BIOSTUDENT, 2026, vol.9 (1), pp. 31-42

BASIL DIVERSITY AND FACTORS INFLUENCING BIOMASS AND ESSENTIAL OIL

Delia-Adela PETRARIU*[1]
[1]Department of Biology, Faculty of Chemistry, Biology, Geography,
West University of Timisoara, Romania
**Corresponding author e-mail: delia.petrariu02@e-uvt.ro*
Received 1 July 2026; accepted 30 July 2026

ABSTRACT
Basil (Ocimum basilicum L.) exhibits agronomic, genetic, and phytochemical diversity that influences biomass production and essential oil quality. This mini-review examines the relationships among cultivar, plant nutrition, water availability, light, harvesting, and biostimulation, integrating productivity assessment with volatile profile analysis. Differences among cultivars are reflected in cumulative yields of 67.1–117.0 t ha⁻¹ over three harvests and in profiles dominated by linalool, estragole, or citral. Molecular characterization complements morphological description, although genetic clustering does not fully correspond to chemotype classification. Nitrogen fertilization and certain biostimulant formulations can increase biomass, whereas responses to water deficit depend on the cultivar. Under indoor cultivation, increasing light intensity can improve yield up to a threshold determined by experimental conditions. Successive harvesting and biostimulation also modify the relative proportions of volatile constituents; therefore, increased oil yield does not guarantee preservation of the aroma profile. Comparative interpretation requires distinguishing fresh weight from dry weight, aboveground biomass from total biomass, and essential oil content from oil yield per hectare. Crop optimization requires selecting plant material and cultivation practices according to the intended use of the product, with validation under different soil and climatic conditions.
***KEYWORDS**: Ocimum basilicum; genetic diversity; chemotype; fertilization; water stress; biostimulants; essential oil*

1. Introducere

Busuiocul este o specie aromatică utilizată în alimentație, a cărei valoare este strâns legată de caracterele vegetative și de profilul compușilor volatili. Compoziția uleiului esențial diferă între cultivare și între organele plantei, ceea ce justifică alegerea atentă a materialului vegetal și a părții recoltate (Marotti et al., 1996; Chalchat și Özcan, 2008). În consecință, evaluarea calității trebuie să țină seama atât de cantitatea de biomasă, cât și de caracteristicile aromatice ale produsului.

Diversitatea varietală constituie o resursă pentru ameliorare, dar complică identificarea și compararea cultivarelor. O accesiune reprezintă o

probă distinctă de material vegetal, identificată prin proveniență și, de regulă, printr-un cod într-o colecție de resurse genetice; termenul nu este sinonim cu soiul. Două probe ale aceluiași soi, provenite din surse diferite, pot constitui accesiuni diferite. Caracterizarea morfologică, analiza uleiului esențial și genotiparea ADN permit examinarea unor componente diferite ale acestei diversități (Labra et al., 2004; De Masi et al., 2006). În paralel, utilizarea biostimulatorilor a atras interesul cercetării agronomice prin posibilitatea îmbunătățirii performanței culturilor și a răspunsului la condițiile de mediu (Calvo et al., 2014).

Acest mini-review urmărește relațiile dintre diversitatea busuiocului, acumularea biomasei și compoziția uleiului esențial, cu accent pe rolul nutriției, apei, luminii, recoltării și biostimulării. Evaluarea integrată a acestor factori este necesară pentru selecția cultivarelor și adaptarea tehnologiei la utilizarea alimentară sau la obținerea de produse aromatice.

2. Variabilitatea agronomică și caracterizarea genetică

Cultivarele de busuioc se diferențiază prin înălțime, ramificare, dimensiunea și forma frunzelor, culoare și capacitatea de regenerare după recoltare. Aceste caractere sunt relevante pentru producție și pentru alegerea destinației comerciale, dar delimitarea cultivarelor numai prin aspectul plantei poate fi insuficientă (Labra et al., 2004).

De Masi et al. (2006) au evaluat 12 genotipuri aparținând la nouă cultivare, combinând observații agronomice și morfologice cu analiza uleiului esențial și markerii RAPD. Unele accesiuni de „Foglia di lattuga” și „Genovese” au prezentat o productivitate ridicată, iar diferențele dintre probe cu aceeași denumire comercială au evidențiat importanța proveniențeisemințelor. Cultivarea în condiții comparabile reduce influența diferențelor de mediu asupra comparației, fără a demonstra că toate diferențele observate au exclusiv o cauză genetică.

2.1. Productivitatea și caracterele morfologice

Producția cumulată pe trei recoltări a variat între 67,1 și 117,0 t ha^{-1}. „Foglia di lattuga” a atins 114,4–117,0 t ha^{-1}, iar „Genovese” 99,7–114,8 t ha^{-1}; „Fine verde” a avut cea mai mică valoare. Producția totală se distinge de randamentele fiecărei recoltări (De Masi et al., 2006). Caracterizarea morfologică a evidențiat înălțimi de 29,5–55,7 cm, grosimi ale tulpinii de 2,2–6,0 mm și distanțe internodale de 4,2–12,9 cm. Cele două probe „Foglia di lattuga” aveau înălțimi de 34,8 și 48,4 cm, iar cele trei probe „Genovese” de 49,3, 55,7 și 51,4 cm. Diferențele intracultivar ilustrează valoarea informației privind proveniența materialului. Dimensiunea frunzelor, culoarea și suprafața limbului completează evaluarea productivității: frunzele mari pot fi relevante

pentru procesare, iar pigmentarea purpurie pentru destinația ornamentală. Aceste observații nu justifică însă folosirea unui singur caracter drept predictor universal al randamentului (De Masi et al., 2006).

Tabelul 1. Producția cumulată în cele trei recoltări din 2004 (adaptat după De Masi et al. (2006). Valorile reprezintă suma recoltărilor din iulie, septembrie și octombrie)

Cultivar și codul probei	Producție totală (t ha^{-1})
Foglia di lattuga, 1 / 2	114,4 / 117,0
Red ruffle, 3	69,3
Red dark opal, 4	74,5
Lemon, 5	74,6
Cinnamon, 6	100,2
Grandi foglie valentino, 8	109,9
Genovese, 7 / 9 / 10	99,7 / 114,8 / 110,3
Fine verde, 11	67,1
Greco a palla, 12	76,0

2.2. Polimorfismul RAPD și relațiile dintre probe

Markerii RAPD permit compararea genotipurilor prin prezența sau absența fragmentelor de ADN amplificate cu primeri arbitrari. La busuioc, aceștia au fost utilizați pentru investigarea diversității și a relațiilor dintre accesiuni (Vieira et al., 2003). În studiul lui De Masi et al. (2006), gruparea genetică nu a coincis integral cu clasificarea bazată pe compoziția uleiului esențial. Prin urmare, profilul chimic și înrudirea genetică trebuie interpretate separat, apoi integrate în evaluarea cultivarului.

Din cei șapte primeri RAPD utilizați au rezultat 40 de fragmente, dintre care 23 polimorfice: proporția calculată din datele tabelului este de 57,5%. Polimorfismul pe primer a variat de la 33,3% pentru U14 la 100% pentru U4. Acest procent descrie benzile obținute cu setul de primeri utilizat, fără a exprima procentul de diferență dintre genomurile întregi (De Masi et al., 2006). Coeficientul de similaritate Nei–Li a evidențiat valori de 0,64–0,77 între „Lemon” și celelalte probe, față de 0,84–0,98 între probele rămase. Cele două probe „Foglia di lattuga” aveau o similaritate de 0,96. Pentru probele „Genovese”, coeficienții au fost de 0,98 între proba 7 și probele 9 și 10, dar de 0,91 între probele 9 și 10. Analiza UPGMA a permis gruparea probelor în două

grupuri principale. Interpretarea se referă la fragmentele markerilor analizați și nu echivalează cu secvențierea completă a genomului (De Masi et al., 2006).

Această observație are o implicație practică: selecția pentru un anumit profil aromatic necesită analiza directă a compușilor volatili, chiar dacă materialul vegetal prezintă caractere morfologice asemănătoare. Totodată, diferențele chimice nu sunt suficiente, singure, pentru a stabili originea hibridă sau statutul taxonomic al unei accesiuni.

O confirmare pe un material genetic mai larg provine din studiul lui da Costa et al. (2015), care a caracterizat 31 de accesiuni și șapte cultivare de busuioc. Analiza celor 14 constituenți volatili principali a delimitat opt grupuri chimice, între care profiluri dominate de linalool și 1,8-cineol, combinații de linalool și metilchavicol și profiluri bogate în geranial și neral. Studiul arată că diversitatea relevantă pentru selecție se extinde dincolo de câteva cultivare comerciale și că grupurile pot fi definite prin combinații de compuși. Aceste grupări descriu colecția analizată și nu trebuie considerate categorii universale, invariabile între medii.

3. Acumularea biomasei și factorii de cultură

3.1. Indicatorii productivi și comparabilitatea rezultatelor

Masa proaspătă include apa tisulară; masa uscată reflectă acumularea de materie vegetală după îndepărtarea apei prin uscare. Biomasa aeriană include frunzele, tulpinile și, în funcție de momentul recoltării, inflorescențele. Biomasa întregii plante include și rădăcinile. Producția de frunze trebuie evaluată separat când frunza este produsul comercial. Comparațiile cer aceleași organe, aceeași bază de exprimare și aceeași perioadă: g plantă$^{-1}$, g m^{-2} și t ha^{-1} nu sunt interschimbabile fără informații despre suprafață și densitate. O producție cumulată pe trei recoltări nu reprezintă randamentul unei singure recoltări. De asemenea, uscarea la aer și uscarea în etuvă până la masă constantă pot conduce la baze de raportare diferite.

3.2. Nutriția minerală și tipul fertilizării

Sifola și Barbieri (2006) au comparat trei cultivare — „Mostruoso mammouth”, „Genovese profumatissimo” și „Napoletano a foglia di lattuga” — la 0, 100 și 300 kg N ha^{-1}, în câmp, cu recoltare la înflorire completă. Creșterea fertilizării până la 300 kg N ha^{-1} a sporit producția de masă proaspătă aeriană și de frunze. Raportul frunze/tulpini, înălțimea și numărul ramificațiilor nu au fost afectate de aplicarea azotului. Creșterea indicelui suprafeței foliare a fost asociată mai ales cu numărul de frunze, nu cu extinderea fiecărei frunze. Aceste rezultate arată că randamentul biomasei poate răspunde la fertilizare fără un răspuns identic al tuturor caracterelor morfologice. Doza maximă testată nu trebuie echivalată cu o recomandare

generală: optimizarea agronomică necesită și evaluarea eficienței utilizării azotului și a condițiilor locale (Sifola și Barbieri, 2006).

Teliban et al. (2020) au studiat la Iași cultivarele „Opal” și „De Buzau”, comparând biosolide, îngrășământ organic, microorganisme și o formulare chimică, plus martorul. Mediile cultivarului au fost de 8,84 și 9,86 t ha^{-1} pentru masa proaspătă, respectiv 2,27 și 2,54 t ha^{-1} pentru producția uscată. Diferențele de randament dintre cultivare nu au fost semnificative statistic. Fertilizarea chimică a determinat cele mai mari randamente. Formularea chimică includea și microorganisme și furniza un aport de azot diferit de tratamentele organice; experimentul nu reprezintă deci o comparație simplă între surse identice de azot. Producția uscată a fost determinată prin uscare la aer timp de 30 de zile. Diferența numerică dintre medii trebuie separată de semnificația statistică (Teliban et al., 2020).

3.3. Disponibilitatea apei și repartizarea biomasei

Kalamartzis et al. (2020) au analizat cinci cultivare în două sezoane de câmp din Grecia și trei regimuri de irigare, notate d40, d70 și d100. Masa proaspătă și uscată, repartizarea substanței uscate și eficiența utilizării apei au răspuns diferit între cultivare. „Mrs Burns” a avut un răspuns productiv favorabil în condiții de apă limitată; „Thai” și „Red Rubin” au prezentat reduceri mai accentuate ale masei uscate. În ansamblul condițiilor analizate, masa proaspătă a variat între 378,5 și 4357,5 g m^{-2}, iar masa uscată între 65,8 și 922,5 g m^{-2}. Acestea sunt intervale între combinații de cultivar, an, stadiu și irigare, nu medii ale unui singur tratament. Rezultatele susțin selecția cultivarului pentru regimul hidric disponibil; o eficiență mai mare a utilizării apei nu implică automat cea mai mare producție absolută (Kalamartzis et al., 2020).

3.4. Lumina în sistemele de cultură interioară

Pennisi et al. (2020) au cultivat busuioc în camere de creștere la 24 °C, sub LED-uri roșii și albastre, cu fotoperioadă de 16 ore și cinci intensități luminoase: 100–300 µmol m^{-2} s^{-1}. Producția de biomasă a crescut până la 250 µmol m^{-2} s^{-1}, fără un spor suplimentar la 300 µmol m^{-2} s^{-1}. Nivelul de 250 corespundea unei integrale luminoase zilnice de aproximativ 14,4 mol m^{-2} zi^{-1} și unui compromis favorabil între producție și eficiența resurselor în sistemul testat. Rezultatul evidențiază un plafon al răspunsului: mai multă lumină nu produce obligatoriu mai multă biomasă. Pragul depinde de spectru, temperatură, cultivar și sistem; nu poate fi transferat direct la cultura în câmp (Pennisi et al., 2020).

4. Compoziția uleiului esențial și semnificația chemotipurilor

Uleiul esențial de busuioc conține compuși din mai multe clase chimice, între care monoterpene și fenilpropanoizi. Linaloolul, estragolul, eugenolul,

metil-cinamatul, neralul și geranialul contribuie la diferențierea profilurilor aromatice. Estragolul și metilchavicolul desemnează același compus, în timp ce metileugenolul este un compus distinct. Predominanța unuia sau a mai multor constituenți permite descrierea chemotipurilor, fără ca acestea să fie echivalente cu delimitările genetice sau taxonomice (Grayer et al., 1996; Marotti et al., 1996).

Tabelul 2. Constituentele care diferențiază principalele profiluri chimice din studiul lui De Masi et al. (2006).

Cultivar (coduri)	Linalool (%)	Estragol (%)	Eugenol (%)	Alte componente distinctive (%)
Foglia di lattuga (1, 2)	40,63–43,57	34,43–35,29	4,52–5,92	1,8-cineol: 4,30–5,75
Genovese (7, 9, 10)	54,57–60,08	nd–0,37	16,21–17,93	1,8-cineol: 7,31–8,46
Grandi foglie valentino (8)	33,51	36,42	2,64	1,8-cineol: 7,41
Cinnamon (6)	40,65	10,32	2,64	Metil-cinamat: 23,91
Lemon (5)	6,16	nd	0,32	Neral: 27,74; geranial: 35,09
Fine verde (11)	63,56	nd	15,13	1,8-cineol: 2,14
Red ruffle / Red dark opal (3, 4)	42,20 / 61,04	7,51 / 2,00	12,57 / 12,57	1,8-cineol: 13,93 / 8,96
Greco a palla (12)	46,97	0,30	15,81	1,8-cineol: 7,52

Diversitatea fitochimică se reflectă în predominanța unor constituenți diferiți: linaloolul predomină în numeroase accesiuni, „Cinnamon” se diferențiază prin prezența metil-cinamatului, iar „Lemon” prin proporții ridicate de neral și geranial. Aceste diferențe susțin alegerea cultivarului în funcție de aroma urmărită, în locul utilizării denumirii generale de busuioc ca indicator al unei compoziții uniforme (De Masi et al., 2006). Proporțiile constituenților permit diferențierea profilurilor aromatice. „Genovese” se caracterizează printr-o asociere de linalool și eugenol, în timp ce „Foglia di lattuga” combină linaloolul cu o proporție considerabilă de estragol. Pentru „Lemon”, suma neralului și geranialului este de 62,83%, calculată din valorile raportate; cei doi constituenți formează citralul. La „Cinnamon”, metil-cinamatul diferențiază profilul față de cultivarele în care acesta nu a fost determinat. Prin urmare, aceeași performanță agronomică sau aceeași destinație comercială poate coexista cu profiluri aromatice distincte (De Masi et al., 2006).

Profilul volatil rezultă și din condițiile de cultivare. Regimul de fertilizare, sezonul și momentul recoltării pot influența producția sau compoziția uleiului esențial (Sifola și Barbieri, 2006; Hussain et al., 2008). De asemenea, metoda

de extracție trebuie precizată, deoarece comparațiile dintre uleiuri obținute prin procedee diferite necesită atenție metodologică (Chenni et al., 2016).

În interpretarea rezultatelor trebuie diferențiate conținutul de ulei din materialul vegetal, producția de ulei pe unitatea de suprafață și proporția relativă a fiecărui constituent. Creșterea biomasei poate spori producția totală de ulei fără o creștere a conținutului acestuia. Similar, un procent cromatografic mai mare pentru un compus nu demonstrează automat creșterea cantității sale absolute pe hectar.

4.1. Recoltarea succesivă și calitatea fitochimică

Momentul recoltării reprezintă un factor important pentru standardizarea materiei prime. Ciriello et al. (2021) au comparat trei cultivare de tip Genovese — „Aroma 2", „Eleonora" și „Italiano Classico" — cultivate în câmp. La a doua recoltare, profilul aromatic a răspuns diferit în funcție de cultivar. Pentru „Eleonora", autorii au raportat creșteri relative de 75,3% pentru eugenol și de 48,2% pentru trans-α-bergamoten, concomitent cu scăderi de 34,4% pentru eucaliptol și de 51,6% pentru β-cis-ocimen. Aceste modificări privesc profilul volatil măsurat, fără a demonstra aceleași variații ale cantităților absolute pe hectar. Rezultatele indică faptul că loturile din recoltări succesive pot avea caracteristici aromatice diferite, chiar dacă provin din același cultivar. Pentru producerea de pesto sau alte produse cu aromă standardizată, alegerea cultivarului trebuie asociată cu controlul recoltării și al compoziției loturilor (Ciriello et al., 2021).

5. Biostimulatorii și performanța culturii de busuioc

Biostimulatorii includ formulări pe bază de extracte de alge, hidrolizate proteice și alte componente biologic active, investigate pentru efectele asupra nutriției și răspunsului plantelor la stres. Eficiența lor depinde de compoziție, doză și condițiile de aplicare; produsele din aceeași categorie nu trebuie considerate automat echivalente (Calvo et al., 2014; Khan et al., 2009).

Giannoulis et al. (2025) au comparat cinci cultivare — „Lemon", „Siam Queen", „Salat", „Bascuro" și „Genovese" — în condiții de câmp din Grecia, evaluând tratamente cu formulări care conțin extracte de alge și aminoacizi. Biomasa și producția de ulei diferă între cultivare și răspund favorabil la unele tratamente. „Lemon" a avut o performanță productivă ridicată în condițiile experimentului. Aceste rezultate trebuie raportate la mediul și tehnologia testate, fără a transforma clasamentul într-o ierarhie generală a cultivarelor.

5.1. Condițiile experimentale și răspunsul cantitativ în câmp

Experimentul lui Giannoulis et al. (2025) s-a desfășurat în 2023, în Tesalia, cu două recoltări, la 2 iulie și 1 august, în faza de înflorire completă. Cultura a fost irigată prin picurare, iar aplicările foliare au precedat fiecare

recoltare. Acest context este relevant: precipitațiile estivale reduse nu echivalează automat cu un tratament experimental de secetă, deoarece plantele au primit apă prin irigare. B2 a inclus extracte de alge marine, aminoacizi, vitamine, oligoelemente, polifenoli, antioxidanți și manitol; B3 a conținut aminoacizi vegetali, inclusiv acid glutamic și aspartic, vitamine și alți nutrienți. Fiind formulări complexe, rezultatele nu permit atribuirea întregului efect unui singur ingredient. Răspunsul unei formulări combinate nu demonstrează, singur, sinergia dintre ingredientele sale.

Tabelul 3. Biomasa în funcție de cultivar și tratament (după Giannoulis et al., 2025).

Nivel de comparație	Masă proaspătă (kg ha^{-1})	Masă uscată (kg ha^{-1})
Lemon, medie a cultivarului	29 499	4 509
Genovese, medie a cultivarului	16 189	1 942
B2, medie a tratamentului	22 764	2 917
Lemon × B2, combinație individuală	34 737	5 149

Pe baza mediilor cultivarelor, „Lemon” a produs aproximativ 1,82 ori mai multă masă proaspătă și 2,32 ori mai multă masă uscată decât „Genovese”; rapoartele sunt calculate din valorile de mai sus. Valoarea maximă pentru „Lemon × B2” nu demonstrează, singură, o interacțiune statistică. Analiza indică o interacțiune cultivar × tratament nesemnificativă pentru biomasă, deși efectele principale ale cultivarului și tratamentului au fost semnificative. Sporurile specifice tratamentului trebuie calculate față de martorul aceluiași cultivar, nu față de media cultivarului sau față de un cultivar diferit. Producția de ulei esențial a fost de aproximativ 65 kg ha^{-1} la „Lemon” și 8 kg ha^{-1} la „Salat”, iar combinația „Lemon × B2” se apropie de 80 kg ha^{-1}. Mediile tratamentelor sunt de aproximativ 30,5 kg ha^{-1} pentru B2, 28 kg ha^{-1} pentru B3 și 24 kg ha^{-1} pentru martor. Valorile rotunjite trebuie interpretate ca aproximări, fără a le conferi precizia unui tabel numeric complet. Spre deosebire de biomasă, a fost observată o interacțiune semnificativă pentru producția de ulei; pentru „Salat” nu sunt indicate diferențe semnificative între tratamente. Prin urmare, efectul favorabil nu poate fi formulat ca uniform pentru toate cultivarele (Giannoulis et al., 2025).

5.2. Profilul volatil și evaluarea analitică

Modificările profilului volatil au depins de combinația cultivar–tratament. Datele sintetizate indică predominanța metilchavicolului la „Siam Queen” și „Salat”, în timp ce alte cultivare au prezentat profiluri bogate în linalool; geranialul a fost asociat cultivarului „Lemon” (Giannoulis et al., 2025). Astfel,

sporirea producției de ulei și păstrarea profilului aromatic urmărit reprezintă obiective care trebuie evaluate concomitent.

Analiza GC–MS a identificat 42 de compuși volatili. Distribuția și proporțiile constituenților au diferit între combinațiile cultivar–tratament. Metilchavicolul a atins 81,7% la „Siam Queen" netratat, în timp ce linaloolul a fost raportat în intervalul 32,95–55,45% pentru cultivarele în care predomină. La „Lemon", tratamentul B2 a fost asociat cu scăderi ale proporțiilor neralului, geranialului și α-trans-bergamotenului, concomitent cu creșteri ale altor constituenți. Obținerea unei cantități mai mari de ulei poate, așadar, coexista cu reducerea ponderii compușilor definitorii pentru aroma lămâioasă (Giannoulis et al., 2025). Uleiul a fost extras prin hidrodistilare în aparat Clevenger, din 25 g de material uscat cu 500 mL apă, timp de 1,5 ore, în trei repetări. Caracterizarea prin cromatografie gazoasă cuplată cu spectrometrie de masă (GC–MS) a utilizat indicii de retenție și comparația spectrelor cu biblioteci de referință. Procentele din aria cromatografică descriu abundența relativă, nu automat concentrații gravimetrice. Dacă uleiul este cuantificat volumetric, exprimarea producției în kg ha^{-1} necesită explicitarea conversiei volum–masă. Repetările extracției sunt repetări analitice și nu înlocuiesc repetările independente ale parcelelor experimentale.

Rezultatele cercetărilor asupra busuiocului cultivat în seră arată, de asemenea, necesitatea examinării biostimulatorilor împreună cu disponibilitatea azotului și stresul hidric (Consentino et al., 2023). Acest cadru este mai relevant pentru alegerea tratamentelor decât presupunerea unui efect constant al produsului în orice condiții de cultură. Interpretarea mecanismelor necesită prudență. O creștere a biomasei nu demonstrează, singură, intensificarea absorbției nutrienților, iar schimbarea proporției unui metabolit nu identifică direct calea biochimică afectată. Pentru asemenea concluzii sunt necesare măsurători specifice ale nutriției, fiziologiei sau expresiei genelor.

5.3. Hidrolizatele proteice în culturile hidroponice

Ciriello et al. (2022) au evaluat „Eleonora" și „Italiano Classico" într-un sistem hidroponic cu platforme plutitoare, utilizând soluții nutritive cu conductivități de 1 și 2 dS m^{-1} și un hidrolizat proteic vegetal administrat radicular în doze de 0,15 și 0,30 mL L^{-1}. Biostimulatorul a îmbunătățit performanța productivă și concentrația compușilor fenolici, dar doza cu cel mai favorabil răspuns nu a fost identică pentru toate caracteristicile. Modificarea semnificativă a profilului aromatic a fost observată numai la „Eleonora". La doza de 0,30 mL L^{-1}, creșterea medie a producției uscate pentru cele două genotipuri a fost de 21,38% față de martor, în analiza interacțiunii cultivar–biostimulator. Studiul susține evaluarea biostimulării împreună cu concentrația soluției nutritive, fără a presupune un efect aromatic uniform între genotipuri.

Evaluarea calității fitochimice include și acizii fenolici și capacitatea antioxidantă. Aceste rezultate sunt indicatori ai compoziției și reactivității probelor în metode de laborator; ele nu reprezintă, singure, dovezi de eficacitate terapeutică la om (Ciriello et al., 2022).

5.4. Interacțiunea dintre biostimulare și micronutrienți

Rouphael et al. (2023) au analizat busuiocul Genovese cultivat în condiții protejate, comparând un hidrolizat proteic vegetal, cuprul liber, cuprul complexat cu aminoacizi și peptide și o formulare combinată. Tratamentul combinat a determinat o creștere medie de 16,3% a producției proaspete față de martorul netratat și tratamentul cu cupru liber. Autorii au raportat și îmbunătățiri ale asimilării CO_2 și eficienței fotochimice, alături de diferențe în compoziția minerală și semnătura metabolomică. Măsurătorile fiziologice și metabolomice completează cuantificarea biomasei. Totuși, rezultatele nu stabilesc direct o creștere a producției de ulei esențial sau un anumit profil aromatic. Aplicabilitatea lor privește formulările și condițiile testate, iar extrapolarea la alte produse necesită noi experimente (Rouphael et al., 2023).

5.5. Fertilizarea organică și răspunsul la deficit hidric

Radzikowska-Kujawska et al. (2023) au testat în ghivece frass de *Hermetia illucens* — reziduuri rezultate din creșterea insectelor — la 10 și 12,5 g L^{-1} de substrat, comparativ cu gunoi bovin și martor nefertilizat. În condiții de hidratare optimă, doza de 10 g L^{-1} a crescut masa proaspătă a întregii plante cu 58% față de martor. Indicatorul include rădăcinile și nu trebuie prezentat drept un spor de 58% al biomasei aeriene. Seceta a redus masa proaspătă aeriană inclusiv în variantele fertilizate. Între îngrășămintele testate nu au fost identificate diferențe semnificative ale masei proaspete în ambele regimuri hidrice, deși unele medii au fost numeric mai mari. Rezultatele fiziologice favorabile nu justifică presupunerea eliminării pierderilor de biomasă (Radzikowska-Kujawska et al., 2023).

6. Relația dintre biomasă și calitatea uleiului esențial

Biomasa și profilul volatil sunt componente complementare ale valorii economice a busuiocului. Un cultivar productiv pentru frunze proaspete poate avea o compoziție diferită de cea necesară unui produs aromatic. Asocierea dintre randament și calitate trebuie evaluată în funcție de destinație, fără a considera producția de ulei drept singurul criteriu al calității.

Ierarhia cultivarelor poate varia între experimente: „Genovese” se situează între materialele productive în experimentul cu trei recoltări din 2004, în timp ce în Tesalia media biomasei sale este mai mică decât cea a „Lemon” (De Masi et al., 2006; Giannoulis et al., 2025). Diferențele sunt compatibile cu variația genotipurilor efective, a mediului și a tehnologiei. Comparațiile directe

trebuie să țină seama de densitatea culturii, stadiul de recoltare, organele evaluate și metoda de uscare.

Managementul nutriției și biostimularea pot crește cantitatea de materie primă, dar pot modifica simultan caracteristicile fitochimice (Sifola și Barbieri, 2006; Ciriello et al., 2022; Teliban et al., 2020). În mod similar, un răspuns fiziologic favorabil sub stres nu garantează păstrarea biomasei la nivelul plantelor bine hidratate (Radzikowska-Kujawska et al., 2023). Evaluarea eficienței trebuie să integreze producția absolută, utilizarea resurselor și profilul compușilor de interes.

Investigațiile viitoare trebuie să includă mai multe locații și sezoane, cu identificarea accesiunilor și a formulărilor aplicate. Raportarea separată a biomasei, conținutului de ulei și producției de ulei pe hectar permite interpretarea mecanismului productiv. Cuantificarea cantităților absolute ale constituenților și evaluarea senzorială pot completa analiza procentelor cromatografice pentru standardizarea produsului.

7. Concluzii

Diversitatea genetică și fitochimică a busuiocului justifică selecția cultivarelor pe baza unor criterii agronomice, moleculare și chimice complementare. Biomasa este influențată de nutriție, apă, lumină și recoltare, iar biostimulatorii pot ameliora performanța productivă în condițiile pentru care au fost testați. Răspunsul dependent de cultivar și de sistemul de cultură exclude stabilirea unei tehnologii optime universale. Pentru utilizările alimentare și aromatice, sporirea producției trebuie însoțită de verificarea profilului volatil, a proporției organelor comerciale și a eficienței utilizării resurselor. Alegerea materialului vegetal și validarea locală a tehnologiei reprezintă baza obținerii unei materii prime constante cantitativ și calitativ.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, *383*(1), 3-41.
- Chalchat, J. C., & Özcan, M. M. (2008). Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (Ocimum basilicum L.) used as herb. *Food Chemistry*, *110*(2), 501-503.
- Chenni, M., El Abed, D., Rakotomanomana, N., Fernandez, X., & Chemat, F. (2016). Comparative study of essential oils extracted from Egyptian basil leaves (Ocimum basilicum L.) using hydro-distillation and solvent-free microwave extraction. *Molecules*, *21*(1), 113.
- Ciriello, M., Formisano, L., El-Nakhel, C., Kyriacou, M. C., Soteriou, G. A., Pizzolongo, F., Romano, R., De Pascale, S., & Rouphael, Y. (2021). Genotype and Successive Harvests Interaction Affects Phenolic Acids and Aroma Profile of Genovese Basil for Pesto Sauce Production. *Foods, 10*(2), 278. https://doi.org/10.3390/foods10020278
- Ciriello, M., Formisano, L., Kyriacou, M. C., Colla, G., Graziani, G., Ritieni, A., De Pascale, S., & Rouphael, Y. (2022). Biostimulatory Action of Vegetal Protein Hydrolysate Compensates for Reduced Strength Nutrient Supply in a Floating Raft System by Enhancing Performance and Qualitative

Features of "Genovese" Basil. *Frontiers in Plant Science, 13*, 906686. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.906686

- Consentino, B. B., Vultaggio, L., Sabatino, L., Ntatsi, G., Rouphael, Y., Bondì, C., ... & Mauro, R. P. (2023). Combined effects of biostimulants, N level and drought stress on yield, quality and physiology of greenhouse-grown basil. *Plant Stress*, *10*, 100268.
- da Costa, A. S., Arrigoni-Blank, M. F., Carvalho Filho, J. L. S., de Santana, A. D. D., Santos, D. A., Alves, P. B., & Blank, A. F. (2015). Chemical Diversity in Basil (Ocimum sp.) Germplasm. *The Scientific World Journal, 2015*, 352638. https://doi.org/10.1155/2015/352638
- De Masi, L., Siviero, P., Esposito, C., Castaldo, D., Siano, F., & Laratta, B. (2006). Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (Ocimum basilicum L.). *European Food Research and Technology*, *223*(2), 273-281. https://doi.org/10.1007/s00217-005-0201-0
- Giannoulis, K. D., Bartzialis, D., Asimaki, K., Breza, A. Z., Malamou, P. K., Zournatzis, E., Wogiatzi-Kamvoukou, E., & Danalatos, N. G. (2025). The Impact of Biostimulants on the Yield and Quality Attributes of Essential Oil from Different Basil Varieties. *Crops*, *5*(2), 14. https://doi.org/10.3390/crops5020014
- Grayer, R. J., Kite, G. C., Goldstone, F. J., Bryan, S. E., Paton, A., & Putievsky, E. (1996). Infraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, Ocimum basilicum. *Phytochemistry*, *43*(5), 1033-1039.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (Ocimum basilicum) essential oils depends on seasonal variations. *Food chemistry*, *108*(3), 986-995.
- Kalamartzis, I., Dordas, C., Georgiou, P., & Menexes, G. (2020). The Use of Appropriate Cultivar of Basil (Ocimum basilicum) Can Increase Water Use Efficiency under Water Stress. *Agronomy, 10*(1), 70. https://doi.org/10.3390/agronomy10010070
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M. & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of plant growth regulation*, *28*(4), 386-399.
- Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., & Sala, F. (2004). Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, 167(4), 725–731.
- Marotti, M., Piccaglia, R., & Giovanelli, E. (1996). Differences in essential oil composition of basil (Ocimum basilicum L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *44*(12), 3926-3929.
- Pennisi, G., Pistillo, A., Orsini, F., Cellini, A., Spinelli, F., Nicola, S., Fernandez, J. A., Crepaldi, A., Gianquinto, G., & Marcelis, L. F. M. (2020). Optimal light intensity for sustainable water and energy use in indoor cultivation of lettuce and basil under red and blue LEDs. *Scientia Horticulturae, 272*, 109508. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109508
- Radzikowska-Kujawska, D., Sawinska, Z., Grzanka, M., Kowalczewski, P. Ł., Sobiech, Ł., Świtek, S., et al. (2023). Hermetia illucens frass improves the physiological state of basil (Ocimum basilicum L.) and its nutritional value under drought. *PLOS ONE, 18*(1), e0280037. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280037
- Rouphael, Y., Carillo, P., Ciriello, M., Formisano, L., El-Nakhel, C., Ganugi, P., Fiorini, A., Miras Moreno, B., Zhang, L., Cardarelli, M., Lucini, L., & Colla, G. (2023). Copper boosts the biostimulant activity of a vegetal-derived protein hydrolysate in basil: morpho-physiological and metabolomics insights. *Frontiers in Plant Science, 14*, 1235686. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1235686
- Sifola, M. I., & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae, 108*(4), 408–413. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.002
- Teliban, G.-C., Stoleru, V., Burducea, M., Lobiuc, A., Munteanu, N., Popa, L.-D., & Caruso, G. (2020). Biochemical, Physiological and Yield Characteristics of Red Basil as Affected by Cultivar and Fertilization. *Agriculture, 10*(2), 48. https://doi.org/10.3390/agriculture10020048
- Vieira, R. F., Goldsbrough, P., & Simon, J. E. (2003). Genetic diversity of basil (Ocimum spp.) based on RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *128*(1), 94-99.