

ОЦІНКА ЯКОСТІ МІКРОЗЕЛЕНІ ВИРОЩЕНОЇ НА РІЗНИХ СУБСТРАТАХ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

О. І. УЛЯНИЧ, доктор сільськогосподарських наук

А. В. ВАХОВСЬКА, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет садівництва

У статті досліджено та обґрунтовано особливості впливу субстрату на біометричні показники, хімічний склад, врожайність та якість мікрозелені овочевих культур. В результаті проведених досліджень виявлено, що вища урожайність спостерігалася у салату листкового та редиски за використання кокосового субстрату і становила 1,85 кг/м² та 5,72 кг/м², у гірчиці кращими результати були за використання мінеральної вати – 4,82 кг/м². Визначено вміст показників хімічного складу мікрозелені і доведено, що види субстрату не мали негативний вплив на зміну хімічного складу овочевих рослин.

Ключові слова: субстрат, мікрозелень, салат листковий, редиска, гірчиця, врожайність, якість.

Вступ. В останні роки незбалансованість харчування, неспроможність забезпечити людський організм необхідною кількістю незамінних вітамінів та мікронутрієнтів є глобальною проблемою як у розвинутих країнах, так і в країнах, що розвиваються [1–3]. Особливо високі показники недостатньої кількості мінеральних речовин спостерігаються в країнах, де деградація ґрунту є надзвичайно серйозною та значно знижує поживну цінність сільськогосподарських культур [4]. Однак вчені вважають, що цю проблему можна вирішити та запобігти, зосередившись на розробці новітніх методів вирощування рослин, зокрема мікрозелені овочевих культур. Їх використання дозволить підвищити ефективність та усуне дефіцит виробництва повноцінної екологічно чистої продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки мікрозелень овочевих культур набула все більшого інтересу як функціональний харчовий продукт через відповідний вміст мікроелементів і біоактивних сполук [5]. Широка кількість видів і сортів, які можна вирощувати як мікрозелень, і можливість контролювати умови їх вирощування навіть у мікомасштабному виробництві лежать в основі багатообіцяючого потенціалу для індивідуального харчування [6], а також для особливо вимогливих категорій споживачів, таких як вегани або сиріїди.

Як правило, мікрозелень вирощують упродовж одного-чотирьох тижнів від сходів до збирання врожаю, методом малооб'ємної гідропоніки у контейнерах або лотках [16]. Важливо підкреслити, що такий спосіб вирощування може бути

стійкою альтернативою традиційному землеробству, оскільки він вимагає менше води, добрив, пестицидів і місця для вирощування сільськогосподарських культур [7, 10]. Крім того, в останні роки гідропонні системи використовують як потенційне рішення для міського садівництва, що має цікаві позитивні наслідки з точки зору зменшення впливу на навколишнє середовище, завдяки скороченню ланцюга постачання продовольства, зменшенню відходів і ресурсів для транспортування, з подальшим зменшенням виділення вуглецю. Ці системи також менше піддаються впливу зміни клімату, оскільки використовуються в захищеному середовищі [8, 9]

Низка досліджень свідчить, що особливу увагу слід приділяти вибору субстрату для вирощування мікрозелені, яке є одним із ключових факторів у виробничому процесі та може впливати на врожайність та якість зелені [11]. Серед звичайних субстратів, які використовуються для виробництва мікрозелені, останнім часом набувають все більшої популярності – мінеральна вата та кокосовий субстрат [1, 22]. Мінеральна вата представляє собою волокнистий матеріал, одержуваний з розплавів гірських порід, демонструє високу водоутримуючу здатність та хорошу аерацію. Кокосовий субстрат – це мезокарпій, що містить короткі та середньої довжини волокна, які залишилися після промислового використання. Субстрат має чудові фізичні та хімічні характеристики, хороші дренажні та аераційні властивості, а також високу здатність до катіонного обміну [10]. Враховуючи тенденції розвитку інноваційних технологій у світі та в Україні, важливим завданням сьогодення є розширення та систематизація споживчих характеристик мікрозелені овочевих культур в якості продовольчої сировини.

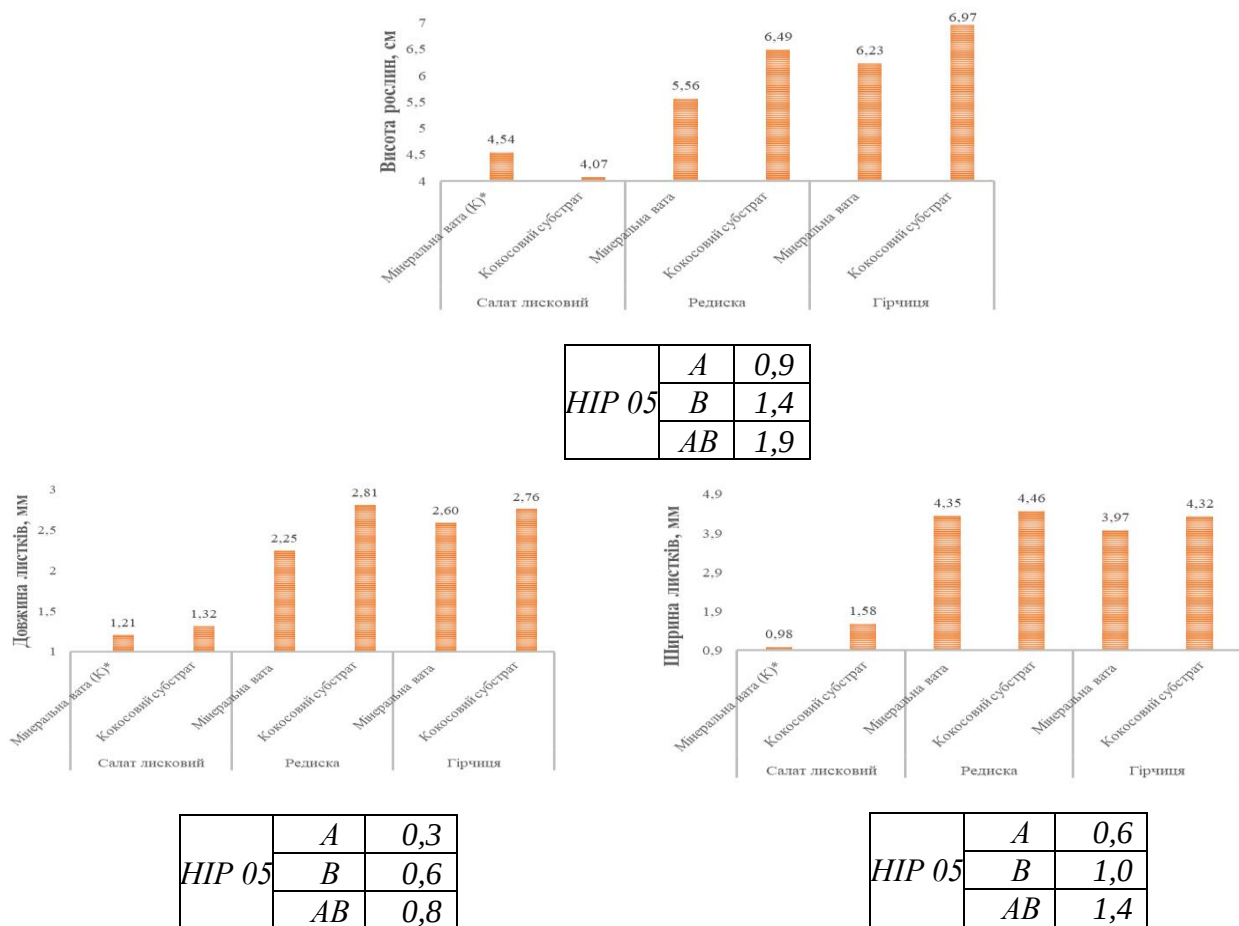
Метою досліджень є аналіз впливу різних видів субстратів на біометричні показники, хімічний склад, врожайність та якість при вирощуванні мікрозелені овочевих культур.

Методика досліджень. Дослідження проводилися у 2020–2022 рр. в лабораторії грибівництва і вигонки овочів кафедри овочівництва Уманського НУС. Дослідження виконано за загальноприйнятими методиками [12]. Біометричні вимірювання проводили на 10 типових маркованих рослинах мікрозелені у повтореннях кожного варіанту досліду, вимірювали висоту рослин, довжину та ширину листків лінійним методом. Облік урожаю проводили ваговим методом. Хімічні показники якості рослин визначали після збирання врожаю у свіжих зразках відповідно до загальноприйнятих стандартних методів: вміст сухої речовини визначали шляхом висушування відібраних рослин у сушильній шафі з циркуляцією гарячого повітря за 75°C до отримання постійної маси; відсоток сухої речовини розраховували, беручи відношення сухої маси до свіжої маси відібраних проб і перемножуючи її на 100; вміст масової концентрації цукрів – фериціанідним; аскорбінову кислоту – йодометричним методом Муррі; вміст суми хлорофілів у зеленій частині рослини – спектрофотометричним методом [13]. Одержані в досліді дані обробляли методами кореляційного і дисперсійного аналізу на ПК з допомогою прикладних програм Microsoft Excel [14].

Результати досліджень. При проведенні біометричного аналізу було вивчено наступні морфологічні ознаки мікрозелені овочевих культур: ширина і довжина листка, висота рослин. Як показали результати проведених досліджень, за морфологічними ознаками найбільшими темпами росту володіли рослини гірчиці вирощені на кокосовому субстраті – 6,97 см, трохи менші показники були у рослин редиски на кокосовому субстраті – 6,49 см. Найменші темпи росту були відмічені в мікрозелені салату листового на мінеральній ваті – 4,54 см.

Довжина сім'ядольного листка для салату листового може сягати до 1,33 мм, у середньому вона коливається у межах 1,21–1,32 мм, для редиски – може сягати 2,82 мм, у середньому коливається у межах 2,25–2,81 мм. Відповідно для гірчиці довжина сім'ядольного листка може становити 2,78 мм і коливається у межах 2,60–2,76 мм. Ширина листка за роки досліджень для салату листового досягала 0,98–1,58 мм, для редиски – 4,35–4,46 мм, в той же час для гірчиці становила 3,97–4,32 мм залежно від типу субстрату.

Отримані нами результати підтвердили, що вид субстрату має вплив на ріст і розвиток мікрозелені (рис.1).



Примітка: *К – контроль

Рис. 1. Вплив субстрату на біометричні показники мікрозелені (середнє за 2020-2022 рр.)

Встановлено, що використання різних видів субстрату значно впливало на масу рослин та рівень урожайності. У середньому за три роки максимальної маси досягнуло вирощування салату на кокосовому субстраті – 14,02 г, редиски на кокосову субстраті – 71,86 г та гірчиці на мінеральній ваті – 35,86 г (табл. 1).

Табл. 1. Маса 1000 рослин мікрозелені залежно від виду та субстрату, г(середнє за 2020-2022 рр.)

Овочева рослина (фактор А)	Субстрат (фактор В)	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середнє
Салат листковий (К)*	Мінеральна вата (К)*	11,43	13,51	12,34	12,42
	Кокосовий субстрат	10,56	16,94	14,57	14,02
Редиска	Мінеральна вата	56,80	76,92	67,32	67,01
	Кокосовий субстрат	55,89	83,33	76,38	71,87
Гірчиця	Мінеральна вата	36,67	34,48	36,43	35,86
	Кокосовий субстрат	31,63	31,25	32,04	31,64
HIP ₀₅	фактор А	0,7	0,9	0,9	–
	фактор В	1,1	1,5	1,4	
	взаємодія АВ	1,6	2,2	2,1	

Примітка: *К – контроль

Вища урожайність спостерігалася у салату листового та редиски за використання кокосового субстрату. Так, у салату листового урожайність була на рівні 1,85 кг/м², що на 0,28 кг/м² істотно вище за контроль, у редиски – 5,72 кг/м² (+4,15 кг/м² до контролю). У гірчиці кращими результати були за використанні мінеральної вати – 4,82 кг/м² (+3,25 кг/м² до контролю) (табл. 2.)

Табл. 2. Урожайність мікрозелені залежно від виду та субстрату, кг/м² (середнє за 2020-2022 рр.)

Овочева рослина (Фактор А)	Субстрат (Фактор В)	Урожайність продукції, кг/м ²				± до контролю
		2020	2021	2022	середнє	
Салат листовий(К)*	Мінеральна вата (К)*	1,35	1,70	1,65	1,57	–
	Кокосовий субстрат	1,24	2,00	2,32	1,85	+0,28
Редиска	Мінеральна вата	4,40	6,00	5,78	5,39	+3,82
	Кокосовий субстрат	4,29	6,53	6,34	5,72	+4,15
Гірчиця	Мінеральна вата	4,29	4,33	5,02	4,55	+2,98
	Кокосовий субстрат	5,03	4,77	4,65	4,82	+3,25
HIP ₀₅	фактор А	0,6	0,9	0,8	–	
	фактор В	0,9	1,4	1,4		
	взаємодія АВ	1,4	2,0	1,9		

Примітка: *К – контроль

Дещо нижчу врожайність одержано за використання мінеральної вати у салату листкового – 1,57 кг/м², у редиски – 5,39 кг/м², у гірчиці на кокосовому субстраті – 4,82 кг/м², що забезпечило істотне підвищення відповідно на 3,82 кг/м² та 3,25 кг/м² у порівнянні до контролю.

Доведено, що фактори мали неоднаковий вплив на урожайність мікрозелені салату листкового, редиски та гірчиці фактор А (овочева рослина) визначав величину товарної урожайності на 19%, фактор В (вид субстрату) – на 29,0 % та сумарна дія факторів А і В впливала на величину товарної врожайності з силою 41,0 % (рис. 2).

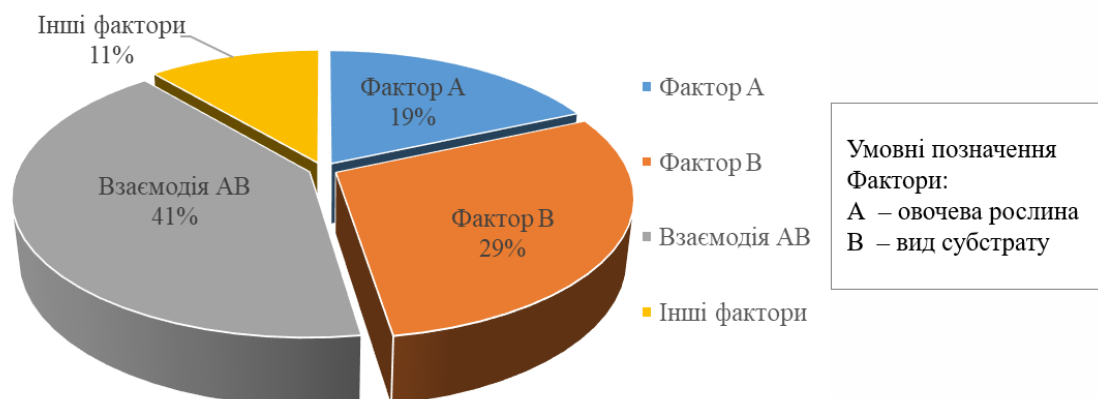


Рис. 2. Вплив факторів і їх взаємодія на формування урожайності мікрозелені (середнє за 2020-2022 рр.)

Відомо, що хімічний склад відіграє важливу роль в забезпеченні якісних та кількісних показників врожаю. Так, вміст сухої речовини є основним показником фотосинтетичної активності мікрозелені [15], а вид субстрату суттєво впливає на її накопичення. Найвищий вміст сухої речовини спостерігався у салату листкового за використання мінеральної вати і склав 9,3 %, відповідно на кокосовому субстраті показник вмісту сухих речовин був найнижчим – 5,4 %. Вирощування мікрозелені редиски на мінеральній ваті склало 10,2 % сухих речовин, відповідно на кокосовому субстраті – 8,4 %. Вміст сухих речовин мікрозелені гірчиці був найвищим за використання кокосового субстрату і склав 9,5 %, найнижчим на мінеральній ваті – 8,9 %.

Цукри виконують захисну й запасну функції, тобто є джерелом енергії для рослин та потужним джерелом синтезу органічних сполук [5]. Мікрозелень мала найвищий вміст цукрів у всіх видів за використання мінеральної вати 1,63 %, 1,77 % та 1,75 % відповідно, а найнижчим на кокосовому волокні – 1,57 %, 1,65 % та 1,71 %.

Вітамін С відіграє важливе значення в процесах дихання, в окисно відновних реакціях, в підвищенні стійкості рослин до інфекції та газостійкості. [17]. Дослідження показали, що вміст вітаміну С мав вищу концентрацію у салату листкового та гірчиці вирощеними на кокосовому субстраті і відповідно

становив 22,12 мг/г та 20,45 мг/г. У редиски вищий показник був на мінеральній ваті 21,04 мг/г (табл. 3)

**Табл. 3. Вплив субстрату на хімічний склад мікрозелені
(середнє за 2020-2022 рр.)**

Овочева рослина	Субстрат	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/ 100 г	Нітрати, мг/кг	Хлорофіл мг/г		
						a	b	a+b
Салат листковий (К)*	Мінеральна вата (К)*	9,3	1,63	20,68	336,0	5,24	3,54	8,78
	Кокосовий субстрат	5,4	1,57	22,12	354,0	6,89	4,65	11,54
Редиска	Мінеральна вата	10,2	1,77	21,04	338,0	10,45	5,98	16,43
	Кокосовий субстрат	8,4	1,65	18,91	424,2	13,78	5,07	18,85
Гірчиця	Мінеральна вата	8,9	1,75	19,02	532,2	13,34	6,34	19,68
	Кокосовий субстрат	9,5	1,71	20,45	525,3	13,21	4,12	17,33

Крім біоактивних вторинних метаболітів, мікрозелень також накопичує антипоживні агенти, такі як нітрати, особливо за сприятливих захищених умов культивування [18, 19]. Аналізуючи проведені дослідження, середній вміст нітратів показав, що гірчиця на мінеральній ваті, редиска на кокосовому субстраті накопичували саме більше нітратів – 532,2 мг/г та 424,2 мг/г. Найменшим показник був у салату листового вирощеного на мінеральній ваті – 336,0 мг/г.

Згідно з численними науковими дослідженнями, молоді паростки мікрозелені містять підвищену кількість хлорофілу, який має антимуtagenну дію та поліпшує транспортування кисню до клітин і тканин, допомагає зв'язувати і виводити токсини з організму [20, 21]. З'ясовано, що вміст Хл а був найвищим у редиски за вирощування на кокосовому субстраті – 13,78 мг/г, листки якої вирідзізняються природним насиченим темно-зеленим кольором, що є її видовою специфічністю.

Високий вміст Хл а 13,34 мг/г був і у гірчиця при вирощуванні на мінеральній ваті, що пояснюється високим показником адаптаційного потенціалу дослідних рослин, який забезпечується ефективною роботою фотосинтетичного апарату асиміляційних органів. Забарвленням листків цей показник був найнижчим у салату листового при вирощуванні на мінеральній ваті і становив 5,24 мг/г.

Аналогічна тенденція була виявлена і для Хл *b*. Найвищий вміст пігменту виявлений у гірчиці на мінеральній ваті 6,34 мг/г, найнижчий – у салату листового на мінеральній ваті 3,54 мг/г. У цілому, найконтрастніша різниця в загальному вмісті зелених пігментів (Хл *a* + Хл *b*) була виявлена у гірчиці на мінеральній ваті та редиски на кокосовому субстраті, яка становила відповідно 19,68 мг/г і 18,85 мг/г.

Висновки. За результатами комплексного дослідження впливу субстрату на мікрозелень салату листового, редиски та гірчиці, можна стверджувати про цілковиту придатність для вигонки мікрозелені. Встановлено, що найбільшими темпами росту володіли рослини гірчиці вирощені на кокосовому субстраті – 6,97 см, трохи менші показники були у рослин редиски на кокосовому субстраті – 6,49 см. Найменші темпи росту були відмічені в мікрозелені салату листового на мінеральній ваті – 4,54 см. Максимальної маси досягнули рослини салату листового вирощені на кокосовому субстраті – 14,02 г, редиски на кокосову субстраті – 71,86 г та гірчиці на мінеральній ваті – 35,86 г.

Вища урожайність спостерігалася у салату листового та редиски за використання кокосового субстрату і була на рівні 1,85 кг/м² (+0,28 кг/м² істотно вище за контроль) та 5,72 кг/м² (+4,15 кг/м² до контролю), у гірчиці кращими результати були за використанні мінеральної вати – 4,82 кг/м² (+3,25 кг/м² до контролю).

Література:

1. Kyriacou M. C., Roupheal Y., Di Gioia F., Kyriatzis A., Serio, F., Renna M., De Pascale S., Santamaria P. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. V. 57. P. 103–115.
2. Kyriacou M. C., Soteriou G. A., Colla G., Roupheal Y. The occurrence of nitrate and nitrite in Mediterranean fresh salad vegetables and its modulation by preharvest practices and postharvest conditions. *Food Chemistry*. 2019. V. 285. P. 468–477.
3. Caracciolo F., El-Nakhel C., Raimondo M., Kyriacou M. C., Cembalo L. de Pascale S., Roupheal Y., Sensory attributes and consumer acceptability of 12 microgreens species. *Agronomy*. 2020. V. 10. P. 1043.
4. Verlinden S. Microgreens: Definitions, Product Types and Production Practices. In Horticultural Reviews. *John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA*. 2020. V. 47. P. 85–124.
5. Ghora M. D., Babu D. R., Srividya N. Nutrient composition, oxalate content and nutritional ranking of ten culinary microgreens. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2020. V. 91.
6. Renna M., Castellino M., Leoni B., Paradiso V. M., Santamaria P. Microgreens production with low potassium content for patients with impaired kidney function. *Nutrients*. 2018. V.10. № 6. P. 675.
7. AlShrouf A. Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*. 2017. V. 27. P. 247–255.

8. Sharma N., Acharya S., Kumar K., Singh N., Chaurasia O. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2018. V 17. P. 364.
9. Nicola S., Pignata G., Ferrante A., Bulgari R., Cocetta G., Ertani A. Water use efficiency in greenhouse systems and its application in horticulture. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. V. 9. P. 248–262.
10. Khan S., Purohit A., Vadsaria N. Hydroponics: Current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*. 2020. V. 44. № 2. P. 1–24.
11. Bulgari R., Baldi A., Ferrante A., Lenzi A. Yield and quality of basil, swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. *Crop and Horticultural Science*. 2017. V. 45. P. 119–129.
12. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
13. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава, 2003. 316 с.
14. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Кецкало В. В. Використання новітніх методів досліджень в овочівництві. Методика, механізація, автоматизація та комп'ютеризація досліджень у землеробстві, рослинництві, садівництві та овочівництві. *Збірник наукових праць ІЦБ УААН*. 2007. Вип. 9. С. 50–56.
15. Berba K. J., Uchanski M. E. Postharvest physiology of microgreens. *Journal of Young Investigators*. 2012. V. 24. P. 1–5.
16. Kyriacou M. C., El-Nakhe C., Graziani G., Pannico A., Soteriou G. A., Giordano M., Ritieni A., De Pascale S., Roupheal Y. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species. *Food Chemistry*. 2019. V. 277. P. 107–118.
17. Chambial S., Dwivedi S., Shukla K.K. Vitamin C in disease prevention and cure: an overview. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2019. V. 28. P. 314–328.
18. Bia Z., Wang Y., Zhang X., Li T., Grundy S., Yang Q., Cheng R. A review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments. *Foods*. 2020. V. 9. P. 732.
19. Colla G., Kim H.J., Kyriacou M.C. Roupheal Y. Nitrate in fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*. 2018. V. 237. P. 221–238.
20. Agüero M.V., Barg M.V., Yommi A., Camelo A., Roura S.I. Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of Food Science*. 2008. V. 73. № 1. P. 47–55.
21. Paradis V. M., Castellino M., Renna M., Leoni B., Caponio F., Santamaria P. Simple tools for monitoring chlorophyll in broccoli raab and radish microgreens on their growing medium during cold storage. *Progress in Nutrition*. 2018. V. 20. №. 3. P. 415–422.
22. Ваховська А.В. Вплив субстрату на урожайність і якість мікрозелені овочевих рослин. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч.1. С. 169–180.

References:

1. Kyriacou, M. C., Roupheal, Y., Di Gioia, F., Kyratzis, A., Serio, F., Renna, M., De Pascale, S., Santamaria P. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*, no. 57, pp. 103–115.

2. Kyriacou, M. C., Soteriou, G. A., Colla, G., Roupael, Y. (2019). The occurrence of nitrate and nitrite in Mediterranean fresh salad vegetables and its modulation by preharvest practices and postharvest conditions. *Food Chemistry*, no. 285, pp. 468–477.
3. Caracciolo, F., El-Nakhel, C., Raimondo, M., Kyriacou, M. C., Cembalo, L. de Pascale, S., Roupael, Y. (2020). Sensory attributes and consumer acceptability of 12 microgreens species. *Agronomy*, no.10, p. 1043.
4. Verlinden, S. (2020). Microgreens: Definitions, Product Types and Production Practices. In *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, no. 47, pp. 85–124.
5. Ghora, M. D., Babu, D. R., Srividya, N. (2020). Nutrient composition, oxalate content and nutritional ranking of ten culinary microgreens. *Journal of Food Composition and Analysis*, no. 91.
6. Renna, M., Castellino, M., Leoni, B., Paradiso, V.M., Santamaria, P.(2018). Microgreens production with low potassium content for patients with impaired kidney function. *Nutrients*, no.10 (6), p. 675.
7. AlShrouf, A. (2017). Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Science*, no. 27, pp. 247–255.
8. Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., Chaurasia, O. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production. *Journal of Soil and Water Conservation*, no. 17, p. 364.
9. Nicola, S., Pignata, G., Ferrante, A., Bulgari, R., Cocetta, G., Ertani A. (2020) Water use efficiency in greenhouse systems and its application in horticulture. *AgroLife Scientific Journal*, no. 9, pp. 248–262.
10. Khan, S., Purohit, A., Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: Current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*, no. 44 (2). pp. 1–24.
11. Bulgari, R., Baldi, A., Ferrante, A., Lenzi, A. (2017). Yield and quality of basil, swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. *Crop and Horticultural Science*, no. 45, pp. 119–129.
12. Bondarenko, G. L., Yakovenko, K. I. (2001). *Methodology of experimental work in vegetable and melon*. Kharkiv: Osnova. 369 p. (in Ukrainian).
13. Gritsaanko, Z. M., Gritsaanko, A. O., Karpenko, V. P. (2003). *Methods of biological and agrochemical dosages of roslin and runtiv*. Kyiv. Nichlava. 316 p. (in Ukrainian).
14. Ulyanich, O. I., Kovtunyk, Z. I., Ketskalo, V. V. (2007). Use of the latest research methods in vegetable production. Methodology, mechanization, automation and computerization of research in agriculture, crop production, horticulture and vegetable production. *Collection of scientific works of the Institute of Information Technology of the Ukrainian Academy of Sciences*, no.9, pp. 50–56. (in Ukrainian).
15. Berba, K. J., Uchanski, M. E. (2012). Postharvest physiology of microgreens. *Journal of Young Investigators*, no.24, pp. 1–5.
16. Kyriacou, M. C., El-Nakhe, C., Graziani, G., Pannico, A., Soteriou, G. A., Giordano, M., Ritieni, A., De Pascale, S., Roupael, Y. (2019). Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species. *Food Chemistry*, no. 277, pp. 107–118.
17. Chambial, S., Dwivedi, S., Shukla, K.K. (2019). Vitamin C in disease prevention and cure: an overview. *Indian Journal of Clinical Biochemistr*, 2019, no. 28, pp. 314–328.

18. Bia, Z., Wang, Y., Zhang, X., Li, T., Grundy, S., Yang Q., Cheng, R. (2020). A review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments. *Foods*, no. 9, p. 732.
19. Colla, G., Kim, H. J., Kyriacou, M. C. Rouphael, Y. (2018). Nitrate in fruits and vegetables. *Scientia Horticultura*, no. 237, pp. 221–238.
20. Agüero, M. V., Barg, M. V, Yommi, A., Camelo, A., Roura, S. I. (2008). Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of Food Scienc*, no. 73 (1), pp. 47–55.
21. Paradis, V. M, Castellino, M, Renna, M., Leoni, B, Caponio, F, Santamaria, P. (2018). Simple tools for monitoring chlorophyll in broccoli raab and radish microgreens on their growing medium during cold storage. *Progress in Nutrition*, no. 20 (3), pp. 415–422.
22. Vakhovska, A. V. (2021). The influence of the substrate on the yield and quality of microgreens of vegetable plants. Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences, no.99 (1), pp. 169–180.

Annotation

Ulyanich O. I., Vakhovska A. V.

Assessment of the quality of micro greens grown on different substrates in closed ground conditions.

The article investigates and substantiates the peculiarities of the influence of the substrate on biometric indicators, chemical composition, yield and quality of microgreens of vegetable crops. Taking into account the trends in the development of innovative technologies in the world and in Ukraine, an important task today is the expansion and systematization of the consumer characteristics of microgreens of vegetable crops. The results of a complex study of the influence of the substrate on the microgreens of leafy lettuce, radishes, and mustard, presented in the article, confirm the complete suitability of extracting greens in closed soil.

Taking into account the trends in the development of innovative technologies in the world and in Ukraine, an important task today is the expansion and systematization of consumer characteristics of microgreens of vegetable crops. The results of a complex study of the influence of the substrate on the microgreens of leafy lettuce, radishes, and mustard, presented in the article, confirm the complete suitability of extracting greens in closed soil.

Studies have shown that mustard plants grown on a coconut substrate had the highest growth rates – 6.97 cm, radish plants on a coconut substrate had slightly lower rates – 6.49 cm. The lowest growth rates were noted in microgreens of leaf lettuce on mineral wool – 4.54 cm.

It was established that the use of different types of substrate had a significant effect on plant weight and productivity. On average, for three years, the maximum mass was achieved by growing lettuce on a coconut substrate – 14.02 g, radish on a coconut substrate – 71.86 g, and mustard on mineral wool – 35.86 g. Higher productivity was observed in leaf lettuce and radish when using coconut substrate. Thus, in leaf lettuce, the yield was at the level of 1.85 kg/m², in radish – 5.72 kg/m², in mustard, the best results were obtained with the use of mineral wool – 4.82 kg/m². A slightly lower yield was obtained when using mineral wool in lettuce – 1.57 kg/m², in radish – 5.39 kg/m², in mustard on a coconut substrate – 4.82 kg/m².

It was determined the content of indicators of the chemical composition of greens and proved that the types of substrate did not have a negative effect on the change in the chemical composition of vegetable plants. Thus, the highest content of dry matter was observed in leaf lettuce when using mineral wool and amounted to 9.3 %, respectively, on the coconut substrate, the indicator of the content of dry matter was the lowest – 5.4 %. Growing microgreen radish on mineral wool accounted for 10.2 % of dry matter, respectively, on coconut substrate – 8.4 %. The dry matter content of microgreen mustard was the highest when using the coconut substrate and amounted to 9.5 %, the lowest on mineral wool – 8.9 %. The most significant difference in the content of green pigments was found in mustard on mineral wool and radish on coconut substrate, which was 19.68 mg/g and 18.85 mg/g, respectively.

Key words: substrate, microgreens, lettuce, radish, mustard, productivity and quality.

УДК: 665.127-047.44:631.526.3:633.368

DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-233-240

ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ В ОЛІЇ РІЗНИХ КУЛЬТУР І ЇЇ ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

В. І. ВОЙТОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

У статті представлено результати вивчення вмісту жирних кислот і харчової цінності олії гірчиці сизої, конопель посівних, сафлору олеїнового та лінолевого типу. Основною жирною кислотою в гірчичній олії була ерукова, конопляній та сафлоровій лінолевого типу – ліолева, а в сафлоровій олеїнового типу – олеїнова жирна кислота. Розраховано, що гірчична та сафлорова олія олеїнового типу повністю забезпечували добову потребу організму людини МНЖК і ПНЖК. Конопляна та сафлорова олія лінолевого типу забезпечували добову потребу ПНЖК у 7,0–7,5 раза.

Ключові слова: олія, жирні кислоти, гірчиця сиза, коноплі посівні, сафлор красильний, інтегральний скор.

Вступ. Насіння олійних культур відіграє важливу роль у харчуванні людини. Насіння є джерелом жиру та жиророзчинних вітамінів, білків, харчових волокон, мінеральних елементів [1, 2]. Нині популярність олієвмісного насіння зростає. Воно використовуються як функціональні інгредієнти для хлібобулочних і кондитерських виробів, продуктів на основі молока, салатів тощо [3, 4]. Вони використовуються завдяки добрим сенсорним якостям і високому вмісту жиру, в яких переважають поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК). Склад жирної кислоти у насінні може значно впливати на фізико-хімічні та біологічні