

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ ФЛАВОНОЇДІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ (*RIBES NIGRUM* L.) ОТРИМАНИХ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ РОЗМНОЖЕННЯ

О. Л. КЛЯЧЕНКО, О. В. ЛОБОВА, О. В. СУБІН, А. Ф. ЛІХАНОВ

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041
e-mail: likhanov.bio@gmail.com

У роботі представлено результати досліджень за виявлення сезонної динаміки флавоноїдів у листках смородини чорної сортів Радужна та Прем'єра отриманих різними способами розмноження. Показано особливості синтезу та накопичення флавоноїдів в листках смородини чорної протягом вегетаційного періоду. Виявлено динаміку синтезу флавоноїдів за різних способів розмноження. Встановлено, що найбільша кількість флавоноїдів синтезується на початкових стадіях вегетації. Доведено, що залежність біохімічного складу вторинних метаболітів від способу розмноження рослин значно краще виражена на стадії плодоношення. Встановлено, що при розмноженні рослин сорту Радужна за використання технології *in vitro* на початок квітання вміст рутину в листках, порівняно з вегетативно розмноженими рослинами, підвищувався у 1,4-1,7 раз. У рослин сорту Прем'єра дана розбіжність збільшувалась у понад 2 рази.

Підтверджено, що у досліджуваних сортів чорної смородини синтез метаболітів фенольної природи близько пов'язаний з іншими біохімічними процесами, що регулюють важливі фізіологічні функції, зокрема відповідальні за ріст та розвиток рослин. Таким чином, технологія *in vitro* супроводжується суттєвими біохімічними та фізіологічними трансформаціями рослин-регенерантів, що зберігаються протягом тривалого періоду, як і після адаптації, так і в умовах відкритого ґрунту; підтримують збалансованість і стабільність рівня нагромадження біологічно активних речовин, які відіграють одну з ключових ролей при формування системної стійкості рослин.

Ключові слова: *Ribes nigrum* L., флавоноїди, флаванолі; рутин, *in vitro*

Вступ. Вторинні метаболіти відіграють одну з найважливіших ролей в адаптації рослин до умов навколишнього середовища і подоланні стресових факторів (Soni et al., 2015; Khare et al., 2020; Divekar et al., 2022). Якісний та кількісний склад вторинних метаболітів визначається активністю їх синтезу, ефективністю транспортування, а також дією ендогенних і екзогенних чинників на органи і тканини рослин (Wink, 2003; Yang et al., 2018; Qaderi et al., 2023). Усі ці ознаки є генетично детермінованими, що знаходяться під контролем розвитку рослинного організму і диференційно реалізуються за впливу тих чи інших зовнішніх умов (Ohama et al., 2017; Jan et al., 2021). Проте на сьогодні відомий лише невеликий пул генів, які відповідають за синтез вторинних метаболітів. Найбільш дослідженим шляхом на генетичному рівні є синтез похідних фенілпропановидного синтезу, зокрема флавоноїдів та антоціанів. (Dixon, Steele, 1999; Forkmann, Martens, 2001). Крім того фенілпропановиди діють як ключові хімічні модулятори взаємодій рослина-комаха та рослина-мікроорганізм (Mandal et al., 2010; Falcone-Ferreira et al., 2012). Різноманітні похідні фенілпропановидного синтезу відіграють життєво важливу роль у структурній цілісності рослин,

УФ-фотозахисті, розмноженні та внутрішній регуляції фізіології та сигналізації рослинних клітин. Однією з найчисельніших та найрізноманітніших груп рослинних вторинних метаболітів є флавоноїди, які синтезуються шикиматним та ацетат-малонатним шляхом і є активними метаболітами рослинної клітини (Dixon, Paiva, 1995; Keller, 2009). Характер їх розподілу в рослинах вказує на важливу біологічну роль цих сполук.

Найбільша кількість флавоноїдів міститься в листках, квітах, плодах, а також в покривних тканинах, які виконують захисні функції. Вміст флавоноїдів в різних органах та тканинах відрізняється не лише за кількісним, а й за якісним складом (Grotewold, 2006; Staszowska-Karkut et al., 2023; Ye et al., 2025).

Біологічні функції флавоноїдів пов'язані з їхньою потенційною цитотоксичністю, здатністю взаємодії з ферментами та комплексоутворення з білками. Деякі флавоноїди забезпечують захист від стресових факторів, зв'язуючи вільні радикали, такі як активні форми кисню (АФК), а також хелатні метали, що можуть генерувати АФК через реакцію Фентона (Williams et al., 2004). Синтез та кількісний вміст флавоноїдів безпосередньо залежить від фізіологічного стану,

стадії розвитку та віку рослини. Найбільше накопичення флавоноїдів для більшості видів рослин спостерігається у фазі квітнування, з подальшим зменшенням у фазі плодоношення. Проте не існує загальних закономірностей змін фенілпропановидного синтезу на різних етапах росту і розвитку рослин, відсутність яких викликана регуляцією експресії генів, які кодують основні ферменти їх утворення. Біосинтез флавоноїдів протягом онтогенезу залежить від їх функції в фізіологічних процесах, стадії розвитку та виду рослини, а також від впливу зовнішніх чинників (Mikkonen et al., 2001; Riipi et al., 2002; Zheng et al., 2009; Martz et al., 2010; Zheng et al., 2012; Vagiri et al., 2015; Likhanov et al., 2023).

Попередні дослідження сезонної динаміки вмісту флавоноїдів смородини чорної та їх антиоксидантної активності показали значну варіативність залежно від генотипу та пори року (Tabart et al., 2006; Donno et al., 2013; Liu et al., 2014; Vagiri et al., 2015). Натепер існує обмежене розуміння як якісний та кількісний склад змінюється залежно від стадії онтогенезу та місця вирощування. Зважаючи на вище вказане метою роботи було вивчення динаміки вмісту флавоноїдів у листках чорної смородини залежно від фази розвитку та способу розмноження.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень слугували рослини-регенеранти смородини чорної, зокрема сортів Прем'єра (середня група стиглості, власник сорту НУБІП України) та Радужна (середня група стиглості, власник сорту Інститут садівництва НААН України), які після адаптації до умов *in vivo* було висаджено на дослідну ділянку НЛ «Плодовочевий сад НУБІП України» та рослини, що розмножувалися живцюванням.

Для досліджень відбирали листки відповідно до фази вегетаційного періоду: 1 – розпускання бруньок; 2 – формування бутонів; 3 – початок квітнування; 4 – утворення зав'язі; 5 – початок плодоношення; 6 – масовий збір ягід; 7 – закладання та диференціація вегетативних і плодових бруньок; 8 – опадання листків. Біологічна повторюваність дослідів - три разова. Наважку листків розтирали в метиловому спирті у співвідношенні 1:10 (1 г в 10 мл). Отримані екстракти центрифугували за 12 тис. об/хв. протягом 5 хв. Готові екстракти зберігали за температури - 20°C у морозильній камері.

Визначення кількісного вмісту флавоноїдів проводили за довжини хвилі $\lambda=419$ нм. Реакційна суміш містила: 300 мкл метанольного екстракту, з послідовним додаванням 200 мкл 0,1 М

розчину хлориду алюмінію та 300 мкл 1 М розчину оцтовокислого натрію. Калібрувальний графік будували за стандартним розчином кверцетину (Sigma-Aldrich, Німеччина).

Якісний аналіз метанольних екстрактів на наявність фенольних сполук, малополярних речовин і пігментів проводили методом високоефективної тонкошарової хроматографії на пластинках Silica Gel 60 G (Merck, Німеччина), з використанням системи розчинників етилацетат : мурашина кислота : оцтова кислота : вода у співвідношенні 100 : 11 : 11 : 26. Обробку хроматографічних пластин проводили 5% спиртовим розчином хлориду алюмінію з подальшим нагріванням при 105°C протягом 5 хв, візуалізацію хроматограм проводили за $\lambda=365$ нм.

Індивідуальні продукти на хроматограмі виявляли за УФ-освітлення та аналізували за допомогою програми TLC analyzer. Отримані дані статистично оброблено за використання програмного забезпечення Statistica 7.0.

Результати дослідження. Досліджували сорти смородини чорної у різні фази вегетативного розвитку накопичували певні біологічно активні речовини. На основі результатів хроматографічного аналізу у зразках встановлено наявність флавоноїдів, кумаринів і гідроксикоричних кислот за характерною флуоресценцією за УФ-освітлення до та після обробки проявником та величинами Rf. Проведення якісного аналізу фенольних сполук у досліджуваних сортах дозволило виявити суттєві відмінності їх складу. Варто зазначити, що сорти Радужна та Прем'єра характеризувалися вмістом флавоноїдів, які мають характерну особливість поглинати УФ-світло в діапазоні 320-360 нм, це підтверджується наявністю темно-коричневих плям на хроматографі до обробки, а після обробки хромогенними реактивами дають інтенсивне світіння при $\lambda=365$ нм.

Дослідження сезонної динаміки вмісту флавоноїдів у листках чорної смородини сортів Радужна і Прем'єра уможливили виявлення послідовного зменшення концентрації флавоноїдів у листках, яка досягала найменшого значення у фазу зав'язування плодів і на початок плодоношення. Значна активація синтезу флавоноїдів відбувалася за масового плодоношення смородини, що, ймовірно, пов'язано з завершенням формуванням ягід і вивільненням енергетичних резервів на синтез біологічно активних сполук у листках рослин (рис. 1).

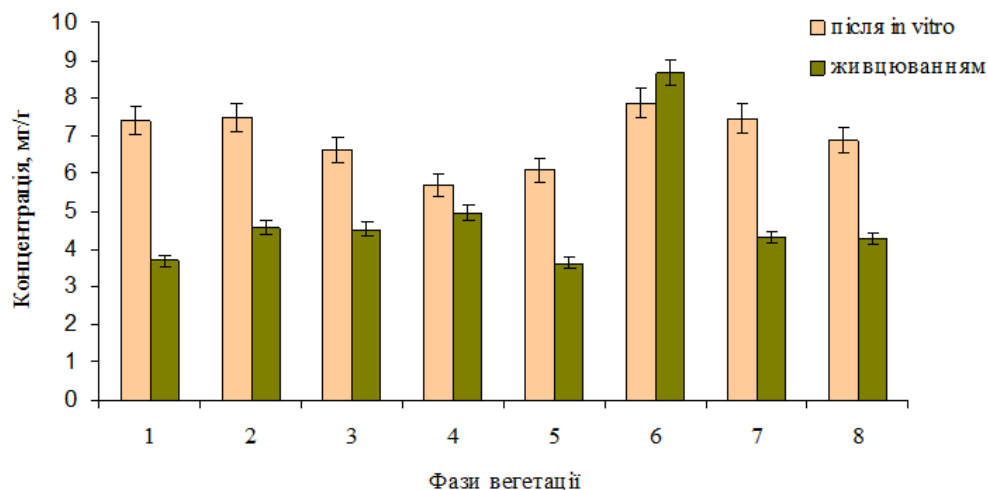


Рис. 1. Сезонна динаміка вмісту флавоноїдів у листках чорної смородини сорту Прем'єра, отриманих різними способами розмноження

Fig. 1. Seasonal dynamics of flavonoid content in the leaves of blackcurrant plants variety Premiera obtained by different propagation methods

Можна бачити, що після суттєвого зростання концентрації флавоноїдів у листках смородини чорної спостерігалось поступове зменшення загальної кількості флавоноїдів, яке пов'язане з процесами старіння листків у період завершення вегетації.

Якісний склад флавоноїдів у листках рослин протягом вегетаційного періоду за умов різних

способів отримання саджанців показав, що кількість індивідуальних компонентів є більш різноманітною на початкових стадіях вегетації. При цьому основну частину з них становлять флавоноли, високополярні глікозидовані аглікони, які мають $R_f \sim 0,10-0,45$ (рис. 2).

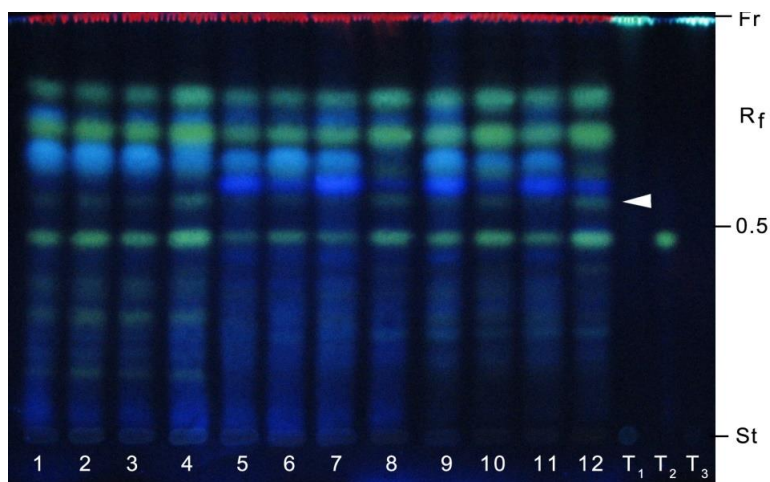


Рис. 2. Хроматограма флавоноїдів і оксикоричних кислот смородини чорної: фаза формування листків: 1 – Радужна розмножена вегетативно; 2 – Радужна після in vitro, 3 – Прем'єра розмножена вегетативно; 4 – Прем'єра після in vitro; фаза квітування: 5 – Радужна розмножена вегетативно, 6 – Радужна після in vitro, 7 – Прем'єра розмножена вегетативно; 8 – Прем'єра після in vitro; фаза плодоношення: 9 – Радужна розмножена вегетативно; 10 – Радужна після in vitro, 11 – Прем'єра розмножена вегетативно; 12 – Прем'єра після in vitro стандарти: T1 – кверцетин, T2 – рутин, T3 – кемпферол

Fig. 2. Chromatogram of flavonoids and oxcinnamic acids content of blackcurrant: phase of leaves formation: 1 – Raduzhna vegetatively propagated plants; 2 – Raduzhna in vitro propagated plants, 3 – Premiera vegetatively propagated plants; 4 – Premiera in vitro propagated plants; flowering phase: 5 – Raduzhna vegetatively propagated plants, 6 – Raduzhna in vitro propagated plants, 7 – Premiera vegetatively propagated plants; 8 – Premiera in vitro propagated plants; fruiting phase: 9 – Raduzhna vegetatively propagated plants; 10 – Raduzhna in vitro propagated plants, 11 – Premiera vegetatively propagated plants; 12 – Premiera in vitro propagated plants; standards: T1 – quercetin, T2 – rutin, T3 – kaempferol

Слід відмітити, що на початку і в процесі квітання деякі з цих флавонолів повністю зникають або залишаються в листках у мінорних кількостях. Проте активно синтезуються нові сполуки, для яких спостерігається характерна блакитна флуоресценція.

За умов культивування рослин сортів Радужна і Прем'єра в культурі *in vitro* виявлено сезонну динаміку синтезу фенілпропаноїдів.

Крім кількісних показників вмісту фенольних сполук, у рослин виявляються і сортоспецифічні особливості якісного їх складу. Нез'ясованими залишаються механізми активації і пригнічення синтезу кон'югатів оксикоричних кислот, які під УФ світлом флуоресціюють у блакитному спектрі. На хроматограмі вони локалізуються на рівні $R_f \sim 0,55-0,75$.

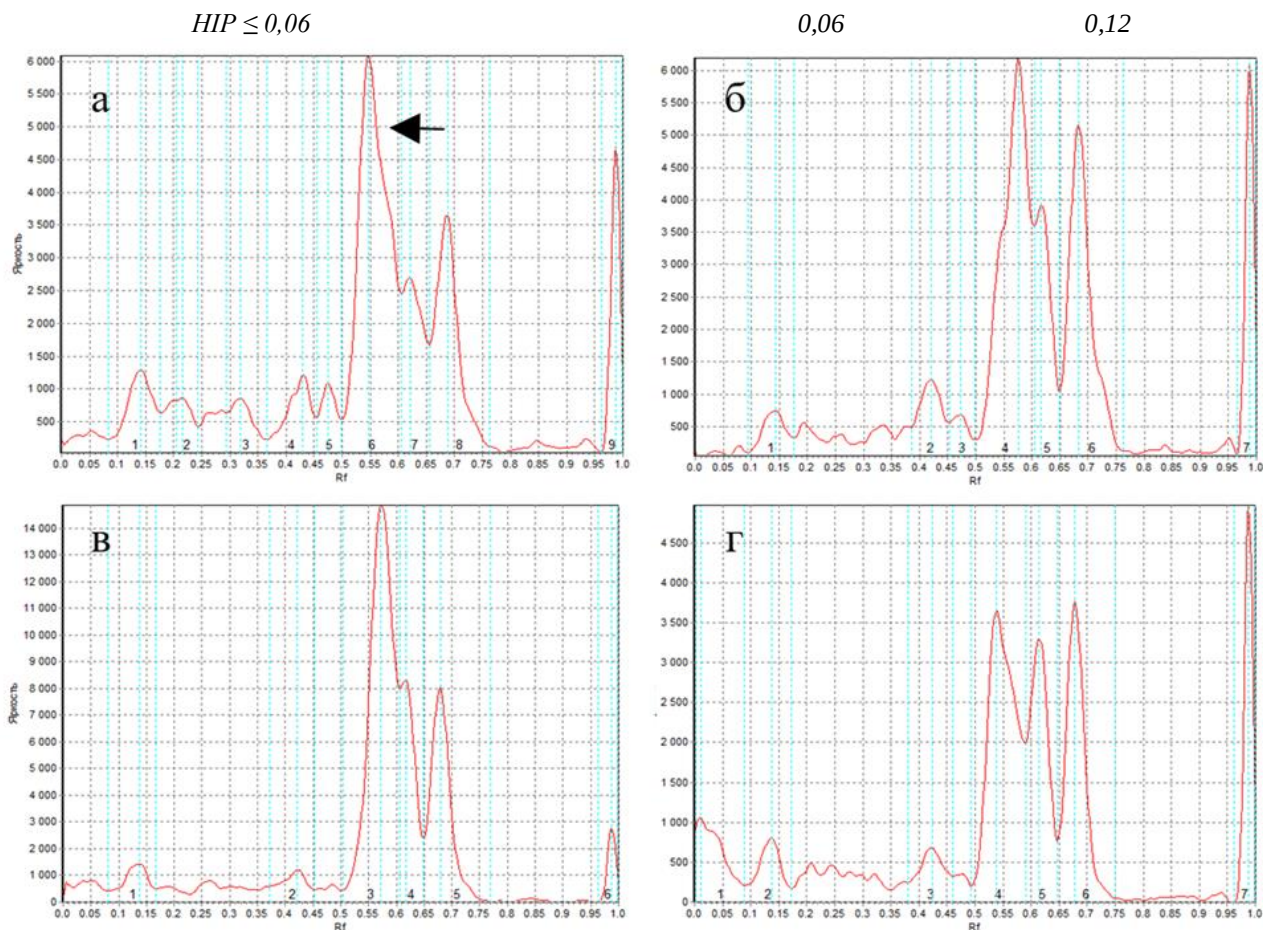


Рис. 3. Фотоденситограма хроматографічного розділення фенольних сполук смородини чорної за умов *in vitro*: червень: а – Радужна, б – Прем'єра; липень: в – Радужна, г – Прем'єра

Fig. 3. Photodensitogram of phenolic compounds after chromatographic separation obtained by *in vitro* technique: June а – Raduzhna; б – Prem'era. July в – Raduzhna; г – Prem'era

Залежність біохімічного складу вторинних метаболітів від способу розмноження рослин значно краще проявляється на стадії плодоношення. Так, вміст флавонола ($R_f \sim 0,55$) у рослин сортів чорної смородини Радужна і Прем'єра після культивування в умовах *in vitro* поступово зменшувався до повного зникнення протягом фази квітання і плодоношення (рис. 4). У рослин, які розмножені традиційним вегетативним шляхом, дана сполука виявлялася у незначній кількості лише на початкових стадіях квітання.

Подібну закономірність нами виявлено за синтезом кверцетин-3-О-рутинозиду (рутину), речовини яка має Р-вітамінну активність і високий антиоксидантний потенціал (рис. 5).

При розмноженні рослин смородини чорної сорту Радужна за використання технології *in vitro* на початок фази квітання вміст рутину в листках, порівняно з вегетативно розмноженими рослинами, підвищувався у 1,4-1,7 разів, тоді як у рослин сорту Прем'єра дана розбіжність збільшувалася понад у 2 рази.

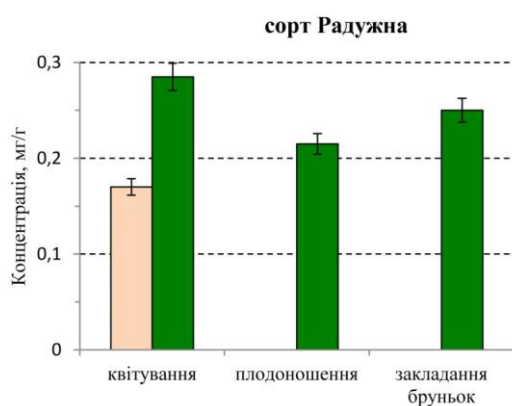


Рис. 4. Динаміка вмісту флавонола (глікозида кверцетина з $R_f \sim 0.55$) в листках смородини чорної за різних способів розмноження

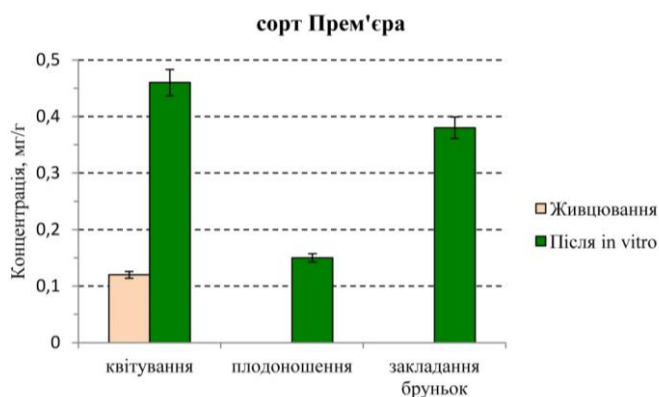


Fig. 4. Dynamics of flavonol (quercetin glucoside $R_f \sim 0.55$) content in the leaves of blackcurrant plants obtained by different propagation methods

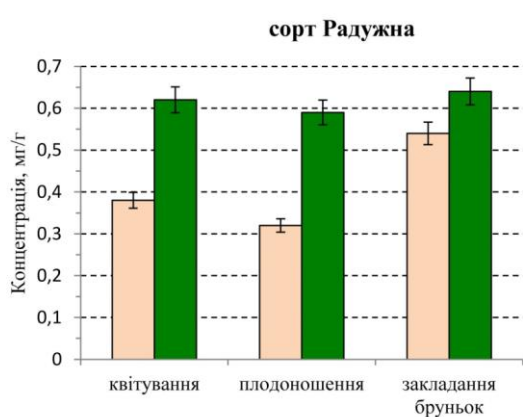


Рис. 5 Динаміка вмісту кверцетин-3-О-рутинозиду в листках смородини чорної за різних способів розмноження рослин

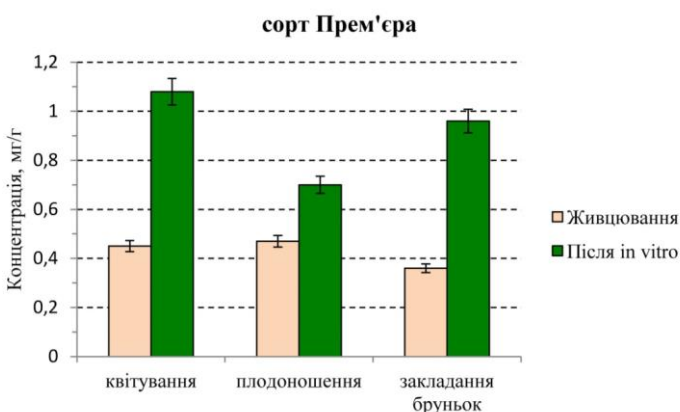


Fig. 5. Dynamics of quercetin-3-Orutinoside content in the leaves of blackcurrant plants obtained by different propagation methods

Висновки. Отже, отримані нами результати, що засвідчують тісний зв'язок між фенотипами рослин та біохімічним складом фенольних сполук підтверджують теоретичне припущення про регуляторну роль вторинних метаболітів у процесах формування пулу адаптивних реакцій рослинного організму. Підтверджено, що у досліджуваних сортів чорної смородини синтез метаболітів фенольної природи близько пов'язаний з іншими біохімічними процесами, що регулюють важливі фізіологічні функції, зокрема відповідальні за ріст та розвиток рослин, які не залежать від типу розмноження.

Таким чином, технологія *in vitro* супроводжується значними фізіологічними і

біохімічними трансформаціями рослинного організму, які зберігаються протягом тривалого часу як після умов адаптації і в умовах відкритого ґрунту; підтримують збалансованість і стабільність рівня нагромадження біологічно активних речовин, що відіграють важливу роль у формуванні системної стійкості рослин.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що дослідження проводили за відсутності будь-яких комерційних або фінансових відносин, які можна було б витлумачити як потенційний конфлікт інтересів.

Список літератури / References:

1. Divekar PA, Narayana S, Divekar BA, et al. Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(5):2690. <https://doi.org/10.3390/ijms23052690>
2. Dixon RA, Paiva NL. Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. *The Plant Cell*. 1995;7(7):1085-1097. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.1085>
3. Dixon RA, Steele CL. Flavonoids and isoflavonoids – a gold mine for metabolic engineering. *Trends in Plant Science*. 1999;4(10):394-400. [https://doi.org/10.1016/s1360-1385\(99\)01471-5](https://doi.org/10.1016/s1360-1385(99)01471-5)
4. Donno D, Beccaro G, Mellano M, Cerutti A, Bounous G. Medicinal plants, chemical composition and

- quality: may blackcurrant buds and blackberry sprouts be a new polyphenol source for herbal preparations? *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2013;86:79-89.
<https://doi.org/10.5073/JABFQ.2013.086.012>
5. Falcone Ferreyra ML, Rius SP, Casati P. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*. 2012;3.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00222>
 6. Forkmann G, Martens S. Metabolic engineering and applications of flavonoids. *Current Opinion in Biotechnology*. 2001;12(2):155-160.
[https://doi.org/10.1016/s0958-1669\(00\)00192-0](https://doi.org/10.1016/s0958-1669(00)00192-0)
 7. Grotewold E. *The Science of Flavonoids*. Springer; 2006.
 8. Jan R, Asaf S, Numan M, Lubna, Kim KM. Plant Secondary Metabolite Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*. 2021;11(5):968.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11050968>
 9. Khare S, Singh NB, Singh A, et al. Plant secondary metabolites synthesis and their regulations under biotic and abiotic constraint *Journal of Plant Biology*. 2020;63(3):203-216. <https://doi.org/10.1007/s12374-020-09245-7>
 10. Keller RB. *Flavonoids: Biosynthesis, Biological Effects and Dietary Sources*. Nova Science Publishers; 2009.
 11. Krüger E., Dietrich H, Hey M, Patz CD. Effects of cultivar, yield, berry weight, temperature and ripening stage on bioactive compounds of black currants. *Journal of applied botany and food quality*. 2012;84(1):40-40.
 12. Likhanov A, Klyachenko O, Subin O, Prysiachniuk L, Melnychuk M. Influence of Quercetin-Ferrum Complex on the Biochemical Profile of Berry Crops In Vitro. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023;24(5):111-116.
<https://doi.org/10.12912/27197050/164732>
 13. Liu P, Kallio H, Yang B. Flavonol glycosides and other phenolic compounds in buds and leaves of different varieties of black currant (*Ribes nigrum* L.) and changes during growing season. *Food Chemistry*. 2014; 160: 180-189.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.056>
 14. Mandal SM, Chakraborty D, Dey S. Phenolic acids act as signaling molecules in plant-microbe symbioses. *Plant Signaling & Behavior*. 2010;5(4):359-368.
<https://doi.org/10.4161/psb.5.4.10871>
 15. Martz F, Jaakola L, Julkunen-Tiitto R, Stark S. Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) Leaves in Northern Europe Following Foliar Development and Along Environmental Gradients. *Journal of Chemical Ecology*. 2010;36(9):1017-1028.
<https://doi.org/10.1007/s10886-010-9836-9>
 16. Mikkonen T, Kaisu Määttä, Hukkanen A, et al. Flavonol Content Varies among Black Currant Cultivars. *J Agric Food Chem*. 2001;49(7):3274-3277.
<https://doi.org/10.1021/jf0010228>
 17. Ohama N, Sato H, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K. Transcriptional Regulatory Network of Plant Heat Stress Response. *Trends in Plant Science*. 2017;22(1):53-65.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.08.015>
 18. Qaderi MM, Martel AB, Strugnell CA. Environmental Factors Regulate Plant Secondary Metabolites. *Plants*. 2023;12(3):447.
<https://doi.org/10.3390/plants12030447>
 19. Riipi M, Vladimir Ossipov, Lempa K, et al. Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there trade-offs between leaf growth and accumulation of phenolics? *Oecologia*. 2002;130(3):380-390.
<https://doi.org/10.1007/s00442-001-0826-z>
 20. Soni U, Brar S, Gauttam VK. Effect of seasonal variation on secondary metabolites of medicinal plants. *International Journal of Pharmaceutical Sciences And Research*. 2015;6(10).
[https://doi.org/10.13040/ijpsr.0975-8232.6\(9\).3654-62](https://doi.org/10.13040/ijpsr.0975-8232.6(9).3654-62)
 21. Staszowska-Karkut M, Chilczuk B, Małgorzata Materska, Kontek R, Marciniak B. Phenolic Compounds in Fractionated Blackcurrant Leaf Extracts in Relation to the Biological Activity of the Extracts. *Molecules*. 2023;28(22):7459-7459.
<https://doi.org/10.3390/molecules28227459>
 22. Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne JO, Dommes J. Antioxidant Capacity of Black Currant Varies with Organ, Season, and Cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(17):6271-6276. <https://doi.org/10.1021/jf061112y>
 23. Vagiri M, Conner SD, Stewart D, et al. Phenolic compounds in blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves relative to leaf position and harvest date. *Food Chemistry*. 2015;172:135-142.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.041>
 24. Vagiri M, Ekholm A, Johansson E, Andersson SC, Rumpunen K. Major phenolic compounds in black currant (*Ribes nigrum* L.) buds: Variation due to genotype, ontogenetic stage and location. *LWT - Food Science and Technology*. 2015;63(2):1274-1280.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.006>
 25. Williams RJ, Spencer JPE, Rice-Evans C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*. 2004;36(7):838-849.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.01.001>
 26. Wink M. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. 2003;64(1):3-19.
[https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(03\)00300-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(03)00300-5)
 27. Yang L, Wen KS, Ruan X, Zhao YX, Wei F, Wang Q. Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. *Molecules*. 2018;23(4):762.
<https://doi.org/10.3390/molecules23040762>
 28. Ye LS, Mu HF, Wang BL. Advances in flavonoid bioactivity in chronic diseases and bioavailability: transporters and enzymes. *Journal of Asian Natural Products Research*. 2025;1-29.
<https://doi.org/10.1080/10286020.2025.2493925>
 29. Zheng J, Yang B, Tuomasjukka S, Ou S, Kallio H. Effects of Latitude and Weather Conditions on Contents of Sugars, Fruit Acids, and Ascorbic Acid in Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Juice. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry*. 2009;57(7):2977-2987. <https://doi.org/10.1021/jf8034513>
30. Zheng J, Yang B, Ville Ruusunen, et al. Compositional Differences of Phenolic Compounds between Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Cultivars

and Their Response to Latitude and Weather Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(26):6581-6593. <https://doi.org/10.1021/jf3012739>

SEASONAL DYNAMICS OF FLAVONOID CONTENT IN THE LEAVES OF BLACKCURRANT PLANTS (*RIBES NIGRUM* L.) OBTAINED BY DIFFERENT PROPAGATION METHODS

O.L. KLIACHENKO, O.V. LOBOVA, O.V. SUBIN, A.F. LIKHANOV

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Oborony Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine
e-mail: likhanov.bio@gmail.com

The study presents the results of research aimed at identifying the seasonal dynamics of flavonoid content in the leaves of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars Raduzhna and Premiera, propagated by different methods. The peculiarities of flavonoid synthesis and accumulation in blackcurrant leaves during the vegetation period are demonstrated. The dynamics of flavonoid synthesis under different propagation methods were revealed. It was established that the highest amount of flavonoids is synthesized at the early stages of vegetation. It was proven that the dependence of the biochemical composition of secondary metabolites on the plant propagation method is more distinctly expressed at the fruiting stage. It was found that in Raduzhna plants propagated using in vitro technology, the rutin content in the leaves at the beginning of flowering increased by 1.4–1.7 times compared to vegetatively propagated plants. In Premiera cultivar plants, this difference exceeded twofold. The study confirms that in the examined blackcurrant cultivars, the synthesis of secondary metabolites of phenolic nature is closely linked with other biochemical processes that regulate key physiological functions responsible for plant growth and development.

Thus, in vitro technology is accompanied by significant physiological and biochemical transformations of the plant organism, which persist for a long time after adaptation and under open-field conditions; they support the balance and stability of biologically active substance accumulation, which plays a vital role in the formation of systemic plant resistance.

Keywords: *Ribes nigrum* L., flavonoids, flavonols, rutin, in vitro

Отримано редколегією 12.04.2025 р.