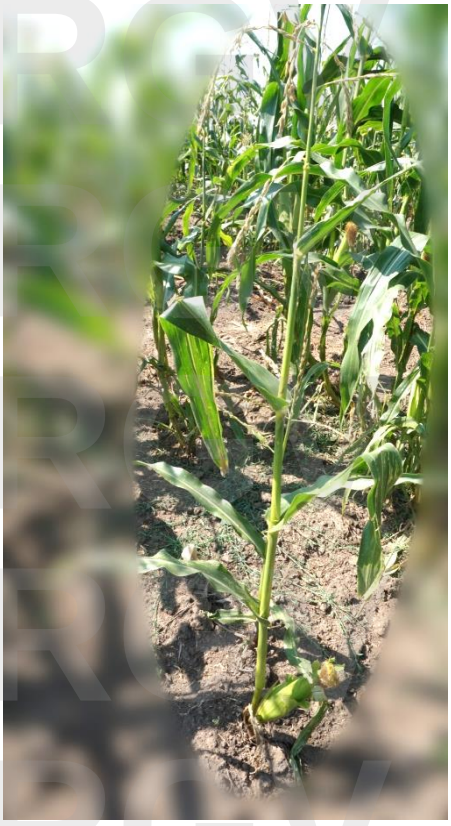
Populație locală originară din Loc. Trifești, Jud. Botoșani	**SVGB-1607**
Înălțimea plantei (cm)	152
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	14,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	285
Producția (t/ha)	2,64
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	1
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,73
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,94

Populație locală originară din Loc. Tudor Vladimirescu, Jud. Galați	**SVGB-16134**
Înălțimea plantei (cm)	202
Număr de zile de la semănat la înflorit	89
Număr de zile de la semănat la mătăsit	90
Lungimea știuletelui (cm)	18,8
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	301
Producția (t/ha)	2,78
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	26
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	6,28
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,28

Populație locală originară din Loc. Ulmu , Jud. Călărași	**SVGB-16157**
Înălțimea plantei (cm)	178
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	16,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	326
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	3,21
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,1

Populație locală originară din Loc. Băișoara, Jud. Cluj	**SVGB-16611**
Înălțimea plantei (cm)	180
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	17,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	359
Producția (t/ha)	2,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	2
Conținutul de proteină (% s.u.)	4,54
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,01

Populație locală originară din Loc. Măldărești, Jud. Vâlcea	**SVGB-1667**
Înălțimea plantei (cm)	215
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	19,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	262
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,73
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,9



Populație locală originară din Loc. Almaș, Jud. Neamț	**SVGB-1677**
Înălțimea plantei (cm)	161
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	13,70
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	214
Producția (t/ha)	2,75
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,34
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,4

Populație locală originară din Loc. Isla, Jud. Mureș	**SVGB-1684**
Înălțimea plantei (cm)	177
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	20,80
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	46
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	232
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,39
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,76

Populație locală originară din Loc. Bucșoaia, Jud. Suceava	**SVGB-1699**
Înălțimea plantei (cm)	145
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	12
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	26
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	273
Producția (t/ha)	2,29
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	17,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	33
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,7
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,0

Populație locală originară din Loc. Seini, Jud. Maramureș	**SVGB-1716**
Înălțimea plantei (cm)	143
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	15,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	220
Producția (t/ha)	2,84
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,18
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,12

Populație locală originară din Loc. Remetea, Jud. Harghita	**SVGB-17178**
Înălțimea plantei (cm)	226
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	24,6
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	343
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	432
Producția (t/ha)	2,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	6,30
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,8

Populație locală originară din Loc. Frasin, Jud. Suceava	**SVGB-1718**
Înălțimea plantei (cm)	160
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	24,6
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	43
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	337
Producția (t/ha)	2,59
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	30
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,53
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,98

Populație locală originară din Loc. Ceahlău, Jud. Neamț	**SVGB-1720**
Înălțimea plantei (cm)	161
Număr de zile de la semănat la înflorit	69
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	16,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	279
Producția (t/ha)	2,17
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,75
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,86

Populație locală originară din Loc. Satu Nou, Jud. Botoșani	**SVGB-1753**
Înălțimea plantei (cm)	189
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	305
Producția (t/ha)	3,18
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,6
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,08

Populație locală originară din Loc. Țigănești, Jud. Vrancea	**SVGB-1759**
Înălțimea plantei (cm)	204
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	359
Producția (t/ha)	2,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	30,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,57
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,66

Populație locală originară din Loc. Certeze, Jud. Satu Mare	**SVGB-1784**
Înălțimea plantei (cm)	220
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	19
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	261
Producția (t/ha)	3,21
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	1
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,81
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,75

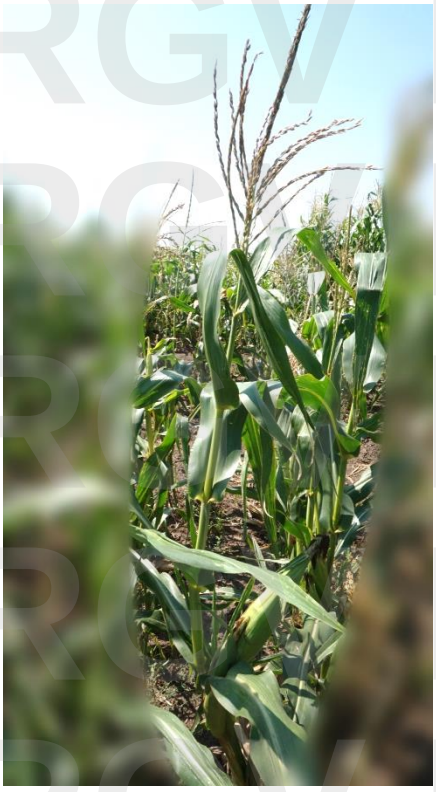
Populație locală originară din Loc. Straja, Jud. Suceava	**SVGB-1792**
Înălțimea plantei (cm)	200
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	14,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	327
Producția (t/ha)	2,75
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,64
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,37

Populație locală originară din Loc. Pojorâta, Jud. Suceava	**SVGB-1843**
Înălțimea plantei (cm)	127
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	74
Lungimea știuletelui (cm)	12,3
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	191
Producția (t/ha)	2,25
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f. rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	16
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,99
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,08

Populație locală originară din Loc. Voislova, Jud. Caraș-Severin	**SVGB-1865**
Înălțimea plantei (cm)	232
Număr de zile de la semănat la înflorit	80
Număr de zile de la semănat la mătăsit	80
Lungimea știuletelui (cm)	22
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	392
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	29
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,11
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,85

Populație locală originară din Loc. Avrămeni, Jud. Botoșani	**SVGB-19068**
Înălțimea plantei (cm)	216
Număr de zile de la semănat la înflorit	81
Număr de zile de la semănat la mătăsit	81
Lungimea știuletelui (cm)	19,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	42
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	185
Producția (t/ha)	3,46
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	26
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	16
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,23
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,65

Populație locală originară din Loc. Agăș, Jud. Bacău	**SVGB-3590**
Înălțimea plantei (cm)	166
Număr de zile de la semănat la înflorit	68
Număr de zile de la semănat la mătăsit	68
Lungimea știuletelui (cm)	12,10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	26
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	241
Producția (t/ha)	2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	38
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	37
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,93



Populație locală originară din Loc. Ciucea, Jud. Cluj	**SVGB-3611**
Înălțimea plantei (cm)	162
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	356
Producția (t/ha)	3,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,81
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,93

Populație locală originară din Loc. Valea Drăganului, Jud.Cluj	**SVGB-3612**
Înălțimea plantei (cm)	166
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	20,7
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	roșie
MMB (g)	248
Producția (t/ha)	2,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	19,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	30
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	16
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,29
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,69

Populație locală originară din Loc. Ciucea, Jud. Cluj	**SVGB-3619**
Înălțimea plantei (cm)	166
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	17,9
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	309
Producția (t/ha)	3,61
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,69

Populație locală originară din Loc. Negreni, Jud. Cluj	**SVGB-3630**
Înălțimea plantei (cm)	179
Număr de zile de la semănat la înflorit	66
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	14,4
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	344
Producția (t/ha)	3,46
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,23
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,09

Populație locală originară din Loc. Maglavit, Jud. Dolj	**SVGB-378**
Înălțimea plantei (cm)	204
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	17,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	362
Producția (t/ha)	3,66
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,73
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,3

Populație locală originară din Loc. Mlădia, Jud. Sălaj	**SVGB-3829**
Înălțimea plantei (cm)	212
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	20,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	42
Tipul cariopsei	dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	396
Producția (t/ha)	4,76
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,74

Populație locală originară din Loc. Drapelul Roșie, Jud. Brașov	**SVGB-384**
Înălțimea plantei (cm)	195
Număr de zile de la semănat la înflorit	77
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	15,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	364
Producția (t/ha)	3,16
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,5
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,25

Populație locală originară din Loc. Năruja, Jud. Vrancea	**SVGB-3846**
Înălțimea plantei (cm)	196
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	78
Lungimea știuletelui (cm)	22,30
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	44
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	428
Producția (t/ha)	3,16
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	14
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,07
Conținutu Conținutul de lipide (% s.u.)	4,95

Populație locală originară din Loc. Agnita, Jud. Sibiu	**SVGB-395**
Înălțimea plantei (cm)	226
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	79
Lungimea știuletelui (cm)	21,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	43
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	374
Producția (t/ha)	3,72
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,56
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,94

Populație locală originară din Loc. Cârnești, Jud. Hunedoara	**SVGB-433**
Înălțimea plantei (cm)	190
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	19
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	292
Producția (t/ha)	3,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	7,15
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,35

Populație locală originară din Loc. Acățari, Jud. Mureș	**SVGB-440**
Înălțimea plantei (cm)	213
Număr de zile de la semănat la înflorit	74
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	19,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	41
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	248
Producția (t/ha)	3,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	10
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,87
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,61

Populație locală originară din Loc. Rona de Sus, Jud. Maramureș	**SVGB-443**
Înălțimea plantei (cm)	215
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	19,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	393
Producția (t/ha)	2,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	29
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	29
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	19
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,17
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,59

Populație locală originară din Loc. Bujoreni, Jud. Vâlcea	**SVGB-454**
Înălțimea plantei (cm)	277
Număr de zile de la semănat la înflorit	81
Număr de zile de la semănat la mătăsit	82
Lungimea știuletelui (cm)	21,2
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	45
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	399
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	26,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,07
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,74

Populație locală originară din Loc. Suatu, Jud. Cluj	**SVGB-4570**
Înălțimea plantei (cm)	187
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	18,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	354
Producția (t/ha)	2,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	21
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,68
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,4

Populație locală originară din Loc. Tureni, Jud. Cluj	**SVGB-4572**
Înălțimea plantei (cm)	192
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	17,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	312
Producția (t/ha)	2,66
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,67
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,7

Populație locală originară din Loc. Berindu, Jud. Cluj	**SVGB-4575**
Înălțimea plantei (cm)	158
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	16,6
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	265
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,44
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,13

Populație locală originară din Loc. Viișoara, Jud. Neamț	**SVGB-474**
Înălțimea plantei (cm)	171
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	15
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	261
Producția (t/ha)	3,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.ezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	17
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	33
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	6
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,60
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,45

Populație locală originară din Loc. Bobâlna, Jud. Cluj	**SVGB-493**
Înălțimea plantei (cm)	222
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	17,8
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă cu roșu
MMB (g)	302
Producția (t/ha)	5,08
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	60
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,56
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,78

Populație locală originară din Loc. Șinca Nouă, Jud. Brașov	**SVGB-511**
Înălțimea plantei (cm)	200
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,3
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	267
Producția (t/ha)	3,23
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	13
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	1
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,03
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,75

Populație locală originară din Loc. Botiza, Jud. Maramureș	**SVGB-5152**
Înălțimea plantei (cm)	149
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	70
Lungimea știuletelui (cm)	15
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	29
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	248
Producția (t/ha)	2,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,45
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,6

Populație locală originară din Loc. Vișeu de Sus, Jud. Maramureș	**SVGB-5190**
Înălțimea plantei (cm)	151
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	15,8
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	344
Producția (t/ha)	2,05
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,45

Populație locală originară din Loc. Moisei, Jud. Maramureș	**SVGB-531**
Înălțimea plantei (cm)	191
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	15,30
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	180
Producția (t/ha)	3,86
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,35
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,85

Populație locală originară din Loc. Balș, Jud. Iași	**SVGB-533**
Înălțimea plantei (cm)	206
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	16
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă cu galben
MMB (g)	192
Producția (t/ha)	2,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	3
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,06
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,34

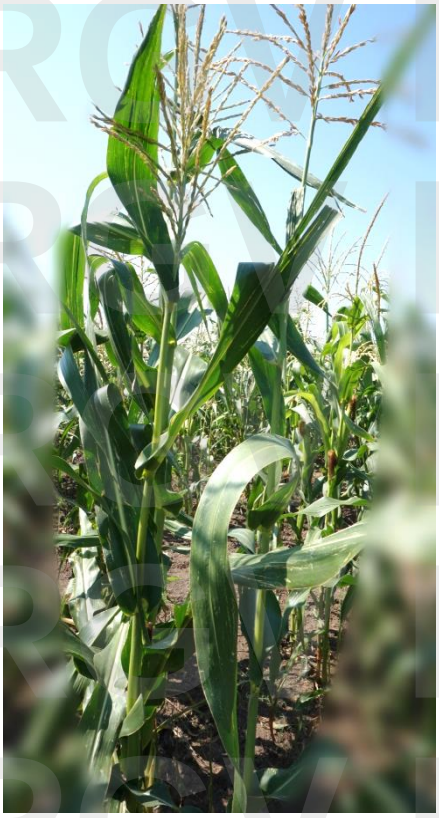
Populație locală originară din Loc. Luncoiu de Sus, Jud. Hunedoara	**SVGB-5330**
Înălțimea plantei (cm)	195
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	40
Tipul cariopsei	dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	298
Producția (t/ha)	4,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	s.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,3

Populație locală originară din Loc. Răstolnița, Jud. Mureș	**SVGB-5397**
Înălțimea plantei (cm)	181
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	17,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	385
Producția (t/ha)	4,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,47
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,82

Populație locală originară din Loc. Deda, Jud. Mureș	**SVGB-5489**
Înălțimea plantei (cm)	195
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	301
Producția (t/ha)	3,64
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,83
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,85

Populație locală originară din Loc. Poiana Mărului, Jud. Brașov	**SVGB-570**
Înălțimea plantei (cm)	180
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	15,10
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	183
Producția (t/ha)	3,1
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,15
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,34

Populație locală originară din Loc. Hangu, Jud. Neamț	**SVGB-581**
Înălțimea plantei (cm)	196
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	15,5
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă cu alb
MMB (g)	251
Producția (t/ha)	1,6
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	18
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,1
Conținutul de lizină și triptofan (% prot.)	4,2



Populație locală originară din Loc. Joseni, Jud. Harghita	**SVGB-613**
Înălțimea plantei (cm)	185
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,4
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	385
Producția (t/ha)	4,21
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,38
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,19

Populație locală din Loc. Câmpulung Moldovenesc, Jud. Suceava	**SVGB-674**
Înălțimea plantei (cm)	142
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	10,10
Număr de rânduri de cariopse	16
Număr de cariopse/rând	25
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	roșie
MMB (g)	306
Producția (t/ha)	1,95
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	30
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,09
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,18

Populație locală originară din Loc. Budureasa, Jud. Bihor	**SVGB-7411**
Înălțimea plantei (cm)	146
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	21,4
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	392
Producția (t/ha)	1,95
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	30
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de ștuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,28
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,35

Populație locală originară din Loc. Bezdead, Jud. Dâmbovița	**SVGB-7623**
Înălțimea plantei (cm)	191
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	15,7
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	299
Producția (t/ha)	3,78
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	25
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	1,65

Populație locală originară din Loc. Mărășești, Jud. Dâmbovița	**SVGB-7634**
Înălțimea plantei (cm)	150
Număr de zile de la semănat la înflorit	78
Număr de zile de la semănat la mătăsit	78
Lungimea știuletelui (cm)	12,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	24
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	272
Producția (t/ha)	2,17
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	75
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,42
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,62

Populație locală originară din Loc. Comșești, Jud. Cluj	**SVGB-7794**
Înălțimea plantei (cm)	151
Număr de zile de la semănat la înflorit	66
Număr de zile de la semănat la mătăsit	66
Lungimea știuletelui (cm)	14,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	27
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	233
Producția (t/ha)	1,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	18,7
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	20
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,54
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,3

Populație locală originară din Loc. Bustuchin, Jud. Gorj	**SVGB-781**
Înălțimea plantei (cm)	213
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	16,5
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	roșcată
MMB (g)	304
Producția (t/ha)	4,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	22
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,87
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,9

Populație locală originară din Loc. Brașov, Jud. Brașov	**SVGB-826**
Înălțimea plantei (cm)	157
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	15,4
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	28
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	328
Producția (t/ha)	3,22
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	22
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,62
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,35

Populație locală originară din Loc. Copșa Mică, Jud. Sibiu	**SVGB-861**
Înălțimea plantei (cm)	187
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	18,9
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	semi-dentat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	334
Producția (t/ha)	4,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	28
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	57
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,18
Conținutul de lipide (% s.u.)	1,35

Populație locală originară din Loc. Ungheni, Jud. Iași	**SVGB-866**
Înălțimea plantei (cm)	216
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	75
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	379
Producția (t/ha)	4,05
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	60
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	7,40
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,0

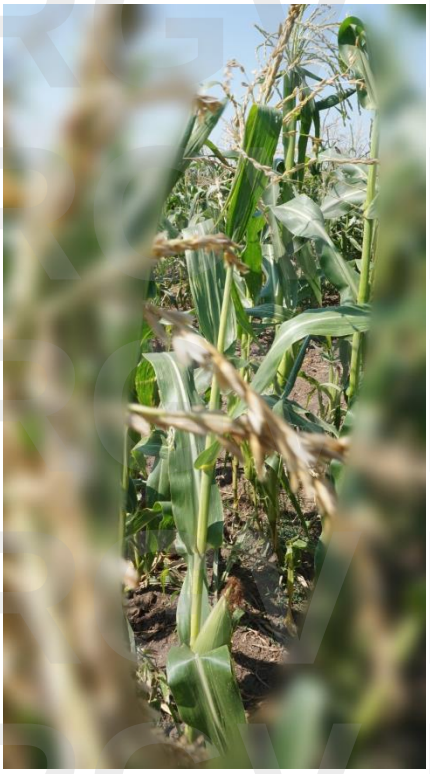
Populație locală originară din Loc. Boian, Jud. Cluj	**SVGB-867**
Înălțimea plantei (cm)	212
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	333
Producția (t/ha)	3,54
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,93
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,2

Populație locală originară din Loc. Râșnov, Jud. Brașov	**SVGB-912**
Înălțimea plantei (cm)	166
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	70
Lungimea știuletelui (cm)	11,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	24
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	279
Producția (t/ha)	2,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,23
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,1

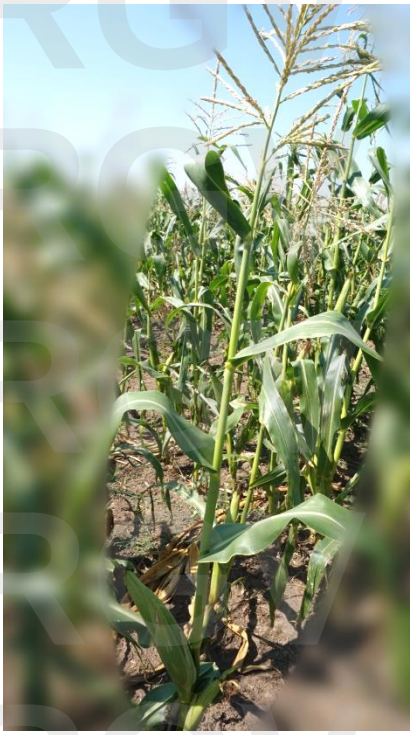
Populație locală originară din Loc. Geoagiu, Jud. Hunedoara	**SVGB-927**
Înălțimea plantei (cm)	187
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	17,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	250
Producția (t/ha)	4,8
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,9
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	0
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	8,54
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,2

Populație locală originară din Loc. Bicaz, Jud. Neamț	**SVGB-946**
Înălțimea plantei (cm)	209
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	20,10
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	47
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	274
Producția (t/ha)	4,5
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,45
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,75

Populație locală originară din Loc. Oprișeni, Jud. Iași	**SVGB-948**
Înălțimea plantei (cm)	200
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	22,40
Număr de rânduri de cariopse	8
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	379
Producția (t/ha)	2,09
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,37
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,52



Populație locală originară din Loc. Valea Seacă, Jud. Satu Mare	**SVGB-9587**
Înălțimea plantei (cm)	177
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	70
Lungimea știuletelui (cm)	16,9
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	30
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	362
Producția (t/ha)	2,9
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,74
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,97



Populație locală originară din Loc. Giulești, Jud. Maramureș	**SVGB-9658**
Înălțimea plantei (cm)	158
Număr de zile de la semănat la înflorit	67
Număr de zile de la semănat la mătăsit	67
Lungimea știuletelui (cm)	16,7
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	2,45
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	13
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	63
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,69
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,26

Populație locală originară din Loc. Luncanii de Jos, Jud. Timiș	**SVGB-9659**
Înălțimea plantei (cm)	165
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	17,4
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	280
Producția (t/ha)	3,31
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	33
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,0
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,58

Populație locală originară din Loc. Vlaha, Jud. Cluj	**SVGB-9802**
Înălțimea plantei (cm)	165
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	11,3
Număr de rânduri de cariopse	14
Număr de cariopse/rând	23
Tipul cariopsei	everta
Culoarea cariopsei	albă
MMB (g)	172
Producția (t/ha)	2,58
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,8
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,21

Populație locală originară din Loc. Băița, Jud. Bihor	**SVGB-9805**
Înălțimea plantei (cm)	207
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	20
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	37
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	290
Producția (t/ha)	2,89
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	40
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,12
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,4

Populație locală originară din Loc. Prăvăleni, Jud. Hunedoara	**SVGB-9806**
Înălțimea plantei (cm)	199
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	20,2
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	semi-indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	284
Producția (t/ha)	1,81
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	33,1
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	17
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,93
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,19

Populație locală originară din Loc. Buceș, Jud. Hunedoara	**SVGB-9811**
Înălțimea plantei (cm)	172
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	18,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	361
Producția (t/ha)	2,59
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	23,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	14
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	29
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,58
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,37

Populație locală din Loc. Mara, Com. Deseşti, Jud. Maramureş	**SVGB-9812**
Înălțimea plantei (cm)	162
Număr de zile de la semănat la înflorit	70
Număr de zile de la semănat la mătăsit	70
Lungimea ştiuletelui (cm)	15,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	32
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	332
Producția (t/ha)	3,2
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	40
Rezistența la *Fusarium (procent de ştiuleți atacați)*	7
Conținutul de proteină (% s.u.)	13,15
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,3

Populație locală originară din Loc. Bacea, Jud. Hunedoara	**SVGB-9813**
Înălțimea plantei (cm)	167
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	16,8
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	36
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	294
Producția (t/ha)	3,3
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	25,6
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	50
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,87
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,84

Populație locală originară din Loc. Mihăești, Jud. Cluj	**SVGB-983**
Înălțimea plantei (cm)	150
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	15,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	29
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	311
Producția (t/ha)	3,13
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	25
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,20
Conținutul de lipide (% s.u.)	1,2

Populație locală originară din Loc. Mihai Viteazu, Jud. Harghita	**SVGB-9879**
Înălțimea plantei (cm)	150
Număr de zile de la semănat la înflorit	76
Număr de zile de la semănat la mătăsit	77
Lungimea știuletelui (cm)	15,5
Număr de rânduri de cariopse	10
Număr de cariopse/rând	27
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	albă
MMB (g)	342
Producția (t/ha)	4,28
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	10
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de ştiuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,12
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,17

Populație locală originară din Loc. Murgeni, Jud. Vaslui	**SVGB-9886**
Înălțimea plantei (cm)	169
Număr de zile de la semănat la înflorit	68
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	15,2
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	309
Producția (t/ha)	2,52
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	21,4
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	20
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,14
Conținutul de lipide (% s.u.)	3,8

Populație locală originară din Loc. Mărtinești, Jud. Hunedoara	**SVGB-9891**
Înălțimea plantei (cm)	160
Număr de zile de la semănat la înflorit	69
Număr de zile de la semănat la mătăsit	69
Lungimea știuletelui (cm)	16,1
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	31
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	314
Producția (t/ha)	3,73
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	22
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	10,84
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,25

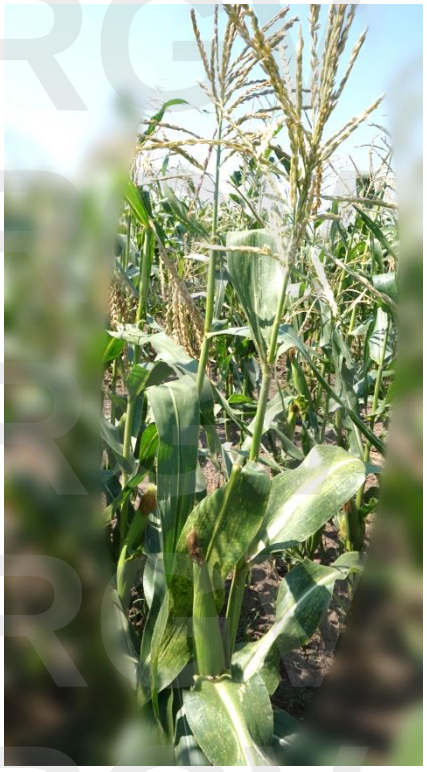
Populație locală originară din Loc. Mihăești, Jud. Cluj	**SVGB-9895**
Înălțimea plantei (cm)	172
Număr de zile de la semănat la înflorit	72
Număr de zile de la semănat la mătăsit	72
Lungimea știuletelui (cm)	14,4
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	34
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	271
Producția (t/ha)	3,37
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,8
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	11
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,31
Conținutul de lipide (% s.u.)	4,48

Populație locală originară din Loc. Leordina, Jud. Maramureș	**SVGB-9896**
Înălțimea plantei (cm)	172
Număr de zile de la semănat la înflorit	71
Număr de zile de la semănat la mătăsit	71
Lungimea știuletelui (cm)	15,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	299
Producția (t/ha)	2,69
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,3
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	44
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	20
Conținutul de proteină (% s.u.)	12,07
Conținutul de lipide (% s.u.)	6,05

Populație locală originară din Loc. Iclod, Jud. Cluj	**SVGB-9903**
Înălțimea plantei (cm)	165
Număr de zile de la semănat la înflorit	68
Număr de zile de la semănat la mătăsit	68
Lungimea știuletelui (cm)	18,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	38
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	316
Producția (t/ha)	2,22
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	20,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	f.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	30
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	0
Conținutul de proteină (% s.u.)	11,63
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,37

Populație locală originară din Loc. Giula, Jud. Cluj	**SVGB-9907**
Înălțimea plantei (cm)	199
Număr de zile de la semănat la înflorit	75
Număr de zile de la semănat la mătăsit	76
Lungimea știuletelui (cm)	16,6
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	33
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	317
Producția (t/ha)	2,4
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	22,2
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	sensibil
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	22
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	22
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,38
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,12

Populație locală originară din Loc. Bobâlna, Jud. Cluj	**SVGB-9918**
Înălțimea plantei (cm)	178
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	15,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	35
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	portocalie
MMB (g)	275
Producția (t/ha)	3,88
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24,5
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	11
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	33
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	9
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,85
Conținutul de lipide (% s.u.)	2,86



Populație locală originară din Loc. Batoș, Jud. Mureș	**SVGB-9923**
Înălțimea plantei (cm)	175
Număr de zile de la semănat la înflorit	73
Număr de zile de la semănat la mătăsit	73
Lungimea știuletelui (cm)	17,7
Număr de rânduri de cariopse	12
Număr de cariopse/rând	39
Tipul cariopsei	indurat
Culoarea cariopsei	galbenă
MMB (g)	286
Producția (t/ha)	2,71
Umiditatea boabelor la recoltare (%)	24
Rezistența la frig a plantulelor de porumb *(în condiții de laborator*)	m.rezistent
Procentul plantelor frânte, la maturitate (%)	0
Procentul plantelor căzute la maturitate (%)	10
Rezistența la *Fusarium (procent de știuleți atacați)*	8
Conținutul de proteină (% s.u.)	9,07
Conținutul de lipide (% s.u.)	5,23

ABREVIERI

ADN - Acid dezoxiribonucleic;
AFLP - Amplified Fragment Length Polymorphisms;
ALT - Aminoacizi liberi totali;
ARN – Acid ribonucleic;
ASAS – Academia de Ştiinţe Agricole şi Silvice, Bucureşti;
ASS - Acid sulfosalicilic;
CEEX – Proiecte de cercetare de excelenţă;
CGC - Capacitatea generală de combinare;
CIMMYT - Centrul Internaţional de Ameliorare a Porumbului şi Grâului New Mexico, Mexic;
CSC - Capacitatea specifică de combinare;
CTAB - Hexadecyltrimethilammonium bromide;
CV%- Coeficient de variabilitate;
DBC- Capacitatea de legare a colorantului;
DMAX- Diametrul maxim al știuletelui;
DMIN- Diametrul minim al știuletelui;
EC/PGR – Comitetul European de Resurse Genetice Vegetale;
GBS- Greutatea boabelor pe știulete;
ICDA Fundulea – Institutul de Cercetare Dezvoltare Agricolă Funduilea;
ICDPP – Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Protecţia Plantelor Bucureşti;
IP – Înălțimea plantei;
ISP- Înălțimea de inserție a știuletelui principal;
Ki – Indice coldtest;
LP – Lungimea paniculului;
LF- Lungimea frunzei de la baza știuletelui principal;
lF- Lățimea frunzei de la baza știuletelui principal;
LS- Lungimea știuletelui;
LB- Lungime bob;

IB- Lățime bob;
MAS - Selecţia asistată de markeri moleculari;
MADR - Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale;
MMB – Masa a 1000 de boabe;
NF- Număr total de frunze;
NFS- Număr de frunze până la știuletele principal;
NR.B- Numărul de rânduri de boabe;
NBR- Numărul de boabe pe rând;
NSM – Număr de zile de la semănat la mătăsit;
NSI – Număr de zile de la semănat la înflorit;
IMI - Intervalul de zile de la înflorit la mătăsit;
ONG – Organizaţii neguvernamentale;
PCA - Analiza principalelor componente;
PCR - Polimerase Chain Reaction;
PN II – Proiecte de cercetare complexă etapa II-a;
RAM I - Număr de ramificații de ord.I;
RAM2- Număr de ramificații de ord.II
RAPD - Random Amplified Polymorphic ;
RFLP - Restriction Fragment Length Polymorphisms;
S.C.D.A. Suceava – Staţiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Suceava;
S.C.D.A. Turda - Staţiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Suceava;
SEA Suceava– Stațiunea Experimentală Agricolă Suceava;
SEA Turda – Stațiunea Experimentală Agricolă Turda;
SSR - Metoda microsateliţilor (Simple Sequence Repeats);
SNP - Single Nucleotide Polymorphism;
STM– Suma temperaturilor utile de la semănat la mătăsit;
STI– Suma temperaturilor utile de la semănat la înflorit;
TCA - Acid tricolor acetic;
UEFISCDI – Unitatea executivă pentru finanţarea învăţământului superior, a cercetării, dezvoltării şi inovării;
QTL – Loci ce determină caractere cantitative;