

Національна академія аграрних наук України

Поліська дослідна станція Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського»
43001, м. Луцьк, вул. Шевченка, 35. Тел./Факс: (0332) 72-87-68.

Е-mail: ds-iga@ukr.net

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор Поліської дослідної станції ННЦ
ІГА,

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

_____ В.А. Гаврилюк

З В І Т

ПРО НАУКОВО ДОСЛІДНУ РОБОТУ

ефективність застосування МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ «АЗОТЕР» при
вирощуванні сільськогосподарських

культур

Луцьк – 2013

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР

В. Гаврилюк

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

(реферат, розд. 1-3,
перелік посилань,
висновки)

2013.11. ____

Відповідальні виконавці:

А. Бортнік

кандидат с.-г. наук

(вступ, розд. 1-3
проведення польових
досліджень,
узагальнення даних)

2013.11. ____

Інженер _____

О. Повх

2013.11. ____

(розд. 1-3 проведення
польових досліджень,
узагальнення даних)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 32 с., 9 табл., 15 джерел.

Мета роботи – вивчення ефективності впливу систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер на кількісні та якісні показники врожаю сільськогосподарських культур та родючість ґрунтів.

Об'єкт дослідження – процеси, що обумовлюють зміни продуктивності сільськогосподарських культур за використання систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер.

На основі проведення польових, лабораторно-аналітичних та статистичних досліджень, встановлена висока ефективність систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер.

Внесення мікробіологічного препарату Азотер сприяє покращенню поживного режиму ґрунтів, підвищує врожай сільськогосподарських культур та поліпшує якість отриманої продукції.

ґРУНТ, мікробіологічний препарат, ферментовані ДОБРИВА, ВРОЖАЙ, якість.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	6
2 МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
2.1 Методика проведення досліджень.....	11
2.2 Умови проведення досліджень.....	14
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
3.1 Вплив систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер на біопродуктивність дерново-підзолистого супіщаного ґрунту.....	17
3.1.1 Врожайність та якісні показники моркви столової.....	17
3.1.2 Зміна агрохімічних показників дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом мікробіологічного препарату.....	21
3.2 Вплив систем удобрення із використанням мікробіологічного	24

препарату Азотер на біопродуктивність темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового грунту.....	
3.2.1 Врожайність та якісні показники капусти білоголової.....	24
3.2.2 Зміна агрохімічних показників темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту під впливом мікробіологічного препарату..	26
ВИСНОВКИ.....	30
ПЕРЕЛІК	
ПОСИЛАНЬ.....	31

ВСТУП

Інтенсивне застосування в агроценозах мінеральних добрив і пестицидів дозволяє покращити живлення рослин, їх розвиток і захистити від фітопатогенів та фітофагів. Однак такий агротехнічний підхід супроводжується забрудненням довкілля цими речовинами та продуктами їх трансформації, що спричиняє негативний вплив на функціонування природних екосистем, знижує якість сільськогосподарської продукції та погіршує стан здоров'я людей. Зважаючи на такі негативні наслідки в останній час звертається значна увага на нові методи ведення сільського господарства, які передбачають широке впровадження біологічних препаратів при вирощуванні культурних рослин і часткову відмову від хімічних засобів у землеробстві. Особливістю біопрепаратів є те, що відселекціоновані мікроорганізми є специфічними до певного виду рослин, і за умов передпосівної бактеризації насіння чи обробки ґрунту, в подальшому самою рослиною створюються умови активного розвитку інтродукованого штаму. Це дозволяє при невеликих фінансових затратах цілеспрямовано зорієнтувати перебіг окремих процесів, важливих для розвитку рослин і формування родючості ґрунтів.

Доведено, що найбільш перспективним є інтродукція в агроценози мікробних препаратів на основі чим більшої кількості штамів мікроорганізмів. Це значною мірою може поліпшити азотне та фосфорне живлення рослин, зменшити використання мінеральних добрив і таким чином покращити якість отриманої продукції та стан навколишнього середовища.

З огляду на це, метою наших досліджень є вивчення впливу мікробіологічного препарату Азотер, створеного на основі комплексу ґрунтових бактерій і продуктів їх життєдіяльності, на біопродуктивність сільськогосподарських культур.

1 СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Процес формування родючості ґрунтів, як відомо, залежить від низки чинників. До них слід віднести геохімічний вплив материнської породи, тип рослинності, кліматичні особливості регіону, антропогенний вплив, мікробіологічну активність. Серед перелічених факторів останній відіграє визначальну роль у забезпеченні продуктивності складної системи ґрунт-рослина-мікроорганізми. Доведено, що окрім розкладання рослинних решток, фіксації атмосферного азоту, мікроорганізми постійно синтезують складні органічні сполуки, в тому числі й біологічно активні речовини, які забезпечують ефективний вплив на розвиток рослин [1].

Протягом ХХ ст. проведено масштабні дослідження ґрунтових мікроорганізмів, особливо тих, що розвиваються в кореневій зоні рослин. Установлено, що коріння знаходиться у щільному оточенні ґрунтових мікроорганізмів (їхнє угруповання є специфічним для кожного виду рослин), які утворюють своєрідний «чохол» – ризосферу. При цьому вони формують комфортні умови для живлення рослинного організму. З одного боку, повноцінні мікроорганізми (через ланцюжки бактеріальних клітин, гіфи і міцелій мікроскопічних грибів) забезпечують контакт кореневої системи з віддаленими ґрунтовими агрегатами, на яких адсорбовано поживні речовини. З іншого – мікроорганізми внаслідок інтенсивної ферментативної діяльності та продукування метаболітів впливають на доступність для рослин важкорозчинних сполук біогенних елементів. Експериментально підтверджено, що позбавлення рослин необхідної мікрофлори може призвести до зниження інтенсивності кореневого живлення до 15 разів [2].

Активізація агрономічно-корисних мікробіологічних процесів у кореневій зоні рослин можлива двома способами: внесенням у ґрунт органічних та мінеральних добрив, які оптимізують діяльність аборигенної мікрофлори ґрунту, і збагачення ґрунту високоефективними штамми азотфіксувальних, фосформобілізувальних мікроорганізмів шляхом використання біопрепаратів [3]. Біопрепарати в свою чергу мають комплексний вплив на ріст і розвиток рослин та стан агроценозів. Насамперед, це ферментативне зв'язування азоту атмосфери. Як відомо, індустріальне виробництво азотних добрив передбачає зв'язування атмосферного азоту за використання циклу Габера-Фіша, який є надзвичайно енергоємним, оскільки потребує близько 500 °С і надлишкового тиску в 300атм. За нормальних атмосферних умов лише бактерії здатні до фіксації азоту з повітря. У симбіозі чи асоціації з рослинами бактерії зв'язують значну кількість азоту. Розміри азотонакопичення можуть бути достатніми для забезпечення повноцінного розвитку окремих бобових культур та поповнення азотного фонду ґрунтів. Продуктивність азотфіксації (за даними Інституту сільськогосподарської мікробіології) в агроценозах з люцерною сягає 200 кг азоту на гектар, з конюшиною – 150-180 кг/га, соєю – 60-90 кг/га. Застосування мікробних препаратів практично подвоює надходження біологічного азоту. Розміри фіксації атмосферного азоту в кореневій зоні не бобових культур є на порядок нижчими і не можуть бути повноцінними для формування урожаю. Але за рахунок того, що фіксований бактеріями азот надходить безпосередньо до рослини, його ефективність значно перевищує користь аналогічної дози мінерального азоту внесеного в ґрунт [4].

Так зокрема, при інокуляції ґрунту бактеріями роду *Azotobacter* (що є основними складовими препарату Азотер) та внесенні рослинних залишків, згідно даних М. В. Федорова, обсяг фіксації атмосферного азоту досягає 100 кг/га. Представники роду *Azotobacter* є вільноживучими азотофіксаторами. *Azotobacter* не зустрічається лише в ґрунтах кислих і бідних вапном і фосфорною кислотою. За деякими даними, весь азот, що фіксується азотобактером, відкладається в ньому у вигляді азотистих речовин його тіла, без утворення проміжних продуктів. Згідно думки інших науковців таким проміжним продуктом являється аміак. В результаті чого сформувалися і різні погляди на використання рослинами фіксованого бактеріями *Azotobacter* азоту : 1) можливість використання рослинами азоту тільки після відмирання *Azotobacter* і розкладання його азотистих речовин; 2) доступність для рослин початкових продуктів фіксації.

Що стосується необхідних для розвитку *Azotobacter* органічних речовин, то він використовує не тільки рослинні залишки, але й речовини, що виділяються в ґрунт вегетуючими рослинами. На цьому ґрунтується застосування препаратів *Azotobacter* як бактеріального добрива під культури, без внесення в ґрунт відповідних органічних речовин [5].

Функції азотобактера в кореневій системі не обмежуються засвоєнням азоту повітря, бактерії можуть впливати прямо і опосередковано на розвиток рослин шляхом утворення ростових речовин. Відомо, що внесення азотних мінеральних добрив інгібує біологічну фіксацію азоту з атмосфери, але їх застосування є обов'язковим елементом агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, тому продукування біологічно активних речовин бактеріями роду *Azotobacter* за таких умов визнається як більш значущий фактор, ніж фіксація азоту [6]. Більшість представників роду також володіють здатністю мобілізувати важкорозчинні сполуки фосфору у ґрунті, продукуючи кислі продукти обміну в середовищі. Описано штами, що продукують антибіотичні речовини антифунгальної та антибактеріальної дії [7].

Згідно досліджень Шерстобоевої О. В., найбільшою продуктивністю щодо засвоєння молекулярного азоту характеризуються штами азотобактера, які ізольовано з ризосфери рослин пшениці озимої, вирощуваної за органічного та органо-мінерального удобрення. Найактивнішими продуцентами рістстимулювальних речовин виявилися штами, що виділено з ґрунту, збагаченого легкодоступними мінеральними речовинами. Штами азотобактера – фосфатмобілізатори або антагоністи фітопатогенних грибів виділено з ґрунту різних варіантів удобрення пшениці озимої, тобто ці властивості мало залежали від агрофонів [8].

Ще одним важливим аспектом механізму позитивної дії мікробних препаратів є вплив бактерій на доступність важкорозчинних фосфатів ґрунту. Фосфатмобілізувальні мікроорганізми гідролізують ферментативним шляхом органічні форми фосфатів, і певною мірою покращують фосфорне живлення рослин. Також мікробні метаболіти активно розчиняють мінералофосфати ґрунтів, переводячи їх із запасного пулу в метаболічний. Важливою особливістю фосфорного живлення інокульованих рослин є можливість залучення сполук елемента з нижніх горизонтів ґрунтового профілю, куди поступово з роками переміщуються фосфорні добрива. Розвинена коренева система ініційованих бактеризацією рослин здатна проникати на значні глибини залучаючи до рослинного метаболізму фосфати, які не можуть бути використані за інших умов[9]. Зокрема бактерії роду *Bacterium Megatherium*, за рахунок засвоєння фосфатів кальцію, можуть забезпечувати рослини рухомими сполуками фосфору протягом усього періоду вегетації.

В цілому, використання біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів дасть можливість збільшити продуктивність сільськогосподарських угідь завдяки раціональнішому використанню природного потенціалу рослинно-мікробних взаємодій. Накопичено багатий експериментальний матеріал щодо сприятливого впливу на продуктивність рослин і якість одержаної продукції деяких мікробних препаратів, для поліпшення азотного і фосфорного живлення, стимуляції росту та захисту їх від фітопатогенів. Зокрема це такі препарати, як Діазофіт, Ризогумін, Ризобофіт, Поліміксобактерин, Альбобакетрин, Мікрогумін, Азотобактерин, Хетомік, Біогран, Байкал «ЕМ», Ембіонік та ін. [10, 11, 12, 13, 14]. Особливої уваги заслуговує комплексний біопрепарат Азотер, створений на основі бактерій роду *Azotobacter Croococcum*, *Azospirillum Braziliense*, *Bacterium Megatherium*, а також до його складу входять гетероауксин, гібереліни, вітаміни групи В.

Проте, при незаперечній доцільності застосування бактеріальних препаратів, відомо, що вони мають такий недолік, як нестабільність ефективності. Достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише в 60 % випадків їх застосування. На ефективність бактеріальних препаратів можуть негативно впливати низькі показники вологості та температури ґрунту. Тому, доцільним є їх застосування разом з органічними добривами, адже при слабкому впливі бактеріальної складової на розвиток рослин виправленню ситуації можуть сприяти фізіологічно активні речовини останніх. Ефективним є також поєднання біопрепаратів з мінеральними добривами [15].

2 МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика проведення досліджень

Виконання намічених завдань вирішували шляхом постановки польових досліджень та лабораторних визначень. Польові дослідження по вивченню ефективності мікробіологічного препарату при вирощуванні капусти білоголової проводились в умовах Горохівського району (територія Берестечківського професійно-технічного училища) на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті, в умовах Ратнівського району (територія Велимченської сільської ради) на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті при вирощуванні моркви столової. Дослідження проводили за нижче наведеними схемами.

При вирощуванні капусти білоголової:

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{90}P_{60}K_{90}$ (рекомендована норма)
3. Гній підстилковий – 16,5 т/га (1,0 норми від вмісту N у варіанті 2)
4. Ферментоване добриво – 5 т/га + Азотер
5. Ферментоване добриво – 5 т/га + Азотер + N_{20}
6. Азотер + N_{20}
7. Азотер + $N_{10}P_{15}K_{30}$
8. Азотер + $N_{20}P_{30}K_{60}$

При вирощуванні моркви столової :

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{100}P_{60}K_{120}$ (рекомендована норма)
3. Перегній – 18 т/га (1,0 норми від вмісту N у варіанті 2)
4. Ферментоване добриво – 5,5 т/га + Азотер
5. Ферментоване добриво – 5,5 т/га + Азотер + N_{30}

6. Азотер + N₁₅P₁₅K₄₅

7. Азотер + N₃₀P₃₀K₉₀.

Культури вирощування – капуста білоголова, сорт «Славія», морква столова, сорт «Гіганта». Повторність дослідів – триразова. Розміщення варіантів – систематичне. Площа посівної ділянки – 25,2 м², облікової – 11,2 м², при вирощуванні капусти білоголової, 21,0-9,2 м², відповідно при вирощуванні моркви столової. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони Західного Полісся України.

Мікробіологічний препарат використовували шляхом передпосівної обробки ґрунту із наступним загортанням, норма витрати препарату становила 10 л/га. Одночасно в досліді вивчалась система удобрення з внесенням мікробіологічного препарату на фоні ферментованого добрива, мінеральних туків, та сумісно з азотними добривами.

Досліджуване органічне добриво виготовлене шляхом ферментації торфу та курячого посліду. Хімічний склад ферментованого добрива (на суху речовину) наступний: N – 1,82%, P₂O₅ – 1,70%, K₂O – 1,06 %, вміст органічної речовини 60,5 %, рН_(KCl) – 7,1. Ефективність досліджуваного ферментованого добрива базується на поєднанні властивостей курячого посліду і торфу: торф із високим вмістом азоту найкраще зберігає і азот курячого посліду, які в процесі ферментації і після внесення в ґрунт забезпечують пролонговану дію легкодоступних форм цього елемента, крім того курячий послід створює особливо сприятливі умови біоферментації з торфом завдяки високому вмісту бактеріальної мікрофлори, фосфору, кальцію, калію, яких недостатньо в торфі.

Склад мікробіологічного препарату Азотер наступний : *Azotobacter Croococcum* – 1,54*10¹⁰ КУО в см³), *Azospirillum Braziliense* – 2,08*10⁹ КУО в см³, *Bacterium Megatherium* – 1,58*10⁸ КУО в см³, а також гетероауксин, гібереліни, вітаміни групи В.

Дослідження проводились на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому (капуста білоголова) та дерново-підзолистому супіщаному ґрунтах (морква столова), агрохімічна характеристика яких наведена в таблиці 2.1.

Агрохімічна характеристика ґрунтів

Ґрунт	рН (KCl)	Вміст				
		N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумусу
		мг/кг				%
Темно-сірий опідзолений легкосуглинковий	5,9	29,4	26,2	126,2	99,5	1,87
Дерново-підзолистий супіщаний	5,5	23,5	21,3	91,4	76,3	1,55

Відбір зразків здійснювали до закладки польових досліджень (ґрунт – з шарів 0-20 та 20-40 см, ДСТУ ISO 11464) та після збору врожаю (рослин та ґрунту).

Аналітичні визначення проводились за загальноприйнятими методиками:

1) у ґрунті:

- вміст гумусу – за методом І. В. Тюріна, згідно з ДСТУ 4289;
- вміст аміачного і нітратного азоту, згідно з ДСТУ 4729;
- рН ґрунтового розчину, згідно з ДСТУ ISO 10390;
- вміст рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА, згідно з ДСТУ 4405;

2) в рослинній продукції:

- суха речовина, згідно з ГОСТ 13586.5;
- нітрати, згідно з ГОСТ 50465;
- вітамін С за методом Муррі, згідно з ГОСТ 24556;
- каротин, згідно з ГОСТ 13496.17.

Достовірність одержаних результатів обчислювали за використання комп'ютерної програми «Alfa».

2.2 Умови проведення досліджень

Життя рослин, їх ріст та розвиток відбувається в результаті постійної взаємодії між рослиною і довкіллям. Тому комплексне вивчення закономірностей проходження даних процесів та формування врожаю сільськогосподарських культур у системі ґрунт-рослина-атмосфера можливі лише на підставі кількісної та якісної оцінки впливу метеорологічних умов. Найвища продуктивність врожайності формується завжди при певному поєднанні метеорологічних елементів та оптимальних їх показників, що визначаються біологічними властивостями рослин.

Капуста чутлива до змін температурного режиму. Температура +5-+10°C призводить до різкого ослаблення росту рослин, але прискорює перехід їх з вегетативного стану в репродуктивний (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Метеорологічні умови 2013 року за даними Луцької метеостанції

Місяць	Декада	Температура, °C		Опади, мм	
		2013 Р.	Сер. багаторіч.	2013 Р.	Сер. багаторіч.
Січень	I-III	-3,6	-4,9	95,1	29,0
Лютий	I-III	-1,0	-3,9	43,8	26,0
Березень	I-III	-1,9	+0,5	144,0	28,0
Квітень	I-III	+9,36	+7,3	44,9	43,0
Травень	I	+17,1	+13,7	10,0	55,0
	II	+18,3		6,8	
	III	+14,1		68,9	
Червень	I	+20,3	+17,0	43,2	88,0
	II	+20,2		25,2	
	III	+17,9		21,4	
Липень	I	+19,5	+18,6	11,1	83,0
	II	+17,9		19,0	
	III	+19,1		0,7	
Серпень	I	+21,1	+17,6	8,0	85,0
	II	+18,9		6,5	
	III	+15,9		42,3	
Вересень	I	+13,3	+13,4	32,9	54,0
	II	+13,6		38,0	
	III	+8,5		17,3	

Сприятлива температура для росту капусти +15-+20 °С. Як показують дані Луцької метеорологічної станції, протягом всього періоду росту і розвитку культури температура повітря становила +17,0 °С.

Капуста характеризується високим споживанням води. Найбільш вимоглива культура до наявності вологи при посадці розсади, у період її приживання (ІІІ декада травня), та формування головки. Протягом ІІІ декади травня, згідно даних Луцької метеостанції, кількість опадів становила 68,9 мм, що було цілком достатньо за для нормального приживання рослин та подальшого наростання вегетативної маси. Кількість опадів у період формування головки була на рівні 52,2 мм, що є нижчим від середньобагаторічних даних. Це в свою чергу могло спричинити затримання періоду формування головки, та в подальшому позначитись на врожайності культури.

Що стосується моркви столової, вона є холодостійкою рослиною. Насіння її проростає при температурі +2-+3 °С, сходи витримують зниження до – +5 °С. Температурний фактор значно впливає на прискорення або гальмування процесів росту і розвитку. Так, при температурі +8 °С насіння проростає через 25-30 днів, тоді як при 18–20 °С – через 7-8. За даними Ратнівської метеостанції протягом І-ІІ декади травня середня температура повітря становила +17,3°С (табл. 2.3).

Впродовж І-ІІІ декади червня (період наростання гички) середня температура повітря становила +18,9 С, а у період інтенсивного відростання коренеплоду – +19,2 С. Морква столова найбільш вибаглива до вологи в період від посіву до появи сходів (І-ІІІ декада травня), і під час інтенсивного відростання коренеплоду (І-ІІІ декада липня). У вказані періоди випало 155,6-82 мм опадів відповідно, що було цілком достатньо для забезпечення необхідної вологості ґрунту. В цілому метеорологічні умови вегетаційного періоду були сприятливі для формування коренеплодів із задовільними якісними показниками.

Метеорологічні умови 2013 року за даними Ратнівської метеостанції

Місяць	Декада	Температура, °С		Опади, мм	
		2013 р.	Сер. багаторіч.	2013 р.	Сер. багаторіч.
Січень	I-III	-4,6	-4,6	133,3	23,0
Лютий	I-III	-0,24	-3,7	38,9	23,0
Березень	I-III	-2,3	+0,4	99,6	23,0
Квітень	I-III	+8,7	+7,2	66,8	37,0
Травень	I	+15,1	+13,9	116,5	56,0
	II	+19,5		6,9	
	III	+16,3		32,2	
Червень	I	+20,1	+17,0	48,8	80,0
	II	+18,9		98,0	
	III	+18,5		39,7	
Липень	I	+19,0	+18,6	16,4	89,0
	II	+18,1		39,2	
	III	+19,7		27,0	
Серпень	I	+22,4	17,4	0	49,0
	II	+18,8		12,0	
	III	+15,6		16,7	
Вересень	I	+13,3	+13,2	41,0	44,0
	II	+13,6		86,5	
	III	+8,6		56,7	

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Одержання високих і сталих урожаїв кожної овочевої культури, і капусти білоголової та моркви столової зокрема, зумовлені високоякісним насіннєвим матеріалом, чітко відпрацьованою технологією вирощування та сприятливими погодними умовами. У технології вирощування цих культур забезпечення елементами живлення згідно з їх біологічними потребами протягом періоду вегетації є дійовим елементом контролю за їх ростом і розвитком. Овочеві культури особливо чутливі до дії добрив і без їх внесення не можна розраховувати на отримання достатньої кількості продукції, що в свою чергу призводить до зниження якісних показників [16]. Саме тому за для одержання стабільних врожаїв овочевої продукції високої якості, необхідним є застосування систем удобрення, які б сприяли безперервному надходженню поживних речовин до рослинного організму і забезпечували оптимальне їх співвідношення. Крім того такі системи удобрення повинні бути спрямовані на підвищення родючості ґрунтів. Завдяки компонентному складу мікробіологічного препарату (бактерії, що збагачують ґрунт азотом, мобілізують важкорозчинні сполуки фосфору, а також гетероауксини, гібереліни, вітаміни групи В), поєднання їх із органічними та мінеральними добривами, при вирощуванні овочевих культур може вирішити завдання підвищення врожайності з одночасним покращенням якісних показників, та запобіганням виснаженню ґрунтів.

3.1 Вплив систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер на біопродуктивність дерново-підзолистого супіщаного ґрунту

3.1.1 Врожайність та якісні показники моркви столової

Морква є однією із найцінніших овочевих культур, в якій міститься набір вітамінів, мінеральних солей (макро- і мікроелементів). У коренеплодах моркви гармонійно поєднані цукри, вітаміни та інші речовини, а унікальність її зумовлена високим вмістом каротину ($C_{40}H_{56}$) – провітаміну А (ретинолу). Каротин (провітамін А) в людському організмі окислюється до утворення вітаміну А, який відіграє важливу роль в розвитку кісткової системи і у формуванні зорових пігментів. Відомо, що відсутність, або нестача вітаміну А в організмі людини і тварин викликає зупинку росту і хворобу очей, а також знижує загальний опір організму до інфекції, тобто імунітет [17].

Однак, на сьогоднішній день виробництво моркви та її якісні показники ще не повністю задовольняють потреби споживача. Існує низка чинників, які не дозволяють отримати високі

врожаї доброї якості. Для одержання високого врожаю, особливо на бідних дерново-підзолистих ґрунтах, необхідно, щоб в них була достатня кількість поживних речовин у доступній для рослин формі.

Проведені дослідження показали, що застосування біопрепарату разом з мінеральними та органічними добривами за вирощування моркви столової на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті мало суттєвий вплив на формування врожаю (табл. 3.1).

На всіх досліджуваних варіантах відмічено достовірне збільшення урожайності культури. При поєднанні біопрепарату Азотер з 5,5 т/га ферментованого добрива врожайність коренеплодів моркви зростала на 40,4 % та 42,0 % при додатковому внесенні аміачної селітри. Застосування мікробіологічного препарату разом з мінеральними добривами гарантувало одержання 38,1 т/га (при внесенні $N_{30}P_{30}K_{90}$) та 35,4 т/га (при внесенні $N_{15}P_{15}K_{45}$) коренеплодів моркви, що на 49,4-38,8 % вище ніж на неудобреному варіанті. Варто відмітити, що застосування вказаних агроприймів по ефективності дії на врожайність коренеплодів моркви столової не відрізняється від традиційних органічної (перегній 18 т/га) та мінеральної ($N_{100}P_{60}K_{120}$) систем удобрення, де дані прирости становили – 47,5 % та 45,9 %, а варіант із сумісним внесенням біопрепарату та $N_{30}P_{30}K_{90}$ навіть перевищує дані результати. Внесення біопрепарату Азотер лише на фоні аміачної селітри також гарантувало істотне підвищення врожайності порівняно з контрольним варіантом – 33,2 т/га проти 25,5 т/га на неудобрений ділянці.

Таблиця 3.1

Вплив мікробіологічного препарату на врожай коренеплодів моркви столової

Варіант	Врожайність, т/га	Приріст	
		т/га	%
Без добрив (контроль)	25,5	-	-
$N_{100}P_{60}K_{120}$	37,6	12,1	47,5
Перегній – 18 т/га	37,2	11,7	45,9
ФОД – 5,5 т/га + Азотер	35,8	10,3	40,4
ФОД – 5,5 т/га + Азотер + N_{30}	36,2	10,7	42,0

Азотер + N ₃₀	33,2	7,7	30,2
Азотер + N ₁₅ P ₁₅ K ₄₅	35,4	9,9	38,8
Азотер + N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	38,1	12,6	49,4
P, %	2,65		
НІР ₀₅ , т/га	2,80		

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво.

Надзвичайно важливим при вирощуванні овочевої продукції є контролювання їх якісних показників. На якість продукції, окрім метеорологічних умов, впливає вміст в рослині мінеральних елементів, основних органічних сполук (білків, вуглеводів, вітамінів, гормонів, ферментів) та інших компонентів, що в свою чергу, залежить від раціонального застосування добрив.

У наших дослідженнях продукцію з найвищим вмістом каротину отримано за традиційної органічної системи (18т/га перегною) – 15,8 мг/%, проте застосування мікробіологічного препарату разом з мінеральними туками не поступалося по ефективності в даному відношенні, де значення аналізуючого показника становило 15,4 мг/% (при внесенні N₁₅P₁₅K₄₅) та 15,6 мг/% (при внесенні N₃₀P₃₀K₉₀). Сумісне застосування біопрепарату з ферментованим добривом також стимулювало синтез каротину, і дало змогу підвищити його вміст на 0,8 мг/% та 0,7 мг/% залежно від варіанту, що достовірно перевищувало контрольні значення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив ферментованого добрива та мікробіологічного препарату на показники якості коренеплодів моркви столової

Варіант	Каротин, мг/%	Нітрати, мг/кг	Суха речовина, %
Без добрив (контроль)	14,4	38,7	10,4
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀	15,4	72,9	11,6
Перегній – 18 т/га	15,8	63,2	11,9
ФОД – 5,5 т/га + Азотер	15,2	64,8	11,3

ФОД – 5,5 т/га + Азотер + N ₃₀	15,1	73,5	11,2
Азотер + N ₃₀	14,7	65,7	10,9
Азотер + N ₁₅ P ₁₅ K ₄₅	15,4	63,9	11,5
Азотер + N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	15,6	66,4	11,8
НІР ₀₅	0,4	5,8	0,5

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво. ГДК вмісту нітратів в коренеплодах моркви – 400 мг/кг.

Важливим критерієм оцінки якості коренеплодів моркви столової є вміст сухої речовини. Внесення мікробіологічного препарату на фоні мінеральних добрив дало змогу отримати продукцію з вмістом сухої речовини на рівні 11,5-11,8 % залежно від дози, що на 1,1-1,4 % більше ніж на неудобреному варіанті. Поєднання біопрепарату з 5,5 т/га ферментованого добрива сприяло збільшенню вмісту сухої речовини у порівнянні з контрольним варіантом на 0,9 %. При застосуванні біопрепарату Азотер з аміачною селітрою вміст сухої речовини перевищував контрольний варіант на 0,5 %.

Наслідком незбалансованого живлення овочевих рослин є порушення азотного обміну. В зв'язку з цим відбувається надмірне накопичення нітратів. За результатами досліджень можна стверджувати, що системи удобрення моркви столової із застосуванням біопрепарату Азотер дозволяють отримувати продукцію з меншим за максимально допустимий рівень нітратів – 400 мг/кг.

3.1.2 Зміна агрохімічних показників дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом мікробіологічного препарату

Результати наших досліджень свідчать про те, що застосування біопрепарату Азотер разом з органічними та мінеральними добривами покращує поживний режим дерново-підзолистого супіщаного ґрунту, суттєво впливаючи на вміст мінеральних форм азоту, рухомого фосфору та обмінного калію.

Із різноманітних форм ґрунтового азоту вирішальну роль у живленні рослин відіграють мінеральні його форми – нітратна й амонійна, запаси яких значною мірою залежать від родючості ґрунту, умов навколишнього природного середовища й найбільше змінюються під

впливом застосування добрив. Як показують дані таблиці 3.3 застосування біопрепарату на всіх фонах здійснювало істотний вплив на вміст мінерального азоту в ґрунті. Так, при застосуванні препарату сумісно з ферментованим добривом вміст нітратного азоту порівняно з контрольним варіантом зростав на 4,1 мг/кг та 5,1 мг/кг при додатковому внесенні аміачної селітри. Вміст амонійного азоту при цьому підвищувався на 3,5-4,3 мг/кг відповідно. Ефективність поєднання добрива та мікробіологічного препарату, зумовлена наявністю в складі останнього, бактерій роду *Azotobacter chroococcum*, які окрім збагачення ґрунту азотом через фіксацію з атмосферного повітря, сприяють інтенсивнішому розкладу органічних речовин, прискорюючи при цьому його вивільнення і перехід в аміачну форму.

За обробки ґрунту біопрепаратом Азотер з додатковим внесення мінеральних туків також відмічено істотно перевищуючі контрольний варіант показники вмісту мінерального азоту – 20,1 мг/кг (N-NO₃), 11,8 мг/кг (N-NH₄) при додаванні N₃₀P₃₀K₉₀, 19,9 мг/кг (N-NO₃), 11,4 мг/кг (N-NH₄) при внесенні лише аміачної селітри, та 19,2 мг/кг (N-NO₃), 10,9 мг/кг (N-NH₄) за внесення N₁₅P₁₅K₄₅.

Таблиця 3.3

Зміна агрохімічних показників дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом ферментованого добрива та мікробіологічного препарату (шар ґрунту 0-20 см)

Варіант	рН (КСІ)	Гумус %	Вміст елементів живлення, мг/кг			
			N- NO ₃	N- NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	5,4	1,5	16,5	8,9	81,9	53,1
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,3	1,5	22,0	12,3	90,1	62,5
Перегній – 18 т/га	5,8	1,7	20,3	11,7	89,7	60,3
ФОД – 5,5 т/га + Азотер	5,6	1,6	20,6	12,4	88,7	56,5
ФОД – 5,5 т/га + Азотер + N ₃₀	5,5	1,6	21,6	13,2	89,3	56,2
Азотер + N ₃₀	5,4	1,5	19,9	11,4	84,2	53,7

Азотер + N ₁₅ P ₁₅ K ₄₅	5,4	1,6	19,2	10,9	86,8	57,5
Азотер + N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	5,4	1,6	20,1	11,8	88,1	60,9
НІР ₀₅	0,14	0,1	1,29	1,11	1,39	1,37

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво

Системи удобрення із застосуванням біопрепарату Азотер також сприяла істотному накопиченню рухомого фосфору. Так, при комплексному внесенні ферментованого добрива та мікробіологічного препарату показники P₂O₅ в орному шарі ґрунту становили 88,7 мг/кг та 89,3 мг/кг за додаткового внесення селітри, що не суттєво відрізнялось від значень отриманих за використання традиційної органічної системи удобрення (89,7 мг/кг). Застосування біопрепарату Азотер на фоні мінеральних добрив, також забезпечило достовірне підвищення P₂O₅ порівняно з неудобреним варіантом – на 6,2 мг/кг (на фоні N₃₀P₃₀K₉₀) та 4,9 мг/кг (на фоні N₁₅P₁₅K₄₅). Дещо менш ефективним було його застосування тільки з аміачною селітрою, але все ж таки при цьому вміст рухомого фосфору зростав на 2,3 мг/кг, що достовірно перевищувало контрольний варіант. Позитивна дія біопрепарату Азотер на вміст фосфору у ґрунті пов'язана з тим, що один міліграм препарату містить сотні мільйонів мікроорганізмів *Bacterium Megatherium*, що сприяють трансформації ізольованих сполук фосфор у легко поглинаючі форми для рослин.

Щодо калійного режиму ґрунту, то найефективнішим у напрямку його оптимізації серед варіантів де використовували біопрепарат, виявилось його застосування з мінеральними добривами (N₃₀P₃₀K₉₀), де вміст K₂O становив 60,9 мг/кг, що не суттєво відрізнялося від значень отриманих за традиційної мінеральної системи, та дещо перевищувало вміст обмінного калію за внесення перегною. При поєднанні біопрепарату та ферментованого добрива спостерігалось дещо менше накопичення K₂O в орному шарі ґрунту – 56,5 мг/кг та 56,2 мг/кг, залежно від варіанту, але це суттєво перевищувало вміст елемента на ділянці без внесення добрив. Використання ж самого біопрепарату Азотер не гарантувало достовірного збільшення обмінного калію (53,7 мг/кг). Очевидно майже весь калій, утворений в результаті діяльності целюлозоруйнівних бактерій, активізованих за рахунок біопрепарату, виноситься з врожаєм коренеплодів моркви столової.

Що стосується гумусу, то застосування мікробіологічного препарату на всіх фонах сприяло зростанню його вмісту на 0,1 % Поєднання біопрепарату та ферментованого добрива

також істотно підвищувало порівняно з контрольним варіантом показник кислотності, де його значення становило 5,6 одиниць.

3.2 Вплив систем удобрення із використанням мікробіологічного препарату Азотер на біопродуктивність темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту

3.2.1 Врожайність та якісні показники капусти білоголової

Особливе місце в асортименті овочевих культур займає капуста білоголова, цінність якої зумовлена високими смаковими якостями й лікарськими властивостями. Вона має багатий біохімічний склад головок, які містять 7-10 % сухої речовини, 4,3-5,4 % вуглеводів, 1,4-1,8 % білка, 0,7-1,2 % клітковини, 0,6-0,7 % золи. У більшості областей України капуста білоголова займає до 70 тис. га, або близько 20 % від загальної площі овочевих культур, проте виробництво задовольняє середньорічну норму споживання лише на 70%. Однією з вирішальних умов одержання високого врожаю капусти є добрива. Дуже важливим при цьому є дотримання оптимальних співвідношень необхідних елементів в ґрунті.

Проведений аналіз отриманих результатів свідчить про достовірний вплив мікробіологічного препарату Азотер на врожайність головок капусти (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив ферментованого добрива та мікробіологічного препарату на врожай головок капусти білоголової

Варіант	Врожайність, т/га	Приріст	
		т/га	%
Без добрив (контроль)	32,1	-	-
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	43,8	11,7	36,4
Гній підстилковий – 16,5 т/га	41,8	9,7	30,2
ФОД – 5 т/га + Азотер	42,5	10,4	32,4
ФОД – 5 т/га + Азотер + N ₂₀	43,0	10,9	34,0
Азотер + N ₂₀	37,9	5,8	18,1

Азотер + N ₁₀ P ₁₅ K ₃₀	42,3	10,2	31,8
Азотер + N ₂₀ P ₃₀ K ₆₀	44,4	12,3	38,3
P, %	2,70		
НІР ₀₅ , т/га	3,36		

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво

Найвищий приріст отримано на варіанті з сумісним внесенням біопрепарату та мінеральних туків – 12,3 т/га. Поєднання біопрепарату та ферментованого добрива сприяло одержанню врожайності на рівні 42,5-43,0 т/га, що на 10,4-10,9 т/га більше ніж на ділянці без внесення добрив, та 0,7-1,2 т/га перевищує показники отримані за органічної системи удобрення (16,5 т/га гною). Врожайність головок капусти при обробці ґрунту біопрепаратом Азотер та додатковому внесенні аміачної селітри становила 37,9 т/га.

Якість капусти білоголової в основному залежить від ґрунтового-кліматичних умов та мінерального живлення. Проведений аналіз отриманих результатів свідчить про позитивну дію мікробіологічного препарату Азотер на якісні показники головок капусти. Так при поєднанні його з 5 т/га ферментованого добрива вміст вітаміну С зростав на 2,6 мг/%, та 2,3 мг/% при додатковому внесенні аміачної селітри (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив ферментованого добрива та біопрепарату на показники якості головок капусти білоголової

Варіант	Вітамін С, мг%	Нітрати, мг/кг	Суша речовина, %
Без добрив (контроль)	16,1	100,3	5,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,9	135,4	6,2
Гній підстилковий – 16,5 т/га	19,6	121,5	6,3
ФОД – 5 т/га + Азотер	18,7	124,2	6,2
ФОД – 5 т/га + Азотер + N ₂₀	18,4	138,6	6,1

Азотер + N ₂₀	17,6	125,0	5,8
Азотер + N ₁₀ P ₁₅ K ₃₀	19,1	123,4	6,3
Азотер + N ₂₀ P ₃₀ K ₆₀	19,8	125,7	6,4
НІР ₀₅	1,5	6,5	0,28

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво. ГДК вмісту нітратів в головках капусти білоголової– 450 мг/кг

Достовірному підвищенню в головках капусти вітаміну С також сприяло застосування мікробіологічного препарату разом з мінеральними добривами, де його значення становило 19,1 мг/% – при внесенні N₁₀P₁₅K₃₀, та 19,8 мг/% – при внесенні N₂₀P₃₀K₆₀. За використання біопрепарату спостерігалось також і накопичення вмісту сухих речовин. Максимальні значення цього показника відмічено при застосуванні біопрепарату на фоні мінеральних туків (6,4 % та 6,3 % залежно від дози добрив). Комплексне внесення препарату Азотер та ферментованого добрива хоча дещо менше, але все ж достовірно підвищувало вміст сухих речовин у головках капусти – на 0,7 % та 0,6 % (при додатковому внесенні аміачної селітри).

Аналізуючи вміст нітратів, слід зазначити, що на жодному варіанті не спостерігалось перевищення гранично допустимої концентрації. За комплексного застосування мікробіологічного препарату та ферментованого добрива їх вміст коливався від 124,2 мг/кг до 138,6 мг/кг (варіант з внесення азотних добрив). Застосування біопрепарату Азотер разом з аміачною селітрою підвищувало значення даного показника відносно контрольного варіанту на 24,7 мг/кг, а при доповненні фосфорно-калійними добривами – на 23,1-25,4 мг/кг залежно від дози.

3.2.23 зміна агрохімічних показників темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту під впливом мікробіологічного препарату

Результатами наших досліджень підтверджено позитивну дію сумісного застосування біопрепарату Азотер та добрив на агрохімічні показники темно-сірих опідзоленого ґрунту. Зокрема, при поєднанні біопрепарату та ферментованого добрива показник вмісту нітратного азоту в шарі ґрунту 0-20 см підвищувались на 3,8 мг/кг порівняно з контролем, а при додатковому внесенні азотних добрив – на 4,7 мг/кг (табл. 3.6).

Застосування біопрепарату Азотер разом з мінеральними добривами також сприяло значному підвищенню вмісту N-NO₃ в орному шарі ґрунту порівняно з неудобреною

ділянкою – на 3,0 мг/кг (варіант з додатковим внесенням N₄₅ та варіант з внесенням N₁₀P₁₅K₃₀), та на 3,2 мг/кг (варіант з внесенням N₂₀P₃₀K₆₀).

Таблиця 3.6

Зміна агрохімічних показників темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом ферментованого добрива та мікробіологічного препарату (шар ґрунту 0-20 см)

Варіант	рН (КСІ)	Гумус %	Вміст елементів живлення, мг/кг			
			N- NO ₃	N- NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	5,9	1,8	24,3	12,8	116,5	80,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	5,8	1,8	29,5	15,6	122,8	88,2
Гній підстилковий – 16,5 т/га	6,2	2,0	27,7	15,0	122,4	86,3
ФОД – 5 т/га + Азотер	6,0	1,9	28,1	15,8	121,7	83,0
ФОД – 5 т/га + Азотер + N ₂₀	6,0	1,9	29,0	16,7	122,1	82,5
Азотер + N ₂₀	5,9	1,8	27,3	15,3	118,2	80,8
Азотер + N ₁₀ P ₁₅ K ₃₀	5,9	1,9	27,3	15,4	119,9	83,6
Азотер + N ₂₀ P ₃₀ K ₆₀	5,9	1,9	27,5	15,4	120,8	85,7
НІР ₀₅	0,12	0,03	1,32	1,01	1,48	1,19

Примітка. ФОД – ферментоване органічне добриво

Максимальне збільшення вмісту амонійних форм азоту проти контрольного варіанту у шарі ґрунту 0-20 см було відмічено при інтегрованому застосуванні біопрепарату Азотер та ферментованого добрива (3,0 мг/кг та 3,9 мг/кг при додаванні аміачної селітри).

Використання ж мікробіологічного препарату разом з мінеральними туками, гарантувало

зростання даного показника на 2,6мг/кг. Обробка ґрунту біопрепаратом на фоні лише аміачної селітри сприяла підвищенню N-NH₄ на 2,5 мг/кг.

За даними лабораторних визначень, системи удобрення з використанням мікробіологічного препарату також сприяли оптимізації показників фосфорного режиму ґрунту. Зокрема, значне підвищення вмісту P₂O₅ відмічено за використання мікробіологічного препарату разом з ферментованим добривом, де його значення становили 121,7 мг/кг та 122,1 мг/кг при додаванні аміачної селітри. Застосування біопрепарату Азотер на фоні азотних добрив забезпечило зростання даного показника порівняно з контрольним варіантом на 1,7 мг/кг, а доповнення фосфорно-калійними добривами звичайно сприяло інтенсивнішому накопиченню фосфору в орному шарі ґрунту (приріст становив 3,4-4,3 м/кг залежно від варіанту).

Вміст обмінного калію при обробці ґрунту мікробіологічним препаратом на фоні N₄₅P₃₀K₆₀ становив 85,7 мг/кг, що не суттєво відрізняється від варіанту з внесенням гною (86,3 мг/кг). Позитивні тенденції в цьому аспекті, відмічено також при сумісному застосуванні біопрепарату з ферментованим добривом, де вміст K₂O в шарі ґрунту 0-20 см зростав порівняно з контрольним варіантом на 3,0 мг/кг та на 2,5 мг/кг (при додаванні азотних добрив). Застосування мікробіологічного препарату лише на фоні N₂₀ призводило до незначного підвищення вмісту обмінного калію порівняно з неудобреною ділянкою (на 0,8 мг/кг).

Сумісне застосування біопрепарату Азотер з ферментованим добривом збільшувало показник рН_(КСІ) на 0,1 одиницю (шар 0-20 см), а на варіанті з додатковим внесенням азотних мінеральних добрив залишало його незмінним. Така ж ситуація (незмінність рН порівняно з контролем) характерна і для мікробіологічного препарату внесеного разом із мінеральними туками.

При внесенні біопрепарату в комплексі з ферментованим добривом та мінеральними туками спостерігалось підвищення вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-20 см порівняно з контролем на 0,1 %.

Отже, з огляду на вище сказане, можна стверджувати, що системи удобрення із застосуванням мікробіологічного препарату є досить ефективними, як у напрямку підвищення врожайності моркви столової та капусти білоголової, так і покращенні їх якісних показників. Ефективність поєднання мікробіологічного препарату з добривами як з

органічними, так і мінеральними пояснюється зростанням ступеня засвоєння поживних речовин, за рахунок збільшення кореневої системи та її загальної поглинальної здатності. Крім того, бактеризація ініціює синтез окремих ферментних рослинних систем, що сприяє не тільки активнішому засвоєнню біогенних елементів, а й залучення їх до конструктивного метаболізму, внаслідок чого в продукції збільшується вміст складних органічних речовин.

Також можна зробити висновок про позитивну дію систем удобрення, із застосуванням біопрепарату Азотер разом із ферментованими органічними добривами, а також мінеральними туками, на поживний режим темно-сірого опідзоленого легкосуглинковому та дерново-підзолистого супіщаного ґрунтів.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень свідчать про те, що застосування біопрепарату Азотер разом з органічними та мінеральними добривами є ефективним заходом щодо заміни традиційних систем удобрення у напрямі підвищення врожайності та якості овочевих культур (морква столова, капуста білоголова). На основі отриманих даних можна зробити наступні висновки:

- поєднання біопрепарату Азотер з ферментованим добривом, та мінеральними туками гарантує достовірний приріст врожаю моркви столової (40,4-49,4 %) та капусти білоголової (31,2-38,3 %), та по ефективності в даному відношенні не поступається мінеральній та традиційній органічній системам удобрення;
- досліджувані системи удобрення з використанням біопрепарату Азотер здійснювали позитивний вплив і на якісні показники овочів, зокрема сумісне його внесення з ферментованим добривом сприяло підвищенню вмісту сухої речовини у коренеплодах моркви на 0,9 %, каротину – на 0,8 мг%; у головках капусти білоголової вміст сухої речовини зростав на 0,7 %, вміст вітаміну С – на 2,6 мг%, а при поєднанні мікробіологічного препарату з мінеральними добривами ($N_{30}P_{30}K_{90}$, $N_{20}P_{30}K_{60}$) прирости даних показників становили – 1,4 % та 1,2 мг% (морква столова), а також 0,9 % та 3,7 мг% (капуста білоголова). Вміст нітратів в овочевій продукції не перевищував значення гранично допустимих концентрацій;

- застосування біопрепарату Азотер сумісно із мінеральними та органічними добривами покращувало поживний режим темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового та дерново-підзолистого супіщаного ґрунтів. Зокрема, комплексне внесення препарату разом з ферментованим добривом забезпечувало збільшення доступних форм амонійного та нітратного азоту – на 4,1 мг/кг та 3,5 мг/кг (дерново-підзолистий ґрунт), на 3,8-3,0 мг/кг (темно-сірий опідзолений); а його поєднання з мінеральними туками – на 3,6-2,9 мг/кг та 3,2-2,6 мг/кг відповідно. Вище зазначені системи удобрення сприяють нагромадженню рухомого фосфору та обмінного калію.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Волкогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві як складова сучасної стратегії збереження біорізноманіття та підвищення родючості ґрунтів / В. В. Волкогон // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету: Проблеми моніторингу ґрунтів і сучасні технології відтворення їх родючості. – Кам'янець-Подільський, 2007. – Випуск 15. – С. 168-171.
2. Тихонович И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов // Плодородие. – 2006. – № 5 (32). – С. 9-12.
3. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В. В. Волкогон та ін.]. – К. : Аграр. наука, 2011. – 156 с.
4. Чайковська В. В. Мікробне угруповання ризосфери пшениці озимої за умов біоорганомінеральної системи удобрення / В. В. Чайковська, Я. В. Чабанюк, О. В. Шерстобоева // Агроекологічний журнал. – К., 2007. – № 1. – С. 75-78.
5. Сельскохозяйственная энциклопедия / [Лобанов П. П. и др.]. – [3-е изд.] – М., 1949 – 620 с.
6. Чернова Л.С. *Azotobacter vinelandii* ИМВ В-7076 – перспективный продуцент биологически активных веществ для растениеводства /Л.С. Чернова, И.К. Курдиш //Матер. IV Междунар. конфер. «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» (Минск, 26–28 октября, 2005 г.). – Минск, 2005. – С. 243.

7. Шерстобоева О. В. Поліфункціональна активність азотобактеру в ґрунтах Лісостепу України / О. В. Шерстобоева, Л. І. Федак // Агроєкологічний журнал – 2009. – Спецвипуск, червень. – С. 351–354.
8. Шерстобоева О. В. Вплив системи удобрення на біологічну активність штамів азотобактера з ґрунту агрофітоценозу пшениці озимої / О. В. Шерстобоева, Л. І. Вага // Збалансоване природокористування, 2012, № 1.-С.79-83.
9. Христенко С.І. Фосфор у ґрунті і мікробіологічні процеси його перетворення / С.І.Христенко, О. І. Маклюк // Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації : матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів-Харків, 2004. – С. 171-177.
10. Курдиш І.К. Препарати азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій // Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми / І.К. Курдиш. – Київ : Наукова думка, 2010. – С. 144-148.
11. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В. В. Волкогон та ін.]. – К. : Аграрна наука, 2011. – 156 с.
12. Вплив біологічного препарату Біограну на продуктивність овочів / [Волкогон В. В. та ін.] // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2007. – Вип. 5. – С. 31-38.
13. Костенко Т.А. Концепция экологичной системы земледелия с применением микробиологических препаратов / Т. А. Костенко, В. К. Костенко // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология : практика применения. – М., 2008. – С. 23-30.
14. Василенко М. Г. Біологічні добрива і якість продукції / М. Г. Василенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип.151. – С. 67-72.
15. Потапенко Л. В. Ефективність мікробних препаратів за різних систем удобрення картоплі / Л. В. Потапенко // Сільськогосподарська мікробіологія . – Чернігів, 2012. – Вип. 15–16. – С. 83-91.