

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ СИМБІОТИЧНИМИ ГРИБАМИ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЧЕРЕШНІ В УМОВАХ ЗАЛУЖЕННЯ ПРИРОДНИМИ ТРАВАМИ ТА ГІСОПОМ ЛІКАРСЬКИМ

Герасько Т. В., Тодорова Л. В.

ВСТУП

Ми хочемо жити в більш справедливому, більш стабільному світі і залишити після себе землю в найкращому стані для майбутніх поколінь, тому вважаємо своїм обов'язком, як агрономів, надати людям повністю природну технологію вирощування садів, яка базується на місцевих ресурсах і не залежить від додаткових витрат на добрива та засоби захисту рослин. Як варіант такої технології пропонуємо застосування в садах мікоризних грибів та залуження з лікарських рослин. За такого підходу біоценоз саду набуває додаткових рис: дерева мають розвинуту кореневу систему, що створює середовище існування для численної ґрунтової біоти (у тому числі й для мікоризних грибів); дерева дають тінь, що полегшує існування трав у спекотні літні місяці; дерева дають опад, який слугує мульчею та удобрює ґрунт. Трави слугують «живою мульчею», покращуючи водний режим, фізичний стан ґрунту¹ та захищаючи його від ерозії²; трави мають власну ризосферу, що є середовищем існування численної ґрунтової біоти³, яка збагачує ґрунт на органічну речовину, постачає рослинам азот (через симбіотичних та асоціативних бактерій-азотфіксаторів)⁴, фосфор (через бактерій-фосфат-солюбілізаторів)⁵; квітучі трави приваблюють комах-запилювачів⁶ та дають живлення корисним комахам⁷; леткі сполуки, що виділяють у

¹ Fidalski J. Tormena C.A., da Silva A.P. Least limiting water range and physical quality of soil under groundcover management systems in citrus. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2010. № 67(4). DOI: 10.1590/S0103-90162010000400012

² Duran Zuazo V.H. et al. Soil conservation measures in rainfed olive orchards in south-eastern Spain: impacts of plant strips on soil water dynamics. *Pedosphere*. 2009. № 19. P. 453–464. DOI: 10.1016/S1002-0160(09)60138-7

³ Yao S.R., Merwin I.A., Bird G.W. et al. Orchard floor management practices that maintain vegetative or biomass groundcover stimulate soil microbial activity and alter soil microbial community composition. *Plant Soil*. 2005. № 271(1/2). P. 377–389. DOI: 10.1007/s11104-004-3610-0

⁴ Raymond J., Siefert J.L., Raymond J. et al. The natural history of nitrogen fixation. *Mol. Biol. Evol.* 2004. № 21. P.541-554. DOI: 10.1093/molbev/msh047

⁵ Khan M.S. Zaidi A., Wani P.A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – a review. *Agron. Sustain. Dev.* 2006. № 27. P. 29-43. DOI: 10.1051/agro:2006011

⁶ Christmann S. et al. Farming with alternative pollinators increases yields and incomes of cucumber and sour cherry. *Agron. Sustain. Dev.* 2017. № 37. P. 24. DOI: 10.1007/s13593-017-0433-y

⁷ Belz E. et al. Olfactory attractiveness of flowering plants to the parasitoid *Microplitis mediator*: potential implications for biological control. *BioControl*. 2013. № 58. P. 163–173. DOI: 10.1007/s10526-012-9472-0

повітря трави (особливо лікарські рослини), можуть дезорієнтувати комах-шкідників та мати фунгіцидний ефект⁸. Мікоризні гриби забезпечують своїх рослин-партнерів вологою⁹, азотом¹⁰, фосфором, ферментами, гормонами, мікроелементами, вітамінами та іншими біологічно-активними речовинами¹¹, устанавлюють симбіоз із корисними бактеріями ризосфери¹², виділяють гломалін, який оптимізує агрегатний стан ґрунту¹³. Мікоризація може сприяти більшому утворенню пилку на квітах мікоризованої рослини та більшому зав'язуванню плодів (припускають, що це пов'язане з постачанням фосфору¹⁴). Непорушена мікоризна мережа може зв'язувати рослини між собою, забезпечуючи обмін інформацією та поживними елементами¹⁵. Лікарські трави, на додаток до екологічних послуг, можуть бути використані для покращення здоров'я фермерів та їхніх родин і дають ще й комерційну вигоду¹⁶.

Попри всі передбачені екологічні переваги і привабливі ціни на органічну продукцію¹⁷, нині в Україні органічну черешню практично не вирощують. Природне землеробство, зокрема садівництво, натепер викликає скептичне ставлення у сільгоспвиробників, оскільки врожайність дерев може знижуватись через недостатнє розуміння механізмів природного регулювання агробіоценозу саду.

Таким чином, мікоризація та залуження лікарськими рослинами є перспективними напрямками для впровадження в агрономічну практику, оскільки можуть допомогти скоротити застосування хімічних добрив та

⁸ Khan R. et al. Determination and seasonal variation of chemical constituents of essential oil of *Hyssopus officinalis* growing in Kashmir valley as incorporated species of Western Himalaya. *Chemistry of Natural Compounds*. 2012. 48(3). P. 502-505. DOI: 10.1007/s10600-012-0290-5

⁹ Balestrini R. et al. Improvement of plant performance under water deficit with the employment of biological and chemical priming agents. *Journal of Agricultural Science*. 2018. № 156. P. 680–688. DOI: 10.1017/S0021859618000126

¹⁰ Govindarajulu M. et al. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature*. 2005. № 435. P. 819–823. DOI: 10.1038/nature03610

¹¹ Wipf D. et al. Trading on the arbuscular mycorrhiza market: from arbuscules to common mycorrhizal networks. *J. Arboriculture*. 2019. № 223(3). P. 1127-1142. DOI: 10.1111/nph.15775

¹² Benizri E., Baudoin E., Guckert A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*. 2001. № 11. P. 557 – 5674. DOI: 10.1080/09583150120076120

¹³ Майк Амарантус, Джефф Андерсон и Дейв Перри. Формирование Органического Вещества в Почве Биологическим Путем Преимущества Инокуляции Семян Микоризой. URL: https://eko-bion.io.ua/s1086888/inokulyaciya_semyan_mikorizoy

¹⁴ Lu X.H., Koide R.T. The Effects of Mycorrhizal Infection on Components of Plant-Growth and Reproduction. *New Phytologist*. 1994. 128(2). P. 211-218. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1994.tb04004.x

¹⁵ Barto E.K. et al. Fungal superhighways: do common mycorrhizal networks enhance below ground communication? *Trends in Plant Sciences*. 2012. № 17. P. 633– 637. DOI: 10.1016/j.tplants.2012.06.007

¹⁶ Рубан Н. Трав'яний бізнес: чим і як займатися. 24 травня 2019 р. URL: https://uhbdp.org/ua/news/project-news/1933-traviany-biznes-chym-i-iaak-zaimatysia?utm_source=CD&utm_medium=uhbdp_email&utm_campaign=newsletter73&_cldee=dGF0YW5hZ2VyYXNrb0BnbWFPbC5jb20%3d&recipientsid=contact-fa59f02f1048e61180e9c4346bdc22f1-bf

¹⁷ Органічні продукти в Україні: що це і де купити. URL: http://www.prostobank.ua/blog/osobisti/byudzheth/organichni_produkty_v_ukrayini_scho_tse_i_de_kupiti

пестицидів, що сприятиме встановленню сталого (стабільного) сільського господарства майбутнього на основі екосистемних послуг¹⁸. Але для того щоб переконати виробників упровадити природну технологію, потрібне її наукове обґрунтування. Проте сьогодні в науковій літературі існує лише декілька повідомлень щодо застосування мікоризних грибів у саду кісточкових культур^{19,20}. Відомості щодо застосування для залуження саду лікарських рослин також обмежені^{21,22}. Тому нашою метою було дослідити вплив мікоризних грибів і залуження лікарськими рослинами на продуктивність черешні.

1. Умови та методика досліджень

Завданням нашого дослідження було визначити річний приріст діаметру штамбу дерев, сумарний річний приріст пагонів, площу листків, кількість квітів, ступінь зав'язування плодів, розмір та масу плоду, співвідношення маси плоду і маси кісточка та біологічну врожайність черешні за дії симбіотичної мікоризи в умовах залуження природними травами та гісопом лікарським.

1.1. Ґрунтово-кліматичні умови досліджень

Дослід закладено в дослідному саду ТДАТУ (с. Зелене, Мелітопольського р-ну, Запорізької обл.). Ґрунт дослідної ділянки каштановий, солонцюватий, супіщаний, зі слаболужною реакцією ґрунтового розчину. Ґрунтові умови дослідного саду є сприятливими для мікоризації, оскільки показано, що низький рівень забезпечення ґрунтів азотом та фосфором сприяє колонізації коренів рослин симбіотичними грибами²³. Дослідна ділянка знаходиться в зоні Степу. Ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу України в цілому відносно сприятливі для вирощування черешні. Середня багаторічна температура повітря в період вегетації сприятлива для росту і розвитку черешні (табл. 1).

¹⁸ Sandhu H.S. et al. The future of farming: the value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach. *Ecol Econ.* 2008. № 64. P. 835–848. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.05.007

¹⁹ Pinochet J. et al. Interaction between the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the mycorrhizal association of *Glomus intraradices* and Santa Lucia 64 cherry rootstock. *Plant and Soil.* 1995. 170(2). P. 323–329. DOI: 10.1007/BF00010485

²⁰ Rutto K. L. et al. Effect of root-zone flooding on mycorrhizal and non-mycorrhizal peach (*Prunus persica* Batsch) seedlings. *Scientia Horticulturae.* 2002. 94(3-4). P. 285-295. DOI: 10.1016/S0304-4238(02)00008-0

²¹ Tripathi P. et al. Fruit yield and quality characteristics of high density *Prunus persica* (L.) Batsch plantation intercropped with medicinal and aromatic plants in the Indian Western Himalayas. *Agroforest Syst.* 2019. № 93(5). P. 1717–1728. DOI: 10.1007/s10457-018-0276-9

²² Song B.Z. et al. Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard. *BioControl.* 2010. 55(6). P. 741–751. DOI: 10.1007/s10526-010-9301-2

²³ Martinez T. N., Johnson N. C. Agricultural management influences propagule densities and functioning of arbuscular mycorrhizas in low- and high-input agroecosystems in arid environments. *Applied Soil Ecology.* 2010. № 46(2). P. 300-306. DOI: 10.1016/j.apsoil.2010.07.001

**Кліматичні та гідротермічні умови району досліджень
за даними метеостанції «Мелітополь» (1979–2019 рр.)**

Показник	Місяць												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$t_{\text{ср.б.}}, ^\circ\text{C}$	-1,9	-1,3	3,1	10,5	16,9	21,3	23,6	23,2	17,2	10,5	4,1	0,0	10,6
$t_{2019}, ^\circ\text{C}$	-0,3	1,0	3,8	11,4	18,3	25,3	23,1	23,6	17,9	11,8	6,3	3,7	12,2
$T_{\text{абс.макс.}}, ^\circ\text{C}$	14,5	20,1	22,5	32,3	35,2	36,8	39,5	41,0	37,7	33,6	23,8	17,2	41,0
$T_{\text{ср. з макс.}}, ^\circ\text{C}$	8,6	10,3	16,7	24,3	29,8	33,4	35,7	35,7	30,6	24,1	16,4	10,9	36,8
$T_{\text{макс.2019}}, ^\circ\text{C}$	9,1	13,1	17,3	25,6	31,8	36,4	35,2	36,8	32,8	26,3	23,8	11,5	36,8
$T_{\text{абс.мін.}}, ^\circ\text{C}$	-26,3	-25,1	-17,3	-19,5	-0,6	5,4	1,1	5,0	-1,6	-8,4	-15,7	-21,8	-26,3
$T_{\text{ср. з мін.}}, ^\circ\text{C}$	-15,7	-13,5	-7,6	-1,5	4,1	9,6	12,1	10,9	4,5	-2,1	-7,0	-12,4	-18,0
$T_{\text{мін.2019}}, ^\circ\text{C}$	-14,0	-9,5	-5,3	-2,0	5,6	9,8	13,4	11,0	2,9	-1,6	-7,7	-5,8	-14,0
$R_{\text{ср}}, \text{мм}$	44	34	36	35	48	53	44	35	39	32	37	43	480
$R_{2019}, \text{мм}$	52	11	38	49	96	14	42	55	13	19	20	32	441
$\text{ГТК}_{\text{ср}}$	–	–	–	1,1	0,9	0,9	0,6	0,5	0,7	1,1	–	–	0,8
ГТК_{2019}	–	–	–	1,4	1,7	0,2	0,6	0,8	0,2	0,5	–	–	0,7

Примітки: $t_{\text{ср.б.}}$ – середня багаторічна температура повітря; t_{2019} – середня температура повітря у 2019 році; $T_{\text{абс.макс.}}$ – абсолютний максимум температури повітря; $T_{\text{ср. з макс.}}$ – середня з абсолютних максимумів; $T_{\text{макс.2019}}$ – максимальна температура повітря у 2019 році; $T_{\text{абс.мін.}}$ – абсолютний мінімум температури повітря; $T_{\text{ср. з мін.}}$ – середня з абсолютних мінімумів; $T_{\text{мін.2019}}$ – мінімальна температура повітря у 2019 році; $R_{\text{ср}}$ – середня багаторічна кількість опадів; R_{2019} – кількість опадів у 2019 році; $\text{ГТК}_{\text{ср}}$ – середній багаторічний гідротермічний коефіцієнт Селянінова; ГТК_{2019} – гідротермічний коефіцієнт Селянінова у 2019 році.

Ймовірність загибелі плодових насаджень від зимових морозів практично відсутня. Заморозки в квітні (до мінус $1,5^\circ\text{C}$ й нижче) можуть призвести до загибелі квіток та зав'язі черешні залежно від фази розвитку рослин та дати настання заморозку. За період з квітня по жовтень включно на території зони випадає близько 286 мм опадів, тоді як максимально можливе випаровування перевищує вказаний показник приблизно в два рази²⁴. Це підтверджує належність району до посушливої зони. У теплий період року часто спостерігається атмосферна посуха. Ймовірність настання бездощових періодів тривалістю понад 50 діб – 40%. Майже щорічно протягом трьох – шести декад і більше рослини ростуть за несприятливого режиму зволоження ґрунту, тобто за наявності запасів продуктивної вологи в орному шарі менше 19 мм. Крім того, протягом року буває в середньому 56 діб із суховіями.

Значення гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК) коливаються залежно від пори року. Початок активної вегетації (квітень) та її кінець (жовтень) у середньому досить зволожені (ГТК сягає 1,1), решта періоду –

²⁴ Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 247 с. С. 142–144.

звичайно посушлива. Найпосушливіші місяці – липень і серпень: середньобагаторічні значення ГТК становлять 0,5–0,6, що свідчить про сильну посуху. Саме в цей період відбувається диференціація плодкових бруньок черешні, тому дуже посушливі умови можуть негативно відобразитися на врожайності культури в наступному році. Незважаючи на те, що черешня відноситься до посухостійких плодкових культур, тривала дія комплексу високих температур та дефіциту вологи може призвести до часткового скидання деревом листків.

Аналіз погодних умов 2019 року показав, що гідротермічний режим періоду дослідження дещо відрізнявся від середньобагаторічних даних (норми). Мінімальні температури повітря не опускалися нижче мінус 14,0°C (див. табл. 1), тобто не було загрози вимерзання. Весняні заморозки на початку квітня були слабкими (до мінус 2,0 °C) і викликали лише неістотну загибель квіток, що практично не відобразилося на кількості врожаю черешні.

Середньомісячна температура повітря в травні й червні 2019 року суттєво перевищувала норму, що спричинило стрімке дозрівання всіх сортів черешні у відносно короткі строки. Високі температури повітря, значна кількість опадів у травні і, як наслідок, надмірна зволоженість цього періоду (ГТК 1,7) стали причиною погіршення якості врожаю плодів черешні через ушкодження їх гнилями. До кінця вегетації тривала загальна посуха різної інтенсивності.

Встановлено, що наприкінці третьої декади березня і квітня 2019 року запаси продуктивної вологи в ґрунті (0–60 см) становили відповідно 31,5 та 32,1 мм. З другої декади червня по третю декаду вересня в кореневмісному шарі ґрунту запаси продуктивної вологи були відсутні (0 мм), а зливові опади на початку серпня не сприяли суттєвому збільшенню продуктивної вологи, якої до третьої декади зберіглося лише 1,5 мм. Отже, влітку 2019 року спостерігалася тривала ґрунтова посуха.

1.2. Матеріали досліджень

Дослідження проводилися на деревах черешні сорту Ділема, щеплених на антипці (*Prunus mahaleb*), 2011 року садіння. Дерева були посаджені за схемою 7x5 м. Для інокуляції коренів дерев черешні застосовували препарати MycoApply Superconcentrate 10 і MycoApply Micronized Endo/Ecto. MycoApply Superconcentrate 10 – це концентрований, тонкий, суспендований матеріал розміром частинок менше 300 мкм, що містить по 10 млн. ендомікоризних пропагул на фунт 4 видів грибів: *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*²⁵. Дерева черешні можуть утворювати

²⁵ MycoApply Mycorrhizal Product Line: What is the Best Option for You? URL: <https://mycorrhizae.com/mycoapply-mycorrhizal-product-line-what-is-the-best-option-for-you/>

симбіотичні зв'язки як з ендомікоризними, так і з ектомікоризними грибами²⁶. Ендомікоризні гриби характеризуються як теплолюбні, але є інформація, що вони можуть існувати в помірних широтах²⁷ та продовжують нарощувати гіфи і постачати азот рослині-господарю за зниження температури до 10–12°C²⁸. У разі несприятливих кліматичних умов вони переходять у фазу спори і чекають поліпшення умов, тому можуть бути використані в умовах нашої кліматичної зони. MusoArplay Micronized Endo/Ecto – концентрований, тонкий, суспендований порошковий мікоризний інокулянт з розміром частинок менше 300 мкм, що містить мікоризні пропагули 4 видів ендомікоризних грибів (по 1 млн пропагул на фунт *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum* та *Glomus etunicatum*) та 7 видів ектомікоризних грибів (по 5,5 млн пропагул на фунт *Rhizopogon villosulus*, *Rhizopogon luteolus*, *Rhizopogon amylopogon*, *Rhizopogon fulvigleba*; 100 млн пропагул на фунт *Pisolithus tinctorius*; по 5 млн пропагул на фунт *Scleroderma sera* і *Scleroderma citrinum*). Приблизно 95% існуючих видів рослин можуть утворювати симбіотичні стосунки принаймні з одним із цих видів грибів. Ектомікоризні гриби часто зустрічаються в природних біоценозах помірного клімату, тому можуть мати переваги порівняно з ендомікоризними грибами в умовах Південного Степу України.

Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*) – широко відома лікарська рослина²⁹, яка має високу стійкість до спеки, посухи та бідних ґрунтів³⁰, добре витримує конкуренцію з природними травами³¹. У науковій літературі є повідомлення щодо успішного застосування мікоризних інокулянтів на лікарських рослинах^{32, 33}, тому гісоп лікарський може

²⁶ Mycorrhizal Status of Plant Species and Genera. URL: <https://mycorrhizae.com/wp-content/uploads/2017/04/Status-of-Families-and-Genera-New-v1.3.pdf>

²⁷ Read D., Perez-Moreno J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? *New Phytol.* 2003. № 157. P. 475-492. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00704.x

²⁸ Barrett G. et al. The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus hoi* can capture and transfer nitrogen from organic patches to its associated host plant at low temperature. *Applied Soil Ecology.* 2011. 48(1). P. 102-105. DOI: 10.1016/j.apsoil.2011.02.002

²⁹ Dzamic A.M. et al. Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *pilifer* (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts. *Industrial Crops and Products.* 2013. № 51. P. 401-407. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.09.038

³⁰ Єрмаков С.В., Белова Т.О. Фармакологічні властивості, біологічні особливості та технологія вирощування гісопу лікарського. *Матеріали II науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва» 17–18 квітня 2014 р.,* Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава. С. 33-35. URL: <https://www.pdaa.edu.ua>

³¹ Корнілова Н.А. Агроекологічне обґрунтування формування декоративних та оздоровчих фітокомплексів із використанням лікарських рослин. *Физиология растений и генетика.* 2015. № 47(3). С. 244-252. URL: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis

³² Awasthi A. et al. Synergistic effect of *Glomus mosseae* and nitrogen fixing *Bacillus subtilis* strain Daz26 on artemisinin content in *Artemisia annua* L. *Applied Soil Ecology.* 2011. № 49. P. 125-130. DOI: 10.1016/j.apsoil.2011.06.005

³³ Arango M. et al. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.). *Bras J Med Plants.* 2012. № 14(4). P. 692–699. DOI: /10.1590/S1516-05722012000400018

бути використаний у запропонованій нами технології штучного біоценозу з деревами черешні та мікоризними грибами.

Природні трави – на дослідній ділянці спонтанна рослинність навесні представлена такими рослинами, як кучерявець Софії (*Descurainia Sophia* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.) **роман польовий** (*Anthemis arvensis* L.), **вика волохата** (*Vicia villosa*), пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), свинорий пальчастий (*Cynodon dactylon* L.). Із середини літа у травостої переважає вівсюг звичайний (*Avena fatua*). Трапляються невеликі куртини лікарських трав – деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), синяк звичайний (*Echium vulgare* L.), сокирки польові (*Delphinium consolida*), **дивина** лікарська (*Verbascum phlomoides*).

1.3. Агротехніка в досліді

Загальна площа органічного саду черешні становить 1,4 га, причому на половині площі (0,7 га) з 2013 року як жива мульча ростуть природні трави, які періодично скошуються (скошена маса залишається на місці). На другій половині площі (0,7 га) у жовтні 2017 року були посіяні лікарські трави, з яких найкраще прижився гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*). Інокуляцію мікоризними грибами проводили у вересні 2018 року відповідно до інструкцій виробника³⁴: у пристовбурному колі за радіусом, меншим від проекції крони, робили 5 проколювань ґрунту на глибину 10 см під кутом 45 град. та вливали водну суспензію інокулянтів. Догляд за гісопом лікарським полягав у ручному прополюванні. Внесення мінеральних добрив та хімічний захист відсутні.

1.4. Схема досліду (опис варіантів)

1. Контроль – залуження природними травами, відсутність інокуляції (природні трави); 2. Залуження гісопом лікарським, відсутність інокуляції (гісоп лікарський); 3. Залуження природними травами, інокуляція MусоArplay Superconcentrate 10 (природні трави + ендомікориза); 4. Залуження гісопом лікарським, інокуляція MусоArplay Superconcentrate 10 (гісоп лікарський + ендомікориза); 5. Залуження природними травами, інокуляція MусоArplay Micronized Endo/Ecto (природні трави + енто-ектомікориза); 6. Залуження гісопом лікарським, інокуляція MусоArplay Micronized Endo/Ecto (гісоп лікарський + енто-ектомікориза).

Експеримент був проведений у чотирьох повтореннях. Кожна експериментальна ділянка містила по 4 контрольних дерева, оточених «захисними» деревами.

³⁴ Микориза – технологія. URL: <https://biak.com.ua>

1.5. Основні елементи обліків та спостережень

Річний приріст діаметру штамбу дерев (см), сумарний річний приріст пагонів (м/дерево), площа листків (м²/дерево), кількість квітів (шт/дерево), ступінь зав'язування плодів (%), розмір (діаметр, мм) та маса (г) плоду, співвідношення маси плоду і маси кісточки (%), біологічна врожайність черешні (кг/дерево).

1.6. Використані методики

Біометричні показники та врожайність дерев черешні визначали в період з квітня по жовтень 2019 року за загально прийнятими методами, описаними у П.В. Кондратенка і М.О. Бублика³⁵. Результати досліджень опрацьовано статистично методом дисперсійного аналізу³⁶.

2. Результати досліджень та їх обговорення

Річний приріст діаметру штамбу дерев черешні за умови залуження гісопом лікарським від контролю (природні трави) відрізнявся статистично неістотно (табл. 2), хоча помітна тенденція до зростання цього показника. Це можна пояснити оздоровленням ґрунту завдяки кореневим виділенням гісопу лікарського. Подібні тенденції вже описані в науковій літературі. Так, повідомлялося, що ґрунт під лікарськими рослинами містить більше азоту і фосфору та менше патогенної мікрофлори порівняно з ґрунтом під польовими культурами³⁷. Інокуляція коренів черешні ендомікоризою сприяла суттєвому збільшенню річного приросту діаметру штамбу, як на ділянках із природними травами, так і на ділянках з гісопом лікарським. Особливо ефективною для приросту діаметру штамбу виявилася інокуляція коренів черешні енто-ектомікоризою за умови залуження гісопом лікарським (річний приріст діаметру штамбу був у 3,4 рази більшим за контрольний варіант – залуження природними травами без інокуляції). Подібний позитивний вплив симбіотичних мікоризних грибів на ростові показники плодівих дерев достатньо описано в науковій літературі³⁸.

Сумарний річний приріст пагонів істотно не відрізнявся на ділянці із залуженням гісопом лікарським, порівняно із залуженням природними травами (див. табл. 2), але інокуляція дерев ендомікоризою сприяла суттєвому збільшенню річного приросту пагонів у цьому варіанті залуження (у 2,7 рази). Решта варіантів істотно не відрізнялися за цим показником, але помітна тенденція до зменшення річного приросту пагонів за інокуляції коренів дерев черешні ектомікоризою.

³⁵ Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодівими культурами. Київ: Аграрна наука, 1996. 95 с.

³⁶ Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.

³⁷ Du L., Zhao J., Abbas F. et al. Higher nitrates, P and lower pH in soils under medicinal plants versus crop plants. *Environ Chem Lett*. 2013. № 11(4). P. 385-390. URL: DOI: 10.1007/s10311-013-0419-1

³⁸ Rajesh Naik S. M. et al. Role of Arbuscular Mycorrhiza in Fruit Crops Production. *Int. J. Pure App. Biosci*. 2018. № 6(5). P.1126-1133. DOI:10.18782/2320-7051.7088

Ростові показники черешні (*Prunus avium* L. /*Prunus mahaleb*)

Варіант	Річний приріст діаметру штамбу, см	Сумарний річний приріст пагонів, м/дерево	Площа листків, м ² /дерево
Природні трави	0,5	41,9	60,1
Гісоп лікарський	0,8	42,0	62,0
Природні трави + ендомікориза	1,3	35,8	50,4
Гісоп лікарський + ендомікориза	1,1	58,3	44,3
Природні трави + енто-ектомікориза	1,3	35,4	55,3
Гісоп лікарський + енто-ектомікориза	1,7	36,2	28,9
НІР _{0,5}	0,54	5,01	4,71

За інокуляції мікоризою на ділянках із залуженням гісопом лікарським площа листової поверхні була істотно меншою порівняно з тими деревами, що не були інокульовані: у 1,3 рази – із застосуванням ендомікоризи та у 2,1 рази – із застосуванням енто-ектомікоризи. Слід зауважити, що за умови зрошення або в умовах закритого ґрунту мікоризація сприяє росту як коренів, так і надземної частини рослин^{39, 40}. Але в богарних умовах нашої дослідної ділянки, як бачимо (див. табл. 2), переважає ріст коренів. Зменшення річного приросту пагонів та загальної площі листової поверхні за інокуляції коренів черешні симбіотичною мікоризою можна пояснити перебудовою метаболізму дерев на користь першочергового росту кореневої системи для постачання мікоризним грибам фотосинтетично закріпленого карбону у вигляді цукрози⁴¹. Мікоризні гриби забезпечують рослинам-господарям більший доступ до поживних речовин та води⁴², але як винагороду за це рослина спрямовує 8–17% своїх фотосинтатів до коріння, щоб

³⁹ Josec B. F. et al. Efficiency of Arbuscular mycorrhizal fungi on growth of aldrighi peach tree rootstock. *Bragantia*. 2009. № 68 (4). P. 931-940 (2009). DOI:10.1590/S0006-87052009000400013

⁴⁰ Yilmaz N., Çetiner S., Ortaş İ. The Effect of Mycopphiza on Plant Growth during Acclimatization of Some in Vitro Grown Sweet Cherry Rootstocks. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2020. № 13 (1). P. 10-19. URL: <http://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/489>

⁴¹ Boldt K. et al. Photochemical processes, carbon assimilation and RNA accumulation of sucrose transporter genes in tomato arbuscular mycorrhiza. *Journal of Plant Physiology*. 2011. № 168 (11). P. 1256-1263. DOI: 10.1016/j.jplph.2011.01.026

⁴² Bago B., Pfeffer P.E., Zipfel W. et al. Tracking metabolism and imaging transport in arbuscular mycorrhizal fungi. Metabolism and transport in AM fungi. *Plant and Soil*. 2002. № 244. P. 189–197. DOI: 10.1023/A:1020212328955

«нагодувати» гриба-партнера⁴³. Для такої перебудови метаболізму рослин у мікоризних грибів є декілька засобів. Наприклад, індукція синтезу певних фітогормонів ґрунтовими бактеріями (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobia* та *Azotobacter* spp.), які у свою чергу знаходяться в симбіозі з мікоризними грибами⁴⁴.

На ділянках, залужених гісопом лікарським, спостерігалася тенденція до збільшення кількості квітів на деревах черешні порівняно з ділянками, залуженими природними травами (табл. 3).

Таблиця 3

Показники продуктивності черешні (*Prunus avium* L. / *Prunus mahaleb*)

Варіант	Кількість квітів, шт/дерево	Ступінь зав'язування плодів, %	Діаметр плоду, мм	Маса плоду, г	Маса камінця, % від маси плоду	Біологічна врожайність, кг/дерево
Природні трави	287	26	23	6,7	7,6	0,5
Гісоп лікарський	374	34	21	5,5	9,3	0,7
Природні трави + ендомікориза	361	39	22	7,1	7,7	1,0
Гісоп лікарський + ендомікориза	499	29	24	7,6	7,8	1,1
Природні трави + ендо-ектомікориза	542	26	24	7,8	8,9	1,1
Гісоп лікарський + ендо-ектомікориза	1056	30	23	6,0	8,3	1,9
НП _{0,5}	89,8	2,9	2,1	0,66	0,79	0,16

Інокуляція коренів дерев черешні ендомікоризою сприяла збільшенню кількості квітів, як на ділянці з природними травами, так і на ділянці з гісопом лікарським (див. табл. 3). Інокуляція дерев черешні ендо-ектомікоризою сприяла істотному збільшенню кількості квітів: на ділянці з природними травами – у 1,9 рази; на ділянці з гісопом лікарським – у 2,9 рази (див. табл. 3).

Ступінь зав'язування плодів був суттєво вищим за умови залуження гісопом лікарським без інокуляції дерев (у 1,3 рази, порівняно із залуженням природними травами без інокуляції дерев) та за умови залуження природними травами з інокуляцією дерев ендомікоризою

⁴³ Hobbie J.E., Hobbie E.A. ¹⁵N in Symbiotic Fungi and Plants Estimates Nitrogen and Carbon Flux Rates in Arctic Tundra. *Ecology*. 2006. № 87(4). P. 816-822. DOI:10.1890/0012-9658(2006)87[816:NISFAP] 2.0.CO;2

⁴⁴ van Overbeek L.S., Saikonen K. Impact of Bacterial–Fungal Interactions on the Colonization of the Endosphere. *Trends in Plant Science*. 2016. 21(3). P. 230-242. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.01.003>

(у 1,5 рази, порівняно з варіантом без інокуляції). Таким чином, гісоп лікарський та інокуляція ендомікоризою сприяли більшому зав'язуванню плодів, що, ймовірно, пов'язано з кращим запиленням квітів. Подібні закономірності вже описані в науковій літературі⁶: довгоквітучі рослини, які вирощуються сумісно з плодовими культурами, приваблюють різноманітних запилювачів, які зимують у дернині й наступної весни запилюють квіти плодівих дерев – це, відповідно, підвищує ступінь зав'язування плодів; мікоризація також сприяє підвищенню ступеню зав'язування плодів, що пов'язують із кращим забезпеченням фосфором⁹, хоча механізм дії мікоризи в даному випадку потребує додаткових досліджень.

Діаметр плоду істотно не відрізнявся за варіантами досліду, тенденцію до збільшення плодів демонстрували варіанти із залуженням гісопом лікарським з інокуляцією ендомікоризою («Гісоп лікарський + ендомікориза») та із залуженням природними травами з інокуляцією ендо-ектомікоризою («Природні трави + ендо-ектомікориза»). У цих самих варіантах була відмічена найбільша в досліді маса плоду (див. табл. 2). Найменші за розміром плоди з найбільшим відсотком маси камінця були у варіанті залуження гісопом лікарським без інокуляції дерев, що можна пояснити найбільшим у досліді ступенем зав'язування плодів: у богарних умовах чим більше на дереві кількість плодів, тим менший розмір вони мають. Уникнути такого недоліку можна лише за умови зрошення.

Біологічна врожайність дерев черешні була мала, оскільки сад ще не вступив у повне плодоношення та вирощується у складних умовах посухи без поливу. Проте можна відмітити, що найбільшу врожайність отримали у варіанті із залуженням гісопом лікарським та інокуляцією дерев ендо-ектомікоризою. Причому слід відмітити, що залуження гісопом лікарським сприяло збільшенню врожайності черешні на 40% (порівняно із залуженням природними травами); інокуляція ендомікоризою на ділянці з гісопом сприяла збільшенню врожаю на 60% (порівняно з ділянкою, залуженою гісопом, без інокуляції дерев); ендо-ектомікориза була ще ефективнішою за ендомікоризу – врожайність зросла у 2,7 рази, порівняно із залуженням гісопом без інокуляції дерев. На ділянці, залуженій природними травами, інокуляція ендомікоризою сприяла збільшенню врожаю у 2 рази, ендо-ектомікоризою – у 2,2 рази. Збільшення врожайності кісточкових культур за дії мікоризних грибів уже було показано Swierczynski S., Stachowiak A. на прикладі сливи та вишні⁴⁵. Слід зауважити, що у варіанті з найбільшою в досліді врожайністю (див. табл. 3, варіант «Гісоп лікарський + ендо-

⁴⁵ Swierczynski S., Stachowiak A. The influence of mycorrhizal fungi on the growth and yield of plum and sour cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2010. № 18(2). P. 71-77. URL: [http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full7%202010\(2\).pdf](http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full7%202010(2).pdf)

ектомікориза») була найменша площа листової поверхні (див. табл. 2), але найбільша кількість квіток (див. табл. 3). Ймовірно, цей феномен пов'язаний із ферментативною і гормональною перебудовою метаболізму дерев черешні за дії енто-ектомікоризи, що буде з'ясовано нами в подальших дослідженнях.

ВИСНОВКИ

Загалом, можна констатувати, що без інокуляції коренів дерев черешні мікоризою залуження гісопом лікарським, у порівнянні із залуженням природними травами, сприяло зменшенню сумарного річного приросту пагонів (на 48%), але збільшувало ступінь зав'язування плодів (на 30%), що дало збільшення врожаю на 40%. Проте плоди поступалися за масою плодам решти варіантів досліду і мали великі кісточки.

Інокуляція дерев черешні ентомікоризою: на ділянці природних трав суттєво збільшувала ступінь зав'язування плодів (на 50%), що відбилося на збільшенні врожаю в 2 рази (порівняно з ділянкою без інокуляції дерев); на ділянці гісопу лікарського – суттєво збільшувала масу плоду (на 38%), що збільшило врожайність на 57% (порівняно з ділянкою гісопу без інокуляції дерев).

Інокуляція коренів дерев черешні енто-ектомікоризою: на ділянці природних трав суттєво збільшувала масу плоду (на 20%), що, відповідно, збільшило врожайність у 2,2 рази (порівняно з ділянкою без інокуляції дерев); на ділянці гісопу лікарського – істотно зменшувало площу листків (у 2,1 рази), але суттєво збільшувало кількість квітів (у 2,9 рази), що, відповідно, відбилося на збільшенні врожаю у 2,7 рази.

АНОТАЦІЯ

Черешня (*Prunus avium* L.) є домінуючою плодовою культурою нашого регіону. Актуальність наших досліджень зумовлена потребою в розробленні стабільної, незалежної від зовнішніх ресурсів, органічної технології вирощування черешні. Відмова від синтетичних мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин, залуження плодкових насаджень природними травами та лікарськими рослинами, інокуляція коренів плодкових дерев енто- та ектомікоризними грибами мають сприяти стабільності сільськогосподарської практики. Але вплив комплексу цих прийомів на показники продуктивності дерев черешні остаточно не визначено. Метою було дослідити продукційний процес черешні за інокуляції симбіотичними енто- та ектомікоризними грибами в умовах залуження саду природними травами та гісопом лікарським. Результати наших досліджень свідчать, що залуження гісопом лікарським, у порівнянні із залуженням природними травами,

сприяло збільшенню врожаю на 40%, проте плоди поступалися за масою і мали великі кісточки. Порівняно з ділянками без інокуляції коренів дерев: інокуляція ендомікоризою на ділянці природних трав збільшувала врожайність у 2 рази; на ділянці гісопу лікарського – на 57%. Інокуляція коренів дерев черешні енто-ектомікоризою на ділянці природних трав збільшувала врожайність у 2,2 рази; на ділянці гісопу лікарського – у 2,7 рази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fidalski J. Tormena C.A., da Silva A.P. Least limiting water range and physical quality of soil under groundcover management systems in citrus. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2010. № 67 (4). DOI: 10.1590/S0103-90162010000400012
2. Soil conservation measures in rainfed olive orchards in south-eastern Spain: impacts of plant strips on soil water dynamics / V.H. Duran Zuazo et al. *Pedosphere*. 2009. № 19. P. 453–464. DOI: 10.1016/S1002-0160(09)60138-7
3. Orchard floor management practices that maintain vegetative or biomass groundcover stimulate soil microbial activity and alter soil microbial community composition / S.R. Yao et al. *Plant Soil*. 2005. № 271 (1/2). P. 377–389. DOI: 10.1007/s11104-004-3610-0
4. The natural history of nitrogen fixation / J. Raymond et al. *Mol. Biol. Evol.* 2004. № 21. P. 541–554. DOI: 10.1093/molbev/msh047
5. Khan M.S. Zaidi A., Wani P.A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – a review. *Agron. Sustain. Dev.* 2006. № 27. P. 29–43. DOI: 10.1051/agro:2006011
6. Farming with alternative pollinators increases yields and incomes of cucumber and sour cherry / S. Christmann et al. *Agron. Sustain. Dev.* 2017. № 37. P. 24. DOI: 10.1007/s13593-017-0433-y
7. Olfactory attractiveness of flowering plants to the parasitoid *Microplitis mediator*: potential implications for biological control / E. Belz et al. *BioControl*. 2013. № 58. P. 163–173. DOI: 10.1007/s10526-012-9472-0
8. Determination and seasonal variation of chemical constituents of essential oil of *Hyssopus officinalis* growing in Kashmir valley as incorporated species of Western Himalaya / R. Khan et al. *Chemistry of Natural Compounds*. 2012. 48 (3). P. 502–505. DOI: 10.1007/s10600-012-0290-5
9. Improvement of plant performance under water deficit with the employment of biological and chemical priming agents / R. Balestrini et al. *Journal of Agricultural Science*. 2018. № 156. P. 680–688. DOI: 10.1017/S0021859618000126

10. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis / M. Govindarajulu et al. *Nature*. 2005. № 435. P. 819–823. DOI: 10.1038/nature03610
11. Trading on the arbuscular mycorrhiza market: from arbuscules to common mycorrhizal networks / D. Wipf et al. *J. Arboriculture*. 2019. № 223 (3). P. 1127–1142. DOI: 10.1111/nph.15775
12. Benizri E., Baudoin E., Guckert A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*. 2001. № 11. P. 557–5674. DOI: 10.1080/09583150120076120
13. Амарантус М, Андерсон Д, Перри Д. Формирование органического вещества в почве биологическим путем преимущества инокуляции семян микоризой. URL: https://eko-bion.io.ua/s1086888/inokulyaciya_semyan_mikorizoю
14. Lu X.H., Koide R.T. The Effects of Mycorrhizal Infection on Components of Plant-Growth and Reproduction. *New Phytologist*. 1994. 128 (2). P. 211–218. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1994.tb04004.x
15. Fungal superhighways: do common mycorrhizal networks enhance below ground communication? / E.K. Barto et al. *Trends in Plant Sciences*. 2012. № 17. P. 633–637. DOI: 10.1016/j.tplants.2012.06.007
16. Рубан Н. Трав'яний бізнес: чим і як займатися. 2019. 24 травня. URL: https://uhbdp.org/ua/news/project-news/1933-travianyi-biznes-chym-iiak-zaimatysia?utm_source=CD&utm_medium=uhbdp_email&utm_campaign=newsletter73&_cldee=dGF0YW5hZ2VyYXNrb0BnbWFpbC5jb20%3d&recipientid=contact-fa59f02f1048e61180e9c4346bdc22f1-bf
17. Органічні продукти в Україні: що це і де купити. URL: http://www.prostobank.ua/blog/osobisti/byudzhet/organichni_produkty_v_ukrayini_scho_tse_i_de_kupiti
18. The future of farming: the value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach / H.S. Sandhu et al. *Ecol Econ*. 2008. № 64. P. 835–848. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.05.007
19. Interaction between the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the mycorrhizal association of *Glomus intraradices* and Santa Lucia 64 cherry rootstock / J. Pinochet et al. *Plant and Soil*. 1995. 170 (2). P. 323–329. DOI: 10.1007/BF00010485
20. Effect of root-zone flooding on mycorrhizal and non-mycorrhizal peach (*Prunus persica* Batsch) seedlings / K.L. Rutto et al. *Scientia Horticulturae*. 2002. 94 (3–4). P. 285–295. DOI: 10.1016/S0304-4238(02)00008-0
21. Fruit yield and quality characteristics of high density *Prunus persica* (L.) Batsch plantation intercropped with medicinal and aromatic plants in the Indian Western Himalayas / P. Tripathi et al. *Agroforest Syst*. 2019. № 93 (5). P. 1717–1728. DOI: 10.1007/s10457-018-0276-9

22. Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard / B.Z. Song et al. *BioControl*. 2010. 55 (6). P. 741–751. DOI: 10.1007/s10526-010-9301-2
23. Martinez T.N., Johnson N.C. Agricultural management influences propagule densities and functioning of arbuscular mycorrhizas in low- and high-input agroecosystems in arid environments. *Applied Soil Ecology*. 2010. № 46 (2). P. 300–306. DOI: 10.1016/j.apsoil.2010.07.001
24. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. 247 с. С. 142–144.
25. MycoApply Mycorrhizal Product Line: What is the Best Option for You? URL: <https://mycorrhizae.com/mycoapply-mycorrhizal-product-line-what-is-the-best-option-for-you/>
26. Mycorrhizal Status of Plant Species and Genera. URL: <https://mycorrhizae.com/wp-content/uploads/2017/04/Status-of-Families-and-Genera-New-v1.3.pdf>
27. Read D., Perez-Moreno J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? *New Phytol.* 2003. № 157. P. 475–492. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00704.x
28. The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus hoi* can capture and transfer nitrogen from organic patches to its associated host plant at low temperature / G. Barrett et al. *Applied Soil Ecology*. 2011. 48 (1). P. 102–105. DOI: 10.1016/j.apsoil.2011.02.002
29. Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *pilifer* (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts / A.M. Dzamic et al. *Industrial Crops and Products*. 2013. № 51. P. 401–407. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.09.038
30. Єрмаков С.В., Белова Т.О. Фармакологічні властивості, біологічні особливості та технологія вирощування гісопу лікарського : Матеріали II науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва» 17 – 18 квітня 2014 р. Полтава : Полтавська державна аграрна академія. С. 33–35. URL: <https://www.pdaa.edu.ua>
31. Корнілова Н.А. Агроекологічне обґрунтування формування декоративних та оздоровчих фіто комплексів із використанням лікарських рослин. *Физиология растений и генетика*. 2015. № 47 (3). С. 244–252. URL: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis
32. Synergistic effect of *Glomus mosseae* and nitrogen fixing *Bacillus subtilis* strain Daz26 on artemisinin content in *Artemisia annua* L / A. Awasthi et al. *Applied Soil Ecology*. 2011. № 49. P. 125–130. DOI: 10.1016/j.apsoil.2011.06.005

33. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.) / M. Arango et al. *Bras J Med Plants*. 2012. № 14 (4). P. 692–699. DOI: /10.1590/S1516-05722012000400018
34. Микориза – технологія. URL: <https://biak.com.ua>
35. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ : Аграрна наука, 1996. 95 с.
36. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
37. Higher nitrates, P and lower pH in soils under medicinal plants versus crop plants / L. Du at al. *Environ Chem Lett*. 2013. № 11 (4). P. 385–390. URL: DOI: 10.1007/s10311-013-0419-1
38. Role of Arbuscular Mycorrhiza in Fruit Crops Production / S.M. Rajesh Naik et al. *Int. J. Pure App. Biosci*. 2018. № 6 (5). P. 1126–1133. DOI: 10.18782/2320-7051.7088
39. Efficiency of Arbuscular mycorrhizal fungi on growth of aldrighi peach tree rootstock / B.F. Josec et al. *Bragantia*. 2009. № 68 (4). P. 931–940. DOI: 10.1590/S0006-87052009000400013
40. Yilmaz N., Çetiner S., Ortaş İ. The Effekt of Mycopphiza on Plant Growth during Acclimatization of Some in Vitro Grown Sweet Cherry Rootstocks. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2020. № 13 (1). P. 10–19. URL: <http://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/489>
41. Photochemical processes, carbon assimilation and RNA accumulation of sucrose transporter genes in tomato arbuscular mycorrhiza / K. Boldt et al. *Journal of Plant Physiology*. 2011. № 168 (11). P. 1256–1263. DOI: 10.1016/j.jplph.2011.01.026
42. Tracking metabolism and imaging transport in arbuscular mycorrhizal fungi. Metabolism and transport in AM fungi / B. Bago at al. *Plant and Soil*. 2002. № 244. P. 189–197. DOI: 10.1023/A:1020212328955
43. Hobbie J.E., Hobbie E.A. ¹⁵N in Symbiotic Fungi and Plants Estimates Nitrogen and Carbon Flux Rates in Arctic Tundra. *Ecology*. 2006. № 87 (4). P. 816–822. DOI: 10.1890/0012-9658(2006)87[816:NISFAP]2.0.CO;2
44. van Overbeek L.S., Saikkonen K. Impact of Bacterial–Fungal Interactions on the Colonization of the Endosphere. *Trends in Plant Science*. 2016. 21 (3). P. 230–242. DOI: 10.1016/j.tplants.2016.01.003
45. Swierczynski S., Stachowiak A. The influence of mycorrhizal fungi on the growth and yield of plum and sour cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2010. № 18 (2). P. 71–77. URL: [http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full7%202010\(2\).pdf](http://www.insad.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full7%202010(2).pdf)

Information about authors:

Gerasko T. V.,

Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Horticulture,

Viticulture and Biochemistry

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

18, Bogdan Khmelnytsky ave., Melitopol, Zaporizhzhya Region,

72310, Ukraine

Todorova L. V.,

Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Crop Production

named after Professor V. Kalytka

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

18, Bogdan Khmelnytsky ave., Melitopol, Zaporizhzhya Region,

72310, Ukraine