

**CREAREA DE HIBRIZI DE PORUMB CU PRETABILITATE
ÎMBUNĂTĂȚITĂ PENTRU ÎNSĂMÂNȚAREA TIMPURIE,
CU ADAPTABILITATE SUPERIOARĂ LA ACȚIUNEA
FACTORILOR CLIMATICI ADVERȘI, COMPETITIVI
SUB ASPECTUL NIVELULUI ȘI STABILITĂȚII
PERFORMANȚELOR AGRONOMICЕ ȘI DE CALITATE**

**CREATION OF MAIZE HYBRIDS FOR EARLY SOWING,
WITH SUPERIOR ADAPTABILITY TO ADVERSE CLIMATIC CONDITIONS,
WITH HIGH AGRONOMIC PERFORMANCES**

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

Abstract

Variations in climatic conditions will lead to changes in the structure of field plants in terms of land cultivation practices, especially the earlier sowing of spring crops and later sowing of winter crops to avoid thermal and water stresses during vegetation. Biological and agricultural research shows that there are many possibilities for improving the drought and heat tolerance of genetic material in the main field crops, including maize (*Zea mays* L.). The identification of maize genotypes with high adaptability to adverse climatic conditions is an important goal for plant breeding research. The objective of this experiment (2019-2021) is to analyze the evolution, adaptability, development, and stability of maize genotypes to temperature and humidity variations during critical periods of vegetation.

Cuvinte cheie: material genetic divers, linii și hibrizi de porumb, adaptabilitate la condițiile de mediu.

Keywords: diverse genetic material, maize hybrids and inbred lines, adaptability to climatic conditions.

INTRODUCERE

Studiile efectuate până în prezent prognozează intrarea într-o eră a încălzirii globale cauzată de blocarea energiei solare de gazele din atmosferă: dioxidul de carbon, metanul, oxizii azotului și alte gaze, care absorb radiațiile reflectate de pe suprafața pământului (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, 2021; Consiliul Uniunii Europene, 2022).

¹INCDA Fundulea. E-mail: iordanhoria@gmail.com

Dacă tendințele actuale vor continua, concentrația de CO₂ din atmosferă se va dubla în următorii 50-80 ani, ducând la o creștere a temperaturii medii cu 2,0-2,5°C (Parlamentul European, 2018; Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, 2021). Creșterea temperaturii medii la nivel mondial va duce la scăderi drastice ale producțiilor obținute la plantele de cultură. Cu timpul, se va simți o creștere progresivă a temperaturilor medii ale aerului în toate anotimpurile, dar mai pronunțată în sezoanele de vară și iarnă. Seceta se va manifesta, atât iarna, cât și vara, iar împreună cu temperaturile ridicate din timpul verii (arșița), vor influența negativ dezvoltarea plantelor de cultură (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, 2021). Analistii fenomenelor meteorologice fac previziuni mai mult sau mai puțin optimiste privind potențialul culturilor agricole de a asigura hrana și ajung la concluzia că numai prin succesul cercetării agricole se va putea face față provocărilor viitoare.

Cercetarea biologică și agricolă demonstrează că sunt multe posibilități în ceea ce privește îmbunătățirea toleranței la secetă și arșița a materialului genetic la principalele culturi de câmp printre care se află și porumbul (*Zea mays* L.).

Condițiile climatice vor determina schimbări privind practicile agricole de cultivare a terenurilor; semănatul timpuriu al porumbului reprezintă condiția esențială pentru o răsărire uniformă și asigurarea unei densități optime capabilă să asigure o producție satisfăcătoare. Prin însămânțarea timpurie se valorifică mai bine precipitațiile căzute în timpul iernii și, de asemenea, fenofazele critice pot fi devansate față de perioadele de secetă și arșiță. Stresul survenit în pre-anteză la plantele de porumb, reduce numărul de rânduri de boabe și numărul de boabe pe rând, două elemente importante ale producției finale. Ameliorarea porumbului pentru toleranța la schimbările climatice necesită o germoplasmă cu însușiri agronomice superioare, iar variabilitatea genetică a acesteia reprezintă baza reușitei creării de genotipuri valoroase cu adaptabilitate ridicată la temperaturile scăzute din timpul perioadei de germinare și tolerante la secetă și arșița din vegetație (Sarca și colab., 2004).

În acest articol sunt prezentate rezultate obținute în cadrul Proiectului nucleu 19.25.02.04 care are ca obiectiv major: crearea de hibrizi de porumb pretabili la însămânțarea timpurie, cu adaptabilitate superioară la acțiunea factorilor climatici adversi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice.

MATERIAL ȘI METODE

Materialul biologic utilizat pentru testarea și evaluarea stabilității și adaptabilității la influența factorilor biotici și abiotici adversi a fost compus din linii consangvinizate de porumb și hibrizi de perspectivă cu însușiri agronomice superioare.

Genotipurile de porumb au fost supuse testelor de câmp și laborator pentru:

- evaluarea variabilității genetice și a potențialului de ameliorare a liniilor consangvinizate de porumb pentru îmbunătățirea toleranței la temperaturi scăzute în vederea însămânțării timpurii (metode de câmp și laborator). În acest scop, 136 linii de porumb au fost testate în experiențe de câmp (genotipurile au fost semănate în câmp la 4°C) și laborator (metoda coldtest la 4°C) - metoda coldtest 6°C modificată;

- înființarea parcelelor de observație cu linii consangvinizate de porumb pentru:

Crearea de hibrizi de porumb cu pretabilitate îmbunătățită pentru însămânțarea timpurie, cu adaptabilitate superioară la acțiunea factorilor climatici adversi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice și de calitate 51

➤ determinarea toleranței la secetă și arșiță prin notare directă în câmp (metodă de câmp);
➤ selecția și promovarea genotipurilor cu trăsături agronomice superioare pe baza rezultatelor obținute.

▪ identificarea și evaluarea adaptabilității hibrizilor de porumb de perspectivă la impactul secetei și arșiței din vegetație, pe baza analizei rezultatelor obținute, în vederea selectării celor mai adaptați hibrizi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice;

▪ determinarea toleranței la fuzarioza știuleților de porumb (*Fusarium* spp.) și a atacului larvelor sfredelitorului porumbului (*Ostrinia nubilalis*) prin notare directă în câmp, în condiții de infestare artificială cu inocul de *Fusarium* spp. și ponte de *Ostrinia nubilalis*.

Metoda de lucru pentru testarea toleranței hibrizilor de porumb de perspectivă la fuzarioza știuleților a constat în inocularea artificială a genotipurilor, în canalul mătăsii știuletelui principal, cu inocul de *Fusarium* spp. astfel:

- s-au folosit seringi de 10 ml, cu capacitate de autoumplere;
- seringile au fost reglate pentru a injecta o cantitate de inocul de 5 ml/știulete;
- s-a inoculat numai știuletele principal de pe fiecare plantă (figura 1);
- inocularea știuleților de analizat s-a făcut la 10 zile după data mătăsirii;
- la recoltare, știuleții infestați au fost analizați și încadrați în clase de toleranță.



*Figura 1 – Metoda de inoculare cu inocul de Fusarium spp.
(Method of inoculation with Fusarium spp. inoculum)*

Metoda de lucru *Ostrinia* a constat în infestarea artificială a hibrizilor de porumb de perspectivă cu ponte de *Ostrinia nubilalis* obținute în laborator cu scopul identificării și analizării toleranței genetice a genotipurilor la atacul sfredelitorului porumbului. Infestarea plantelor de porumb s-a făcut cu ponte de *Ostrinia nubilalis*, puse la dispoziție de către laboratorul de protecția plantelor de la INCDA Fundulea, în faza aferentă apariției paniculului (cu 10 zile înaintea apariției paniculului). Metoda de infestare

artificială a constat în așezarea unui număr de 10 ponte/plantă x 10 plante/rând/genotip cu ajutorul unor pensete la baza frunzelor. La recoltare, plantele de porumb au fost secționare pentru a analiza lungimea galeriilor și numărul de larve/plantă. Toleranța plantelor la sfredelitorul porumbului a fost dată de media lungimii galeriilor/total plante infestate/rând (figura 2).



Figura 2 – Ponte de *Ostrinia nubilalis*, metoda de infestare artificială și plantă de porumb secționată la recoltare
(Brood of *Ostrinia nubilalis*, artificial infestation method and sectioned maize plant at harvest)

Metoda Coldtest 4°C. Principiul metodei coldtest constă în crearea în laborator de condiții similare celor din sol, condiții care permit microflorei solului și semințelor să participe la o competiție din care sunt eliminate acele semințe, germini sau acei indivizi care nu au suficientă rezistență, fie datorită eredității, fie unor deteriorări fizice, fiziologice sau biochimice (conform metodei coldtest 6°C modificată pentru 4°C).

Conform acestei metode, sămânța de porumb a fost așezată într-un amestec de pământ cu nisip în proporție de 1/1, umectat 60% apă din capacitatea de reținere pentru apă, în patru repetiții a câte 100 de semințe. Temperatura de germinație a fost de 4°C timp de șapte zile, după care sămânța a fost transferată în camera de creștere la o temperatură de 25°C timp de patru zile. Aprecierea germinilor s-a efectuat după parcurgerea celor 11 zile având la bază normele internaționale privind testarea calității seminței (ISTA, 2006; Stan și colab., 2016).

Pentru a pune în evidență adaptabilitatea materialului genetic (linii) la condiții climatice extreme, a fost aleasă prezentarea comportării a 282 liniilor consangvinizate de porumb la acțiunea foarte pronunțată a secetei și arșiței în condițiile climatice ale anului 2020 în experiențe de câmp cu parcele de observații, iar notările corespunzătoare pentru toleranță la secetă și arșiță și interpretarea rezultatelor obținute au fost efectuate conform protocolului folosit de laboratorul de Ameliorare a porumbului de la INCDA Fundulea.

S-au făcut notări în două faze de vegetație: prima notare după mătăsit și a doua notare în perioada de umplere a boabelor. Au fost acordate note de la 1 la 9 în funcție de toleranța plantelor la secetă și arșiță. Clasa de toleranță reprezentativă pentru fiecare linie în parte a fost făcută după notarea a doua din perioada de umplerea boabelor.

Toate aceste experiențe cu linii consangvinizate de porumb și hibrizi de perspectivă au fost înființate în cadrul laboratoarelor și câmpurilor experimentale de la INCDA Fundulea în perioada 2019-2021.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În cadrul climadiagramelor următoare sunt prezentate datele meteo înregistrate la stația meteo de la INCDA Fundulea în perioada ianuarie-decembrie pentru anii 2019, 2020 și 2021.

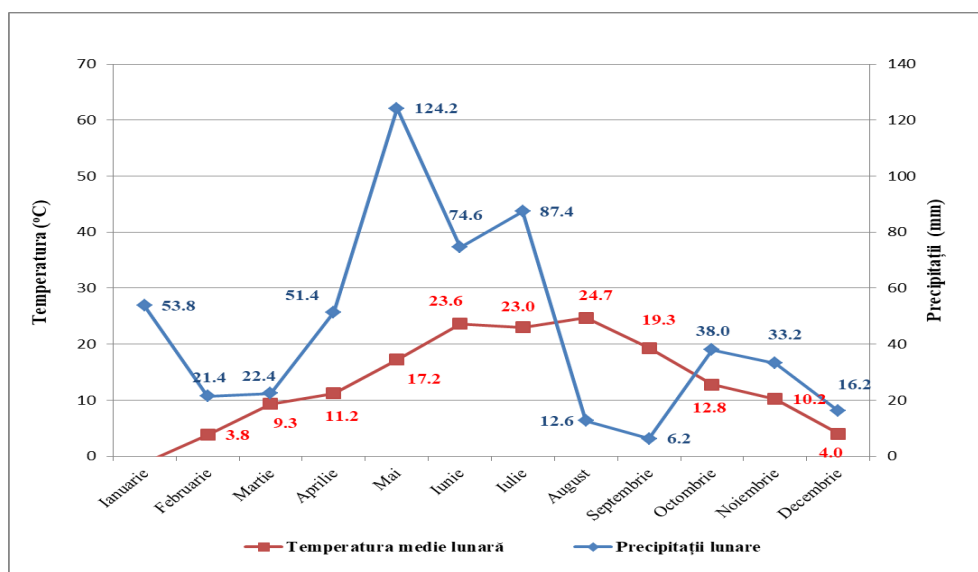


Figura 3 – Date meteo înregistrate la stația meteo de la INCDA Fundulea în perioada ianuarie - decembrie, 2019
(Weather data recorded at NARDI Fundulea weather station during January - December, 2019)

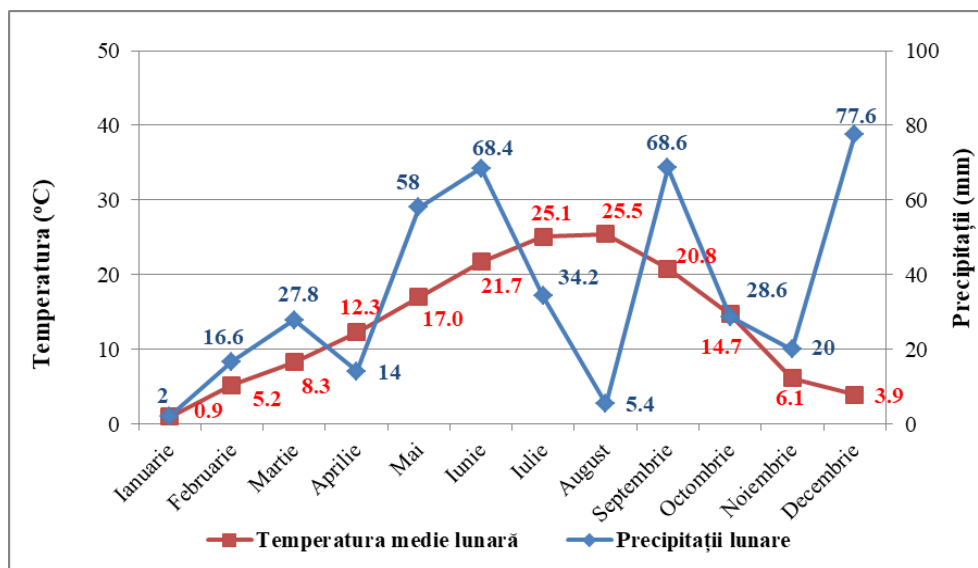


Figura 4 – Date meteo înregistrate la stația meteo de la INCDA Fundulea
în perioada ianuarie - decembrie, 2020
(Weather data recorded at NARDI Fundulea weather station during January - December 2020)

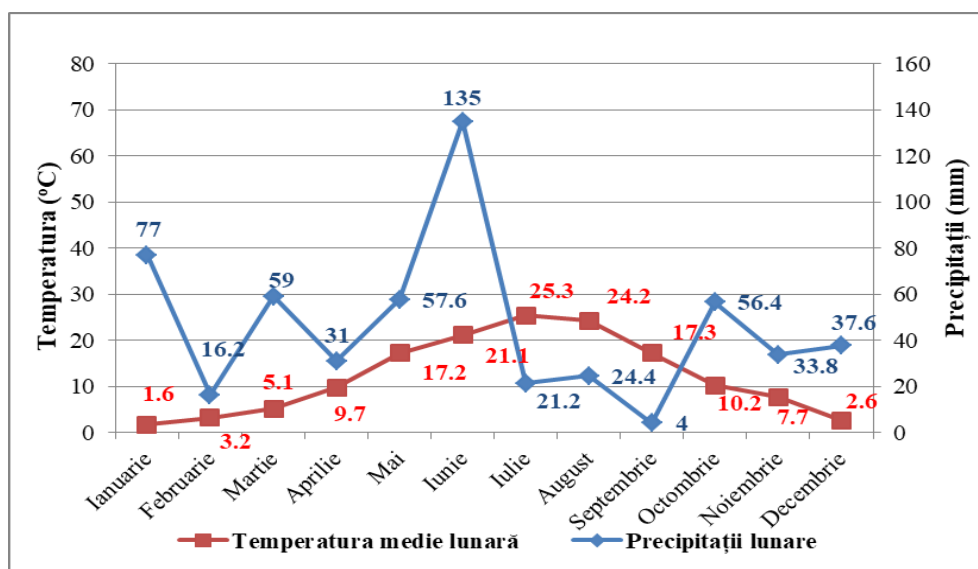


Figura 5 – Date meteo înregistrate la stația meteo de la INCDA Fundulea
în perioada ianuarie - decembrie, 2021
(Weather data recorded at NARDI Fundulea weather station during January - December 2021)

Acest mod de prezentare (climadiagrame figurile 3, 4 și 5) a datelor meteo evidențiază perioadele de secetă survenite în timpul anului și, respectiv, în timpul perioadei de vegetație a porumbului. Perioada de secetă se regăsește în cadrul climadiagramelor în cadrul lunilor unde curba precipitațiilor lunare (albastru) este sub curba temperaturii medii lunare (roșu) (ex.: anul 2019, perioada august - septembrie) (figura 3).

Anul 2019 a fost caracterizat de precipitații abundente pe toată perioada de vegetație a porumbului. Seceta s-a manifestat în august și septembrie, perioadă care coincide cu umplerea boabelor, urmată de maturitatea fiziologică.

În anul 2020, au fost înregistrate perioade de secetă în lunile aprilie, iulie și august care coincid cu perioada de semănat, umplerea boabelor și maturitatea fiziologică.

Prezența secetei în aceste perioade au afectat semnificativ creșterea și dezvoltarea plantelor de porumb cu influențe negative asupra producției.

Seceta manifestată în lunile iulie, august și septembrie 2021, a avut, de asemenea, influențe negative asupra umplerii boabelor, însă precipitațiile căzute în această perioadă au atenuat aceste influențe asupra producției.

După cum se observă în cadrul climadiagramelor (figurile 3, 4 și 5), tendințele climatice sunt caracterizate de perioade secetoase, din ce în ce mai frecvente, survenite în stadiile critice de dezvoltare a porumbului (semănat, apariția organelor de reproducere, umplerea boabelor, maturitate fiziologică).

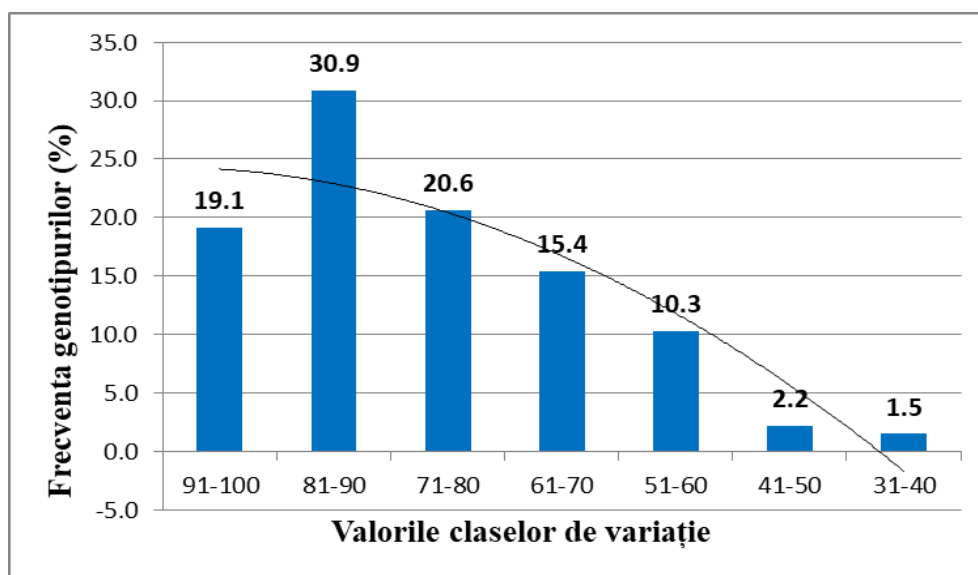


Figura 6 – Distribuția valorilor claselor de variație pentru 136 linii consangvinizate (L.c.) testate pentru toleranța la temperaturi scăzute în condiții controlate de laborator (4°C), anul 2020
 [Distribution of variation class values for 136 inbred lines (L.I.) tested for tolerance to low temperatures under controlled laboratory conditions (4°C), 2020]

În figura 6 este prezentată distribuția claselor de variație (procent de răsărire) pentru 136 linii consangvinizate testate prin metoda coldtest (metodă de laborator). Se observă că 70,6% (96 L.c.) din genotipurile de porumb analizate au fost încadrate în clasele de variație 71-100, ceea ce arată o adaptabilitate foarte bună la semănatul timpuriu; 14% (19 L.c.) au avut un procent de răsărire mai scăzut, prezentând sensibilitate sporită la temperatura de 4°C din perioada răsăritului (figura 7).



*Figura 7 – Linii consangvinizate (L.c.) de porumb răsărite la temperaturi suboptimale
(4°C - a treia decadă a lunii martie, anul 2020)*

[Maize inbred lines (I.l.) emerged at suboptimal temperatures (4°C - third decade of March, 2020)]

În tabelul 1 sunt prezentate cele mai valoroase 26 linii consangvinizate de porumb cu preabilitate ridicată la semănatul timpuriu în condiții de câmp care au avut răsărirea între 91 și 96%. Aceste linii consangvinizate au intrat în combinații hibride noi pentru crearea de hibrizi de porumb pretabili la însămânțarea timpurie.

Crearea de hibrizi de porumb cu preabilitate îmbunătățită pentru însămânțarea timpurie, cu adaptabilitate superioară la acțiunea factorilor climatici adversi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice și de calitate

Tabelul 1

**Procentul de răsărire a celor mai valoroase linii consangvinizate de porumb
în condiții de câmp, martie 2020**

(Emergence percentage of the most valuable maize inbred lines under field conditions, March 2020)

Nr. crt.	Varianta	Linia	Răsărire %
1	13569	F2856-10	96
2	13660	F2960-10	96
3	13901	F630-11	96
4	13935	F241-10	96
5	13041	FDH21095-17	95
6	13050	FDH21099-17	95
7	14053	Lc686	95
8	12937	FDH21063-17	93
9	12918	FDH21060-17	93
10	13470	F2771-13	93
11	13873	F3348-10	93
12	14065	Lc738	93
13	13032	FDH21093-17	92
14	12914	FDH21059-17	92
15	13029	FDH21089-17	92
16	13175	F2219RhA-11	92
17	13851	F318-91	92
18	14079	Lc740	92
19	12940	FDH21064-17	91
20	12967	FDH21073-17	91
21	13042	FDH21096-17	91
22	12952	FDH21068-17	91
23	13044	FDH21098-17	91
24	13296	F2357-10	91
25	13666	F2965-14	91
26	13879	F554-11	91



Figura 8 – Linii consangvinizate de porumb afectate de secetă și arșiță
(Maize inbred lines affected by drought and heat)



Figura 9 – Linii consangvinizate de porumb cu toleranță diferită la secetă și arșiță (INCDA Fundulea, 2020)
[Maize inbred lines with different drought and heat tolerance (NARDI Fundulea, 2020)]

Crearea de hibrizi de porumb cu pretabilitate îmbunătățită pentru însămânțarea timpurie, cu adaptabilitate superioară la acțiunea factorilor climatici adversi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice și de calitate 59

În tabelul 2 este prezentată distribuția valorilor celor 282 de linii consangvinizate pentru valorile claselor de toleranță (1-9) la secetă. Analiza liniilor a fost făcută în câmpul cu parcele de observații cu notări asupra gradului de uscăre a frunzelor și, respectiv, a plantei (metodă de determinare în câmp a toleranței la secetă). Se observă că 200 linii consangvinizate de porumb analizate s-au încadrat în clasele de toleranță T (tolerantă) și MT (mediu tolerantă). În cadrul acestei experiențe, prezența unui număr însemnat de genotipuri sensibile și foarte sensibile (81 linii S, FS) arată comportarea diferită a liniilor consangvinizate la acțiunea intensă a condițiilor climatice din diferite faze de vegetație.

Tabelul 2

Valorile claselor de toleranță, frecvența și clasa de toleranță pentru 282 de linii consangvinizate analizate (INCDA Fundulea, 2020)

[Tolerance class values, frequency and tolerance class for 282 analyzed inbred lines (NARDI Fundulea, 2020)]

Valorile claselor de toleranță	Nr. linii	Frecvența (%)	Clasa de toleranță	Aspect fizic general al liniei analizate
9	1	0,4	FT	Plantă verde
8	36	12,8	T	Plantă cu vârful frunzelor uscate
7	66	23,4	T	Plantă cu vârful frunzelor uscate
6	57	20,2	MT	Plantă cu grad mai avansat de uscăre a frunzelor (până la jumătate)
5	41	14,5	MT	Plantă cu grad mai avansat de uscăre a frunzelor (până la jumătate)
4	18	6,4	S	Plantă cu frunze uscate de la jumătate spre bază
3	23	8,2	S	Plantă cu frunze uscate de la jumătate spre bază
2	22	7,8	FS	Plante cu frunze uscate în totalitate
1	18	6,4	FS	Plantă uscată

În tabelul 3 sunt prezentate performanțele agronomice ale hibrizilor de porumb în curs de testare la ISTIS, rezultate obținute în cadrul câmpurilor experimentale de la INCDA Fundulea. Se observă că hibrizii analizați au fost mediu toleranți la infecțiile artificiale cu inocul de *Fusarium* spp. și ponte de *Ostrinia nubilalis*. În medie, umiditatea la recoltare a variat între 14% (HSF7375-18) și 15,3% (HSF3407-16).

Tabelul 3

Determinarea toleranței la *Fusarium* spp. și a atacului de *Ostrinia nubilalis* în condiții de infestare artificială cu inocul de *Fusarium* sp. și ponte de *Ostrinia nubilalis* a hibrizilor de porumb de perspectivă (INCDA Fundulea, 2019-2021)
 [Determination of tolerance to *Fusarium* spp. and *Ostrinia nubilalis* attack under artificial infestation conditions with *Fusarium* sp. inoculum and *Ostrinia nubilalis* brood of new corn hybrids (NARDI Fundulea, 2019-2021)]

Hibridul	Anii de testare 2019, 2020, 2021			
	Media experienței pentru toleranța la <i>Fusarium</i> spp. (infecții artificiale)	Media experienței pentru toleranța la <i>Ostrinia nubilalis</i> (infecții artificiale)	Producția medie de boabe cu umiditate standard 15,5% (t/ha)	Umiditatea medie la recoltare (%)
HSF3407-16 (testare ISTIS)	MT	MT	8,16	15,3
HSF1034-17 (testare ISTIS)	MT	MT	8,76	15,0
HSF7375-18 (testare ISTIS)	MT	MT	8,61	14,0
Mt. străin 1	MT	MT	8,39	14,9
Mt. străin 2	MT	MT	8,57	14,3

CONCLUZII

Condițiile climatice au fost foarte diferite în perioada analizată, influențând direct creșterea și dezvoltarea plantelor de porumb, aspect ce a permis selecția celor mai bune genotipuri.

Au fost identificate 96 linii consangvinizate de porumb pretabile pentru însămânțatul timpuriu, cu toleranță la temperaturile scăzute de la începutul perioadei de vegetație.

Liniile consangvinizate de porumb analizate pentru toleranța la secetă și arșiță au prezentat diferite grade de adaptabilitate la influența condițiilor climatice din diferite perioade de vegetație.

Hibrizii de perspectivă au prezentat toleranță medie în cadrul infestărilor artificiale cu *Fusarium* spp. și *Ostrinia nubilalis*.

Producția medie a hibrizilor de perspectivă a oscilat între 8,16 t/ha și 8,76 t/ha, unul dintre hibrizi înregistrând o umiditate medie la recoltare mai scăzută prin comparație cu martorii utilizați (HSF7375-18).

Crearea de hibrizi de porumb cu preabilitate îmbunătățită pentru însămânțarea timpurie, cu adaptabilitate superioară la acțiunea factorilor climatici adversi, competitivi sub aspectul nivelului și stabilității performanțelor agronomice și de calitate

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- CONSILIUL UNIUNII EUROPENE, 2022 – *Schimbările climatice: ce face UE*. <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/climate-change/>
- ISTA, 2006 – *International Rules for seed testing*.
- MINISTERUL MEDIULUI, APELOR ȘI PĂDURILOR, 2021 – *Raport național privind starea mediului pentru anul 2020*. Agenția Națională pentru Protecția Mediului, București. <http://www.anpm.ro/documents/12220/2209838/RSM+2020+-+de+pe+site+ANPM.pdf/ea49d472-fde2-4e03-aeaa-64bb569d9f4d>.
- PARLAMENTUL EUROPEAN, 2018 – *Reacția UE la schimbările climatice*, 7.08.2018. <https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/priorities/schimbarile-climatice/20180703STO07129/reactia-ue-la-schimbarile-climatice>.
- SARCA, T., SARCA, V., CĂBULEA, I., CRISTEA, M., HAȘ, I., HAȘ, V., MALSCHI, D., MUREȘAN, F., NAGHY, E., PERJU, T., BUTNARU, G., SCURTU, D., 2004 – *Porumbul - studiu monografic*. Ed. Academiei Române, vol. 1, București.
- STAN, O., MARTURA, T., PARTAL, E., IORDAN, H., 2016 – *Estimarea însușirilor de calitate și vigoare la sămânța noilor genotipuri de porumb, prin metoda coldtest și deteriorare controlată*. An. INCDA Fundulea, LXXXIV: 141-156. <https://www.incda-fundulea.ro/anale/84/84.14.pdf>

Prezentată Comitetului de redacție 29 iulie 2022