

28(4), 403-4. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME2804rh> [in English].

8. Martins, S.J. (2018). Plant-associated bacteria mitigate drought stress in soybean. *Environmental Science and Pollution Research*, (25), 13676-13686. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1610-5> [in English].

9. Shafi, J., Tian, H. & Ji, M. (2017). Bacillus species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, (31 (3)), 446-459. <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1286950> [in English].

10. Begum, N., Qin, C., Ahanger, M.A. Raza, S., Khan, M.I., Ashraf, M., Ahmed, N., & Zhang, L. (2019). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance. *Front. Plant Sci.*, (10), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068> [in English].

11. Amiri, R., Nikbakht, A., & Etemadi, N. (2015). Alleviation of drought stress on rose geranium *Pelargonium graveolens* L Herit. In terms of antioxidant activity and secondary metabolites by mycorrhizal inoculation. *Sci. Hort.*, (197), 373-380. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.062> [in English].

12. Tarraf, W., Ruta, C., De Cillis, F., Tagarelli, A., Tedone, L., & De Mastro, G. (2015). Effects of mycorrhiza on growth and essential oil production in selected aromatic plants. *Ital. J. Agron.*, (10), 160-162. <https://doi.org/10.4081/ija.2015.633> [in English].

13. Golubkina, N., Logvinenko, L., Novitsky, M., Zamana, S., Sokolov, S., Molchanova, A., Shevchuk, O., Şekara, A., Tallarita, A., & Caruso, G. (2020). Yield, essential oil and quality performances of *Artemisia dracunculus*, *Hyssopus officinalis* and *Lavandula angustifolia* as affected by arbuscular mycorrhizal fungi under organic management. *Plants*, (9), 375. <https://doi.org/10.3390/plants9030375> [in English].

14. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniya) [Methodology of field experience]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].

15. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

УДК 581.085

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.9>

ВИРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ САЛАТУ РОМЕН У NFT-СИСТЕМАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ТИПУ СУБСТРАТУ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4421-8960

Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. На початку нового тисячоліття вдосконалення технології гідропонного вирощування овочевої продукції започаткувало нові можливості для розвитку агробізнесу. Одне з чільних місць належить вирощуванню мікрозелені, або мікрогрину. Мікрогрін (англ. microgreen) – це молоді паростки овочевих та польових культур у фазі сім'ядоль або 2-х (максимум – 4-х) листочків віком до 10 днів. Його з успіхом застосовують у різних галузях народного господарства (від спортивного та дієтичного харчування до вигодівлі різних груп сільськогосподарських тварин). Користь таких рослин полягає в тому, що до появи перших листків, вони розвиваються без додаткового підживлення за рахунок поживних речовин, накопичених в ендоспермі насінини. Це означає, що всі корисні речовини ендосперму переходять у молоду рослину, що дає можливість отримати продукцію з максимальною концентрацією білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, ароматичних речовин, мікроелементів, мінеральних речовин, нуклеїнових кислот тощо [1, с. 4]. Мікрозелень салату дуже багата вітамінами. Вона містить аскорбінову кислоту, тіамін, рибофлавін, нікотинову кислоту, рутин, каротин, 2,5–3,8% цукрів, вуглеводи, протеїни, солі кальцію, калію, заліза, натрію, фос-

фору, амінокислоти, аспарагін, а також яблучну, лимонну, щавлеву і бурштинову кислоти [2, с. 91].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порівняно з ґрунтовим вирощуванням мікрозелені овочевих культур гідропонні системи дозволяють значно прискорити зростання останньої, збільшити вихід продукції, забезпечити екологічну чистоту і високу якість овочевої продукції [3, с. 33].

Дослідження поживного режиму під час вирощування мікрозелені салату посівного в умовах ґрунтової культури плівкових теплиць показують, що застосування фертигації в системах краплинного зрошення призводить до збільшення врожайності лише за умов систематичного і правильного використання поживних розчинів [4, с. 34; 5, с. 41].

Метою статті є порівняння швидкості вирощування мікрозелені різних сортів салату Ромен із застосуванням проточної гідропоніки NFT-систем на різних типах субстратів: 1) кокосово-агроперлітному; 2) агроспані; 3) лляних килимках. Схема досліджу:

1. Вирощування насіння салату Ромен на кокосово-агроперлітному субстраті за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 днів (контроль).

2. Вирощування салату Ромен на агроспані за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 діб.

3. Вирощування салату Ромен на лляних килимках за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 діб.

Облікова одиниця – один пластиковий піддон із первинного пластику розміром 38x26x7 см. Об'єм піддонів для всіх варіантів – 4,5 л. Кількість досліджуваного насіння в розсадному відділенні на одному варіанті – 1220 шт. Сортами салату Ромен є Максимус та Кармесі. Повторність шестикратна [6, с. 15; 7, с. 19].

У період пророщування салату Ромен проводили фенологічні спостереження, відзначаючи дати проростання насіння, контроль посівів на 3, 5, 7 та 8 день.

Матеріали та методика досліджень. Об'єкт дослідження – різні типи субстратів для гідропонного вирощування. Дослідження проводилися в науково-дослідній лабораторії гідропонного вирощування овочів у купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019–2021 років. Як поживне середовище використовували модифікований нами розчин [8, с. 109], а також розчини за Герікке та Чесноковим.

Результати досліджень. Вирощування мікрозелені овочевих культур у гідропонних теплицях має свої особливості порівняно з ґрунтовою культурою. Серед основних відмінностей виокремлюють підвищений вміст вологості повітря. Під час вирощування в теплиці з надто високою вологістю завжди існує небезпека, пов'язана з тим, що в умовах підвищеної вологості можлива поява плісняви та загнивання рослин. При цьому застосування таких прийомів, як обприскування листя, змочування ґрунтового субстрату фунгіцидами або застосування укорінювачів, суворо заборонені, хоча і вони не гарантують стовідсоткового виживання мікрозелені овочевих культур.

Цю проблему можна вирішити за умов застосування альтернативного підходу, пов'язаного з використанням гідропонних установок стелажного типу, що працюють за принципами поживного шару (NFT). Цей тип установок розроблений на кафедрі загального землеробства для вирощування зелених овочевих культур. У цих установках як субстрат використовується кокосово-агроперлітна ґрунтосуміш, агроспан або лляні килимки. Установки досить компактні, забезпечені системою освітлення, прості в експлуатації і працюють в автоматичному режимі. Найменша за корисною площею установка займає 0,896 м², що дозволяє одночасно вирощувати до 9760 рослин мікрозелені салату, до того ж різних сортів. Повний технологічний цикл вирощування займає 8 днів та представлений на рис. 1.

Правильність приготування поживного розчину має виключно вагоме значення. Вода як основа розчину повинна бути хімічно чистою і бідисцильованою. Для поживного розчину використовується суміш добрив. Маточні концентровані розчини готують у двох баках, окремо є бак для регулятора кислотності розчину. У баку А міститься комплекс



Рис. 1. Повний технологічний цикл вирощування мікрозелені салату

сне добриво з мікроелементами, а в баку Б – кальцієвмісне добриво та біологічні препарати. Вміст бака В – азотна кислота [8, с. 109] таблиця 1.

Склад поживних розчинів, що використовується для вирощування зелених рослин, змінюється за місяцями залежно від пори року. Для контролю режиму живлення рослин кожні два дні аналізуємо розчин і щодня стежимо за величиною рН та вмістом солей. За необхідності коригуємо вміст макро- і мікроелементів. Раз на тиждень поживний розчин змінюємо повністю, оскільки в ньому може накопичуватися сірка і розкладатися залишки відмерлих частин рослин.

Ми використовували модифікований нами поживний розчин, в основу якого були покладені компоненти широковідомих гідропонних розчинів. Але ми намагалися максимально спростити склад без втрати поживної цінності. Задля цього під час вирощування мікрозелені салату Ромен у нових умовах гідропонну установку заповнювали розчином мінеральних солей [9, с. 84]. Був використаний повний (15% і 45%) склад поживного розчину для вирощування розсади, а також вивчено вплив модифікованих розчинів на основі $\text{KН}_2\text{PО}_4$ та $\text{Ca(NO}_3)_2$ складів 25% поживного середовища на ріст та розвиток мікрозелені салату.

Як показали отримані результати, мінеральний склад поживного середовища, котрий був використаний у гідропонних установках, спричинив значний вплив на ріст і розвиток мікрозелені салату Ромен. Так, поживний розчин за Герікке виявився найменш ефективним протягом усього технологічного циклу вирощування мікрозелені салату. Окрім того, необхідно зазначити, що у рослин за весь період експерименту за умов цього варіанта відбулося незначне збільшення вегетативної маси.

Використання поживних розчинів зі зниженою концентрацією мінеральних солей (15% і 45% концентрації розчину для вирощування мікрозелені) сприяло кращому розвитку обох сортів салату порівняно з повним складом. Однак у мікрозелені варіантів зі зниженою концентрацією поживного розчину відзначено розвиток великої кількості коренів другого порядку.

Перші експерименти з вивчення впливу мінеральної основи поживного розчину на ріст і розвиток мікрозелені салату Ромен були проведені для найбільш поширених сортів – Максимуса та Кармесі (таблиця 2).

Таблиця 1 – Поживні розчини для NFT систем (середнє за 2019–2021 роки)

Назва добрива	Розроблений склад поживного розчину III варіант, г/л	Стандартний склад поживного розчину Герікке I варіант, г/ л	Стандартний склад поживного розчину Чеснокова II варіант, г/ л
Ємність А			
Монофосфат калію	0,22	0,140	-
Калійна селітра	0,44	0,550	0,5
Сульфат магнію (кристалічний)	0,53	0,140	0,3
Сульфат заліза (двовалентний)	250 г	0,020	0,022
Сульфат марганцю	100 г	0,002	0,0019
Бура	-	0,002	-
Сульфат цинку	-	0,001	0,0002
Сульфат міді	-	0,001	0,0002
Сульфат калію	0,26	-	-
Суперфосфат простий	-	-	0,55
Амонійна селітра	-	-	0,2
Сірчана кислота	-	-	0,0009
Борна кислота	-	-	0,0029
Ємність Б			
ЕМ 3	140	-	-
Кальцієва селітра	0,99	0,100	-
ЕМ 5 (модифікований)	260	-	-
ЕМ Агро	125	-	-

Таблиця 2 – Кількісні показники мікрозелені салату на різних типах субстрату (середнє за 2020-2021 роки)

Сорт	Субстрат	Біометричні показники		
		кількість корінців, шт.	Довжина листка, мм	Всхожість насіння, %
Максимус	1	30,5±2,1	2,2±0,1	94±2,8
	2	30,1±3,0	2,1±0,1	95±2,3
	3	34,8±2,8	2,3±0,2	97±1,7
Кармесі	1	24,9±3,3	1,9±0,2	96±1,6
	2	24,3±2,7	2,0±0,1	95±1,2
	3	27,9±2,6	2,1±0,1	98±2,4

Довжина сім'ядольного листка мікрозелені салату може сягати до 2,3 см, у середньому вона коливається у межах 1,9–2,2 см. Кількість корінців у середньому за роки досліджень для сорту Максимус досягали 30 134,8 шт., водночас для сорту Кармесі – 24,3–27,9 (залежно від типу субстрату). Всхожість насіння салату під час гідропонного вирощування мала дещо вищі значення, ніж під час визначення цього показника в польових умовах, і в середньому коливалася в межах 94–98% [10, с. 118].

Вплив виду поживного розчину на кількісні показники проростання насіння салату суворо контролювали протягом усього технологічного циклу вирощування (таблиця 3).

У тих випадках, коли застосовувалися модифіковані розчини певної концентрації, нарощування кореневої системи проводили з використанням двох гідропонних установок, заповнених відповідними розчинами, а піддони з мікрозеленню салату Ромен за 3 доби переносили з однієї установки в іншу (див. табл. 3).

Отримані нами результати підтвердили, що ріст мікрозелені салату залежить від типу субстрату та його взаємодії з поживним розчином. Відповідно до методу Чеснокова в гідропонній культурі кращий ріст і розвиток рослин відбувається за умов одноразового або періодичного голодування рослин, особливо в разі нестачі азоту [11, с. 64]. У низці робіт із вивчення особливостей мінерального живлення рослин із використанням гідропонічних методів вирощування показано, що у разі нестачі фосфору в проростків зменшується розмір листя [5, с. 65; 11, с. 65], але при цьому збільшується кількість бічних коренів і щільність кореневих волосків. З іншого боку, зазначено, що за низьких концентрацій поживного розчину зменшується біомаса як пагонів, так і коренів, причому більше половини сухої речовини акумулюється саме в коренях. Отож, змінюючи концентрацію мінеральних солей у поживному розчині та підбираючи субстрат, можна регулювати ріст і розвиток мікрозелені.

Таблиця 3 – Розмір листової пластини мікрозелені салату на різних видах поживного розчину (середнє за 2020-2021 роки)

Варіант поживного розчину	Сорт салату	3-й день	5-й день	7-й день	8-й день
1	Максимус	0,8±1	1,6±1	4,5±4	5,2±4
2		1,2±1	2,6±2	4,0±3	5,3±4
3		1,5±1	3,2±3	5,0±4	5,9±3
1	Кармесі	0,9±2	1,5±3	4,8±2	5,8±4
2		1,4±3	1,6±4	4,9±4	5,9±4
3		1,9±4	2,1±5	5,3±4	6,1±5

Висновки. Таким чином, проведені нами дослідження показали, що розроблена конструкція гідропонних систем стелажного типу дає можливість отримувати сталі врожаї мікрозелені салату Ромен сортів Максимус та Кармесі на різних типах природних та штучних субстратів. До того ж використання систем NFT, заповнених удосконаленим нами поживним розчином певного іонного складу на кожній стадії вирощування (15% розчину +100 мг/л ЕМ препаратів у перші 2 доби вирощування та 45% розчину + 0,99 г/л Са (NO₃)₂ у наступні 5 діб), характеризується високою ефективністю, універсальністю та дозволяє отримати мікрозелень із розвинутою кореневою системою і надземною частиною в різних сортах мікрозелені салату Ромен.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Тимакова Р.Т., Макеєва Т.І. Особливості технології вирощування мікрозелені пшениці і раторопши п'ятнистої. *Електронний журнал e-FORUM*. 2020. № 1 (10). URL: <http://eforum-journal.ru/ru/vypuski-2020?id=236> (дата звернення 10.04.2021).
- Уильям Тексье. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. Москва : HydroScore, 2013. 296 с.
- Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт : навчальний посібник. Вінниця : Нова книга, 2008. 368 с.
- Козловцев М.І., Вазюля І.В. NFT система для вирощування рослин без субстрата. *Гавриш*. 2005. № 2. С. 32–35.
- Улянич О.І., Кецькало В.В. Салат посівний : монографія. Умань : Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2011. 183 с.
- Атлас морфологічних ознак салату посівного *Lactuca sativa* L.: (доповнення до Методики проведення експертизи сортів салату посівного на відмінність, однорідність і стабільність) / М-во аграр. політики України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин. Київ, 2010. 77 с.
- Кондратенко С.І., Могилина О.М., Горова Т.К., Хареба О.В. та ін. Методика-класифікатор проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) салату посівного (*Lactuca sativa* L.) / 2-е вид. доп. і перероб. ТОВ «ВП Пляда». Харків, 2015. 57 с.
- Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 116. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 104–111.
- Ковальов М.М., Васильковська К.В. Вплив сольового складу поживного розчину за вирощування різних сортів салату Ромен в гідропонних колонах. Матеріали II міжнародної наукової інтернет-конференції «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика». Тернопіль, 2020. С. 83–86.
- Силенко О.С., Роговий О.Ю. Вивчення та аналіз показників лабораторної і польової схожості насіння ex-situ колекцій середньострокового зберігання. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 114–121. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=Vcnzapr_2013_14_17 (дата звернення 11.04.2021).
- Лещук Н.В. Морфобіологічні та господарсько-цінні параметри типової моделі сорту салату ромен (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Науково-практичний журнал*. № 1. 2013. С. 62–65.

REFERENCES:

- Timakova P.T., & Makeeva T.I. (2020). Osobennosti tehnologii vyrashchivaniya mikrozeleni pshenitsyi i ratoropshi pyatnistoy. [Features of technology of cultivation of microgreens of wheat and milk thistle.] *Electronic magazine e-FORUM*. 1 (10). Retrieved from: <http://eforum-journal.ru/ru/vypuski-2020?id=236> [in Russian].
- William Texier (2013). *Gidroponika dlya vsekh. Vse o sadovodstve na domu* [Hydroponics for everyone. Everything about gardening at home]. Moskva.: HydroScore, [in Russian].
- Hil L. S., Pashkovskiy A. I., & Sulima L. T. (2008). Suchasni tekhnologii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. C 1. Zakrytyi grunt [Modern technologies of vegetable growing indoors and outdoors. Part 1. Protected Soil]. Vinnytsia: Nova Knyha, [in Ukrainian].
- Kozlovtssev M. I., & Vazyulya I. V. (2005). NFT sistema dlya vyrashchivaniya rasteniy bez substrata [NFT system for growing plants without substrate]. *Gavrish – Gavrish*, 2, 32-35 [in Russian].

5. Ulianych, O. I., & Keckalo, V. V. (2011). Salat posivnyi [Lettuce]. Uman: N.p. [in Ukrainian]

6. Atlas morfolohichnykh oznak salatu posivnoho *Lactuca sativa* L. [Atlas of morphological characteristics of lettuce *Lactuca sativa* L.]. (2010). Kyiv: Feniks. [in Ukrainian]

7. Kondratenko, S. I., Mohylina, O. M., Horova, T. K., Khareba, O. V., Kuts, O. V., Tkalych, Yu. V., Pozniak, O. V. (2015). Metodyka-klasifikator provedennia ekspertyzy sortiv na vidminnist, odnorodnist ta stabilnist salatu posivnoho [Method-classifier for the examination of lettuce varieties for the difference, uniformity and stability]. Kharkiv: TOV "VP Pleiada". [in Ukrainian].

8. Kovalov M.M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyscha na vyroshchuvannia remontanynykh sortiv polunytis v hidropornykh kolonakh [Influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remontant varieties of strawberries in hydroponic columns]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky-Tavriya Scientific Bulletin: Scientific journal. Agricultural sciences*, 116, 104-111 [in Ukrainian].

9. Kovalov M.M., & Vasytkovska K.V. (2020). Vplyv solovoho skladu pozhyvnoho rozchynu za vyroshchuvannia riznykh sortiv salatu romen v hidropornykh kolonakh. [Influence of salt composition of nutrient solution

while cultivating different varieties of romaine lettuce in hydroponic columns]. Proceedings of the II International Scientific Internet Conference: *Materialy II mizhnarodnoi naukovoï internet-konferentsii «Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka»-«Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice.»*. (pp. 83-86). Ternopil [in Ukrainian].

10. Silenko O. S., & Rogue O. Yu. (2013). Vyvchennia ta analiz pokaznykiv laboratornoi i po lovoi skhozhosti nasinnia ex-situ kolektsii serednostrokovoho zberihannia [Study and analysis of laboratory indicators and lax similarity of ex-situ seed collections of medium-term storage.] *Bulletin of the Center for Scientific Provision of the Kharkiv region*, 14. Retrieved from: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LI_NK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Vcnzapv_2013_14_17 [in Ukrainian].

11. Leschuk N.V. (2013). Morfobiologichni ta hospodarsko-tsinni parametry typovoi modeli sortu salatu romen (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) [Morphobiological and economically valuable parameters of a typical model of romaine lettuce variety (*Lactuca sativa*: var. *Longifolia* L.)] *Variety study and protection of plant variety rights. Scientific and practical journal*. № 1. P. 62-65.

УДК 631.4:631.51.021:631.8:631.67 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.10>

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ВДОБРЕННЯ В ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОТЕЛЬНИКОВ Д.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8889-8841
ФГ «ЮКОС і К»

Постановка проблеми. Кукурудза є основною фуражною культурою у світі. Упродовж останніх десяти років обсяги її виробництва постійно зростають, що зробило її найголовнішою галуззю рослинництва, тому нарощування обсягів та врожайності цієї культури є ключовим завданням розвитку сільськогосподарства України.

Кукурудза належить до найбільш цінних культур, але її врожайність залишається низькою і нестійкою за роками. Враховуючи те, що у ринкових умовах кінцевим результатом є отримання високого прибутку, складники систем землеробства на зрошуваних землях повинні будуватися на оптимізації матеріальних і енергетичних витрат та отриманні найбільш високого рівня рентабельності вирощування культури. Одним із напрямів зниження витрат на виробництво сільськогосподарської продукції є мінімізація основного обробітку ґрунту за рахунок зменшення його глибини, кратності проходів агре-

гатів або заміни більш енергоємного обробітку з обертанням скиби менш витратним – без обертання скиби. Запровадження таких способів мінімізації значно скорочує енергетичні, трудові та матеріально-грошові витрати на виробництво продукції у сівозмінах на зрошуваних землях. З огляду на це, наукове обґрунтування можливості застосування поверхневого або нульового основного обробітку ґрунту в комплексі зі зрошенням і системами вдобрення є актуальним питанням агропромисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глибокий обробіток ґрунту має істотну перевагу перед мілким для культур не тільки ранніх, а й пізніх строків сівби. Перевага цього обробітку (порівняно з мілким) досить велика у разі підвищеної засміченості ґрунту, особливо багаторічними бур'янами, і на важких ґрунтах [1]. Під час глибокого полицевого обробітку, окрім надмірно зволжених, краще нагромаджується і зберігається в ґрунті волога атмос-