

20. Oujj A.1, El-Bok S., Mouelhi M., Ben Younes M. Kharrat M. Yield and Yield Components of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) as Influenced by Supplemental Irrigation under Semi-arid Region of Tunisia. *World Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 4. No. 5. 153-157. DOI:10.12691/wjar-4-5-5 3. Available online at <http://pubs.sciepub.com/wjar/4/5/5>.

21. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Нехорошова Н.В. Влияние метеоусловий на урожайность и содержание белка в зерне нута при возделывании в южной зоне Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2017.(4): 48–53.

22. Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2020. 198 с.

23. Stolf – Moreira R., Lemos E., Carareto-Alves L., Marcondes J., Pereira S., Rolla A., Pereira R., Neumaier N., Binneck E., Abdelnoor R., et al. Transcriptional profiles of roots of different soybean genotypes subjected to drought stress. *Plant Mol Biol Rep*. 2011. 29: 19-34.

24. Stoyanov Z.Z. Effect of water stress on leaf water relations of young bean. *J. Cent. Eur. Agric*. 2005. 6: 5-14.

УДК 634.232, 635.89

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.5>

ВПЛИВ МІКОРИЗАЦІЇ КОРЕНІВ НА БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ

Герасько Т.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри плодовоовочівництва, виноградарства та біохімії,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Покочева Л.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Шипиленко Є.А. – студентка II курсу факультету агротехнології та екології,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу мікоризації коренів дерев черешні (*Prunus avium* L./*Prunus mahaleb*) в органічному саду на біохімічний склад плодів.

Метою було вивчити вплив мікоризації коренів на біохімічний склад і активність антиоксидантних ферментів у тканинах плодів черешні в органічному черешневому саду в умовах Південного Степу України.

Дослід закладено у особистому селянському господарстві В.В. Хлебної (Запорізька обл., Вільнянський р-н, с. Георгієвське). Дослідна ділянка знаходиться у зоні Південного Степу України. Клімат району досліджень континентальний з високими температурами у літній період, недостатньою кількістю опадів (за вегетаційний період в середньому випадає 443 мм опадів) і нерівномірним їх розподіленням за періодами року, низькою відносною вологістю повітря.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний легкосуглинковий: рН сольове – 6,5; об'ємна маса – 1,1 г/см³; вміст гумусу – 3,7%; N – 84 мг/кг ґрунту; P₂O₅ і K₂O – відповідно, 103 і 121 мг/кг ґрунту.

Рослинним матеріалом слугують дерева черешні (*Prunus avium* L./*Prunus mahaleb*) сорту Сказка, 2015 року садіння. Схема садіння 7х5м. Загальна площа дослідної ділянки складає 2 га. Експеримент був розроблений як рендомізований повний блок з двома варіантами, у чотирьох повтореннях. Кожне повторення містило 4 дерева черешні. Схема

досліджень передбачала два варіанти: контроль – відсутність мікоризації, і дослід – мікоризація коренів симбіотичними грибами. Для мікоризації коренів дерев черешні застосовували препарат *MycosApplay Superconcentrate 10*, що містить ендомікоризні пропагули чотирьох видів грибів: *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*. Будь-який інший догляд був ідентичним у кожному варіанті. Внесення мінеральних добрив та хімічний захист відсутні. Грунт у саду утримують під задернінням з природних трав, яке періодично скошується.

Аналіз одержаних даних показує, що мікоризація коренів дерев черешні мікоризним інокулянтом *MycosApplay Superconcentrate 10* сприяла накопиченню у плодах фізіологічно активних речовин і збільшенню активності антиоксидантних ферментів: загальний вміст фенольних речовин збільшився на 54%, антоціанів – на 51%, аскорбату – на 45%; активність аскорбатпероксидази, поліфенолоксидази і пероксидази збільшилась, відповідно, на 38, 47 і 72% порівняно з контрольним варіантом без мікоризації. Одержані результати свідчать: по-перше, плоди черешні за мікоризації коренів набувають додаткової споживчої якості завдяки збільшеному вмісту біологічно активних речовин і антиоксидантів; по-друге, мікоризація коренів стимулює антистресову регуляцію у дерев черешні, що позначається на посиленому синтезі біологічно активних речовин і активності антиоксидантних ферментів.

Ключові слова: черешня, мікоризація, феноли, аскорбат, антиоксиданти.

Herasko T.V., Pokoptseva L.A., Shypylenko S.A. Effect of root mycorrhization on the biochemical composition of sweet cherry fruits

The article presents the results of research on the effect of sweet cherry root mycorrhization in an organic orchard on the biochemical composition of fruits.

The aim was to study the effect of root mycorrhization on the biochemical composition and activity of antioxidant enzymes in sweet cherry fruit tissues in the Southern Steppe of Ukraine.

The experiment was conducted in the personal farm of Khlebina VV (Zaporizhzhya region, Vilnyansky district, Georgievskoe village). The climate of the investigated area is continental with high temperatures in summer, insufficient rainfall (443 mm of rainfall during the growing season), low relative humidity.

The soil cover of the investigated area is light loam: pH salt – 6,5; bulk density – 1.1 g / cm³; humus content – 3.7%; N – 84 mg / kg; P₂O₅ and K₂O – respectively 103 and 121 mg / kg. Analyzing physical and agrochemical properties, we can conclude that the soils are suitable for growing sweet cherries.

The plant material is sweet cherry (*Prunus avium* L./*Prunus mahaleb*) cultivar “Skazka” planted in 2015 at 7 × 5 m. The total area of the experimental plot is 2 ha. The experiment was designed as a randomized complete block with two variants, in four replicates. Each replicate contained 4 sweet cherry trees. The scheme of the experiment was as follows: 1) Control – no mycorrhization; 2) mycorrhization of roots by symbiotic fungi. As inoculant was used *MycosApplay Superconcentrate 10*, which contains endomycorrhizal propagules of four species of fungi: *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*. Any other management was identical in each variants. Mineral fertilizers, synthetic chemical plant protection products were not used. The orchard floor is kept under the live mulch of natural grasses, which is periodically mowed.

Our studies showed that root mycorrhization with inoculant *MycosApplay Superconcentrate 10* contributed to the accumulation of physiologically active substances in fruits and increased activity of antioxidant enzymes: total phenolic content increased by 54%, anthocyanins – by 51%, ascorbate – by 45%; the activity of ascorbate peroxidase, polyphenol oxidase and peroxidase increased by 38, 47 and 72%, respectively, compared to the control variant without mycorrhization. The obtained results show: first, root mycorrhization contributed to an increase in sweet cherry fruits consumer quality, due to the increased content of biologically active substances and antioxidants; secondly, root mycorrhization stimulated anti-stress regulation in sweet cherry trees, which affects the increased synthesis of biologically active substances and increased activity of antioxidant enzymes.

Key words: sweet cherry, mycorrhization, phenols, ascorbate, antioxidants.

Постановка проблеми. На шляху до стабільного сільського господарства людям потрібна повністю природна технологія вирощування садів, яка базується на місцевих ресурсах і не залежить від додаткових витрат на добрива та засоби захисту рослин [1]. Як варіант такої технології пропонуємо застосування у садах мікоризних грибів. Такий елемент технології, як мікоризація коренів плодкових дерев, потребує

лише одноразових фінансових вкладень, оскільки мікоризні гриби живуть на коренях дерев стільки часу, скільки живе дерево [2; 3]. І весь цей час мікориза може забезпечувати дерево поживними речовинами, гормонами, ферментами, фітоалексинами, що позитивно відбиватиметься на продуктивності плодкових дерев [4; 5].

Однак сьогодні вплив мікоризації коренів на фізіологію плодкових дерев вивчений дуже фрагментарно – лише на окремих породах дерев і лише з окремими видами мікоризних грибів [6–10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У природному середовищі (у незайманих лісах, на цілинних землях) рослини ростуть і плодоносять без втручання людини, оскільки там є налагоджений баланс видів і працюють симбіотичні угруповання. Одним з таких симбіотичних угруповань є мікориза [1], яку ще називають «грибокоренем» (“mycos” – гриб і “rhiza” – корінь). Це явище природи вперше було виявлене ще у 1885 році [2]. Згодом було з’ясовано, що понад 90% усіх наземних рослин утворюють мікоризи, і вони відіграють вирішальну роль у живленні, структурі рослинного ценозу та ареалі поширення окремих видів рослин [3]. На сьогодні вже достатньо обґрунтовано користь примусового заселення мікоризними грибами кореневої системи культурних рослин (мікоризації) [4; 5].

Але дані щодо впливу мікоризації на біохімічний склад рослинних тканин досить суперечливі. Так, наприклад, є численні повідомлення про позитивний вплив мікоризи на фітохімічні показники у тканинах рослин [11–13]. Але за несприятливих умов існування мікоризні гриби здатні конкурувати з рослинами за поживні речовини і знижувати їх фізіологічні показники [14–17].

Отже, з’ясування впливу мікоризації коренів на фізіологічний стан дерев черешні, а саме на вміст біологічно активних речовин і активність антиоксидантних ферментів у плодах, є актуальним.

Постановка завдання. Метою нашої роботи було вивчити вплив мікоризації коренів на біохімічний склад і активність антиоксидантних ферментів у тканинах плодів черешні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідна ділянка знаходиться у зоні Південного Степу України, в органічному черешневому саду у особистому селянському господарстві В.В. Хлебної (Запорізька обл., Вільнянський р-н, с. Георгієвське). Кліматичні умови району досліджень характеризуються недостатньою кількістю опадів, нерівномірним їх розподіленням за періодами року, високими температурами у літній період, низькою відносною вологістю повітря, сильними вітрами у період росту рослин. Середньомісячна температура найхолоднішого місяця – січня, складає 5,4°C, а найбільш теплого – червня +21,9°C. Середньорічна температура складає +8,3°C. Безморозний період становить 160-165 днів, але інколи досягає 194 днів. Перші приморозки настають у першій декаді жовтня, а останні заморозки в весняний період закінчуються у третій декаді квітня. За вегетаційний період у середньому випадає 443 мм опадів. Відносна вологість повітря у період вегетації черешні коливається в межах 60–65%, у травні-серпні часто буває атмосферна посуха. За рік сума активних температур складає від 4150 до 4239 °C [18, 19]. Виходячи з вищеприписаного, кліматичні умови району досліджень мають свої недоліки, але загалом сприятливі для вирощування черешні [20; 21].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний легкосуглинковий: рН сольове – 6,5; об’ємна маса – 1,1 г/см³; вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,7%; N (за Корнфілдом) – 84 мг/кг ґрунту; P₂O₅ і K₂O (за Чириковим) – відповідно, 103 і 121 мг/кг ґрунту. З наведених даних ми бачимо недостатню забезпеченість ґрунту азотом. Забезпеченість гумусом, фосфором та калієм знаходиться на середньому рівні.

Рослинним матеріалом слугують дерева черешні (*Prunus avium* L./*Prunus mahaleb*) сорту Сказка, 2015 року садіння. Схема садіння 7x5 м. Експеримент був розроблений як рендомізований повний блок з двома варіантами, у чотирьох повтореннях, відповідно до загальноприйнятих рекомендацій [22]. Кожна експериментальна ділянка містила 4 дерева черешні. Схема досліджень передбачала два варіанти: контроль – відсутність мікоризації, і дослід – мікоризація коренів симбіотичними грибами. Будь-який інший догляд був ідентичним у кожному варіанті. Внесення мінеральних добрив та хімічний захист відсутні. Грунт у саду утримують під задернінням з природних трав, яке періодично скошується.

Сорт Сказка. Ранній холодостійкий сорт, отриманий у результаті схрещування сортів Дрогана Жовта та Валерій Чкалов. Ранній. Крона дерева густа пірамідальна. Плоди сферичної злегка витягнутої форми. Колір гранатово-червоний. М'якоть має щільний однорідний склад. Смак солодкий з медовим смаком. Кісточка дрібна. Вага плоду 12 г. Початком активного плодоношення вважають п'ятирічний вік. У цей період із однієї рослини можна зняти до 5 кг плодів. Середня врожайність дорослого дерева становить 30 кг [23].

Для інокуляції коренів дерев черешні застосовували препарат **MycoApplay Superconcentrate 10** – концентрований, тонкий, суспендований матеріал розміром частинок менше 300 мкм, що містить по 10 млн ендомікоризних пропагул на фунт чотирьох видів грибів: *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum* [24]. Інокуляцію коренів черешні мікоризними грибами проводили у вересні 2020 року відповідно до інструкцій виробника: 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 інокулянту [25].

Основні елементи обліків та спостережень: вміст сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, фенолів, антоціанів, аскорбату, глутатіону, малонового діальдегіду та активність каталази, аскорбатпероксидази, поліфенолоксидази і пероксидази у тканинах плодів.

Для біохімічних аналізів відбирали середню пробу плодів з кожного повторення (по 30 плодів з кожного дерева черешні) у фазі знімальної стиглості. Вміст сухих розчинних речовин і титрованих до Методів визначення показників якості продукції рослинництва [26]; вміст антоціанів – як описано Гішті та Врольстадом (M.M. Giusti, R.E. Wrolstad) [27]. Визначення суми цукрів (%) у рослинних тканинах проводили фотометрично на основі здатності моносахаридів відновлювати пікринову кислоту (2,4,6-тринітрофенол) до пікрамінової, причому продукт реакції має інтенсивне червоне забарвлення. Калібрувальний графік готували за глюкозою. Оптичну щільність визначали при довжині хвилі 490 нм [28, с. 419–422]. Сумарний вміст фенольних сполук визначали фотометрично з використанням реактиву Фоліна – Чокальтеу [29]. Оптичну густину суміші вимірювали при довжині хвилі 765 нм, що відповідає концентрації фенольних сполук в перерахунку на галову кислоту. Загальну кількість фенольних сполук виражали в мг галової кислоти в перерахунку на 100 г сирих плодів (мг ГК / 100 г). Визначення вмісту аскорбінової кислоти і глутатіону проводили за відновлювальними властивостями аскорбату і глутатіону з використанням фарби Тільманса, як описано у М.М. Горднього [30, с. 442–443]. Вміст МДА визначали, як описано у Коста із співавторами (Costa et al) [31]: метод заснований на тому, що за 95°C у кислому середовищі МДА реагує з тіобарбітуровою кислотою (ТБК), утворюючи рожевий триметилловий комплекс з максимумом поглинання при 535 нм. Для визначення активності каталази (КАТ, КФ 1.11.1.6) використовували метод М.А. Корольок, заснований на

Таблиця 1
Фітохімічний склад плодів черешні за мікоризації коренів, 2021 р., $\bar{M} \pm m$

Варіант	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Фенольні речовини, мг ГК/100 г	Антоціани, мг/100 г	Аскорбат, мг/100г	Глутатіон, мг/100г
Контроль (без мікоризації)	17,53±0,67	12,24±1,21	0,69±0,06	45,5±0,33	6,28±0,12	6,5±0,39	11,8±0,32
Мікоризація	17,74±0,22	13,29±1,27	0,76±0,07	69,9±0,57*	9,51±0,15*	9,4±0,33*	12,4±0,36

* – різниця між варіантами достовірна при $P \leq 0,05$.

Таблиця 2
Вміст МДА та активність ферментів АОЗ у плодах черешні за мікоризації коренів, 2021 р., $\bar{M} \pm m$

Варіант	Показник			
	МДА, нмоль/г	КАТ, мкмоль Н ₂ O ₂ /г · хв.	АПО, мг окисненої аскорбінової кислоти/г	ПО, мкат/г
Контроль (без мікоризації)	32,4±2,15	9,2±0,31	32,8±0,64	15,4±0,25
Мікоризація	29,2±1,26	9,5±0,28	45,5±0,65*	22,6±0,30*

* – різниця між варіантами достовірна при $P \leq 0,05$.

здатності перекису водню утворювати з солями молібдену стійкий забарвлений комплекс [32]. Активність аскорбатпероксидази (АПО, КФ 1.11.1.11) визначали, як описано у М.М. Горднього із співавторами [30]: титруванням залишку неокисленої аскорбінової кислоти 0,001н. розчином фарби Тільманса (2,6-дихлорфеноліндофенол) до слабкорозового забарвлення, що не зникає упродовж 30 с. У контролі АПО дезактивували метафосфорною кислотою [30, с. 473–474].

Активність поліфенолоксидази (ПФО, КФ 1.10.3.1) визначали спектрофотометричним методом [33, с. 43–44]: вимірюванням оптичної щільності продуктів реакції, що утворилися при окисненні пірокатехіну за певний проміжок часу. Оптичну щільність вимірювали при 420 нм. Активність поліфенолоксидази виражали в умовних одиницях на 1 г сирової тканини за 1 хв.

Визначення активності пероксидази (ПО, КФ 1.11.1.7): метод заснований на окисненні індіокарміну киснем, що виділяється при розкладанні перекису водню під впливом пероксидази [34], причому індіокармін змінює забарвлення від синьо-зеленого у жовто-рожевий колір.

Для всіх аналізів визначення проводились у трьох біологічних повтореннях. Отримані результати порівнювалися за критерієм Ст'юдента [35]. Математичну обробку отриманих даних проводили за допомогою пакету прикладних програм Microsoft Excel.

За результатами наших досліджень видно, що вміст сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот у тканинах плодів черешні у варіантах

досліді істотно не відрізнявся (табл. 1). Вміст сухих розчинних речовин у плодах складав, у середньому від 17,5 до 17,7%. Вміст цукрів – 12,2–13,3%, титрованих кислот – 0,7–0,8%. Такі показники знаходяться на середньому рівні, порівняно з вмістом цих речовин у плодах черешні, вирощених в умовах органічного саду у Мелітопольському районі Запорізької області [36], та істотно менші порівняно з іспанською черешенею [37]. Що можна пояснити відмінностями у географічній широті, на якій проводилися дослідження та сортовою специфічністю черешні.

Різниця у вмісті глутатіону у тканинах плодів також була несуттєва. Загалом вміст глутатіону у тканинах плодів черешні складав від 11,8 до 12,4 мг/100 г.

Нашим дослідженням виявлено, що за інокуляції коренів дерев черешні мікоризними грибами суттєво зростає вміст фенолів, антоціанів і аскорбату у тканинах плодів – відповідно на 54,51 і 45% порівняно з плодами у контрольному варіанті (без інокуляції коренів мікоризними грибами). З чого можна зробити висновок, що інокуляція коренів дерев мікоризними грибами призводить до збільшення поживної та функціональної якості плодів черешні. Оскільки в усьому світі плоди черешні цінують не лише за їх смак, а й за вміст у них біологічно активних речовин і антиоксидантів – насамперед фенолів і антоціанів [38].

Вміст малонового діальдегіду (МДА) є показником інтенсивності перекисного окислення ліпідів і зазвичай збільшується за стресових умов досвілля [39].

У нашому дослідженні вміст МДА мав тенденцію до зменшення за інокуляції коренів мікоризними грибами, але статистично різниця була неістотною (табл. 2). Активність каталази (КАТ) також істотно не відрізнялась у тканинах плодів черешні контрольного і дослідного варіантів.

Проте активність аскорбатпероксидази (АПО), поліфенолоксидази (ПФО) і пероксидази (ПО) була істотно вище у дослідному варіанті (за інокуляції коренів мікоризними грибами) – відповідно на 38, 47 і 72%. Такий результат показує, з одного боку, що інокуляція коренів мікоризними грибами стимулює антиоксидантну активність у тканинах плодів черешні і це додатково збільшує їх поживну цінність.

Але це також може свідчити, що дерева черешні мають додатковий стрес від інокуляції коренів мікоризними грибами. Адже симбіоз з мікоризними грибами може коштувати рослині до 20% глюкози, яку синтезує рослина завдяки фотосинтезу [2]. Існує думка, що симбіоз грибів з рослиною є різновидом паразитизму грибів на рослині [14; 40]. Загалом навіть якщо мікоризація коренів і викликає додаткове стресове навантаження, то, вочевидь, дерева черешні добре справляються з ним, оскільки вміст МДА має тенденцію до зниження (див. табл. 3). Це відбувається завдяки посиленому синтезу тканинних антиоксидантів (фенолів, антоціанів та аскорбату) і збільшенню активності ферментативного антиоксидантного захисту у тканинах плодів.

Таким чином, можна констатувати, що інокуляція коренів черешні мікоризними симбіотичними грибами сприяє накопиченню у плодах біологічно активних речовин (фенолів, антоціанів і аскорбату) та збільшенню активності антиоксидантних ферментів (аскорбатпероксидази, поліфенолоксидази і пероксидази).

Висновки і пропозиції.

1. Інокуляція коренів черешні мікоризними грибами сприяє накопиченню у плодах біологічно активних речовин – фенолів, антоціанів і аскорбату. Відповідно, на 54,54 і 45% більше порівняно з контрольним варіантом (без мікоризації коренів).

2. Мікоризація дерев черешні призводить до зростання активності антиоксидантних ферментів у тканинах плодів – активність аскорбатпероксидази,

поліфенолоксидази і пероксидази збільшувались, відповідно на 38%, 47 і 72% порівняно з контрольним варіантом (без мікоризації).

3. Посилене накопичення тканинних антиоксидантів у плодах черешні за дії мікоризації підвищує їх фізіологічну і функціональну якість для споживачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Aggarwal A., Kadian N., Tanwar A., Yadav A. and Gupta K.K. Role of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in global sustainable development. *Journal of Applied and Natural Science*. 2011. № 3(2). P. 340-351. doi:10.31018/jans.v3i2.211.
2. Kothamasi D., Kuhad R.C.H., Babu C.R. Arbuscular mycorrhizae in plant survival strategies. *Tropical Ecology*. 2001. № 42(1). P. 1-13.
3. Berruti A., Lumini E., Balestrini R. and Bianciotto V. Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Natural Biofertilizers: Let's Benefit from Past Successes. *Front. Microbiol.* 2016. № 6:1559. doi: 10.3389/fmicb.2015.01559.
4. Rajesh Naik SM 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.
5. Liu A., Plenchette C., Hamel C. Soil nutrient and water providers: how arbuscular mycorrhizal mycelia support plant performance in a resource-limited world. Mycorrhizae. In *Crop Production*, Haworth Food & Agricultural Products Press, 319 p., 2007, 978-1-56022-306-1. (hal-02822414).
6. 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>
7. Yilmaz N., Çetiner S., Ortaş İ. The Effekt of Mycophiza 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>
8. 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)
9. Vázquez-Hernández M.V., Arévalo-Galarza L., Jaen-Contreras D. et al. Effect of *Glomus mosseae* and *Entrophospora colombiana* on plant growth, production, and fruit quality of 'Maradol' papaya (*Carica papaya* L.). *Scientia Horticulturae*. 2011. № 128(3). P. 255-260. doi:10.1016/j.scienta.2011.01.031.
10. Josec B.F. et al. Efficiency of Arbuscular mycorrhizal fungi on growth of aldrighi peach tree rootstock. *Bragantia*. 2009. № 68(4). P. 931-940. doi: 10.1590/S0006-87052009000400013
11. Govindarajulu M. et al. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature*. 2005. № 435. P. 819-823. doi:10.1038/nature03610
12. Nouri E., Breuillin-Sessoms F., Feller U. and Reinhardt D. Phosphorus and nitrogen regulate arbuscular mycorrhizal symbiosis in petunia hybrida. *PLoS ONE*. 2014. № 9:e90841. doi: 10.1371/journal.pone.0090841
13. Garcia K. and Zimmermann S.D. The role of mycorrhizal associations in plant potassium nutrition. *Front. Plant Sci*. 2014. № 5:337. doi: 10.3389/fpls.2014.00337
14. Facelli E., Smith S.E., Facelli J.M., Christophersen H.M., Andrew Smith F. Underground friends or enemies: Model plants help to unravel direct and indirect effects of arbuscular mycorrhizal fungi on plant competition. *New Phytol*. 2010. № 185. P. 1050-1061. pmid:20356347
15. Fiorilli V., Lanfranco L., and Bonfante P. The expression of GintPT, the phosphate transporter of *Rhizophagus irregularis*, depends on the symbiotic status and phosphate availability. *Planta*. 2013. № 237. P. 1267-1277. doi: 10.1007/s00425-013-1842-z
16. Balestrini R., Gómez-Ariza J., Lanfranco L. and Bonfante P. Laser microdissection reveals that transcripts for five plant and one fungal phosphate transporter genes are

contemporaneously present in arbusculated cells. *Mol. Plant Microbe Interact.* 2007. № 20. P.1055–1062. doi: 10.1094/MPMI-20-9-1055

17. Tisserant E., Kohler A., Dozolme-Seddas P., Balestrini R. et al. The transcriptome of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* (DAOM 197198) reveals functional tradeoffs in an obligate symbiont. *New Phytol.* 2012. № 193. P. 755–769. doi: 10.1111/j.1469-8137.2011.03948.x.

18. Марина Солонар. Від сходу до заходу: як відрізняється сума активних температур по регіонах і на що це впливає. URL: [https://kurkul.com/spetsproekty/809-vid-shodu-do-zahodu-yak-vidriznyayetsya-suma-aktivnih-temperatur-po-regionah-i-na-scho-tse-vplyvae](https://kurkul.com/spetsproekty/809-vid-shodu-do-zahodu-yak-vidriznyayetsya-suma-aktivnih-temperatur-po-regionah-i-na-scho-ce-vplyvae).

19. Meteo Farm – Агро Погода URL: https://www.meteo.farm/?utm_source=kurkul&utm_medium=article.

20. Довідник по садівництву півдня України / Н. А. Барабаш та ін. Дніпропетровськ : Промінь, 1986. 207 с.

21. Плодівництво, Навч. посібник для вузів / В.Г.Куян. Київ : Аграрна наука, 1998. 472 с.

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

23. Черешня Сказка. URL: <https://agrognom.ru/berries/sweet-cherry/chereshnya-skazka.html>.

24. 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/>.

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

26. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. URL: <http://www.minagro.gov.ua/>.

27. Giusti M.M., Wrolstad R.E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2001. P. 1–13.

28. Практикум по агрохімії: Учеб. Пособие. / Под ред. академика РА СХН В.Г. Минеева. Москва : Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

29. Waterhouse A.L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. R.E. Wrolstad (Ed.), *Current protocols in food analytical chemistry*, John Wiley & Sons, New York, 2002. URL: researchgate.net.

30. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник / За ред. М.М. Городнього. Київ : Арістей, 2006. 484 с.

31. Costa H., Gallego S.M., Tomaro M.L. Effect of UV-B radiation on antioxidant defense system in sunflower cotyledons. *Plant Science*. 2002. № 162 (6). P. 939-945. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00051-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00051-1).

32. Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы. *Лаборатор. Дело*. 1988. № 1. С. 16–18.

33. Физиологические и биохимические методы анализа растений: Практикум / Калинингр. ун-т; Авт.-сост. Г.Н. Чупахина. Калининград, 2000. 59 с.

34. Frew J.E., Jones P., Sholes G. Spectrophotometric determination of hydrogen peroxide and organic hydroperoxides at low concentrations in aqueous solution. *Anal. chim. acta*. 1983. Vol.155. P.139-146. URL: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)85587-7](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)85587-7).

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

36. Герасько Т.В. Вплив живої мульчі на фізіолого-біохімічні показники листків та плодів черешні за органічної технології вирощування. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2020. № 1. С.20-28. URL: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-20-28>.

37. Gonzalez-Gomez D. et al. Sweet cherry phytochemicals: Identification and characterization by HPLC-DAD/ESI-MS in six sweet-cherry cultivars grown in Valle del Jerte (Spain). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010. Vol. 23, No 6. P. 533–539. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.02.008>.

38. Ballistreri, G., Continella, A., Gentile, A., Amenta, M., Fabroni, S., Rapisarda, P. Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy. *J. Food Chem.* 2013. No 140, 630–638. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.024>.

39. Dos Santosdiolina P.N., Silva M., Zanotti C., Aires G., Sensitivity V. Sensitivity to environmental stress of Prata, Japira and Vitória banana cultivars proven by chlorophyll a fluorescence. *Botânica e Fisiologia. Rev. Bras. Frutic.* 2017. No 39 (2): (e-911). URL: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017991>.

40. Jin L et al. Mycorrhizal-induced growth depression in plants. *Symbiosis*. 2017. № 72. P. 81–88. URL: [doi:10.1007/s13199-016-0444-5](https://doi.org/10.1007/s13199-016-0444-5).

УДК 631.527: 633.71

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.6>

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ОСНОВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТЮТЮНУ: СУТНІСТЬ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Глюдзик-Шемота М.Ю. – к.с.-г.н.,

асистент кафедри фундаментальних медичних дисциплін,

Ужгородський національний університет

У статті опрацьовано результати аналізу досліджень науковців Тернопільської державної сільськогосподарської дослідної станції, Ужгородського національного університету, Дослідної станції тютюництва, Уманського національного університету садівництва, Інституту біофізики Академії наук Чеської Республіки, Всеросійського інституту тютюну, махорки та тютюнових виробів щодо селекції тютюну на підвищену продуктивність. Підібрано сорти з високими показниками насінневої продуктивності задля створення базової колекції та вивчення їхніх ознак. Висота рослин коливалась у межах від 118 до 224 см. Найменша тривалість вегетаційного періоду становила 90 днів і була у сорту Венгерський огородній, а найвища – у Крупнолистого 33 (135 днів). За кількістю коробочок у суцвітті виділилися такі сорти: Український 12, Крупнолистний 33, Венгерський огородній та Американ 20 із показниками 210–230 штук. Кількість коробочок у суцвітті між сортами варіювала в межах 117–230 штук. Виділено із нецілним суцвіттям такі чотири сорти тютюну: Вірджинія 27, Тернопільський 7, Тернопільський 14, Крупнолистний 33. Помірно щільне суцвіття відмічено у трьох зразків: Соболчський 15, Американ 20, Басма 99. Щільне суцвіття спостерігали у таких трьох сортів: Берлей 38, Закарпатський 12, Український 12. Два сорти мали дуже щільне суцвіття: Венгерський огородній і Заградний 8. Плескато-куляста форма суцвіття притаманна таким сортам: Басма 99, Венгерський огородній, Закарпатський 12, Український 12. Найвищий показник продуктивності суцвіття коливався в межах від 7,4 до 27,4 г і спостерігався у сорту Венгерський огородній. Рекомендовано такі агротехнічні прийоми для агроформувань Закарпатської області: висівати насіння нормою 0,8–1,0 г/м²; саджати розсаду сорту Тернопільський 14 за схемою 70x25 см, Тернопільський 7 – 44x25 см і Берлей 38 – 70x40 см; використовувати таку систему удобрення: 20–25 т/га гною під зяблеву оранку або мінеральні добрива дозою N₄₅P₆₀K₉₀ кг/га.

Ключові слова: тютюн, ознаки, продуктивність, якість, насіння, суцвіття, щільність волоті.