

PROGRES GENETIC LA PORUMB PENTRU REZISTENȚA LA SECETĂ PRIN SCURTAREA PERIOADEI DE VEGETAȚIE

GENETIC PROGRESS IN MAIZE FOR DROUGHT RESISTANCE BY SHORTENING THE VEGETATION PERIOD

Daniela Horhocea¹, Teodor Martura¹, Horia Lucian Iordan¹,
Caterina Băduț¹, Ion Ciocăzanu¹, Cătălin Lazăr¹

Abstract

Amurg and Miraj hybrids have been registered by the State Institute for Variety Testing and Registration in 2022. The new hybrids Amurg and Miraj are corn single cross, released by the National Agriculture Research and Development Institute Fundulea, Romania. They are semi-early hybrids, the FAO 360-390 group, convariety dentiformis. Amurg hybrid has a high grain yielding potential of 11.5-12.0 t/ha under non-irrigated conditions and 13.0-14.0 t/ha under irrigated conditions. The plant has an average height of 295 cm, with ear insertion at 120 cm. The ear has the average length of 21 cm, is conico-cylindrical with 16 rows of grains. The kernel is dent, yellow, with thousand kernels weight (TKW) of 300-310 g.

Miraj hybrid has a high grain yielding potential of 11.5-12.5 t/ha under non-irrigated conditions and 13.5-14.5 t/ha under irrigated conditions. The plant has an average of 270 cm height, with ear insertion at 100-115 cm. The ear has the average length of 20 cm, is conico-cylindrical with 16 rows of grains. The kernel is dent, yellow, with thousand kernels weight (TKW) of 300-320 g.

Amurg and Miraj hybrids, are tolerant to drought and heat, tolerant to fusarium ear rot (*Fusarium* spp.) and to *Ostrinia nubilalis* attack.

Amurg and Miraj hybrids have efficient seed production; they are recommended in all suitable zones for corn hybrids from Romania, under both irrigated and non-irrigated conditions.

Grain uses: human food and animal feeding.

Cuvinte cheie: porumb, hibridi noi, semi-timpurii, producție de boabe.

Keywords: corn, new hybrids, semi-early, grain yield.

INTRODUCERE

Modificările climatice globale, manifestate prin creșterea temperaturii medii, schimbarea regimului și a cantităților de precipitații, au determinat în ultimele decenii, o creștere a suprafețelor afectate de secetă la nivel mondial.

¹INCDA Fundulea. E-mail: daniela_horhocea@yahoo.com

Evoluția climatică din ultimii ani în România a prezentat variații anuale și sezonale cu amplitudini mari în ceea ce privește temperatura, precipitațiile, precum și alți factori care au influențat stabilitatea producției de porumb într-un mod negativ.

În România, zonele cele mai vulnerabile la fenomenul de secetă agricolă extremă sunt cele sudice și sud-estice îndeosebi Dobrogea, Bărăganul, sudul Olteniei, Munteniei și al Moldovei, respectiv, zonele mari cultivatoare de porumb. Porumbul este foarte sensibil la secetă din cauza cerințelor mari pentru apă necesară pentru creștere și dezvoltare, dar și a incapacității acestei plante de reducere/stagnare a creșterii în condiții de stres hidric (Petcu și Martura, 2018).

Creșterea stabilității, precum și a nivelului de performanță a producției de porumb, în condițiile de mediu actuale care sunt nefavorabile sau cu un grad ridicat de variabilitate, este posibilă numai prin crearea unor genotipuri care să manifeste toleranță sau rezistență la stresul abiotic (Mandache, 2013).

În toată lumea, fenomenul de secetă reprezintă unul dintre factorii limitativi în ceea ce privește capacitatea de producție a porumbului. Efectele stresului abiotic se pot atenua prin managementul inovator al culturilor și prin îmbunătățirea genetică a toleranței la acest stres, prin selecție și ameliorare (Edmeades et al., 2001).

Potențialul de producție a hibrizilor de porumb este puternic diminuat și de atacul agenților patogeni.

Fuzarioza știuleților (putregaiului știuleților), alături de fuzarioza tulpinilor (putregaiul tulpinilor) de porumb, cauzate de speciile de *Fusarium* sunt bolile cele mai răspândite și păgubitoare. Spre deosebire de fuzarioza tulpinii care produce adesea pierderi directe de producție, putregaiul știuleților produce pierderi indirecte, prin acumularea de micotoxine în boabe. Până la descoperirea micotoxinelor produse de *Fusarium* spp., nu a fost cunoscut impactul pierderilor economice indirecte produse de această boală (Mesterhazy și colab., 2012).

Gelderblom și colab. (1988), raportează că interesul pentru creșterea rezistenței la fuzarioza știuleților de porumb a crescut odată cu detectarea micotoxinelor din boabe, care au efecte toxicologice la animale. Zearalenona (ZEN) a fost prima toxină identificată, urmată de deoxynivalenol (DON), ambele produse de *Fusarium graminearum* și micotoxina fumonisin B1, produsă de *Fusarium verticillioides* (Yazar și Omurtag, 2008).

Pentru controlul fuzariozei porumbului și reducerea incidenței contaminării cu micotoxine cea mai bună metodă o constituie ameliorarea și cultivarea hibrizilor de porumb cu rezistență genetică (Zila și colab., 2013).

În ameliorarea pentru rezistența la atacul de *Fusarium* pe știulete, trebuie să se țină seama că infecția naturală este influențată major de condițiile meteorologice anuale și, cel mai adesea, nu are un grad suficient de atac pentru a depista diferențele reale dintre hibrizi, impunându-se cu necesitate infecțiile artificiale (Nagy și Căbulea, 1997; Sarca, 2004; Blandino și colab., 2009).

În zonele de sud și sud-est ale României, sfredelitorul porumbului este al doilea dăunător ca importanță economică după *Tanymecus dilaticollis* Gyll (Cristea și colab., 2004; Popov, 2002; Popov și colab., 2005, 2007).

Popov și Roșca (2007) au raportat faptul că pierderile de recoltă din România datorate atacului sfredelitorului porumbului sunt cuprinse între 1,3% în Dobrogea, 8,5% în Transilvania, 10,5% în sudul Moldovei, 11,7% în Bărăgan și 17,7% în Câmpia de Vest.

Autorii menționează că valoarea medie a pagubelor produse de acest dăunător este de 7,5% (550 kg/ha) și variază de la o regiune la alta și de la un an la altul.

La hibridii de porumb, ca și în cazul contaminării cu fumonisine, rezistența genetică este singura metodă de prevenire a atacului larvelor de *Ostrinia nubilalis*.

În acest context, activitatea de cercetare din cadrul laboratorului de ameliorare a porumbului, a avut ca obiectiv principal crearea de hibridi de porumb semitimpurii, productivi, toleranți la factorii abiotici (seceta și arșița), dar și biotici (atacul unor agenți de dăunare), care să corespundă cerințelor fermierilor în condițiile schimbărilor climatice actuale.

Hibridii noi, creați la INCDA Fundulea în ultimii ani, prezintă capacitate de producție ridicată și stabilitate bună a producției în diverse zone ecologice.

Liniile consangvinizate, forme parentale, au fost create prin aplicarea unor metode eficiente de ameliorare a materialului inițial, au diversitate genetică mare, fiind caracterizate prin capacitate de combinare ridicată și toleranță la factorii abiotici și biotici.

MATERIAL ȘI METODE

În această lucrare este prezentat progresul genetic obținut la INCDA Fundulea prin crearea a doi hibridi de porumb semitimpurii, Amurg (FAO 360) și Miraj (FAO 390), înregistrați în Catalogul Oficial al Soiurilor din România, în anul 2022.

Hibridul Amurg este rezultatul încrucișării a două linii consangvinizate, una cu bob dentat și cealaltă cu bob intermediar.

Hibridul Miraj este rezultatul încrucișării a două linii consangvinizate cu bob dentat.

Modelul heterotic folosit pentru ambii hibridi a fost unul favorabil exprimării heterozisului reproductiv.

Acești hibridi au fost experimentați în culturi comparative de concurs, la INCDA Fundulea și în cinci stațiuni din rețeaua Academiei de Științe Agricole și Silvicultură (ASAS), în perioada 2019-2021, în condiții de irigat și neirigat. Hibridii martor folosiți au fost F423, Iezer și Felix, dar și hibridul nou înregistrat Magnus.

În rețeaua Institutului de Stat pentru Testarea și Înregistrarea Soiurilor (ISTIS), testarea s-a efectuat în perioada 2019-2021, în 10 centre de testare, la neirigat. Hibridii martor folosiți pentru compararea rezultatelor de producție au fost F423 și Iezer. Testarea hibridilor în culturi comparative de concurs s-a făcut în conformitate cu protocoalele experimentale ale ASAS și ISTIS, în parcele de 4 rânduri din care s-au recoltat cele 2 rânduri centrale (pentru diminuarea competiției intergenotipice), în 2-3 repetiții. Au fost determinate producția de boabe și umiditatea la recoltare, și s-au efectuat observații fenologice, ale însușirilor morfo-fiziologice de interes. S-a determinat, de asemenea, viteza de pierdere a apei din boabe (dinamica umidității prin determinări succesive ale umidității boabelor după atingerea maturității fiziologice).

S-au alcătuit seturi de date balansate și a fost calculată analiza varianței (cu ajutorul programului MSTATC), pentru determinarea efectelor diferitelor surse de variație asupra producției.

Toleranța/rezistența la secetă și arșiță fiind însușiri fundamentale în lucrările de ameliorare și de zonare a culturilor a fost apreciată prin metode indirecte pe seama evaluării unor procese fiziologice, în strânsă legătură cu regimul hidric al plantelor și prin metode directe, prin experimentarea în câmp.

Aprecierea pentru toleranță la secetă și arșiță s-a realizat indirect prin determinarea reacției genotipurilor de porumb la secetă și arșiță în laborator, în faze timpurii de dezvoltare a plantelor, prin utilizarea metodelor fiziologice de inducere a secetei și arșiței, folosind soluția de polietilen glicol (PEG).

Rezistența la secetă în laborator a fost investigată prin expunerea plantulelor de porumb la un stres osmotic obținut printr-o concentrație de PEG 20% timp de o săptămână. Rezistența la arșiță în laborator a fost studiată prin expunerea timp de o oră a materialului la 45°C după o călire la 35°C timp de oră, cele două tratamente fiind separate de o perioadă de 2 ore cu temperatură de 25°C.

Pentru centralizarea informațiilor referitoare la rezistența la secetă a diferitelor genotipuri de porumb în fază de plantulă a fost calculat un indice agregat pentru rezistența la secetă (*IndSec*).

$$IndSec = IS_i Norm$$

Acest indice reprezintă media neponderată a valorilor normalizate a șapte indici specifici pentru rezistența la secetă (lungimile tulpinii și ale rădăcinii, suprafața foliară, substanța uscată din tulpină și rădăcină, conținutul în clorofilă-măsurat cu un clorofilmetru SPAD-Minolta și volumul radicular).

Acest tip de indice reflectă, atât comportamentul în prezența stresului, cât și în condiții favorabile.

Datele primare pentru arșiță au fost prelucrate într-un mod similar, dar fiind disponibili doar 6 indici (fără volumul radicular).

Estimarea directă în câmp a toleranței la secetă s-a efectuat pe baza unui indice de selecție de adaptabilitate (DRIND) propus de Mandache (2013), care a fost calculat pentru hibridii experimentați pe baza unui set nebalansat al datelor de producție, în funcție de nivelul de stres hidric (LWS și HWS) din cele două rețele de testare (ASAS și ISTIS).

Compoziția chimică a boabelor s-a determinat la INCDA Fundulea, cu ajutorul aparatului INFRATEC™ 1241.

Comportarea hibridilor la atacul patogenului *Fusarium* spp. pe știulete și la atacul larvelor de *Ostrinia nubilalis* s-a determinat numai la Fundulea, în experimente realizate special în acest scop.

Astfel, pentru asigurarea unei presiuni suficiente a atacului de *Fusarium* spp. și a larvelor de *Ostrinia nubilalis* s-a efectuat inocularea artificială a știuleților cu spori de *Fusarium*, respectiv, infestarea artificială a plantelor cu ponte de *Ostrinia nubilalis*.

Inocularea artificială cu spori de *Fusarium* (5 ml/știulete) s-a efectuat la 10 zile după mătăsit prin injectarea știuleților cu inocul obținut din infecții naturale pe știuleți de porumb din anul anterior.

La recoltare știuleții inoculați au fost grupați pe clase, în funcție de nivelul de atac, fiecare clasă primind note de la 1 la 8. În funcție de media ponderată a notelor gradului de atac, hibridii au fost încadrați în clase de toleranță primind anumite calificative.

În vederea stabilirii reacției hibridilor de porumb la atacul dăunătorului *Ostrinia nubilalis*, plantele au fost infestate cu ponte obținute de la fluturi crescuți în condiții de laborator, în flux continuu, pe dietă artificială. Procesul de infestare al plantelor s-a realizat prin plasarea hârtiilor cu ponte, cu ajutorul unei pensete, în teaca frunzelor, înainte de apariția paniculului.

Nivelul de atac al sfredelitorului porumbului a fost analizat după ce plantele și-au încheiat perioada de vegetație. S-a determinat lungimea galeriilor (cm/plantă) și numărul larvelor vii/plantă. Reacția hibridilor de porumb s-a apreciat după lungimea galeriilor din interiorul tulpinii de porumb, rezultate în urma atacului.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

La INCDA Fundulea, condițiile climatice din cei trei ani în care s-au desfășurat experiențele au fost foarte diferite.

În figura 1 sunt prezentate precipitațiile înregistrate la stația meteo a INCDA Fundulea în perioada 2019-2021. Se observă că anii 2019 și 2021 au fost ani favorabili culturii porumbului, hibridii realizând producții relativ normale, deficitul de precipitații față de media multianuală fiind de 42,9 mm, respectiv, 31,1 mm. Anul 2020 a fost un an secetos, înregistrându-se un deficit de precipitații de 161,1 mm, producțiile hibridilor fiind semnificativ diminuate.

În figura 2 sunt prezentate temperaturile medii lunare ale aerului înregistrate la stația meteo a INCDA Fundulea în perioada 2019-2021. Se observă o creștere a temperaturilor medii lunare ale aerului față de media multianuală cu 1,2°C în 2019, cu 1,8°C în 2020 și cu 0,5°C în 2021.

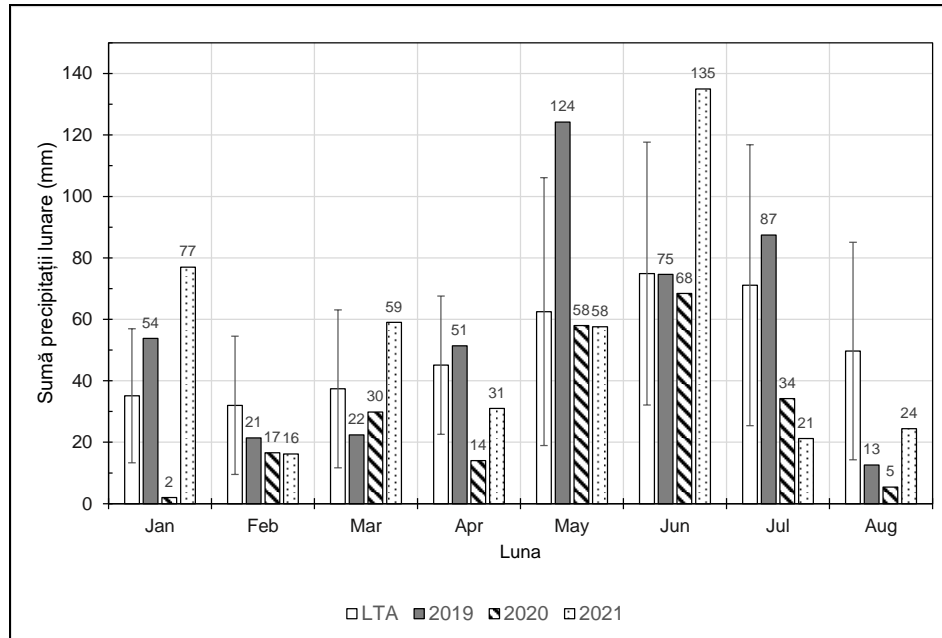


Figura 1 – Precipitațiile înregistrate la INCDA Fundulea în perioada 2019-2021
(Rainfalls registered at NARDI Fundulea during 2019-2021)

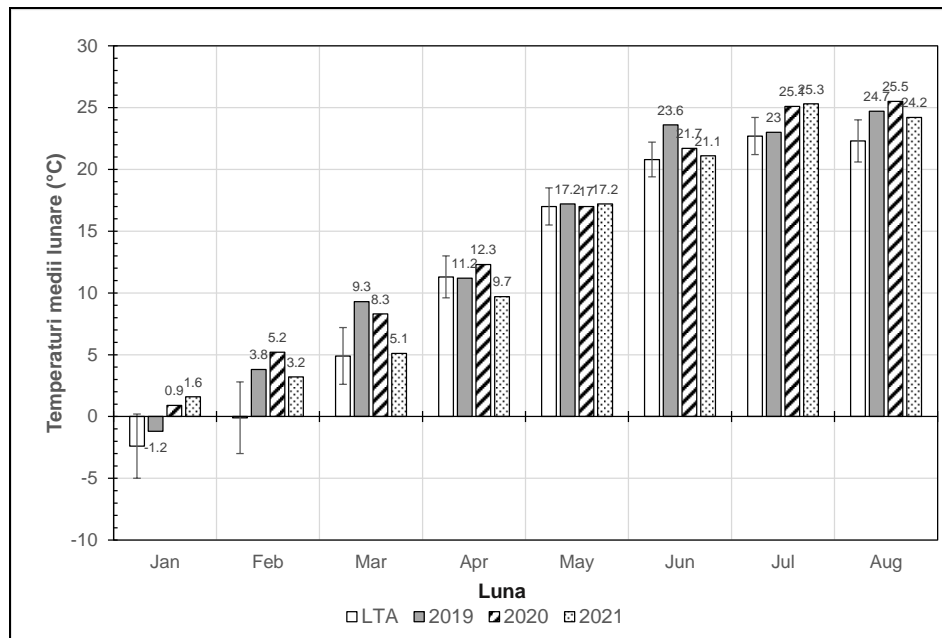


Figura 2 – Temperatura medie lunară a aerului (°C) înregistrată la INCDA Fundulea în perioada 2019-2021
(Monthly average temperature registered at NARDI Fundulea during 2019-2021)

În tabelul 1 sunt prezentați indicii specifici pentru rezistența la secetă (lungimile tulpinii și ale rădăcinii, suprafața foliară, substanța uscată din tulpină și rădăcină, conținutul în clorofilă, volumul radicular) și indicele agregat pentru rezistența la secetă, pentru hibridii testați și pentru hibridul martor (F423). Se observă că hibridii testați au un comportament global la secetă mai bun decât cel al hibridului F423. Indicele pentru rezistența la secetă la hibridul Miraj a fost de -1,892, iar la hibridul Amurg de -1,649, având valori superioare față de cel al hibridului martor (F423, -0,364).

Tabelul 1

Rezistența la secetă determinată în condiții de laborator, la INCDA Fundulea
(Drought resistance determined in laboratory conditions, at NARDI Fundulea)

Genotip	<i>Indici de rezistență la secetă normalizați pentru ...</i>							Indice agregat pentru rezistența la secetă
	Lungimea tulpinii	Lungimea rădăcinii	Suprafața foliară	Substanța uscată din tulpină	Substanța uscată din rădăcină	Clorofilă (SPAD)	Volumul radicular	
	(IS ₁ Norm)	(IS ₂ Norm)	(IS ₃ Norm)	(IS ₄ Norm)	(IS ₅ Norm)	(IS ₆ Norm)	(IS ₇ Norm)	
Miraj	-2,012	-2,398	-3,092	-1,201	-1,748	-0,421	-2,373	-1,892
Felix	-0,927	-1,267	-2,045	-2,046	-3,035	-0,164	-2,609	-1,728
Amurg	-1,325	-1,232	-1,728	-1,373	-2,806	-1,151	-1,927	-1,649
Magnus	-1,189	-1,523	-1,428	-0,680	-1,858	-0,091	-1,601	-1,196
F423/Mt.	-0,625	-0,184	-0,796	-0,187	-0,424	0,502	-0,835	-0,364

În tabelul 2 sunt prezentați indicii specifici pentru rezistența la arșiță (lungimile tulpinii și ale rădăcinii, suprafața foliară, substanța uscată din tulpină și rădăcină, conținutul în clorofilă) și indicele agregat pentru rezistența la arșiță, pentru hibridii testați și pentru hibridul martor (F423). Se observă că hibridii testați au avut un comportament global la arșiță mai bun decât cel al hibridului F423. Indicele pentru rezistența la arșiță la hibridul Amurg a fost de -1,105, având valoare superioară hibridului F423. La hibridul Miraj indicele pentru rezistența la arșiță a fost de -0,431, având valoare apropiată de cea a hibridului martor (F423, -0,282).

Tabelul 2

Rezistența la arșiță determinată în condiții de laborator, la INCDA Fundulea
(Heat resistance determined in laboratory conditions, at NARDI Fundulea)

Genotip	<i>Indici de rezistență la arșiță normalizați pentru ...</i>						Indice agregat pentru rezistența la arșiță
	Lungimea tulpinii	Lungimea rădăcinii	Suprafața foliară	Substanța uscată din tulpină	Substanța uscată din rădăcină	Clorofilă (SPAD)	
	(IA ₁ Norm)	(IA ₂ Norm)	(IA ₃ Norm)	(IA ₄ Norm)	(IA ₅ Norm)	(IA ₆ Norm)	
Felix	-1,280	-1,145	-2,975	-3,604	-3,520	-1,431	-2,326
Amurg	-1,204	-0,677	-1,613	-0,884	-1,273	-0,981	-1,105
Magnus	-1,273	-1,272	-1,086	-0,627	-1,352	-0,443	-1,009
Miraj	-0,173	-0,660	-0,850	-0,408	-0,780	0,285	-0,431
F423/Mt.	0,286	0,458	-0,100	-0,485	-0,611	-1,242	-0,282

Analizând datele din tabelul 3, reiese faptul că hibridii Amurg și Miraj, în perioada celor 3 ani de experimentare la INCDA Fundulea și la stațiunile din rețeaua ASAS, au realizat o producție medie de 11,08 t/ha, respectiv, 10,84 t/ha. Aceștia au realizat un spor de producție de 7%, respectiv, 4%, față de hibridul martor F423. Umiditatea medie la recoltare a fost de 15,1% la hibridul Amurg și de 15,9% la hibridul Miraj față de 18,3% și 17,4% umiditatea medie a hibridilor martor F423 și Felix.

Tabelul 3

Producția medie de boabe (t/ha) la umiditatea de 15,5% și umiditatea medie la recoltare (%) la hibridii Amurg și Miraj experimentați în rețeaua ASAS, 2019-2021

[Grain yield (t/ha) with 15.5% moisture and grain harvest moisture (%) of hybrids Amurg and Miraj tested in the Academy for Agricultural Forestry Sciences network, during 2019-2021]

Hibridul	Producția medie de boabe cu umid. std. 15,5% (t/ha)						Media		
	INCDA Fundulea, media celor două densități	SCDA Brăila	SCDA Șimnic	SCDA Valu lui Traian	SCDA Lovrin	SCDA Livada	Producția de boabe cu umid. std. 15,5% (t/ha)	% din mt.	Umiditatea la recoltare (%)
F423/Mt.	10,09	10,81	9,31	10,47	10,22	11,43	10,39	100	18,3
Felix	10,80	11,64	10,29	10,93	10,58	11,80	11,01	106	17,4
Magnus	10,83	11,94	9,63	10,57	10,90	11,99	10,98	106	15,2
Amurg	11,00	12,03	9,42	10,66	11,19	12,17	11,08	107	15,1
Miraj	10,99	11,30	9,63	10,66	10,60	11,87	10,84	104	15,9

Analizând datele din tabelul 4, se observă că producția medie de boabe în cei trei ani de experimentare în rețeaua ISTIS, a fost de 10104 kg/ha la hibridul Amurg și de 10278 kg/ha la hibridul Miraj, aceștia realizând un spor de producție de 3%, respectiv, 4% față de hibridul martor F423. Umiditatea medie a boabelor la recoltare a fost de 14,8% la hibridul Amurg și de 15,3% la hibridul Miraj, mai mică decât umiditatea hibridilor martor F423 de 15,5% și Iezer de 16,2%.

În medie, pe cei 3 ani de experimentare, în centrul de testare de la Mircea Vodă, hibridul Amurg, a realizat o producție maximă de 13827 kg/ha, iar hibridul Miraj 14123 kg/ha.

Tabelul 4

Producția medie de boabe (t/ha) și umiditatea medie la recoltare (%) la hibridii Amurg și Miraj în rețeaua ISTIS, 2019-2021

(Grain yield, t/ha and grain harvest moisture, % of hybrids Amurg and Miraj in the State Institute for Variety Testing and Registration network, during 2019-2021)

Hibridul	Cogealac	Dâlga	Inand	Mircea Vodă	Peciu Nou	Portărești	Râmnicu Sărat	Târgoviște	Tecuci	Troian	Media		
	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. kg/ha	Prod. %	Umid. %
F423/Mt.	7497	7964	11241	11184	10429	10467	12407	6775	11515	8925	9840	100	15,5
Iezer/Mt.	7529	7363	11816	10224	9996	10793	12736	6449	11337	8421	9666	98	16,2
Amurg	8535	8116	11224	10027	10012	10900	13827	7663	11069	9668	10104	103	14,8
Miraj	8157	8890	11434	10520	9626	10222	14123	7482	11742	10585	10278	104	15,3

În tabelul 5 sunt prezentate valorile testului F obținute din analiza varianței aplicată pentru producțiile obținute la hibridii testați în experimentele din rețeaua ASAS care evidențiază variante foarte semnificative date de hibridi, localități, ani și interacțiunea localități x ani. Această interacțiune foarte semnificativă localități x ani arată că influența anilor asupra hibridilor a fost foarte diferită de la o localitate la alta.

Interacțiunile hibridi x localități au fost ne semnificative și interacțiunile hibridi x ani au fost distinct semnificative. Aceasta atestă că hibridii luați în studiu au o bună stabilitate a producției.

Tabelul 5

**Analiza varianței (ANOVA) pentru producția de boabe la hibridii testați în rețeaua ASAS
în perioada 2019-2021**

(ANOVA analysis for grain yield of tested hybrids in the AAFS network during 2019-2021)

Proveniența datelor	Însușirea analizată	Cauza variabilității	GL	SPA	s ²	F	P
ASAS	Producție	Hibrid (H)	4	6,898	1,725	12,6334***	0,0000
		Localitatea (L)	6	44,921	7,487	54,8472***	0,0000
		Anul (A)	2	42,858	21,429	156,9842***	0,0000
		HxL	24	4,084	0,170	1,2465 ^{NS}	0,2529
		HxA	8	3,278	0,410	3,0016**	0,0082
		LxA	12	104,788	8,732	63,9715***	0,0000
		Rest (HxLxA)	48	6,552	0,137	0,0000	-
		Total	104	213,379	-	-	-
<i>Coefficient de variație 3,41%</i>							

*** = foarte semnificativ; ** = distinct semnificativ; * = semnificativ; ^{NS} = nesemnificativ.

În tabelul 6 sunt prezentate valorile testului F obținute din analiza varianței aplicată pentru producțiile obținute la hibridii testați în experimentele din rețeaua ISTIS, care evidențiază variante foarte semnificative date de localități, ani și interacțiunea localități x ani.

Interacțiunile hibridi x localități și interacțiunile hibridi x ani au fost ne semnificative. Aceasta atestă că hibridii luați în studiu au o bună stabilitate a producției.

Tabelul 6

**Analiza varianței (ANOVA) pentru producția de boabe obținută la hibridii testați în rețeaua ISTIS
în perioada 2019-2021**

(ANOVA analysis for grain yield of tested hybrids in the the SITRV network in the period 2019-2021)

Proveniența datelor	Însușirea analizată	Cauza variabilității	GL	SPA	s ²	F	P
ISTIS	Producție	Hibrid (H)	3	6,656	2,219	3,2346*	0,0292
		Localitatea (L)	9	385,457	42,829	62,4412***	0,0000
		Anul (A)	2	184,598	92,299	134,5655***	0,0000
		HxL	27	21,903	0,811	1,1827 ^{NS}	0,2940
		HxA	6	5,111	0,852	1,2418 ^{NS}	0,2999
		LxA	18	940,091	52,227	76,1438***	0,0000
		Rest (HxLxA)	54	37,039	0,686	0,0000	-
		Total	119	1580,854	-	-	-
<i>Coefficient de variație 8,30 %</i>							

*** = foarte semnificativ; * = semnificativ; ^{NS} = nesemnificativ.

În figura 3 este prezentată dinamica pierderii apei din boabe la hibridii Amurg și Miraj, comparativ cu hibridii martor, în anul 2021 în experimentele de la INCDA Fundulea.



Figura 3 – Dinamica pierderii apei din boabe la hibridii Amurg, Miraj și hibridii martor, Fundulea 2021- neirigat
(Dynamics of grain water loss of hybrids Amurg, Miraj and check hybrids in dryland at Fundulea, in 2021)

În figura 4 se prezintă grafic și numeric indicii de selecție pentru adaptabilitate (Mandache, 2013), pentru hibridii Amurg, Miraj și hibridii martor.

Acest indice s-a calculat grafic pe baza relației dintre producția medie a hibridului în localitățile cu condiții de stres hidric și producția medie în localitățile cu condiții normale, fără stres hidric și reprezintă producția medie a hibridului în toate condițiile.

Se observă că hibridii Amurg și Miraj au indici de selecție pentru adaptabilitate de 15,95, respectiv, 14,66, realizând producții superioare martorului F423 în ambele condiții de stres hidric, ceea ce sugerează o stabilitate bună a producției (tabelul 5).

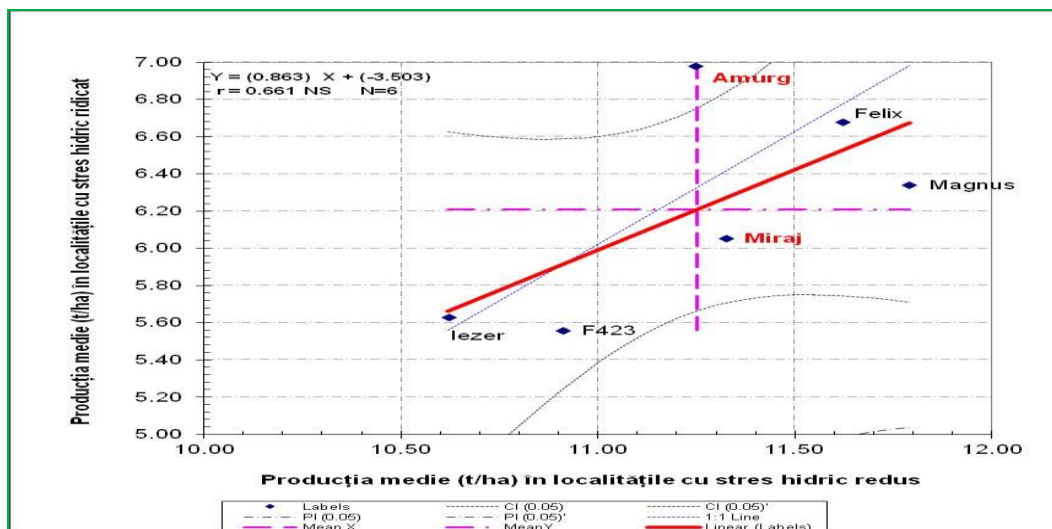


Figura 4 – Relația dintre producția medie din localitățile cu stres hidric și producția medie din localitățile fără stres hidric, pe baza căreia s-au calculat indicii de selecție pentru adaptabilitate, ASAS și ISTIS, 2019-2021 (Relationship between mean grain yield in the HWS locations and mean grain yield in the LWS locations, on which they were calculated selection index for adaptability, AAFS and SITRV, 2019-2021)

Tabelul 7

Indicii de selecție pentru adaptabilitate - DRIND
(Adaptability selection index - DRIND)

Hibridul	Prod. medie (t/ha) LWS	Prod. medie (t/ha) HWS	Indicele de selecție pentru stabilitate (Mandache, 2013)	Indicele de sensibilitate la secetă (Fischer și Mauer, 1978)
Amurg	11,25	6,98	15,95	0,50
Felix	11,62	6,68	15,57	0,60
Magnus	11,79	6,34	15,11	0,70
Miraj	11,32	6,06	14,66	0,71
Iezer	10,62	5,63	13,98	0,72
F423/Mt.	10,91	5,56	13,91	0,78

În tabelul 8 sunt prezentate principalele însușiri morfologice și de producție ale hibridilor Amurg și Miraj, comparativ cu hibridii martor.

Se observă că la hibridul Amurg, planta are o înălțime medie de 295 cm, cu înălțimea medie de inserție a știuletelui de 120 cm, știuletele are o lungime medie de 21 cm, cu rahis de culoare albă, cu 16 rânduri de boabe, cu bob dentat, de culoare galbenă, cu o profunzime de 1,2 cm și MMB medie de 300-310 g (foto 1a).

La hibridul Miraj planta are o înălțime medie de 265 cm, cu înălțimea medie de inserție a știuletelui de 115 cm, știuletele are o lungime medie de 21 cm, cu rahis de culoare roșie, cu 16 rânduri de boabe, cu bob dentat, de culoare galbenă, cu o profunzime de 1,2 cm și MMB medie de 300-320 g (foto 1 b).

Tabelul 8

**Principalele însușiri morfo-productive ale hibrizilor Amurg, Miraj și ale hibrizilor martor
Fundulea, neirigat, 2019-2021**

(Morpho-productive traits of Amurg, Miraj hybrids and and check hybrids at Fundulea, during 2019-2021, dryland)

Hibridul	Înălțime medie plantă (cm)	Insertie medie știulete (cm)	Lungime medie știulete (cm)	Număr mediu rânduri boabe/ știulete	Culoarea și tipul bobului	Profunzime bob (cm)	MMB (g)	Randament mediu boabe (%)
F423/Mt.	270	110	21,8	14-16	galben-portocaliu semiindurat	1,1	320-340	84
Felix	275	115	21,0	16	galben dentat	1,2	300-320	85
Magnus	260	110	21,5	16	galben dentat	1,3	300-320	85
Amurg	295	120	21,0	16	galben dentat	1,2	300-310	85
Miraj	265	115	21,0	16	galben dentat	1,2	300-320	85



Foto 1a – Știulete, hibrid Amurg
(Amurg, hybrid ear)



Foto 1b – Știulete, hibrid Miraj
(Miraj, hybrid ears)

În ceea ce privește compoziția chimică a boabelor, la hibridul Amurg, conținutul mediu în proteină a fost de 12,1%, cel în amidon de 69,0%, iar cel în grăsimi de 4,4% . La hibridul Miraj, conținutul mediu în proteină a fost de 10,7%, cel în amidon de 70,2%, iar cel în grăsimi de 4,9% (tabelul 9).

Tabelul 9

Compoziția chimică a boabelor, la hibridii Amurg și Miraj, Fundulea, neirigat, 2019-2021

(Grains content of protein, starch and oil of the Amurg and Miraj hybrids, at Fundulea during 2019-2021, in dryland)

Hibridul	Compoziția chimică a bobului, % în substanța uscată		
	Proteină %	Amidon %	Grăsimi %
F423/Mt.	11,9	69,7	4,3
Felix	10,2	71,3	3,7
Magnus	10,7	70,0	4,7
Amurg	12,1	69,0	4,4
Miraj	10,7	70,2	4,9

În ceea ce privește toleranța hibridilor testați, la cei mai importanți agenți de dăunare ai porumbului, respectiv, *Fusarium* spp. și *Ostrinia nubilalis*, cercetarea s-a orientat pe aprecierea nivelului de dăunare a acestora în condiții de infecție artificială la INCDA Fundulea, în perioada 2019-2021.

În tabelul 10 este prezentată comportarea hibridilor Amurg și Miraj și a hibridilor martor, la atacul patogenului *Fusarium* spp.

Hibridul Amurg s-a dovedit a fi mediu tolerant în cei trei ani de experimentare, iar hibridul Miraj mediu tolerant în 2019 și 2020 și tolerant în anul 2021.

Tabelul 10

Comportarea hibridilor Amurg și Miraj la atacul patogenului *Fusarium* spp. în condiții de inoculare artificială, la INCDA Fundulea 2019-2021

(Behaviour of hybrids Amurg and Miraj to the attack of *Fusarium* spp. under artificial inoculation at NARDI Fundulea, during 2019-2021)

Hibridul	Nota gradului de atac	Clasa de toleranță	Nota gradului de atac	Clasa de toleranță	Nota gradului de atac	Clasa de toleranță
	2019		2020		2021	
F423/Mt.	5,4	MT	5,3	MT	7,2	T
Felix	5,3	MT	5,3	MT	6,7	MT
Magnus	5,6	MT	5,7	MT	6,3	MT
Amurg	5,6	MT	5,3	MT	6,8	MT
Miraj	6,6	MT	6,3	MT	7,1	T
Clasa	Valorile claselor				Clase de toleranță	
1	1,0		2,9		FS-foarte sensibil	
2	3,0		4,9		S-sensibil	
3	5,0		6,9		MT-mediu tolerant	
4	7,0		8,0		T-tolerant	

În tabelul 11 este prezentată comportarea hibridilor Amurg și Miraj și a hibridilor martor la atacul larvelor de *Ostrinia nubilalis* în condiții de infestare artificială și clasele de toleranță, la INCDA Fundulea în perioada 2019-2021. Hibridul Amurg a fost mediu

tolerant la atacul dăunătorului în anii 2019 și 2020 și tolerant în anul 2021. Hibridul Miraj a fost mediu tolerant în cei trei ani de experimentare.

Tabelul 11

Comportarea hibridilor Amurg și Miraj la atacul de *Ostrinia nubilalis* în condiții de infestare artificială, la INCDA Fundulea, 2019-2021

(Behaviour of hybrids Amurg and Miraj to the attack of *Ostrinia nubilalis* under artificial inoculation, at NARDI Fundulea, during 2019-2021)

Hibrid	Lungime galerii (cm/pl.) media	Clasa de toleranță	Lungime galerii (cm/pl.) media	Clasa de toleranță	Lungime galerii (cm/pl.) media	Clasa de toleranță
	2019		2020		2021	
F423/Mt.	17,20	MT	14,70	MT	12,20	MT
Felix	13,50	MT	15,10	MT	11,20	MT
Magnus	12,70	MT	16,10	MT	9,30	MT
Amurg	9,75	MT	10,00	MT	8,80	T
Miraj	12,50	MT	14,78	MT	14,78	MT
Scara de notare						
Clasa de toleranță	2019		2020		2021	
Tolerant (T)	2,23	8,90	2,30	5,59	5,50	8,81
Mediu tolerant (MT)	8,91	19,50	5,60	16,50	8,82	18,73
Sensibil (S)	19,51	28,00	16,51	32,50	18,74	55,30

Producerea de sămânță la hibridii Amurg și Miraj:

Liniiile consangvinizate forme parentale ale hibridului Amurg sunt linii semitimpurii, din convarietatea dentiformis și aorista, iar liniiile consangvinizate forme parentale ale hibridului Miraj sunt linii semitimpurii, din convarietatea dentiformis (tabelul 12).

Tabelul 12

Principalele însușiri ale formelor parentale la hibridii Amurg și Miraj
(Morpho-productive traits of parental forms of hybrids Amurg and Miraj)

Hibridul	Denumire linie	Înălțimea plantei (cm)	Insertie știulete (cm)	Potențial de producție (t/ha)	Grupa de maturitate	Culoarea și tipul bobului	Formă știulete	Culoare rahis
Amurg	Lc ♀	240	80	3,0-4,0	semitimpurie	portocalie, indurat-dentat	cilindro-conic	albă
	Lc ♂	185	75	2,5-3,5	semitimpurie	galbenă, dentat	cilindric	albă
Miraj	Lc ♀	160	55	3,5-4,0	semitimpurie	galbenă, dentat-indurat	cilindro-conic	roșie
	Lc ♂	180	60	3,5-4,5	semitimpurie	galbenă-portocalie, dentat-indurat	cilindro-conic	roșie

Pentru a stabili poziția liniilor în formula hibridă pentru producerea de sămânță s-au folosit unele însușiri specifice ale formelor parentale și s-au acordat calificative pentru aptitudini formă paternă și aptitudini formă maternă (tabelul 13). Pe baza acestora s-a stabilit poziția liniilor în formula hibridă.

Apresiasi coincidenței sau a decalajului la înflorit s-a stabilit după suma temperaturilor utile de la semănat până la eliberarea polenului și de la semănat la mătăsit.

Pentru a realiza coincidența la înflorit între formele parentale se recomandă semănatul decalat al formelor parentale la hibridul Amurg (epoca 1, linia mamă și primul rând din linia tată, iar în epoca 2, al doilea rând din linia tată) și semănatul concomitent al acestora la hibridul Miraj. Raportul de semănat al formelor parentale este de 6:2.

Tabelul 13

Aptitudinile pentru producerea de sămânță ale formelor parentale la hibridii Amurg și Miraj
(Abilities for seed production of the parental forms of the Amurg and Miraj hybrids)

Hibridul	Amurg		Miraj	
	P1	P2	P1	P2
Însușiri formă parentală				
Grup heterotic	Amestec	Românesc	Amestec	SSS
Notă mărime panicul	6	6	3	5
Notă densitate spiculețe	6	7	5	7
Notă număr de ramificații	3	6	3	4
Calificativ aptitudini formă paternă	marginal	bun	foarte marginal	bun
Notă acoperire cu boabe	9	8	7	6
Notă Fusarium	9	8	8	7
Notă aptitudini formă maternă	8	7	6	5
Calificativ aptitudini formă maternă	bun	bun	bun	marginal
STUSEM înflorit	654	638	654	669
STUSEM mătăsit	685	638	669	669
Poziția în formula hibridă	MAMA	TATA	MAMA	TATA
Recomandări pentru semănatul formelor parentale	ep.1_M + T1/ep.2_T2		concomitent	
Raportul de semănat	6:2		6:2	

CONCLUZII

- hibridii Amurg și Miraj sunt hibrizi simpli de porumb, semitimpurii, din grupa FAO 360, respectiv, FAO 390;
- realizează producții ridicate în condiții favorabile de cultură;
- prezintă o bună stabilitate a producției în diverse condiții climatice;
- au ritm rapid de pierdere a apei din boabe la maturitate;
- prezintă însușiri agronomice favorabile;
- sunt recomandați, în special, pentru partea de sud a Câmpiei Române și Dobrogea, cu resurse termice peste 1600°C, jumătatea nordică a Câmpiei Române, sudul Moldovei, zona limitrofă litoralului și partea externă a Câmpiei din vestul țării, cu resurse termice de 1500-1600°C, zone afectate frecvent de secetă și arșiță.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BLANDINO, M., REYNERY, A., VANARA, F., 2009 – *Effect of sowing time on toxigenic fungal infection and mycotoxin contamination of maize kernels*. J. Phytopathol., 157: 7-14.
- CRISTEA, M., CĂBULEA, I., SARCA, T., 2004 – *Porumbul*. Studiu monografic, Vol. 1, Ed. Academiei Române, Cap. 14: 589-626.
- EDMEADES, G.O., COOPER, M., LAFITTE, R., ZINSELMEIER, C., RIBAUT, J.M., HABBEN, J.E., LÖFFLER, C., BÄNZIGER, M., 2001 – *Abiotic stresses and staple crops Crop science: progress and prospects*. Papers presented at the Third International Crop Science Congress, Hamburg, Germany, 17-22 August: 137-154.
- FISCHER, R.A., MAUER, R., 1978 – *Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses*. Aust. J. Agric. Res., 29: 897-912.
- GELDERBLOM, W.C., JASKIEWICZ, K., MARASAS, W.F., THIEL, P.G, HORAK, R.M., VLEGGAR, R., KRIEK, N.P., 1988 – *Fumonisin-novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by Fusarium moniliforme*. Applied and Environmental Microbiology, July 1988: 1806-1811.
- MANDACHE, V., 2013 – *Aspecte privind ameliorarea porumbului pentru toleranța la secetă; contribuții privind testarea și estimarea toleranței la secetă la porumb*. Teză de Doctorat, USAMV București.
- MESTERHAZY, Á.M., LEMMENS, L., REID, M., 2012 – *Breeding for resistance to ear rots caused by Fusarium spp. in maize - a review*. Plant Breeding, 131: 1-19.
- NAGY, E., CĂBULEA, I., 1997 – *Cercetări privind determinismul genetic al rezistenței porumbului la îmbolnăvirea cu Fusarium spp*. An. ICCPT Fundulea, Vol. LXIV: 7-22.
- PETCU, E., MARTURA, T., 2018 – *Fiziologia și ameliorarea porumbului în contextul schimbărilor climatice*. Ed. Total Publishing, București.
- POPOV, C., 2002 – *Cercetări privind protecția cerealelor, leguminoaselor pentru boabe, plantelor tehnice și furajere, față de agenții patogeni și dăunători, în anul 2002*. Probl. Prot. Pl., XXXI(2): 97-158.
- POPOV, C., GURAN, M., RARANCIUC, S., ROTĂRESCU, M., SPIRIDON, C., VASILESCU, S., GOGU, F., 2005 – *Starea fitosanitară a culturilor de cereale, leguminoase pentru boabe, plante tehnice și furajere din România, în anul 2004*. Probl. Prot. Pl., XXXIII(1-2): 7-30.
- POPOV, C., BĂRBULESCU, A., 2007 – *50 de ani de activitate științifică în domeniul Protecției culturilor de câmp, împotriva bolilor și dăunătorilor*. An. INCDA Fundulea, volum jubiliar, LXXV: 371-404.
- POPOV, C., BĂRBULESCU, A., RARANCIUC, S., MATEIAȘ, M.C., 2007 – *Rezultate obținute în domeniul protecției plantelor, în perioada 1957-2007, în cadrul cercetărilor privind bolile și dăunătorii cerealelor, leguminoaselor pentru boabe, plantelor tehnice și furajere*. Probl. Prot. Pl., XXXV(1): 25-78.
- POPOV, C., ROȘCA, I., 2007 – *Technology of European Corn Borer (Ostrinia nubilalis Hbn.) mass rearing, in continuous system and successive generations*. Entomological Research, 37(1): 126.
- SARCA, T., 2004 – *Ameliorarea porumbului, în: Porumbul - studiu monografic*. Ed. Academiei Române, București: 403-407.
- ZILA, C.T., SAMAYOA, L.F., SANTIAGO, R., BUTRÓN, A., HOLLAND, J.B., 2013 – *A genome-wide association study reveals genes associated with Fusarium*. Ear Rot Resistance in a Maize Core Diversity Panel, G3 (Bethesda), v.3(11): 2095-2104.
- YAZAR, S., OMURTAG, Z.G., 2008 – *Fumonisin, trichothecenes and zearalenone in cereals*. Mol. Sci., 9: 2062-2090 (ISSN 1422-0067).