

# Raport științific și tehnic

privind desfășurarea proiectului

## **Cultivare controlata cu ajutorul luminii a germenilor si microgreens vegetali cu continut fenolic ridicat (Phenolight)**

Cod proiect PN-III-P2-2.1-PED-2021-4380

Contract de finanțare nr. PED638

Din cadrul Programului 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare,

Autoritate contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului  
Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI)

Contractor: Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava

**Director proiect:** Dr. Lobiuc Andrei

**Etapă de realizare nr. I**

Decembrie 2022

## **Rezumat executiv al activitatilor realizate in Etapa I**

In contextul provocărilor societății moderne, precum schimbări climatice, expansiune demografică, beligeranță, o serie de factori sunt definatorii pentru asigurarea sustenabilă a resurselor de hrană pentru om. Totodată, hrana se constituie ca un vector important pentru molecule ce contribuie majoritar la funcționarea fiziologică normală a organismului și a stării de sănătate, în general. Microplantulele de la diverse specii, denumite și microgreens, conțin o serie de molecule, precum substanțele fenolice, cu activitate biologică și farmacologică importantă pentru om. Cultivarea lor în condiții care să asigure cantități ridicate în plante, din aceste molecule vor permite consumatorilor un aport semnificativ, direct din hrană, evitând astfel nevoia de suplimente alimentare. Acest lucru este cu atât mai important cu cât substanțele fenolice au activitate antioxidantă și antimicrobiană ridicată, obiectivul principal al proiectului fiind de a stabili un protocol validat pentru cultivarea microplantulelor de busuioc și quinoa.

Pentru atingerea acestui obiectiv, pe parcursul primei etape, pe baza rezultatelor anterioare, a consultării literaturii de specialitate și a consultării cu partenerii, s-au stabilit parametrii și designul cadrului experimental. S-a realizat achiziția sistemelor de iluminare cu LED și conectica aferentă, precum și a altor echipamente, reactivi și consumabile necesare în aceasta etapă. S-a testat procentajul de germinare al semințelor din speciile utilizate și s-a inițiat cultivarea în condiții controlate. În aceste condiții, s-au testat valori diferite ale unor variabile de cultivare, precum compoziția spectrală luminoasă și fertilizarea cu diverse rapoarte N:P:K. Variabilele au fost testate în raport cu biomasa plantulelor, cantitatea de apă, de substanță uscată, conținutul de substanțe fenolice, activitatea antioxidantă a extractelor și valoarea fluorescenței clorofilene. S-au obținut valori crescute pentru concentrația moleculelor fenolice în cazul fertilizării, comparativ cu controale irigate cu apă, precum și s-a determinat faptul că plantulele nu prezintă modificări ale eficienței aparatului fotosintetic.

Rezultatele obținute au fost interpretate și utilizate pentru a optimiza condițiile de cultivare și pentru a întocmi setupul experimental ce va sta la baza implementării activităților din etapele următoare.

În conformitate cu planul de realizare al proiectului, au fost îndeplinite integral rezultatele preconizate pentru această primă etapă a proiectului, și anume *Raport inițial științific* (prezentul raport), *Setup experimental* (anexat) și *Pagina web a proiectului* (disponibilă la adresa: <http://phenolight.usv.ro>). Suplimentar, s-a redactat și trimis către publicare un articol științific.

**Pe parcursul primei etape, desfășurate între iunie 2022 și decembrie 2022, s-au realizat următoarele activități, încadrate în categoriile precizate în proiect:**

**A1. Growth setup establishment in research environment – edificarea mediului de cultivare în laborator**

**A2. Initial testing (TRL 3) at CO facilities – testare inițială în cadrul instituției coordonatoare**

**A6. Project management and result dissemination**

În conformitate cu planul de realizare al proiectului, au fost îndeplinite integral rezultatele preconizate pentru această primă etapă a proiectului, și anume *Raport inițial științific* (prezentul raport), *Setup experimental* (anexat) și *Pagina web a proiectului* (disponibilă la adresa: <http://phenolight.usv.ro>). Suplimentar, s-a redactat și trimis către publicare un articol științific.

### **Descriere științifică**

Germinarea semințelor este cea mai importantă etapă din ciclul de viață al plantelor, fiind un proces crucial, care influențează atât randamentul, cât și calitatea culturilor [1, 2]. Recent, germenii de semințe și micro plantele au devenit din ce în ce mai populare în rândul consumatorilor din Europa, Australia, Statele Unite și Asia, datorită conținutului optim de nutrienți și compușilor fitochimici, care au un efect benefic asupra sănătății, dar și a caracteristicilor senzoriale deosebite, fiind utilizați în prepararea de salate, sandvișuri, supe, aperitive, deserturi și băuturi [3, 4]. Printre avantajele producerii de germeni și micro plante se numără durata de obținere de doar câteva zile în cazul germenilor și de aproximativ două săptămâni în cazul micro plantelor, fiind astfel ușor de produs [5]. Datorită conținut bogat de aminoacizi, fibre, acizi grași, vitamine, minerale, compuși bioactivi și un conținut redus de compuși antinutriționali germenii de semințe și microplantele sunt considerate superfoods. Germenii se produc în general prin germinarea semințelor la întuneric, în condiții de umiditate ridicată, timp de trei până la cinci zile înainte de apariția primelor frunze adevărate. Aceștia se consumă integral motiv pentru care necesită o atenție mai ridicată din punct de vedere sanitar față de micro plante. Micro plantele se recoltează când au ajuns la stadiul de două frunze adevărate prin tăierea deasupra substratului de cultivare, fiind consumate tulpina, cotiledoanele și frunzele fără rădăcina [6]. Germenii au o compoziție nutritivă mai bogată față de semințe datorită faptului că în procesul de germinare au loc transformări ale macromoleculilor sub

acțiunea enzimelor în compuși mai mici precum aminoacizii, acizii grași, zaharuri simple și compuși bioactivi precum terpenele și compușii fenolici și, totodată, au loc reduceri ale conținutului de compuși antinutritivi precum inhibitorii de tripsină, acidul fitic, oxalati, și taninuri [7]. Datorita cererii tot mai mari, în prezent există firme specializate în producerea de germeni și micro plante, dar și firme care produc dispozitive pentru creștere a acestora. Compușii bioactivi din germeni și din micro plante sunt responsabili de bioactivități precum antiinflamatoare, anti-cancer, anti-bacterial, and anti-hiperglicemic, motiv pentru care, în prezent, un subiect de actualitate este dezvoltarea metodelor de stimulare a sintezei acestor compuși. Compușii bioactivi pot fi stimulați prin utilizarea elicitorilor precum lumina, temperatura, seed priming, biostimulenți, biofortificarea, etc. [8]. Pentru producerea germenilor și micro plantelor sunt utilizate numeroase specii de leguminoase, cereale, pseudo-cereale, plante medicinale și aromatice fiecare având calități nutritive specifice. În România, piața actuală oferă diferite tipuri de germeni de plante și semințe încolțite, printre care se numără broccoli, ridichi, lucernă, varză, grâu, schinduf și altele.

O cultură care a primit o mare atenție în ultimii ani atât din partea oamenilor de știință, cât și a fermierilor este quinoa (*Chemopodium quinoa* Willd.). Organizația pentru Alimentație și Agricultură (FAO) a selectat quinoa ca fiind o specie de plante care poate asigura securitatea alimentară datorită caracteristicilor sale nutritive și a toleranței ridicate la diverse tipuri de stres abiotic [9]. Quinoa poate fi cultivată atât pentru semințele sale comestibile bogate într-o gamă largă de minerale, vitamine, antioxidanți, proteine și aminoacizi esențiali, cât și pentru frunze datorită profilului nutrițional foarte bun [10,11,12]. Germeții de quinoa, respectiv micro plantele reprezintă surse excelente de nutrienți și compuși cu proprietăți antimicrobiene, anticancerigene, antidiabetice sau antioxidante, însă nu sunt populari pe piața locală sau în alte țări din cauza informațiilor științifice relative puține privind calitatea nutrițională și funcțională a acestora [4,13]. Un prim pas pentru obținerea de germeni sau micro plante, o reprezintă o rată a germinației ridicată și obținerea de germeni normal dezvoltați (radiculă + hipocotil).

Semințele de quinoa din cultivarul Vikinga, testate de noi, ar putea fi utilizate pentru obținerea de germeni și micro plante datorită duratei scurte de germinare (24h), a ratei de germinare ridicate (94%) și de obținere a unui număr ridicat de germeții normal dezvoltați (95%) într-un timp scurt (72h).

Busuiocul este o specie de origine tropicală cu utilizări în alimentație și în industria farmaceutică, fiind populara mai ales datorita utilizării sale în prepararea sosului italian pesto. Busuiocul este utilizat atât în producerea de germeni, cât și de micro plante. Din punct de vedere fitochimic, busuiocul are un conținut bogat de compuși fenolici și de uleiuri esențiale

responsabile pentru proprietățile sale medicinale și aromatice [14]. Micro plantele de busuioc sunt bogate atât în nutrienți precum proteine totale 2.22 g/100g FW, fibre totale 1.41 g/100g FW, cenușă 1.30 g/100g FW, și substanță uscată 5.72% [15], dar și de compuși bioactivi precum fenoli totali 7 g/kg sau phylloquinone 4 mg/kg [16].

În experimentul nostru, semințele de busuioc testate au avut o capacitate mică de germinare (44% la 192h de la incubare), timpul necesar inițierii germinării a fost mai ridicat (72h) comparativ cu quinoa, iar în ceea ce privește procentul de germeni normal dezvoltați, 91% dintre semințele germinate (37% în medie) au dus la formarea de germeni normali, motiv pentru care se vor repeta măsurătorile utilizând semințe de busuioc din cultivarul Serafim din alte loturi.

Un factor important ce poate fi utilizat în îmbunătățirea calității la germenii și microplantele de busuioc este calitatea luminii. Lobiuc și colab [17], într-un studiu privind influența luminii roșii și albastre asupra două cultivare de busuioc roșu și verde, au arătat că lumina albastră stimulează biomasa, aria cotiledoanelor, clorofila a și pigmentii antociani, în timp ce, reacția plantelor la lumina roșie și albastră cu privire la sinteza compușilor fenolici și activitatea antioxidantă este specifică fiecărui cultivar, astfel, lumina roșie (2R:1B) stimulând soiul verde și lumina albastră (1R:2B) stimulând soiul roșu. Intensitatea luminii este de asemenea importantă în asigurarea calității microplantelor de busuioc, Harakotr et al. [18] demonstrând că o intensitate a luminii de 330  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  este necesară atât pentru o creștere optimă cât și pentru acumulare de substanță uscată și compuși fenolici cu activitate antioxidantă ridicată.

**In cadrul activitatilor de management (A6)**, s-au realizat angajarile pentru un numar de 9 persoane, pentru care s-au intocmit contracte individuale de munca si documentatia aferenta. De asemenea, s-au realizat achizitii pentru: dispozitive de iluminare – sisteme de LED-uri, controller si cablurile aferente, rafturi pentru cultivare, spectrometru portabil, lazi pentru transport material vegetal, ghivece, pamant, etc. In vederea diseminarii rezultatelor, s-a edificat un site web, disponibil la adresa phenolight.usv.ro, precum si s-a redactat o lucrare stiintifica ce a fost trimisa catre publicare la revista *Molecules* (printscreen atasat).

[Molecules] Manuscript ID: molecules-2116446 - Submission Received Extern



**Editorial Office** <molecules@mdpi.com>

către eu, Naomi-Eunicia, Ionel, Roxana, Gabriel, Vasile ▾

engleză ▾ > română ▾ [Tradu mesajul](#)

Dear Mr. Lobiuc,

Thank you very much for uploading the following manuscript to the MDPI submission system. One of our editors will be in touch with you soon.

Journal name: *Molecules*

Manuscript ID: molecules-2116446

Type of manuscript: Review

Title: Future antimicrobials: natural and functionalized phenolics

Authors: Andrei Lobiuc, Naomi-Eunicia Paval \*, Ionel Mangalagiu \*, Roxana

Gheorghita, Gabriel Ciprian Teliban, Vasile Stoleru

Received: 7 December 2022

E-mails: [andrei.lobiuc@usm.ro](mailto:andrei.lobiuc@usm.ro), [naomi.paval@usm.ro](mailto:naomi.paval@usm.ro), [ionelm@uaic.ro](mailto:ionelm@uaic.ro),

[roxana.pascalu@usm.ro](mailto:roxana.pascalu@usm.ro), [gabrielteliban@uaiasi.ro](mailto:gabrielteliban@uaiasi.ro), [vstoleru@uaiasi.ro](mailto:vstoleru@uaiasi.ro)

You can follow progress of your manuscript at the following link (login required):

[https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/review\\_info/3a6a563ec911e6e3f4b4b5c445045ee1](https://susy.mdpi.com/user/manuscripts/review_info/3a6a563ec911e6e3f4b4b5c445045ee1)

**In cadrul pachetului de activitati A1** s-au realizat:

1. Realizarea cadrului experimental pentru cultivare, pe baza documentarii din literatura de specialitate si a consultarii intre partenerii din proiect. Implementarea s-a efectuat utilizand rafturi metalice si sisteme de iluminare (Fig. 1), cu compozitia spectrala controlata prin software (Fig. 2). Initierea cultivarii s-a efectuat in ghivece de 0,4 l, volum pamant folosit 0,3 l/ghiveci, 50 seminte/ghiveci, cate 8 ghivece/specie, sub lumina alba sau combinatie intre lumina rosie si albastra (Fig. 2). Cultivarea s-a realizat intr-un spatiu dedicat, cu temperatura ambientala de  $21 \pm 1$  grade Celsius, fara curenti de aer semnificativi. In paralel cu definirea compozitiei spectrale, s-a cuantificat calitativ si cantitativ radiatia luminoasa, prin echipamente cu senzori dedicati, ce inregistreaza radiatia luminoasa fotosintetic activa – Photosyntic Active Radiation (PAR), inclusiv densitatea fotonica - photosynthetic photon flux density (PPFD) (Fig. 3).



Fig. 1. Inițierea cultivării sub sistemul de iluminare cu LED-uri cu lumina alba (stanga) și combinație între roșu și albastru (dreapta)

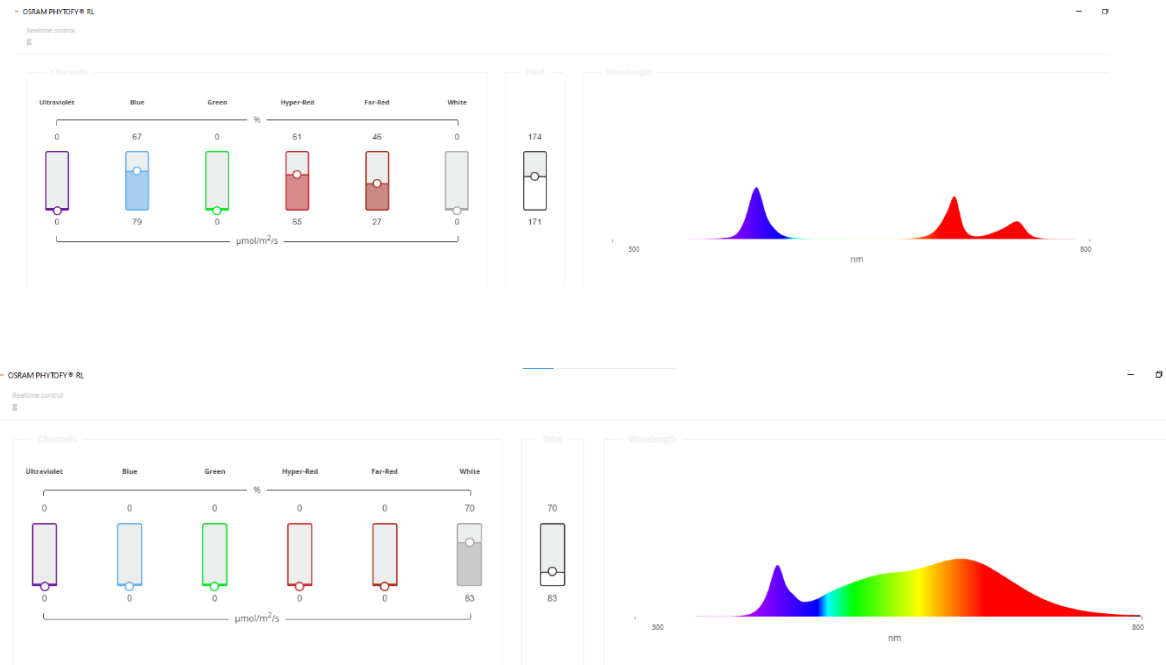


Fig. 2. Compoziția spectrală a iluminării cu lumina roșie și albastră (sus) și albă (jos)

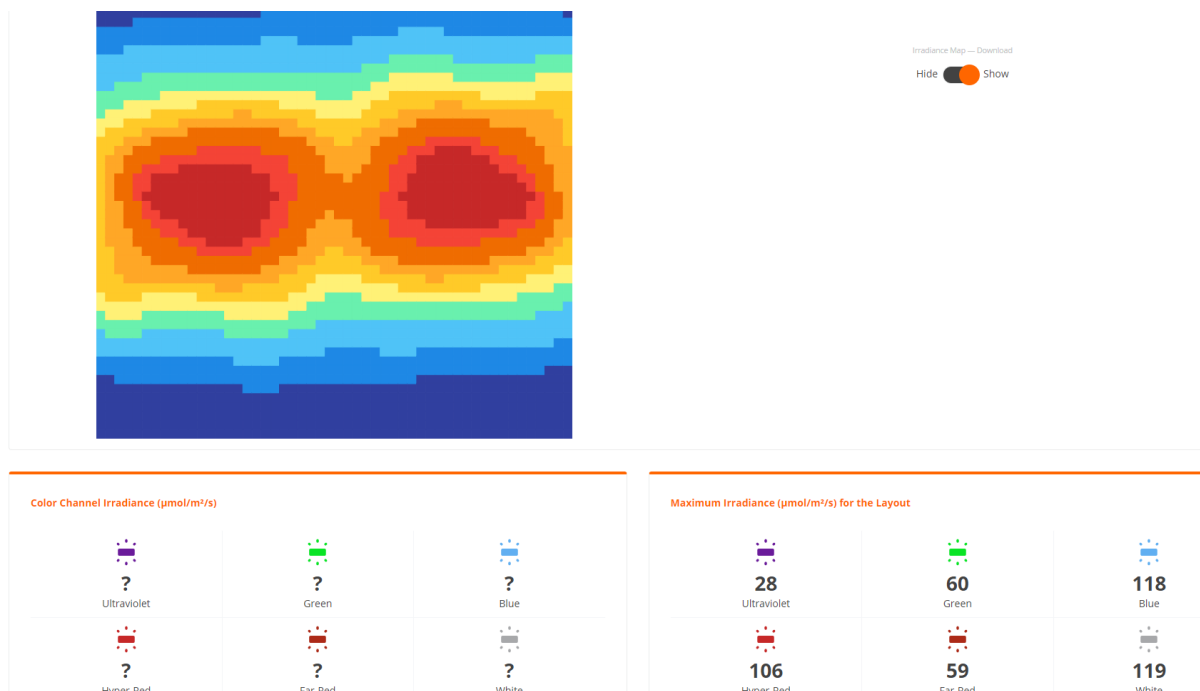


Fig. 3. Determinarea compozitiei spectrale si a iradiantei fluxului luminos aplicat

2. Determinarea ratei de germinatie, pentru speciile cultivate, dupa formula:

$$r_g = n_x * \frac{100}{n_{ts}}$$

unde  $r_g$  – rata de germinatie,  $n_x$  – numarul de seminte germinate la x zile,  $n_{ts}$  – numarul total de seminte plasate pentru germinat.

În acest experiment s-au utilizat semințe de quinoa (*Quenopodium quinoa* Willd.) din cultivarul ‘Vikinga’ și semințe de busuioc (*Ocimum basilicum*) ce aparțin cultivarului ‘Serafim’. Înainte de a fi utilizate, semințele au fost depozitate la temperatura de 4°C.

Testarea germinației semințelor - Semințele de quinoa și busuioc au fost initial dezinfectate în hipoclorit de sodiu 5% (v/v) timp de 3 minute, alcool 70% (v/v) timp de 30 de secunde, și apoi au fost spălate de trei ori cu apă distilată sterilă. Șase sute de semințe din fiecare specie de plantă au fost transferate în 12 vase Petri sterile (50 semințe per vas), pe hârtie de filtru umectată cu 5 ml de apă distilată sterilă și apoi incubate într-o cameră de creștere la o temperatura de 22 ± 1 °C și umiditatea relativă de 90%, la întuneric. Pentru a evalua germinația semințelor, numărul de semințe germinate în patru vase Petri pentru fiecare specie de plantă a fost înregistrat zilnic, timp de patru zile la quinoa și opt zile la busuioc. Semințele au fost considerate germinate atunci când radica a avut dimensiunea de cel puțin 1 mm.



Măsurători biometrice - Lungimea radiclelor și hipocotilelor au fost măsurate cu ajutorul unei rigle, după cum urmează: pentru quinoa începând cu 48h după incubare; pentru busuioc începând cu 144 h după incubare. Rezultatele au fost exprimate în mm și prezentate în dinamică. Analiza statistică - Evaluarea statistică a datelor a fost efectuată prin ANOVA unifactorial. Testul Tukey a fost realizat pentru a estima diferențele semnificative dintre grupuri. Diferențele dintre grupuri au fost considerate semnificative statistic atunci când  $p \leq 0,05$ .

Rezultate - Testul de germinație a semințelor arată faptul că semințele de quinoa din cultivarul Vikinga au o capacitate ridicată de germinare, 94% dintre acestea, germinând în 24 de ore de la incubare. Această rată de germinare s-a păstrat atât la 48h, 72h, cât și la 96h de la incubare.

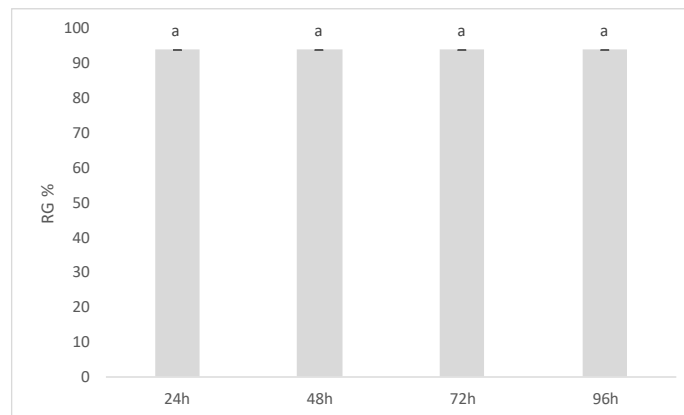


Fig. 1 Rata germinației semințelor de quinoa

În ceea ce privește semințele de busuioc din cultivarul Serafim, acestea au început să germeze la 72 h de la incubare, rata germinației fiind de 30%, iar la 192h de la incubare germinația a fost de doar 44%, ceea ce indică o rată a acesteia scăzută.

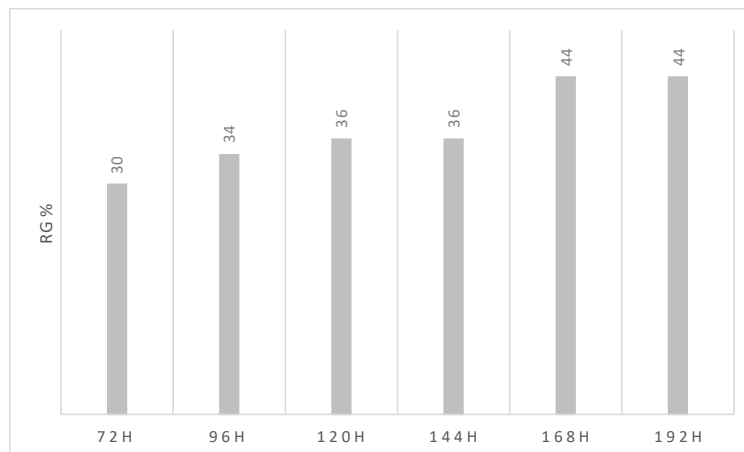
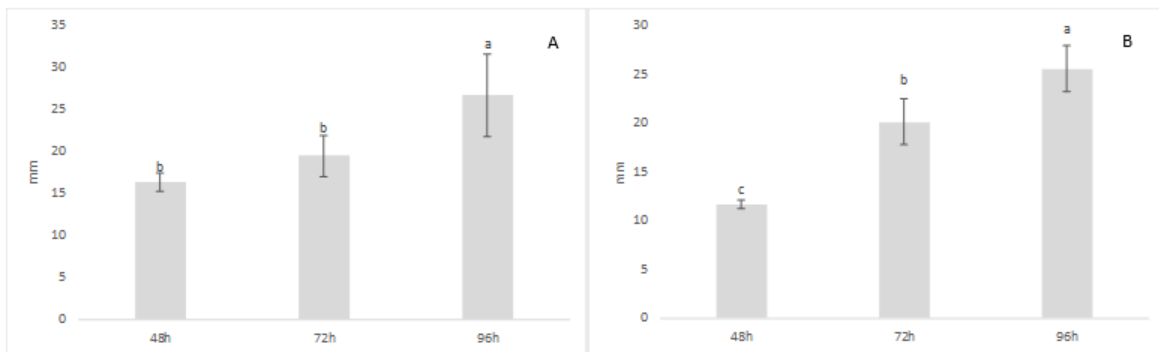


Fig. 2 Rata germinației semințelor de busuioc

La semințele de quinoa, lungimea radiclei a variat între 16.34 mm la 48h de la incubare și 26.67 mm la 96h de la incubare, fiind înregistrate diferențe semnificative (Figura 3A). În ceea

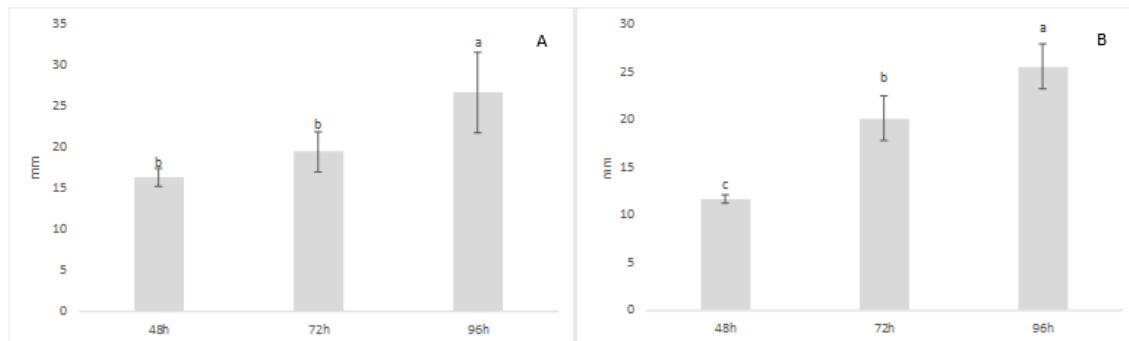
ce privește hipocotilul, s-a observat faptul că acesta a apărut la 48h de la incubare, iar lungimea a variat între 11,62 mm și 25,55 mm. Diferențe semnificative între lungimea hipocotilelor au fost înregistrate între 48h, 72h și 96h de la incubare (Figura 3B).

Fig. 3 Lungimea radiclei (A) și a hipocotilului (B) la semințele de quinoa pe parcursul a 96 h de incubare. Valorile reprezintă media  $\pm$  deviația standard. Literele diferite arată diferențe



semnificative între variante conform testului Tukey, la  $p \leq 0,05$ .

Lungimea radiclei la busuioc a variat între 18,78 mm și 23,55 mm, fiind înregistrate diferențe semnificative. În ceea ce privește lungimea hipocotilelor, aceasta a variat între 14,49 mm la 144h după incubare și 24 mm la 192h de la incubare. Diferențe semnificative au fost observate



între toate cele trei măsurători.

Fig. 4 Lungimea radiclei (A) și a hipocotilului (B) la semințele de busuioc pe parcursul a 192h de incubare. Valorile reprezintă media  $\pm$  deviația standard. Literele diferite arată diferențe semnificative între variante conform testului Tukey, la  $p \leq 0,05$ .

În ceea ce privește procentul germinilor normal dezvoltați (hipocotil + radiculă), la quinoa 95% dintre semințele germinate au dus la formarea de germeni normal dezvoltați, în timp ce la busuioc 91%, în condițiile unei rate de germinare scăzute.

Tabel 1. Procentul germeilor normal dezvoltati la semintele de quinoa si busuioc.

Specie	% Germei normal dezvoltati
Quinoa	95% ±5,79%
Busuioc	91% ±9,04%

**In cadrul pachetului de lucru A2 s-au realizat urmatoarele activitati:**

3. Determinarea raportului optim sol:solutie nutritiva, prin testare initiala, respectiv udare cu volume succesiv crescatoare de solutie, pana la saturatia solului (Fig. 4). S-a stabilit, pentru ghivecele de 0,4 l folosite si solul Composana, un volum de 30 ml ca fiind optim



Fig. 4. Determinarea volumului optim de solutie nutritiva prin stabilirea punctului de saturatie al solului

4. Determinarea raportului optim intre nutrientii folositi (N – azot, P – fosfor, K – potasiu) in compozitia solutiei nutritive. Acest lucru s-a realizat prin cultivarea, in paralel, a plantelor de quinoa si de busuioc, cu 3 concentratii diferite de nutrienti, raport N:P:K de 1:2:1, 2:1:1 si 2:2:1. Rapoartele intre minerale au fost calculate pe baza masei moleculare a substantelor folosite, respectiv  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Dupa 5, respectiv 14 zile de cultivare (Fig. 5), s-a determinat masa proaspata si cea uscata a plantulelor (Tab 2) si s-a constatat ca raportul de 2:1:1 a dus la masa cea mai mare, deci o productivitate crescuta.

5. S-a determinat intensitatea radiatiei fotosintetice active, folosind un senzor fotoelectric, disponibil ca subsistem al echipamentului de masurare a fotosintezei. In functie de valorile obtinute, s-a ajustat distanta de la suprafata solului la sursa de lumina, astfel incat radiatia

incidenta la acest nivel sa fie de 30 micromoli/m<sup>2</sup>/s. Apoi, intensitatea luminoasa a fost monitorizata constant, zilnic, pe parcursul cultivarii.



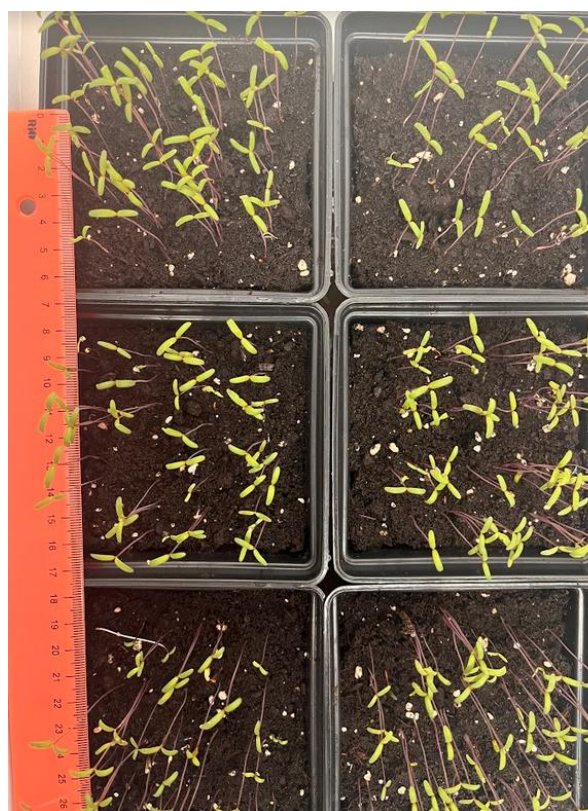
Ziua 3 de cultivare



Ziua 9 de cultivare



Ziua 3 de cultivare



Ziua 9 de cultivare

Figura 5. Dezvoltarea plantulelor de *Ocimum basilicum* si *Quinoa chenopodium* pe parcursul testarii initiale

6. S-a determinat cantitatea de apa, cea de substante organice si cea de substante minerale (biomasa) din plantule din cele 2 specii, cultivate sub lumina alba, in varianta de tratament cu fertilizare N:P:K 2:1:1 si fara fertilizare (Tab 3), in vederea compararii cu cultivarea sub lumina rosie si albastra.

7. S-a determinat cantitatea de fenoli totali din plantule de quinoa si busuioc cultivate pentru 5 si, respectiv, 14 zile. Initial, s-au realizat extracte hidroalcoolice 70% din material vegetal, intr-un raport aproximativ de 1:20 fata de solvent. Prin metoda Folin-Ciocalteu si folosind curba etalon s-a calculat cantitatea de echivalenti de acid galic din extractele preparate (Fig. 6, Tab 5)

8. Din aceleasi extracte preparate pentru determinarea cantitatii de fenoli totali din plante s-a determinat capacitatea antioxidanta, prin metoda neutralizarii radicalului liber 2-2'-picrylhydrazil – DPPH. In acest caz, exprimarea rezultatelor s-a facut comparativ cu activitatea unei substante de referinta – acid galic, ca si antioxidant standard (Fig 7, Tab 5)

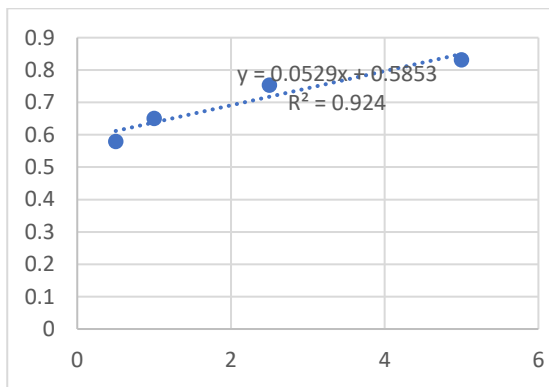


Fig. 6. Curba de etalonare pentru determinarea cantitatii de fenoli totali

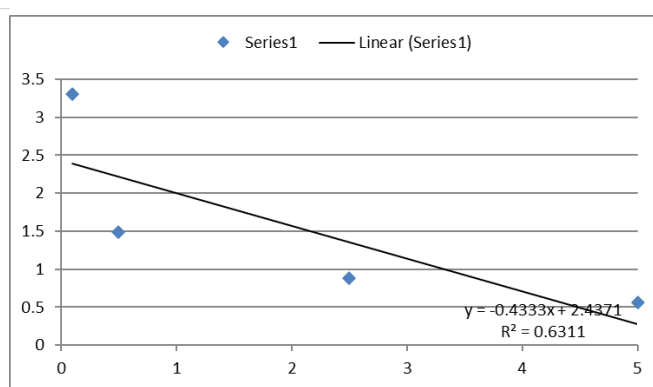


Fig. 7. Curba de etalonare pentru determinarea activitatii antioxidante

9. S-a determinat intensitatea fluorescenței clorofilene cu dispozitivul HansaTech FMS2 la plantule de quinoa si de busuioc, in ziua a 5-a si, respectiv, a 14-a, de cultivare (Tab 2). S-a constatat ca plantulele ambelor specii au inregistrat valori in intervalul fiziologic al fluorescenței (0.74-0.84), ceea ce indica o functionare normala a fotosistemului II si, implicit, a aparatului fotosintetic, fara influenta a factorilor de stress (Tab. 6)

Tabel 5. Concentratia de polifenoli si activitatea antioxidanta a extractelor de *Ocimum basilicum* si de *Quinoa chenopodium*

Proba	Cantitate fenoli EAG (mg/g material proaspat)	Activitate antioxidanta (%)	Activitate antioxidanta (EAG)
Busuioc fertilizant 1	2.130	72.713	2.005
Busuioc fertilizant 2	2.071	66.504	1.180
Busuioc apa	1.877	69.652	1.598
Quinoa fertilizant 1	2.045	74.991	2.307
Quinoa fertilizant 2	2.070	75.322	2.351
Quinoa apa	1.967	72.296	1.949

(EAG – echivalenti acid galic)

Tab. 6. Valorile fluorescenței clorofilene la plantule de *Ocimum basilicum* si *Quinoa chenopodium*

Ziua 4	Busuioc	Quinoa
Fluorescență	0.8±0.03	0.77±0.04
Ziua 15	Quinoa-fertilizant	Quinoa-apă
Fluorescență	0.84±0.02	0.83±0.01

Pe baza datelor obtinute, s-au stabilit parametrii operationali ai modelului de cultivare, conform Anexei 1

## Bibliografie

1. Pham Anh Tuan, Menghan Sun, Tran-Nguyen Nguyen, Seokhoon Park, Belay T. Ayele, 1 - Molecular mechanisms of seed germination, Editor(s): Hao Feng, Boris Nemzer, Jonathan W. DeVries, Sprouted Grains, AACC International Press, 2019, Pages 1-24.
2. Partha S. Biswas, Md. Mamunur Rashid, Hasina Khatun, Rumena Yasmeen, Jiban Krishna Biswas, Chapter 11 - Scope and Progress of Rice Research Harnessing Cold Tolerance, Editor(s): Mirza Hasanuzzaman, Masayuki Fujita, Kamrun Nahar, Jiban Krishna Biswas, Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance, Woodhead Publishing, 2019, Pages 225-264,
3. Galieni, A.; Falcinelli, B.; Stagnari, F.; Datti, A.; Benincasa, P. Sprouts and Microgreens: Trends, Opportunities, and Horizons for Novel Research. *Agronomy* 2020, 10, 1424.
4. Liqing Le, Xuxiao Gong, Qi An, Dabing Xiang, Liang Zou, Lianxin Peng, Xiaoyong Wu, Maoling Tan, Zhongli Nie, Qi Wu, Gang Zhao, Yan Wan, Quinoa sprouts as potential vegetable source: Nutrient composition and functional contents of different quinoa sprout varieties, *Food Chemistry*, Volume 357, 2021, 129752.
5. Wojdyło A, Nowicka P, Tkacz K, Turkiewicz IP. Sprouts vs. Microgreens as Novel Functional Foods: Variation of Nutritional and Phytochemical Profiles and Their In Vitro Bioactive Properties. *Molecules*. 2020 Oct 12;25(20):4648. doi: 10.3390/molecules25204648. PMID: 33053861; PMCID: PMC7587365.

6. Ebert, A.W. Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. *Plants* 2022, 11, 571. <https://doi.org/10.3390/plants11040571>
7. Kumara, S., Gautam, S. A combination process to ensure microbiological safety, extend storage life and reduce anti-nutritional factors in legume sprouts. *Food Bioscience* 2019, 27, 18-29 <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.11.005>
8. Liu, H.; Kang, Y.; Zhao, X.; Liu, Y.; Zhang, X.; Zhang, S. Effects of elicitation on bioactive compounds and biological activities of sprouts. *J. Funct. Foods* 2019, 53, 136–145.
9. Orsini, F.; Accorsi, M.; Gianquinto, G.; Dinelli, G.; Antognoni, F.; Carrasco, K.B.R.; Martinez, E.A.; Alnayef, M.; Marotti, I.; Bosi, S.; et al. Beyond the ionic and osmotic response to salinity in *Chenopodium quinoa*: Functional elements of successful halophytism. *Funct. Plant Biol.* **2011**, 38, 818–831.
10. Panuccio, M.R.; Jacobsen, S.E.; Akhtar, S.S.; Muscolo, A. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AoB PLANTS* 2014, 6, plu047. [CrossRef]
11. Wu, G.; Peterson, A.J.; Morris, C.F.; Murphy, K.M. Quinoa seed quality response to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Front. Plant Sci.* 2016, 7, 790.
12. Stoleru V. Sven-Erik Jacobsen, Maricel Vitanescu, Gerard Jitareanu, Monica Butnariu, Neculai Munteanu, Teodor Stan, Gabriel Ciprian Teliban, Alexandru Cojocaru, Gabriela Mihalache, Nutritional and antinutritional compounds in leaves of quinoa, *Food Bioscience*, Volume 45, 2022,101494,
13. Pathan S, Siddiqui RA. Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients*. 2022; 14(3):558. <https://doi.org/10.3390/nu14030558>
14. Teliban, G.-C.; Stoleru, V.; Burducea, M.; Lobiuc, A.; Munteanu, N.; Popa, L.-D.; Caruso, G. Biochemical, Physiological and Yield Characteristics of Red Basil as Affected by Cultivar and Fertilization. *Agriculture* 2020, 10, 48. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020048>
15. Ghoora, M.D.; Srividya, N. Micro-farming of greens: A viable enterprise for enhancing economic, food and nutritional security of farmers. *Int. J. Nutr. Agric. Res.* 2018, 5, 10–16.
16. Xiao, Z.; Lester, G.E.; Park, E.; Saftner, R.A.; Luo, Y.; Wang, Q. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. *Postharvest Biol. Technol.* 2015, 110, 140–148.
17. Lobiuc, A.; Vasilache, V.; Oroian, M.; Stoleru, T.; Burducea, M.; Pintilie, O.; Zamfirache, M.-M. Blue and Red LED Illumination Improves Growth and Bioactive Compounds Contents in Acyanic and Cyanic *Ocimum basilicum* L. Microgreens. *Molecules* 2017, 22, 2111.
18. Harakotr, B.; Srijunteuk, S.; Rithichai, P.; Tabunhan, S. Effects of Light-Emitting Diode Light Irradiance Levels on Yield, Antioxidants and Antioxidant Capacities of Indigenous Vegetable Microgreens. *Sci. Technol. Asia* 2019, 24, 59–66.
19. Puccinelli, M.; Pezzarossa, B.; Pintimalli, L.; Malorgio, F. Selenium Biofortification of Three Wild Species, *Rumex acetosa* L., *Plantago coronopus* L., and *Portulaca oleracea* L., Grown as Microgreens. *Agronomy* 2021, 11, 1155.

## Director de proiect

Conf. univ. dr. Lobiuc Andrei

(Nume, prenume, Semnătură)