

TEZA DE DOCTORAT

Impactul tipului de sol asupra însușirilor morfo-productive la *Amaranthus* sp.

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

Doctorand **Alexandru Mătieș**

Conducător de doctorat **Prof. univ. dr. Ioan Păcurar**



CUPRINS

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

1. Considerații generale privind *Amaranthus* sp. III

2. Tipurile de sol și întreținerea culturilor III

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

3. Obiectivele urmărite III

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc
experimentarea III

5. Material și metodă IV

6. Rezultate și discuții IV

9. Concluzii și recomandări IX

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ X

1. Considerații generale privind *Amaranthus* sp.

Plantele aparținând genului *Amaranthus* sunt anuale sau perene, erbacee, cu o variație mare în înălțime, de la specii pitice până la arbuști mai înalți. Ele pot avea tulpini drepte sau ramificate, uneori cu un aspect roșu sau purpuriu (MĂTIEȘ ȘI COLAB, 2023). Plantele din genul *Amaranthus* au o serie de caracteristici morfologice distincte, care le fac ușor de identificat (BATLLA ȘI COLAB., 2000; BRAINARD ȘI COLAB., 2005; YESHITILA ȘI COLAB., 2023).

2. Tipurile de sol și întreținerea culturilor

Structura solului se referă la modul în care particulele de sol sunt aranjate și legate între ele. **Faeziomul argic** este un tip de sol caracterizat de prezența unei cantități semnificative de argilă în compoziția sa, ceea ce îi conferă anumite calități și caracteristici distincte. **Luvosolul albic** este un tip de sol cu caracteristici distincte, care pot varia în funcție de compoziția exactă și de condițiile specifice de mediu. Sunt cunoscute puține cercetări cu privire la influența tipului de sol asupra culturilor de *Amaranthus* sp. (AUFHAMMER ȘI COLAB., 1994; MĂTIEȘ ȘI COLAB, 2023; MĂTIEȘ ȘI COLAB, 2024; PĂCURAR, 1999).

3. Obiectivele urmărite

Obiectivele urmărite în cadrul tezei de doctorat se referă la: testarea influenței tipului de sol asupra performanțelor morfo-productive la cultivare de *Amaranthus* sp., evaluarea productivității de masă verde și semințe la cultivare de *Amaranthus* sp. în funcție de tipul de sol și studiul calitativ al semințelor provenite de la cultivare de *Amaranthus* sp. în funcție de tipul de sol, precum și evaluarea comparativă a însușirilor calitative din câmpul experimental

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc experimentarea

Cercetările au fost efectuate într-o fermă privată din lunca Someșului, situată în arealul comunei Mireșu Mare (47°29'16" N, 23°21'26" E), județul Maramureș. Principalele râuri care trec prin comuna Mireșu Mare sunt Someșul Mare, care curg în partea de est a comunei, și râul Tur, care străbate zona centrală. Verile sunt moderate, iar iernile sunt reci și lungi, cu posibilitate de ninsori abundente. Precipitațiile medii anuale, care se încadrează în intervalul 700 mm – 800 mm, sunt distribuite în mod relativ uniform pe tot parcursul anului, favorizând dezvoltarea agriculturii. Iernile nu

sunt extreme, dar sunt frecvente inversiunile termice și înghețurile târzii (<https://miresu-mare.ro/articles/prezentare>).

5. Material și metodă

Pentru testarea influenței tipului de sol pe care sunt instalate culturile în obținerea performanțelor morfo-productive și calitative la cultivare diferite care aparțin speciei *Amaranthus* sp., au fost puse în practică protocoale experimente în anii 2022 și 2023. Materialul biologic luat în studiu este reprezentat de șase cultivare de *Amaranthus* sp., ce aparțin la două specii: Alegria, Amont, Golden, Mercado, Hopi Red Dye și Opopeo. Studiul a fost organizat ca experiență bifactorială, în care Factorul A îl reprezintă cultivarul (cu șapte graduări: **a**₁: Martor, **a**₂: Alegria, **a**₃: Amont, **a**₄: Golden, **a**₅: Mercado, **a**₆: Hopy Red Dye și **a**₇: Opopeo), iar Factorul B este tipul de sol (cu două graduări: **b**₁: faeoziom argic, **b**₂: luvosol albic). Din combinația celor doi factori A și B au rezultat 14 variante experimentale organizate în blocuri randomizate, fiecare în câte două repetiții, cu câte cinci plante/repetiție. Fertilizarea s-a realizat cu gunoi de grajd de bovine în doză de 20 t/ha, s-a aplicat direct, prin încorporare în sol, în toamna anilor 2021 și 2022. Nu a fost necesară niciun tratament împotriva bolilor și buruienilor. A fost determinat conținutul în nutrienți și conținutul total în polifenoli din semințele de *Amaranthus* sp. (LI ȘI COLAB., 2015; ȘARA ȘI ODAGIU, 2002). SPSS Statistics v28, STATISTICA v. 8.0 și XLSTAT Versiunea 2022.2.1 au fost programele utilizate pentru procesarea datelor statistice. Testul celor mai mici diferențe (LSD_{5%}) a fost utilizat pentru a compara performanțele morfo-productive și cantitative ale cultivarelor de *Amaranthus* sp. studiate, în funcție de tipul de sol. Analiza de regresie multiplă și analiza multivariată, prin componentele sale, analiza de cluster și analiza componentelor principale (PCA) au fost implementate pentru a evidenția interrelațiile complexe dintre producțiile de biomasă proaspătă și uscată și influența însușirilor morfologice și cantitative asupra productivității de biomasă proaspătă și uscată, în funcție de tipul de sol.

6. Rezultate și discuții

Rezultate privind însușirile morfo-productive ale cultivarelor de *Amaranthus* sp. studiate

Studiul interrelațiilor multiple dintre producția de biomasă uscată, înălțimea plantei și numărul de frunze efectuat pentru fiecare dintre cele șase cultivare luate în studiu și, de asemenea, pentru Martor, în condițiile întreținerii culturilor pe luvosolul albic, indică faptul că acestea sunt caracterizate de corelații multiple slabe, slab spre moderate și moderate (Tabelul 6.22). În cazul cultivarelor Golden, Mercado, Hop Red Dye și Opopeo producția de biomasă uscată este moderat corelată cu înălțimea plantei

Impactul tipului de sol asupra însușirilor morfo-productive la *Amaranthus* sp. - Rezumat

și numărul de frunze ($R = 0,397$; $R = 0,402$; $R = 0,400$; $R = 0,313$). Corelații multiple slabe spre moderate sunt raportate în cazul cultivarului Amont și în cazul Martorului ($R = 0,236$; $R = 0,236$), în timp ce în cazul cultivarului Alegria se observă o corelație multiplă slabă, egală cu $R = 0,155$ (Tabelul 6.22).

Tabelul 6.21

Analiza de regresie multiplă între producția de biomasă uscată, înălțimea plantei și numărul de frunze la *Amaranthus* sp. cultivate pe faeoziom argic

Cultivarul	Dreapta de regresie	R	R ²	p
V1 – Martor	$Y = 1002.021 - 0.074X_1 + 0.387X_2$	0.355	0.126	0.811
V2 – Alegria	$Y = 6312.343 - 0.223X_1 + 0.264X_2$	0.265	0.070	0.956
V3 – Amont	$Y = 7555.559 - 0.043X_1 + 0.533X_2$	0.284	0.081	0.833
V4 – Golden	$Y = 9167.051 - 0.153X_1 + 0.465X_2$	0.435	0.189	0.865
V5 – Mercado	$Y = 8476.946 - 0.154X_1 + 0.526X_2$	0.465	0.216	0.713
V6 – Hopi Red Dye	$Y = 9197.162 - 0.232X_1 + 0.555X_2$	0.411	0.169	0.865
V7 – Opopeo	$Y = 1001.021 - 0.031X_1 + 0.387X_2$	0.376	0.141	0.822

Y – producția de biomasă uscată, g/plantă; X₁ – înălțimea plantei, cm; X₂ – numărul de frunze; R – coeficient de corelație multiplă; R² – coeficient de determinație; p – probabilitatea.

Tabelul 6.22

Analiza de regresie multiplă între producția de biomasă uscată, înălțimea plantei și numărul de frunze la *Amaranthus* sp. cultivate pe luvosol albic

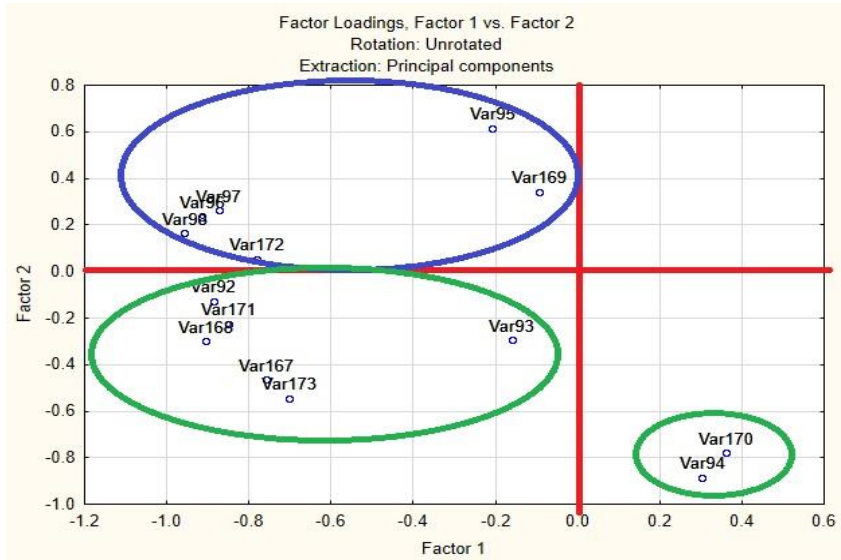
Cultivarul/Variety	Dreapta de regresie/Regression line	R	R ²	p
V1 – Martor/Control	$Y = 1023.056 - 0.066X_1 + 0.364X_2$	0.236	0.056	0.823
V2 – Alegria	$Y = 6345.348 - 0.333X_1 + 0.213X_2$	0.155	0.024	0.911
V3 – Amont	$Y = 7436.556 - 0.083X_1 + 0.535X_2$	0.236	0.056	0.861
V4 – Golden	$Y = 9369.046 - 0.135X_1 + 0.495X_2$	0.397	0.158	0.827
V5 – Mercado	$Y = 8694.985 - 0.135X_1 + 0.525X_2$	0.402	0.162	0.746
V6 – Hopi Red Dye	$Y = 9037.125 - 0.252X_1 + 0.584X_2$	0.400	0.160	0.839
V7 – Opopeo	$Y = 1169.026 - 0.0148X_1 + 0.385X_2$	0.313	0.098	0.762

Y – producția de biomasă uscată, g/plantă; X₁ – înălțimea plantei, cm; X₂ – numărul de frunze; R – coeficient de corelație multiplă; R² – coeficient de determinație; p – probabilitatea.

Rezultate privind productivitatea la cultivarele de *Amaranthus* sp. luate în studiu

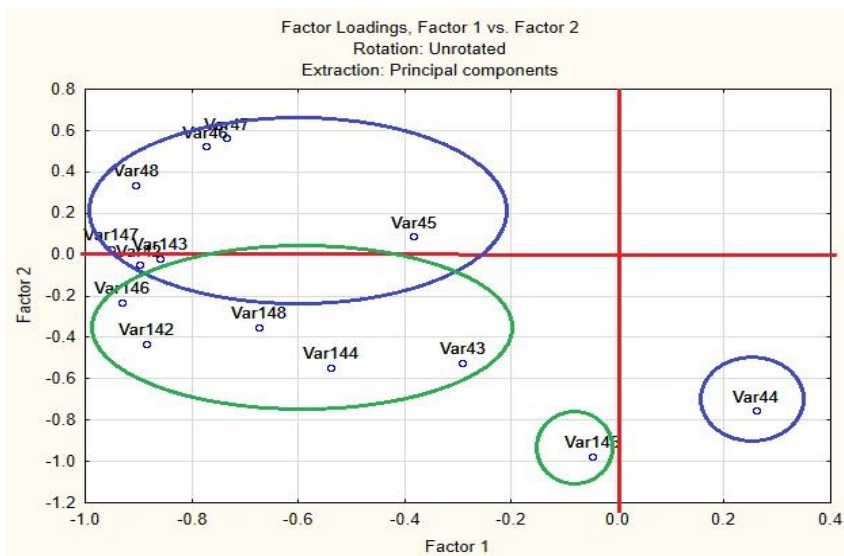
În urma aplicării analizei componentelor principale pentru cele șase cultivare de *Amaranthus* sp. și Martor, întreținute pe faeoziom argic și luvosol albic au fost identificați doi factori principali, respectiv producția (Factorul 1) și cultivarul (Factorul 2). Factorul 1, producția, este responsabil pentru 62,04% din varianță, iar Factorul 2, cultivarul, pentru 37,96% din varianță (Fig. 6.5, Fig. 6.7).

Conform dendrogramelor, producțiile de semințe, masă proaspătă și masă uscată sunt grupate în două cluster principale, A și, respectiv, B (Fig. 6.5 și Fig. 6.7). Clusterul A grupează cultivarele Alegria și Opopeo, care prezintă un grad ridicat de similitudine și includ cele mai ridicate producții de semințe (masă proaspătă).



Var 92, 167-Martor, Var 93, 168-Alegria, Var 94, 169-Amont, Var 95, 170-Golden, Var 96, 171-Mercado, Var 97, 172-Hopi Red Dye, Var 98, 173-Opopeo.

Figura 6.5. Reprezentarea în planurile PC1 x PC2 a producțiilor de biomasă uscată și semințe (masă uscată) provenite de la cultivările întreținute pe faeoziom argic

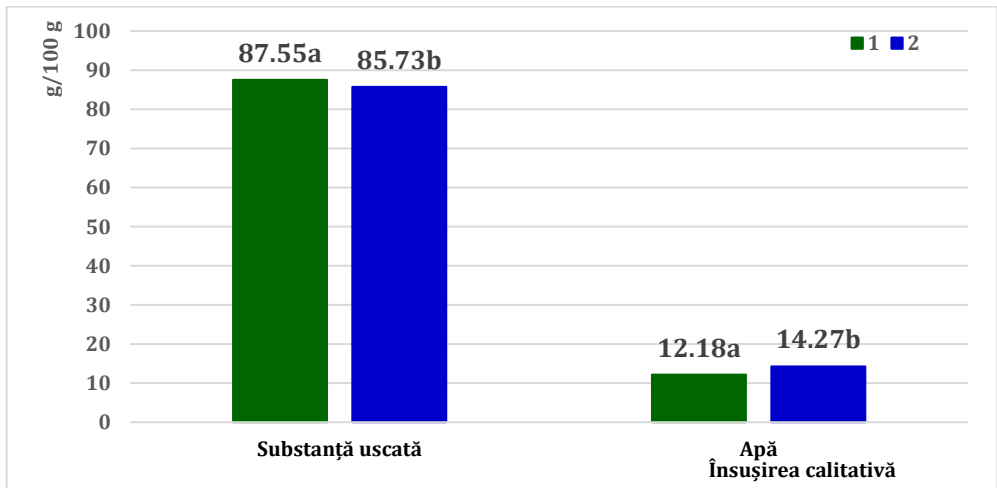


Var 42, 142-Martor, Var 43, 143-Alegria, Var 44, 144-Amont, Var 45, 145-Golden, Var 46, 146-Mercado, Var 47, 147-Hopi Red Dye, Var 48, 148-Opopeo.

Figura 6.7. Reprezentarea în planurile PC1 x PC2 a producțiilor de biomasă uscată și semințe (masă uscată) provenite de la cultivările întreținute pe faeoziom argic

Rezultate privind studiul calitativ al semințelor provenite de la *Amaranthus* sp.

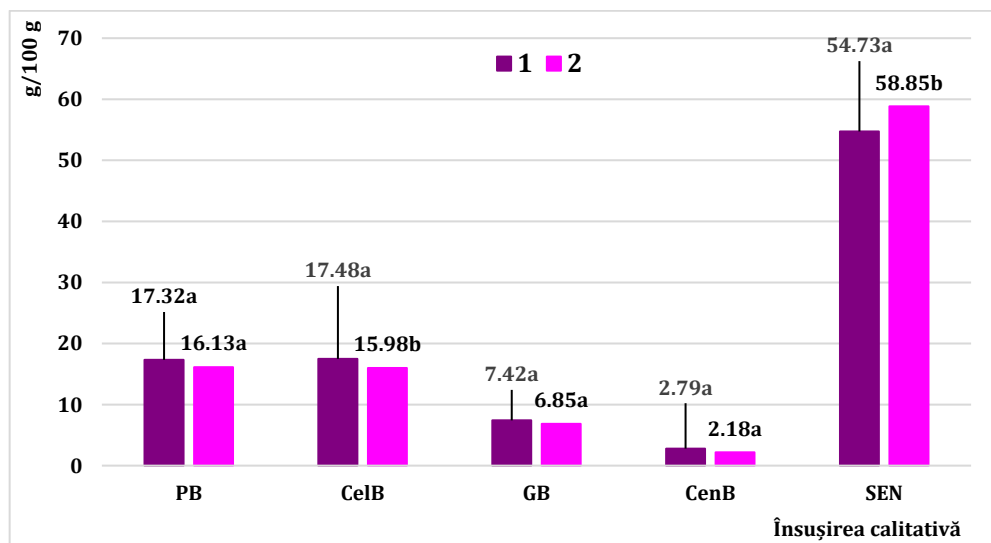
Analiza comparativă a conținutului în substanță uscată al plantelor de *Amaranthus* sp. aparținând celor șase cultivare analizate și martorului, arată, conform testului celor mai mici diferențe (LSD_{5%}), faptul că, în conformitate cu valorile coeficientului Fisher, pe ansamblul cultivarelor mediile rezultate diferă semnificativ între diferitele cultivare, în cazul ambelor tipuri de sol pe care au fost amplasate culturile.



1 - Cultura întreținută pe faeoziom argic; 2 - Cultura întreținută pe luvosol albic; 1 - Substanța uscată: LSD_{5%} = 5,114, F = 7,691*; 2 - Substanța uscată: LSD_{5%} = 5,739, F = 8,596*; 1 - Conținutul în apă: LSD_{5%} = 4,999, F = 6,937*; 2 - Substanța uscată: LSD_{5%} = 5,912, F = 7,262*; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite.

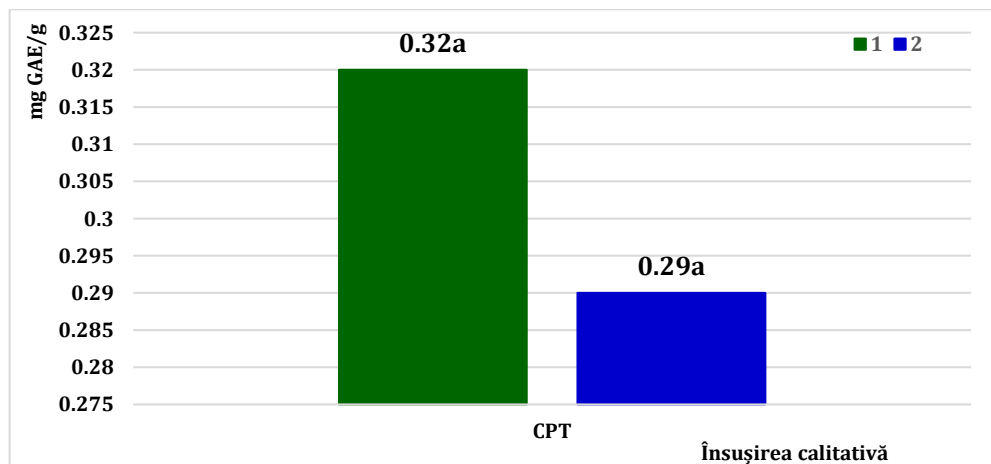
Figura 6.9. Conținutul în substanță uscată și apă al cultivarelor de *Amaranthus* sp. și Martorului pe diferite tipuri de sol

Referitor la conținutul în nutrienți al cultivarelor studiate, cultivate pe cele două tipuri de sol, se evidențiază evoluții diferențiate. Testului celor mai mici diferențe arată faptul că în cazul conținutului în proteină brută, grăsime brută și cenușă brută mediile rezultate nu diferă semnificativ între diferitele cultivare, în cazul ambelor tipuri de sol pe care au fost amplasate culturile (Fig. 6.10). În ceea ce privește conținutul în polifenoli totali, nu se înregistrează diferențe semnificative ($p > 0,05\%$) între mediile considerate pe ansamblul cultivarelor corespunzător fiecărui tip de sol, acestea luând valori egale cu 0,32 mg GAE/g în cazul culturii pe faeoziom argic și 20,9 mg GAE/g în cazul culturii pe luvosol albic. Testul celor mai mici diferențe indică, de asemenea, faptul că mediile rezultate nu diferă semnificativ între diferitele cultivare, în cazul ambelor tipuri de sol pe care au fost amplasate culturile (Fig. 6.11).



1 - Cultura întreținută pe faeoziom argic; 2 - Cultura întreținută pe luvosol albic; 1 - Proteina brută, PB, CP: $LSD_{5\%} = 4,999$, $F = 2,305^{ns}$; 2 - Proteina brută, PB, CP: $LSD_{5\%} = 5,611$, $F = 2,682^{ns}$; 1 - Celuloza brută, CelB: $LSD_{5\%} = 5,631$, $F = 7,812^*$; 2 - Celuloza brută, CelB, CF: $LSD_{5\%} = 5,428$, $F = 8,254$; 1 - Grăsimea brută, GB, CFat: $LSD_{5\%} = 5,333$, $F = 2,922^{ns}$; 2 - Grăsimea brută, GB, CFat: $LSD_{5\%} = 6,085$, $F = 2,086^{ns}$; 1 - Cenușa brută, CenB, CA: $LSD_{5\%} = 6,588$, $F = 2,832^{ns}$; 2 - Cenușa brută, CenB, CA: $LSD_{5\%} = 5,159$, $F = 2,362^{ns}$; 1 - Substanțe Extractive Neazotate, SEN, NFE: $LSD_{5\%} = 3,514$, $F = 14,389^{**}$; 2 - Substanțe Extractive Neazotate, SEN, NFE: $LSD_{5\%} = 2,739$, $F = 15,821^{**}$; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite.

Figura 6.10. Conținutul în nutrienți al cultivarelor de *Amaranthus* sp. și al Martorului cultivate pe diferite tipuri de sol



1 - Cultura întreținută pe faeoziom argic; 2 - Cultura întreținută pe luvosol albic; 1 - Conținutul în polifenoli totalii, CPT, TPC: $LSD_{5\%} = 5,369$, $F = 2,397^{ns}$; 2 - Conținutul în polifenoli totalii, CPT, TPC: $LSD_{5\%} = 5,935$, $F = 2,146^{ns}$; diferențele dintre oricare două variante sunt semnificative, dacă valorile lor sunt urmate de litere, sau grup de litere diferite.

Figura 6.11. Conținutul în polifenoli totali al cultivarelor de *Amaranthus* sp. și al Martorului cultivate pe diferite tipuri de sol

7. Concluzii și recomandări

Studiul interrelațiilor analizate oferă o bună perspectivă asupra complexității relațiilor dintre caracteristicile morfologice și productivitatea cultivarelor de *Amaranthus* sp. studiate. Pentru ambele tipuri de sol, înălțimea plantelor exercită o influență negativă asupra producției de biomasă uscată ($R_s = -0,245$ corespunzător culturilor pe faeoziomul argic și $R_s = -0,525$ corespunzător culturilor pe luvosolul albic), în timp ce numărul de frunze influențează pozitiv producția ($R_s = 0,750$ corespunzător culturilor pe faeoziomul argic și $R_s = 0,625$ corespunzător culturilor pe luvosolul albic). Corelațiile multiple între înălțimea plantelor, producția de biomasă uscată și numărul de frunze sunt în general slabe spre moderate și nu sunt semnificative statistic. Culturile amplasate pe faeoziom argic prezintă corelații multiple mai intense decât cele pe luvosol albic, indicând o asociere mai puternică între înălțimea plantelor, producția de biomasă uscată și numărul de frunze pe acest tip de sol.

Analiza de cluster a evidențiat grupări distincte ale producțiilor de semințe proaspete și uscate, indicând diversitatea și similaritățile dintre diferitele cultivare. Indiferent de tipul de sol pe care sunt instalate cultivările, se disting două clustere principale, unul corespunzător cultivarelor Alegria și Opopeo, cu cele mai ridicate producții de semințe proaspete, iar celălalt mult mai ramificat, subdivizat în două subclustere corespunzătoare producțiilor celorlalte cultivare. Atât analiza de cluster cât și PCA arată că cele mai bune producții de semințe uscate corespund cultivarelor Alegria și Mercado instalate pe faeoziomul argic. Aceste rezultate sugerează faptul că aceste cultivare prezintă cea mai bună adaptabilitate la condițiile de întreținere a culturilor pe faeoziomul argic comparativ cu cele de cultivate pe luvosol albic.

Studiul de față arată că tipul de sol poate influența compoziția semințelor de *Amaranthus* sp., cu diferențe semnificative între cultivările crescute pe faeoziom argic și cele de pe luvosol albic. Cu toate acestea, valorile nutriționale esențiale rămân consistente pe ambele tipuri de sol.

În contextul schimbărilor climatice și al preocupărilor legate de mediu, este important să se promoveze practici agricole durabile. Alegerea și promovarea cultivarelor de *Amaranthus* sp. care se adaptează bine la condițiile locale și necesitățile solului pot contribui la o agricultură mai sustenabilă și la securitatea alimentară pe termen lung.

Studiul evidențiază că unele cultivare, cum ar fi Alegria și Mercado, au prezentat o adaptabilitate superioară la condițiile de sol de tip faeoziom argic. Continuarea cercetărilor pentru identificarea și dezvoltarea cultivarelor cu adaptabilitate crescută la diferite tipuri de sol poate fi utilă pentru îmbunătățirea randamentului și sustenabilității culturilor de *Amaranthus* sp. Studiile detaliate asupra compoziției nutriționale și a beneficiilor pentru sănătate ale semințelor aparținând cultivarelor de *Amaranthus* sp.

analizate ar trebui să continue pentru a identifica întregul lor potențial în alimentație și în menținerea sănătății. Aceste cercetări ar putea să conducă la noi descoperiri și inovații în domeniul alimentației și sănătății.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. AUFHAMMER W., H.-P. KAUL, M. KRUSE, J.H. LEE, D. SCHWESIG, 1994, Effects of sowing depth and soil conditions on seedling emergence of amaranth and quinoa. *European Journal of Agronomy*, 3(3), 205–210.
2. BATLLA, D., B. C. KRUK & R. L. BENECH-ARNOLD. 2000. Very early detection of canopy presence by seeds through perception of subtle modifications in R: FR signals. *Functional Ecology* 14: 195–202.
3. BRAINARD, D. C., R. R. BELLINDER & A. DITOMMASO. 2005. Effects of canopy shade on the morphology, phenology, and seed characteristics of Powell amaranth (*Amaranthus powelli*). *Weed Science* 53: 175–186.
4. LI, H.; DENG, Z.; LIU, R.; ZHU, H.; DRAVES, J.; MARCONE, M.; SUN, Y.; TSAO, R. 2015, Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. *J. Food Compos. Anal.* 37, 75–81.
5. MĂTIEȘ ALEXANDRU, CORNEL NEGRUȘIER, OANA ROȘCA MARE, OLIMPIA SMARANDA MINTAȘ, GABRIELA ZANC SĂVAN, ANTONIA CRISTINA MARIA ODAGIU, LUIZA ANDRONIE, IOAN PĂCURAR, 2024a, Characterization of Nutritional Potential of *Amaranthus* sp. Grain Production, *Agronomy*, 14(3), 630; <https://doi.org/10.3390/agronomy14030630>.
6. MĂTIEȘ ALEXANDRU, CORNEL NEGRUȘIER, GABRIELA ZANC (SĂVAN), OANA ROȘCA MARE, IOAN PĂCURAR, 2023, Testing Suitability of Different Soil Types for *Amaranthus* sp. Plants, *ProEnvironment*, 16(55), 198 -202.
7. MĂTIEȘ ALEXANDRU, CORNEL NEGRUȘIER, GABRIELA ZANC (SĂVAN), OANA ROȘCA MARE, VIORELA PLEȘA, OANA CREȚ, IOAN PĂCURAR, 2024, Testing Interactions between Morpho-Productive Traits of *Amaranthus* sp., *ProEnvironment*, 17(57), 1 - 5.
8. PĂCURAR I. 1999, Teză de doctorat, USAMV Cluj-Napoca.
9. ȘARA A., ANTONIA ODAGIU, 2002, Determinarea calității furajelor, *Editura AcademicPress Cluj-Napoca*.
10. YESHITILA, M., GEDEBO, A., OLANGO, T.M. B. TESFAYE, 2023, Morphological characterization, variability, and diversity among amaranth genotypes from Ethiopia. *Genet Resour Crop Evol* 70, 2607–2636
11. <https://miresu-mare.ro/articles/prezentare>