

TEZA DE DOCTORAT

Impactul climatului asupra însușirilor productive la sfecla de zahăr

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

Doctorand **Letiția-Adriana Bocoș**

Conducător de doctorat **Prof.univ.dr. Antonia Cristina
Maria Odagiu**



CUPRINS

INTRODUCERE	III
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	
1. Cultura sfeclei de zahăr	III
2. Influența factorilor climatici asupra culturii sfeclei de zahăr	III
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ	
3. Obiectivele urmărite	III
4. Paricularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea	III
5. Material și metodă	IV
6. Rezultate și discuții	IV
7. Concluzii și recomandări	IX
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	X

INTRODUCERE

Stresul natural produs în principal de temperatură și lipsa precipitațiilor influențează dezvoltarea plantelor, inclusiv a sfeclei de zahăr, în mod negativ în mare măsură (VERMA ȘI DEEPTI, 2016).

1. Cultura sfeclei de zahăr

Cultura sfeclei de zahăr este una dintre cele mai importante culturi industriale, fiind o sursă principală de zaharoză, utilizată în producția de zahăr și alte produse alimentare. Sfecla de zahăr are nevoie de anumite condiții de sol, climat și tehnici de management agricol pentru a atinge potențialul maxim de producție. Caracterizarea culturii sfeclei de zahăr implică analiza aspectelor legate de cerințele de mediu, tehnologiile de cultivare, controlul bolilor și dăunătorilor, precum și utilizarea acesteia (BOCOȘ LETIȚIA ADRIANA ȘI COLAB., 2023).

2. Influența factorilor climatici asupra culturii sfeclei de zahăr

Factorii climatici au o influență semnificativă asupra culturii sfeclei de zahăr, determinând atât productivitatea cât și calitatea recoltei. Temperaturile moderate și precipitațiile regulate sunt esențiale pentru o dezvoltare optimă, deoarece sfecla de zahăr preferă condiții de creștere răcoroase și umede.

3. Obiectivele urmărite

Obiectivele urmărite sunt reprezentate de studiul însușirilor productive, conținutului în substanță uscată și al influenței factorilor climatici la cultivările de sfeclă de zahăr studiate.

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea

Experimentele s-au derulat în câmpul experimental localizat în zona comunei Tritenii de Jos (46°35'10"N, 23°59'47"E). Comuna Tritenii se află în județul Cluj, în bazinul Văii Tritiului, fiind limitrofă județului Mureș. Este situată la o distanță de aproximativ 59 km sud-est de Cluj-Napoca, reședința județului. Comuna Tritenii de Jos, situată în partea estică a județului Cluj, reprezintă o zonă de interferență între Câmpia Transilvaniei și Podișul Someșan, caracterizată de un relief complex format în principal din dealuri domoale și câmpii ușor ondulate. Această regiune se află în centrul Depresiunii Transilvaniei, unde predomină un relief colinar, cu altitudini ce variază în

general între 300 și 525 m deasupra nivelului mării, oferind un peisaj diversificat. Relieful este rezultatul unor procese geomorfologice complexe, îmbinând elemente de eroziune și sedimentare, având ca factor major de influență rețeaua hidrografică a zonei, în special prezența râului Arieș în proximitatea comunei. Acest râu, împreună cu afluenții săi, a modelat relieful prin procese de eroziune laterală și de depuneri aluvionare, contribuind la crearea unor lunci și terase ce conferă comunei un relief fragmentat și variat.

5. Material și Metodă

În vederea derulării experimentelor au fost luate în considerare patru cultivare de sfeclă de zahăr, respectiv Gorilla, Vanghelis, Tesla și Penalty. În ambii ani experimentali au fost colectate date meteorologice, care caracterizează condițiile climatice din zona tritenii de Jos în cei doi ani experimentali succesivi 2021 și 2022, respectiv temperatura ambientală (°C), umiditatea relativă a aerului (%), regimul precipitațiilor (mm) și viteza vântului (km/h). Indicatorii climatici luați în considerare sunt: temperatura ambientală (°C), presiunea atmosferică (mmHg), umiditatea atmosferică relativă (%) și aportul de precipitații (mm). A fost realizat un experiment trifactorial (cultivar x irigare x fertilizare) în doi ani succesivi, 2021, respectiv 2022, în câmpul experimental situat în comuna Tritenii de Jos, județul Cluj. Factorul cultivar are patru gradări, respectiv: Gorilla, Vanghelis, Tesla și Penalty. Irigarea, al doilea factor, are două graduări, fără irigare și irigare cu o normă de udare de 600 m³/ha pe repriză de irigare, folosind 7 reprize pe întreaga perioadă de vegetație. Al treilea factor, fertilizarea are trei graduări: fără fertilizare, fertilizare cu complexul NPK în raport de 60-40-40 kg/ha, și NPK în raport de 180-120-120 kg/ha, conform schemei experimentale. Pe tot parcursul anilor 2021 și 2022, în care s-au derulat experimentele, cu ajutorul stației mobile de monitorizare climatică au fost monitoriați factorii climatici respectiv temperatura ambientală (°C), umiditatea relativă a aerului (%), regimul precipitațiilor (mm) și viteza vântului (km/h), în vederea identificării impactului acestora asupra productivității, conținutului în substanță uscată și zahăr la cele patru cultivare luate în studiu, în funcție de variantele experimentale. Datele au fost prelucrate statistic cu ajutorul programului „STATISTICA”.

6. Rezultate și discuții

Rezumatul ANOVA pentru producția de sfeclă de zahăr arată că fertilizarea (F) și cultivarele (C) și au o influență semnificativă asupra nivelului de probabilitate de 1%, de asemenea irigarea (I) și interacțiunea dintre cultivar și fertilizare (C x F) influențează productivitatea sfeclei de zahăr, dar la un nivel de probabilitate de 5%. Interacțiunile dintre cultivar și irigare (C x I), irigare și fertilizare (I x F) și toți cei trei factori (C x I x F) evidențiază faptul că genotipul contribuie la variația totală cu 43,48%, contribuția

fertilizării și aprovizionării cu apă fiind egală cu 30,70%, respectiv 11,25%, în timp ce interacțiunea C x F cu 10,65%. Se constată că celelalte interacțiuni au avut contribuții scăzute (Tabelul 6.13).

Tabelul 6.13

Sumarul analizei ANOVA pentru producția de biomasă proaspătă la sfecla de zahăr (t/ha), în zona Tritenii de Jos, 2021 – 2022

Sursa de variație	DF	SS	MS	F	% of SS
C	2	367.54	183.77	480.65**	43.48
I	1	95.13	47.56	105.63*	11.25
F	2	259.47	259.47	401.55**	30.70
C x I	4	10.35	2.59	8.68	1.22
C x F	5	90.02	18.01	94.25*	10.65
I x F	2	4.16	2.08	3.61	0.49
C x I x F	7	18.36	2.62	25.89	2.17
Error	18	98.68	5.48	-	-

C – cultivar; I – irigare; F – fertilizare/fertilization; SS – suma pătratelor; MS – media pătratelor; DF – gradele de libertate; *, ** – nivelurile de semnificație la $p < 0.05$, $p < 0.01$.

Conform ANOVA randamentul zahărului este afectat semnificativ doar de cultivar, la un nivel de probabilitate de 5%. Intrările agricole (irigare și fertilizare) și interacțiunile nu au influențe semnificative asupra producției de zahăr (BOCOȘ LETIȚIA ADRIANA ȘI COLAB., 2024b). Cultivarul a reprezentat 39,73% din variație, irigarea 26,81%, fertilizarea 24,25%, iar interacțiunile au o contribuție redusă (Tabelul 6.26).

Tabelul/Table 6.26

Sumarul analizei ANOVA pentru producția de biomasă uscată la sfecla de zahăr (t/ha), în zona Tritenii de Jos, 2021 – 2022

Sursa de variație	DF	SS	MS	F	% of SS
C	2	102.35	51.18	57.26*	39.73
I	1	69.07	69.07	29.68	26.81
F	2	62.48	31.24	25.12	24.25
C x I	4	5.32	1.33	2.68	2.07
C x F	5	3.29	0.66	3.71	1.28
I x F	2	2.88	1.44	2.02	1.12
C x I x F	7	12.21	1.74	15.62	4.74
Error	18	23.54	1.31	-	-

C – cultivar; I – irigare; F – fertilizare/fertilization; SS – suma pătratelor; MS – media pătratelor; DF – gradele de libertate; *, ** – nivelurile de semnificație la $p < 0.05$, $p < 0.01$.

CURCIC ȘI COLAB. (2018) au mai descoperit o influență semnificativă a cultivarului asupra randamentului zahărului, deși este responsabil doar pentru 6,28%-7,75% din variație, într-un experiment cu 5 hibrizi de sfeclă de zahăr (inclusiv Tesla) în diferite condiții de mediu. Pe ansamblul întregii perioade experimentale 2021 – 2022, la cultivarele de sfeclă de zahăr studiate, cele mai bune rezultate au fost obținute prin combinarea irigației cu fertilizarea, demonstrându-se astfel importanța gestionării integrate a resurselor de apă și nutrienți pentru optimizarea conținutului de zahăr (Tabelele 47 – 50). Varianta experimentală a2b3, care combină irigarea și o fertilizare intensivă, a condus la cea mai ridicată productivitate medie de zahăr, de 9.86 kg/ha și un CV = 16.73%. Acest rezultat sugerează că, pentru a maximiza potențialul de producție de zahăr în cultivarul Gorilla, este necesară o abordare intensivă în ceea ce privește gestionarea resurselor. Coeficientul de variație relativ ridicat în unele tratamente indică o sensibilitate a producției la factorii de mediu și management agricol.

Tabelul 6.47

Statistica de bază pentru conținutul în zahăr la cultivarul de sfeclă de zahăr Gorilla, substanță uscată (t/ha) în zona Tritenii de Jos, 2021 – 2022

Varianta experimentală	N	X	Minim	Maxim	s	CV%
a ₁ b ₁	31	7.32	7.18	7.51	1.74	23.77
a ₁ b ₂	31	8.82	8.63	9.11	1.36	15.42
a ₁ b ₃	31	9.18	8.92	9.21	1.39	15.14
a ₂ b ₁	31	7.94	7.72	8.12	1.48	18.64
a ₂ b ₂	31	9.58	9.51	9.84	1.42	14.82
a ₂ b ₃	31	9.86	9.51	9.92	1.65	16.73

1 – martor, fără irigare (a₁), fără fertilizare(b₁); 2 – fără irigare (a₁), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 3 – fără irigare (a₁), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃); 4 – irigare (a₂), fără fertilizare(b₁); 5 – irigare (a₂), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 6 – irigare (a₂), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃).

La cultivarul Vanghelis, atât fertilizarea cât și irigarea au un impact pozitiv semnificativ asupra conținutului de zahăr. Cele mai bune rezultate sunt obținute atunci când cele două metode sunt utilizate împreună, mai ales în varianta cu fertilizare intensivă (a2b3), ce prezintă o medie a productivității egală cu 11,84 t/ha (Tabelul 6.48). Pe ansamblul întregii perioade experimentale, se constată faptul că fertilizarea contribuie semnificativ la creșterea conținutului de zahăr la cultivarul Tesla. Chiar și fără irigare, fertilizarea moderată și intensivă îmbunătățesc semnificativ producția de zahăr. Irigarea, în combinație cu fertilizarea, aduce îmbunătățiri suplimentare, dar efectul este cel mai pronunțat când este combinată cu o fertilizare adecvată. Irigarea singură, fără fertilizare, are un impact mai redus comparativ cu utilizarea combinată a ambelor practici (Tabelul 6.49). Pentru cultivarul de de sfeclă de zahăr Penalty, compararea variantelor a1b1 și a1b3 evidențiază că fertilizarea intensivă crește semnificativ randamentul zahărului. Irigarea combinată cu fertilizarea oferă cele mai mari creșteri în conținutul de zahăr (Tabelul 6.50).

Tabelul 6.48**Statistica de bază pentru conținutul în zahăr la cultivarul de sfeclă de zahăr Vanghelis, substanță uscată (t/ha) în zona Trittenii de Jos, 2021 – 2022**

Varianta experimentală/	N	X	Minim	Maxim	s	CV%
a ₁ b ₁	31	8.42	8.31	8.61	1.33	15.81
a ₁ b ₂	31	9.15	9.16	9.35	1.19	13.11
a ₁ b ₃	31	9.65	9.51	9.88	1.27	13.16
a ₂ b ₁	31	8.96	8.71	9.11	1.14	12.72
a ₂ b ₂	31	11.16	9.72	11.42	1.21	11.84
a ₂ b ₃	31	11.84	11.64	11.12	1.16	9.81

1 – martor, fără irigare (a₁), fără fertilizare(b₁); 2 – fără irigare (a₁), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 3 – fără irigare (a₁), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃); 4 – irigare (a₂), fără fertilizare(b₁); 5 – irigare (a₂), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 6 – irigare (a₂), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃).

Tabelul/Table 6.49**Statistica de bază pentru conținutul în zahăr la cultivarul de sfeclă de zahăr Tesla, substanță uscată (t/ha) în zona Trittenii de Jos, 2021 – 2022**

Varianta experimentală/	N	X	Minim	Maxim	s	CV%
a ₁ b ₁	31	7.91	7.77	8.32	1.51	19.19
a ₁ b ₂	31	9.36	9.21	9.72	1.23	13.14
a ₁ b ₃	31	9.46	9.41	9.81	1.44	15.22
a ₂ b ₁	31	8.63	8.51	8.91	1.37	15.87
a ₂ b ₂	31	9.81	9.62	11.23	1.25	12.74
a ₂ b ₃	31	9.88	9.72	11.21	1.61	16.31

1 – martor, fără irigare (a₁), fără fertilizare(b₁); 2 – fără irigare (a₁), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 3 – fără irigare (a₁), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃); 4 – irigare (a₂), fără fertilizare(b₁); 5 – irigare (a₂), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 6 – irigare (a₂), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃).

Aceasta sugerează că apa suplimentară, în combinație cu nutrienții, susține un metabolism optim al plantelor și o acumulare maximă de zahăr (Tabelul 6.50). Indiferent de tipul de cultivar sau însușirea tratată (productivitatea de masă proaspătă, productivitatea de masă uscată, conținutul în substanță uscată și zahăr) au fost identificați trei factori principali, respectiv: cultivarul, condițiile climatice și inputurile agronomice. Componenta Principală 1 (PC1), respectiv „Cultivarul”, prezintă contribuțiile semnificative ale cultivarelor de sfeclă (atât pozitive, cât și negative) și este mai puțin influențată de variabilele meteo. Componenta Principală 2 (PC2), respectiv „Condițiile climatice” este influențată puternic atât de variabilele meteo (precum temperatura și precipitațiile), cât și de caracteristicile productive și nutritive ale sfeclei de zahăr. Componenta Principală 3 (PC3), respectiv „Inputurile agronomice”, are contribuții atât de la nivelurile de fertilizare cât și de irigare. Acestea evidențiază diferențele dintre cultivare în ceea ce privește caracteristicile productive și nutritive ale sfeclei de zahăr, în funcție de inputurile agricole și condițiile climatice, sugerând

variabilitate între diferite tratamente și/sau cultivare (BOCOȘ LETIȚIA ADRIANA ȘI COLAB., 2024a).

Tabelul/Table 6.50

Statistica de bază pentru conținutul în zahăr la cultivarul de sfeclă de zahăr Penalty, substanță uscată (t/ha) în zona Trittenii de Jos, 2021 – 2022

Varianta experimentală/ Experimental variant	N	X	Minim	Maxim	s	CV%
a ₁ b ₁	31	6.82	6.71	7.43	1.71	24.93
a ₁ b ₂	31	7.94	7.78	8.15	1.39	17.51
a ₁ b ₃	31	8.12	8.11	8.26	1.44	17.73
a ₂ b ₁	31	7.26	7.21	7.51	1.36	18.73
a ₂ b ₂	31	8.71	8.61	9.14	1.68	19.29
a ₂ b ₃	31	9.24	9.11	9.41	1.52	16.45

1 – martor, fără irigare (a₁), fără fertilizare(b₁); 2 – fără irigare (a₁), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 3 – fără irigare (a₁), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃); 4 – irigare (a₂), fără fertilizare(b₁); 5 – irigare (a₂), NPK 60-40-40 kg/ha (b₂); 6 – irigare (a₂), NPK 180-120-120 kg/ha (b₃).

PC1 (Cultivarul) este responsabil pentru 46.05% din varianța totală în producția de biomasă proaspătă la soiurile de sfeclă de zahăr studiate, iar PC2, respectiv „Condițiile climatice” de 32.92% din varianța totală. Aceasta sugerează că, împreună, PC1 și PC2 reprezintă majoritatea variabilității. PC3 (Inputurile agronomice), este responsabil pentru 21,03% din varianța totală (Tabelul 6.67).

Tabelul 6.67

Eigenvalues ale matricii corelațiilor pentru productivitatea biomasei proaspete (t/ha), la cultivarele luate în studiu, 2021 – 2022

Factor	Eigenvalues	% Total variance	Cumulative	Cumulative variance
PC1	7.2951	46.0540	7.2951	46.0540
PC2	6.4188	32.9242	13.7139	78.9782
PC3	4.7529	21.0218	18.4668	100.0000

PC1 (Cultivarul) este responsabil pentru 51,16% din varianța totală în producția de biomasă proaspătă la soiurile de sfeclă de zahăr studiate, iar PC2, respectiv „Condițiile climatice” de 31,28% din varianța totală. Aceasta sugerează că, împreună, PC1 și PC2 reprezintă majoritatea variabilității. PC3 (Inputurile agronomice), este responsabil pentru 21,66% din varianța totală (Tabelul 6.68). PC1 (Cultivarul) este responsabil pentru 54,55% din varianța totală în producția de biomasă proaspătă la soiurile de sfeclă de zahăr studiate, iar PC2, respectiv „Condițiile climatice” de 25,69% din varianța totală. Aceasta sugerează că, împreună, PC1 și PC2 reprezintă majoritatea variabilității. PC3 (Inputurile agronomice), este responsabil pentru 18,26% din varianța

totală (Tabelul 6.69). PC1 (Cultivarul) este responsabil pentru 54,55% din variația totală în producția de biomasă proaspătă la soiurile de sfeclă de zahăr studiate, iar PC2, respectiv „Condițiile climatice” de 25,69% din variația totală. Aceasta sugerează că, împreună, PC1 și PC2 reprezintă majoritatea variabilității. PC3 (Inputurile agronomice), este responsabil pentru 18,26% din variația totală (Tabelul 6.70).

Tabelul 6.68

Eigenvalues ale matricii corelațiilor pentru productivitatea biomasei uscate (t/ha), la cultivarele luate în studiu, 2021 - 2022

Factor	Eigenvalues	% Total variance	Cumulative	Cumulative variance
PC1	9.038259	51.16641	7.2951	46.0540
PC2	6.173855	31.28915	13.4690	77.3432
PC3	3.399513	22.65696	16.8685	100.0000

Tabelul 6.69

Eigenvalues ale matricii corelațiilor pentru productivitatea biomasei uscate (t/ha), la cultivarele luate în studiu, 2021 - 2022

Factor	Eigenvalues	% Total variance	Cumulative	Cumulative variance
PC1	9.669822	54.53508	7.2951	56.0540
PC2	4.112686	25.68817	11.4078	81.7422
PC3	4.021036	18.25784	15.4288	100.0000

Tabelul 6.70

Eigenvalues ale matricii corelațiilor pentru conținutul în zahăr (t/ha), la cultivarele luate în studiu, 2021 - 2022

Factor	Eigenvalues	% Total variance	Cumulative	Cumulative variance
PC1	17.07596	60.98557	17.07596	60.98557
PC2	3.16966	21.32022	20.2456	82.3058
PC3	2.81784	17.69420	23.0635	100.0000

7. Concluzii și recomandări

Analiza de varianță indică faptul că genotipul și fertilizarea au o influență semnificativă asupra productivității sfeclei de zahăr, contribuind major la variația totală a producției (43,48% și 30,70% respectiv). Irigarea și interacțiunile dintre genotip și fertilizare, deși semnificative, au avut contribuții mai mici la variabilitatea totală. Aceasta sugerează că selecția corectă a cultivarelor și aplicarea adecvată a fertilizării sunt factori esențiali pentru optimizarea producției de sfeclă de zahăr. De asemenea, conform analizei

de varianță, randamentul zahărului la sfecla de zahăr este influențat semnificativ doar de genotip, la un nivel de probabilitate de 5%. Factorii de mediu, precum irigarea și fertilizarea, precum și interacțiunile dintre acești factori nu au avut o influență semnificativă asupra producției de zahăr. Cultivarul a contribuit cu 39,73% la variația randamentului, în timp ce irigarea și fertilizarea au contribuit cu 26,81% și respectiv 24,25%. Interacțiunile dintre acești factori au avut o contribuție redusă la variația totală, sugerând că selecția genotipurilor este cel mai important factor pentru optimizarea producției de zahăr. În analiza conținutului de zahăr din rădăcinile de sfeclă de zahăr, se evidențiază o corelație ridicată între variabile, majoritatea fiind grupate în planul PC1 x PC2. Aceasta sugerează o interdependență puternică între tipul de cultivar, condițiile. Relația complexă dintre cele trei componente principale arată că acestea influențează împreună variabilitatea biomasei proaspete și a conținutului de zahăr, subliniind importanța interacțiunii dintre cultivar, condițiile climatice și inputurile agronomice în determinarea rezultatelor finale ale culturilor de sfeclă de zahăr. În urma studiilor considerăm că se pot formula următoarele recomandări: ► utilizarea irigației cu fertilizarea intensă, pentru cultivarea sfeclei de zahăr, indiferent de cultivar. Această abordare a demonstrat cele mai bune rezultate în ceea ce privește productivitatea și stabilitatea randamentelor, evidențiind importanța unui management integrat al apei și fertilizării; ► pentru a maximaliza productivitatea și calitatea sfeclei de zahăr, este esențială selecția atentă a tipului de cultivar (PC1), adaptarea la condițiile climatice specifice (PC2) și utilizarea eficientă a inputurilor agronomice, precum fertilizarea și irigarea (PC3). Această abordare integrată va asigura o variabilitate redusă și o consistență crescută a rezultatelor, subliniind importanța interacțiunii dintre acești factori în optimizarea culturilor de sfeclă de zahăr.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. BOCOȘ, LETIȚIA ADRIANA, ANTONIA ODAGIU, CAMELIA OROIAN, C. IEDERAN, P. BURDUHOS, 2023, Production and Sugar Content of Four Sugar Beet Hybrids Function of Environmental Temperature, Precipitations and Agricultural Key Inputs, *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 66(2), 134-140.
2. BOCOȘ LETIȚIA ADRIANA, CAMELIA OROIAN, C. IEDERAN, ANTONIA CRISTINA MARIA ODAGIU, 2024, Testing the Interaction between Agricultural Inputs and SiteSpecific Climatic Factors in Sugar Beet Production, *ProEnvironment*, 17 (57), 68-71.
3. BOCOȘ LETIȚIA ADRIANA, CAMELIA OROIAN, P. BURDUHOS, C. IEDERAN, ANTONIA CRISTINA MARIA ODAGIU, 2024, Sugar Beet Yield in Different Varieties Function of Irrigation and Fertilization Strategy, *ProEnvironment*, 17 (58), 76-79.
4. CURCIC, Z., CIRIC M., NAGL N., TASKI-AJDUKOVIC K., 2018, Effect of Sugar Beet Genotype, Planting and Harvesting Dates and Their Interaction on Sugar Yield. *Front. Plant Sci.* 9, 1041, doi: 10.3389/fpls.2018.01041.
5. VERMA, A. DEEPTI S. (2016). Abiotic stress and crop improvement: current scenario. *Adv Plants Agric Res*, 4, 345-346.