UDC 631.81:631.54: 631.671: 635.075

BIOLOGIZED TECHNOLOGY OF WATERMELON CULTIVATION UNDER DRIP IRRIGATION

Limar V.A., Limar A.O.
Southern State Agricultural Experimental Station Institute of Water Problems and Land Reclamation National Academy Agricultural Sciences of Ukraine
Chornomorska str., 71, Gola Prystan, Kherson rg., Ukraine, 75600
E-mail: ipobuaan@gmail.com
https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-70-36-44

The aim of the research. Develop agronomic measures to improve the fertility of southern low-humus sandy chernozem and improve the technology of growing watermelon under drip irrigation. **Methods.** Field – crop determination, biometric accounting and measurements; laboratory – analysis of fruit quality, content of mineral nutrients in the soil; economic-mathematical – assessment of economic efficiency of the studied elements and technology in general; mathematical and statistical – conducting analysis of variance and statistical processing of experimental results. **Results.** According to the research results, the best soil cover crop was selected – winter rye, which outperforms other crops in terms of: actual intake of dry organic matter into the soil, which is 1.6 times more than white mustard and 2.7 times more than the sowing age; the highest biological activity of the soil, which when applied ½ from the recommended dose of fertilizers and the use of Biogran amounted to 94.9 mg CO2 / m2 × h; the lowest density of soil composition before sowing in the 0-10 cm horizon – 1.24 g / cm^3, while in the control – 1.26 g / cm^3; - positive effect on the thermal regime of the soil during the period of obtaining watermelon seedlings - earning in the soil and mulching between rows with plant mass increases the soil temperature at a depth of 10 cm by 4.2ºC, compared with control; watermelon yield – 40.6 t / ha, obtained by applying the recommended dose of mineral fertilizers and pre-sowing inoculation of watermelon seeds with Biogran, which is 8.1 t / ha higher than in the control; on the indicator of the intensity of energy accumulation in the system «soil – plant» with the help of soil cover culture, as a transformer of FAR energy into organic matter and indicators of economic efficiency. **Conclusions.** The processes that determine the nutrient status, biological activity of the soil, the potential fertility of the soil in terms of energy stored in the system «soil – plant» using soil cover culture as a transformer of FAR energy into organic matter and the best soil cover culture for binary growing .

Key words: watermelon, southern black earth, drip irrigation, soil fertility, soil cover culture, mineral nutrition, bacterization, yield.

БІОЛОГІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАВУНА ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Лимар В.А., Лимар А.О.
Південна державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України,
вул. 71, Чорноморська, м. Гола Пристань, Херсонська область, 75600
E-mail: ipobuaan@gmail.com

Мета. Розробити агротехнічні заходи для покращення родючості чорнозему південного малогумусного супіщаного та удосконалити технології вирощування кавуна за краплинного зрошення. **Методи**. польовий – визначення урожаю, біометричні обліки та вимірювання; лабораторний – аналіз якості плодів, вміст елементів мінерального живлення у ґрунті; економічно-математичний – оцінка економічної ефективності досліджуваних елементів та технології в цілому; математично-статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичної обробки результатів досліду. **Результати.** За результатами досліджень виділено кращу ґрунтопокривну культуру – жито озиме, яка переважає інші культури за: фактичним надходженням у ґрунт сухої органічної речовини, що у 1,6 разу більше від гірчиці білої та у 2,7 разу – від вики посівної; найвищою біологічною активністю ґрунту, яка при

внесенні 1/2 від рекомендованої дози добрив та застосуванні Біограну склала 94,9 мг CO_2/м^2×год.; найменшою щільністю складення ґрунту перед сівбою у 0–10 см горизонті – 1,24 г/см^3, тоді як у контролі – 1,26 г/см^3; – позитивним впливом на тепловий режим ґрунту у період отримання сходів кавуна – загортання у ґрунт та мульчування міжряддя рослинною масою підвищує температуру ґрунту на глибині 10 см на 4,2ºС, порівняно з контролем; урожайністю кавуна – 40,6 т/га, отриманою за внесення рекомендованої дози мінеральних добрив та передпосівної інокуляції насіння кавуна Біограном, яка на 8,1 т/га була вищою, ніж у контролі; за показником інтенсивності накопичення енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури, як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину та показниками економічної ефективності. **Висновки.** Досліджено процеси, що визначають поживний стан, біологічну активність ґрунту, оцінено потенційну родючість ґрунту за показником накопиченої енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину та виділено кращу ґрунтопокривну культуру для бінарного мікросмугового вирощування кавуна – жито озиме.

Ключові слова: кавун, чорнозем південний, краплинне зрошення, родючість ґрунту, ґрунтопокривна культура, мінеральне живлення, бактеризація, урожайність.

Вступ. У південному регіоні України існують сприятливі природні умови для вирощування баштанних культур. Оптимальне співвідношення теплових та інсоляційних ресурсів, а також ґрунтів піщаного та зв'язано-піщаного гранулометричного складу, стали головною передумовою отримання баштанної продукції високої якості (*Gamayunova, V.V., Filipiev, I.D.* 2005; *Sidyakina, O.V.,* 2005). Проте не завжди тут вдається отримувати високу врожайність кавуна, адже основний район товарного виробництва (а це майже 2/3 від площ посіву культури) зосереджений на неполивних землях, які мають недостатнє зволоження протягом періоду вегетації. Тому урожайність кавуна напряму залежить від кількості опадів, яких останніми роками суттєво не вистачає для формування продукції. Унаслідок цього виробники баштанної продукції особливо більше уваги приділяють зрошенню кавуна, площі якого щорічно збільшуються. Разом з тим однобічне виснаження ґрунту, при інтенсивному його використанні без повернення в нього поживних речовин і органіки, призводить до поступової деградації ґрунту.

В умовах Степу України щорічні втрати гумусу ґрунтами становлять близько 0,6 т/га і відбуваються внаслідок переваги темпів мінералізації органічних речовин у ґрунті над їх надходженням. З урахуванням цього показника для відтворення родючості ґрунту необхідно щорічно вносити 6–8 тонн гною на кожен гектар сівозмінної площі. Застосування такої кількості гною в сучасному аграрному виробництві України є неможливим. У більшості областей Степу його вносять лише 0,5–0,6 т/га і, як наслідок за останні 10–15 років, зниження вмісту гумусу становить 0,2–0,4%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фахівцями ННЦ «Інститут ґрунтів і агрохімії НААН» розроблено концепцією відтворення родючості ґрунту у кризових умовах, розроблено нові технології та нормативи застосування органічних добрив. Складовими нової технології є система агротехнічних заходів, що передбачає зменшення у польових сівозмінах кількості просапних культур, мінімізацію обробітку ґрунту, залучення як органічних добрив сидератів, рослинних решток, тощо (*Zubets, M.V.* (Eds)., 2004).

Як зазначає А.О. Лимар *(Limar A.O., Kashcheev A.Ya.,* 2000), Кащєєв О.Я. (*Kashcheev A.Ya., Revko A.S.,* 1979), що вирощування баштанних культур за крапельного зрошення не завжди складаються умови для виконання класичних агротехнічних заходів, спрямованих на збереження родючості ґрунту. Зокрема, труднощі з використанням сівозмінного фактора, багаторічних трав (переважно бобових), соломи, зменшенням кількості просапних культур та ін.

За твердженням Вітанова А.Д. (*Vitanov A.D.,* 1997), Гамаюнової В.В. (*Gamayunova, V.V. et al.,* 2005; *Baliuk, S.A., Medvedieva, V.V.,* 2018), серед заходів щодо збільшення надходження органічних речовин у ґрунт, в умовах краплинного зрошення, найбільш ефективним є використання ґрунтопокривних культур в умовах мікросмугового способу вирощування просапних культур. Особливістю цього є те, що на наступний рік укладання поливної трубки, а з нею і розташування рядів посіву основної культури, відбувається зі зміщенням у бік міжряддя. Тим самим досягається мікрочергування культур,

коли зрошувана смуга зайнята кавуном повертається на колишнє місце через 4–5 років.

На теперішній час науковцями встановлено важливе значення ризосферної мікрофлори в забезпеченні сільськогосподарських культур необхідними поживними речовинами, вивчено особливості стосунків мікроорганізмів з рослинами – мікробіологами встановлено явище асоціативної азотфіксації. *(Toscano Stefania, Romano Daniela,*2018*; Berestetskiy O.A.,* 1986*; Yemtsev V.T., Nitse L.K.,* 1995*; Iutynsnka H.O., 2000; Kozhemyakov A.P.,* 1997).

Інтенсивні дослідження в галузі ґрунтової мікробіології дозволяють з'ясувати як механізми функціонування системи (ґрунт – мікроорганізми – рослина), так і прикладні аспекти використання корисної мікрофлори в сільськогосподарському виробництві *(Volkohon V.V., 2004; Umarov M.M.,* 1984; *Sherstoboeva E.V.,* 2000*)*.

У численних польових дослідах Патики Ф.П. (*Patyka V.F.*, 1993; *Patyka V.F., Kalinichenko A.B., 1997*) та Патики В.П. (*Patyka, V.P., Hnatyuk, T.T., 2015; Patyka, V.P.* (Eds)., 2015) доведено, що ефективність препаратів за впливом на продукційний процес рослин може бути еквівалентною дії 40–60 кг/га мінерального азоту і 15–30 кг/га фосфору. Це зумовлено як зростанням коефіцієнтів засвоєння добрив, так і поліпшенням конструктивного метаболізму рослин, за якого у рослинному організмі мінеральні сполуки азоту і фосфору спрямовуються на синтез органічних сполук і накопичуються в рослинному організмі. Сучасні мікробні препарати дають змогу знизити рівень застосування синтетичних агрохімікатів і зменшити ризик забруднення рослинної продукції та навколишнього середовища.

Дослідами Інституту овочівництва і баштанництва НААН (*Vitanov A.D.* 1997; *Bondarenko, G.L., Jakovenko, K.I.,* 2001) і Південної державної сільськогосподарської станції ІВПІМ НААН доведено, що розміщення в міжряддях ґрунтопокривних рослин відновлюється родючість ґрунту, пригнічується ріст бур'янів. Протягом 2011–2015 років дослідженнями встановлено, що інокуляція насіння мікробіологічними препаратами сприяє розвитку корисної ризосферної мікрофлори, поліпшує живлення, стимулює ріст і розвиток рослин за рахунок мобілізації поживних речовин ґрунту, пригнічує розвиток фітопатогенних грибів і бактерій. Дія біопрепаратів еквівалентна впливу 30 кг/га мінерального азоту, 45 кг/га фосфору та 30 кг/га калію (*Naumov A.O., Lymar A.O.*, 2019).

Тому актуальним завданням наших досліджень стало вдосконалення технології вирощування кавуна за крапельного зрошення на основі мікросмугового способу вирощування з застосуванням бактеріальних препаратів.

Мета досліджень. Розробити агротехнічні заходи для поліпшення родючості чорнозему південного малогумусного супіщаного та вдосконалити технології вирощування кавуна за краплинного зрошення.

Матеріали й методи досліджень. Дослідження проводили у ДП ДГ «Великі Клини» ПДСДС ІВПіМ НААН, яке знаходиться в межах Нижньодніпровської піщаної арени Голопристанського району Херсонської області. Ґрунти представлені чорноземом південним осолоділим супіщаним зі значною потужністю гумусового профілю – до 76 см, вміст гумусу – до 1,0%. Реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної. Ґрунти – не засолені легкорозчинними солями.

Господарство розташоване в зоні неповного весняного промочування. Максимальні запаси продуктивної вологи в метровому шарі спостерігаються весною і після вологих осінньо-зимових періодів. Вони можуть досягти 100–120 мм. У посушливі роки запаси складають усього 50–70 мм, а глибина промочування – 40–60 см.

Схема досліду. Дослідження проводились за використання кавуна сорту Княжич шляхом постановки польового багатофакторного досліду, де:

Фактор А (ґрунтопокривна культура – сидерат): а) без ґрунтопокривної культури (к); б) злакові (жито озиме), в) хрестоцвіті (гірчиця біла), г) бобові (віка посівна).

Фактор В (рівень мінерального живлення): а) рекомендована доза ($N_{60}P_{90}K_{60}$) контроль – згідно з ДСТУ 5045:2008; б) 1/2 від рекомендованої дози ($N_{30}P_{45}K_{30}$).

Фактор С (інокуляція насіння бактеріальним препаратом): а) без інокуляції (к); б) АБТ; в) Альбобактерин; г) Біогран.

Площа елементарної ділянки досліду – 175 м^2. Облікова площа – 100 м^2. Загальна площа досліду – 1,2 га. Повторність досліду – чотириразова. Ширина міжряддя – 350 см, схема вирощування – 350×50 см (площа живлення рослин – 1,75 м^2). Передполивна вологість ґрунту у посівах кавуна складає 75–75–70 % НВ.

У дослідах використовували бінарний мікросмуговий спосіб вирощування просапних баштанних культур. За цим способом у широких міжряддях, до посіву основної культури (кавуна), у суцільних посівах вирощують ґрунтопокривні культури. У якості ґрунтопокривних культур використовували сидеральні культури, що застосовують у звичайному землеробстві – однорічні бобові (віка посівна), хрестоцвіті (гірчиця біла) та злакові культури (жито озиме), які повністю загортали у ґрунт за 10–12 днів до сівби основної культури. При цьому жито озиме знаходилося у фазі кущіння, гірчиця біла – у фазі гілкування, віка посівна – у фазі бутонізації

Результати досліджень.

Згідно з робочою гіпотезою, що була висунута нами при розробленні схеми досліду, саме біомаса ґрунтопокривної культури має велике значення у технології вирощування кавуна за краплинного зрошення. Їй відведено роль джерела органічної речовини, азоту і зольних елементів, а також потужного фітомеліоранта. Баштанні культури вирощують з широкими міжряддями, тому введення в агрофітоценоз проміжних ґрунтопокривних культур суцільного способу сівби має й велике меліоративне значення. За їх участю відбувається регулювання сольового режиму, кореневе рихлення підорного шару ґрунту, мульчування міжряддя кавуна. Надходження до ґрунту органічних речовин з рослинними рештками польових культур є вагомим доповненням гумусового балансу.

Серед ґрунтопокривних (сидеральних) культур найбільший урожай надземної маси було отримано у варіанті з житом озимим – у середньому 19,4 т/га, тоді як у варіанті з гірчицею білою – 13,4 т/га та викою посівною 7,7 т/га. Значним доповненням до загальної біомаси рослин стали їх кореневі рештки, які (залежно від виду культури) складають від 45 до 60 % надземної маси. Так, найбільший вихід загальної біомаси серед досліджуваних ґрунтопокривних рослин було отримано у варіанті з житом озимим – 31,0 т/га, тоді як у варіанті з гірчицею білою – 19,4 т/га та викою посівною – 11,5 т/га.

З урахуванням ізогумусового коефіцієнта, найбільшу кількість сухої органічної речовини, що надійшла у ґрунт з надземними та кореневими рештками, забезпечило жито озиме – 3,72 т/га. У варіанті з гірчицею білою фактично надійшло у ґрунт сухої органічної речовини 2,33 т/га та викою посівною – 1,38 т/га (табл. 1).

Таблиця 1. – Надходження до ґрунту органічних речовин з рослинною масою ґрунтопокривних культур

Ґрунтопокривна культура	Середня врожайність зеленої маси, т/га	% коренів до надземної маси	Надійшло з кореннями і зеленою масою ґрунтопокривних культур, т/га	Суха органічна речовина, що надійшла з рослинною масою, т/га
Жито озиме	19,4	60	31,0	3,72
Гірчиця біла	13,4	45	19,4	2,33
Віка посівна	7,7	50	11,5	1,38

Джерело: власні дослідження

Тим самим ми можемо констатувати, що при використанні жита озимого в якості ґрунтопокривної культури фактичне надходження у ґрунт сухої органічної речовини у 1,6 разу є вищим, ніж від гірчиці білої та у 2,7 разу вищим, ніж від використання вики посівної.

Вирощування ґрунтопокривних культур відбувалося без зрошення, тому вологість ґрунту після їх загортання у ґрунт та в контролі була різною. Установлено, що перед сівбою кавуна запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту досліджуваних варіантів становили від 844 м^3/га у контролі до 426–657 м^3/га за вирощування ґрунтопокривних культур. Найменші запаси продуктивної вологи в метровому шарі були накопичені за вирощування жита в якості ґрунтопокривної культури – 426 м^3/га. У фазу достигання плодів кавуна запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на варіантах досліду були досить високими і складали від 526 м^3/га до 643 м^3/га. За час вегетації кавуна кількість опадів склала 570 м^3/га, що значно менше, ніж за середніми багаторічними даними (1190 м^3/га). Зважаючи на те, що за вегетацію

культури кількість опадів та кількість вологи, що випарувалась з поверхні ґрунту, у досліді були однаковими, то сумарне споживання вологи рослинами кавуна залежало від зрошувальної норми, ґрунтопокривної культури, рівня мінерального живлення та застосування бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння. За вегетацію кавуна (залежно від наявності або відсутності ґрунтопокривної культури) для підтримання передполивної вологості ґрунту на рівні 70–75% НВ було проведено від 20 до 22 поливів. Менша зрошувальна норма, що склала 800 м^3/га при 20 поливах була зафіксована у варіанті де кавун вирощували без ґрунтопокривної культури, більша – 880 м^3/га (22 поливи) – за використання ґрунтопокривних культур.

Найвище сумарне споживання вологи було відмічене у варіантах без застосування ґрунтопокривної культури (яке залежно від рівня мінерального живлення й застосування біопрепаратів) складало від 1608 до 1688 м^3/га, тоді як найменшим цей показник був у варіантах досліду з житом озимим, де (залежно від рівня мінерального живлення і застосування біопрепаратів) він склав від 1252 до 1297 м^3/га. Сумарне споживання вологи у варіантах з гірчицею білою та викою посівною було майже однаковим і (залежно від рівня мінерального живлення та застосування біопрепаратів) коливалося в межах від 1430 до 1524 м^3/га.

Дослідженнями, що були проведені перед закладанням досліду (сівбою ґрунтопокривної культури – жита озимого) встановлено, що в орному шарі ґрунту кількість нітратного азоту становила у середньому 5,6 мг/кг, P_2O_5 – 41,0 мг/кг та K_2O – 220,0 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Надалі, відповідно до схеми досліду, проводили вирощування та загортання ґрунтопокривних культур, застосування бактеріальних препаратів та внесення мінеральних добрив, які змінювали вміст поживних речовин у ґрунті. Так, у фазу отримання сходів кавуна найбільший вміст нітратного азоту (за контрольного рівня живлення і без бактеризації насіння) в орному шарі містився у варіанті без ґрунтопокривної культури – 8,6 мг/кг абсолютно сухого ґрунту, тоді як з житом озимим – 7,2 мг/кг, гірчицею білою – 7,4 мг/кг та викою посівною – 8,0 мг/кг. Застосування бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння кавуна підвищувало вміст нітратного азоту у ґрунті порівняно з контролем (без бактеризації). Так, у варіанті «без ґрунтопокривної культури» бактеризація насіння препаратом АБТ сприяла підвищенню вмісту нітратного азоту у ґрунті з 8,6 мг/кг до 9,8 мг/кг, Альбобактерину – до 10,0 мг/кг та Біограну – до 10,6 мг/кг абсолютно сухого ґрунту.

У варіанті з житом озимим у якості ґрунтопокривної культури бактеризація насіння препаратом АБТ сприяла підвищенню вмісту нітратного азоту у ґрунті з 7,2 мг/кг до 8,0 мг/кг, Альбобактерину – до 7,9 мг/кг та Біограну – до 8,3 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. По іншим ґрунтопокривним культурам відмічено таку ж закономірність відносно нітратного азоту.

За контрольного рівня мінерального живлення і без бактеризації насіння у фазу отримання сходів кавуна найбільший вміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунту відмічено у варіанті «без ґрунтопокривної культури» – 49,0 мг/кг абсолютно сухого ґрунту, тоді як з житом озимим – 44,1 мг/кг, гірчицею білою – 45,1 мг/кг та викою посівною – 48,2 мг/кг. Застосування бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння кавуна сприяло підвищенню вмісту рухомого фосфору у ґрунті, порівняно з контролем (без бактеризації). Так, у варіанті «без ґрунтопокривної культури» бактеризація насіння препаратом АБТ сприяла підвищенню вмісту P_2O_5 у ґрунті з 49,0 мг/кг до 55,2 мг/кг, Альбобактерину – до 58,9 мг/кг та Біограну – до 64,4 мг/кг абсолютно сухого ґрунту.

У варіанті з житом озимим бактеризація насіння препаратом АБТ сприяла підвищенню вмісту рухомого фосфору у ґрунті з 44,1 мг/кг до 46,8 мг/кг, Альбобактерину – до 48,4 мг/кг та Біограну – до 50,1 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. У варіантах з іншими ґрунтопокривними культурами відносно рухомого фосфору відмічено таку ж закономірність.

У процесі вирощування кавуна відбувалося поступове надходження поживних речовин у ґрунт з мінеральними добривами (фертигація), а також за рахунок діяльності бактеріальних препаратів та мінералізації рослинних решток ґрунтопокривних культур, які витрачалися на ріст і розвиток рослин. Тому різниця між вмістом поживних речовин у ґрунті на початку вегетації кавуна та на час достигання плодів була незначною.

Відомо, що головним чинником, який обумовлює життя ґрунту, є існуючі в ньому мікроорганізми, що в процесі життєдіяльності, взаємодіючи з факторами зовнішнього середовища, забезпечують поступову зміну складу і агроно-

мічно корисних його властивостей. Метаболізм ґрунтових мікроорганізмів супроводжується виділенням певної кількості вуглекислого газу, що є своєрідним показником біологічної активності ґрунту. Біологічна активність ґрунту в ризосфері кавуна, від фіксації її на початку вегетації рослин (фаза «сходи») та до поступового її згасання (фаза «достигання плодів»), за варіантами досліду характеризувалася стабільними змінами. Максимум біологічної активності, незалежно від варіантів досліду, відмічено у фазу цвітіння рослин кавуна.

Загортання ґрунтопокривної культури сприяло підвищенню біологічної активності ґрунту в посівах кавуна навіть на початку його вирощування. Якщо застосування бактеріальних препаратів за вирощування кавуна без ґрунтопокривної культури підвищувало інтенсивність продукування CO_2 з ґрунту у фазу «наметика» («шатрика»), у кращому випадку, на 9,7%, то з ґрунтопокривною культурою цей показник збільшувався на 15,4% (жито озиме), 13,7% (віка посівна) та 15,7% (гірчиця біла). Найвищу біологічну активність ґрунту у фазу «наметика» («шатрика») кавуна було відмічено у варіанті з житом озимим, внесенням 1/2 від рекомендованої дози добрив та застосуванням Біограну – 94,9 мг $CO_2/м^2$×год. Необхідно зазначити, що цей самий варіант досліду виділився за показниками продукування CO_2 з ґрунту протягом усього вегетаційного періоду кавуна. Пік біологічної активності ґрунту в усіх варіантах досліду було відмічено у фазі цвітіння кавуна, у фазі достигання плодів спостерігали поступове згасання інтенсивності «дихання» ґрунту.

Сумарний прихід ФАР за час вегетації ґрунтопокривних культур і кавуна склав від 7927 ГДж/га у контролі (без ґрунтопокривної культури) до 11651 ГДж/га у варіанті з житом озимим та 9616 ГДж/га у варіантах з гірчицею та викою посівною. Визначення коефіцієнта використання ФАР посівами кавуна залежно від досліджуваних факторів проводили з метою оцінювання потенційної родючості ґрунту за показником інтенсивності накопичення енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури, як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину. У звітному, надзвичайно складному за погодними умовами, році найбільшу кількість сонячної енергії було засвоєно посівами кавуна спільно з житом озимим де коефіцієнт використання ФАР склав 1,18% за рекомендованого рівня живлення та 1,13% – за 1/2 від рекомендованого рівня, тоді як у контролі (без ґрунтопокривної культури) – 0,93%. Відмічено також підвищення використання енергії сонця при спільному вирощуванні кавуна з гірчицею, де коефіцієнт використання ФАР становив 1,12% за рекомендованого рівня живлення та 1,09% – за 1/2 від рекомендованого рівня. За вирощування кавуна в одному полі з викою посівною коефіцієнт використання ФАР був на рівні контрольного варіанту (без ґрунтопокривної культури).

Внесення під кавун мінеральних добрив нормою, що становить 1/2 від рекомендованої і за вирощування гірчиці білої та вики посівної як ґрунтопокривних культур без бактеризації насіння, викликає зменшення врожайності, відповідно, на 2,0 та 0,3 т/га. При вирощуванні кавуна з різними ґрунтопокривними культурами за рекомендованого рівня мінерального живлення (контроль 2) та без бактеризації насіння (контроль 3) більш високу врожайність кавуна було отримано у варіанті з житом озимим – 32,7 т/га та гірчицею – 30,6 т/га ($НІР_{05}А$ – 0,79 т), тоді як з викою – 29,6 т/га. Передпосівна бактеризація насіння кавуна досліджуваними препаратами мала позитивний вплив на показники врожайності кавуна.

Найвищу врожайність кавуна отримано у варіанті з житом озимим у якості ґрунтопокривної культури, внесенням рекомендованої дози добрив та передпосівною інокуляцією насіння кавуна бактеріальним препаратом Біогран – 40,6 т/га, тоді як у контрольному варіанті досліду – 32,5 т/га (табл. 2).

Таким чином, вирощування у майбутніх міжряддях кавуна жита озимого, як ґрунтопокривної культури, його скошування та наступне часткове загортання у ґрунт і мульчування його поверхні рослинною масою, висівання кавуна насінням, що підлягало передпосівній інокуляції бактеріальним препаратом Біогран, внесення мінеральних добрив у рекомендованій дозі $N_{60}P_{90}K_{60}$, дозволило отримати врожай плодів кавуна на рівні 40,6 т/га, що на 8,1 т/га, або на 24,9 % більше, ніж у контролі (без ґрунтопокривної культури і без бактеризації насіння).

Навіть за досить невисоких закупівельних цін на плоди кавуна (у середньому 1500 грн/т) та значних виробничих витрат, було отримано відносно високу економічну ефективність вирощування даної культури

Валовий прибуток прямо залежить від урожайності, яка, у свою чергу, визначається впливом досліджуваних елементів технології виро-

щування кавуна. Найвищий валовий прибуток від вирощування кавуна в досліді отримано у варіанті з житом озимим у якості ґрунтопокривної культури, внесенням рекомендованої дози добрив та передпосівною інокуляцією насіння бактеріальним препаратом Біогран, що склав 60900 грн/га, що на 12150 грн/га більше, ніж у контролі (без ґрунтопокривної культури і без бактеризації насіння).

Таблиця 2. – Ефективність вирощування кавуна в досліді

Ґрунтопокривна культура	Рівень мінерального живлення	Інокуляція насіння бактеріальним препаратом	Урожайність, т/га	Прямі витрати, грн/га	Умовний чистий прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рентабельність, %
Без ґрунтопокривної культури	$N_{60}P_{90}K_{60}$ контроль	Без бактеризації (к)	32,5	35051	13699	1078	39
		АБТ	35,9	35105	18745	978	53
		Альбобактерин	36,1	35101	19049	972	54
		Біогран	38,5	35113	22637	912	64
	$N_{30}P_{45}K_{30}$	Без бактеризації (к)	31,8	31450	16250	989	52
		АБТ	34,9	31504	20846	903	66
		Альбобактерин	34,9	31500	20850	903	66
		Біогран	37,5	31512	24738	840	78
Жито озиме	$N_{60}P_{90}K_{60}$ контроль	Без бактеризації (к)	32,7	36171	12879	1106	36
		АБТ	36,9	36225	19125	982	53
		Альбобактерин	34,1	36221	14929	1062	41
		Біогран	40,6	36233	24667	892	68
	$N_{30}P_{45}K_{30}$	Без бактеризації (к)	29,7	32570	11980	1097	37
		АБТ	33,1	32624	17026	986	52
		Альбобактерин	32,3	32620	15830	1010	48
		Біогран	41,4	32632	29468	788	90
$НІР_{05}$: А – 0,79 т; В – 0,56 т; С – 0,79 т; АВ – 1,12 т; АС – 1,59 т; ВС – 1,12 т; АВС – 2,25 т							

Джерело: Власні дослідження.

Проте, для об'єктивної оцінки економічної ефективності вирощування культури більш показовим є показник умовного чистого прибутку, який враховує виробничі витрати залежно від досліджуваних елементів технології. Виробничі витрати на вирощування кавуна у досліді залежали від усіх досліджуваних факторів, проте найбільшою мірою від ґрунтопокривних культур та мінеральних добрив.

Якщо за контрольного варіанту мінерального живлення, якою є рекомендована доза, їх вартість склала 7200 грн/га, то в іншому варіанті за внесення їх у дозі, що становить 1/2 від рекомендованої, виробничі витрати скоротилися на 3600 грн/га. Інший стан з ґрунтопокривними культурами та бактеріальними препаратами був, коли їх включення до технології вирощування кавуна призводило до зростання виробничих витрат. І якщо операція з бактеризації насіння кавуна підвищувала виробничі витрати від 50 грн/га до 62 грн/га, залежно від препарату, то при вирощуванні й загортанні ґрунтопокривних культур, залежно від їх виду, це підвищення становило від 824 грн/га до 2260 грн/га. Необхідно відмітити, що при формуванні виробничих витрат на вирощування ґрунтопокривних культур визначальною стала вартість висіяного насіння, яка становила: 824 грн/га у гірчиці білої, 1120 грн/га у жита озимого та 2260 грн/га у вики посівної.

Таким чином, визначенням економічної ефективності вирощування кавуна із застосуванням ґрунтопокривних культур було встановлено, що найвищі показники мало жито озиме, загортання якого у ґрунт разом з передпосівною бактеризацією насіння препаратом Біогран та внесенням 1/2 від рекомендованої дози мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{30}$ забезпечило отримання умовного чистого прибутку на рівні

25568 грн/га, рентабельності виробництва – 78%, за собівартості плодів – 840 грн/т.

Висновки. Досліджено процеси, що визначають поживний стан, біологічну активність ґрунту, оцінено потенційну родючість ґрунту за показником накопиченої енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури, як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину та виділено кращу ґрунтопокривну культуру для бінарного мікросмугового вирощування кавуна – жито озиме, яка переважає інші культури за:

– фактичним надходженням у ґрунт сухої органічної речовини, яка у 1,6 разу більша від гірчиці білої та у 2,7 разу – від вики посівної;

– найвищою біологічною активністю ґрунту у фазу цвітіння кавуна, яка при внесенні 1/2 від рекомендованої дози добрив та застосуванні Біограну склала 94,9 мг $CO_2/м^2$×год.;

– найменшою щільністю складення ґрунту перед а сівбою кавуна у 0–10 см горизонті – 1,24 г/см^3, тоді як у контролі – 1,26 г/см^3;

– позитивним впливом на тепловий режим ґрунту у період отримання сходів кавуна – загортання у ґрунт та мульчування міжряддь рослинною масою підвищує температуру ґрунту на глибині 10 см на 4,2ºС, порівняно з контролем;

– зменшенням забур'яненості посівів кавуна на 55 %, порівняно з контролем;

– показником інтенсивності накопичення енергії в системі «ґрунт – рослина» за допомогою ґрунтопокривної культури, як трансформатора енергії ФАР в органічну речовину. Найбільшу кількість сонячної енергії було засвоєно посівами кавуна спільно з житом озимим, де коефіцієнт використання ФАР склав 1,18%, тоді як у контролі (без ґрунтопокривної культури) – 0,93%;

– урожайністю кавуна – 40,6 т/га, отриманою за внесення рекомендованої дози мінеральних добрив та передпосівної інокуляції насіння кавуна Біограном, яка на 8,1 т/га була вищою, ніж у контролі;

– якістю плодів – найбільша кількість сухої розчинної речовини та суми цукрів містилася в плодах, отриманих з варіанта де кавун вирощували з житом озимим, у якості ґрунтопокривної культури, внесенням рекомендованої дози добрив та передпосівною інокуляцією насіння кавуна бактеріальним препаратом Біогран, що становили, відповідно, 9,6% і 8,98%, тоді як плоди з контрольного варіанта, відповідно, 8,8% і 7,40%;

– показниками економічної ефективності, де за внесення 1/2 рекомендованої дози мінеральних добрив та бактеризації насіння кавуна препаратом Біограном було отримано найвищий чистий прибуток – 25568 грн/га та рентабельність виробництва – 78%, за найменшої собівартості плодів кавуна – 840 грн/т.

References

Baliuk, S.A., Medvedieva, V.V., Noska, B.S. (Eds.)., Gamaiunova, V.V. (2018). Efektyvnist zroshennia ta vplyv dobryv na vykorystannia volohy roslynamy i pidvyshchennia stiikosti zemlerobstva zony Stepu [Irrigation efficiency and the influence of fertilizers on the use of moisture by plants and increasing the sustainability of agriculture in the Steppe zone]. Kharkiv: Stylna typohrafiia. [in Ukrainian].

Berestetskiy, O.A. (1986). Biologicheskiye faktory povysheniya plodorodiya pochv. [Biological factors of increasing soil fertility Vesti agricultural science]. Vesti selskokhozyaystvennoy nauki. 3. pp. 29-38. [in Russian].

Bondarenko, G.L., Jakovenko, K.I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnyctvi i bashtannyctvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]. Khakiv : Osnova [in Ukrainian].

Gamayunova, V.V., Filipiev, I.D., & Sidyakina, O.V. (2005). Suchasnyi stan ta problemy rodyuchosti gruntiv pivdennoho regionu Ukrainy [The current state and problems of soil fertility in the southern region of Ukraine]. Kherson: Ailant. Quantum. Innovatsii zhyvlennia [Quantum. Power innovations]. URL: http://www.quantum.ua/ua/product.php?id=13 [in Ukrainian].

Iutynsnka, H.O. (2000). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku gruntovoi mikrobiolohii v Ukraini. [Current state and prospects of soil microbiology development in Ukraine]. *Biuleten Instytututu silskohospodarskoi mikrobiolohii*. 6. pp. 7-14. [in Ukrainian].

Kashcheev, A. Ya., Revko A.S. (1979) Udobreniya arbuza [Fertilizers for watermelon]. *Potatoes and vegetables*, 11, pp. 38-45. [in Ukrainian].

Kozhemyakov, A.P. (1997). Produktivnost azotfiksatsii v agrotsenozakh. [Productivity of nitrogen fixation in agrocenoses Microbiological journal]. *Mikrobiologicheskiy zhurnal*. 4, pp. 22-28. [in Ukrainian].

Limar, A.O., Kashcheev, A.Ya., Dydenko, V.P. et al. (2000) Bakhchevye kultury. [Melons and gourds]. Kyiv: Ahrarna nauka. 330 p. [in Russian].

Naumov, A.O., Lymar, A.O. (2019). Sposoby pidvyshchennya adaptyvnykh zdatnostei roslyn kavuna do nehatyvnykh abiotychnykh chynnykiv Pivdennoho Stepu. [Ways to increase the adaptive abilities of watermelon plants to the negative abiotic factors of the Southern Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 9, 21-28. [in Ukrainian].

Patyka, V.F. (1993). Mikroorganizmy i biologicheskoye zemledeliye. [Microorganisms and biological farming]. *Mikrobiologicheskiy zhurnal*. 33, pp. 95-103. [in Russian].

Patyka, V.F., Kalinichenko, A.B., Kolmaz, Yu.T., Kislukhina, M.V. (1997). Rol azotfiksiruyushchikh mikroorganizmov v povyshenii produktivnosti selskokhozyaystvennykh rasteniy. [The role of nitrogen-fixing microorganisms in increasing the productivity of agricultural plants]. *Mikrobiologicheskiy zhurnal*. 4, pp. 3-14. [in Russian].

Patyka, V.P., Hnatyuk, T.T., Buletsa, N.M., Kyrylenko, L.V. (2015). Biolohichnyi azot u systemi zemlerobstva [Biological nitrogen in the agricultural system]. *Zemlerobstvo*. 2, pp. 12-20 [in Ukrainian].

Patyka, V.P. (Eds). (2015). Biotekhnolohiia rizosfery ovochevykh roslyn [Biotechnology of the rhizosphere of vegetable plants]. Vinnytsia: PP «TD Edelveis i» [in Ukrainian].

Sherstoboeva E.V. (2000). Suchasni mikrobni preparaty dlya silskoho hospodarstva. [Modern microbial preparations for agriculture.]. *Ahrolandshafty i ratsionalne vykorystannya gruntovykh resursiv*. 5, pp. 92-93. [in Ukrainian].

Toscano Stefania, Romano Daniela, Massa Daniele, Bulgari Roberta, Franzoni Giulia, Ferrante Antonio. (2018). Biostimulant applications in low input horticultural cultiva-tion systems. Italus Hortus, 25 (2), 27-36. doi: 10.26353/j.itahort/2018.1.273 [in English].

Umarov, M.M. (1984). Assotsiativnaya azotfiksatsiya v biogeotsenozakh. [Associative nitrogen fixation in biogeocenoses]. Moscow. Nauka. 200 p. [in Russian].

Vitanov, A.D. (1997) Agronomicheskiye aspekty alternativnogo zemledeliya v ovoshchevodstve [Agronomic aspects of alternative farming in vegetable growing]. *Naukovi pratsi po ovochivnytstvu i bashtannytstvu* . Kharkiv. Osnova. V. 2, pp. 187-202. [in Russian].

Volkohon, V.V. (2004) Osoblyvosti fosfornoho zhyvlennya hrechky pry zastosuvanni bakteryzatsii ta riststymulyatora zalezhno vid ahrofonu. [Features of phosphorus nutrition of buckwheat when using bacterization and growth stimulants depending on the agricultural background] *Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Fosfor i kalii u zemlerobstvi. Problemy mikrobiolohichnoi mobilizatsii»*. Chernihiv, pp. 20-29. [in Ukrainian].

Yemtsev, V.T., Nitse, L.K., Pokrovskiy, N.P. (1995). Nesimbioticheskaya azotfiksatsiya i zakonomernosti yeye funktsionirovaniya v pochve. [Non-symbiotic nitrogen fixation and regularities of its functioning in soil]. *Mikrobiologicheskiy zhurnal*. 2, pp. 13-21. [in Russian].

Zubets, M.V. (Eds). (2004). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in the steppe zone of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].