

COMPORTAREA UNOR HIBRIZI DE PORUMB LA ATACUL PATOGENULUI *Fusarium* spp. ÎN CONDIȚII DE INFECȚIE ARTIFICIALĂ LA FUNDULEA, ÎN PERIOADA 2015-2017

**BEHAVIOUR OF SOME MAIZE HYBRIDS TO THE ATTACK OF
Fusarium spp. PATHOGEN THROUGH ARTIFICIAL INOCULATION,
AT FUNDULEA, DURING 2015-2017**

HORIA LUCIAN IORDAN¹, LIDIA CANĂ¹,
ION CIOCĂZANU¹

Abstract

Fusarium ear rot is one of the most common fungal diseases on corn ears. It's caused by *Fusarium verticillioides* and through its symptoms reduces yield quantity and quality up to 25%. In favorable years for the disease, massive accumulation of mycelium biomass of *Fusarium* is registered on grain and ears leading to mycotoxin contamination, such as deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEA) and fumonisins (FUM). Research aim was to test the resistance/tolerance of new and consecrated maize hybrids to artificial inoculation with *Fusarium* spp. pathogen in NARDI Fundulea's climatic conditions, during 2015-2017. Manual inoculation of corn hybrids (FAO 300->500) was made with special 10 ml self-refilling syringes. Towards testing the resistance/tolerance to the pathogen, inoculum of *Fusarium* spp. was prepared in laboratory from natural infected kernels in order to inoculate the main maize cob through the silk channel (5 ml of inoculum/cob). The results of the artificial inoculations were analyzed at harvest and later on in the laboratory.

Cuvinte cheie: *Fusarium* spp., rezistență/toleranță, inoculare artificială, hibrizi de porumb.

Keywords: *Fusarium* spp., resistance/tolerance, artificial inoculation, maize hybrids.

INTRODUCERE

Porumbul este una dintre principalele culturi agricole folosite în hrana oamenilor și animalelor, cu 185 milioane de hectare semănate anual (conform datelor Food and Agriculture Organisation). Este o plantă gazdă pentru un număr de peste 50 de patogeni, cu acțiune invazivă asupra tuturor organelor plantei din faza de germinație și până la recoltare, iar infecțiile manifestate pe boabe și știuleți sunt prezente și în timpul păstrării recoltei (B a i c u și S ă v e s c u, 1996).

¹ I.N.C.D.A. Fundulea. E-mail: iordanhoria@gmail.com

În România, importanța cea mai mare o prezintă bolile fuzariene datorită frecvenței și intensității mărite cu care se manifestă la culturile de porumb. Primele cercetări cu privire la rezistența genetică a porumbului la bolile fuzariene au fost efectuate în Iowa (SUA) de către J i n a h i o n și R u s s e l (1969), H o o k e r și S a x e n a (1971) ș.a. În România, aceste cercetări au fost efectuate de către cercetători de la I.N.C.D.A. (I.C.C.P.T.) Fundulea (S a r c a și Ț î r c o m n i c u, 1974; C r a i c i u, 1980 și alții) și de la Stațiunea de Cercetare Agricolă Turda (C ă b u l e a și colab., 1977). Studii aprofundate efectuate de C ă b u l e a și colaboratorii (1977) au arătat că bolile fuzariene sunt rezultatul unei interacțiuni puternice între genom și condițiile de mediu. În 1969, conform cercetărilor efectuate de J i n a h i o n și R u s s e l, s-a demonstrat că rezistența porumbului la bolile fuzariene este dată de gene minore (poligene) sau blocuri de gene minore situate pe cromozomii 5, 6, 8, 9.

Influența bolilor fuzariene asupra culturii de porumb

Bolile fuzariene manifestate pe știulete pot fi considerate ca fiind cele mai păgubitoare din cauza frecvenței și intensității cu care se manifestă (B ă r b u l e s c u și colab., 1982, 2002; M u r e ș a n și colab., 1973; M o o s e, 2004; W a y n e S m i t h și colab., 2004; N a g y și colab., 2006). Acestea produc degradarea și diminuarea calitativă a producției, în medie pe țară, cu 20-25% și pierderi de producție însemnate (B o b e ș, 1983). Acțiunea patogenului este distructivă în două perioade de vegetație: din momentul germinării până la stadiul de 3-4 frunze și de la înflorit la maturitate (N a g y, 2004). Un rol important în infecțiile fuzariene pe știulete îl au, alături de factorul genetic, condițiile climatice, dar și atacul dăunătorilor *Ostrinia nubilalis* și *Helicoverpa zea*, care conduc la creșterea frecvenței și intensității acestora (I a c o b și colab., 1998; B ă r b u l e s c u și colab., 2002; I a c o b, 2003; P o p o v și B ă r b u l e s c u, 2007).

Bolile fuzariene pe știulete se manifestă prin reducerea sporului de producție și a calității recoltelor prin acumularea masivă pe boabe și știuleți a maselor miceliene de ciuperci din genul *Fusarium* (circa 85%), care produc contaminări cu micotoxine specifice: deoxynivalenol (DON produs de *Fusarium graminearum*), zearalenone (ZEA produs de *Fusarium graminearum*) și fumonisine (FUM produs de *Fusarium verticillioides* și *Fusarium proliferatum*) (V y n și T o l l e n a r, 1998; Y a z a r și O m u r t a g, 2008). Fiecare dintre aceste toxine este asociată cu un anumit set de afecțiuni (la om sau animale) și sunt direct influențate de regiunea geografică și de climatul caracteristic acesteia.

Pe fondul atacului de *Fusarium* pe știulete, pot apărea și alte micotoxine, cum ar fi aflatoxine (produse de *Aspergillus flavus* și *Aspergillus parasiticus*). Pentru evitarea expunerii omului la efecte fitotoxice, în anul 2007, Uniunea Europeană a stabilit în cadrul „Regulamentului comisiei 1126/2007” limitele pentru FUM (4 mg/kg), DON (1,75 mg/kg), ZEA (0,35 mg/kg) pentru porumbul folosit în hrana oamenilor, iar pentru hrana animalelor FUM (2-8 mg/kg), DON (2-8 mg/kg) și ZEA (0,25-5 mg/kg).

În cadrul hibridilor de porumb, rezistența genetică este singura metodă de prevenire împotriva contaminării cu fumonisine. Date din literatură arată că infecția naturală este foarte influențată de condițiile anuale și, cel mai adesea, nu are suficientă presiune pentru a depista diferențele reale dintre hibridi.

În figura 1 este prezentată eficiența distribuției inoculării artificiale față de infecția naturală și, respectiv, diferențele între curbele polinomiale infestat-neinfestat.

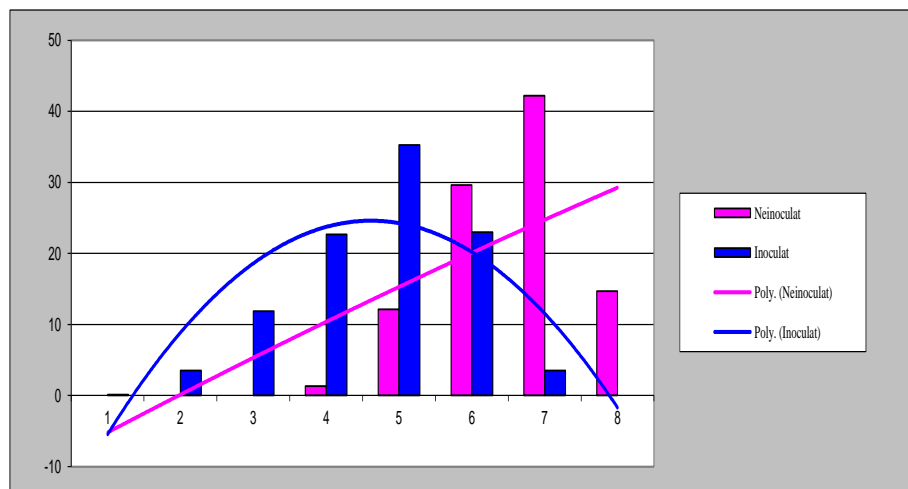


Figura 1 – Măsurarea calității și eficienței frecvenței distribuției inoculat vs. neinoculat, în anul 2007
(Measure quality and efficiency frequency distribution inoculated vs. non-inoculation, in 2007)

Obiectivul cercetărilor îl constituie evaluarea rezistenței hibrizilor creați la I.N.C.D.A. Fundulea la fuzarioza știuleților, produsă de *Fusarium verticillioides*, predominantă în sudul și vestul țării (cea mai importantă zonă de cultură a porumbului din România), în condiții de infecție artificială în perioada 2015-2017.

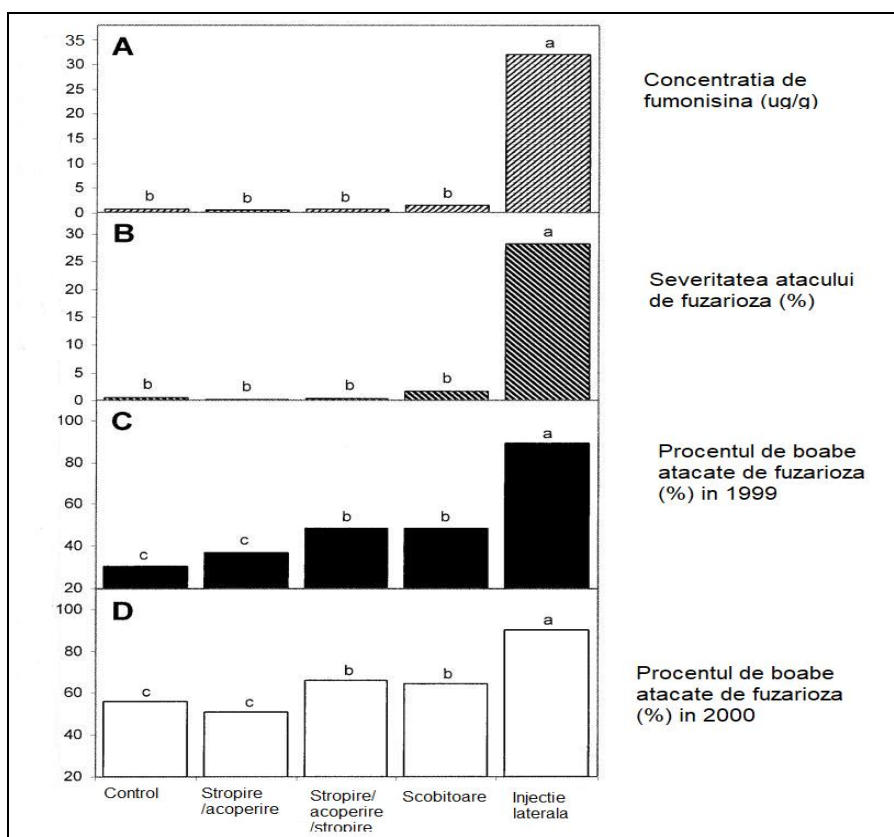
MATERIAL ȘI METODE

Tehnicile de inoculare pentru fuzarioza știuleților și contaminarea cu fumonisină la porumb

În anul 2000, M.J. Clements, C.E. Kleinschmidt, C.M. Maragos, J.K. Pataky și D.G. White, de la Universitatea din Illinois, Urbana, SUA, au creat un experiment (figura 2), în care plante de porumb au fost supuse la diferite tehnici de infestare cu suspensie de conidii în scopul determinării și perfecționării celei mai eficiente metode de infecție artificială a plantelor de porumb cu patogenul *Fusarium* spp.

Metode de infecție artificială:

- (I) injectarea a 5 ml de suspensie de conidii prin frunzele știuletelui principal când plantele au ajuns în faza de vegetație R2 (stadiul de bășică al boabelor);
- (II) mătasea știuletelui principal este stropită cu 5 ml de suspensie de conidii în stadiul R2 și acoperită cu o pungă din hârtie cerată (model #217; Lawson Bags, Northfield, IL) până la recoltare (stropire/acoperire);
- (III) mătasea știuletelui principal este stropită cu 5 ml de suspensie de conidii în faza de vegetație R2, acoperită cu o pungă cerată, reinoculată după o săptămână și apoi acoperită cu punga până la recoltare (stropit/acoperit/stropit);
- (IV) inserția a 6 scobitori acoperite cu colonii de fuzariu în canalul mătăsii știuletelui principal în stadiul de vegetație R2 (scobitoare).



<http://apsjournals.apsnet.org/action/showImage?doi=10.1094/pdis.2003.87.2.147&iName=master.img-000.png&typ>

Figura 2 – Tehnicile de inoculare pentru fuzarioza știuleților și contaminarea cu fumonisină la porumb (Maize inoculation techniques for *Fusarium* spp. and fumonisin contamination)

Metoda folosită în experimentul prezentat în această lucrare a fost metoda numărul IV, și anume, inocularea artificială cu inocul de *Fusarium* spp. în canalul mătăsii știuletelui principal. Astfel:

- s-au folosit seringi de 10 ml, cu capacitatea de autoumplere;
- seringile au fost reglate pentru a injecta o cantitate de inocul de 5 ml/știulete;
- inocularea știuleților de analizat s-a făcut la 10 zile după data mătăsirii;
- în anii 2015, 2016, 2017, la Fundulea, au fost efectuate inoculări artificiale cu inocul de *Fusarium* la hibrizi de porumb din diferite grupe de maturitate (300-400, 400-500, >500), în cadrul culturilor comparative de concurs (CC) și de orientare (CR), după cum urmează:

- în 2015: 300 de hibrizi (CC și CR) semănați în 2 repetiții/cultură, 1 localitate (densitate normală), 15 plante/rând x 1 inoculare la știuletele principal;
- în 2016: 264 de hibrizi (CC și CR) semănați în 2 repetiții/cultură, 1 localitate (densitate normală), 15 plante/rând x 1 inoculare la știuletele principal;

- în 2017: 190 de hibrizi (CC și CR) semănați în 2 repetiții/cultură, 1 localitate (densitate normală), 15 plante/rând x 1 inoculare la știuletele principal;
- s-a inoculat numai primul știulete de pe fiecare plantă;
- observațiile au fost făcute la recoltare. S-a analizat fiecare știulete în parte de pe fiecare plantă recoltată, apoi au fost grupați în diferite clase de atac (nivel corespunzător de rezistență la acțiunea patogenului).

Pentru prepararea inoculului au fost recoltați știuleți de porumb care prezentau simptome de *Fusarium verticillioides* din infecție naturală, din câmpul Laboratorului de Ameliorarea porumbului.

În vederea izolării ciupercii, semințele au fost dezinfectate cu soluție de hipoclorit de sodiu, în concentrație de 1% și plasate pe mediu de agar, timp de 48 ore la temperatura de 20-23°C (figura 3). Pentru purificare, ciuperca a fost transferată pe mediul de cartof (PDA) și ținută 15 zile la temperatura de 25°C (figura 4). A urmat multiplicarea ciupercii pe mediul de cultură (figura 5) și prepararea inoculului. Concentrația suspensiei de spori a fost calculată cu ajutorul hemocitometrului Bürker și ajustată cu apă distilată la concentrația de aproximativ 10^6 conidii/ml.

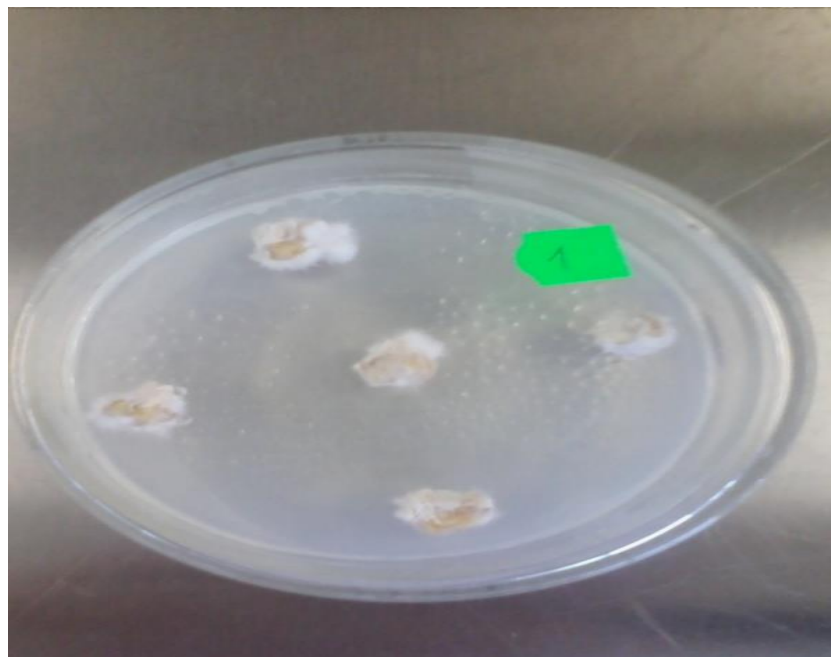
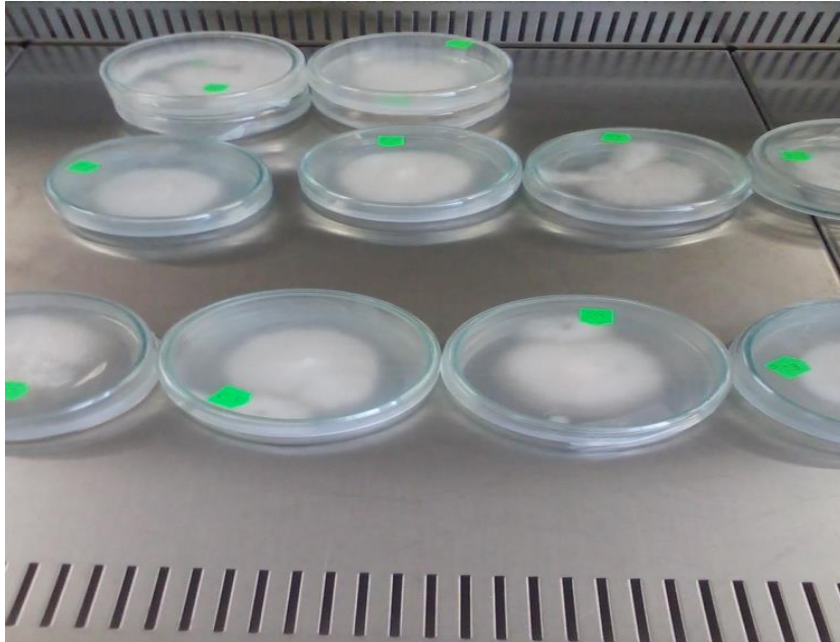


Figura 3. Semințe pe mediul de agar
(Seeds on Agar medium)



*Figura 4. Ciuperca crescută pe mediul de cartof (PDA)
(Mushroom on potato medium PDA)*



*Figura 5. Multiplicarea pe mediul de cultură
(Multiplication on culture medium)*

Inocularea manuală a știuleților de porumb a fost efectuată cu seringi automate tip C, volum 0,10 ml, dozare 0,01-0,10 ml (figurile 6 și 7).

Tehnologia seringilor automate: alamă galvanizată și aliaj cu zinc, dozare continuă sau reglabilă, piston din oțel inoxidabil Luer-lock, utilizare facilă; sunt destinate pentru injectarea soluțiilor medicamentoase la animale și păsări; domenii de utilizare: în zootehnie, ferme de animale, cabinete veterinare, clinici veterinare.

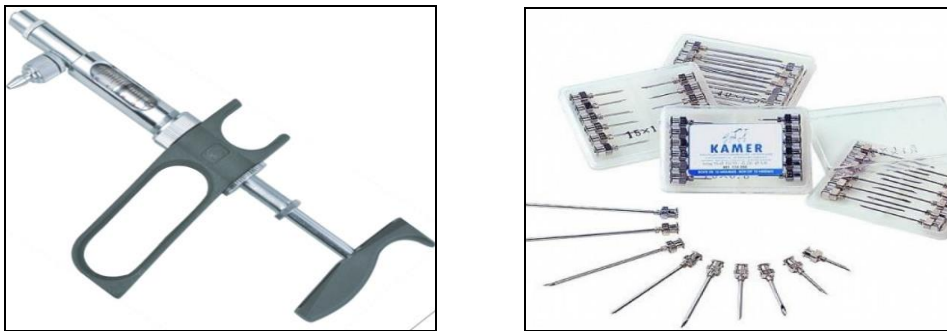


Figura 6 – Seringa automată pentru uz veterinar
(Automatic syringe for veterinary use)



Figura 7 – Inocularea manuală a știuleților de porumb în canalul mătășii știuletelui principal
(Manual inoculation of maize cobs in the silk channel of the main ear)

La recoltare, s-a analizat fiecare știulete în parte de pe fiecare plantă recoltată, apoi au fost grupați în diferite clase de atac (nivel corespunzător de rezistență la acțiunea patogenului) (figurile 8 și 9). Sistemul de notare al atacului de fuzarioză pe știulete și transformarea notelor în clase de rezistență pentru media ponderată sunt prezentate în tabelele 1 și 2.



Figura 8 – Știuleți grupați în diferite clase de atac
(Cobs grouped into different attack classes)



Figura 9 – Notele acordate pentru diferitele clase de atac
(Notes for different classes of attack)

Comportarea unor hibrizi de porumb la atacul patogenului *Fusarium* spp. în condiții de infecție artificială la Fundulea, în perioada 2015-2017

69

Tabelul 1

Sistemul de notare al atacului de fuzarioză pe știulete
(The fusariosis attack system on the cobs)

Anul	Loc.	Cultura	Range	Plot.	Rep.	Var.	Genotip	Data mătăs.	Data inoc.	NRSTFUZCL1	NTINTFUZCL1	NRSTFUZCL2	NTINTFUZCL2	NRSTFUZCL3	NTINTFUZCL3	Media ponderată
2016	FUDNE01	CC301	2	291	R1	1	Milcov	18.7	28.07	5	4	4	6			4,9
2016	FUDNE01	CC301	3	289	R2	1	Milcov	20.7	30.07	11	4					4,0
2016	FUDNE01	CC301	2	292	R1	2	Oituz	18.7	28.07	3	4	9	7			6,7
2016	FUDNE01	CC301	3	301	R2	2	Oituz	21.7	1.08	2	5	4	6			5,7
2016	FUDNE01	CC301	2	301	R1	3	F376	21.7	1.08	3	4	4	6	1	7	5,9
2016	FUDNE01	CC301	3	293	R2	3	F376	21.7	1.08	5	4	3	6			4,8
2016	FUDNE01	CC301	2	304	R1	4	P9911	15.7	25.07	4	4	5	5			4,6

*NRSTFUZCL= nr. știuleți fuzariați/clasa de atac;

NTINTFUZCL= notă intensitate știuleți fuzariați/clasa de atac.

Tabelul 2

Transformarea notelor în clase de rezistență pentru media ponderată
(Converting grades into weighted average resistance classes)

Valorile claselor de atac		Clasa de rezistență
1	2	FS
2,1	3	S
3,1	4	S
4,1	5	MR
5,1	6	MR
6,1	7	R
7,1	8	FR

*FS-foarte sensibil; S-sensibil; MR-mediu rezistent;
R-rezistent; FR-foarte rezistent.

Tabelul 3

Calcularea SP și GL la analiza varianței consolidate pe experimente
(Calculating the sum of squares and degrees of freedom in the analysis of the consolidated variance on experiments)

SP	GL
$\sum SP_G$	$z(g-1)$
$\sum SP_E$	$z[(l \times g \times r - 1) - (l - 1) - (g - 1) - (l - 1)(g - 1) - l(r - 1)]$
Total	$z(lgr - 1)$

G = nr. de genotipuri/experiment;

r = nr. de repetiții/experiment;

z = nr. de experimente;

SP = suma pătratelor; GL= gradele de libertate.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza combinată a figurilor 11 și 12 arată că, în condițiile anului 2015 (figura 10), 60,3% și, respectiv, 27,2% din hibridii de porumb analizați, în culturile comparative de concurs și de orientare, s-au încadrat în clasa de rezistență MR (mediu rezistenți). În cadrul culturilor comparative de concurs (CC) și orientare (CR), un număr semnificativ din hibridii analizați au obținut calificativul R (rezistent – 32,9; 44,5) și FR (foarte rezistent - 5,5; 27,5), ceea ce arată diferența distinctă între genotipuri.

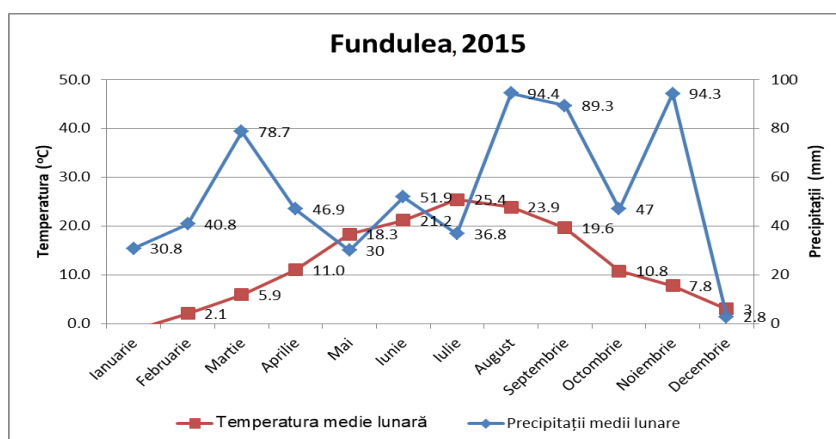
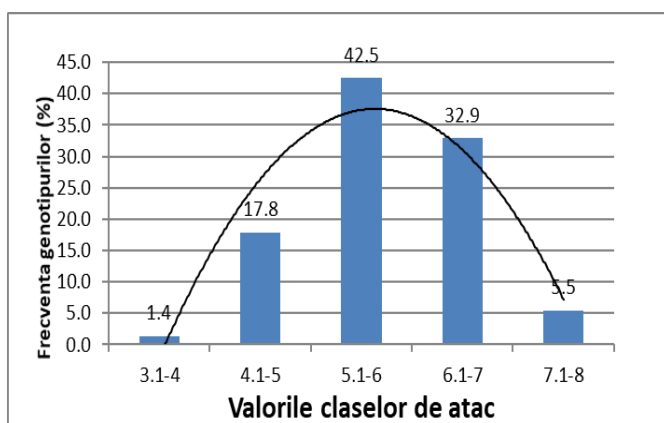
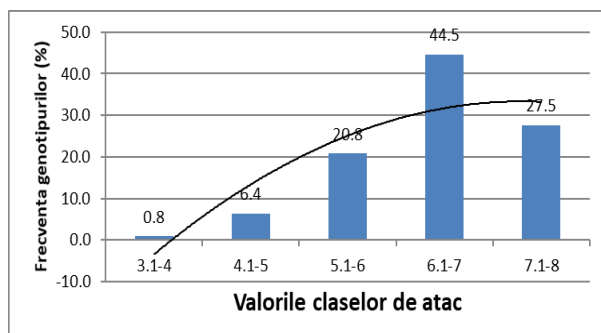


Figura 10 – Condiții climatice. Fundulea, 2015
(Climate conditions. Fundulea, 2015)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	1,4	S
4,1-5	17,8	MR
5,1-6	42,5	MR
6,1-7	32,9	R
7,1-8	5,5	FR

Figura 11 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de concurs, 80 de hibridi. Fundulea, 2015
(Distribution of attack class values for 80 hybrids in yield trials. Fundulea, 2015)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	0,8	S
4,1-5	6,4	MR
5,1-6	20,8	MR
6,1-7	44,5	R
7,1-8	27,5	FR

Figura 12 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de orientare, 280 de hibrizi. Fundulea, 2015

(Distribution of attack class values for 280 hybrids in orientation yield trials. Fundulea, 2015)

În tabelele 4, 5, și 6 se observă media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibrizii semitimpurii, semitardivi și tardivi FAO 300->500, la Fundulea în anul 2015 (infestare artificială). Ca și în figurile anterioare, se poate observa diferența distinctă între genotipuri, marea majoritate având calificativul MR.

Tabelul 4

Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibrizii semitimpurii FAO 300-400. Fundulea, 2015 (infestare artificială)

(Weighted average for grades and resistance classes for semiearly corn hybrids FAO 300-400. Fundulea, 2015 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2015	CC301	300-400	2	HSF495-11	7,1	FR
2015	CC301	300-400	2	Oituz	6,4	R
2015	CC301	300-400	2	HSF465-11	6,3	R
2015	CC301	300-400	2	Milcov	6,3	R
2015	CC301	300-400	2	HSF21-11	6,3	R
2015	CC301	300-400	2	F376	6,2	R
2015	CC301	300-400	2	HSF160-11	6,1	R
2015	CC301	300-400	2	F475M	5,8	MR
2015	CC301	300-400	2	P9911	5,6	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF170-12	5,5	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF344-12	5,3	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF128-09	5,2	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF265-12	5,1	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF418-12	5,1	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF334-12	5,0	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF2809-11	4,9	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF31-11	4,9	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF417-12	4,8	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF474-11	4,5	MR
2015	CC301	300-400	2	HSF238-12	4,2	MR

Tabelul 5

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii semitardivi
FAO 400-500. Fundulea, 2015 (infestare artificială)**
(Weighted average for grades and resistance classes for semilate corn hybrids
FAO 400-500. Fundulea, 2015 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota - media ponderată	Clasa de rezistență
2015	CC401	400-500	2	HSF225-12	7,5	FR
2015	CC401	400-500	2	F376	6,9	R
2015	CC401	400-500	2	HSF337-12	6,8	R
2015	CC401	400-500	2	HSF235-12	6,8	R
2015	CC401	400-500	2	HSF197-12	6,6	R
2015	CC401	400-500	2	HSF226-12	6,6	R
2015	CC401	400-500	2	HSF150-11	6,3	R
2015	CC401	400-500	2	HSF241-11	6,1	R
2015	CC401	400-500	2	HSF165-11	6,0	MR
2015	CC401	400-500	2	Iezer	5,9	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF2682-11	5,9	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF8-08	5,7	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF2327-11	5,5	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF393-12	5,4	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF111-09	5,3	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF2323-11	5,1	MR
2015	CC401	400-500	2	P0216	4,8	MR
2015	CC401	400-500	2	HSF246-12	4,8	MR
2015	CC401	400-500	2	DKC5007	4,0	S
2015	CC401	400-500	2	HSF213-12	3,8	S

Tabelul 6

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii tardivi
FAO >500. Fundulea, 2015 (infestare artificială)**
(Weighted average for grades and resistance classes for late corn hybrids FAO >500.
Fundulea, 2015 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota - media ponderată	Clasa de rezistență
2015	CC501	>500	2	HSF480-11	7,4	FR
2015	CC501	>500	2	HSF2722-11	7,1	FR
2015	CC501	>500	2	HSF2147-11	7,0	R
2015	CC501	>500	2	HSF115-12	7,0	R
2015	CC501	>500	2	Crisana	6,8	R
2015	CC501	>500	2	HSF44-12	6,7	R
2015	CC501	>500	2	HSF238-11	6,7	R
2015	CC501	>500	2	HSF44-09	6,6	R
2015	CC501	>500	2	HSF377-12	6,6	R
2015	CC501	>500	2	HSF404-12	6,4	R
2015	CC501	>500	2	HSF459-11	6,3	R
2015	CC501	>500	2	HSF56-11	6,2	R
2015	CC501	>500	2	HSF73-12	6,2	R

2015	CC501	>500	2	HSF592-12	6,1	R
2015	CC501	>500	2	HSF435-11	5,9	MR
2015	CC501	>500	2	HSF65-12	5,9	MR
2015	CC501	>500	2	Iezer	5,9	MR
2015	CC501	>500	2	DKC5007	5,8	MR
2015	CC501	>500	2	Olt	5,8	MR
2015	CC501	>500	2	HSF14-12	5,8	MR
2015	CC501	>500	2	HSF2449-11	5,8	MR
2015	CC501	>500	2	HSF45-11	5,7	MR
2015	CC501	>500	2	HSF2262-11	5,7	MR
2015	CC501	>500	2	HSF422-12	5,6	MR
2015	CC501	>500	2	HSF97-12	5,6	MR
2015	CC501	>500	2	HSF139-09	5,5	MR
2015	CC501	>500	2	HSF386-12	5,5	MR
2015	CC501	>500	2	HSF2273-11	5,4	MR
2015	CC501	>500	2	HSF16-12	5,4	MR
2015	CC501	>500	2	HSF13616A-08	5,3	MR
2015	CC501	>500	2	DKC5222	5,3	MR
2015	CC501	>500	2	HSF34-08	5,2	MR
2015	CC501	>500	2	P0412	5,0	MR
2015	CC501	>500	2	HSF20-11	4,9	MR
2015	CC501	>500	2	P0216	4,8	MR
2015	CC501	>500	2	DKC4590	4,4	MR
2015	CC501	>500	2	HSF390-12	4,3	MR

În figurile 14 și 15 se prezintă distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative cu hibrizi de porumb în anul 2016. Se observă că 4,2% și, respectiv 18% din hibridii analizați, s-au încadrat în clasa de rezistență R (rezistenți). Numai 1% din genotipurile analizate (CR) au obținut calificativul FR (foarte rezistent).

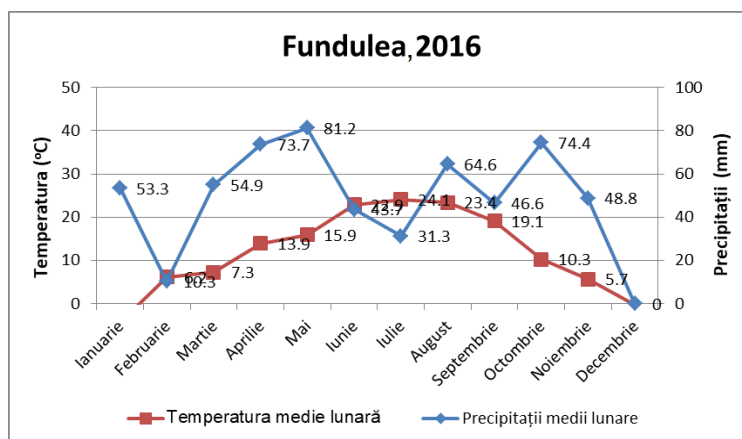
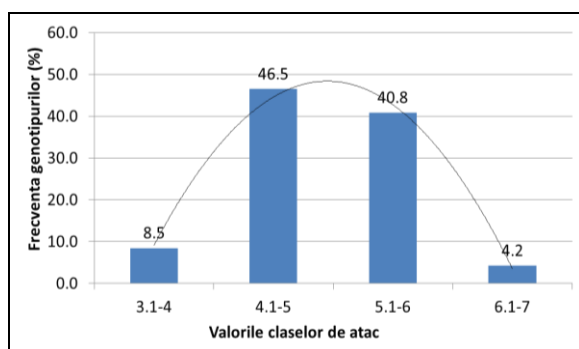
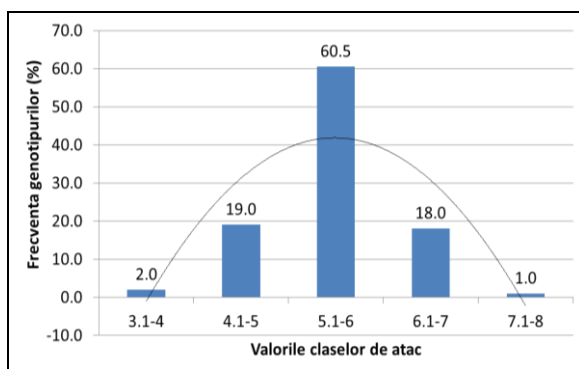


Figura 13 – Condiții climatice. Fundulea, 2016
(Climate conditions. Fundulea, 2016)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	8,5	S
4,1-5	46,5	MR
5,1-6	40,8	MR
6,1-7	4,2	R

Figura 14 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de concurs, 80 de hibrizi. Fundulea, 2016
(Distribution of attack class values for 80 hybrids in yield trials. Fundulea, 2016)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	2,0	S
4,1-5	19,0	MR
5,1-6	60,5	MR
6,1-7	18,0	R
7,1-8	1,0	FR

Figura 15 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de orientare, 260 de hibrizi. Fundulea, 2016
(Distribution of attack class values for 260 hybrids in orientation yield trials. Fundulea, 2016)

Analizând datele din tabelele 7, 8 și 9, se observă numărul foarte mare de hibrizi de porumb care au calificativul MR, ceea ce denotă rezistența foarte bună la atacul patogenului *Fusarium* spp.

Tabelul 7

Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii semitimpurii FAO 300-400. Fundulea, 2016 (infestare artificială)
(Weighted average for grades and resistance classes for semiearly corn hybrids FAO 300-400. Fundulea, 2016 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2016	CC301	300-400	2	HSF2903-13	6,8	R
2016	CC301	300-400	2	HSF137-13	6,4	R
2016	CC301	300-400	2	HSF880-13	6,1	R
2016	CC301	300-400	2	Oituz	6,0	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF2921-13	5,8	MR

**Comportarea unor hibrizi de porumb la atacul patogenului *Fusarium* spp.
în condiții de infecție artificială la Fundulea, în perioada 2015-2017**

75

2016	CC301	300-400	2	HSF417-12	5,8	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF1192-13	5,7	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF147-13	5,7	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF516-13	5,5	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF881-13	5,4	MR
2016	CC301	300-400	2	F376	5,3	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF161-13	5,3	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF1096-13	5,2	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF709-13	5,0	MR
2016	CC301	300-400	2	DK4590	4,8	MR
2016	CC301	300-400	2	P9911	4,6	MR
2016	CC301	300-400	2	Milcov	4,4	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF160-13	4,3	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF55-13	4,2	MR
2016	CC301	300-400	2	HSF571-13	3,6	S

Tabelul 8

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibrizii semitardivi
FAO 400-500. Fundulea, 2016 (infestare artificială)**

(Weighted average for grades and resistance classes for semilate corn hybrids FAO 400-500.
Fundulea, 2016 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Media/ repetiție	Semnificația
2016	CC401	400-500	2	HSF872-13	5,8	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF729-13	5,6	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF225-13	5,5	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF170-12	5,4	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF863-13	5,4	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF444-13	5,4	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF1191-13	5,2	MR
2016	CC401	400-500	2	Olt	5,2	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF882-13	5,2	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF2877-13	5,2	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF287-13	5,1	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF1215-13	5,1	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF600-13	5,1	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF420-12	5,0	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF89-13	5,0	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF734-13	4,9	MR
2016	CC401	400-500	2	Iezer	4,9	MR
2016	CC401	400-500	2	DK5007	4,9	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF2327-11	4,8	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF187-13	4,7	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF961-13	4,7	MR
2016	CC401	400-500	2	F376	4,6	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF160-11	4,5	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF568-13	4,5	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF490-13	4,5	MR

2016	CC401	400-500	2	P0216	4,5	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF60-13	4,5	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF792-13	4,4	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF590-13	4,4	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF730-13	4,3	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF3069-13	4,3	MR
2016	CC401	400-500	2	HSF588-13	4,0	S
2016	CC401	400-500	2	HSF2609-13	4,0	S
2016	CC401	400-500	2	HSF931-13	4,0	S
2016	CC401	400-500	2	HSF764-13	3,9	S

Tabelul 9

Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii târzi FAO >500.

Fundulea, 2016 (infestare artificială)

(Weighted average for grades and resistance classes for late corn hybrids FAO >500.

Fundulea, 2016 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2016	CC501	>500	2	HSF825-13	5,9	MR
2016	CC501	>500	2	HSF962-13	5,8	MR
2016	CC501	>500	2	F376	5,8	MR
2016	CC501	>500	2	HSF1098-13	5,4	MR
2016	CC501	>500	2	HSF291-13R.R.	5,4	MR
2016	CC501	>500	2	Olt	5,4	MR
2016	CC501	>500	2	HSF1223-13	5,3	MR
2016	CC501	>500	2	HSF711-13	5,1	MR
2016	CC501	>500	2	HSF297-13	5,0	MR
2016	CC501	>500	2	P0412	4,9	MR
2016	CC501	>500	2	F423	4,9	MR
2016	CC501	>500	2	HSF386-12	4,9	MR
2016	CC501	>500	2	HSF65-12	4,8	MR
2016	CC501	>500	2	HSF787-13	4,8	MR
2016	CC501	>500	2	Iezer	4,8	MR
2016	CC501	>500	2	HSF2845-13	4,7	MR
2016	CC501	>500	2	HSF1108-13	4,6	MR
2016	CC501	>500	2	DK5222	4,4	MR
2016	CC501	>500	2	HSF56-11	4,2	MR
2016	CC501	>500	2	HSF13616A-08	3,9	S

Față de anii anteriori, în anul 2017 (figura 16), când condițiile au fost mult mai favorabile pentru dezvoltarea patogenului, se observă un procent mai ridicat al hibridilor de porumb care au obținut calificativul S (figurile 17 și 18). Este de remarcat că marea majoritate a genotipurilor testate în cadrul culturilor comparative de concurs (CC) și de orientare (CR) a fost încadrată în clasa de rezistență MR (mediu rezistent).

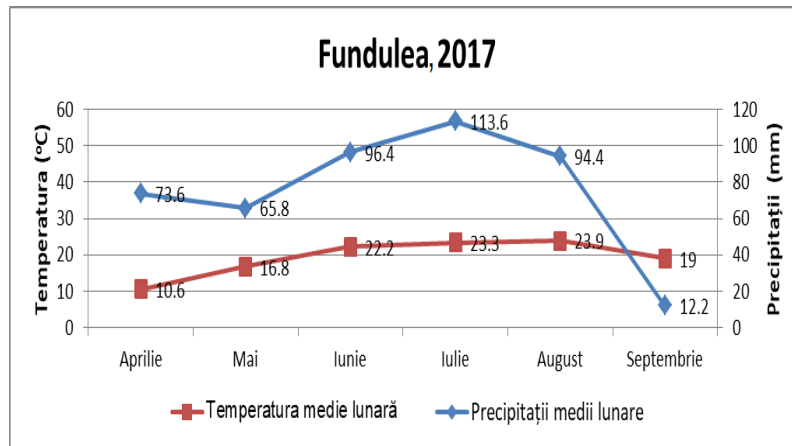
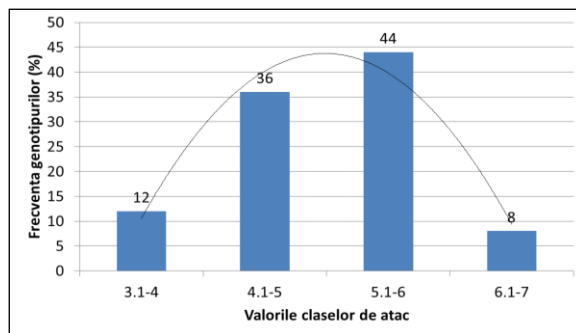


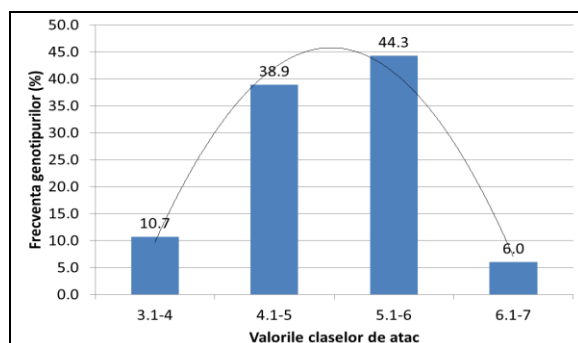
Figura 16 – Condiții climatice. Fundulea, 2017
(Climate conditions. Fundulea, 2017)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	12	S
4,1-5	36	MR
5,1-6	44	MR
6,1-7	8	R

Figura 17 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de concurs, 60 de hibrizi. Fundulea, 2017

(Distribution of attack class values for 60 hybrids in yield trials. Fundulea, 2017)



Valoarea claselor	FRCV %	CLS
3,1-4	10,7	S
4,1-5	38,9	MR
5,1-6	44,3	MR
6,1-7	6	R

Figura 18 – Distribuția valorilor claselor de atac pentru culturile comparative de orientare, 120 de hibrizi. Fundulea, 2017
(Distribution of attack class values for 120 hybrids in orientation yield trials. Fundulea 2017)

Așa cum s-a exemplificat în figurile 17 și 18, analizând datele din tabelele 10, 11 și 12, se observă că numărul hibrizilor de porumb mai sensibili este mai mare. Prezența foarte pronunțată a genotipurilor cu calificativul MR și R arată diferența distinctă între genotipuri precum și o rezistență foarte bună la fuzarioza știuleților.

Tabelul 10

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii semitimpurii
FAO 300-400. Fundulea, 2017 (infestare artificială)**

(Weighted average for grades and resistance classes for semiearly corn hybrids FAO 300-400.
Fundulea, 2017 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2017	CC301	300-400	2	HSF4081-15	6,8	R
2017	CC301	300-400	2	HSF160-11	6,5	R
2017	CC301	300-400	2	Milcov	6,0	MR
2017	CC301	300-400	2	Oituz	6,0	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF571-15	5,8	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1191-14	5,7	MR
2017	CC301	300-400	2	P9911	5,7	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1154-14	5,5	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF225-13	5,5	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF961-13	5,3	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1128-14	5,2	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1096-13	5,0	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1121-14	5,0	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1158-14	4,9	MR
2017	CC301	300-400	2	P9357	4,8	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF3926-15	4,8	MR
2017	CC301	300-400	2	F376	4,6	MR
2017	CC301	300-400	2	DK4590	4,6	MR
2017	CC301	300-400	2	HSF1172-14	4,0	S
2017	CC301	300-400	2	P0216	3,1	S

Tabelul 11

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii semitardivi FAO 400-500.
Fundulea, 2017 (infestare artificială)**

(Weighted average for grades and resistance classes for semilate corn hybrids FAO 400-500.
Fundulea, 2017 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2017	CC401	400-500	2	HSF734-13	6,6	R
2017	CC401	400-500	2	HSF4070-15	6,5	R
2017	CC401	400-500	2	P0412	6,5	R
2017	CC401	400-500	2	HSF3709-15	6,0	MR
2017	CC401	400-500	2	F376	5,6	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF1127-15	5,5	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF580-15	5,5	MR

**Comportarea unor hibrizi de porumb la atacul patogenului *Fusarium* spp.
în condiții de infecție artificială la Fundulea, în perioada 2015-2017**

79

2017	CC401	400-500	2	HSF530-14	5,4	MR
2017	CC401	400-500	2	Iezer	5,4	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF1183-14	5,2	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF3753-15	5,0	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF573-15	5,0	MR
2017	CC401	400-500	2	DK5222	4,9	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF3937-15	4,9	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF1123-14	4,8	MR
2017	CC401	400-500	2	F423	4,1	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF880-13	4,1	MR
2017	CC401	400-500	2	HSF570-15	4,0	S
2017	CC401	400-500	2	P0216	3,7	S
2017	CC401	400-500	2	DK4590	3,5	S

Tabelul 12

**Media ponderată a notelor gradului de atac și clasa de rezistență la hibridii tardivi FAO >500.
Fundulea, 2017 (infestare artificială)**
(Weighted average for grades and resistance classes for late corn hybrids FAO >500.
Fundulea, 2017 - artificial infestation)

Anul	Cultura	Grupa FAO	Nr. de repetiții	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2017	CC501	>500	2	HSF259-14	6,0	MR
2017	CC501	>500	2	HSF151-14	5,9	MR
2017	CC501	>500	2	HSF489-14	5,5	MR
2017	CC501	>500	2	Iezer	5,4	MR
2017	CC501	>500	2	F423	5,3	MR
2017	CC501	>500	2	HSF3363-15	5,3	MR
2017	CC501	>500	2	HSF569-15	5,1	MR
2017	CC501	>500	2	F376	5,1	MR
2017	CC501	>500	2	HSF1191-13	5,0	MR
2017	CC501	>500	2	HSF576-15	4,8	MR
2017	CC501	>500	2	HSF516-14	4,8	MR
2017	CC501	>500	2	P0216	4,6	MR
2017	CC501	>500	2	HSF498-14	4,4	MR
2017	CC501	>500	2	DK4590	4,4	MR
2017	CC501	>500	2	HSF3525-15	4,2	MR
2017	CC501	>500	2	DK5222	4,0	S
2017	CC501	>500	2	HSF863-13	4,0	S
2017	CC501	>500	2	HSF1156-14	3,9	S
2017	CC501	>500	2	P0412	3,8	S
2017	CC501	>500	2	HSF141-14	3,7	S

Factorii F pentru genotipuri au fost semnificativi în toți anii și la ambele tipuri de status, exceptând anul 2017 la cultura comparativă de orientare (tabelul 13). Există diferențe semnificative între hibrizi privind rezistența lor la atacul de fuzarioză pe știulete.

Tabelul 13

Anova 2015-2017
(Variance analysis 2015-2017)

Anul	Status hibrid	Sursa variației	GL	SP	s ²	F Factor
2015	CC	Genotip	76	98,589	1,297	1,639*
		Eroare	76	60,162	0,792	
	CR	Genotip	266	318,915	1,199	1,507*
		Eroare	266	211,597	0,795	
2016	CC	Genotip	76	53,746	0,707	2,472**
		Eroare	76	21,746	0,286	
	CR	Genotip	247	376,355	1,524	2,778**
		Eroare	247	135,46	0,548	
2017	CC	Genotip	57	80,145	1,406	1,558*
		Eroare	57	51,447	0,903	
	CR	Genotip	114	128,97	1,131	1,449 ^{NS}
		Eroare	114	89,005	0,781	

p 0,05=1,47; p 0,01=1,74.

În tabelul 14 este prezentată evoluția hibrizilor de porumb în curs de înregistrare la I.S.T.I.S. pentru anii 2015-2017. Cu excepția hibrizilor HSF529-15 și HSF251-13, care au fost testați un singur an, hibrizii HSF1096-13, HSF734-13 și HSF880-13 au prezentat o rezistență constantă la atacul de fuzarioză pe știulete în toți anii în care au fost analizați.

Tabelul 14

Clasa de rezistență pentru hibrizii în curs de înregistrare la I.S.T.I.S.
(Resistance class for hybrids undergoing registration at SIVTR)

Anul	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2015	HSF1096-13(II)	5,1	MR
2016		5,0	MR
2017		5,0	MR
2015	HSF529-15(I)		
2016			
2017		5,2	MR
2015	HSF734-13(I)	7,7	FR
2016		6,5	R
2017		6,6	R
2015	HSF251-13(I)	5,7	MR
2016			
2017			
2015	HSF880-13(I)	7,4	FR
2016		6,1	R
2017		6,1	R

Comparând rezultatele din tabelele 14 și 15, se observă o diferență semnificativă la clasele de rezistență între hibrizii consacrați și de perspectivă, ceea ce arată un progres genetic pronunțat.

Tabelul 15

Clasa de rezistență pentru hibrizii consacrați. Fundulea, 2015-2017
(Resistance class for local hybrids)

Anul	Hibridul	Nota – media ponderată	Clasa de rezistență
2015	F376	5,9	MR
2016		5,4	MR
2017		5,1	MR
2015	Iezer	6,3	R
2016		5,4	MR
2017		5,3	MR
2015	Milcov	5,4	MR
2016		5,2	MR
2017		5,0	MR
2015	Oituz	6,0	MR
2016		6,0	MR
2017		5,3	MR
2015	F423		
2016		5,4	MR
2017		5,1	MR

CONCLUZII

- Un număr relativ mare de hibrizi de porumb testați, în perioada 2015-2017, în culturile comparative de concurs (CC) și de orientare (CR) s-au dovedit mediu rezistenți și rezistenți la atacul de *Fusarium* spp. (obiectiv constant de ameliorare).
- Deși condițiile climatice au fost foarte variate, hibrizii consacrați și cei în curs de înregistrare la I.S.T.I.S. au prezentat o rezistență constantă la atacul de fuzarioză pe știulete în toți anii în care au fost analizați.
- Testarea hibrizilor în verigile timpurii ale procesului de ameliorare (R1 și TC1) pentru o caracterizare timpurie a hibrizilor și folosirea acestei însușiri la codarea (adăugarea unui indicativ) noilor linii consangvinizate.
- Testarea în viitor a liniilor consangvinizate de porumb în vederea stabilirii relației dintre rezistența liniilor și cea a hibrizilor.
- Noii hibrizi în curs de înregistrare la I.S.T.I.S. reprezintă un progres ușor față de hibrizii comerciali aflați în cultură (nota medie cu 0,5 mai mare decât nota medie la hibrizii comerciali; ținta în cercetare s-a fixat la 6,5).

Tipul de hibrizi	Nota medie
Hibrizii comerciali	5,5
Hibrizii ISTIS	6,0
Ținta în cercetare	6,5

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BAICU, T., ȘESAN, T.E., 1996 – *Fitopatologie agricolă*. Editura Ceres, București, 615 p.
- BĂRBULESCU, A., BANIȚĂ, E., BELU, V., BOBĂRNAC, B., BRUDEA, V., BUNESCU, S., CAIA, D., CIURDĂRESCU, G., COMES, I., CRAICIU, D., CȘEP, N., ENICĂ, D., HATMAN, N., HULEA, A., IGNĂTESCU, I., ILIESCU, H., MATEIAȘ, M.C., MIHUȚ, E., MIHUȚ, D., MOTOI, D., MUNTEANU, I., MUSTEA, D., NAGY, E., PAULIAN, F., PETEANU, S., PEIU, M., PETCU, L., POPOV, C., ROMAȘCANU, O., ROȘCA, I., SĂPUNARU, T., STOICA, V., ȘANDRU, I., TĂNASE, V., TUȘA, C., ȚĂRCOMNICU, M., URSU, C., VERNESCU, I., VOINESCU, I., VOICU, M., 1982 – *Realizări privind protecția cerealelor și plantelor tehnice împotriva atacului principalelor boli și dăunători*. Analele ICCPT Fundulea, L - Volum Jubiliar: 349-362.
- BĂRBULESCU, A., POPOV, C., MATEIAȘ, M.C., 2002 – *Bolile și dăunătorii culturilor de câmp*. Editura Ceres, București, 279 p.
- BOBEȘ, I., 1983 – *Atlas de fitopatologie și protecția agroecosistemelor*. Editura Ceres, București, 696 p.
- CĂBULEA, I., ARDELEAN, P., FOCHE, I., MUNTEANU, I., 1977 – *Cercetări privind mecanismul genetic al îmbolnăvirii porumbului cu Fusarium*. Probleme de genetică teoretică și aplicată, IX: 135-152.
- CLEMENTS, M., KLEINSCHMIDT, C., MARAGOS, C., PATAKY, J., WHITE, D., 2003 – *Evaluation of inoculation techniques for Fusarium ear rot and fumonisin contamination of corn*. Plant Disease, volume 87: 147-153.
- CRAICIU, D., 1980 – *Cercetări preliminare privind virulența unor izolate de Fusarium graminearum Schw. F. C. G. Zeae ce produce frângerea tulpinilor porumbului*. Probleme de genetică teoretică și aplicată, XII, 4: 325-345.
- EUROPEAN UNION maximum limits for Fusarium toxins (deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins B1 and B2) in cereals and cereal-based products have been established by Commission Regulation No. 1126/2007.
- HOOKE, A.L., SAXENA, K.M.S., 1971 – *Genetics of diseases resistance in plant*. Ann. Rev. Genet., 5: 407-424.
- IACOB, VIORICA, 2003 – *Fitopatologie*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași: 49-61.
- IACOB, V., ULEA, E., PUIU, I., 1998 – *Fitopatologie agricolă*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași: 67-78.
- JINAHION, S., RUSSELL, W.A., 1969 – *Evaluation of recurrent selection for stalk-rot resistance in an open pollinated variety of maize*. Iowa J. Sci., 43: 229-237.
- MOOSE, S.P., 2004 – *Grain composition and productivity of maize hybrids derived the Illinois protein strains in response to variable nitrogen supply*. Crop Science, 9/1.
- MUREȘAN, T., ȘIPOS, G., PAULIAN, FL., MOGA, I., 1973 – *Cultura porumbului*. Editura Ceres, București.
- NAGY, E., 2004 – *Bolile porumbului*. În: Monografia porumbului, Editura Academiei Române, vol. I: 568-580;
- NAGY, E., HAȘ, V., KADAR, R., 2006 – *The influence of Fusarium ear infection on the maize yield and quality (Transylvania – Romania)*. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci., 71 (3 Pt.B): 1147-1150 (ISSN:1379-1176).
- POPOV, C., BĂRBULESCU, A., 2007 – *50 de ani de activitate științifică în domeniul protecției culturilor de câmp, împotriva bolilor și dăunătorilor*. Analele INCDA Fundulea, LXXV: 371-404.
- SARCA, Tr., ȚĂRCOMNICU, M., 1974 – *Aspecte genetice ale rezistenței porumbului la atacul ciupercii Fusarium moniliforme Sheld și Fusarium graminearum Schw.* Probleme de genetică teoretică și aplicată, VI: 21-35.

- VYN, T.J., TOLLENAR, M., 1998 – *Changes in chemical and physical quality parameters of maize grain during three decades of yield improvement*. Field Crops Research, 59(2): 135-140.
- WAYNE SMITH, C., BETRÁN, J., RUNGE, C.A., 2004 – *Corn - origin, history, tehnology*. Wiley John Wiley&Sons, Inc.: 669-700, (ISBN:0-471-41184-1).
- WWW.FAO.ORG/STATISTICS/EN/
- YAZAR, S., OMURTAG, Z.G., 2008 – *Fumonisin, trichothecenes and zearalenone in cereals*. Int. J. Mol. Sci., 9: 2062-2090 (ISSN 1422-0067).

Prezentată Comitetului de redacție la 16 iunie 2018