

EFFECTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA COMPORTĂRII UNOR HIBRIZI DE PORUMB OMOLOGAȚI, CREAȚI LA S.C.D.A. TURDA

EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON THE BEHAVIOR OF SOME RELEASED MAIZE HYBRIDS, CREATED AT ARDS TURDA

VOICHIȚA HAȘ¹, NICOLAE TRITEAN¹, ANA COPÂNDEAN¹,
CARMEN VANA¹, ANDREI VARGA¹, ROXANA CĂLUGĂR¹,
LOREDANA CECLAN¹, ALINA ȘIMON¹, FLORIN RUSSU¹

Abstract

The fluctuation of the environmental conditions, from the central part of Romania, was more obvious during the last years and led to higher variability of maize grain yields. This paper attempts to estimate the effects of climate change and of genetic progress, by analyzing the levels of grain yield, grain moisture at harvest, and resistance to stalk lodging of 35 maize older and recently released hybrids created at ARDS Turda, in experimental trials, during 2017-2020.

The yield achieved by studied maize hybrids was generally determined by the climatic conditions registered during growth and development stages. The highest yields being achieved in the years 2018 and 2020 (years with a better rainfall repartition during vegetation period and an optimum temperature for growth and development as well) and the lowest ones achieved in 2017 and 2019, considered as very droughty years. The tested maize hybrids differently reacted to the environmental conditions of the years 2017-2020.

Maize hybrids better adapted to the unfavorable environmental conditions were Turda 165, Turda Favorit, and Turda 332. Among the maize hybrids that stood out by their high adaptability to very different environmental conditions Turda 165, Turda 248, Turda 332. Maize hybrids Turda 165, Turda 248, Turda 332, Turda 335, Turda 344 achieved high grain yield in both favorable and unfavorable environmental conditions. The hybrids Turda 335 and Turda 332 obtained high yields in each year of the tested period.

The old hybrids Turda 200 and Turda 215, as well as the new hybrids Turda 332, Turda 248, Turda 2020 had better stability of grain yield being better adapted to unfavorable environmental conditions.

The hybrids created and released after 2000 were also highlighted by their genetic progress compared to the old hybrids, both in yield level and resistance to stalk lodging.

Cuvinte cheie: hibrizi de porumb, schimbări climatice, potențialul de producție, stabilitate a producției.

Keywords: maize hybrid, climate change, yield potential, yield stability.

¹S.C.D.A. Turda. E-mail: hasvoichita@yahoo.com

INTRODUCERE

Schimbările climatice, de la mijlocul secolului al XXI-lea, se prognozează că vor afecta în mod substanțial capacitatea de producție a principalelor culturi alimentare printre care și porumbul (Jones și Thornton, 2003; Tao și Zhang, 2010; Ruane și colab., 2013), deoarece cultura acestor plante depinde în principal de temperatură moderată, apă și lumina soarelui, în perioadele critice (Cristea, 2004; Chen și colab., 2013). Necesarul de apă s-ar putea să crească, în condițiile climatice viitoare, ca urmare a apariției tot mai frecvente a evenimentelor meteorologice extreme, cum ar fi perioadele de secetă severă, ceea ce are ca urmare consumul mărit de apă, în condițiile unui climat arid (Olesen și Bindu, 2002). Cultura porumbului, în condițiile unor schimbări climatice este agravată de necesarul crescut de apă și de apariția evenimentelor meteorologice extreme.

Pe baza rezultatelor înregistrate în Statele Unite (Kansas), Araya și colab. (2017) au ajuns la concluzia că producția de porumb va scădea în următorii ani, în medie cu 18-33%. Scurtarea perioadei de vegetație a porumbului (scăderea cu 9-18% a zilelor până la maturitate), din cauza temperaturilor ridicate, ar putea provoca scăderea producției. Autorii recomandă ca măsură tehnologică de reducere a influenței temperaturilor ridicate, semănatul mai timpuriu, considerând că în acest mod plantele ar folosi mai eficient rezerva de apă existentă în sol, din primele luni ale anului.

Wolf și Diepen (1995) analizând impactul schimbărilor climatice, emit ideea potrivit căreia prin continuarea creșterii temperaturilor, în viitor cultura porumbului pentru boabe se va putea extinde până la limita nordică a Uniunii Europene.

Baron și colab. (2003), Liu și colab. (2010), precum și Butts-Wilmsmeyer și colab. (2019), au ajuns la concluzia potrivit căreia încălzirea prognozată de $>34^{\circ}\text{C}$ și deficiența de apă, în perioada de înflorire a porumbului, reduce durata fenofazei de creștere vegetativă datorată senescentei frunzelor, influențând negativ capacitatea de producție, reducere care poate fi de până la 75%.

Climatul uscat și arșița, după fenofaza de umplere a boabelor, asigură condiții prielnice pentru creșterea ritmului de pierdere a apei din boabe, prin urmare se reduce perioada până la maturarea producției (Bona și Urechean, 2020), existând totuși riscul apariției fenomenului de șistăvire a boabelor (Haș, 2019). Wang și colab. (2014) au subliniat faptul că, precipitațiile ar reprezenta factorul climatic dominant, în realizarea producției la porumb. Toleranța hibrizilor de porumb va depinde de severitatea stresului de apă (Bona și Urechean, 2011).

Umiditatea, prea mare din prima parte a perioadei de vegetație a porumbului, însoțită de temperaturi scăzute are ca efect dezvoltarea deficitară a sistemului radicular și chiar putrezirea acestuia, la creșterea părții vegetative a plantelor și prelungirea perioadei de vegetație (Parry, 1990; Haș, 2019).

După Ni și colab. (2013), Lv și colab. (2015), Popescu și colab. (2021), hibrizii moderni de porumb sunt mai toleranți la schimbările climatice, mai ales prin caracterele de producție îmbunătățite în urma selecției acestor genotipuri în condiții de stres.

Prin urmare, trebuie acordată, în viitoarele programe de ameliorare a porumbului, o atenție sporită studiului asupra factorilor climatici, care limitează evoluția culturii de

porumb. Pentru crearea unor hibrizi de porumb caracterizați prin plasticitate și stabilitate, după V o i c a (2012), presiunea de selecție trebuie efectuată prin testarea timpurie a genotipurilor, în condiții de mediu foarte diferite. La selecția genotipurilor valoroase trebuie acordată o mare atenție alegerii punctelor de testare, deoarece efectuând selecția numai în condiții nefavorabile, se elimină materialul valoros sub aspectul producției, reținându-se doar cel cu adaptare mai bună, dar mai puțin productiv (V o i c a , 2012).

După părerea lui S ă u l e s c u (2015), prin schimbările climatice prognozate se vor crea condiții probabil mult mai severe. Prin urmare, ameliorarea va trebui să abordeze problema adaptării la condițiile de mediu, utilizând toate oportunitățile posibile, inclusiv: diversificarea germoplasmei, noi metode mai eficiente pentru testarea reacției la temperaturi ridicate și condițiile de secetă, ameliorarea rezistenței la boli și dăunători, care vor deveni mai frecvenți în condițiile schimbărilor climatice sau în anii cu condiții meteorologice extreme, dar și ameliorarea pentru acele caractere care pot ajuta la atenuarea efectelor schimbărilor climatice.

După C ă b u l e a (2004) și S a r c a (2004) numeroase caracteristici ale porumbului s-au confirmat a fi corelate cu rezistența genetică la secetă și arșiță. Cu valoare genetică de ameliorare (varianțe genetice aditive semnificative), respectiv caractere care ar putea constitui criterii pentru o selecție genetică, au fost atestate următoarele: decalajul mic între perioada înfloritului și apariția stigmatelor, numărul de știuleți la 100 de plante, numărul de boabe pe știulete, toleranța la desimea plantelor. Se concluzionează că, hibrizii moderni de porumb tolerează schimbările climatice în principal prin optimizarea constituției productivității plantelor.

Până în anul 2000, lucrările de creare a hibrizilor de porumb la S.C.D.A. Turda au vizat ca principal obiectiv, adaptarea genotipurilor la zonele cu climat termic limitat, care să valorifice cât mai complet atât resursele termice locale cât și intervalul dintre brume, respectiv apariția brumelor timpurii, uneori la începutul lunii septembrie, și a brumelor târzii, care se pot produce până la mijlocul lunii mai; respectiv hibrizi care să aparțină grupelor de maturitate FAO 200-300 (C ă b u l e a și G r e c u , 1982).

În zona Transilvaniei, după anul 2000, clima a înregistrat o tendință de încălzire și de distribuție deficitară a precipitațiilor, în cursul perioadei de vegetație a porumbului (lunile aprilie - septembrie), mai ales în perioadele critice de translocare a asimilatelor în boabe (fenofaza polenizare - umplerea boabelor). Schimbările climatice au influențat semnificativ capacitatea de producție a hibrizilor de porumb omologați cu câțiva ani în urmă, a căror selecție s-a efectuat în condițiile unui climat mai temperat. Aceste rezultate au avut ca urmare, schimbări ale obiectivelor de ameliorare și selecția unor genotipuri, caracterizate prin plasticitate față de schimbările climatice din zona de centru a țării (H a ș și colab., 2017).

După anul 2000, datorită schimbărilor climatice și mai ales răspândirea deficitară a precipitațiilor, toți acești factori au produs schimbări majore în obiectivele stabilite în crearea hibrizilor de porumb la S.C.D.A. Turda, cum ar fi: selecția hibrizilor cu un fenotip optimizat al plantei, mai rezistenți la secetă și pretabili pentru cultură la densități mari, poziția erectă sau semierectă a frunzelor, reducerea suprafeței foliare și a numărului de ramificații la panicul, plante stay-green la maturitatea fiziologică, selecția liniilor

consangvinizate prolifiche (2 știuleți/plantă) și/sau mai productive (număr mare de boabe/știulete).

În lucrarea de față, ne-am propus să evidențiem schimbările climatice din ultimii ani (2004-2020), efectul produs asupra comportării hibrizilor de porumb creați la S.C.D.A. Turda și omologați, pe parcursul mai multor ani de ameliorare și progresul genetic la nivelul producției de boabe, a perioadei de vegetație și a rezistenței plantelor la frângere și cădere, a acestor genotipuri.

MATERIAL ȘI METODE

Analiza schimbărilor climatice s-a efectuat pe o perioadă de 16 ani (2004-2020), din cursul perioadei de vegetație a porumbului (1 mai - 30 septembrie), respectiv din anul în care oscilațiile termice au depășit semnificativ normala multianuală pe 50 de ani. Datele meteo au fost furnizate de Stația Meteorologică - Turda (longitudine: 23°47'; latitudine 46°35'; altitudine 427 m).

Rezultatele experimentale se referă la comportarea a 35 de hibrizi de porumb (tabelul 1), în perioada 2017-2020, la Turda. Hibrizi luați în studiu sunt rezultatul activității de creație a Laboratorului de ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Turda, în perioada 1971-2021. Între hibrizii experimentați există și hibrizi rezultați din cooperarea cu Firma Nordsaat - Germania (5 hibrizi omologați), IF Porumbeni - Republica Moldova (2 hibrizi omologați), precum și un hibrid omologat în colaborare cu S.C.D.A. Podu Iloaiei. Din cei 35 de hibrizi, 18 au fost omologați înainte de anul 2000 (Căbulea și Grecu, 1982; Căbulea și colab., 1999), 17 au fost omologați în ultimii ani (Haș și colab., 2017).

Tabelul 1

Lista hibrizilor de porumb omologați, experimentați/pe grupe FAO, în trei sisteme, în perioada 2017-2020, la Turda

(List of experienced FAO group, three systems during 2017-2020 Turda)

Hibrizi extra-timpurii FAO >100-200			Hibrizi timpurii FAO >200-300			Hibrizi semi-timpurii FAO >300-380		
Hibridul	Tipul de hibrid	Anul omologării	Hibridul	Tipul de hibrid	Anul omologării	Hibridul	Tipul de hibrid	Anul omologării
HS 105	HS	1971	HD 211	HD	1975	Turda 215	HT	1976
HD 115	HD	1973	Turda 215	HT	1976	Turda 260	HS	1990
HS 105 A	HS*	1976	Turda 228	HT	1979	Saturn	HS	1994
Turda 200	HD	1976	Turda 100	HD	1979	Turda Favorit	HS	2001
Doina	HT	1994	Turda 213	HS	1984	Turda 201	HT	2001
Turda 200 Plus	HT	1996	Turda 199	HT	1984	Turda Star	HT	2005
Turda-SU 181	HS	2000	Turda 160	HS	1990	Turda 248	HS	2013
Turda-SU 182	HS	2000	Elan	HT	1992	Marius TD	HS	2013
Turda Mold-188	HT	2001	Turda Super	HT	1996	Turda 332	HS	2014
Turda 165	HT	2002	Turda-SU 210	HT	2000	Turda 344	HT	2017
Turda 145	HT	2004	Turda 165	HT	2002	Turda 335	HS	2021
			Turda 248	HS	2012	Turda 2020	HS	2021

HS = Hibrid simplu; HS* = Hibrid simplu modificat; HT = hibrid trilinear; HD = Hibrid dublu.

Experiențele au fost amplasate în câmpul de ameliorare a porumbului de la S.C.D.A. Turda, pe un sol cernoziomic caracteristic Câmpiei Transilvaniei, pe parcursul a patru ani (2017-2020).

Fertilizarea s-a făcut cu doze anuale de 100-140 kg/ha azot substanță activă și 80-100 kg/ha P₂O₅. Planta premergătoare a fost grâu de toamnă, ca plantă uniformizatoare, în toți cei patru ani de experimentare. Experimentele au fost amplasate în blocuri randomizate, cu trei repetiții. Fiecare parcelă a fost constituită din 2 rânduri, cu o suprafață de 7 metri²/parcelă. Desimea de semănat a fost de 70.000 plante/hectar (plante recoltabile).

Au fost analizate, producția de boabe și unele elemente care influențează producția, cum ar fi umiditatea boabelor la recoltare, sensibilitatea plantelor la frângere și cădere la recoltare, precum și sensibilitatea la *Ostrinia nubilalis*.

S-au efectuat următoarele măsurători și determinări:

- producția medie de boabe cu 15,5% umiditate, exprimată în kg/ha și diferența (±) față de media experienței;
- analiza varianței pentru producție, umiditatea la recoltare și sensibilitatea plantelor la frângere și cădere la recoltare (în cazul procentelor de plante frânte sub știulete, prelucrarea datelor s-a efectuat după transformarea procentelor în arc sin $\sqrt{\text{procent}}$);
- umiditatea boabelor la recoltare s-a efectuat cu umidometrul - Granomat PFEUFFER GmbH;
- procentul de plante frânte și căzute a fost determinat înainte de recoltare;
- indicele relativ de selecție s-a calculat cu formula elaborată după H a ș și colab. (1987):

$$Is/\text{hibrid} = X_1 \times (100 - X_2) \times (100 - X_3)$$

unde: X₁ = producția de boabe în kg/ha (U=15,5%); X₂ = procentul de umiditate a boabelor la recoltare; X₃ = procentul de plante frânte sub știulete la recoltare.

- în cazul calculului indicelui relativ de selecție se raportează Is/hibrid la Is/media experienței pe baza aceluiași elemente ale mediei experienței sau ale unui anumit martor Is/martor:

$$Isr = Is/\text{hibrid}/Is/\text{media exp.}$$

sau

$$Isr = Is/\text{hibrid}/Is/\text{martor}$$

- frecvența plantelor atacate de dăunătorul *Ostrinia nubilalis* s-a determinat prin numărarea plantelor atacate și raportarea la totalul plantelor recoltabile (I v a ș și colab., 2013).

Prelucrarea datelor experimentale s-a făcut după metodele statistice adecvate (Săulescu și Săulescu, 1967; Finlay și Wilkinson, 1963).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Caracteristicile climatice, în perioada 2004-2020, în cursul perioadei de vegetație a porumbului (1 mai - 30 septembrie)

În perioada 2004-2020 condițiile climatice au fost foarte diferite de la un an la altul. În cursul perioadei de vegetație a porumbului, se observă în figura 1 creșterea semnificativă a temperaturii medii utile ($\geq 10^{\circ}\text{C}$), începând cu anul 2007. În ultimele două decenii, suma temperaturilor utile a depășit suma temperaturilor multianuale, respectiv a crescut numărul zilelor cu temperaturi $\geq 10^{\circ}\text{C}$, precum și cantitatea precipitațiilor, în timp ce orele de strălucire a soarelui au scăzut.

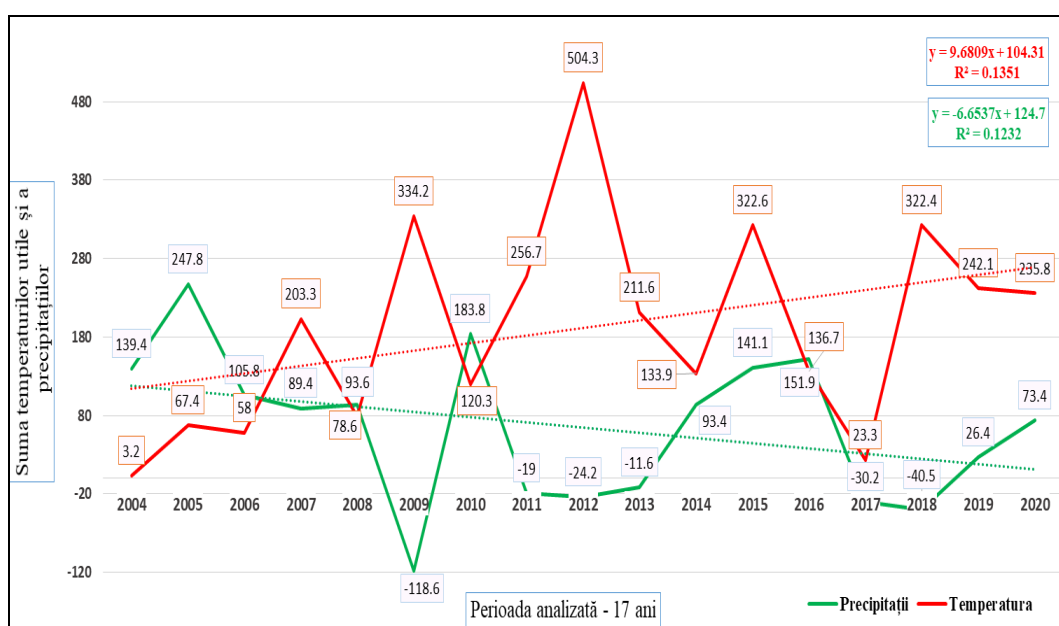


Figura 1 – Abaterile de la normala multianuală (50-60 ani) pentru temperaturile active ($t_a \geq 10^{\circ}\text{C}$) și cantitatea precipitațiilor totale, din perioada de vegetație a porumbului (aprilie - septembrie) (2004-2020) [The deviations from the multiannual average of active temperatures ($t_a \geq 10^{\circ}\text{C}$) and the rainfall amount summed during maize growing season (April - September) 2004-2020]

Abaterile de la suma anuală a temperaturilor active, precum și a cantităților totale de precipitații, comparativ cu media multianuală (pe 50 ani, respectiv 60 de ani) (figura 1) a fost calculată pentru perioada de vegetație a porumbului. Analiza ecuației liniei de regresie evidențiază natura deosebit de oscilantă a climatului anual și chiar multianual, în special prin tendința de creștere a sumei temperaturilor active ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) de la $1116^{\circ}\text{C}/50$ ani la $1134^{\circ}\text{C}/60$ de ani (o creștere de $18,3^{\circ}\text{C}/10$ ani) cu abateri semnificative de la linia de regresie, la fiecare trei ani (2009, 2012, 2015, 2018) (figura 1).

Pe baza studiilor făcute de Căbulea și Grecu (1982) asupra cerințelor termice ale hibridilor de porumb, în zona Transilvaniei, necesarul acestora ar fi după cum urmează: la hibridii extra-timpurii (FAO <100) ar fi de: $<1000 \sum^{\circ}\text{Cta}$; al hibridilor

timpurii (FAO >100-200) ar fi de: 1000-1100 $\Sigma^{\circ}\text{Cta}$, iar în cazul hibrizilor semi-timpurii (FAO 200-300) aceștia ar avea nevoie pentru maturare de: >1100 $\Sigma^{\circ}\text{Cta}$. Având în vedere suma temperaturilor utile realizate în ultimii ani ($\Sigma^{\circ}\text{Ctu} = 1134/60$ ani), s-ar putea recomanda orientarea în crearea hibrizilor de porumb la S.C.D.A. Turda, spre selecția genotipurilor din grupele FAO >300, prin urmare a hibrizilor semi-timpurii, la care de fapt s-a realizat cea mai mare valoare a progresului genetic pentru producția/ha/an (tabelul 9).

Suma cantității totale a precipitațiilor, din perioada aprilie - septembrie, înregistrate în ultimele două decenii, au prezentat o ușoară tendință de depășire a mediei multianuale de 10 mm, de la 366 mm/50 ani, la 376 mm/60 ani (figura 1). De remarcat, distribuția deficitară a precipitațiilor, în fenofazele critice pentru dezvoltarea porumbului, din lunile iunie și iulie, în anii în care s-au remarcat și abateri substanțiale ale temperaturilor active în lunile respective (tabelul 2a).

Orele de strălucire a soarelui, în perioada 2004-2020, au scăzut cu deosebire în fenofazele critice ale dezvoltării vegetative a porumbului, din lunile mai, iunie și iulie (figura 2). Din analiza ecuației de regresie se observă valoarea semnificativă a reducerii orelor de strălucire a soarelui cu 23,3 ore/an. Cele mai accentuate momente de reducere a orelor de strălucire a soarelui s-au înregistrat în anii: 2010 s-au înregistrat 648 ore comparative cu 873 ore/2009; în anul 2014 s-au înregistrat 660 ore comparativ cu 870 ore/2012, iar în anul 2020 s-au înregistrat 448 ore comparativ cu 605 ore/2019.

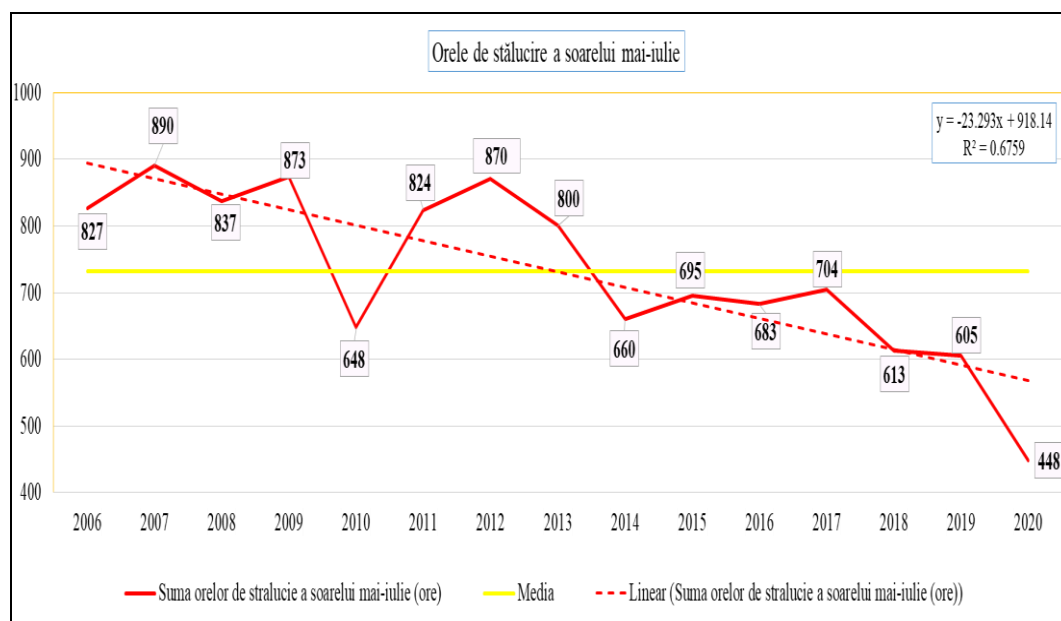


Figura 2 – Oscilațiile numărului de ore de strălucire a soarelui, în cursul fenofazelor critice ale dezvoltării vegetative a porumbului, din lunile mai, iunie și iulie, 2004-2020
[Evolution of deviations from the multiannual average of the number of hours of sunlight over maize growing season (May - July), during 2004-2020]

Reducerea orelor de strălucire a soarelui în prima parte a perioadei de vegetație a porumbului, din lunile mai, iunie și iulie, de la 605 ore în 2019 la 448 ore în 2020, a influențat negativ dezvoltarea plantelor abia răsărite. Ritmul de dezvoltare al plantelor a fost foarte scăzut, la fel și asimilația clorofiliană, plantele având aspectul celor crescute în seră. Trebuie menționat faptul că, în perioada de vegetație a plantelor, cuprinsă între faza de 8-10 frunze și stadiul de apariție a paniculului, plantele sunt **deosebit de sensibile la insuficiența luminii solare** (Cristea, 2004; Haș, 2019). Această fenofază corespunde dezvoltării organelor de captare a luminii solare, a apei și a elementelor minerale, respectiv a aparatului foliar și radicular, precum și al formării inflorescențelor masculine (paniculul) și femele (știuletele). Ritmul de dezvoltare a frunzelor este în mare măsură influențat de temperatură și fotoperioadă (orele de strălucire ale soarelui).

Schimbările climatice au prezentat o variabilitate destul de mare în perioada celor patru ani de experimentare 2017-2020, datorită trecerilor de la seceta pronunțată în fenofaza critică din luna iulie (2019), la exces de umiditate în anul 2020 și cea mai redusă durată de strălucire a soarelui, ceea ce a avut efecte semnificative asupra comportării hibridului luați în studiu (tabelul 2a și tabelul 2b). Suma precipitațiilor înregistrate în perioada de creștere vegetativă a porumbului, a depășit în general, media multianuală (327,6 mm) cu excepția precipitațiilor din luna august, în timp ce temperaturile active au depășit media/60 ani în toate fenofazele, cu limite cuprinse între 0,4°C în luna mai și 2,8°C în luna august, ceea ce sugerează faptul că precipitațiile scăzute din luna august, în condițiile unor temperaturi care au depășit normala multianuală, au determinat o maturare forțată a plantelor, în anii 2017 și 2018.

Temperaturile medii lunare din anii de experimentare, au fost mai ridicate comparativ cu media multianuală, în fenofazele de dezvoltare vegetativă a porumbului, făcând excepție perioada semănat și răsărire din luna mai (anii 2019, 2020), datele reflectând tendința generală de încălzire, din perioada de experimentare.

Luna mai a anului 2019, se diferențiază de ceilalți trei ani prin mai multe momente total nefavorabile pentru prima parte a perioadei de vegetație a culturii porumbului. Cantitatea de precipitații de 152,4 mm a depășit cu 83,7 mm, respectiv dublul cantității normale pe 60 ani (68,7 mm), în condițiile unui climat răcoros, temperatura medie a lunii mai a fost de numai 13,6°C, sub normala lunii cu -1,4°C (15,0°C).

Temperatura scăzută și umiditatea mare a solului au avut efecte negative asupra dezvoltării rădăcinilor precum și aderența adecvată a rădăcinilor tinere. La unele genotipuri s-a observat faptul că rădăcinile nu numai că nu s-au dezvoltat, dar a apărut fenomenul de putrezire a acestora. Un alt factor stresant apărut în anul 2019 a fost trecerea de la excesul de umiditate și temperaturile scăzute din luna mai, la temperaturi ridicate și secetă în lunile iunie și iulie.

Anul 2020 s-a caracterizat ca fiind un an cu cantități de precipitații care au depășit media lunii iunie față de media pe 60 ani (84,8 mm) cu 81,8 mm și cu temperaturi moderate, sugerând condiții climatice favorabile pentru cultura porumbului (tabelul 2a). La excesul de umiditate din luna iunie s-a adăugat și cea mai scurtă durată de strălucire a soarelui comparativ cu ceilalți ani, care s-a manifestat pe toată perioada vegetativă a porumbului (de la răsăritul plantelor până la momentul polenizării), ceea ce a avut ca

efect, ritmul scăzut de dezvoltare al plantulelor, precum și asimilația clorofiliană deficitară, plantele având la începutul lunii iunie 2020, aspectul celor crescute în seră.

Tabelul 2a

**Suma temperaturilor active ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) și a cantității totale a precipitațiilor la Turda/
fenofaze de dezvoltare vegetativă a porumbului, 2017-2020**
[The sum of active temperatures ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) and the total amount of rainfall in Turda/
phenophases of vegetative growth of maize, 2017-2020]

Ani/ Fenofază	Semănat - răsărit (V)		Răsărit - creștere vegetative (VI)		Inflorit - polenizare umplerea boabelor (VII)		Umplerea boabelor - maturarea boabelor (VIII)	
	Media tu ($>10^{\circ}\text{C}$)	(mm)	Media tu ($>10^{\circ}\text{C}$)	(mm)	Media tu ($>10^{\circ}\text{C}$)	(mm)	Media tu ($>10^{\circ}\text{C}$)	(mm)
2017	5,7	65,4	10,7	30,6	10,3	110,2	12,3	36,1
2018	8,7	56,8	9,4	98,3	10,4	85,7	12,3	38,2
2019	3,6	152,4	11,8	68,8	10,4	35,0	12,1	63,8
2020	3,7	44,4	9,1	166,6	10,2	86,8	11,5	58,0
Media/4 ani	5,4	79,8	10,3	88,7	10,3	79,4	12,1	49,0
Media multianuală (60 ani)	5,0	68,7	7,9	84,8	9,7	77,1	9,3	56,6
Abatere (\pm)	+0.4	+11.1	+2.4	+6.3	+0.6	+2.3	+2.8	-7.6

Tabelul 2b

Durata de strălucire a soarelui/fenofaze de dezvoltare vegetativă a porumbului, 2017-2020
(Number of hours of sunshine/phenophases of vegetative growth in maize, 2017-2020)

Ani/ Fenofază	Semănat - răsărit (V) (\pm /medie)	Răsărit - creștere vegetative (VI) (\pm /medie)	Inflorit - polenizare umplerea boabelor (VII) (\pm /medie)	Umplerea boabelor - maturarea boabelor (VIII) (\pm /medie)	Media
2017	194 (+7)	264 (+42)	256 (+44)	258 (+3)	245 (+24)
2018	250 (+63)	186 (-36)	177 (-35)	247 (-8)	215 (-4)
2019	131 (-56)	268 (+46)	206 (-6)	256 (+1)	215 (-4)
2020	173 (-14)	168 (-54)	207 (-5)	257 (+2)	201 (-18)
Media	187	222	212	255	219

Condițiile climatice înregistrate în cei patru ani de experimentare (2017-2020) au avut efecte marcante asupra principalelor caractere și însușiri care au determinat nivelul producțiilor, genotipurile studiate comportându-se diferit în funcție de constituția lor genetică (tabelul 2a și tabelul 2b).

Producțiile obținute în cei patru ani, de genotipurile de porumb au fost determinate, în general, de cantitatea de precipitații și temperaturile din perioada de înflorit - polenizare

și umplerea boabelor, dar și de reacția plantelor la temperaturile scăzute din prima parte a perioadei de vegetație, în special din luna mai (2019, 2020).

Cercetări asupra reacției hibrizilor de porumb la atacul de *Ostrinia nubilalis*, în condițiile climatice de la S.C.D.A. Turda

În ultimii ani, în zona centrală și de vest, dar și în zona de sud a țării s-a semnalat o creștere semnificativă a frecvenței atacului de *O. nubilalis* (H o r h o c e a și colab., 2020). În figura 3, se observă frecvența oscilantă a atacului acestui dăunător la hibrizii creați la S.C.D.A. Turda. Din prezentarea datelor pe 18 ani, se poate observa că între anii 2002-2004 frecvența atacului a fost foarte redusă, de numai 2-17%, datorită temperaturilor mai reduse, sub media multianuală, iar între anii 2018-2020 (23-33%) a scăzut frecvența dăunării datorită ploilor consistente, din perioada de creștere vegetativă a porumbului (H a ș și colab. 2016; H a ș , 2019). Începând cu anul 2005, frecvența plantelor atacate a crescut depășind 70%. Dintre hibrizii care s-au remarcat ca fiind toleranți la atacul de *O. nubilalis* menționăm Turda 201, Turda Star, Turda 145, Turda 335.

Obiectivul privind ameliorarea rezistenței porumbului la *Ostrinia nubilalis*, rămâne în programul de ameliorare a hibrizilor timpurii, chiar dacă de peste 40 de ani se lucrează la selecția genotipurilor rezistente/tolerante la acest dăunător. După cum reiese și din figura 3, condițiile de mediu sunt cele care au o pondere mare, în reproducerea sfredelitorului porumbului.

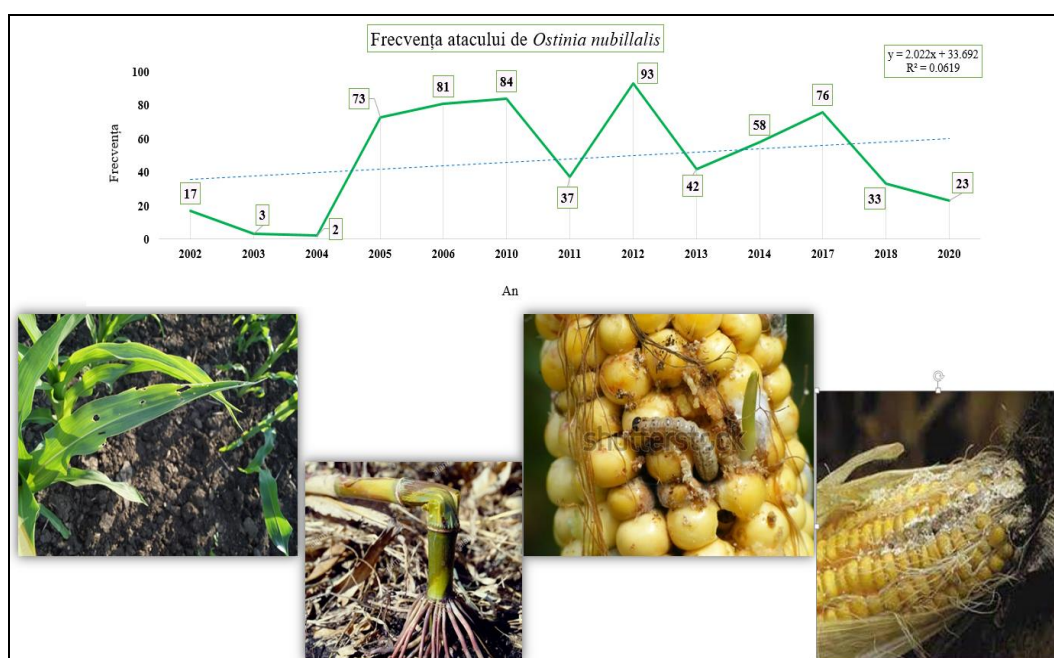


Figura 3 – Frecvența atacului de *Ostrinia nubilalis*, în condițiile climatice de la SCDA Turda, pe parcursul anilor 2002-2020
(Frequency of *Ostrinia nubilalis* attack, in climatic conditions from ARDS Turda, during the years 2002-2020)

Relația dintre caracteristicile anilor experimentali și hibridii de porumb omologați

Deoarece nu se pot face recomandări privind alegerea hibrizilor pentru fiecare an în parte, s-a impus analiza comportării medii a hibrizilor în anii de testare. Cu cât anii de experimentare au fost mai diferiți din punct de vedere climatic, cu atât se consideră mai utilă și recomandată analiza sintetică a rezultatelor, pentru a pune în evidență efectele semnificative atât pentru influența condițiilor de mediu corespunzătoare anilor respectivi asupra comportării hibrizilor, cât și interacțiunea genotip x mediu.

În tabelele 3, 4 și 5 sunt prezentate analizele varianțelor producțiilor de boabe și a factorilor care au influențat realizarea producției, pentru cele trei serii de experiențe, în relație cu grupele FAO ale hibrizilor luați în studiu, pe o perioadă de patru ani (2017-2020) la S.C.D.A. Turda.

În tabelul 3 se observă că anii, hibridii și interacțiunile dintre ani și hibrizi, au determinat variații foarte semnificative, ale însușirilor studiate. Factorul an a prezentat ponderea cea mai mare pentru două din cele trei caractere luate în analiză, la ambele grupe FAO de hibrizi: la producție (54%, respectiv 78%), la umiditatea boabelor (86%, respectiv 59%). Capacitatea de producție, cât și umiditatea boabelor la recoltare, a celor 11 hibrizi extra-timpurii și respectiv 12 hibrizi timpurii au fost semnificativ diferite.

Interacțiunea hibrizilor atât extra-timpurii cât și timpurii cu anii, dovedește că nivelele producției cât și ale umidității boabelor au fost semnificativ influențate de condițiile specifice ale celor patru ani de experimentare. În cazul sensibilității la frângere a plantelor sub știulete, acesta fiind un caracter cu determinism cantitativ (Sarca, 2004), la ponderea factorului au contribuit atât anii (37%; 41%), genotipul (32%; 25%) precum și interacțiunea A x G (11%; 10%). Majeste (1993) citat de Sarca (2004) și Voica (2012), consideră că la trierea hibrizilor rezistenți la frângere, este mai adecvată folosirea unei metode de estimare a rezistenței la frângere în parcelele destinate determinării producției, care ar putea asigura selecția simultană pentru capacitatea de producție și tulpini rezistente. Această strategie, permite o alegere judicioasă a hibrizilor performanți, iar prin ei, și a formelor parentale componente cu o capacitate ridicată de a transmite aceste însușiri.

Tabelul 3

Analiza ANOVA (valorile factorului F și semnificațiile) pentru producție și factori care au influențat realizarea producției, la hibridii de porumb extra-timpurii, în experimentele de la Turda, în perioada 2017-2020

(Analysis of variance for grain yield, and factors that influenced the achievement of yield data, to extra early maize hybrids, in the field trials at Turda, during 2017-2020)

Caracterul	Producția de boabe (kg/ha) (U=15,5%)				Umiditatea boabelor la recoltare (%)			Plante frânte sub știulete la recoltare (%)		
	GL	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)
An (A)	3	47984220	402,44**	54	189,67	224,12**	86	1788,11	8,53**	37
Hibrid (H)	10	5683348	12,10**	22	3,11	9,66**	5	457,14	13,10**	32
A x H	30	914546	1,95**	10	1,10	3,42**	4	53,63	1,54	11
Eroarea A	6	119232	-	0,003	0,85	-	1	19,97	-	1
Eroarea H	80	469674	-	14	0,32	-	4	1788,11	-	19

Tabelul 4

Analiza ANOVA (valorile factorului F și semnificațiile) pentru producție și factori care influențează realizarea producției, la hibridii de porumb timpurii, în experimentele de la Turda, în perioada 2017-2020
(Analysis of variance for grain yield, and factors that influence the achievement of yield data, to early maize hybrids, in the field trials at Turda, during 2017-2020)

Caracterul	Producția de boabe (kg/ha) (U=15,5%)				Umiditatea boabelor la recoltare (%)			Plante frânte sub știulete la recoltare (%)		
	Sursa de variație	GL	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.
An (A)	3	56766140	79,86**	78	127,87	218,70**	59	2343,19	77,22**	41
Hibrid (H)	11	7757494	14,80**	24	16,74	37,78**	28	369,60	8,27**	25
A x H	33	1517474	2,89**	14	1,15	2,60**	6	53,16	1,19	10
Eroarea A	6	710840	-	1	0,58	-	1	30,35	-	1
Eroarea H	88	524284	-	13	0,44	-	6	44,71	-	23

Până în anul 2000, crearea hibridilor semi-timpurii (FAO 310-380) a reprezentat cca. 15% din ponderea activității de ameliorare a porumbului, de la S.C.D.A. Turda. Această grupă de hibridi a început să crească ca pondere, ca urmare a schimbărilor climatice, prin creșterea sumei temperaturilor utile, înregistrate în cursul perioadei de vegetație a porumbului, ajungând să reprezinte în anul 2021, cca. 95% din activitatea de ameliorare și 75% din hibridii omologați corespunzător acestei grupe.

În tabelul 5, din analiza varianțelor asupra producției de boabe la hibridii semi-timpurii, se remarcă ponderea aproape egală a influenței anilor de experimentare (31%) cu cea a hibridizilor (41%). Se poate concluziona faptul că, hibridii din grupele FAO >300 au fost mai puțin influențați de schimbările climatice ale celor patru ani de testare, fapt remarcat și de autorii Niș și colab. (2013), Lv și colab. (2015), Popescu și colab. (2021), care au subliniat că hibridii moderni de porumb tolerează schimbările climatice mai ales prin caracterele de producție optimizate (ameliorate) în urma selecției acestor genotipuri, în condiții de stres. Umiditatea boabelor la recoltare a fost cea mai mult influențată de condițiile anilor (83%), comparativ cu sensibilitatea la frângere a plantelor, care a fost afectată cu o pondere de 39%.

Tabelul 5

Analiza ANOVA (valorile factorului F și semnificațiile) pentru producție și factori care influențează realizarea producției, la hibridii de porumb semi-timpurii, în experimentele la Turda, în perioada 2017-2020
(Analysis of variance for grain yield, and factors that influence the achievement of yield data, to semi-early maize hybrids, in the field trials at Turda, during 2017-2020)

Caracterul	Producția de boabe (kg/ha) (U=15,5%)				Umiditatea boabelor la recoltare (%)			Plante frânte sub știulete la recoltare (%)		
	Sursa de variație	GL	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.	Ponderea factorului (%)	Varianța (s ²)	Proba F Semnif.
An (A)	3	39541760	36,29**	31	211,02	248,28**	83	1248,98	72,55**	39
Hibrid (H)	11	15411070	20,55**	41	3,87	6,47**	5	184,29	7,06**	20
A x H	33	1208469	1,61*	1	1,31	2,20**	5	57,63	2,01**	18
Eroarea A	6	1089670	-	1	0,85	-	1	17,22	-	1
Eroarea H	88	749866	-	16	0,60	-	6	26,11	-	22

Performanțele hibrizilor de porumb omologați și performanțele genetice realizate

Ca urmare a fluctuațiilor factorilor de mediu, în special a precipitațiilor și a temperaturilor ridicate din lunile iunie și iulie, s-a observat o mare variabilitate a producției de la un an la altul, la toate cele trei serii de hibrizi (tabelele 7, 8, 9). În tabelul 6, se poate observa variabilitatea, în general, a producțiilor de boabe în relație cu grupa FAO a hibrizilor, pentru seria de experiențe de patru ani (2017-2020). În anul 2018, s-au întrunit condițiile cele mai favorabile, pentru toate cele trei grupe FAO, de a realiza producții superioare. Hibrizii semi-timpurii au realizat producțiile superioare comparativ cu media/ani a hibrizilor din celelalte două grupe FAO.

Tabelul 6

**Variabilitatea producției de boabe a hibrizilor din cele trei grupe FAO,
în relație cu anul de experimentare**

(Variability of grain yield of hybrids from the three FAO groups,
in relation to the experimental years)

Nr. crt.	Grupa FAO/Ani	Producția de boabe (kg/ha)				Media
		2017	2018	2019	2020	
1	FAO >100 - 200	7443	9375	7288	6522	8407
2	FAO 210 - 300	7294	9915	7835	9444	8622
3	FAO > 300	8769	11225	9653	10567	10053
Media		7835	10172	8259	8844	9027

O reflectare a eficienței lucrărilor de ameliorare, corespunzătoare etapei, o constituie evaluarea progresului genetic corespunzător genotipurilor create după anul 2000, comparativ cu genotipurile precedente (figura 4).

Studiul hibrizilor extratimpurii (FAO >100-200). Din analiza datelor din tabelul 7 rezultă că în perioada 2017-2020, progrese semnificative s-au realizat la hibrizii extra-timpurii omologați după anul 2000, simultan pentru cele trei caracteristici principale (producția de boabe, precocitatea și rezistența tulpinilor). Hibrizii extra-timpurii omologați cu mai mulți ani în urmă, au realizat producții inferioare cu cca. 900 kg/ha comparativ cu hibrizii creați mai recent. Din grupul acestor hibrizi vechi, hibridul Turda 200 rămâne în continuare hibridul solicitat de micii fermieri din zona de centru a țării, chiar și după 45 de ani de la omologare, hibridul remarcându-se prin plasticitatea deosebită față de condițiile de cultură. Acest hibrid se remarcă și prin rezistența bună la frângere (10,6%), precum și prin nivelul ridicat al indicelui relativ de selecție (111%).

Hibrizii extra-timpurii omologați după anul 2000, au realizat în general producții semnificativ superioare celor creați în anii '70-'90 (8898 kg/ha față de 7998 kg/ha), îndeosebi în anii 2019 și 2020. Cei mai productivi hibrizi, remarcați prin media pe cei patru ani, s-au dovedit a fi Turda 145 (9379 kg/ha) și Turda-SU 182 (9266 kg/ha). Hibrizii creați mai recent s-au remarcat și prin rezistența mai bună a plantelor la frângere (13,2%). Cu nivele mai performante ale indicilor relativi de selecție s-au remarcat hibrizii: Turda-SU 182 (122%), Turda 145 (116%) și Turda 165 (110%).

Calculul coeficientului de regresie (b) asupra progresului genetic sugerează faptul că producția medie a noilor creații de hibrizi extratimpurii (figura 4), a crescut cu o rată de 171 kg/ha/an, iar procentului de plante frânte sub știulete s-a redus cu 2,2%, deși temperatura medie din perioadele critice de creștere a porumbului au crescut.

Studiul hibrizilor timpurii (FAO 210-300)

Crearea hibrizilor de porumb timpurii, a reprezentat până în anul 2000, ponderea majoră a activității de ameliorare a porumbului, de la S.C.D.A. Turda. După anul 2000, odată cu schimbările climatice care au avut loc în zonă, prin creșterea sumei temperaturilor active, în perioada de vegetație a porumbului (figura 1), ponderea hibrizilor timpurii a scăzut de la 50% la 30%. Această grupă de hibrizi s-a cultivat mai ales în zonele favorabile culturii porumbului din Transilvania, Moldova și, în general, a dealurilor din sudul și vestul țării.

Tabelul 7

Producțiile hibrizilor de porumb extra-timpurii, experimentați la Turda, în perioada 2017-2020

(Yield of maize very early hybrids tested at Turda, during 2017-2020)

Nr. crt.	Hibridul	2017	2018	2019	2020	Media	Media la recoltare		Indicele relativ de selecție (%/medie)
							Umiditatea boabelor (%)	Plante frânte sub știulete (%)	
1	HS 105	6172	9106	7427	8339	7761	16,2	29,5	78
2	HD 115	6448	8338	6737	8284	7452	15,0	35,1	70
3	HS 105A	6730	9013	5668	8267	7419	15,2	26,6	79
4	Turda 200	7228	9821	7658	9964	8668	16,2	10,6	111
5	Doina	8521	9623	6592	9843	8645	15,4	19,8	100
6	Turda 200 Plus	7694	8719	6550	9203	8042	15,9	11,3	103
Media (1-6)		7132	9103	6772	8983	7998	15,7	22,2	-
Hibrizi omologați după anul 2000									
7	Turda-SU 181	6983	7923	7837	9832	8144	15,6	12,3	103
8	Turda-SU 182	7814	10432	8180	10639	9266	15,5	9,1	122
9	Turda Mold-188	8120	9248	7273	10278	8730	14,5	15,1	108
10	Turda 165	7842	10171	8212	9657	8971	15,7	14,7	110
11	Turda 145	8316	10733	8034	10431	9379	15,2	14,9	116
Media (7-11)		7815	9701	7907	10167	8898	15,3	13,2	-
Media (7-11) - (1-6)		683	598	1135*	1184*	900**			
Media/an		7443	9375	7288	9522	8407	15,5	18,1	-
DL 5%				1081		557	0,5	4,8	-
DL 1%				1440		739	0,6	6,4	-
DL 0,1%				1876		954	0,8	8,2	-
b (rata/an a progresului genetic)						171	0,02	-2,2	-

Producția de boabe, atât a hibrizilor foarte timpurii cât și timpurii, a fost influențată negativ de schimbările climatice, mai ales de temperaturile ridicate din perioadele critice de dezvoltare a porumbului, respectiv din fenofaza de polenizare și umplere a boabelor (iulie și august).

Producția medie pe cei patru ani de experimentare a hibrizilor timpurii a fost de 8622 kg/ha, iar producția hibrizilor omologați între 2000-2012 fiind semnificativ mai mare, cu 629 kg/ha față de hibridii vechi (tabelul 8). Cel mai recent omologat dintre hibridii timpurii, hibridul Turda 248, a realizat cea mai ridicată producție medie de 10649 kg/ha, depășind foarte semnificativ media hibrizilor, fiind cel mai rezistent la frângerea plantelor și în același timp, cumulând cel mai ridicat nivel al indicelui relativ de selecție, de 136%.

Dintre hibridii aflați în cultură de mai mulți ani, Turda 165 (omologat în anul 2002), s-a remarcat prin producția superioară, precocitate, rezistență la frângere și prin valoarea indicelui relativ de selecție de 113%. În ce privește grupa hibrizilor timpurii, progresele realizate în privința sporului producției de boabe, a fost de numai 215 kg/ha superior mediei hibrizilor extra-timpurii. Rata anuală a progresului genetic la hibridii timpurii (figura 4), subliniază un spor de 116 kg/ha/an pentru producția de boabe și o scădere a procentului de plante frânte sub știulete de 1,6%.

Tabelul 8

Producțiile hibrizilor de porumb timpurii, experimentați la Turda, în perioada 2017-2020
(Yield of maize early hybrids tested at Turda, during 2017-2020)

Nr. crt.	Hibridul	2017	2018	2019	2020	Media	Media la recoltare		Indicele relativ de selecție (%/medie)
							Umiditatea boabelor (%)	Plante frânte sub știulete (%)	
1	HD 211	7182	10382	7355	8934	8463	16,4	30,3	83
2	Turda 215	7708	10176	8312	9463	8915	18,1	22,2	96
3	Turda 228	5363	9247	8638	8907	8039	16,1	13,5	99
4	Turda 100	6428	8440	7285	8432	7646	17,3	32,4	72
5	Turda 213	7660	10130	8108	9405	8826	16,2	17,9	103
6	Turda 199	6458	9420	7719	9141	8185	19,3	19,2	90
7	Turda 160	7127	10131	7383	9147	8447	15,9	13,5	104
Media (1-7)		6847	9704	7829	9061	8360	17,0	21,3	-
Hibrizi omologați după anul 1990									
8	ELAN	6490	9552	5581	8697	7580	15,7	18,1	89
9	Turda Super	8667	9734	6978	9982	8840	18,1	9,6	111
10	Turda-SU 210	8055	10392	6876	10303	8907	16,3	13,2	108
11	Turda 165	7842	10171	8212	9657	8970	15,6	11,9	113
12	Turda 248	8553	11209	11573	11261	10649	17,3	8,9	136
Media (8-12)		7921	10212	7844	9980	8989	16,6	12,3	-
Media (8-12) - (1-7)		1074	508	15	919	629*			-
Media/an		7294	9915	7835	9444	8622	16,9	17,6	-
DL 5%		1224				588	0,5	5,4	-
DL 1%		1650				778	0,7	7,2	-
DL 0,1%		2209				1006	0,9	9,3	-
b (rata/an a progresului genetic)						116	-0,1	-1,6	-

Studiul hibrizilor semi-timpurii (FAO 310-380)

Ca urmare a schimbărilor climatice, a creșterii sumei temperaturilor active în cursul perioadei de vegetație a porumbului, crearea hibrizilor semi-timpurii reprezintă în ultimele două decenii, ponderea majoră a activității de ameliorare a porumbului la S.C.D.A. Turda.

După anul 2000, suma temperaturilor active în timpul perioadei de dezvoltare vegetativă a porumbului a crescut constant depășind media multianuală de la 1116°C/50 ani la 1134°C/60 ani, prin urmare s-a ajuns la concluzia potrivit căreia hibrizii semi-timpurii valorifică pe deplin resursele termice din zonă (Căbulea și Grecu, 1982; Haș și colab., 2017).

Hibrizii din grupa FAO >300 sunt de interes pentru zonele favorabile cultivării porumbului din Câmpia Transilvaniei și podișurile înconjurătoare, luncile râurilor Mureș, Someș și Târnave, centrul și nord-estul Moldovei, precum și văile subcarpatice din sudul și vestul țării.

În raport cu schimbările climatice, comportarea hibrizilor creați în ultimii ani la S.C.D.A. Turda s-a dovedit a fi mult mai stabilă. În perioada analizată de patru ani (2017-2020), producția de boabe a celor șase hibrizi omologați cu mai mulți ani în urmă, a fost mai redusă, în timp ce producția medie a hibrizilor omologați mai recent, s-a dovedit a fi semnificativ mai mare cu deosebire la hibrizii: Turda 335, Turda 332 și Turda 2020 (tabelul 9). Această constatare sugerează faptul că, progresul genetic reflectat în crearea de noi hibrizi de porumb, a contracarat efectul negativ al schimbărilor climatice observat la producțiile realizate la vechii hibrizi. Singurii hibrizi omologați înainte de 2010, care au realizat producții superioare mediei vechilor hibrizi, în toți cei patru ani de experimentare și a căror valoare merită a fi subliniată, au fost Saturn (1994) și Turda Favorit (2001).

După cum se observă în tabelul 9, producțiile realizate de cinci din cei șase hibrizii recent omologați după anul 2010, depășesc în cei patru ani de experimentare, producția medie de 10000 kg/ha, excepție făcând hibridul Marius TD, un hibrid cu sensibilitate pronunțată la secetă. Hibrizii recent omologați s-au remarcat nu numai prin capacitatea ridicată de producție, dar și prin rezistență deosebită la frângere a plantelor, la momentul recoltării.

Cele mai mari valori ale indicelui relativ de selecție au fost calculate pentru hibrizii recent omologați: Turda 335 (125%), Turda 332 (118%), Turda 2020 (118%) și Turda 344 (111%).

Progresul genetic anual sugerează faptul că, în ultimii ani de experimentare, producțiile hibrizilor nou creați au crescut cu o rată de aproximativ 275 kg/ha/an, iar ameliorarea rezistenței plantelor la frângerea tulpinilor s-a ameliorat cu o rată de 0,9%/an.

Tabelul 9

Producțiile hibrizilor de porumb semi-timpurii, experimentați la Turda, în perioada 2017-2020
(Yield of maize semi-early hybrids tested at Turda, during 2017-2020)

Nr. crt.	Hibridul	2017	2018	2019	2020	Media	Media la recoltare		Indicele relativ de selecție (%/medie)
							Umiditatea boabelor (%)	Plante frânte sub știulete (%)	
1	Turda 215	7708	10176	8312	10090	9072	18,3	21,2	79
2	Turda 260	7607	9709	7817	7817	8237	18,5	7,9	84
3	Saturn	8348	10860	8713	10436	9589	18,5	10,2	82
4	Turda Favorit	9131	11427	8819	9455	9708	17,6	16,4	91
5	Turda 201	8144	9568	8631	8314	8664	17,1	11,6	86
6	Turda Star	7878	11195	8766	10436	9569	16,9	13,6	93
Media (1-6)		8136	10489	8510	9425	9140	17,8	13,5	-
Hibrizi omologați după anul 2010									
7	Turda 248	8553	10968	11573	10628	10431	17,3	9,1	107
8	Marius TD	8291	10940	9366	10817	9854	18,0	10,6	98
9	Turda 332	10289	12554	10918	12368	11532	18,1	7,9	118
10	Turda 344	9083	12298	10773	11700	10964	17,4	10,0	111
11	Turda 335	9988	12657	10992	13516	11788	17,5	5,1	125
12	Turda 2020	10210	12350	11158	11222	11235	17,8	5,5	118
Media (7-12)		9402	11961	10797	11709	10967	17,7	8,0	-
Media (7-12) - (1-6)		1266	1472	2287**	2284**	1827***			
Media/an		8769	11225	9653	10567	10053	17,8	10,8	-
DL 5%		1478				704	0,6	4,1	-
DL 1%		2003				933	0,8	5,5	-
DL 0,1%		2694				1206	1,1	7,1	-
b (rata/an a progresului genetic)						275	-0,1	-0,9	-

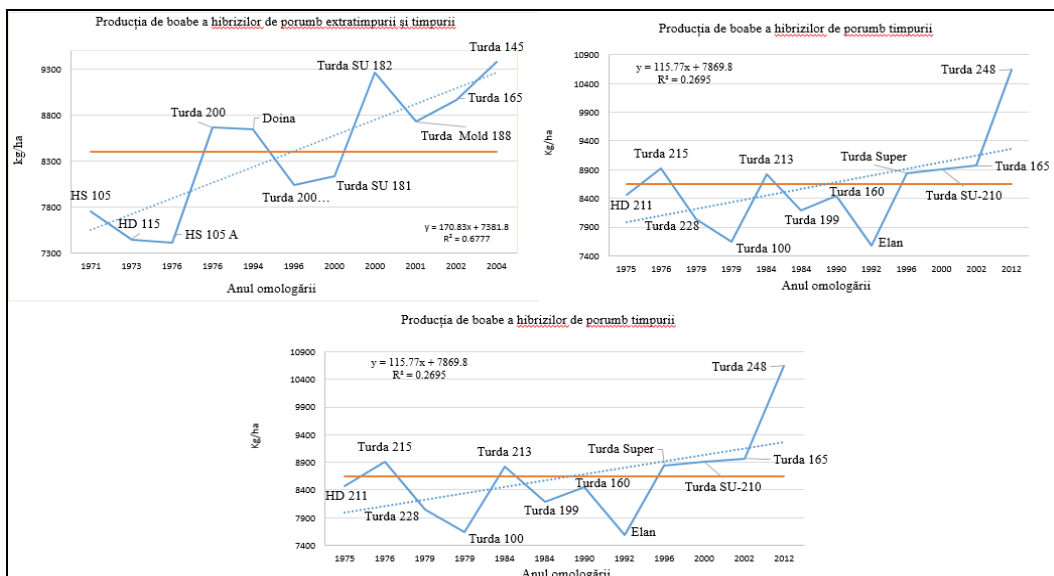


Figura 4 – Progresul genetic al producției de boabe a hibrizilor omologați, studiați în trei sisteme după grupa de precocitate FAO, în relație cu schimbările climatice din cei patru ani de experimentare (2017-2020) la Turda [Genetic progress on performance of released maize hybrids, studied in three systems according to the FAO precocity group, in relation to climate change, in the four years (2017-2020), in Turda]

Stabilitatea capacității de producție a hibrizilor omologați

Stabilitatea producției de boabe calculată după modelul propus de Finlay și Wilkison (1963) înscrie noii hibrizi în categoria genotipurilor cu stabilitate medie.

O caracteristică deosebit de importantă pentru noile creații trebuie să fie stabilitatea producției de boabe. În cele trei grafice din figura 5 sunt redată reacțiile hibrizilor pe grupe FAO, în cei patru ani de experimentare.

Hibrizii extra-timpurii au reacționat foarte diferit față de condițiile climatice ale celor patru ani de experimentare, fapt care reiese și din analiza varianței (tabelul 3) precum și din prezentarea datelor de producție din tabelul 8. S-au remarcat prin stabilitate hibrizii extra-timpurii: Turda 165 ($b=1,05$), Doina ($b=1,07$), Turda 200 ($b=1,16$), Turda-SU 182 ($b=1,19$).

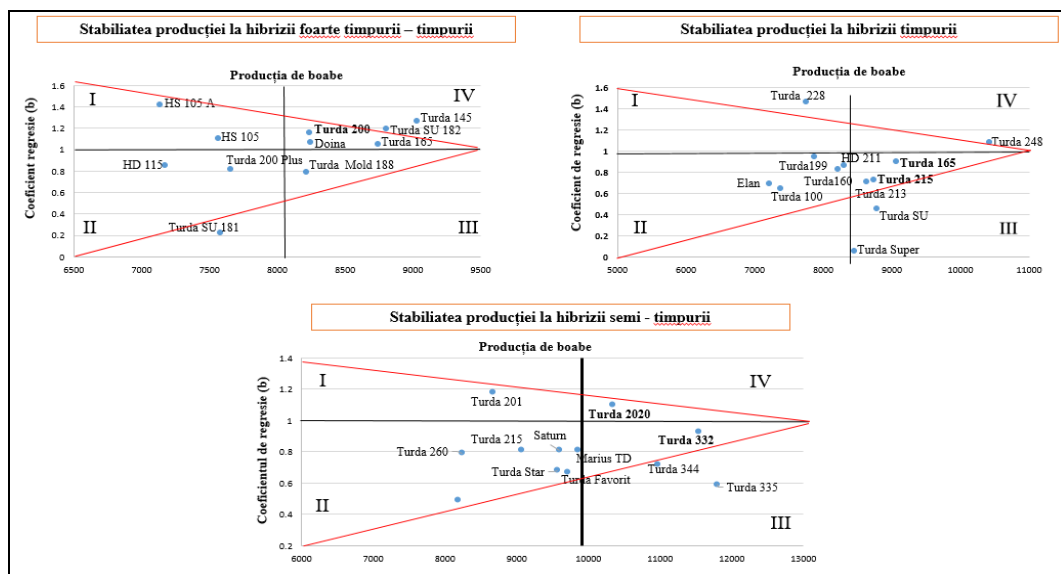


Figura 5 – Stabilitatea producției de boabe a hibrizilor omologați, în relație cu schimbările climatice din cei patru ani de experimentare (2017-2020), studiați în trei sisteme după grupa de precocitate FAO, analizată prin metoda Finley-Wilkinson (1963)

[Stability of grain yield of released hybrids, in relation to climate change, in the four years (2017-2020), studied in three systems according to the FAO precocity group, analyzed by the Finley-Wilkinson method (1963)]

Comportarea hibrizilor timpurii s-a dovedit a fi mai stabilă față de condițiile climatice diferite ale anilor de experimentare: Turda 165 ($b=0,9$), Turda 215 ($b=0,73$), Turda 248 ($b=1,87$).

Stabilitatea producției de boabe calculată după modelul propus de Finley și Wilkison înscrie hibrizii semi-timpurii, recent omologați în trei categorii:

1) hibridul Turda 332 prezintă stabilitate medie ($b=0,93$), asociată cu capacitatea de adaptare la condițiile de mediu și tehnologice diferite;

2) hibridul Turda 344 prezintă o stabilitate medie, asociază valori medii ridicate de producție cu valori subunitare ale coeficientului de regresie ($b=0,70$). Este de așteptat ca hibridul să realizeze producții superioare în condiții prielnice de mediu pentru cultura porumbului;

3) hibridul Turda 2020 ($b=1,1$) a manifestat o ușoară tendință spre stabilitate.

CONCLUZII

În ultimele două decenii, suma temperaturilor active ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) a crescut, în timp ce cantitățile totale de precipitații și orele de strălucire a soarelui au scăzut. Această schimbare climatică a condus la o reducere a potențialului de producție la unii hibrizi de porumb, în special la cei extra-timpurii și timpurii (din grupele FAO 100-280), din cei luați în studiu, o excepție fiind hibridul Turda 248.

Pe baza rezultatelor obținute, se poate concluziona, faptul că temperaturile medii active, cantitatea de precipitații și numărul orelor de strălucire a soarelui, pe parcursul celor patru ani de studiu, au fost foarte diferite, în special a cantității și distribuției inegale a precipitațiilor de la un an la altul.

În anii experimentali 2017-2020, producția de boabe a vechilor hibrizi și în special a hibrizilor din grupele FAO >100-280 a prezentat tendință de scădere, fiind mai puternic influențați de creșterea temperaturilor și de perioadele de secetă în fenofazele critice pentru dezvoltarea porumbului.

Progresul genetic exprimat prin potențialul de producție, precocitate și rezistența tulpinilor la frângerea sub știulete, în cazul hibrizilor semi-timpurii s-a realizat prin capacitatea acestor genotipuri de a compensa impactul negativ al schimbărilor climatice. La hibrizii semi-timpurii omologați după anul 2010, s-a realizat un progres genetic semnificativ în privința capacității de producție cu deosebire la Turda 332, Turda 335 și Turda 2020.

Studiul stabilității producției de boabe a evidențiat, în general, o capacitate medie de adaptare la condițiile de mediu foarte diferite. Hibrizii timpurii au avut o comportare mai stabilă, explicabilă atât prin nivelul mai scăzut al producțiilor cât și prin componența genetică (hibridi dubli și/sau triliniari).

Ameliorarea pentru rezistență la *Ostrinia nubilalis* continuă să constituie un obiectiv important în ameliorarea hibrizilor de porumb timpurii.

Rezultatele sugerează că selectarea genotipurilor semi-timpurii caracterizate prin sensibilitate mai scăzută la temperaturi mai ridicate și secetă, în timpul perioadei de umplere a boabelor, ar putea contribui la capacitatea noilor hibrizi de a contracara efectul schimbărilor climatice.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- ARAYA, A., KISEKKA, I., LINB, X., VARA PRASADC, P.V., GOWDAD, P.H., RICEB, C., ANDALESE, A., 2017 – *Evaluating the impact of future climate change on irrigated maize production in Kansas*. Climate Risk Management, 17: 139-154.
- BARON, J., ROCKSTRÖM, J., GICHUKI, F., HATIBU, N., 2003 – *Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa*. Agric. For. Meteorol., 117(1-2): 23-37.
- BONEA, D., URECHEAN, V., 2011 – *The evaluation of water stress in maize (Zea mays L.) using selection indices*. Rom. Agric. Res., 28: 79-86. Print ISSN 1222-4227, Online ISSN 2067-5720
- BONEA, D., URECHEAN, V., 2020 – *Response of maize yield to variation in rainfall and average temperature in central part of Oltenia*. Rom. Agric. Res., 37: 42-48. Print ISSN 1222-4227, Online ISSN 2067-5720

- BUTTS-WILMSMEYER, C.J., SEEBAUER, J.R., SINGLETON, L., BELOW, F.E., 2019 – *Weather during key growth stages explains grain quality and yield of maize*. *Agronomy*, 9(1): 1-16.
- CĂBULEA, I., GRECU, C., 1982 – *25 ani (1957-1982) de ameliorare a porumbului hybrid la Stațiunea de Cercetări Agricole Turda*. Contribuții ale Cercetării Științifice la Dezvoltarea Agriculturii, Volum omagial: 243-294.
- CĂBULEA, I., GRECU, C., HAȘ, I., HAȘ, V., COPÂNDEAN, A., TEBAN, A., 1999 – *Crearea hibridilor de porumb la Stațiunea de Cercetări Agricole Turda în perioada 1983-1997*. Contribuții ale Cercetării Științifice la Dezvoltarea Agriculturii, Vol. VI: 73-98.
- CĂBULEA, I., 2004 – *Genetica porumbului*. In: Porumbul - studiu monografic, Vol. I, Edit. Academiei Române, București: 207-296.
- CHEN, X., CHEN, F., CHEN, Y., GAO, Q., YANG, X., YUAN, L., ZHANG, F., MI, G., 2013 – *Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change*. *Glob. Change Biol.*, 19: 923-936. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12093>
- CRISTEA, M., 2004 – *Fiziologia porumbului*. In: Porumbul - studiu monografic, Vol. I, Cap. 6, Edit. Academiei Române: 96-142. ISBN 973-27-1056-X/973-27-1055-1
- FINLAY, K.W., WILKINSON, G.N., 1963 – *The analysis of adaptation in a plant-breeding programme*. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9630742>
- HAȘ, I., CĂBULEA, I., ROMAN, L., 1987 - *Efectul selecției recurente fenotipice asupra unor populații sintetice la porumb*. Contribuții ale Cercetării Științifice la Dezvoltarea Agriculturii (1957-1987), S.C.A. Turda: 189-203.
- HAȘ, V., MUREȘANU, F., COPÂNDEAN, A., 2016 – *Efectul încălzirii globale asupra răspândirii sfredelitorului porumbului (Ostrinia nubilalis)*. *Cultura plantelor de câmp (Buletin informativ)*, 25: 83-89.
- HAȘ, V., COPÂNDEAN, A., VANA, C., VARGA, A., CĂLUGĂR, R., 2017 – *Șase decenii de cercetări și realizări în ameliorarea porumbului la Turda*. Contribuții ale Cercetării Științifice la Dezvoltarea Agriculturii, Vol. VII (Volum omagial): 87-129. ISBN 978-973-0-24362- 8
- HAȘ, V., 2019 – *Efectele condițiilor climatice, ale anului 2019, asupra stării de vegetație a culturii porumbului, la SCDA Turda*. *Agricultura Transilvană (Buletin informativ)*, 31: 57-65.
- HORHOCEA, D., CIOCĂZANU, I., IORDAN, H.L., CIONTU, C., 2020 – *Rezultate experimentale obținute la hibridii de porumb comerciali și de perspectivă creați la INCDA Fundulea*. *An. INCDA Fundulea*, Vol. LXXXVIII: 35-47. Electronic ISSN 2067-7758
- IVAȘ, A., MUREȘANU, F., HAȘ, V., COPÂNDEAN, A., 2013 – *Sfredelitorul porumbului (Ostrinia nubilalis Hbn.) un dăunător vechi, dar de mare actualitate pentru culturile de porumb*. *Agricultura Transilvană, Cultura plantelor de câmp (Buletin informativ)*, 18: 64-69.
- JONES, G.P., THORNTON, K.P., 2003 – *The potential impacts of climate change in maize production in Africa and Latin America in 2055*. *Glob Environ Change*, 13(1): 51-59. DOI:10.1016/S0959-3780(02)00090-0.
- LIU, Y., WANG, E., YANG, X., WANG, J., 2010 – *Contributions of climatic and crop varietal changes to crop production in the North China Plain, since 1980^s*. *Global Change Biology*, 16: 2287-2299.
- LV, S., YANG, X., LIN, X., LIU, Z., ZHAO, J., LI, K., MU, C., CHEN, X., CHEN, F., MI, G., 2015 – *Yield gap simulations using ten maize cultivars commonly planted in Northeast China during the past five decades*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 205: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.02.008>
- NIU, X., XIE, R., LIU, X., ZHANG, F., LI, S., GAO, S., 2013 – *Maize yield gains in northeast China in the last six decades*. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(4): 630-637.
- OLESEN, J., BINDI, E.M., 2002 – *Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy*. *Eur. J. Agron.*, 16: 239-262.
- PARRY, M.L., 1990 – *Climate change and world agriculture*. Earthscan Publications, London.
- POPESCU, M., MUREȘAN, C., HORHOCEA, D., CINDEA, M., CRISTEA, S., 2021 – *The genetic potential for the grain yield of some maize hybrids, studied in different conditions of environment, in Romania*. *Rom. Agric. Res.*, 38: 21-29. DII 2067-5720 RAR 2021-84
- RUANE, A.C., MAJOR, D.C., YU, W.H., ALAM, M., HUSSAIN, S.G., KHAN, A.S., HASSAN, A., HOSSAIN, A., GOLDBERG, R., HORTON, R.M., ROSENZWEIG, C., 2013 – *Multi-factor impact analysis of agricultural production in Bangladesh with climate change*. *Glob. Environ. Change A*, 23: 336-350. DOI:10.1016/j.gloenvcha.2012.09.001

- SARCA, T., 2004 – *Ameliorarea porumbului*. In: Porumbul - studiu monografic, Vol. I, Edit. Academiei Române: 363-462. ISBN 973-27-1056-X/973-27-1055-1
- SĂULESCU, N.S., SĂULESCU, N.N., 1967 – *Valorificarea experiențelor polifactoriale așezate în blocuri randomizate*. Câmpul de experiență, Ed. Agro-Silvică: 255-257.
- SĂULESCU, N.N., 2015 – *Ameliorarea plantelor și adaptarea la mediu. Studiu de caz: ameliorarea grâului în România*. Vol. Schimbări climatice globale: grija pentru resurse naturale. Cristian Hera (ed.) - Ed. Academiei, București. ISBN 978-973-27-2526-9
- TAO, F., ZHANG, Z., 2010 – *Adaptation of maize production to climate change in North China plain: quantify the relative contributions of adaptation options*. Eur. J. Agron., 33: 103-116.
- VOICA, M., 2012 – *Comportarea unor soiuri de grâu de toamnă în zona colinară din sudul țării în perioada 2007-2011*. An. INCDA Fundulea, Vol. LXXX: 29-38. ISSN 2067-7758
- WANG, X., PENG, L., ZHANG, X., YIN, G., ZHAO, C., PIAO, S., 2014 – *Divergence of climate impacts on maize yield in Northeast China*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 196: 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.009>
- WOLF, J., DIEPEN, C.A. Van, 1995 – *Effects of climate change on grain maize yield potential in the European Community*. Climatic Change, 29: 299-331.

Prezentată Comitetului de redacție 31 august 2021