# СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

**УДК 631.466:556.143**

**Димитров С. Г.**
*докторант кафедри рослинництва*
*Національний університет біоресурсів і природокористування*
*м. Київ, Україна*
***E-mail:*** *sdimitrov@ukr.net*
***ORCID:*** *0000-0002-0377-9596*

**Саблук В. Т.**
*доктор сільськогосподарських наук, професор,*
*завідувач сектором ентомології,*
*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків*
*Національної академії аграрних наук України*
*м. Київ, Україна*
***E-mail:*** *zachyst_roslyn@ukr.net*
***ORCID:*** *0000-0002-6124-4346*

## ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАПАСІВ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ У ҐРУНТІ ЗАЛЕЖНО ВІД МІКОРИЗАЦІЇ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ РОСЛИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧИМИ ГРИБАМИ

***Анотація***

*Як відомо, нижні горизонти ґрунту зволожуються завдяки осіннім і зимовим опадам, а верхні – завдяки літніх, які за наявності високих температур повітря інтенсивно випаровуються. У ґрунті залишається лише 30–50% вологи від тієї кількості, яка нагромаджується в ньому завдяки опадам, а в гостро посушливі роки цей відсоток зазвичай може бути значно меншим. У зв'язку із цим однією з головних проблем у землеробстві є збереження та раціональне використання запасів продуктивної вологи.*

*Мета досліджень – з'ясувати вплив мікоризації кореневої системи рослин сільськогосподарських культур мікоризоутворювальними грибами на формування запасу продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту. Польові, лабораторні та статистичні методи досліджень. За використання мікоризоутворювальних грибів отримано позитивні результати щодо їхнього впливу на формування запасу продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см. Зокрема, у посівах пшениці м'якої озимої та кукурудзи звичайної у варіантах із грибами Tuber melanosporum VITTAD (препарат Міковітал) і Trichoderma harzianum RIFAI (препарат Мікофренд) у різні терміни вегетації рослин (30, 60, 90 і 120 днів) запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см був на 5,3–47,8% більший, ніж у контролі. Таке зростання цього показника стало можливим завдяки збільшенню маси кореневої системи цих культур за її мікоризації, яка в рослин пшениці м'якої озимої була на 13,7–83,2%, а в рослин кукурудзи звичайної на 21,1–130,1% більшою, ніж у контролі.*

*Накопичення більшої маси продуктивної вологи у ґрунті у варіантах із мікоризою порівняно з контролем відбувається завдяки здатності грибів створювати масу тонких абсорбуючих гіфів, які проникають у найдрібніші пори землі та збільшують таким чином поглинання поживних речовин і вологи. Мікоризоутворювальні гриби сприяють накопиченню запасів продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту завдяки збільшенню маси кореневої системи рослин сільськогосподарських культур і формуванню абсорбційних ниткоподібних гіфів, які проникають у найменші пори землі.*

***Ключові слова:*** *вологозабезпечення, мікориза, ґрунт, біопрепарати, гіфи, пори, коренева система.*

*© Димитров С. Г., Саблук В. Т., 2022*
**DOI:** https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-11

**Вступ.** Серед чинників життя рослин воді відводиться важлива роль у формуванні врожаю польових культур. Наявність у ґрунті відповідної її кількості є не тільки життєво необхідною умовою для росту та розвитку рослин, вона потрібна для проходження фізіологічних і ростових процесів, окрім того, вода містить розчинні поживні речовини, є основною зв'язковою ланкою в системі: «ґрунт – рослина». Отже, рівень урожайності сільськогосподарських культур перебуває у прямій залежності від наявних запасів продуктивної вологи у ґрунті [1–3].

Однак натепер для окремих регіонів країни ґрунтова вода є лімітувальним чинником, що викликає занепокоєння у виробників сільськогосподарської продукції. Саме тому регулювання водного режиму є одним із важливих, а інколи й вирішальних заходів підвищення врожайності сільськогосподарських культур і покращення якості рослинницької продукції [4; 5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як відомо, нижні горизонти ґрунту зволожуються осінніми та зимовими опадами, а верхні – літніми, які за наявності високих температур повітря інтенсивно випаровуються. У ґрунті залишається лише 30–50% вологи від тієї кількості, яка нагромаджується в ньому завдяки опадам, а в гостро посушливі роки цей відсоток зазвичай може бути значно меншим. У зв'язку із цим однією з головних проблем у землеробстві є збереження та раціональне використання запасів продуктивної вологи [6; 7].

Натепер ця проблема залишається актуальною та ще більше загострюється у зв'язку з потеплінням клімату. Зокрема, вона пов'язана зі слабким поглинанням дощової води та талих вод, великим їх стоком, особливо на ущільнених ґрунтах, тобто витрачається без користі для врожаю. Це має місце в останні десятиріччя внаслідок порушення чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах, перенасичення їх такими культурами, як соняшник, ріпак та інші, що витрачають багато вологи у процесі росту та розвитку, а також зменшенням обсягів застосування органічних добрив і відповідною втратою родючості ґрунтів тощо [8; 9].

І.О. Бойко та Л.А. Зозуля [10] вважають, що останніми роками виникла гостра необхідність упровадження в сільськогосподарське виробництво біопрепаратів, які можуть сприяти покращеному вологозабезпеченню рослин. Зокрема, у низці країн уже нині обов'язковим агротехнічним прийомом в овочівництві, плодівництві, декоративному садівництві й інших галузях є використання біологічно активних речовин для обробляння насіння й у період вегетації рослин.

На думку багатьох дослідників, застосування цих біоречовин нині є одним із найбільш високорентабельних заходів підвищення врожайності всіх сільськогосподарських культур [11; 12].

Як свідчать результати досліджень В.М. Сендецького [13–16], допосівне обробляння насіння соняшнику й одно- і дворазового обприскування рослин під час вегетації регулятором росту Вермийодіс сприяло підвищенню польової схожості, покращеному формуванню листкової поверхні, збільшенню величини показника чистої продуктивності фотосинтезу, посиленню адаптивної здатності рослин до несприятливих екологічних чинників і отриманню високої врожайності.

На думку автора, сучасний стан рослинництва не повною мірою забезпечує реалізацію генетичного потенціалу сільськогосподарських рослин через недостатню їх вологозабезпечення й уражуваність хворобами. Тому особливого значення під час вирощування сільськогосподарських культур набуває використання багатофункціональних комбінованих препаратів, які володіють, окрім стимулювання ростових процесів рослин, також і фунгіцидними властивостями. Дослідженнями вчених [17; 18] установлено, що такі речовини слугують антистресантами й імуномодуляторами, покращують живлення рослин в екстремальних умовах глобальних і регіональних кліматичних змін останніх років.

**Мета досліджень** – установити вплив мікоризації кореневої системи рослин сільськогосподарських культур мікоризоутворювальними грибами на формування запасу продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (далі – ВПДСС), яка розташована в Лівобережному Лісостепу України за загальноприйнятими методиками [19; 20]. Ґрунтовий покрив відзначається строкатістю – переважають чорноземи солонцюваті та слабосолонцюваті.

Мікофренд – комплексний мікоризоутворювальний препарат, діючим елементом є мікоризоутворювальні гриби Glomus VS і Trichoderma harzianum і фосфатмобілізуючі бактерії з фунгіцидними та бактеріцидними властивостями. Мікориза забезпечує рослини вітамінами, мінералами, ферментами та гормонами. Завдяки міцелію гриба коренева система рослин збільшує площу поглинання із ґрунту корисних елементів, як-от: фосфор, калій тощо.

Міковітал – в основі цього препарату є гриб Tuber melanosporum і біологічно активні продукти його метаболізму, які стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують їхню стійкість до захворювань. Ефект від використання: утворення мікоризи (симбіоз гриба та кореня рослини), у результаті чого збільшується площа поглинання води й елементів живлення, що сприяє покращеному росту та розвитку рослин.

Зокрема, для визначення впливу мікоризації кореневої системи рослин пшениці м'якої озимої та кукурудзи звичайної на накопичення продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту нами проведено такий дослід:

Фактор А. Культури:

1. Пшениця м'яка озима. 2. Кукурудза звичайна.

Фактор Б. Терміни вегетації рослин:
1. 30 днів; 2. 60 днів; 3. 90 днів; 4. 120 днів.
Фактор В. Препарати:
1. Контроль. 2. Мікофренд. 3. Міковітал

У відповідні терміни вегетації рослин відбирали зразки ґрунту масою 100 г на кожній повторності, з яких формували середній зразок, висушували в сушильній шафі упродовж години з температурою 105 °С, зважували до висушування і після цього. За різницею показників визначали масу продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту [21].

**Результати досліджень.** Установлено, що мікоризація кореневої системи рослин пшениці озимої та кукурудзи мікоризоутворювальними грибами сприяє збільшенню запасу продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту. Зокрема, як видно з рисунку 1, у посівах пшениці озимої у варіантах із мікоризоутворювальними грибами маса продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см була на 1–6 г/100 г ґрунту, або на 4,0–22,2% більшою, ніж у контролі.

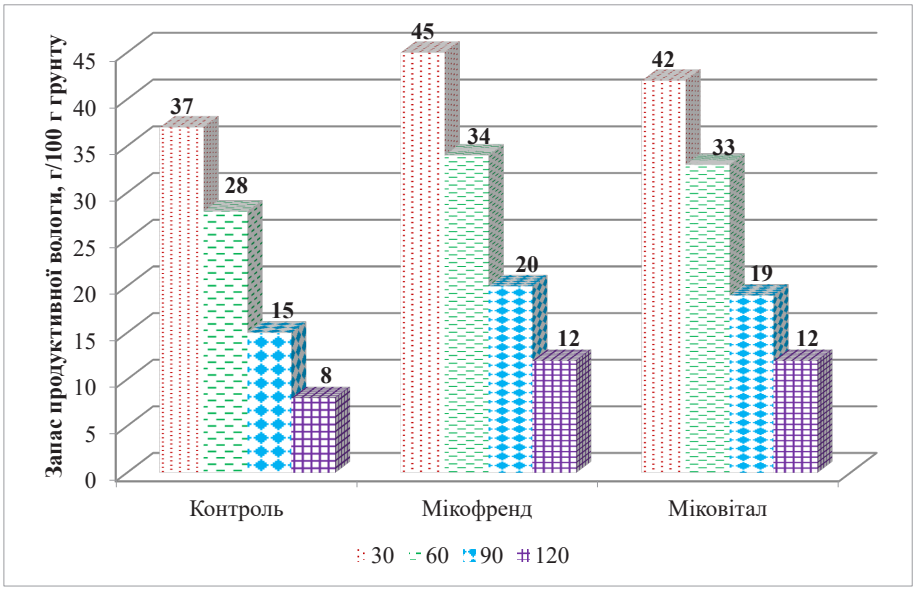


**Рис. 1. Запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см у посівах пшениці озимої залежно від виду біопрепаратів, ВПДСС, 2017–2020 рр.**

У посівах кукурудзи також отримано збільшення порівняно з контролем запасу продуктивності вологи у верхньому (0–30 см) шарі ґрунту. Зокрема, на 30-й день вегетації рослин різниця в показниках контролю і дослідних варіантів становила 3,0–8,0 г/100 г ґрунту (8,1–20,3%). В інші терміни росту та розвитку рослин ця різниця дорівнювала 3,0–5,0 г/100 г ґрунту (12,0–47,8%). Особливо помітною є різниця в показниках запасу продуктивності вологи у варіанті із препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI), яка була більшою порівняно з контролем на 4,0–8,0 г/100 г ґрунту, або на 20,3–47,8% (Рис. 2).

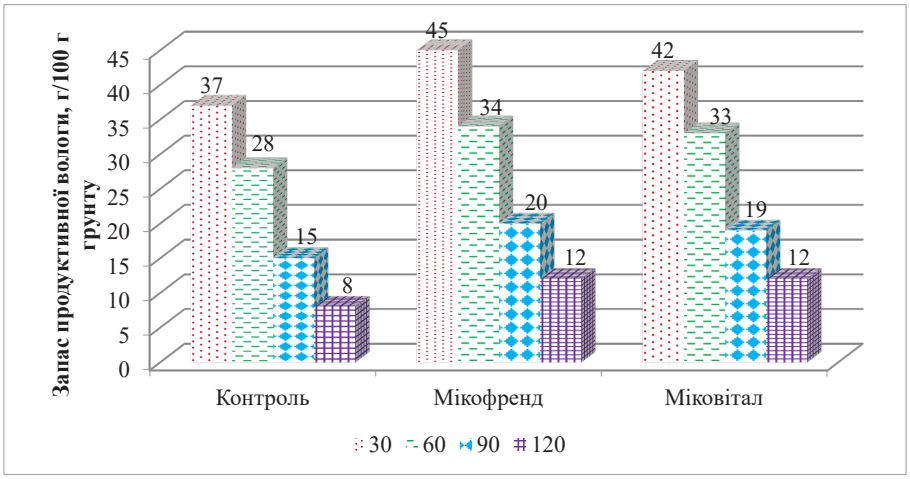


**Рис. 2. Запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см у посівах кукурудзи залежно від виду біопрепарату, ВПДСС, 2017–2020 рр.**

Накопичення більшої маси продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту у варіантах із мікоризою стало можливим через збільшення маси кореневої системи рослин пшениці озимої та кукурудзи порівняно з контролем, а також утворення грибами маси абсорбуючих гіфів, які проникають у найтонші пори землі. Як свідчать дані таблиці 1, маса кореневої системи цих культур у варіантах з мікоризоутворювальними препаратами була на 20,9–130,1% більшою, ніж у контролі. Завдяки утворенню грибами маси тонких абсорбуючих гіфів, які обплітають коріння рослин і проникають у найдрібніші пори землі, збільшується накопичення запасів продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту.

**Таблиця 1. Маса кореневої системи рослин пшениці озимої та кукурудзи звичайної за мікоризації їхньої кореневої системи мікоризоутворювальними грибами, ВПДСС, 2017–2020 рр.**

| Пшениця | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Термін вегетації, днів | Маса кореневої системи, 10 рослин | | | | | | | | |
| | контроль, г | мікофренд | | | | **міковітал** | | | |
| | | **г** | **+- до контролю** | | **P-level** | **г** | **+- до контролю** | | **P-level** |
| | | | **г** | **%** | | | **г** | **%** | |
| 30 | 3,70 | 6,78 | 3,08 | 83,2 | 0,001 | 5,78 | 2,08 | 56,3 | 0,009 |
| 60 | 5,98 | 7,86 | 1,88 | 31,4 | 0,009 | 7,30 | 1,32 | 22,0 | 0,02 |
| 90 | 11,22 | 16,52 | 5,30 | 47,2 | 0,008 | 15,37 | 4,15 | 37,0 | 0,009 |
| 120 | 24,17 | 32,03 | 7,85 | 32,5 | 0,009 | 29,21 | 5,04 | 20,9 | 0,01 |
| Кукурудза | | | | | | | | | |
| 30 | 74 | 109 | 35 | 48,1 | 0,008 | 101 | 27 | 37,1 | 0,009 |
| 60 | 1632 | 3755 | 2123 | 130,1 | 0,001 | 2561 | 929 | 56,9 | 0,004 |
| 90 | 2550 | 4977 | 2427 | 95,2 | 0,004 | 3990 | 1440 | 56,5 | 0,004 |
| 120 | 1358 | 2643 | 1285 | 94,7 | 0,004 | 1888 | 530 | 39,0 | 0,009 |

**Висновки.** За використання мікоризоутворювальних грибів отримано позитивні результати щодо їхнього впливу на формування запасу продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см. Зокрема, у посівах пшениці м'якої озимої та кукурудзи звичайної у варіантах із грибами *Tuber melanosporum VITTAD*. (препарат Міковітал) і *Trichoderma harzianum RIFAI* (препарат Мікофренд) у різні терміни вегетації рослин (30, 60, 90 і 120 днів) запас продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–30 см був на 5,3–47,8% більший, ніж у контролі. Таке зростання цього показника стало можливим завдяки збільшенню маси кореневої системи цих культур за її мікоризації, яка в рослин пшениці м'якої озимої була на 13,7–83,2%, а в рослин кукурудзи звичайної на 21,1–130,1% більшою, ніж у контролі.

**Список використаних джерел**

1. Камінський В.Ф., Гангур В.В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. № 3. С. 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01.

2. Значення родючості ґрунтів та дотримання законів землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективному використанні вологи рослинами в умовах Південного Степу України / В.В. Гамаюнова та ін. The collection of scientific works of "Azerbaijan Scientific-Production Association of Hydraulic Engineering and Amelioration" for 2019. Baku : Elm, 2019. Vol. 39. P. 192–198.

3. Гамаюнова В.В. Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти : колективна монографія / за ред. С.А. Балюка та ін. Харків : Стильна типографія, 2018. С. 108–126.

4. Change of yield and baking qualities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the Central Forestry of Ukraine / T. Panchenko et al. *Plant Archives.* 2019. Vol. 19. № 1. P. 1107–1112.

5. The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years / V.V. Gamayunova et al. *Science and Education a New Dimension.* 2019. Vol. VII (26). Iss. 215. P. 7–10. DOI: 10.31174/SEND-NT2019-215VII26-01.

6. Демиденко О.В. Режим зволоження чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки.* 2021. Т. 99. № 10. С. 14–22. DOI: 10.31073/agrovisnyk202110-02.

7. Томашук О.В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво.* 2018. Вип. 85. С. 63–70.

8. Іванова Н.В. Формування урожайності кукурудзи залежно від впливу біопрепаратів в умовах фермерського господарства «Олександрівське» Криворізького району Дніпропетровської області : магістерська дипломна робота : 201 «Агрономія ; Дніпровський держ. аграрно-екон. ун-т. Дніпро, 2021. 69 с. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/4193.

9. Вплив біофунгіцидів, стимуляторів росту та їх комбінацій на водоспоживання соняшника в незрошувальних умовах зони Степу / Є.О. Домарацький та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2020. Вип. 33. С. 23–32.

10. Цилюрик О.І., Десятник Л.М. Водний режим ґрунту в посівах соняшнику. *Агробізнес сьогодні.* 2017. № 8. С. 34–40.

11. Козлова О.П. Продуктивність соняшника при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на Півдні України : дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / Херсон. держ. аграр. ун-т. Херсон, 2019. 184 с.

12. Протравка семян – основа защиты зерновых культур. О главных проблемах защиты зерновых колосовых культур в вопросах и ответах (практические рекомендации) / А.Л. Зозуля и др. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=81.

13. Сендецький В.М. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності рослин соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2017. № 3. С. 40–43.

14. Effect of superabsorbent on soil moisture, productivity and some physiological and biochemical characteristics of basil / M. Havrilyuk et al. *Agronomy Research.* 2021. Vol. 19. № 2. P. 394–407. DOI: 10.15159/ar.21.080.

15. Productivity and quality of diverse ripe pasture grass fodder depends on the method of soil cultivation / U. Karbivska et al. *Acta Agrobotanica.* 2020. Vol. 73. Iss. 3. Article 7334. DOI: 10.5586/aa.7334.

16. Домарацький Є.О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2018. № 1. DOI: 10.31548/dopovidi2018.01.018.

17. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини / В.В. Базалій та ін. *Зрошуване землеробство.* 2019. № 71. С. 5–10. DOI: 10.32848/0135-2369.2019.71.1.

18. Домарацький Є.О., Козлова О.П. Економічне обґрунтування використання екологобезпечних препаратів у технологічних схемах вирощування соняшника. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 111. С. 60–68. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.8.

19. Методика наукових досліджень в агрономії / В.Г. Дідора та ін. Київ, 2013. 264 с.

20. Методика селекційного експерименту (у рослинництві) / Е.Р. Ермантраут та ін. Харків : ХНАУ, 2014. 229 с.

21. Методика наукових досліджень в агрономії / Е.Р. Ермантраут та ін. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2018. 104 с.

**Dymytrov S. H.**
*Doctoral Student at the Department of Crop Production*
*National University of Bioresources and Nature Resources Use*
*Kyiv, Ukraine*
***E-mail:*** *sdimitrov@ukr.net*
***ORCID:*** *0000-0002-0377-9596*

**Sabluk V. T.**
*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*
*Head of the Entomology Sector, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*
*of National Academy of Agrarian Sciences*
*Kyiv, Ukraine*
***E-mail:*** *zachyst_roslyn@ukr.net*
***ORCID:*** *0000-0002-6124-4346*

# INCREASING PRODUCTIVE MOISTURE CONTENT IN THE SOIL DUE TO MYCORRHIZATION OF THE ROOT SYSTEM OF CROPS BY MYCORRHIZAL FUNGI

***Abstract***

***Introduction.*** *It is known that the lower soil horizons are moistened due to autumn and winter precipitation, while the upper ones – by summer precipitation. In summer, moisture intensively evaporates at high air temperatures. Only 30–50% of the moisture accumulated in the soil due to precipitation remains in the soil. In extremely dry years, this percentage can usually be much lower. In this regard, one of the main problems in agriculture is the preservation and rational use of productive moisture reserves.* ***Purpose****. To determine the effect of mycorrhization of the root system of crops by mycorrhiza-forming fungi on the formation of productive moisture reserves in the upper soil layer.* ***Methods****. Field, laboratory, and statistical.* ***Results****. The use of mycorrhizal fungi positively affected the formation of productive moisture reserves in the 0–30 cm soil layer. In particular, the use of Tuber melanosporum Vittad. fungi (bio preparation Mycovital) and Trichoderma harzianum Rifai. (bio preparation Mycofriend) in the sowings of winter wheat and corn (Zea mays) at different periods of plant vegetation (30, 60, 90, and 120 days) increased the productive moisture content in the 0–30 cm soil layer by 5.3–47.8% compared to control. Such an increase in the soil moisture content was maintained by the increase in the root mass of the crops due to mycorrhization and was higher, compared to control, by 13.7–83.2% in winter wheat and 21.1–130.1% in corn. The accumulation of higher productive moisture reserves in the soil in the treatments with mycorrhiza compared to the control occurs because of the ability of fungi to create a mass of thin absorbent hyphae that penetrate the smallest pores of the soil and thus increase the absorption of nutrients and moisture.* ***Originality****. The scientific novelty of the research results lies in the substantiation of original conceptual statements which are of theoretical and practical significance.* ***Conclusion.*** *Mycorrhizal fungi contribute to the accumulation of productive moisture reserves in the upper soil layer via the increase in the root mass of crops and the formation of absorptive filamentous hyphae that penetrate the smallest pores of the soil.*

***Key words:*** *moisture provision, mycorrhiza, soil, bio preparations, hyphae, pores, root system.*

**References**

1. Kaminskyi, V.F., & Gangur, V.V. (2018). Dynamics of productive moisture in the soil for the cultivation of winter wheat in the crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01.

2. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Hlushko, T.V., & Muzyka, N.M. (2019). The importance of soil fertility and compliance with agricultural laws in increasing grain production and effective use of moisture by plants in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. In The collection of scientific works of "Azerbaijan Scientific-Production Association of Hydraulic Engineering and Amelioration" for 2019 (Vol. 39, pp. 192–198). Elm.

3. Hamaiunova, V.V. (2018). Irrigation efficiency and the effect of fertilizers on the use of moisture by plants and increasing the sustainability of agriculture in the Steppe zone. In S.A. Baliuk, V.V. Medvediev, & B.S. Nosko (Eds), Adaptation of agricultural technologies to climate change: soil and agrochemical aspects (pp. 108–126). Stylna typohrafiia.

4. Panchenko, T., Losinskiy, T., Gamayunova, V., Tsentilo, L., Khakhula, V., Fedoruk, V., Pokatylo, I., & Gorodetskiy, O. (2019). Change of yield and baking qualities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the Central Forestry of Ukraine. Plant Archives, 19 (1), 1107–1112.

5. Gamayunova, V.V., Fedorchuk, M.I., Kuvshinova, A.O., & Nagirniy, V.V. (2019). The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. Science and Education a New Dimension, VII (215), 7–10. DOI: 10.31174/SEND-NT2019-215VII26-01.

6. Demydenko, O. (2021). Mode of humidification of degraded chornozem under different fertilizer systems. Bulletin of Agricultural Science, 99(10), 14–22. DOI: 10.31073/agrovisnyk202110-02.

7. Tomashuk, O.V. (2018). Productivity of corn sowings under the effect of different farming systems in the conditions of the right-bank Forest-Steppe. Feeds and Feed Production, (85), 63–70.

8. Ivanova, N.V. (2021). The formation of corn productivity depending on the effect of biological preparations in the conditions of the farm "Oleksandrivske" of the Kryvorizka district of the Dnipropetrovsk region [Master's thesis, Dnipro State Agrarian and Economic University]. Electronic Dnipro State Agrarian and Economic University Repository. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/4193.

9. Domaratskyi, Ye.O., Kozlova, O.P., Domaratskyi, O.O., Kaplina, A.I., & Koruniak, O.P. (2020). The impact of bio-fungicides, growth stimulators and their combinations on sunflower water intake under non-irrigated conditions of the Steppe zone. Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics, (33), 23–32.

10. Tsyliuryk, O.I., & Desiatnyk, L.M. (2017). Soil water regime in sunflower crops. Agribusiness Today, (8), 34–40.

11. Kozlova, O.P. (2019). Sunflower productivity when applying biologicals and growth promoters in cultivation technology in the Southern Ukraine [Unpublished Cand. Agric. Sci. Diss.]. Kherson State Agrarian University, Ukraine.

12. Zozulya, A.L., Boyko, I.O., & Makarenko, M.Kh. (n.d.). Seed dressing is the basis for the protection of grain crops. In About the main problems of the protection of cereal crops in questions and answers (practical recommendations). AgroMage.com. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=81.

13. Sendetskiy, V.M. (2017). Effect of growth regulators on plant growth and development of sunflower on yield formation. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University* (3), 40–43.

14. Havrilyuk, M., Fedorenko, V., Ulianych, O., Kucher, I., Yatsenko, V., Vorobiova, N., & Lazariev, O. (2021). Effect of superabsorbent on soil moisture, productivity and some physiological and biochemical characteristics of basil. Agronomy Research, 19(2), 394–407. URL: https://doi.org/10.15159/ar.21.080.

15. Karbivska, U., Kurgak, V., Gamayunova, V., Butenko, A., Malynka, L., Kovalenko, I., Onychko, V., Masyk, I., Chyrva, A., Zakharchenko, E., Tkachenko, O., & Pshychenko, O. (2020). Productivity and quality of diverse ripe pasture grass fodder depends on the method of soil cultivation. Acta Agrobotanica, 73 (3), Article 7334. DOI: 10.5586/aa.7334.

16. Domaratskyi, Ye.O. (2018). Influence of growth regulators and mineral nutrition on nutrient status of sunflower. Scientific reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, (1). DOI: 10.31548/dopovidi2018.01.018.

17. Bazaliy, V.V., Domaratskyi, Ye.O., & Kozlova, O.P. (2019). Influence of biofungicides and growth stimulants on sunflower productivity and quality of oilseeds. Irrigated Agriculture, (71), 5–10. DOI: 10.32848/0135-2369.2019.71.1.

18. Domaratskyi, Ye.O., & Kozlova, O.P. (2020). Economic substantiation of use of environmentally friendly preparations in technological schemes of cultivation of sunflower. Taurian Scientific Herald, (111), 60–68. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.8.

19. Didora, V.H., Smahlii, O.F., Ermantraut, E.R., Hudz, V.P., Moiseienko, V.V., Manko, Yu.P., Trofymenko, P.I., Saiuk, O.A., Derebon, I.Yu., & Khrapiichuk, P.P. (2013). Methods of scientific research in agronomy. Tsentr uchbovoi literatury.

20. Ermantraut, E.R., Hoptsii, T.I., Kalenska, S.M., Kryvoruchko, R.V., Turchynova, N.P., & Prysiazhniuk, O.I. (2014). Selection experiment method (in crop production). Kharkiv National Agrarian University.

21. Ermantraut, E.R., Karpuk, L.M., Vakhnii, S.P., Kozak, L.A., Pavlichenko, A.A., & Filipova, L.M. (2018). Methodology of scientific research in agronomy. Bilotserkivdruk.