УДК 634.75+631.811
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.12

ВПЛИВ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ НА ЗАСВОЄННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ *FRAGARIA ANANASSA*

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4421-8960
Центральноукраїнський національний технічний університет
ВАСИЛЬКОВСЬКА К.В. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3524-4027
Центральноукраїнський національний технічний університет
КРИЖАНІВСЬКИЙ В.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9803-6893
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Суниця садова (*Fragaria* × *ananassa*) є однією з найпопулярніших та економічно значущих ягідних культур у світі. Її вирощування має велике значення як для місцевих фермерів, так і для великих агропромислових підприємств. Висока врожайність та якість ягід залежать від багатьох факторів, серед яких особливе місце займають агротехнічні заходи, зокрема використання добрив та зрошення. Оптимізація цих факторів є ключовою для забезпечення стабільних і високих урожаїв [1, с. 183].

Формування врожайності суниці садової значною мірою залежить від правильного підбору агротехнічних заходів. Одним з найважливіших факторів є режим зрошення, який впливає на доступність води та поживних речовин для рослин. Недостатнє або надмірне зрошення може призвести до стресу рослин, що негативно позначається на врожайності та якості ягід.

Іншим критичним фактором є внесення добрив. Неправильне дозування або невідповідний тип добрив можуть призвести до дисбалансу поживних речовин у ґрунті, що також негативно впливає на розвиток рослин. Вибір оптимальних добрив та їх поєднання з режимом зрошення може суттєво підвищити врожайність та покращити якість ягід [2, с. 124888; 3, с. 108].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У контексті підвищення ефективності вирощування суниці садової, сучасні дослідження зосереджуються на оптимізації агротехнічних заходів, таких як застосування добрив і режимів зрошення. Враховуючи зміни клімату та зростаючу потребу у сталому сільському господарстві, вивчення цих аспектів набуває все більшої актуальності [4, с. 365].

Дослідження, проведені у різних регіонах світу, демонструють значний вплив режимів зрошення на врожайність суниці садової. Так, у роботі Капура та співавторів [5, с. 317] було виявлено, що крапельне зрошення з частими, але малими подачами води забезпечує оптимальні умови для росту рослин і сприяє максимальній врожайності. Це підтверджується дослідженнями Тунк та співавторів [6, с. 50], які показали, що оптимальний режим зрошення дозволяє уникнути водного стресу, покращуючи при цьому транспірацію і фотосинтез рослин.

Сучасні дослідження також підкреслюють важливість правильного вибору та дозування добрив для забезпечення високої врожайності. Наприклад, робота Похрела та співробітників [7, с. 5581] показала, що застосування органічних добрив, таких як компост, сприяє підвищенню біодоступності поживних речовин, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. У свою чергу, дослідження Carlos Alberto Garza Alonso [8, с. 3463] підкреслює значення балансу між азотом, фосфором та калієм, що забезпечує не лише високу врожайність, але й покращує якість ягід.

Поєднання різних агротехнічних заходів для оптимізації врожайності суниці садової також є предметом численних досліджень. Зокрема, робота Розаліни [9, с. 987] демонструє, що інтегровані системи управління, які включають збалансоване використання добрив та ефективні режими зрошення, забезпечують стабільні врожаї навіть у несприятливих кліматичних умовах. Висновки цього дослідження підтверджуються роботами Міни та співробітників [10, с. 5], які вказують на зниження витрат води і добрив при застосуванні інтегрованих підходів, що водночас підвищує економічну ефективність виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що формування врожайності суниці садової залежить від комплексного підходу до управління агротехнічними заходами. Оптимізація режимів зрошення та систем добрив є ключовими факторами для досягнення високої врожайності та якості ягід. Застосування інтегрованих систем управління, що враховують зміни клімату та специфіку конкретного регіону, дозволяє забезпечити стабільне виробництво суниці садової, сприяючи сталому розвитку агропромислового комплексу.

Мета статті. Метою роботи – виявлення особливостей розвитку, продуктивності та живлення суниці садової при краплинному поливі, внесенні мінеральних добрив та фертигації на чорноземі звичайному важкосуглинкового гранулометричного складу в умовах Кіровоградської області.

Матеріали та методика досліджень. Об'єктами досліджень є рослини суниці садової (Fragaria x ananassa Duch.) сорту Дарселект; чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий окультурений, макроелементи N, P, K. Повна схема польового досліду:

1) Контроль – Фон, мульчування гряд плівкою без удобрення;

2) Фон, мульчування гряд плівкою, фертигація розчином водорозчинних мінеральних добрив (РВМД) раз в 3 дні, склад розчину змінювався в залежності від, 200 мл на 1 рослину;

3) $P_{45}K_{90}$ – Фон, мульчування гряд плівкою, передпосадкове внесення в дозі $P_{45}K_{90}$, фертигація РВМД, 200 мл на 1 рослину. Дози добрив для передпосадкового внесення розраховували з врахуванням забезпечення ґрунту доступними формами фосфору та калію;

4) $P_{90}K_{150}$ – Фон, мульчування гряд плівкою, в запас трьохрічна доза $P_{90}K_{150}$, фертигація РВМД, 200 мл на 1 рослину. Дози удобрення на 3 роки в запас розраховували з врахуванням забезпечення ґрунту доступними формами фосфору та калію;

5) х2, n/2 – Фон мульчування гряд плівкою, фертигація РВМД збільшеною вдій чи концентрацією раз за 6 діб (частота внесення знижена вдвійчи у порівнянні з варіантом 2, 200 мл РВМД на 1 рослину;

6) «Viva» – Фон, мульчування гряд плівкою, фертигація РВМД, 200 мл на 1 рослину, фертигація с органо-мінеральним добривом «Viva»;

7) Master – Фон, мульчування гряд плівкою, фертигація комплексним мінеральним добривом раз в 2–3 дні, 200 мл на рослину, склад розчину добрива змінювався в залежності від фенофази.

Дослідження проводили у науковій лабораторії Камеральних досліджень кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2022–2023 років та в плодово-овочевій сівозміні ФОП Горбенка В. С.

Всі добрива, що вивчаються, застосовували для кореневого підживлення рослин із застосуванням систем ін'єкційного крапельного зрошення, згідно з рекомендаціями [11, с. 40; 12, с. 38; 13, с. 5].

Виклад основного матеріалу дослідження. Рівень кислотності ґрунту впливає на рухливість елементів та їх доступність для рослин, у зв'язку з цим необхідно проводити визначення pH ґрунту протягом вегетаційного періоду, особливо у насадженнях ягідних культур, що удобрюються. Сприятливий діапазон pH для вирощування суниці садової 5,5–6,5. У досліді рівень кислотності водної витяжки із ґрунту відзначили в середньому на 0,5 одиниці вище, ніж сольовий, 5,3–6,0 (див. табл. 3.3). У перший рік суттєве зниження pH водної витяжки відзначали у вересні, у всіх дослідних варіантах, крім варіанта з фертигацією РВМД та «Viva». У 2022 та 2023 роках в середньому за дослідом спостерігали зниження рівня pH водної суспензії з 6 до 5 у липні у всіх випадках. Зміна pH водної витяжки в діапазоні між 4,9 і 7 великою мірою визначалося дією розчину добрив, що вноситься подано у таблиці 1.

У насадженнях суниці садової без застосування добрив зміни pH водної суспензії ґрунту великою мірою залежали від перепадів кількості опадів та ГТК.

Відзначили зниження рівня pH_{KCl} у досліді за 2 роки застосування краплинного зрошення та внесення добрив з 5,5 до 4,5. Мінімальний рівень спостерігали у 2022 році, зниження у контрольному та дослідних варіантах було без істотних відмінностей.

Вміст нітратного азоту у водній витяжці з ґрунту досліду 2 на початку фертигації (червень 2022 р.) визначили на рівні 7,9 мг/кг ґрунту, у варіантах із застосуванням геотекстилю та попереднім внесенням фосфору та калію рівень нітратного азоту знижувався до 5,1 мг/кг ґрунту [14, с. 48]. У 2022 році у контрольному та досвідчених варіантах у водній витяжці відмінностей не спостерігалося, вміст знизився з 7,5–8,8 мг/кг ґрунту до 5,7–6,9 мг/кг ґрунту. У 2023 році на початку періоду фертигації концентрація нітратного азоту у водній витяжці збільшилася, але до середини сезону знизилася до рівня 3–7 мг/кг ґрунту, незважаючи на внесення добрив (див. рис. 1).

Підвищення вмісту відзначили після початку внесення добрив, причому у контрольному варіанті також відзначали підвищену концентрацію.

У вересні, перед завершенням фертигації, внесення підвищеного розчину підвищеної концентрації та застосування комплексного добрива «Майстер» сприяли підвищенню вмісту нітратного азоту у водній витяжці із ґрунту.

У 2022 році в контрольному варіанті рівень нітратного азоту у ґрунті знижується від липня до вересня (6,2–5,5 мг/кг ґрунту), у дослідних варіантах залишається на одному рівні. До вересня 2023 року вміст нітратного азоту в ґрунті низький у всіх варіантах (0,2–0,6 мг/кг ґрунту). незважаючи на знижену кількість

Таблиця 1

pH водної витяжки із ґрунту в насадженнях суниці садової (середні дані за 2022–2023 рр.)

Варіант досліду	2022			2023		
	травень	червень	вересень	травень	червень	вересень
Контроль	5,9	6,0	6,4	6,1	5,0	5,5
Фертигація РВМД	6,0	7,0*	6,9*	5,7	5,2	5,2
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	5,8	6,1	6,0	6,0	5,1	5,5
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	5,6	5,3*	5,9*	6,1	4,9	5,6
Фертигація РВМД х2, n/2	5,9	5,6	6,1	6,1	5,2	5,5
Фертигація РВМД, «Viva»	5,8	5,5*	5,8*	5,8	5,0	5,6
Фертигація «Майстер»	5,8	5,5*	5,7*	5,9	5,2	5,3
$НІР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	0,46	0,43	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$

** – істотно на 95% рівні ймовірності*

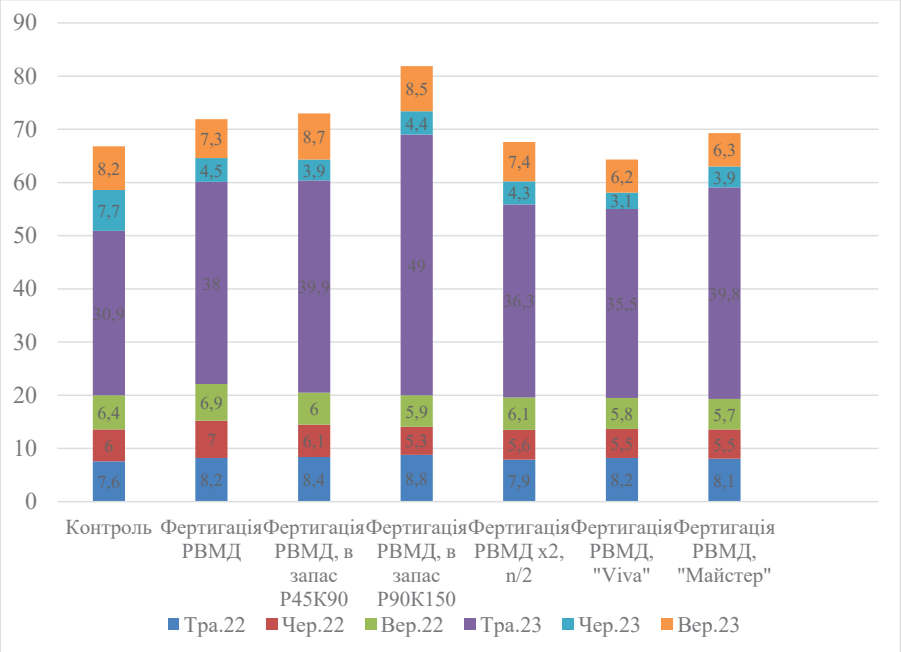

Рис. 1. Вміст нітратного азоту у водній витяжці з ґрунту, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

добрив, що вносяться, вміст нітратного азоту в ґрунті було вище в контрольному і дослідних варіантах, ніж у попередній рік. Це пов'язано з високим рівнем продуктивності рослин суниці садової у 2023 році та зниженням вмісту азоту в РВМД в період плодоношення (див. табл. 2).

Влітку 2023 року кількість нітратного азоту, що вноситься, була вищою, ніж у попередній рік, і це відбилося на вмісті його у водній витяжці, хоча і в контрольному варіанті (без добрив) вміст нітратного азоту було порівняно високим, що дозволяє припустити, що сприятливі погодні умови початку вегетаційного періоду сприяли посиленню нітрифікації у ґрунті.

Рівень амонійного азоту у водній витяжці на початку досліду (травень 2022 року) відзначили практично однаковий на всіх варіантах (див. рис. 2).

У липні вміст водорозчинного амонійного азоту у ґрунті збільшився у контрольному варіанті та знизився у варіанті з попереднім внесенням $P_{90}K_{150}$. Відзначено періодичне підвищення вмісту амонійного азоту у водній витяжці у контрольному варіанті у липні протягом усього досліду. Різких коливань вмісту у водній витяжці амонійного азоту не спостерігалося до липня 2023 року).

Вміст у ґрунті амонійного азоту (витяжка KCl) у досвіді 2 спостерігали на низькому рівні максимально – 2,2–2,3 мг/кг ґрунту в перший рік досліджень (див. табл. 3).

У липні 2022 року відзначено підвищення амонійного азоту у ґрунті у варіанті з фертигацією РВМД та внесенням у запас $P_{90}K_{150}$. Потім наступні періоди відмічене зниження рівня амонійного азоту до контрольного.

Умови у багаторядкових насадженнях суниці садової, замульчованих плівкою, сприяли вирівнюванню вмісту амонійного азоту у ґрунті. Протягом 2022–2023 років. проводилися спостереження за вмістом у ґрунті дослідних ділянок лужногідролізованого азоту (див. табл. 4).

Застосування краплинного зрошення без внесення добрив сприяло збільшенню вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту у третьому та четвертому році експлуатації насаджень: з 9 мг/кг ґрунту до 13 мг/кг ґрунту. Внесення з крапельним поливом мінеральних добрив сприяло збільшенню цього показника на другий рік екс-

Таблиця 2

Вміст нітратного азоту у ґрунті, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Варіант досліду	2022		2023	
	липень	вересень	липень	вересень
Контроль	6,2	5,5	0,9	0,2
Фертигація РВМД	5,0	6,3	0,8	0,4
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	4,2*	6,4	1,5*	0,4
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	8,9*	8,0*	1,0	0,6
Фертигація РВМД х2, n/2	6,5	7,4	1,1	0,5
Фертигація РВМД, «Viva»	5,6	5,2	0,8	0,4
Фертигація «Майстер»	5,0	5,7	0,9	0,3
$НІР_{05}$	1,3	2,5	0,4	$F_ф < F_{05}$

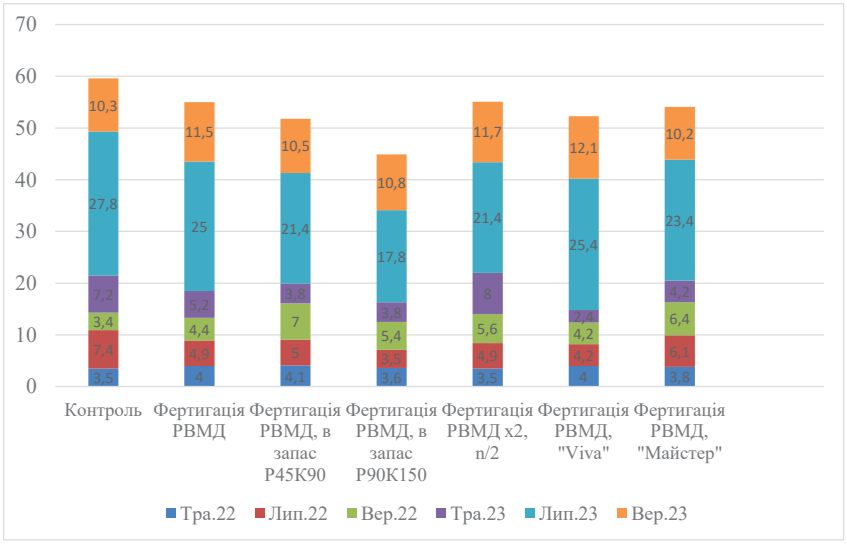

Рис. 2. Вміст амонійного азоту у водній витяжці з ґрунту, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Таблиця 3

Вміст амонійного азоту у витяжці з ґрунту, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Варіант досліду	2022		2023	
	липень	вересень	липень	вересень
Контроль	0,6	0,2	0,5	0,3
Фертигація РВМД	0,5	0,2	0,6	0,6
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	0,6	0,3	0,6	0,4
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	1,6*	0,2	0,7	0,4
Фертигація РВМД х2, n/2	0,6	0,2	0,7	0,5
Фертигація РВМД, «Viva»	0,6	0,3	0,6	0,4
Фертигація «Майстер»	0,6	0,3	0,7	0,3
$НІР_{05}$	0,8	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$

Таблиця 4

Вміст лужногідролізованого азоту в ґрунті, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Варіант досліду	вересень 2022	вересень2023
Контроль	12,2	13,1
Фертигація РВМД	11,6	12,8
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	10,9	13,6
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	11,2	13,3
Фертигація РВМД х2, n/2	10,3	13,1
Фертигація РВМД, «Viva»	9,0	13,1
Фертигація «Майстер»	10,3	15,2
Середнє	10,8	13,4
$НІР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$

плуатації до 11–14 мг/кг ґрунту. Фертигація РВМД подвійною дозою навпаки, знижувала дію добрив рівня контролю. Збільшення вмісту лужногідролізованого азоту у ґрунті відбувалося при краплинному поливі та при фертигації в перший рік, середньому на 2–3 мг/кг ґрунту.

Істотне збільшення показника відзначено на другий рік експлуатації насаджень, у випадках з фертигацією і передпосадковим внесенням $P_{90}K_{150}$.

Фосфор у ґрунті відносно малорухливий, у водній витяжці із ґрунту у 2022 році у липні спостерігалися відмінності між контрольним та досвідченими варіантами щодо вмісту фосфору у водній витяжці (див. рис. 3).

В 2023 році у липні у водній витяжці з ґрунту спостерігалося збільшення рівня фосфору у всіх варіантах, крім $P_{90}K_{150}$. Високий вміст у водній витяжці фосфору у варіанті з фертигацією добривом «Майстер» спостерігали через велику концентрацію фосфору у розчині, що вноситься. У вересні 2023 року спостерігалося підвищення вмісту фосфору у водній витяжці у всіх варіантах досвіду, включаючи контрольний. При аналізі взаємозв'язку вмісту макроелементів у ґрунті встановлено ста-

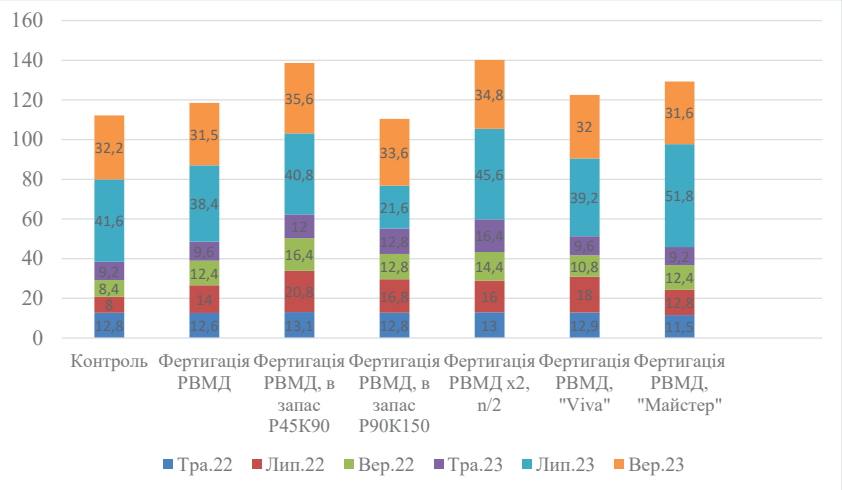

Рис. 3. Вміст рухомого фосфору у водній витяжці з ґрунту, мг/кг

тистично достовірну позитивну кореляцію між вмістом у водній витяжці амонійного азоту та фосфору (r=0,88). Вміст рухомих форм фосфору у ґрунті у контрольному варіанті збільшувався протягом спостережень з 2022 по 2023 роки (див. табл. 5).

У вересні 2023 року спостерігалося зниження вмісту рухомих форм фосфору у варіантах з попереднім внесенням у ґрунт фосфорних та калійних добрив У варіанті з «Майстром» зниження можна пояснити варіюванням ґрунтової родючості, оскільки внесення мінеральних

Таблиця 5

Вміст рухомих форм фосфору у ґрунті, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Варіант досліду	вересень 2022	вересень 2023
Контроль	46,0	41,0
Фертигація РВМД	55,0	45,0
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	56,0	52,0
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	61,0*	43,0
Фертигація РВМД x_2, $n/_2$	54,0	39,0
Фертигація РВМД, «Viva»	57,0	51,0
Фертигація «Майстер»	42,0	43,0
Середнє	52,5	45,6
$НІР_{05}$	11,3	$F_ф < F_{05}$

добрив на той момент ще не відбувалося. Надалі спостерігали підвищений вміст рухомого фосфору у всіх варіантах, в 2022 його концентрація досягла 61 мг/кг у варіанті з попереднім внесенням $P_{90}K_{150}$.

Рівень рухомого фосфору ґрунті завжди спостерігали високий, зокрема і з-за початкового високого вмісту. З цим пов'язаний його високий вміст у листі рослин у всі роки досліджень.

Вміст калію у водній витяжці з ґрунту у липні 2022 року відзначили збільшення у водній витяжці втричі, з фертигацією РВМД, застосуванням добрива «Viva», фертигацією «Майстер» – уп'ятеро. Зниження показника відмічено лише у липні 2023 року, воно пов'язане з високим урожаєм суниці садової 2023 року (див. рис. 4).

У сольовій витяжці відзначили збільшення вмісту рухомого калію у 2022 році, у варіанті з фертигацією РВМД та додатково попереднім внесенням фосфорно-калійних добрив, меншою мірою в інших дослідних варіантах. До вересня 2023 року рівень рухомого калію у ґрунті спостерігали стабільно високим у дослідних варіантах порівняно з контролем, 18–26 мг/кг ґрунту (див. табл. 6).

При додаванні у ґрунт води або інших розчинників у надлишку, з твердих фаз ґрунту додатково витягуються різні хімічні сполуки, зміщується адсорбційна рівновага, змінюється значення pH за рахунок гідролізу (якщо розчинник – вода) чи інших реакцій.

Таким чином, водна витяжка та ґрунтовий розчин значно різняться як за складом, так і за концентрацією елементів, що містяться в розчині. При порівнянні складу водних витяжок та ґрунтових розчинів встановлено, що загальною рисою всіх ґрунтових розчинів є більш високий вміст макро- та мікроелементів порівняно з водною витяжкою ґрунту. Систематичної кореляції між складами водної витяжки та ґрунтового розчину для даних ґрунтів не спостерігається. Максимальна відмінність вмісту – за калієм, менше – за магнієм, не більше ніж у 2 рази – за кальцієм.

В результаті спостереження за динамікою вмісту основних макроелементів у водній та сольовій витяж-

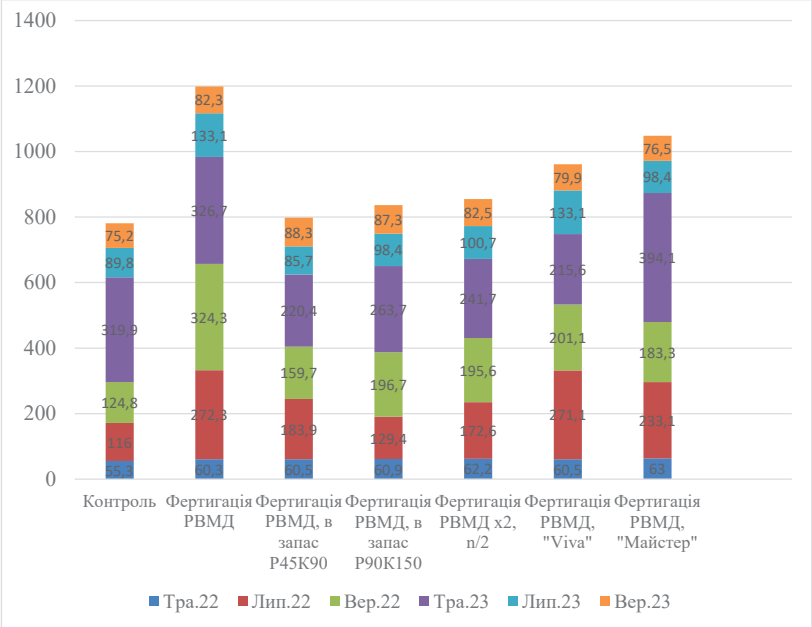

Рис. 4. Вміст калію у водній витяжці з ґрунту, мг/л (середнє за 2022–2023 роки)

Таблиця 6

Вміст обмінного калію у ґрунті, мг/кг (середнє за 2022–2023 роки)

Варіант досліду	вересень 2022	вересень 2023
Контроль	20,4	17,5
Фертигація РВМД	36,3*	18,3
Фертигація РВМД, в запас $P_{45}K_{90}$	37,3*	21,2
Фертигація РВМД, в запас $P_{90}K_{150}$	39,9*	26,7
Фертигація РВМД x_2, $n/_2$	33,1	24,2
Фертигація РВМД, «Viva»	34,5	19,8
Фертигація «Майстер»	33,1	21,4
Середнє	33,5	21,0
$НІР_{05}$	14,2	$F_ф < F_{05}$

ках з ґрунту, можна припустити, що дані водної витяжки відображають склад розчину, що вноситься, і ступінь переходу макроелементів з розчину в ҐВК, а сольова витяжка характеризує загальну кількість елемента, доступних для рослин [15, с. 107].

Висновки. Проведений нами комплексний аналіз застосування підвищених доз добрив з фертигацією та в запас свідчить про те, що ці заходи сприяють підвищенню кислотності ґрунту на 0,5–1 одиницю за два роки.

Передпосадкове внесення фосфорних та калійних добрив та комбіноване внесення мінеральних добрив у запас та з фертигацією сприяло підвищенню вмісту нітратного азоту у ґрунті у літні періоди вегетації рослин.

Крапельне зрошення та фертигація сприяли підвищенню за 2 роки вмісту у ґрунті лужногідролізованого азоту з 9 мг/100 г ґрунту до 13,4 мг/кг ґрунту.

Крапельне зрошення із застосуванням мінеральних добрив з фертигацією та в запас сприяли зниженню надлишкової кількості рухомого фосфору в орному шарі ґрунту до оптимального рівня (25–25 мг/кг ґрунту).

Застосування комплексного мінерального добрива «Майстер» та органомінерального добрива «Viva» сприяли підвищенню продуктивності рослин суниці садової у відкритому ґрунті за несприятливих погодних умов.

Внесення подвійної дози мінеральних добрив комбіновано (фертигація + у запас) та фертигація насаджень суниці садовий розчином мінеральних добрив концентрацією 4–6 г/л один раз на 5–6 днів сприяють підвищенню виходу розеток та надземної маси однієї рослини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Banerjee, A., Paul, K., Varshney, A., Nandru, R., Badhwar, R., Sapre, A. and Dasgupta, S. 2022. Soilless indoor smart agriculture as an emerging enabler technology for foodand nutrition security amidst climate change. In: *Plant nutrition and food security in theera of climate change*, Academic Press, pp. 179-225.
2. Li, M.; Xu, Y., Fu, Q., Singh, V. P., Liu, D., Li, T. Efficient Irrigation Water Allocation and Its Impact on Agricultural Sustainability and Water Scarcity under Uncertainty. *J. Hydrol.* 2020, *586*, 124888. URL:

https://www.sciencedirect.com/ science/article/abs/pii/S0022169420303486.
3. Létourneau, G, Caron, J, Anderson, L, Cormier, J. (2015b) Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. *Agric Water Manag* 161: 102–113. https://doi.org/10.1016/j. agwat.2015.07.005.
4. Zhang, J, Balkovič, J, Azevedo, L. B, Skalský, R, Bouwman, A. F, Xu, G, et al. Analyzing and modelling the effect of long-term fertilizer management on crop yield and soil organic carbon in China. *Sci Total Environ*. 2018; 627: 361–372. pmid:29426159.
5. Kapur, B., Çeliktopuz, E., Sarıdaş, M. A. & Kargı, S. P. (2018) Irrigation regimes and bio-stimulant application effects on yield and morpho-physiological response of strawberry. Horticultural Science and Technology, 36(3), 313–325. https://doi.org/ 10.12972/kjhst.20180031.
6. Tunc, T, Sahin, U, Evren, S, et al (2019) The deficit irrigation productivity and economy in strawberry in the different drip irrigation practices in a high plain with semi-arid climate. *Sci Hortic (Amsterdam)*, 245: 47–56. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.008.
7. Pokhrel, B, Laursen, K. H, Petersen, K. K. Yield, Quality, and Nutrient Concentrations of Strawberry (Fragaria × ananassa Duch. cv. Sonata) Grown with Different Organic Fertilizer Strategies. J Agric Food Chem. 2015; 63: 5578–5586. pmid:26006727. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01366.
8. Carlos Alberto, Garza-Alonso, Emilio, Olivares-Sáenz, Susana, González-Morales, Marcelino, Cabrera-De la Fuente, Antonio, Juárez-Maldonado, José Antonio, González-Fuentes, Gonzalo, Tortella, Marin Virgilio, Valdés-Caballero, Adalberto, Benavides-Mendoza. Strawberry Biostimulation: From Mechanisms of Action to Plant Growth and Fruit Quality. *Plants* 2022, 11 (24), 3463. https://doi.org/10.3390/plants11243463.
9. Rozalina, T. (2022). Integrated Management Systems and Sustainable Strawberry Production. Agronomy, 12 (5), 987. DOI: 10.3390/agronomy12050987.
10. Meena, B. L.; Raja, R.; Dotaniya, M. L.; Nanda, G.; Meena, R. S. Integrated nutrient management for sustainable rice-based cropping systems and soil quality. In *Sustainable Agriculture*; Meena, R. S., Ed.; Scientific Publishers (India): Jodhpur, India, 2019; pp. 1-12. ISBN 9789388043625.
11. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду; За ред. В. В. Волкодава. Київ: Алефа, 2005. 117 с.
12. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.
13. ДСТУ 7653:2014 Суниця свіжа. Технічні умови. – [Чинний від 01.07.2015]. К.: Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України, 2014. 8 с. (Національні стандарти України).
14. Ковальов М. М. Вплив біопрепаратів та мульчуючих матеріалів на вирощування Fragaria ananassa в умовах відкритого ґрунту. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки.* Вип. 125 Видавничий дім «Гельветика», 2022. С. 47–55.
15. 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.

REFERENCES:

1. Banerjee, A., Paul, K., Varshney, A., Nandru, R., Badhwar, R., Sapre, A. and Dasgupta, S. (2022). Soilless indoor smart agriculture as an emerging enabler technology for foodand nutrition security amidst climate change. In: *Plant nutrition and food security in theera of climate change*, Academic Press, pp. 179-225
2. Li, M., Xu, Y., Fu, Q., Singh, V. P., Liu, D.; Li, T. (2020). Efficient Irrigation Water Allocation and Its Impact on Agricultural Sustainability and Water Scarcity under Uncertainty. *J. Hydrol.* No. *586*, pp. 124888. URL: https://www.science direct.com/science/article/abs/pii/S0022169420303486 (accessed 26 May 2024)
3. Létourneau, G, Caron, J, Anderson, L, Cormier, J (2015b). Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. *Agric Water Manag* 161: 102–113. https://doi.org/10.1016/j. agwat.2015.07.005
4. Zhang, J, Balkovič, J, Azevedo, L. B, Skalský, R, Bouwman, A. F, Xu, G, et al. (2018). Analyzing and modelling the effect of long-term fertilizer management on crop yield and soil organic carbon in China. *Sci Total Environ*. 627, 361–372. pmid:29426159
5. Kapur, B., Çeliktopuz, E., Sarıdaş, M. A. & Kargı, S. P. (2018) Irrigation regimes and bio-stimulant application effects on yield and morpho-physiological response of strawberry. *Horticultural Science and Technology*, 36 (3), 313–325. https://doi.org/ 10.12972/kjhst.20180031
6. Tunc, T, Sahin, U, Evren, S, et al (2019). The deficit irrigation productivity and economy in strawberry in the different drip irrigation practices in a high plain with semi-arid climate. *Sci Hortic (Amsterdam)* 245, 47–56. https://doi.org/ 10.1016/j.scienta.2018.10.008
7. Pokhrel, B, Laursen, K. H, Petersen, K. K. (2015). Yield, Quality, and Nutrient Concentrations of Strawberry (Fragaria × ananassa Duch. cv. Sonata) Grown with Different Organic Fertilizer Strategies. *J Agric Food Chem*. 63: 5578–5586. pmid:26006727. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01366
8. Carlos Alberto, Garza-Alonso, Emilio, Olivares-Sáenz, Susana, González-Morales, Marcelino, Cabrera-De la Fuente, Antonio, Juárez-Maldonado, José Antonio, González-Fuentes, Gonzalo, Tortella, Marin, Virgilio Valdés-Caballero, Adalberto Benavides-Mendoza. (2022). Strawberry Biostimulation: From Mechanisms of Action to Plant Growth and Fruit Quality. *Plants*, 11 (24), 3463. https://doi.org/10.3390/plants11243463
9. Rozalina, T. (2022). Integrated Management Systems and Sustainable Strawberry Production. *Agronomy*, 12 (5), 987. DOI: 10.3390/agronomy12050987
10. Meena, B. L., Raja, R., Dotaniya, M. L., Nanda, G., Meena, R. S. (2019). Integrated nutrient management for sustainable rice-based cropping systems and soil quality. In *Sustainable Agriculture*; Meena, R.S., Ed.; *Scientific Publishers (India)*, Jodhpur, India, pp. 1-12. ISBN 9789388043625.
11. Volkodav, V. V. (Eds.). (2005). Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv plodovo-yahidnykh, horikhoplidnykh kul'tur ta vynohradu [Methodology of examination of

varieties of fruit and berry crops, nut crops and grapes]. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian].
12. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].
13. Sunytsya svizha. Tekhnichni umovy [Fresh strawberries. Specifications]. (2015) *DSTU 7653:2014* from 1d July 2015. Kyiv: Horticulture Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine [in Ukrainian].
14. Kovalov, M. M. (2022). Vplyv biopreparativ ta mulchuiuchykh materialiv na vyroshchuvannia Fragaria ananassa v umovakh vidkrytoho gruntu [The effect of biological preparations and mulching materials on the cultivation of Fragaria ananassa in open ground conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky - Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal. Agricultural sciences. «Helvetica» Publishing House*, 125, 47-55 [in Ukrainian].
15. Kovalov, M. M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyshcha na vyroshchuvannia remontantnykh sortiv polunytsi v hidroponnykh kolonakh [The influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remontant strawberry varieties in hydroponic columns]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky - Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal. Agricultural sciences. «Helvetica» Publishing House*, 116, 104-111 [in Ukrainian].

Ковальов М.М., Васильковська К.В., Крижанівський В.Г. Вплив крапельного зрошення на засвоєння елементів живлення при вирощуванні *Fragaria ananassa*

У статті досліджено вплив крапельного зрошення на засвоєння елементів живлення при вирощуванні суниці садової (Fragaria ananassa). Дослідження проводилося на дослідних ділянках, де застосовувалися контрольоване внесення водорозчинні мінеральні добрива. Аналізувалися показники засвоєння основних макро- та мікроелементів (азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію та інших) на різних фонах удобрення. Визначалося, як змінюються концентрації цих елементів у ґрунті за краплинного зрошення.

Метою роботи було виявлення особливостей розвитку, продуктивності та живлення суниці садової при краплинному поливі, внесенні мінеральних добрив та фертигації на чорноземі звичайному важкосуглинкового гранулометричного складу в умовах Кіровоградської області. **Методи.** Досліди проводили в умовах відкритого ґрунту в плодово-овочевій сівозміні. **Результати.** Результати дослідження показали, що системи ін'єкційного крапельного зрошення забезпечує більш рівномірне та ефективне засвоєння елементів живлення порівняно з традиційними методами поливу. Також було встановлено, що крапельне зрошення сприяє зменшенню витрат води та добрив, що є важливим аспектом в умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів.

Отримані результати дозволяють рекомендувати крапельне зрошення як ефективний метод оптимізації водного режиму та підвищення ефективності використання добрив при вирощуванні Fragaria ananassa.

Висновки. При закладці плодоносних насаджень суниці садової на чорноземі звичайному важкосуглинкового гранулометричного складу рекомендується за рік до посадки рослин вносити органічні добрива з розрахунку 100 т/га. Перед посадкою в запас вносити фосфорні та калійні добрива: фосфор 30–70 кг д.р./га, калій 70–120 кг д.р./га (виходячи з результатів агрохімічного обстеження ґрунту та запланованого врожаю).

Фертигацію протягом вегетаційного періоду рекомендується проводити розчином мінеральних добрив загальної концентрації не більше 3 г/л із частотою внесення 2–3 рази на тиждень.

У разі достатньої кількості атмосферних опадів, полив проводити не рекомендується. За несприятливих погодних умов рекомендується застосовувати стимулятори захисного механізму рослин (органомінеральне добриво Viva або аналоги) у дозах, що рекомендуються для цього препарату.

Ключові слова: Fragaria ananassa, водорозчинне мінеральне добриво, відкритий ґрунт, фертигація, ін'єкційне крапельне зрошення.

Kovalov M.M, Vasylkovska K.V., Kryzhanivskyi V.G. The effect of drip irrigation on the assumption of nutrient elements in the cultivation of *Fragaria ananassa*

The article examines the influence of drip irrigation on nutrient absorption during the cultivation of garden strawberries (Fragaria ananassa). The study was carried out on test plots where controlled application of water-soluble mineral fertilizers was used. The rates of assimilation of the main macro- and microelements (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and others) were analyzed on different fertilization backgrounds. It was determined how the concentrations of these elements in the soil change during drip irrigation. **The objective.** The purpose of the work was to identify the characteristics of the development, productivity and nutrition of garden strawberries with drip irrigation, mineral fertilizers and fertigation on ordinary chernozem of heavy loam granulometric composition in the conditions of the Kirovohrad region. **Methods.** Experiments were carried out in open soil conditions in fruit and vegetable crop rotation. **Results**. The results of the study showed that injection drip irrigation systems provide a more uniform and effective assimilation of nutrients compared to traditional irrigation methods. It was also established that drip irrigation contributes to the reduction of water and fertilizer consumption, which is an important aspect in the conditions of the growing scarcity of water resources.

The obtained results allow recommending drip irrigation as an effective method of optimizing the water regime and increasing the efficiency of fertilizer use when growing Fragaria ananassa. **Findings.** When planting fruit-bearing plantations of garden strawberries on ordinary chernozem of heavy loam granulometric composition, it is recommended to apply organic fertilizers at the rate of 100 t/ha a year before planting. Before planting, add phosphorus and potassium fertilizers to the stock: phosphorus 30–70 kg of active substance/ha, potassium 70–120 kg of active substance/ha (based on the results of agrochemical soil survey and the planned harvest).

Fertigation during the growing season is recommended to be carried out with a solution of mineral fertilizers with a total concentration of no more than 3 g/l with a frequency of application 2–3 times a week.

In case of a sufficient amount of precipitation, watering is not recommended. Under adverse weather conditions, it is recommended to use stimulators of the plant defense mechanism (organo-mineral fertilizer Viva or analogues) in the doses recommended for this preparation.

Key words: Fragaria ananassa, water-soluble mineral fertilizer, open soil, fertigation, injection drip irrigation.