
TEZA DE DOCTORAT

Influența condițiilor climatice asupra creșterii și dezvoltării stadiale a porumbului în funcție de epoca de semănat

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Zsuzsa Friss (DOMOKOS)**

Conducător de doctorat **Prof.univ. dr. Matei-Marcel Duda**

CLUJ-NAPOCA, 2024



Introducere

Clima Europei și a țării noastre a suferit schimbări semnificative în ultimii 30 de ani, dar mai ales în ultimii 4–5 ani. Temperatura medie lunară este în creștere, iar distribuția spațială și temporală a precipitațiilor devine din ce în ce mai nefavorabilă la nivel european (TAMÁS și colab., 2023).

Schimbările climatice reprezintă o schimbare în distribuția statistică a condițiilor meteorologice atunci când această schimbare durează o perioadă extinsă de timp (zeci de ani până la milioane de ani). Schimbările climatice se pot referi la o schimbare a condițiilor meteorologice medii sau la variația vremii în contextul condițiilor medii pe termen lung. Schimbările climatice sunt cauzate de factori precum procesele biotice, variațiile radiației solare primite de Pământ, tectonica plăcilor și erupțiile vulcanice. Anumite activități umane au fost identificate drept principalele cauze ale schimbărilor climatice în curs, adesea denumite încălzire globală (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010).

Deoarece performanța plantelor este un rezultat al condițiilor genetice și de mediu ale individului, adăugarea unor date complementare, cum ar fi vremea, solul, genotipul și managementul câmpului, poate îmbogăți caracteristicile care vor reprezenta soiurile, generând potențial pentru mai multe previziuni precise ale randamentului, în acest context (DANILEVICZ și colab., 2021).

Producția vegetală variază an de an, fiind influențată semnificativ de fluctuațiile condițiilor climatice și în special de producerea evenimentelor meteorologice extreme (www.meteoromania.ro).

Variabilitatea climatică influențează toate sectoarele economiei naționale, însă cea mai afectată rămâne producția vegetală și în special agricultura (www.icpa.ro).

Cele mai vulnerabile specii cultivate vor fi îndeosebi culturile anuale cerealiere și prășitoare, deficitul de apă din anotimpul de vară, care coincide cu perioada cerințelor maxime de apă, determinând scăderi importante de producție.

În acest sens se impune o nouă reorientare în structura culturilor agricole, respectiv varietăți cu o toleranță ridicată față de temperaturile ridicate și stresul hidric generat de lipsa apei. Totodată, se impune adaptarea tehnologiilor agricole la resursa de apă, conservarea apei din sol prin alegerea unui sistem de lucrări minime reprezentând o nouă tendință de reorientare a cerințelor privind calitatea și conservarea resurselor de sol și apă (www.meteoromania.ro).

În sectorul cultura plantelor de câmp, selecția varietăților cultivate include în principal corelarea condițiilor locale de mediu cu gradul de rezistență al genotipurilor (soiuri/hibridi) față de condițiile limitative de vegetație. Cercetările de fiziologie au fost orientate în mare măsură pe linia sprijinirii activității de ameliorare prin studiul proceselor fiziologice și biochimice implicate în reacția plantelor la condiții de stres, elaborarea de metode și criterii de selecție cu eficiență sporită în identificarea diferențelor de ordin genetic, în vederea îmbunătățirii rezistenței la temperaturi

scăzute, arșiță, secetă, exces de umiditate, salinitate și aciditatea solului (PETCU și colab., 2007).

Cea mai importantă etapă din ciclul de viață al oricărei plante este răsărirea, deoarece numai după ce o cultură a răsărit se poate spune că ea are șanse mari de a ajunge la maturitate și de a genera producțiile scontate. Printr-o răsărire rapidă și uniformă la porumb se asigură obținerea unei densități optime a culturii care se reflectă în importante sporuri de producție. Studiarea cerințelor termice pentru această fază din ciclul de viață al porumbului oferă informații privind posibilitățile hibrizilor de a valorifica eficient condițiile climatice întâlnite în zonele de cultivare a acestei plante. Pentru răsărire temperatura joacă un rol foarte important. În condiții de umiditate suficientă în sol, răsărirea porumbului este influențată strâns de factorul termic (DAVID, 2008).

Toleranța la frig este o caracteristică moștenită prin forma mamă și este determinată de un sistem de gene cu efecte aditive dominante și supradominante. Răsărirea uniformă a plantulelor în cultura timpurie depinde de combinația a 3 factori-cheie: mediu (condiții favorabile culturii), genetică (toleranță la stres/rece) și calitatea semințelor, care determină potențialul biologic al hibridului (www.pioneer.com).

Centrele de cercetare mondiale se concentrează pe selecția hibrizilor toleranți la frig, pentru a obține performanțe constante la implementarea lor în cultură în zonele temperate (www.pioneer.com).

Semănatul timpuriu este o strategie de semănat care se folosește cu succes în mai multe țări europene. Odată cu intensificarea perioadelor secetoase pe durata dezvoltării plantelor de porumb în ultimele decenii, interesul pentru semănatul porumbului în cultură timpurie devine tot mai actual și în zonele tradiționale de cultivare a culturii (ALDRICH și colab., 1986).

Este demonstrat că germinarea semințelor este în strânsă relație cu condițiile termice (aer, sol) (CRISTEA, 2004; SHAW, 1988; ALDRICH și colab., 1986), cu cantitatea resturilor vegetale la suprafața solului, fluctuația temperaturilor zi-noapte ș.a (ALDRICH și colab., 1986). În consecință culturile pot fi rare, neuniforme, acoperite de buruienile ce cresc înaintea porumbului (www.corn.agronomy.wisc.edu).

Pe de altă parte, în cultura cu însămânțare timpurie, partea vegetativă a plantelor are o dezvoltare mai bună, iar rădăcina penetrează solul mai adânc (ALDRICH și colab., 1986). Pe durata perioadei de formare a bobului, plantele consumă mai multă energie solară și produc boabe cu un conținut de substanță uscată mai mare iar productivitatea hibrizilor semănați timpuriu (temperatura solului +6...+8°C) este cu 15-18% mai mare din cauza că vegetează o perioadă mai îndelungată (NIELSEN, 2012).

Obiectivele urmărite

Schimbările climatice (temperatura și precipitațiile ca și factori de bază) tot mai pronunțate din ultima perioadă au avut efecte negative puternice asupra creșterii și dezvoltării plantelor de cultură. Iar printre culturile care au suferit foarte mult a fost și este porumbul.

Scopul prezentului studiu doctoral constă în intervenția în tehnologia de cultură a porumbului în vederea reducerii pe cât posibil a factorilor nefavorabili.

Amplasarea experiențelor în zona de contact dintre Câmpia Transilvaniei și Podișul Târnavelor, mai exact în partea N-NE are următoarele obiective:

- Identificarea unor hibrizi de porumb cu germoplasmă diferită în vederea evidențierii unor biotipuri cu toleranță sporită la temperaturi mai mici de germinare față de temperatura optimă de 10 °C;
- Evidențierea biotipurilor cu coldtest bun și potențial de productivitate mare;
- Urmărirea evoluției a unor faze de dezvoltare a plantelor pe parcursul perioadei de vegetație în raport cu epoca de semănat;
- Adaptarea tehnologiei de cultură a hibrizilor de porumb la schimbările climatice în vederea devansării unor faze de vegetație (înflorit, mătăsit) înaintea apariției fenomenelor de secetă accentuată;
- Evaluarea producției și a principalelor elementelor de producție și de calitate a hibrizilor studiați în funcție de epocă de semănat;

Metodele de cercetare

Pentru atingerea obiectivelor propuse, în cei 4 ani de studiu (2018, 2019, 2020, 2021) experiența a fost dispusă în parcele subdivizate fiind de tipul 9 variante x 3 repetiții x 3 epoci de semănat, cu suprafața recoltabilă de 19,6 m² (7m x 2,8 m). Așezarea în câmp a experiențelor s-a realizat după metoda parcelelor subdivizate, în trei repetiții.

Abordarea cercetărilor s-a făcut din perspectiva unei experiențe polifactoriale de tipul A x B x C

- Factorul A – a fost reprezentat de ani de cultură cu patru graduări:
 - 2018
 - 2019
 - 2020
 - 2021
- Factorul B – a fost reprezentat de Epoca de semănat – cu trei graduări:
 - Epoca I - timpurie

- Epoca II - optimă
- Epoca III - târzie.

Tabelul /Table 1.

		<i>Epoca de semănat</i> <i>Sowing date</i>		
Epoca de semănat/ Sowing date Anul/Year		Data semănatului Date of sowing		
		I	II – Mt.	III
2018		10.04.2018	24.04.2018	7.05.2018
2019		4.04.2019	18.04.2019	5.05.2019
2020		7.04.2020	21.04.2020	8.05.2020
2021		10.04.2021	24.04.2021	7.05.2021

- Factorul C – a fost reprezentat de materialul biologic constituit din cei nouă hibridi de porumb boabe:
 - H1 - KWS 2370 (FAO 290)
 - H2 - KWS 4484 (FAO 380)
 - H3 - Karpatis (FAO 340)
 - H4 - Kashmir (FAO 370)
 - H5 - Durango (FAO 450)
 - H6 - Smaragd (FAO 350)
 - H7 - Kapitolis (FAO 410)
 - H8 - P9900 (FAO 360)
 - H9 - P 9903 (FAO 360)

Lucrările solului au constat dintr-o discuire în luna august, arătură adâncă în toamnă și discuire de nivelare în primăvară și o lucrare cu combinatorul pentru pregătirea patului germinativ.

Aplicarea întregii doze de îngrășămintă s-a făcut după discuirea de nivelare, iar încorporarea lor în sol s-a făcut cu combinatorul. Doza și tipul de îngrășămintă folosit a fost N₁₆P₁₆K₁₆ 500 kg/ ha, iar din trei în trei ani s-au aplicat 4 t amendamente la ha.

Calculul cantității de sămânță s-a stabilit pentru desimea de 650000 b.g./m². După semănat, în vederea combaterii buruienilor monocotiledonate și dicotiledonate anuale s-a făcut o erbicidare preemergentă cu Adengo cu o doză de 0,350l/ha, iar la nevoie s-a intervenit pe vegetație cu Tomigan 0,8 l/ha+ Amino 0,8l/ha.

Sămânța folosită în experiențe a fost tratată cu insecto-fungicide, dar pe perioada de vegetație nu s-au făcut alte tratamente, pentru a putea urmări rezistența

hibrizilor față de boli și dăunători.

Semănatul s-a efectuat în trei epoci de semănat cu un plantator manual cu tub de direcționare a boabelor la 7 cm adâncime. Variantele au fost recoltate individual tot manual.



Fig. 1. Aspect din câmp: semănatul parcelelor experimentale
Fig. 1. Aspect from the field: sowing experimental plots
(sursa/source: original)

Toți hibridii aleși pentru testare sunt din grupe de maturitate apropiate cu perioadă de vegetație ce se încadrează în suma temperaturilor active ce se realizează în zona noastră.

Prima epocă de semănat s-a efectuat când în sol la adâncimea de semănat s-a realizat o temperatură de 6 °C. S-a devansat epoca de semănat față de epoca optimă în funcție de temperatura în sol la adâncimea de 10 cm (circa cu 10 zile).

S-a monitorizat evoluția temperaturilor medii zilnice în vederea stabilirii atingerii pragului de 6 °C față de epoca optimă de 10 °C, pentru declanșarea semănatului pentru epoca timpurie.

S-a înregistrat zilnic temperaturile în trei momente (dimineața la ora 6:00, la ora 12:00 și la ora 18:00) la adâncimea de semănat, 6 cm.

Intervalele de timp între epoci a fost de cca. 10-12 zile.

Semănatul s-a declanșat când în sol s-a realizat o medie de circa 6-7°C cu tendință de creștere.

S-a înregistra momentul răsăritului, înfloritului, mătăsitului, maturitatea fiziologică a hibrizilor în funcție de epocă de semănat.

Am stabili suma temperaturilor active peste 10 °C și sub 30 °C, pentru înflorit, mătăsit, maturitate fiziologică, maturitate tehnică.

În urma recoltării fiecărei parcele experimentale, după cântărire, prin aducerea la umiditatea standard de 14% s-a calculat producția reală/ha cu ajutorul formulelor:

$$Pp.c. = pp \times \frac{100 - U_r}{100 - 14}; \quad Pr./ha = \frac{PP}{s} * 10000, \text{ unde:}$$

Pp.c. = producția/parcelă corectată la 14% umiditate

pp= producția pe parcel

Ur= umiditatea la recoltare

Uc= umiditatea corectată de 14%

Pr./ha= producția la ha

s= suprafața recoltabilă

Pentru determinarea elementelor de productivitate s-au recoltat câte 2 rânduri din fiecare parcelă experimentală/repetiție. În final am luat câte 10 știuleți din celelalte 2 rânduri pentru a nota datele biometrice ale știuletelor și pentru determinarea în laborator masa o mie de boabe (MMB), masa hectolitrică (M.H.).

Pentru determinarea masei hectolitrică s-a folosit balanța samovar de 0,25 l, volumul boabelor din cilindru cântărindu-se ulterior cu balanța analitică. Pentru a obține valoarea în kg/hl, valoarea citită la balanță a fost înmulțită cu 0,4.

Pentru calitate s-au făcut analize, în laboratorul la SCDA Turda, privind conținutul în proteine, amidon, grăsimi și fibre cu ajutorul analizatorului Tango NIR.

Concluzii și recomandări

Privind influența condițiilor climatice și a epocii de semănat asupra unor însușiri fiziologice la porumb

- Semănatul timpuriu nu a afectat negativ procentul de plante răsărite, față de epoca optimă, deși au existat situații în care temperatura s-a menținut sub pragul minim de germinare timp de mai multe zile, iar hibridii studiați au răsărit după 22-24 de zile de la semănat, fără să fie afectată germinația.
- Menținerea ridicată a procentului de plante răsărite în epoca I s-a datorat valorii biologice ridicate a semințelor folosite la semănat și calității produselor fitosanitare utilizate pentru tratament; deci putem concluziona că am avut la dispoziție sămânță din hibridi cu cold test și vigoare bună.
- Între talia plantelor și producția de boabe la porumb am identificat o corelație pozitivă, de intensitate slabă, coeficientul de corelație având o valoare redusă

($r = 0.1177$), iar în epoca timpurie am constatat o reducere a taliei în medie cu 7 cm, față de epoca optimă.

- Data mătăsutului a fost devansată cu până la 17 zile în epoca timpurie, față de epoca optimă de semănat, iar devansarea cea mai mare s-a produs în anul 2018, evitând suprapunerea fazei de înflorit și mătăsit cu temperaturile ridicate care pot duce la pierderea viabilității polenului și în final la o slabă fecundare.
- Pe fondul precipitațiilor abundente și a temperaturilor ridicate din luna iunie a anului 2018 a fost redus numărul zilelor de la semănat la mătăsit, la majoritatea hibridilor experimentați, care a fost consemnat în a treia decadă a lunii iunie pentru prima epocă de semănat, în prima decadă a lunii iulie pentru epoca II și în a doua decadă a lunii iulie pentru epoca III și putem concluziona că temperaturile ridicate și precipitațiile abundente din luna iunie grăbesc apariția stigmatelor (mătasei) la porumb.
- În anul 2021, când temperaturile și precipitațiile au fost mai apropiate de cele normale pentru luna iunie, diferențele între epoci privind data mătăsutului nu au fost importante, la majoritatea hibridilor fiind înregistrat în intervalul 11.07-19.07 pentru epoca I, 12.07-20.07 pentru epoca II (optimă) și 17.07-25.07 pentru epoca III.
- Suma temperaturilor active de la semănat la mătăsit a fost în medie de 692°C în epoca optimă de semănat, 673 °C în epoca timpurie și 703°C în epoca târzie, iar în mod normal în zona SCDCB Tg. Mureș se înregistrează în medie 689°C.
- În epoca timpurie, suma temperaturilor active de la semănat la mătăsit a fost în medie de 667 °C în cei patru ani de studiu, variind între 633 °C și 707 °C, în epoca optimă a fost între 670 °C și 718 °C, iar în epoca târzie a fost între 668 °C și 737 °C.
- În anii 2020 și 2021 a fost înregistrată o sumă a temperaturilor active mai redusă de la semănat la mătăsit în epoca I, deși s-a desfășurat într-o perioadă mai lungă de timp.
- În medie, pentru atingerea maturității fiziologice, la hibridii de porumb studiați au fost înregistrate 133 zile în epoca optimă, 141 zile în epoca timpurie și 124 în epoca târzie, iar semănatul timpuriu a devansat maturitatea fiziologică cu 3-9 zile, influențând pozitiv umiditatea boabelor.
- Din analiza sumei temperaturilor active înregistrate de la semănat la maturitatea fiziologică, putem concluziona că în anii 2018 (1.287°C) și 2019 (1.317°C) au fost condiții prielnice pentru semănatul porumbului în epoca timpurie și mai puțin favorabile în anii 2020 (1.198°C) și 2021 (1.213°C).
- Numărul de zile în avans pentru atingerea maturității fiziologice la porumb în epoca I, față de epoca II a fost cuprins între 5 și 17 în anul 2018, cel mai bine reacționând la epoca timpurie de semănat hibridul KWS Kashmir.

Concluzii privind influența epocii de semănat asupra unor elemente de productivitate la porumbul de boabe

- Randamentul de boabe la porumb, în epoca timpurie a fost cu 1.04 % mai mare (**, foarte semnificativ) și cu 0.68 %⁰⁰⁰ mai mic în epoca III, comparativ cu epoca optimă.
- În funcție de anul de experimentare, randamentul de boabe la porumb a avut valori între 85.56 % (2018⁰⁰) și 86.01 % (2020**) și o valoare medie în cei patru ani de 85.76 %,
- Dintre hibridii de porumb studiați, KWS Kashmir și KWS Kapitolis au avut un randament de boabe foarte semnificativ și distinct semnificativ mai mare, comparativ cu media hibridilor, iar KWS Kashmir și KWS Smaragd un randament foarte semnificativ (⁰⁰⁰) și distinct semnificativ (⁰⁰) mai mic, în timp ce la hibridii Pioneer valorile au fost apropiate și situate în jurul mediei.
- În epoca timpurie de semănat la porumb a fost înregistrată cea mai mică valoare a MMB-ului, cu o diferență de 11.26 grame față de epoca optimă, foarte semnificativ negativă.
- La hibridii KWS 2370, KWS 4484 și P9903 am înregistrat valori mai mari ale MMB-ului (362, 367 și 366 grame), iar la hibridii KWS Karpatis, KWS Kapitolis și P9900 valori mai mici (334, 317 și 320 grame), în timp ce la trei dintre hibridii: KWS Kashmir (351 g.), KWS Durango (344 g.) și KWS Smaragd (353 g.), valorile MMB-ului au fost apropiate de cele ale mediei (346 g.).
- Masa hectolitrică a avut valori mai mari în epoca timpurie – 72,3 kg/hl, și mai mici în epoca târzie – 69,8 kg/hl, comparativ cu epoca optimă – 71,03 kg/hl.
- Hibridii: KWS Karpatis, KWS Kashmir și P9900 au avut valori ale masei hectolitrică peste 82 kg/hl, în timp ce la hibridii KWS 4484, KWS Durango și P9903 valorile au fost sub 70 kg/hl.
- Dintre hibridii experimentați, cea mai bună umiditate la recoltare a avut-o KWS Karpatis, KWS Kapitolis și P9900, cu 0.75 și 1.08 % mai mică față de media hibridilor, iar cea mai mare umiditate a boabelor la recoltare a fost determinată la hibridul KWS 4484, cu o diferență de 1.71 % față de media hibridilor.
- În epoca timpurie de semănat s-a înregistrat cea mai mică umiditate a boabelor, de 19,47%, cu 2.22 % mai puțin față de epoca optimă.

Concluzii privind producția și calitatea la porumb, în funcție de epoca de semănat

- Dintre hibridii experimentați, cele mai mari producții în anul 2018 au fost obținute la KWS Kapitolis 15.630 kg ha⁻¹ și la P9900, 15.670 kg ha⁻¹,

- Rezultatele de producție din anul 2018 au fost mai mari în epoca I (timpurie), comparativ cu epoca II (optimă, convențională) la un număr de cinci hibrizi, din cei nouă, iar la doi dintre ei producția a fost distinct semnificativ (***) și semnificativ (*) mai mare în această epocă **, respectiv la KWS 2370 și KWS Durango.
- În anul 2018, au fost înregistrate diminuări ale producției datorate semănatului târziu (Epoca III), comparativ cu epoca optimă la șase dintre hibrizi și doar la KWS 2370, KWS Durango și KWS Smaragd producțiile au fost mai mari, KWS 2370 fiind singurul hibrid care nu a fost afectat de epoca de semănat.
- Hibridul KWS Kapitolis a înregistrat cele mai mari producții în anul 2019, în epoca timpurie – 16.975 kg/ha, dar remarcăm o comportare bună și a hibrizilor Pioneer: P9900 – 15.164 kg/ha și P9903 – 15.917 kg/ha în această epocă de semănat.
- În anul 2020 producția de boabe în epoca timpurie (epoca I) a fost cu 264 kg ha⁻¹ mai mare în epoca timpurie, comparativ cu epoca II (optimă, convențională), iar în epoca târzie a fost semnificativ mai mare, comparativ cu martorul.
- În anul 2020, cel mai bine s-a comportat în epoca timpurie de semănat hibridul KWS Karpatis (13.358 kg/ha), care prezintă stay green ridicat și face parte din grupul Plus4Grain.
- În anul 2021, în epoca timpurie de semănat la porumb s-au obținut producții mai mici la hibrizii de porumb experimentați, comparativ cu epoca optimă, diferența dintre cele două epoci a fost de 424 kg/ha, semnificativă.
- În epoca timpurie de semănat, hibridul KWS Kashmir a reacționat foarte bine în anul 2021, înregistrând o producție 12.790 kg ha⁻¹, cu 1.350 kg/ha mai mare, foarte semnificativă (***), comparativ cu epoca optimă (11.440 kg ha⁻¹).
- Din punct de vedere al gradului de favorabilitate pentru cultura porumbului la SCDCB Tg. Mureș, observăm că în 2018 și 2019 au fost obținute producțiile cele mai mari, 14.612 și 14.553 kg ha⁻¹, în timp ce în anul 2021 au fost înregistrate cele mai mici producții (11.657 kg ha⁻¹).
- Dintre hibrizii experimentați, cele mai mari producții în cei patru ani de experimentare la SCDCB Tg. Mureș au fost obținute la KWS Durango (12504 kg ha⁻¹), KWS Kashmir (12479 kg ha⁻¹) și KWS Kapitolis (12320 kg ha⁻¹).
- Producția de boabe la porumb este corelată pozitiv cu masa a 1000, coeficientul de corelație având o valoare foarte semnificativă ($r=+0.455^{***}$).
- Cele mai puține zile cu temperaturi sub pragul optim de dezvoltare a porumbului au fost în anul 2018, când au fost obținute cele mai mari producții, iar cele mai multe în 2021, când au fost obținute producțiile cele mai mici, iar între producție și număr zile nefavorabile din timpul perioadei de vegetație

aprilie-august la porumb am calculat o corelație negativă foarte semnificativă, coeficientul de corelație având valoarea $r = -0,65367$.

- Hibrizii experimentați au avut un conținut redus de proteină, care nu a fost influențat de epoca de semănat și de anul de cultură.
- Se poate concluziona că, avantajul semănatului în epoca timpurie a porumbului este important pentru procentul de umiditate mai redus a boabelor la recoltare, care scutește fermierul de o cheltuială de 130 lei/t cu uscarea.

Originalitatea

În contextul schimbărilor climatice tot mai pronunțate din ultimul timp, intervenția în tehnologia de cultură a porumbului a devenit o prioritate. Tema abordată se referă la semănatul sub pragul minim de germinare a boabelor (sub 10 °C) fără a avea repercusiuni asupra creșterii și dezvoltării culturii.

Rezultatele obținute au scos în evidență faptul că, deși unele procese fiziologice au suferit ușoare modificări, rezultatele de producție nu au fost afectate semnificativ.

Epoca timpurie de semănat nu a influențat nici calitatea recoltei, conținutul de proteină, amidon, grăsimi.

Contribuția de originalitate și de mare importanță pentru fermieri o reprezintă faptul că, prin semănatul timpuriu, fazele de mățăsit și maturitate fiziologică și tehnică au fost devansate cu un număr important de zile, scoțând cultura de porumb de sub influența negativă a temperaturilor ridicate din timpul fecundării și maturării.

De asemenea, și umiditatea la recoltare a fost mai redusă în epoca timpurie, față de epoca optimă cu 2,22%, ceea ce reprezintă un mare avantaj pentru fermier, scutindu-l de cheltuieli suplimentare cu aducerea producției la umiditatea STAS.

Pentru fermierii din zonele mai secetoase, soluția semănatului mai timpuriu va reprezenta o soluție în tehnologia porumbului până când vor fi create biotipurii cu rezistență genetică la stresul termic și hidric.

În concluzie, cercetările prezentei teze de doctorat aduc rezolvări la două probleme legate de cultura porumbului:

- Prin semănatul timpuriu se evită stresul termic determinat de temperaturile ridicate din fazele de înflorit și mățăsit;
- Boabele au o umiditate mai mică la recoltare în epoca timpurie, ceea ce face ca fermierii să obțină un beneficiu, reducând cheltuiala cu uscarea boabelor.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ALDRICH, S.R., SCOTT, W.O., HOEFT, R.G., 1986, Modern Corn Production. Third edition. Thomson Pubns. 258 p. ISBN 978-0686-191-88-9.
2. CRISTEA, M., 2004, Fiziologia porumbului În: Porumbul - studiu monografic, Vol.I, Editura Academiei Române București: 95-142.
3. DANILEVICZ, M.F., BAYER, P.E., BOUSSAID, F., BENNAMOUN, M., EDWARDS, D., 2021, Maize Yield Prediction at an Early Developmental Stage Using Multispectral Images and Genotype Data for Preliminary Hybrid Selection. Remote Sens., 13, 3976
4. DAVID, I., 2008, Cercetări privind cerințele termice pentru răsărire la unii hibrizi de porumb, Lucrări științifice Anul XXXXXI VOL 10(51/2008), Editura "Ion Ionescu de la Brad" Iași.
5. NIELSEN, R.L., 2012, Heat Unit Concepts Related to Corn Development. In: Corny news networks Purdue University.
6. PETCU, ELENA, MARIA, ȚERBEA, LAZĂR, C., 2007, Cercetări în domeniul fiziologiei plantelor de câmp la Fundulea. An. I.N.C.D.A. Fundulea, vol. LXXV, 431-458.
7. SHAW, R.H., 1988, Climate requirement. In: SPRAGUE, G.F., DUDLEY, J.W., eds. Corn and Corn Improve-ment. 3rd edition. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, pp. 609-638.
8. TAMÁS, A., KOVÁCS, E., HORVÁTH, É., JUHÁSZ, C., RADÓCZ, L., RÁTONYI, T., RAGÁN, P., 2023, Assessment of NDVI Dynamics of Maize (*Zea mays* L.) and Its Relation to Grain Yield in a Polyfactorial Experiment Based on Remote Sensing. Agriculture, 13, 689.
9. National Research Council. America's Climate Choices: Panel on Advancing the Science of Climate Change. 2010. Adapting to the impacts of climate change.
10. <http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/NCH35.pdf> (accesat în 28.04.2018).
11. https://www.icpa.ro/documente/ADER%20511_ghid.pdf (accesat în 21.4.2018)
12. <http://www.meteoromania.ro/anm2/clima/adaptarea-la-schimbarile-climatice/>(accesat în 21.4.2018)
13. <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/early-planted-corn-emergence/><https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/soil-temp-corn-emergence/>