

О.В. Григор'єва¹, С.В. Клименко¹, А.П. Ільїнська¹, О.М. Вергун¹, Я. Бріндза², Е. Іванішова²

¹Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

вул. Тимірязєвська, 2, Київ, 01014 Україна

²Словацький сільськогосподарський університет в Нітрі

Трієда Андрія Глінки, 2, Нітра, 94976 Словаччина

e-mail: olgrygorieva@gmail.com

<https://doi.org/10.53904/1682-2374/2019-21/46>

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА АНТИОКСИДАНТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПЛОДІВ МУШМУЛИ ГЕРМАНСЬКОЇ *MESPILUS GERMANICA* L.

Mespilus germanica, генотипи, плоди, морфометричні показники, антиоксидантна активність, поліфеноли

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА АНТИОКСИДАНТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПЛОДІВ МУШМУЛИ ГЕРМАНСЬКОЇ *MESPILUS GERMANICA* L. О.В. Григор'єва, С.В. Клименко, А.П. Ільїнська, О.М. Вергун, Я. Бріндза, Е. Іванішова. – Метою дослідження було вивчення морфометричних показників та біологічної активності плодів перспективних генотипів мушмули германської *Mespilus germanica* L. колекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Генотипи відрізняються за масою, формою і розміром плодів. Середня маса плоду становила від 27,60 до 39,12 г, висота – від 34,20 до 42,29 мм, діаметр – від 36,31 до 44,75 мм. Величина індексу форми плодів становила від 0,65 до 1,28. Найбільш мінливими ознаками є діаметр причашечкового заглиблення (27,96%) та маса плоду (21,69%), які є важливими для селекції ознаками, що свідчить про перспективність селекції за цими показниками. Антиоксидантна активність (методом DPPH – 0,89–2,09 мг ТЕ/г, фосфомолібденовим методом – 54,16–99,86 мг ТЕ/г) і загальний вміст поліфенолів (4,17–9,39 мг ГК/г) екстрактів плодів проявляють сильну антиоксидантну активність, що позитивно корелює із загальним вмістом фенолів і демонструє потенціал плодів мушмули, вирощених в Україні, як перспективного джерела цінного вмісту поліфенолів з високою антиоксидантною активністю.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АНТИОКСИДАНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОДОВ МУШМУЛЫ ГЕРМАНСКОЙ *MESPILUS GERMANICA* L. О.В. Григорьева, С.В. Клименко, А.Ф. Ильинская, Е.Н. Вергун, Я. Бриндза, Э. Иванিশова. – Целью исследования было изучение морфометрических показателей и биологической активности плодов перспективных генотипов мушмулы германской *Mespilus germanica* L. коллекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Генотипы отличаются по массе, форме и размеру плодов. Средняя масса плода составляла от 27,60 до 39,12 г, высота – от 34,20 до 42,29 мм, диаметр – от 36,31 до 44,75 мм. Величина индекса формы плодов составляла от 0,65 до 1,28. Наиболее изменчивыми признаками являются диаметр углубления (27,96%) и масса плода (21,69%), являющиеся важными для селекции признаками, что свидетельствует о перспективности селекции по этим показателям. Антиоксидантная активность (методом DPPH – 0,89–2,09 мг ТЕ/г, фосфомолібденовым методом – 54,16–99,86 мг ТЕ/г) и общее содержание полифенолов (4,17–9,39 мг ГК/г) экстрактов плодов проявляют сильную антиоксидантную активность, положительно коррелирует с общим содержанием фенолов и демонстрирует потенциал плодов мушмулы, выращенных в Украине, как перспективного источника ценного содержания полифенолов с высокой антиоксидантной активностью.

MORPHOMETRIC PARAMETERS AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF FRUITS OF MEDLAR TREE *MESPILUS GERMANICA* L. O. Grygorieva, S.V. Klymenko, A.P. Illinska, O.M. Vergun, J. Brindza, E. Ivanishova. – The aim of this study was to determine morphometric parameters and biological activity of fruits of perspective genotypes of medlar (*Mespilus germanica* L.) from a collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. Genotypes differed by weight, shape, and size of fruits. The average weight of fruit was from 27.60 to 39.12 g, height from 34.20 to 42.29 mm, diameter from 36.31 to 44.75 mm. Index of fruit shape was determined in range from 0.65 to 1.28. The most variable features are the diameter of calyx basin (27.96 %) and weight of fruit (21.69 %), which are important parameters for selection that indicates about

perspectivity of selection. Antioxidant activity by DPPH-method (0.89–2.09 mg TE/g) and phosphomolybdenum method (54.16–99.86 mg TE/g) demonstrates strong positive correlation with total content of polyphenols (4.17–9.39 mg GAE/g) in the fruit extracts. Obtained results demonstrate that fruits of medlar tree, cultivated in Ukraine, are a valuable source of polyphenol compounds with high antioxidant activity.

Вступ

Потреба введення в культуру нових малопоширених плодових рослин пов'язана з необхідністю підвищення лікувально-дієтичних якостей продукції садівництва. Багато нових цінних видів плодових рослин світової флори оцінено як науково, економічно і соціально важливі. До них належать *Cornus mas* L. (Klimenko, 2004; Brindza et al., 2007; Klymenko, Grygorieva, Onyshuk, 2017), *Diospyros* spp. (Grygorieva et al., 2009), *Ziziphus jujuba* Mill. (Grygorieva et al., 2014), *Pseudocydonia sinensis* Schneid. (Grygorieva et al., 2018), *Morus nigra* L. (Kucelova et al., 2016), *Aronia mitschurinii* A. K. Skvortsov & Maitul. (Vinogradova et al., 2017), *Cydonia oblonga* Mill. (Monka et al., 2014; Klymenko, Grygorieva, Brindza, 2017), *Asimina triloba* (L.) Dunal (Klymenko, Grygorieva, Brindza, 2017; Brindza et al., 2019), *Sambucus nigra* L. (Hořčinová Sedláčková et al., 2018b). Наразі є ще багато таких видів рослин з високим адаптаційним потенціалом, широким спектром цінних біологічно активних речовин і високою антиоксидантною активністю (Klymenko, Grygorieva, Brindza, 2017).

Mespilus germanica L. (мушмула германська) належить до роду *Mespilus* L., родини Rosaceae Juss. В природі зростає в Малій Азії і на Кавказі. В Азербайджані цей вид культивується протягом 3000 років (Baird, Thieret, 1989). Цілющі властивості мушмули германської були відомі здавна. Вона широко використовується в народній медицині, особливо в Південно-Східній Європі, Туреччині та Ірані, в першу чергу для лікування закрепів та хвороби сечового міхура (Baird, Thieret, 1989). За дослідженнями іранських вчених (Nabavi et al., 2011) було встановлено високу антиоксидантну активність плодів, листя, пагонів та кори. Особливо корисне листя мушмули, яке містить велику кількість біологічно активних речовин, має протигрибкову та протимікробну дію (Gruz et al., 2011).

Плоди *Mespilus germanica* мають високий вміст калію (740–841 мг/100 г⁻¹), кальцію (67–80 мг/100 г⁻¹), фосфору (30–48 мг/100 г⁻¹), магнію (50–62 мг/100 г⁻¹) (Ercisli et al., 2012). Було встановлено, що в плодах мушмули вміст сухої речовини становить 27,0%, білку – 11,4%, клітковини – 3,71%, золи – 1,96% (Hacisferogullari et al., 2005), фруктози – 2230 мг/г⁻¹, глюкози – 845,2 мг/г⁻¹, сахарози – 228,4 мг/г⁻¹ (Glew et al., 2003b), високий вміст амінокислот (Glew et al., 2003a), жирні кислоти (Ayaz et al., 2002), легкі речовини (Pourmortazavia, Ghadirib, 2005), поліфеноли та антиоксиданти (Gruz et al., 2011; Gülçin et al., 2011; Nabavi et al., 2011; Rop et al., 2011, Ayaz et al., 2008).

Метою роботи було встановлення морфометричних параметрів плодів, а також дослідження антиоксидантної активності та загального вмісту поліфенолів перспективних генотипів мушмули германської.

Матеріали та методи досліджень

Для морфометричного аналізу (маса, висота та діаметр плоду, діаметр причашечкового заглиблення, індекс форми) було описано 4 генотипи 10-річних рослин *Mespilus germanica* колекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка (Київ). Плоди збирали у стадії знімальної стиглості.

Для визначення загального вмісту поліфенолів та антиоксидантної активності використовували м'якуш (суха речовина) плодів *Mespilus germanica*. Активність поглинання вільних радикалів зразків вимірювали за допомогою 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразу (DPPH) (Sanches-Moreno, Larrauri, Saura-Calixto, 1998) та методом, запропонованим Р. Prieto, М. Pinera, М. Aguilar (1999), з використанням фосфомолібденового реактиву з незначними змінами. Як стандарт в обох методах використовували еталонну сполуку Тролокс. Значення антиоксидантної активності перераховано у мг ТЕ/г (ТЕ – тролокс-еквівалент).

Загальний вміст поліфенолів вимірювали згідно методики, запропонованої V.L. Singleton and, J.A. Rossi (1965), використовуючи реагент Фоліна-Чокалтеу. Результати було виражено в мг ГК/г (ГК – еквівалент галової кислоти).

Комп'ютерне опрацювання результатів досліджень проводили з використанням програми PAST 2.17; статистичне опрацювання отриманих експериментальних даних здійснювали з використанням багатовимірного шкалювання (MDS) за допомогою PRIMER (Clarke, Gorley, 2006). Рівень мінливості встановлювали за методикою B. Stehlíková (1998).



Рис. 1. Ілюстрація процесу вимірювання плодів *Mespilus germanica*

Результати та обговорення

На сьогодні колекція НБС налічує 15 генотипів, отриманих із Батумі (Грузія), Краснодару (Росія) та 12 сіянців власної репродукції. Зразки залучали до колекції у вигляді насіння та сіянців. В селекційний процес залучено 7 перспективних генотипів мушмули, з яких виділено 4 – претенденти у сорти (рис. 2).

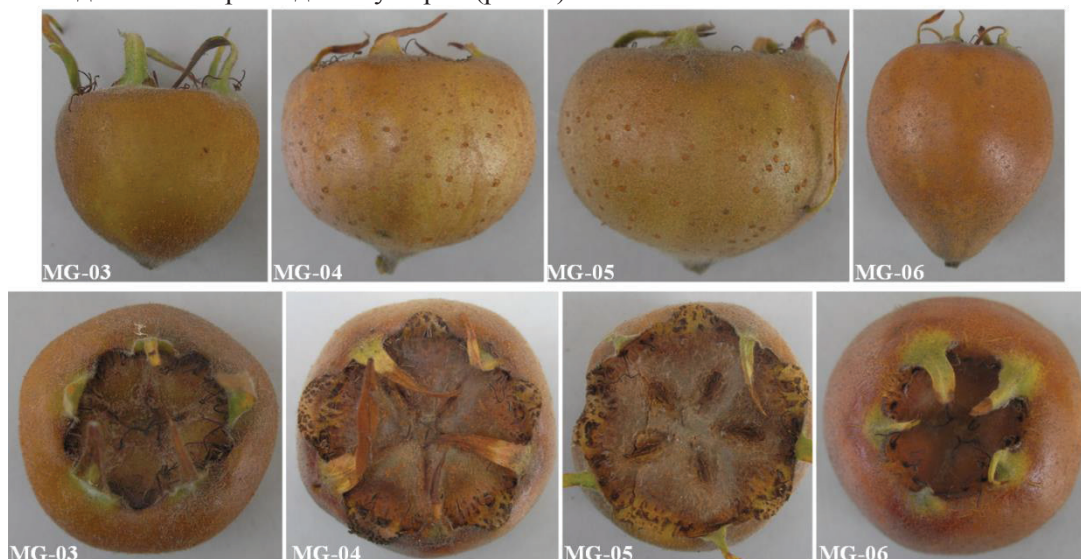


Рис. 2. Морфологічна мінливість плодів різних генотипів *Mespilus germanica*

Середня маса плоду становила від 27,60 (MG-03) до 39,12 (MG-04) г, висота – від 34,20 (MG-03) до 42,29 (MG-06) мм, діаметр – від 36,31 (MG-06) до 44,75 (MG-04) мм (рис. 2). Найбільш мінливими ознаками є діаметр причашечкового заглиблення (27,96%) та маса плоду (21,69%) (табл. 1).

Таблиця 1. Мінливість морфометричних параметрів плодів *Mespilus germanica* L.

Ознаки	n	Min	Max	\bar{x}	V%
Маса плоду, г	120	18,50	54,20	32,51	21,69
Висота плоду, мм	120	28,98	46,33	36,81	10,35
Діаметр плоду, мм	120	31,01	51,17	40,24	11,76
Діаметр причашечкового заглиблення, мм	120	14,92	42,19	25,03	27,96
Індекс форми	120	0,65	1,28	0,93	17,70

Примітки: n – кількість вимірювань; min, max – мінімальне та максимальне значення; \bar{x} – середнє арифметичне; V – коефіцієнт варіабельності (%).

Генотипи мушмули вирізняються за розмірами та формою плодів (рис. 3).

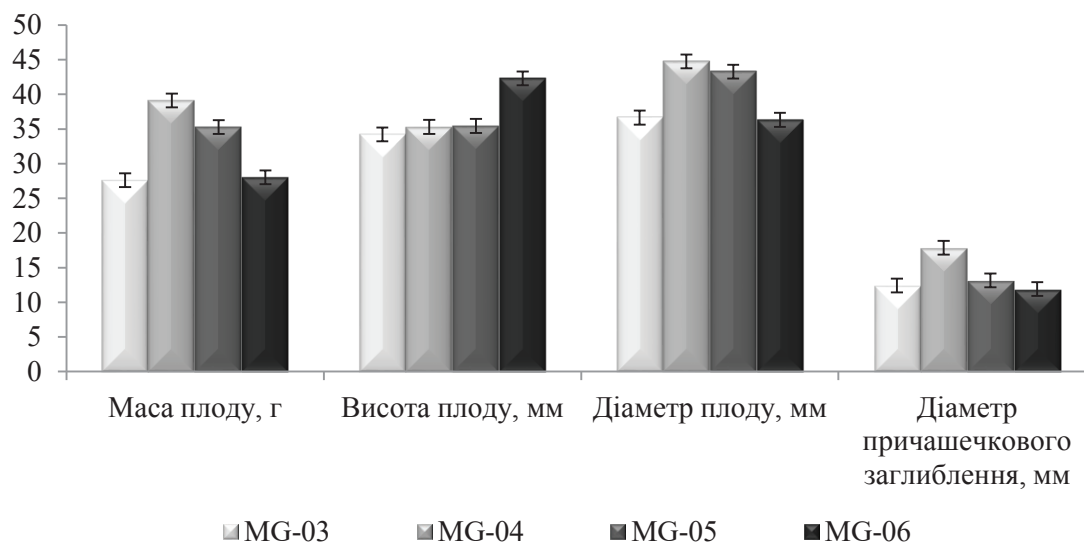


Рис. 3. Морфометричні показники (середні значення) плодів перспективних генотипів *Mespilus germanica*

Багатовимірне шкалювання (MDS) полягає у виявленні близькості або відмінності (відстані) між двома параметрами (рис. 4).

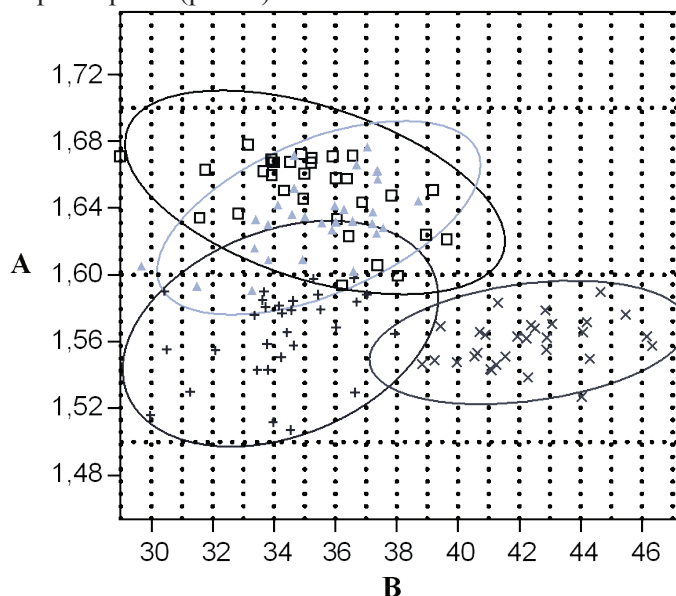


Рис. 4. Багатовимірне шкалювання (MDS) подібності висоти (А) та діаметру (В) плодів генотипів *Mespilus germanica*

На рисунку 4 можна побачити візуальний розподіл розмірів плодів досліджуваних генотипів, що підтверджено даними рисунку 3. Генотип MG-06 відрізняється від інших найбільшою висотою плодів з ймовірністю 95% (еліпси на малюнку не перекриваються).

Для кожного сорту форма плоду є специфічною сортовою ознакою. Кількісно форма плоду характеризується індексом форми, який визначається відношенням його висоти до діаметра. Вивчені генотипи мушмули за формою плоду були розділені нами на три групи: видовжені, видовжено-округлі та округлі (рис. 5). До першої групи були віднесені плоди генотипу MG-06, середній індекс форми якого становить 1,16. До другої групи – генотип MG-03 з індексом форми 0,93. І до третьої групи належать округлі плоди, індекс форми яких становить 0,81 (MG-05) та 0,78 (MG-04). Коефіцієнт варіації індексу форми плодів коливається від 4,76 до 12,61% залежно від генотипу.

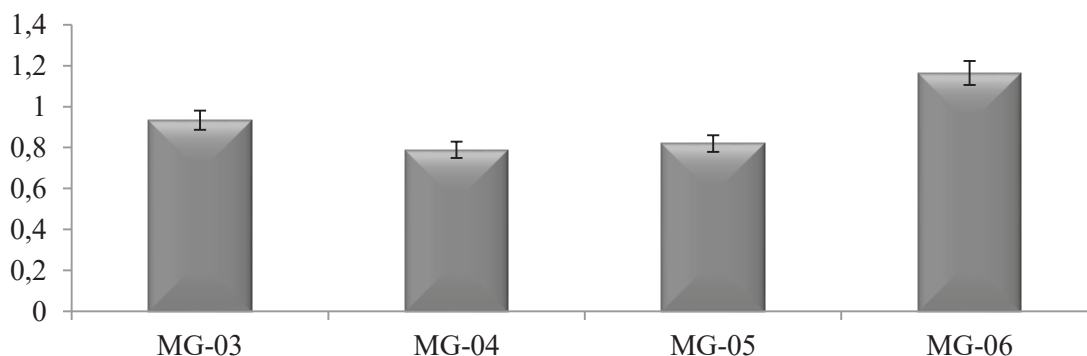


Рис. 5. Індекс форми (середні значення) плодів перспективних генотипів *Mespilus germanica*

Наші результати морфометричних досліджень узгоджуються з даними інших авторів (табл. 2), за якими маса плоду становить від 2,59 до 40,53 г, висота плоду – від 14,96 до 40,10 мм, діаметр плоду – від 16,00 до 43,63 мм, діаметр причашечкового заглиблення – від 8,30 до 26,48 мм та індекс форми – від 0,73 до 1,51.

Таблиця 2. Мінливість деяких морфометричних ознак плодів *Mespilus germanica* (за літературними даними)

Автори (рік)	Маса плоду, г	Висота плоду, мм	Діаметр плоду, мм	Діаметр причашечкового заглиблення, мм	Індекс форми
Ercisli et al. (2012)	11,21–33,24	27,45–38,88	28,44–42,51	13,92–26,48	0,81–1,09
Aygun, Tasci (2013)	6,32–36,42	21,80–40,10	20,60–42,70	8,30–23,30	–
Miko, Gažo (2014)	6,36–40,53	23,02–42,83	27,20–42,83	13,46–33,80	0,73–1,12
Akbulut et al. (2016)	12,30–23,60	–	–	13,80–22,10	0,87–1,04
Sulusoglu, Unver (2016)	9,69–24,45	21,00–33,30	21,20–33,60	13,20–17,60	–
Nezhadghan, Hassanpou (2018)	2,59–10,95	18,50–29,00	16,00–28,20	–	0,78–1,51
Yilmaz et al. (2016)	15,99–37,54	14,96–38,27	17,49–43,63	–	–

Між середньою масою плодів та їх середнім розміром існує сильний позитивний зв'язок із коефіцієнтом кореляції $r=0,98$. Це означає, що навіть у разі незначного зростання маси плоду збільшуються і його розміри. Так, найбільшими розмірами вирізнялися плоди генотипу MG-04, а найменшими – генотипу MG-06, за виключенням висоти плоду, який мав найбільші показники.

Останнім часом виявляється великий інтерес до антиоксидантної активності різних продуктів харчування, оскільки антиоксиданти – широка група біологічно активних сполук, які виконують головну захисну функцію, виражену у здатності нейтралізувати негативний вплив вільних радикалів. Пошук ефективних антиоксидантів є надзвичайно важливим напрямом сучасної біохімії та медицини, в зв'язку з чим відділ проводить дослідження

антиоксидантної активності рослин малопоширених видів (Monka et al., 2014; Kucelova et al., 2016; Klymenko et al., 2017; Ivanišová et al., 2017; Brindza et al., 2019; Horčinová Sedláčková et al., 2018a).

Спільно зі Словацьким сільськогосподарським університетом в Нітрі розпочато дослідження біохімічних особливостей мушмули германської. На перших етапах вивчали антиоксидантний потенціал та загальний вміст поліфенолів плодів (рис. 6, 7).

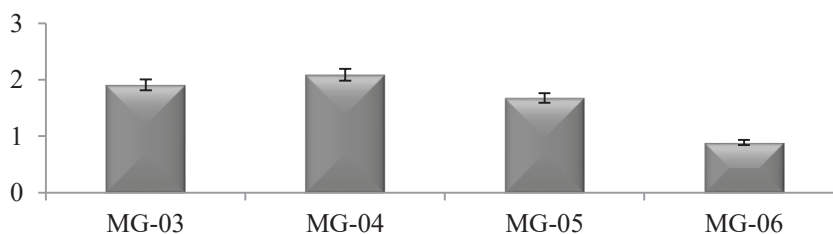


Рис. 6. Антиоксидантна активність етанольних екстрактів генотипів *Mespilus germanica* (DPPH метод), мг ТЕ/г

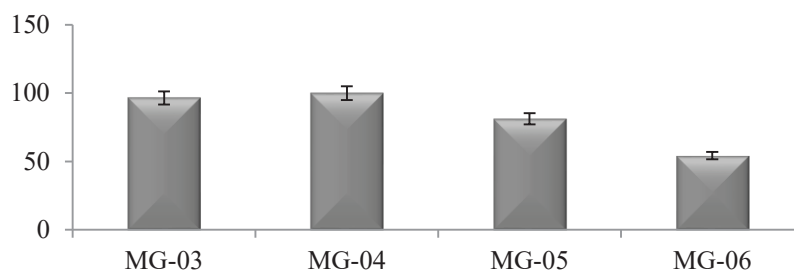


Рис. 7. Антиоксидантна активність етанольних екстрактів генотипів *Mespilus germanica* (фосфомолібденовий метод), мг ТЕ/г

З результату радикальної очистки DPPH екстракт з плодів генотипу MG-04 проявляє найвищу поглинаючу активність і володіє високою антиоксидантною активністю. Аналогічні тенденції спостерігалися в фосфомолібденовому аналізі. Антиоксидантна активність за методом DPPH становила від 0,89 до 2,09 мг ТЕ/г, фосфомолібденовим методом – від 54,16 до 99,86 мг ТЕ/г.

Загальний вміст поліфенолів варіював від 4,17 (MG-06) до 9,39 (MG-03) мг ГК/г (рис. 8).

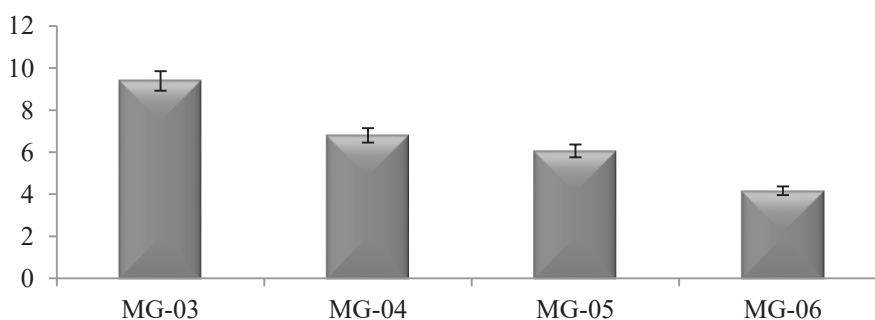


Рис. 8. Загальний вміст поліфенолів плодів різних генотипів *Mespilus germanica* мг ГК/г

Для дослідження взаємозв'язків між загальним вмістом поліфенолів та антиоксидантною активністю (DPPH та FM) використали кореляційний аналіз, за яким спостерігається пряма кореляційна залежність ($r = 0,77$, $r = 0,82$) між цими показниками (рис. 9).

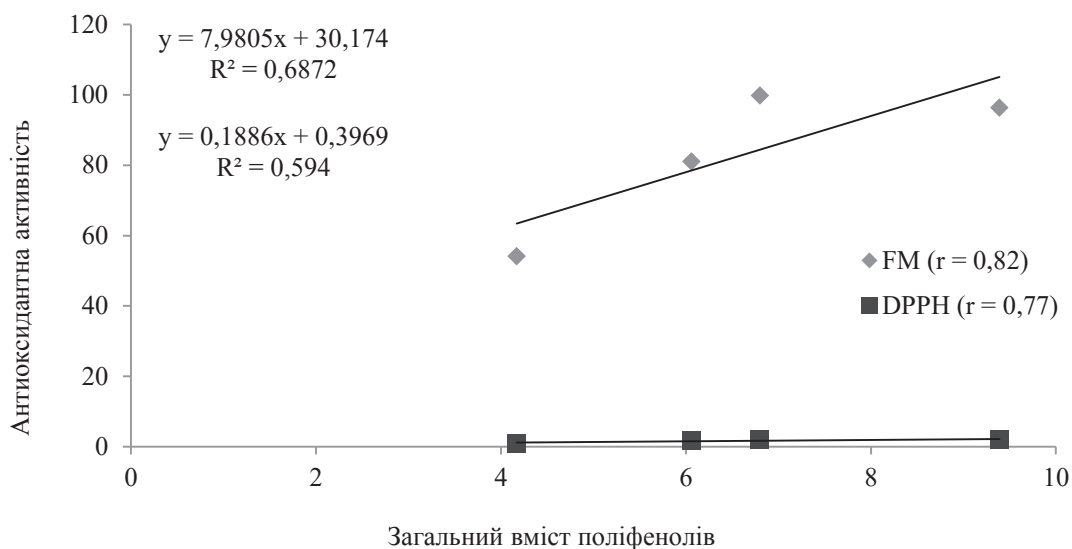


Рис. 9. Кореляційна залежність між загальним вмістом поліфенолів та антиоксидантною активністю (ТЕАС)

Висновки

Досліджено та проаналізовано морфометричні параметри перспективних генотипів *Mespilus germanica* різного географічного походження колекції НБС НАН України. Виділено індивідуальні та важливі для селекції ознаки. Антиоксидантна активність і загальний вміст поліфенолів екстрактів плодів перспективних генотипів *Mespilus germanica* показали, що екстракти проявляють сильну антиоксидантну активність, що позитивно корелює із загальним вмістом фенолів і демонструє потенціал плодів мушмули, вирощених в Україні, як перспективного джерела цінного вмісту поліфенолів з високою антиоксидантною активністю для використання у харчовій, фармацевтичній промисловостях та косметиці. Наші дослідження свідчать про можливість і необхідність розширення культивування *Mespilus germanica* для практичного використання.

Подяка

Автори вдячні Національній програмі стипендії Словацької Республіки і Вишеградському фонду (51910148) за фінансування. Експериментальні дослідження були проведені в лабораторіях Центру збереження та використання агробіорізноманіття на факультеті агробіології та харчових ресурсів Словацького сільськогосподарського університету в Нітрі.

- Akbulut M., Ercisli S., Jurikova T., Mlcek J., Gozlekci S. Phenotypic and bioactive diversity on medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Erwerbs-Obstbau*. 2016. Vol. 3. P. 185–191.
- Ayaz F. A., Huang, H. S., Chuang, L. T., Vanderjagt, D. J., Glew, R. H. Fatty acid composition of medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of development. *Italian Journal of Food Science*. 2002. Vol. 14. P. 439–446.
- Ayaz F. A., Demir O., Torun H., Kolcuoglu Y., Colak A. Characterization of polyphenoloxidase (PPO) and total phenolic contents in medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit during ripening and over ripening. *Food Chem*. 2008. Vol. 106. P. 291–298.
- Aygun A., Tasci A. R. Some fruit characteristics of medlar (*Mespilus germanica* L.) genotypes grown in Ordu, Turkey. *Sci Pap Ser B Horticult*. 2013. Vol. 57. P. 149–152.
- Baird R., Thieret J. W. The medlar (*Mespilus germanica*, Rosaceae) from antiquity to obscurity. *Economic Botany*. 1989. Vol. 43. P. 328–372.
- Brindza P., Brindza J., Tóth D., Klimenko S. V., Grigorieva O. Slovakian cornelian cherry (*Cornus mas* L.): potential for cultivation. *Acta Horticult*. 2007. Vol. 760. P. 433–437.
- Brindza J., Grigorieva O., Klymenko S., Vergun O., Mareček, J., Ivanišová, E. Variation of fruits morphometric parameters and bioactive compounds of *Asimina triloba* (L.) Dunal germplasm collection. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2019. Vol. 13. P. 1–7.
- Clarke K., Gorley R. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth, UK: Primer-E, Ltd., 2006. 192 p.

- Ercisli S., Sengul M., Yildiz H., Sener D., Duralija B., Voca S., Purgar D. D. Phytochemical and antioxidant characteristics of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2012. Vol. 85. P. 86–90.
- Glew R. H., Ayaz F. A., Sanz C., VanderJagt D. J., Huang H. S., Chuang L. T., Strnad M. Changes in sugars, organic acids and amino acids in medlar (*Mespilus germanica* L.) during fruit development. *Food Chem*. 2003a. Vol. 83. P. 363–369.
- Glew, R. H., Ayaz, F. A., Sanz, C., VanderJagt, D. J., Huang, H. S., Chuang, L. T., Strnad, M. Effect of postharvest period on sugars, organic acids and fatty acids composition in commercially sold medlar (*Mespilus germanica* "Dutch") fruit. *Eur Food Res Technol*. 2003b. Vol. 216. P. 390–394.
- Gruz J., Ayaz F. A., Torun H., Strand M. Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. *Food Chem*. 2011. Vol. 124. P. 271–277.
- Grygorieva O., Klymenko S., Brindza J., Kochanova Z., Toth D., Derevjanko V., Grabovecka O. Introduction, breeding and use of persimmon species (*Diospyros* spp.) in Ukraine. *Acta Hort*. 2009. Vol. 833. P. 57–62.
- Grygorieva O., Abrahamová V., Karnatovská M., Bleha R., Brindza J. Morphological characteristic of fruit, drupes and seeds genotypes of *Ziziphus jujuba* Mill. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2014. Vol. 8. P. 306–314.
- Grygorieva O., Klymenko S., Horčinová Sedláčková V., Šimková J., Brindza J. Phenological growth stages of chinese quince (*Pseudocydonia sinensis* C.K. Schneid.): codification and description according to the BBCH scale. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. 2018. Vol. 2. P. 292–299.
- Gülçin L., Topal F., Sarkaya B. Ö., Bursal E., Bilsel G., Gören A. C. Polyphenol contents and antioxidant properties of medlar (*Mespilus germanica* L.). *Rec. Nat. Prod*. 2011. Vol. 5, Vol. 3. P. 158–175.
- Haciseferogullari H., Ozcan M., Sonmete M. H., Ozbek O. Some physical and chemical parameters of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit grown in Turkey. *Journal of Food Engineering*. 2005. Vol. 69. P. 1–7.
- Horčinová Sedláčková V., Grygorieva O., Fatrcová-Šramková K., Vergun O., Vinogradova Y., Ivanišová E., Brindza J. The morphological and antioxidant characteristics of inflorescences within wild-growing genotypes of elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018a. Vol. 12. P. 444–453.
- Horčinová Sedláčková V., Grygorieva O., Brindza, J. Morphometric characteristic of wild-growing genotypes of elderberry (*Sambucus nigra* L.) with dark and green fruits. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2018b. Vol. 2. P. 250–261.
- Ivanišová E., Grygorieva O., Abrahamová V., Schubertova Z., Terentjeva M., Brindza J. Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Journal of Berry Research*. 2017. Vol. 7. P. 249–260.
- Klimenko S. The cornelian cherry (*Cornus mas* L.): collection, preservation and utilization of genetic resources. *J. Fruit Ornam. Plant Res*. 2004. Vol. 12. P. 93–98.
- Klymenko S., Grygorieva O., Onyshuk L. Biological bases of seed and vegetative reproduction of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) in nature and culture. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. 2017. Vol. 1. P. 233–248.
- Klymenko, S., Grygorieva, O., Brindza, J. Less Known Species of Fruit Crops. Slovak University of Agriculture in Nitra, 2017. 104 p.
- Kucelova L., Grygorieva O., Ivanišová E., Terentjeva M., Brindza J. Biological properties of black mulberry-derived food products (*Morus nigra* L.). *Journal of Berry Research*. 2016. Vol. 6. P. 333–343.
- Miko M., Gažo J. Biologické vlastnosti a hodnotenie genofondu mišpule obyčajnej (*Mespilus germanica* L.). Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2014. 97 s.
- Monka A., Grygorieva O., Chlebo P., Brindza J. Morphological and antioxidant characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and chinese quince fruit (*Pseudocydonia sinensis* Schneid). *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2014. Vol. 8. P. 333–340.
- Nabavi S. F., Nabavi S. M., Ebrahimzadeh M. A., Asgarirad H. The antioxidant activity of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit, stem bark and leaf. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10. P. 283–28.
- Nezhadghan B., Hassanpou H. Investigation of physicochemical characterizations of some Medlar (*Mespilus germanica* L.) genotypes in East Azerbaijan province. *Iranian Journal of Horticultural Science*. 2018. Vol. 49. P. 157–169.

- Pourmortazavia S. M., Ghadirib M., Hajimirsadegh S. S. Supercritical fluid extraction of volatile components from *Bunium persicum* Boiss. (Black cumin) and *Mespilus germanica* L. (medlar) seeds. *J. Food Comp. Anal.* 2005. Vol. 18. P. 439–446.
- Prieto P., Pinera M., Aguilar M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry.* 1999. Vol. 269. P. 334–337.
- Rop O., Sochor J., Jurikova T., Zitka O., Skutkova H., Mlcek J., Salas P., Krska B., Babula P., Adam V., Kramarova D., Beklova M., Provaznik I., Kizek R. Effect of Five Different stages of ripening on chemical compounds in medlar (*Mespilus germanica* L.). *Molecules.* 2011. Vol. 16. P. 74–91.
- Sanches-Moreno C., Larrauri A., Saura-Calixto F. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. *Journal of Sciences and Food Agricultural.* 1998. Vol. 76. P. 270–276.
- Singleton V. L., Rossi J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Agricultural.* 1965. Vol. 6. P. 144–158.
- Stehlíková B. Basics of biostatistics (Biodiversity protection 51). Nitra: SPU, 1998. 79 p.
- Sulusoglu M., Unver H. Morphological and chemical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) fruits and changes in quality during ripening. *AGROFOR International Journal.* 2016. Vol. 1. P. 133–140.
- Vinogradova Yu., Grygorieva O., Vergun O., Brindza J. Morphological characteristics for fruits of *Aronia mitschurinii* A. K. Skvortsov & Maitul. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* 2017. Vol. 11. P. 754–760.
- Yilmaz A., Gerçekcioğlu R., Özatasever Ö. Determination of pomological and chemical properties of some medlar (*Mespilus germanica* L.) genotypes. *Journal of New Results in Science.* 2016. Vol. 5. P. 118–124.

Рекомендує до друку
Н.О. Гавриленко