

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ
ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

**ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК (Se + I)
У ПОЄДНАННІ З МІКРОБНИМ ПРЕПАРАТОМ**

(науково-практичні рекомендації)

Чернігів
2023

УДК 632.9:544.77

B52

Вирощування картоплі за використання наночастинок (Se + I) у поєднанні з мікробним препаратом / С. В. Дерев'яно, А. В. Васильченко, Л. М. Решотько, Ю. М. Халеп. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2023. 20 с.

ISBN 978-617-7570-73-7

Рекомендовано передпосадкову обробку насіннєвого матеріалу картоплі колоїдними розчинами наночастинок та їх композицій у поєднанні з мікробними препаратами як ефективний прийом у технології вирощування картоплі для збільшення продуктивності культури та якості бульб.

Рекомендації призначено для співробітників науково-дослідних установ та працівників галузі картоплярства.

УДК 632.9:544.77

Рецензенти: Копилов Євгеній Павлович, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;
Демченко Наталія Ростиславівна, кандидат біологічних наук, доцент.

Матеріали розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради (протокол № 11 від 09 листопада 2023 р.) та Координаційно-методичної ради Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (протокол № 3 від 23 листопада 2023 р.).

ISBN 978-617-7570-73-7

© ІСМАВ НААН, 2023

ВСТУП

Картопля є важливою продовольчою культурою. Значних збитків галузі картоплярства завдають інфекційні хвороби вірусної, бактеріальної та грибною етіології. Вегетативне розмноження картоплі дає збудникам можливість існувати в активному стані впродовж тривалого часу під час вегетації у рослин та в період зберігання у бульбах.

Серед розповсюджених в Україні вірусів картоплі економічних збитків картоплярству завдають некротичні штами *Potato virus Y*, їх поєднання з вірусами *Potato virus M*, *Potato virus S* та іншими.

Поширеними бактеріальними хворобами картоплі на Поліссі є гнілі, спричинені представниками роду *Pectobacterium*. Крім того, небезпечними патогенами картоплі є представники родів *Dikeya* та *Clavibacter*, а також змішані інфекції з мікроміцетами.

Поширеними в Україні збудниками грибних хвороб картоплі є представники родів *Phytophthora*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Phoma*, *Synchytrium* та багатьох інших.

У результаті наших попередніх досліджень встановлено, що наночастинки (НЧ) деяких хімічних елементів мають віруліцидну активність. Дані досліджень вказують на те, що НЧ можуть бути перспективними для запобігання ураження рослин вірусними хворобами та для запобігання подальшого розповсюдження інфекції, якщо ураження вже відбулося [1].

Ми вивчили антивірусну активність НЧ декількох хімічних елементів та їх поєднань. Отримані дані вказують на високу перспективність використання НЧ селену та йоду як антивірусних агентів.

Варто зазначити, що дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених виявлено антибактеріальну активність НЧ срібла, сульфіді срібла, оксиду цинку, діоксиду титану, міді, заліза, нікелю,

селену та інших простих речовин і хімічних сполук, але вплив НЧ на фітопатогенні бактерії та корисні бактерії-біоагенти мікробних препаратів вивчено недостатньо [2; 3].

У результаті наших досліджень встановлено бактерицидну, бактериостатичну та позитивну рістрегуляторну активність НЧ деяких хімічних елементів щодо окремих груп бактерій [2; 3]. Бактерицидна та бактериостатична активність може бути використана для боротьби з патогенами, а рістрегуляторна — для підвищення активності мікробіологічних препаратів.

Також встановлено, що НЧ володіють фунгістатичною активністю щодо деяких патогенних мікроміцетів [4–6]. Отже, вплив НЧ на мікроскопічні гриби є перспективним для подальшого вивчення з використанням ширшого спектру концентрацій НЧ різного хімічного складу та різних штамів як патогенних, так і агрономічно корисних мікроміцетів. Перспективними також є дослідження на сумісність НЧ з мікробними препаратами за їх одночасного застосування.

Отже, НЧ різних хімічних елементів є перспективними для захисту картоплі від патогенних мікроорганізмів та підвищення продуктивності цієї культури. Перспективним є також застосування в технології вирощування картоплі поєднань НЧ різних хімічних елементів та сумісне застосування НЧ з мікробними препаратами для досягнення синергічного або комбінованого ефекту.

У дослідженнях використовували консорціум *Azotobacter chroococcum* і *Azotobacter vinelandii* М-70/2 (№ В-71 у Національній колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів ІСМАВ) та цитратохелати наночастинок і композиції, розроблені професором Каплуненком В. Г., та люб'язно надані Дімчевим В. А. (ТОВ «Наукововиробнича компанія «Аватар»»), за що автори висловлюють щирю вдячність.

Первинні розрахунки та підготовку даних до статистичного аналізу здійснювали у програмі Microsoft Office Excel. Статистичний аналіз даних здійснювали у програмі StatSoft STATISTICA. Статистичну значущість даних щодо впливу НЧ на віруси, бактерії та гриби визначали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (апостеріорні тести Fisher's least significant difference test та Duncan's new multiple range test), *t*-критерію для незалежних вибірок (двовибірковий тест Стьюдента), *U*-критерію Мана-Уїтні та інших методів статистичного аналізу.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ДОЗА – ЕФЕКТ ДЛЯ НАНОЧАСТИНОК ЩОДО ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КАРТОПЛІ ТА ЗА ЇХНЬОГО СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ З МІКРОБНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Для оцінки біологічної активності колоїдних розчинів наночастинок, композицій НЧ, мікробних препаратів та їхньої взаємодії з НЧ проведено вегетаційні досліді з картоплею сорту Сувенір Чернігівський.

Максимально допустимі концентрації НЧ та їх композицій щодо рослин картоплі виявляли через відповідні розведення колоїдних систем НЧ, які використовували для досліджень.

Досліджено залежність доза – ефект для НЧ Zn та композиції наночастинок Se + I. Також вивчено вплив на ріст та розвиток рослин картоплі передпосадкової обробки насіння картоплі корисними мікроорганізмами сумісно з наночастинками металів та неметалів.

У результаті проведеного досліді встановлено, що схожість картоплі в контролі становила 50 %. Найнижча — за дії НЧ Zn у розведенні 1 : 10 та за дії консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelan-*

дії М-70/2 та НЧ Zn. Найвищою схожість була у варіантах за дії консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 і становила 100 %.

Проводили розрахунки довжини пагонів картоплі. Найбільш значуще збільшення довжини пагонів щодо контролю за обробки непараметричними методами статистики спостерігали у варіанті за дії НЧ Zn у розведенні 1 : 100. За розрахунками параметричними методами найбільший приріст висоти рослин до контролю (22,53 %) відзначено у варіантах з передпосадковою обробкою бульб картоплі консорціумом *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 з НЧ Se + I.

Найбільше зниження висоти пагонів рослин картоплі (на 6,34 %) спостерігали за дії консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 з НЧ Zn.

Отже, встановлено, що НЧ Zn у концентрації 400 мг/л (розведення 1 : 10) за передпосадкової обробки бульб знижують схожість картоплі на 25 %, а висоту пагонів рослин картоплі — на 17,24 %. Тобто така концентрація НЧ Zn є фітотоксичною. За концентрації НЧ Zn 40 мг/л (розведення 1 : 100) схожість становить 75 %, що є на рівні з контролем, а висота пагонів на 35-ту добу статистично значущо збільшується на 510 %, на 49-ту добу цей показник становить 77 %, а на 72-гу добу — 19 %, однак, з недостатньою статистичною значущістю. Незважаючи на це, ми можемо стверджувати, що за концентрації 400 мг/л НЧ Zn є фітотоксичними, а за концентрації 40 мг/л вони проявляють достовірно рістстимуляторну активність.

Встановлено, що за використання передпосадкової обробки бульб композиції НЧ Se + I у концентрації 15 + 45 мг/л (розведення 1 : 10) схожість становить 75 %, що на рівні з контролем, а висота пагонів на 35-ту добу має тенденцію до зростання.

За використання композиції НЧ Se + I у концентрації 1,5+4,5 мг/л (розведення 1:100) схожість картоплі підвищилася на 25 %, як порівняти з контролем.

На 35-ту добу збільшується висота пагонів за непараметричними та параметричними методами на 100 %, на 49-ту добу за непараметричними методами статистичної обробки відзначається зниження висоти пагонів на 9,33 %, за параметричними — збільшення на 22,59 %, а на 72-гу добу (табл. 1.1 і 1.2) за розрахунками обома методами спостерігається зниження висоти рослин на 10,86 % та 9,35 % відповідно.

Таблиця 1.1. Довжина пагонів картоплі на 72-гу добу, см (обробка непараметричними методами)

Варіанти	Середня довжина, см (медіана)	Нижній квартиль	Верхній квартиль	Міжквартильний розкид	Δ , %	Значущість, p (згідно з U-критерієм Мана-Уїтні)
К	26,25	10,60	54,65	44,05	0,00	—
БП	27,25	11,00	45,75	34,75	3,81	0,885714
Se + I 1:10	27,35	11,25	43,10	31,85	4,19	0,885714
Se + I 1:100	23,40	20,00	39,15	19,15	-10,86	1,000000
Zn 1:10	16,50	0,00	54,00	54,00	-37,14	0,885714
Zn 1:100	31,35	13,00	55,35	42,35	19,43	0,885714
БП Se + I	39,70	32,85	47,10	14,25	51,24	0,485714
БП Zn	12,65	5,65	43,50	37,85	-51,81	0,485714

Отже, за концентрації 15+45 мг/л (розведення 1:10) композиція НЧ Se + I проявляє більш високу рістстимуляторну активність, ніж за концентрації 1,5+4,5 мг/л (розведення 1:10).

За розрахунками непараметричними та параметричними статистичними методами найбільший приріст висоти рослин до контро-

лю на 72-гу добу був у варіантах з передпосадковою обробкою бульб картоплі консорціумом *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 з НЧ Se + I і становив, відповідно, 51,24 %.

Таблиця 1.2. Довжина пагонів картоплі на 72-гу добу, см (обробка параметричними методами)

Варіанти	Середня довжина, см (M ± Std. Err)	Δ, %	Значущість, p (Fisher's LSD (HIP))
К	32,63 ± 16,47	0,00	
БП	28,38 ± 12,25	-13,03	0,829956
Se + I 1:10	27,18 ± 11,20	-16,70	0,783060
Se + I 1:100	29,58 ± 8,27	-9,35	0,877494
Zn 1:10	27,00 ± 17,79	-17,24	0,776285
Zn 1:100	34,18 ± 15,35	4,75	0,937552
БП Se + I	39,98 ± 5,24	22,53	0,710530
БП Zn	24,58 ± 16,42	-24,67	0,684445

Для подальшого виробничого випробування ми рекомендуємо консорціум *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 з композицією НЧ Se + I.

2. ВПЛИВ НЧ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА УРАЖЕНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ ІНФЕКЦІЙНИМИ ХВОРОБАМИ

Для дослідження впливу НЧ на фітопатогенні мікроорганізми-збудники хвороб картоплі в умовах *in vivo* проводили два дрібноділянкові досліді на дослідному полі ІСМАВ НААН: на дерново-підзолистому ґрунті та на чорноземі вилугованому. У досліді вивчали картоплю сорту Сувенір Чернігівський. Повторність чо-

тирикратна. Згідно зі схемою досліду застосовували НЧ та їхні комбінації. Колоїдні системи НЧ розводили водогінною водою, доводили рН до 7,0 та застосовували шляхом обробки бульб безпосередньо перед висаджуванням.

Встановлено, що передпосадковий обробіток насінневих бульб розчинами НЧ не впливає на продуктивність культури як на дерново-підзолистому ґрунті, так і на чорноземному (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Урожайність картоплі за передпосадкової обробки наночастинками

Варіанти дослідів	Середня урожайність, т/га (медіана)	Нижній квартиль	Верхній квартиль	Δ , %	Значущість, р (за U-критерієм Манна-Уїтні)
Дерново-підзолистий ґрунт					
Контроль	13,509	10,373	17,343	0	–
Композиція НЧ Se + I	14,637	12,218	18,655	8,346	> 0,19
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	13,981	10,824	17,261	3,490	> 0,61
Чорнозем вилугуваний					
Контроль	15,33	12,669	20,889	0	–
Композиція НЧ Se + I	16,69	13,715	18,573	+8,82	> 0,59
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	15,01	11,234	19,824	–2,14	> 0,74

Водночас встановлено, що цей технологічний прийом значно зменшує ураженість дочірніх бульб інфекційними хворобами: паршею звичайною, ризоктоніозом та сухою гниллю, завдяки чому зростає якість бульб.

Показано, що передпосадкова обробка НЧ Zn, НЧ Ti, композицією НЧ Se + I, композицією НЧ Zn + Ti + Se + I знижує ураженість бульб картоплі сорту Сувенір Чернігівський на 28 %; 30,5 %; 29,2 % та 30,5 % відповідно за вирощування культури на дерново-підзолистому ґрунті (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Ураженість бульб картоплі паршею звичайною за передпосадкової обробки наночастинками (дослід на дерново-підзолистому ґрунті)

Варіанти дослідів	Середня ураженість бульб паршею звичайною, % ($M \pm \text{Std. Err}$)	Δ , %	Значущість, p (за U-критерієм Мана-Уїтні)
Контроль	$30,833 \pm 8,277$	0,000	–
НЧ Zn	$2,833 \pm 1,821$	-28,000	<0,02
НЧ Ti	$0,333 \pm 0,333$	-30,500	<0,003
Композиція НЧ Se + I	$1,667 \pm 1,158$	-29,167	<0,007
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	$0,333 \pm 0,333$	-30,500	<0,003

У досліді на чорноземі вилугуваному спостерігали значуще зниження ураженості бульб картоплі сорту Сувенір Чернігівський паршею звичайною за передпосадкової обробки композицією НЧ Se + I — на 55 % (табл. 2.3).

У досліді на дерново-підзолистому ґрунті за передпосадкової обробки НЧ Zn спостерігали зниження ураженості бульб ризоктоніозом на 60 %. За передпосадкової обробки композицією НЧ Se + I, композицією НЧ Zn + Ti + Se + I ураженість була на 100 % нижчою, ніж у контролі (табл. 2.4).

У досліді на дерново-підзолистому ґрунті значуще зниження ураженості бульб картоплі сорту Сувенір Чернігівський сухою гниллю

спостерігали за передпосадкової обробки композицією НЧ Se + I — на 27,5 % (табл. 2.5).

Таблиця 2.3. Ураженість бульб картоплі паршею звичайною за передпосадкової обробки наночастинками (дослід на чорноземі вилугуваному)

Варіанти дослідів	Середня ураженість бульб паршею звичайною, % (медіана)	Нижній квартиль	Верхній квартиль	Δ , %	Значущість, p (за U-критерієм Мана-Уїтні)
Контроль	85,00	35,00	100,00	0,00	–
НЧ Zn	77,50	55,00	100,00	–7,50	> 0,92
НЧ Ti	75,00	40,00	100,00	–10,00	> 0,59
Композиція НЧ Se + I	30,00	0,00	50,00	–55,00	< 0,002
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	80,00	45,00	100,00	–5,00	> 0,51

Таблиця 2.4. Ураженість бульб картоплі ризоктоніозом за передпосадкової обробки наночастинками (дослід на чорноземі вилугуваному)

Варіанти дослідів	Середня ураженість бульб ризоктоніозом, % (M \pm Std. Err)	Δ , %	Значущість, p (за U-критерієм Мана-Уїтні)
Контроль	1,667 \pm 1,667	0,000	–
НЧ Zn	0,667 \pm 0,667	–60,000	> 0,99
НЧ Ti	2,333 \pm 2,016	+40,000	> 0,83
Композиція НЧ Se + I	0,000 \pm 0,000	–100,000	> 0,83
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	0,000 \pm 0,000	–100,000	> 0,83

Таблиця 2.5. Ураженість бульб картоплі сухою гниллю за передпосадкової обробки наночастинками (дослід на дерново-підзолистому ґрунті)

Варіанти дослідів	Середня ураженість бульб сухою гниллю, % (медіана)	Δ , %	Значущість, p (за U-критерієм Мана-Уїтні)
Контроль	50,000	0,000	–
НЧ Zn	40,000	–10,000	> 0,93
НЧ Ti	55,000	+5,000	> 0,09
Композиція НЧ Se + I	22,500	–27,500	< 0,02
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	30,000	–20,000	> 0,54

У досліді, проведеному на чорноземі вилугуваному, значуще зниження ураженості бульб картоплі сухою гниллю спостерігали за передпосадкової обробки НЧ Ti та композицією НЧ Se + I на 92,2 % і 87 % відповідно (табл. 2.6).

Таблиця 2.6. Ураженість бульб картоплі сорту Сувенір Чернігівський сухою гниллю за передпосадкової обробки наночастинками (дослід на чорноземі вилугуваному)

Варіанти дослідів	Середня ураженість бульб сухою гниллю, % (M \pm Std. Err)	Δ , %	Значущість, p (за U-критерієм Мана-Уїтні)
Контроль	9,63 \pm 3,34	0,000	–
НЧ Zn	4,88 \pm 1,81	–49,351	> 0,61
НЧ Ti	0,75 \pm 0,75	–92,208	< 0,008
Композиція НЧ Se + I	1,25 \pm 1,25	–87,013	< 0,008
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	1,88 \pm 1,16	–80,519	> 0,05

3. АПРОБАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Виробничий дослід проводили у виробничих умовах ПрАТ НВО «Чернігівеліткартопля» на ділянці конкурсного випробування гібридів з нормами і концентраціями робочих розчинів, відпрацьованих попередньо у вегетаційному досліді. Передпосадкову обробку бульб картоплі здійснювали за схемою (табл. 3.1). Площа кожного варіанту становила 0,15 га.

Таблиця 3.1. Схема дослідів та концентрації розчинів

Варіанти дослідів	Норма робочого розчину, л/т	Концентрація препарату, мг/л	Концентрація (на 1 бульбу), мкг
Контроль	1	0	0
НЧ Zn	1	4000	100
НЧ Ti	1	500	12,5
Композиція НЧ Se + I	1	100	2,44
Композиція НЧ Zn + Ti + Se + I	1	НЧ Zn: 4000 НЧ Ti: 500 НЧ Se + I: 100	НЧ Zn: 100 НЧ Ti: 12,5 НЧ Se + I: 2,44

Колоїдні системи наночастинок розводили проточною водою та доводили рН до 7,0. Мікробний препарат суспендували у проточній воді.

Робочі розведення колоїдних систем наночастинок та мікробних препаратів використовували для передпосадкової обробки насінневих бульб.

Результати виробничого дослідів за використання консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 з композицією НЧ Se + I

зафіксовано актом апробації наукової розробки, опрацьовано за використання пакету програм STATISTICA та відображено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Результати дослідження впливу НЧ Se + I та консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 на структуру урожаю картоплі (гібрид КЕ № 9)

№ з/п	Варіанти дослідів	Продуктивність клону		Вміст крохмалю, %	Урожайність	
		кількість бульб, од.	маса, г		т/га	%
1	Контроль 1 (вода)	8,3 ± 0,40	733,7 ± 49,88	21,4	38,15	100,0
2	Контроль 2 (Композиція НЧ Se + I)	8,8 ± 0,65	723,6 ± 56,37	21,1	37,63	98,6
3	Поєднання консорціуму <i>A. chroococcum</i> і <i>A. vinelandii</i> М-70/2 та композиції НЧ Se + I	11,3 ± 0,99*	936,9 ± 93,53*	21,1	48,72	127,7
4	Контроль 3 (консорціум <i>A. chroococcum</i> і <i>A. vinelandii</i> М-70/2)	9,7 ± 0,44*	771,5 ± 88,68	20,5	40,12	105,2

* — статистично значуща різниця з контролем за рівня значущості $p < 0,05$ згідно з t -тестом для незалежних вибірок.

Симптомів грибкових, бактеріальних та вірусних хвороб не виявлено, проби на наявність вірусів у всіх варіантах були негативними. Отже, відмінностей у фітосанітарному стані між варіантами не встановлено.

Як видно з даних табл. 3.2 та рисунків 3.1. і 3.2, найбільший позитивний вплив дії НЧ та бактерій проявився у зміні кількості

бульб (варіанти 3 та 4) та маси клонів (варіант 3). Можна зробити висновок, що збільшення кількості бульб у варіанті 3 забезпечують бактерії *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 та їхні метаболіти, оскільки таке ж достовірне збільшення спостерігали і у варіанті 4. Проте більш потужний ріст рослин, а відповідно і достовірне збільшення середньої маси клону у варіанті 3 забезпечено дією НЧ Se + I.

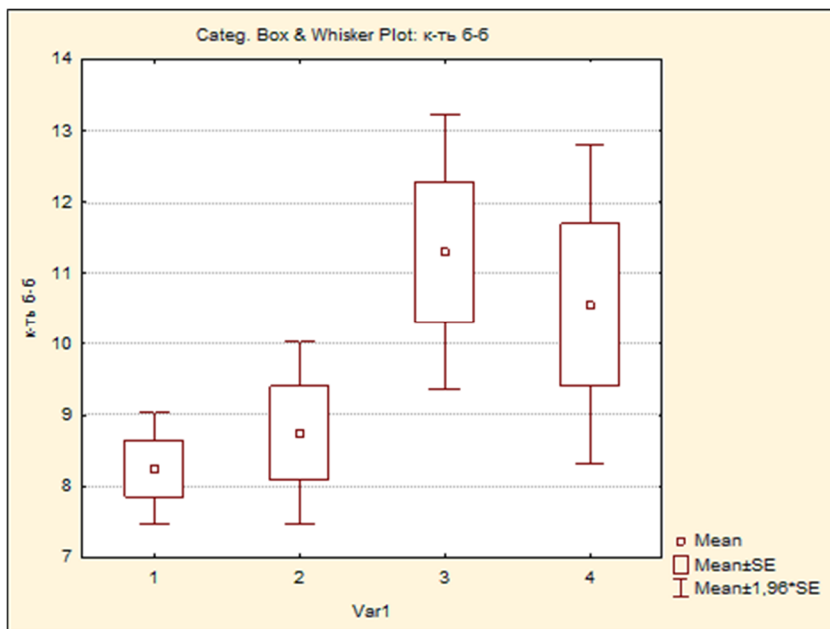


Рисунок 3.1. Середня кількість бульб у клонах варіантів 1–4.

Поєднання консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 та композиції НЧ Se + I як елементу технології вирощування суттєво не вплинуло на вміст крохмалю в бульбах картоплі.

Отже, доведено позитивний вплив поєднання консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 та композиції НЧ Se + I на структуру врожаю і продуктивність картоплі гібриду KE № 9.

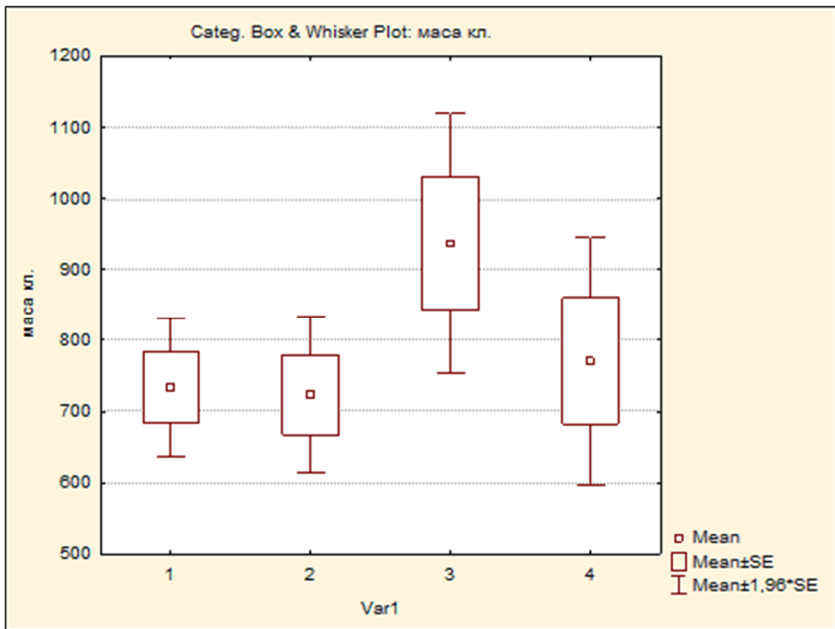


Рисунок 3.2. Середня маса клонів у варіантах досліді 1–4.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Як можна бачити з показників табл. 4.1, усі досліджені варіанти виробництва картоплі забезпечують досить високий рівень економічної ефективності виробництва за наявної технології та цінової ситуації. Водночас варіант із поєднанням консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* M-70/2 та композиції НЧ Se + I характеризується найвищою економічною ефективністю за усіма показниками.

Таблиця 4.1. Економічна ефективність застосування НЧ Se + I та консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 у виробництві картоплі

№ з/п	Варіанти дослідів	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/т	Рівень рентабельності, %
1	Контроль 1 (вода)	2182	3009	137,9
2	Контроль 2 (Композиція НЧ Se + I)	2260	2931	129,7
3	Поєднання консорціуму <i>A. chroococcum</i> і <i>A. vinelandii</i> М-70/2 та композиції НЧ Se + I	1809	3382	186,9
4	Контроль 3 (консорціум <i>A. chroococcum</i> і <i>A. vinelandii</i> М-70/2)	2098	3093	147,4

Рекомендуємо застосовувати поєднання консорціуму *A. chroococcum* і *A. vinelandii* М-70/2 та композиції НЧ Se + I у концентраціях *A. chroococcum*: $3 \cdot 10^6$ КУО/см³, *A. vinelandii*: $3 \cdot 10^6$ КУО/см³, НЧ Se + I: 15 + 45 мг/л як робочого розчину для передпосадкової обробки насінневих бульб картоплі як елементу технології вирощування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Дерев'яно С., Васильченко А. Противірусні властивості наночастинок титану. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98. № 8. С. 46–51.
2. Naika H. R., Lingaraju K., Manjunath K. Green synthesis of CuO nanoparticles using *Gloriosa superba* L. extract and their antibacterial activity. *Journal of Taibah University for Science*. 2015. Vol. 9. № 1. P. 7–12.
3. Derevianko S., Vasylchenko A. Reproduction of the strain of bacteria bacillus subtilis IMV B-7023 in the presence of nanomaterials with different chemical composition. Baltija Publishing, 2020. 23 p.
4. Shakibaie M., Mohazab N. S., Mousavi S. A. A. Antifungal activity of selenium nanoparticles synthesized by *Bacillus* species Msh-1 against *Aspergillus fumigatus* and *Candida albicans*. *Jundishapur journal of microbiology*. 2015. Vol. 8. № 9. P. e26381.
5. Choudhury S. R., Ghosh M., Mandal A., Chakravorty D. Surface-modified sulfur nanoparticles: an effective antifungal agent against *Aspergillus niger* and *Fusarium oxysporum*. *Applied microbiology and biotechnology*. 2011. Vol. 90. №. 2. P. 733–743.
6. Дерев'яно С. В., Васильченко А. В., Цехмістер Г. В. Біологічна активність композицій наночастинок неметалів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 111–115.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Визначення залежності доза – ефект для наночастинок щодо показників продуктивності рослин картоплі та за їхнього сумісного застосування з мікробними препаратами	5
2. Вплив НЧ на продуктивність та ураженість рослин картоплі інфекційними хворобами	8
3. Апробація елементів технології вирощування картоплі за використання наночастинок та мікробних препаратів	13
4. Економічна ефективність розроблених елементів технології вирощування картоплі за використання нанотехнологій	16
Перелік джерел посилання	18

Наукове видання

Вирощування картоплі за використання
наночастинок (Se + I) у поєднанні
з мікробним препаратом
(науково-практичні рекомендації)

*С. В. Дерев'янка
А. В. Васильченко
Л. М. Решотько
Ю. М. Халеп*

Комп'ютерна верстка та макетування *В. О. Агеев*
Коректор *О. В. Ільчук*

Підписано до друку 01.12.2023 р. Формат 60×84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.
Умовн. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 0,62.
Зам. № 23375-2. Наклад 50 прим.

Видавець та виготовлювач: ФОП Брагинець О. В.
Свід. про внесення до держ. реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК, № 4879 від 07.04.2015.
Виписка з єдиного держ. реєстру серія ААВ, № 257729 від 01.12.2011.
Україна, 14029, м. Чернігів, вул. О. Кошового, 6, к. 15.
<http://siver-druk.com.ua> e-mail: siverdruk11@gmail.com