

Характеристика біохімічного складу плодів нових сортів *Malus domestica* Borkh.

І. В. Гончаровська*, С. В. Клименко, В. В. Кузнецов

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна,
*e-mail: Inna_Lera@ukr.net

Мета. Визначити вміст біохімічних сполук у плодах сорто-зразків *M. domestica* Borkh., відібрати найперспективніші для використання у подальшій селекції та рекомендувати для застосування у різних напрямках, враховуючи комплекс біохімічних ознак, смакові і товарні якості плодів. **Методи.** Використовували загальноприйняті методики визначення біохімічного складу плодів: розчинні сухі речовини – за ГОСТ 29030-91; загальні цукри – за ГОСТ 8756-13.87; поліфенольний склад – за методикою Л. И. Вигорова (1968); вітамін С – за методикою А. И. Ермакова та ін. (1972); титровані кислоти – за ГОСТ 25555.0-82. **Результати.** Було проаналізовано дев'ять сортозразків яблуні за біохімічним складом плодів, а саме сорт яблуні 'Видубицька плакуча' ('В. п.') та створені на її основі різні гібриди із колекції відділу акліматизації плодів рослин Національного ботанічного саду (НБС) імені М. М. Гришка НАН України. Плоди збирали за їхньої комерційної зрілості. Добрані форми є джерелами 1–5 важливих біохімічних ознак (вміст сухих речовин, глюкози, цукрів, аскорбінової кислоти, титрованої кислоти) і перспективні для використання у селекції. За вмістом сухої речовини найнижчий показник було виявлено у гібрида 'В. п.' × 'Ренет Симиренко' (16,68%), найвищий – у гібрида 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса' (22,87%), показники вмісту аскорбінової кислоти варіювали в межах 6,0–12,25 мг%, загальні цукри – 10,37–18,23, кислоти – 0,74–1,67, відповідно. Найцікавішими для інтродукції та селекції були гібриди із найвищим комплексом вмісту біохімічних показників, а саме: 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса', 'В. п.' × 'Голден Делішес' та 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий'. **Висновки.** Охарактеризовано вміст біохімічного складу плодів, їхні смакові і товарні якості і розподілено сортозразки гібридів яблуні 'Видубицька плакуча' за напрямками використання для покращення якості життя населення. За біохімічними показниками у результаті кластерного аналізу досліджених гібридів яблуні було виявлено щільні взаємозв'язки, які необхідні у майбутньому для селекції під час відбору батьківських форм на поліпшений біохімічний склад плодів (зокрема, за високим умістом сухої речовини виділено гібриди 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса', 'В. п.' × 'Голден Делішес' та 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий'; за вмістом титрованих кислот – гібриди 'В. п.' × 'Старкримсон', 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' та 'В. п.' × 'Ренет Симиренко'; за вмістом дубильних речовин – гібриди 'В. п.' × 'Слава Переможцям' та 'В. п.' × 'Старкримсон') та для розширення сортименту яблунь за запланованими комерційними ознаками. Створені у НБС гібриди сорту яблуні 'Видубицька плакуча' з використанням старих та цінних сучасних сортів яблуні свідчать про перспективність отримання високоврожайних, великоплідних сортів з високим умістом біологічно активних речовин.

Ключові слова: *Malus*; сорт яблуні 'Видубицька плакуча'; гібриди; біохімічний склад плодів.

Вступ

На сьогодні існує новий етап в селекції, який пов'язаний з цілеспрямованими ступінчастими (складними) схрещуваннями, коли кращі сіянці від простих схрещувань використовують в гібридизації між собою або з сортами, плоди яких мають високий уміст біохімічних показників [6].

Сучасний ринок висуває підвищені вимоги до якості продукції і, зокрема, плодової. До уваги приймають не лише високі товарні, смакові і технологічні властивості, а й уміст у плодах поживних і біологічно активних речовин, які беруть активну участь в метабо-

лізмі людського організму [4, 7, 14]. У зв'язку з цим важливо виділити з існуючих генофондів і створити нові генотипи плодів рослин, що вирізнятимуться не тільки високою продуктивністю, стійкістю до хвороб, стресових чинників, а й забезпечуватимуть отримання якісних плодів з підвищеним умістом природних антиоксидантів та інших біологічно активних сполук [2, 5].

Яблуня – цінна харчова рослина, яку широко використовують в промисловому й аматорському садівництві, є четвертою плодовою культурою за споживанням населенням після всіх цитрусових (85 млн т), винограду (56 млн т) і бананів (53 млн т). Світове виробництво яблук на 2016 рік становило близько 49 млн т [11].

Історія створення місцевих сортів яблуні у кожній країні і регіонах нараховує століття, вони адаптовані до умов зростання, їх зберігають як національне багатство «in garden», вони мають велике значення для викорис-

Inna Goncharovska

<https://orcid.org/0000-0002-9949-7541>

Svetlana Klymenko

<https://orcid.org/0000-0001-6468-741X>

Volodymyr Kuznyetsov

<https://orcid.org/0000-0001-9966-586X>

тання у селекції як цінний вихідний матеріал у створенні нових адаптованих, високоякісних сортів.

Хімічний склад яблук дуже складний. Уміст органічних сполук у плодах залежить від сорту яблуні, їхньої стиглості, фізіологічного стану дерева, ґрунту і погодних умов вегетаційного періоду. Кожен сорт має свій типовий хімічний склад з численних органічних і неорганічних сполук, макро- і мікробіогенних елементів. Найтипівішими біохімічними сполуками яблук є: загальні цукри, кислоти, пектин, дубильні речовини, крохмаль, целюлоза, вітаміни, ферменти і фітогормони, хімічні елементи – азот, фосфор, калій, кальцій, сірка, залізо і магній [13, 17, 21].

Яблука є частиною всіх харчових дієт і їхнє лікувальне значення добре відоме за різних захворювань (виведення токсинів, сечогінний ефект і т. ін.). Уміст цукру – важлива якісна характеристика, яка безпосередньо сприймається споживачами свіжих яблук. Органічні кислоти – компонент плодового смаку і разом з розчинними цукрами і ароматом сприяють загальній органолептичній якості свіжих яблук. Малинова кислота є органічною кислотою, що переважає в яблуках [10, 20]. Яблучна кислота – основний компонент плодів, вона допомагає підтримувати печінку в здоровому стані, що необхідно для процесу травлення. Деякі органічні кислоти сприяють зниженню постпрандіальної глюкози в крові, нормалізуючи рівень інсуліну. Доступні дані стосуються глікемічних властивостей плодів яблук, які становлять 30–38 мг/100 г, тобто мають низький глікемічний індекс [16, 19].

Останнім часом споживачів більше цікавить уміст корисних для здоров'я сполук у яблуках завдяки їхній антиоксидантній активності. Плоди яблук і особливо, їхня шкірочка, володіють потужною антиоксидантною активністю і впливають на пригнічення та розвиток ракових клітин печінки і товстої кишки [15]. За даними J. Boyer [18] загальна антиоксидантна активність яблук із шкірочкою становила приблизно 200–300 мг/100 г сухої речовини, це означає, що антиоксидантна активність 100 г яблук (одне яблуко) еквівалентна приблизно 1500 мг вітаміну С. Однак, уміст вітаміну С у яблуках дуже низький – у 100 г близько 5,7 мг, тобто 0,4% від загальної антиоксидантної активності.

Матеріали та методика досліджень

Сортозразки яблунь досліджували у 2018–2019 рр. в умовах помірного клімату

Лісостепу України на сировинній базі НБС ім. М. М. Гришка НАН України (НБС), сад розташований у Печерському районі міста Києва.

Для дослідження біохімічного складу сортозразків колекції НБС було обрано сорт яблуні 'Видубицька плакуча' та створені на її основі вісім гібридів. Сорт яблуні 'Видубицька плакуча' у 2018 році передано на експертизу для внесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Біохімічний аналіз плодів було зроблено у листопаді 2018–2019 рр., для дослідження відбирали по 20 плодів яблук кожного сортозразка. Плоди були зібрані із різних боків крони дерева за оптимального терміну дозрівання, їх зберігали за температури 1–3 °С і 85% відносної вологості.

Використовували загальноприйняті методи визначення біохімічного складу плодів (розчинні сухі речовини (РСР) – за ГОСТ 29030-91; загальні цукри – за ГОСТ 8756-13.87; поліфенольний склад – за методикою Л. І. Вігорова [1]; вітамін С – за методикою А. І. Єрмакова [19]; титровані кислоти – за ГОСТ 25555.0-82).

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 10, кластерний аналіз – Statistica 10.

Результати досліджень

У колекції відділу акліматизації плодів рослин НБС нараховують близько 155 культурних сортів яблунь, які використовують як харчові, а також декоративні форми – гібриди між сортами *Malus domestica* Borkh.

Об'єктами дослідження слугували сорт яблуні 'Видубицька плакуча' ('В. п.') та гібриди, створені на її основі. У зв'язку з тим, що це сортозразки селекції НБС, характеристику біохімічного складу плодів було зроблено вперше.

У другій половині ХХ ст. науковими співробітниками НБС на території Видубицького Михайлівського монастиря, розташованого поряд із НБС, було знайдено сорт яблуні, який назвали 'Видубицька плакуча'.

Сорт яблуні 'Видубицька плакуча' – це синонім стародавнього сорту 'Еліза Ратке', інтродукованого до всесвітньовідомого розсадника Л. П. Симиренка наприкінці ХІХ ст. Було встановлено, що за морфологічними, помологічними та господарськими ознаками сорт яблуні 'Видубицька плакуча' є аналогом сорту яблуні 'Еліза Ратке', який було виведено селекціонером А. Дюрингом наприкінці ХІХ ст. у м. Ельбінг (Німеччина) і про-

дано пепін'єристу Францу Ратке (який назвав його 'Еліза Ратке'). У XIX ст. поширився в Європі [9].

Із розсадника Л. П. Симиренка 'Елізу Ратке' розповсюдили і в Україні у різних розсадниках і, зокрема, вона потрапила до монастирів, які інтенсивно займалися садівництвом. Очевидно з часом 'Елізу Ратке' загубили, проте зберегли у Видубицькому монастирі, де її й було знайдено співробітниками НБС.

Терещенко Т. П., Кузнецов В. В. під керівництвом І. М. Шайтана у 1971 році та упродовж 5 років використовували для гібридизації сорт яблуні 'Видубицька плакуча' з сортами *M. domestica* для отримання продуктивних, декоративних, низькорослих, тривалоквітучих, сланких форм яблуні.

На початковій стадії гібридизацію провели із 17 комбінаціями сорту 'Видубицька плакуча' × *M. domestica*, в результаті схрещування було одержано 15 плодів – 5,6% від загальної кількості, достигло ще менше – 3,0%, з яких було отримано 65 насінин. Упродовж всіх етапів гібридизації із сіянців було відібрано 62 гібриди різного генетичного походження. На сьогодні гібриди вступили у генеративну фазу і необхідно оцінити біохімічний склад плодів аби виявити най-

цікавіші з них для подальшого використання за різними напрямками.

Біохімічний склад плодів – доволі стала сортова ознака, яка змінюється лише в окремих сортів за дуже різких змін метеоумов вегетаційного періоду.

Плоди яблунь з високим умістом сухих речовин – відмінна сировина для виробництва фруктових порошків, за високого їхнього вмісту відмічено вищий вихід готової продукції і менші енергетичні витрати на видалення вологи [4]. Для виробництва сухофруктів у плодах має бути підвищений вміст (14–16%) сухих розчинних речовин, а дубильних – якомога менше, аби яблука не темніли на розрізі [1].

Одним із головних біохімічних елементів у формуванні смаку плодів яблук вважається титрована кислотність [12]. Смак плодів у свіжому вигляді визначають за співвідношенням цукрів і кислот. У яблук з оптимально збалансованим умістом цих речовин цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) становить 16–30 [6]. Споживачі мають різні уподобання щодо кислотності та цукристості яблук, тому баланс ЦКІ наразі є важливим показником для споживання яблук у свіжому вигляді [11].

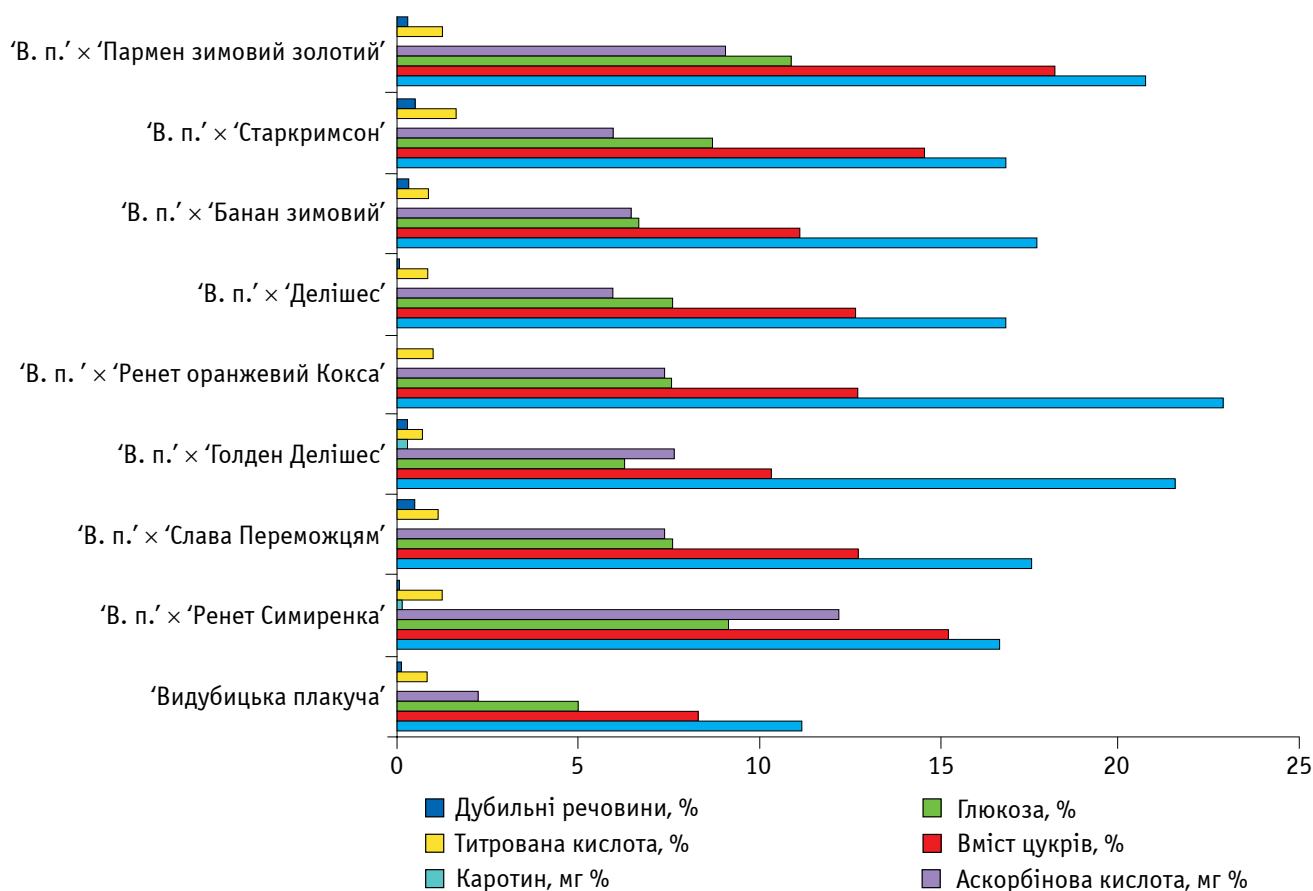


Рис. 1. Вміст біохімічного складу у плодах сорту яблуні 'Видубицька плакуча' та гібридів, створених на її основі

Найбільшу кількість сухої речовини виявлено у плодах гібриду 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса' (22,87%), середній уміст склав близько 17,82%, а мінімальний її вміст було виявлено у сорту яблуни 'Видубицька плакуча' (11,22%) і гібриду 'В. п.' × 'Ренет Сими́ренка' (16,68%).

Уміст загальних цукрів варіював від 8,35% до 18,23%, високий їхній вміст було виявлено у гібридів 'В. п.' × 'Ренет Сими́ренка' та 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' (18,23%) (рис. 1).

Середній уміст глюкози у досліджених об'єктів становив 7,78%, максимальний виявлено у плодах гібрида 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' – 10,91%.

У невеликих кількостях аскорбінову кислоту містить гібрид 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' (2,25%), найбільше її у гібриду 'В. п.' × 'Ренет Сими́ренка' (12,25%).

Максимальний уміст каротину виявлено у гібрида 'В. п.' × 'Голден Делішес' – 0,29%, у гібридів 'В. п.' × 'Делішес', 'В. п.' × 'Банан зимовий', 'В. п.' × 'Старкримсон' каротин відсутній.

Середній уміст титрованих кислот у всіх сортозразків склав 1,1% і варіював від 0,74 до 1,67%. Найменше їх (0,74%) – у плодах гібрида 'В. п.' × 'Голден Делішес'. Найбільше – у гібрида 'В. п.' × 'Старкримсон' (1,67%).

Дубильні речовини виявлено у невеликій кількості, їхнє середнє значення становило

1,1%. Найвищий їхній уміст у гібрида 'В. п.' × 'Слава Переможцям' (0,52%), найнижчий – у гібрида 'В. п.' × 'Ренет Сими́ренка' (0,06%).

Для аналізу щільності споріднених зв'язків за середніми біохімічними показниками плодів у сорту яблуни 'Видубицька плакуча' та створених на її основі гібридів було проведено кластерний аналіз, який виявив три чітко виражені кластери (рис. 2). Найнижчі показники біохімічного складу плодів сорту яблуни 'Видубицька плакуча' слугували виокремленням його у самостійний кластер, а гібриди успадкували вищий уміст біохімічних сполук від культурних сортів *M. domestica*. Гібрид 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' виділили в окремий кластер через найвищий вміст глюкози – 10,91%, а гібрид 'В. п.' × 'Ренет Сими́ренка' – через високий вміст аскорбінової кислоти – 12,25%. Гібриди 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса' та 'В. п.' × 'Голден Делішес' об'єднали в один кластер через найвищий уміст сухої речовини – 21,55–22,87%. Гібриди 'В. п.' × 'Делішес' та 'В. п.' × 'Слава Переможцям' також об'єднали в один кластер – у них майже однаковий уміст цукрів – 12,70–12,78%.

Отже, кластерний аналіз щільності споріднених зв'язків за біохімічними показниками плодів із високим вмістом БАР спрощує підбір батьківських пар для майбутнього селекційного процесу.

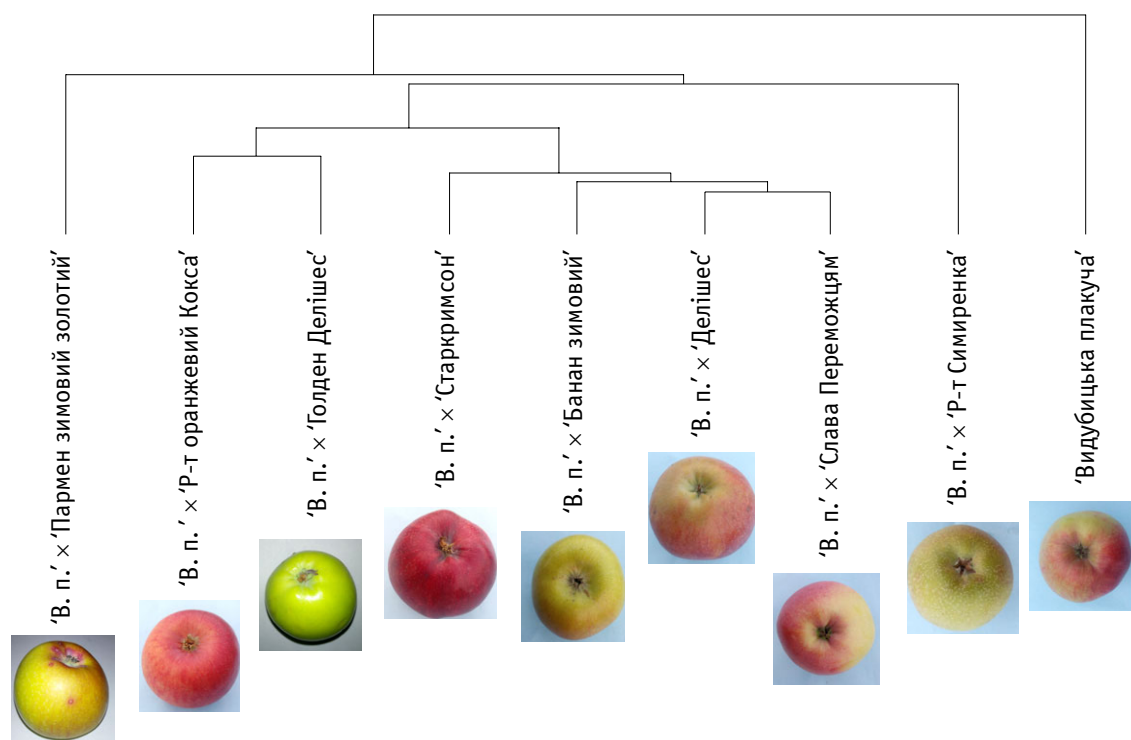


Рис. 2. Кластерний аналіз біохімічного складу плодів сорту яблуни 'Видубицька плакуча' та гібридів, створених на її основі

Висновки

Визначення біохімічного складу плодів сорту яблуні 'Видубицька плакуча' та створених на її основі гібридів дозволяє отримати у гібридному потомстві сортозразки яблуні із плодами з підвищеним умістом біохімічних показників на основі підбору батьківських форм. Максимальний уміст сухої речовини був у плодах гібридів 'В. п.' × 'Ренет оранжевий Кокса' (22,87%), 'В. п.' × 'Голден Делішес' (21,55%) та 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' (20,70%). Вони найкраще підходили для виробництва сухофруктів. Найвищий уміст титрованих кислот спостерігали у гібридів 'В. п.' × 'Старкримсон' (1,67%), 'В. п.' × 'Пармен зимовий золотий' (1,28%) та 'В. п.' × 'Ренет Симиренка' (1,27%), їхні плоди мали виражений смак кислоти. Найвищий показник дубильних речовин було виявлено у гібридів 'В. п.' × 'Слава Переможцям' та 'В. п.' × 'Старкримсон' (0,52%) – вони мали виражений терпкий смак плодів.

Виділені за біохімічним складом плодів і комплексом господарських ознак сортозразки гібридного фонду яблуні колекції НБС цінні для формування та вдосконалення сортименту яблуні і використання у селекції на поліпшений хімічний склад плодів.

Використана література

1. Вигоров Л. И. Метод определения Р-активных веществ. *Труды III Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод*. Свердловск, 1968. 362 с.
2. Нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения. Методические рекомендации. Москва, 2009. 36 с.
3. Жбанова Е. В., Лукьянчук И. В., Зацепина И. В. Развитие научного наследия И. В. Мичурина в селекции ягодных культур на качество и улучшенный химический состав плодов. *XXII Мичуринские чтения «Развитие научного наследия И. В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур»*: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 155-летию со дня рождения И. В. Мичурина (г. Мичуринск, 26–28 октября 2010 г.). Мичуринск, 2010. С. 138–141.
4. Макаров В. Н., Савельев Н. И., Юшков А. Н. Развитие научного наследия И. В. Мичурина по созданию новых сортов плодовых культур с улучшенным биохимическим составом для получения натуральных продуктов питания. *XXII Мичуринские чтения «Развитие научного наследия И. В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур»*: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 155-летию со дня рождения И. В. Мичурина (г. Мичуринск, 26–28 октября 2010 г.). Мичуринск, 2010. С. 41–45.
5. Kamiloglu S., Capanoglu E., Grootaert C., Van Camp J. Anthocyanin Absorption and Metabolism by Human Intestinal Caco-2 Cells – A review. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16, Iss. 9. P. 21555–21574. doi: 10.3390/ijms160921555
6. Гудковский В. А. Проблемы и перспективы обеспечения свежими фруктами и повышения состояния здоровья людей. *История, современность и перспективы развития садоводства России*: матер. Междунар. конф. (г. Москва, 15–17 ноября 2000 г.). Москва, 2000. С. 38–45.

7. Калинина И. П., Ящемская З. С., Макаренко С. А. Селекция яблони на улучшенный биохимический состав плодов. *Селекция яблони на зимостойкость, высокую урожайность, устойчивость к парше и повышенное качество плодов на юге Западной Сибири*. Новосибирск, 2010. С. 141–155.
8. Кондратенко Т. Є. Основи формування промислового сортименту яблуні в Україні: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.07 «Плодівництво» / НАУ. Київ, 2002. 38 с.
9. Cisse M., Sakho M., Dornier M. et al. Caractérisation du fruit du baobab et étude de sa transformation en nectar [Characterization of the baobab tree fruit and study of its processing into nectar]. *Fruits*. 2009. Vol. 64, Iss. 1. P. 19–34. doi: 10.1051/fruits/2008052
10. Harker F. R., Marsh K. B., Young H. et al. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. *Postharvest Biol. Tech.* 2002. Vol. 24, Iss. 3. P. 241–250. doi: 10.1016/S0925-5214(01)00157-0
11. Robards K., Prenzler P. D., Tucker G. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* 1999. Vol. 66, Iss. 4. P. 401–436. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00093-X
12. Xiao J. B., Högger P. Dietary Polyphenols and Type 2 Diabetes: Current Insights and Future Perspectives. *Curr. Med. Chem.* 2015. Vol. 22, Iss. 1. P. 23–38. doi: 10.2174/0929867321666140706130807
13. Boyer J., Liu R. H. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.* 2004. Vol. 3, Iss. 5. doi: 10.1186/1475-2891-3-5
14. Nour V., Trandafir I., Ionica M. E. Compositional Characteristics of Fruits of several Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars. *Not. Bot. Horti. Agrobot. Cluj Napoca*. 2010. Vol. 38, Iss. 3. P. 228–233. doi: 10.15835/nbha3834762
15. Tsuda T. Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies. *Mol. Nutr. Food Res.* 2012. Vol. 56, Iss. 1. P. 159–170. doi: 10.1002/mnfr.201100526
16. Lee K. W., Kim Y. J., Kim D. O. et al. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.* 2003. Vol. 51, Iss. 22. P. 6516–6520. doi: 10.1021/jf034475w
17. Samuoliene G., Čeidaitė A., Sirtautas R. et al. Effect of crop load on phytohormones, sugars, and biennial bearing in apple trees. *Biol. Plantarum*. 2016. Vol. 60, Iss. 2. P. 394–400. doi: 10.1007/s10535-015-0581-3
18. Wünsche J. N., Greer D. H., Laing W. A., Palmer J. W. Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple. *Tree Physiol.* 2005. Vol. 25, Iss. 10. P. 1253–1263. doi: 10.1093/treephys/25.10.1253
19. Ермаков А. И., Арасимович В. Е., Смирнова-Иконникова М. И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: Колос, 1972. 456 с.
20. Симиренко Л. П. Помология. Т. I. Яблоня. Киев: Урожай, 1972. 436 с.

References

1. Vigorov, L. I. (1972). Method for the determination of P-active substances. In *Trudy III Vsesoyuznogo seminaru po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshchestvam plodov i yagod* [Proceedings of the III workshop on biologically active substances]. Sverdlovsk: N.p. [in Russian]
2. *Normy fiziologicheskoy potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya. Metodicheskie rekomendatsii* [The physiological requirements for energy and nutrients for various population groups. Methodical recommendations]. (2009). Moscow: N.p. [in Russian]
3. Zhanova, E. V., Lukyanchuk, I. V., & Zatsepina, I. V. (2010). The development of scientific heritage I. V. Michurin in the selection of berry crops for the quality and improved chemical composition of the fruit. In *XXII Michurinskie chteniya «Razvitie*

- nauchnogo naslediya I. V. Michurina po genetike i seleksii plodovykh kul'tur»: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 155 letiyu so dnya rozhdeniya I. V. Michurina [XXII Michurin Readings «Development of the Scientific Heritage of I. V. Michurin in Genetics and Selection of Fruit Crops»: Proc. Int. Sci. and Pract. Conf., dedicated to the 155th birthday of I. V. Michurin] (pp. 138–141). Oct. 26–28, 2010, Michurinsk, Russia. [in Russian]
4. Makarov, V. N., Savel'ev, N. I., & Yushkov, A. N. (2010). The development of scientific heritage I. V. Michurin to create new varieties of fruit crops with improved biochemical composition to obtain natural foods. In *XXII Michurinskie chteniya «Razvitie nauchnogo naslediya I. V. Michurina po genetike i seleksii plodovykh kul'tur»: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 155 letiyu so dnya rozhdeniya I. V. Michurina* [XXII Michurin Readings «Development of the Scientific Heritage of I. V. Michurin in Genetics and Selection of Fruit Crops»: Proc. Int. Sci. and Pract. Conf., dedicated to the 155th birthday of I. V. Michurin] (pp. 41–45). Oct. 26–28, 2010, Michurinsk, Russia. [in Russian]
 5. Kamiloglu, S., Capanoglu, E., Grootaert, C., & Van Camp, J. (2015). Anthocyanin absorption and metabolism by human intestinal Caco-2 cells – A review. *Int. J. Mol. Sci.*, 16(9), 21555–21574. doi: 10.3390/ijms160921555
 6. Gudkovskiy, V. A. (2000). Problems and prospects of providing fresh fruits and improving people's health. In *Istoriya, sovremennost' i perspektivy razvitiya sadovodstva Rossii: mater. Mezhdunar. konf.* [History, modernity and prospects for the development of gardening in Russia: Proc. Int. Conf.] (pp 38–45). Nov. 15–17, 2000, Moscow, Russia. [in Russian].
 7. Kalinina, I. P., Yashchemskaya, Z. S., & Makarenko, S. A. (2010). Selection of apple trees for improved biochemical composition of the fruit. In *Selektsiya yabloni na zimostoykost, vysokuyu urozhaynost, ustoychivost k parshe i povyshennoe kachestvo plodov na yuge Zapadnoy Sibiri* [Apple tree selection for winter hardiness, high productivity, scab resistance and increased fruit quality in the south of Western Siberia] (pp. 141–155). Novosibirsk: N.p. [in Russian]
 8. Kondratenko, T. Ye. (2002). *Osnovy formuvannya promyslovoho sortymentu yabluni v Ukraini* [Fundamentals of forming an industrial assortment of apple trees in Ukraine] (Abstract of Dr. Agric. Sci. Diss.). National Agricultural University, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
 9. Cisse, M., Sakho, M., Dornier, M., Mar Diop, C., Reynes, M., & Sock, O. (2009). Caractérisation du fruit du baobab et étude de sa transformation en nectar [Characterization of the baobab tree fruit and study of its processing into nectar]. *Fruits*, 64(1), 19–34. doi: 10.1051/fruits/2008052 [in French]
 10. Harker, F. R., Marsh, K. B., Young, H., Murray, S. H., Gunson, F. A., & Walker, S. B. (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. *Postharvest Biol. Tech.*, 24(3), 241–250. doi: 10.1016/S0925-5214(01)00157-0
 11. Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitan, P., & Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.*, 66(4), 401–436. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00093-X
 12. Xiao, J. B., & Högger, P. (2015). Dietary polyphenols and type 2 diabetes: current insights and future perspectives. *Curr. Med. Chem.*, 22(1), 23–38. doi: 10.2174/0929867321666140706130807
 13. Boyer, J., & Liu, R. H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.*, 3(5), 5. doi: 10.1186/1475-2891-3-5
 14. Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2010). Compositional characteristics of fruits of several apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars. *Not. Bot. Horti. Agrobot. Cluj Napoca*, 38(3), 228–233. doi: 10.15835/nbha3834762
 15. Tsuda, T. (2012). Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies. *Mol. Nutr. Food Res.*, 56(1), 159–170. doi: 10.1002/mnfr.201100526
 16. Lee, K. W., Kim, Y. J., Kim, D. O., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.*, 51(22), 6516–6520. doi: 10.1021/jf034475w
 17. Samuoliene, G., Čeidaitė, A., Sirtautas, R., Duchovskis, P., & Kviklys, D. (2016). Effect of crop load on phytohormones, sugars, and biennial bearing in apple trees. *Biol. Plantarum*, 60(2), 394–400. doi: 10.1007/s10535-015-0581-3
 18. Wünsche, J. N., Greer, D. H., Laing, W. A., & Palmer, J. W. (2005). Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple. *Tree Physiol.*, 25(10), 1253–1263. doi: 10.1093/treephys/25.10.1253
 19. Ermakov, A. I., Arasimovich, V. E., & Smirnova-Ikonnikova, M. I. (1972). *Metody biokhimeskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad: Kolos. [in Russian]
 20. Simirenko, L. P. (1972). *Pomologiya. T. I. Yablonya* [Pomology. Vol. I. Apple tree]. Kyiv: Urozhai. [in Russian]

УДК 634.11:543.641

Гончаровская И. В.*, **Клименко С. В.**, **Кузнецов В. В.** Характеристика биохимического состава плодов новых сортов *Malus domestica* Borkh. // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 1. С. 48–54. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201340>

Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины, ул. Тимирязевская, 1, г. Киев, 01014, Украина, *e-mail: Inna_Lera@ukr.net

Цель. Определить содержание биохимических соединений в плодах сортообразцов *M. domestica* Borkh., отобрать наиболее перспективные с целью использования в дальнейшей селекции и рекомендовать для применения в различных направлениях, учитывая биохимический комплекс признаков, вкусовые и товарные качества плодов. **Методы.** Использовали общепринятые методики определения биохимического состава плодов (растворимые сухие вещества (ССР) – по ГОСТ 29030-91; общие сахара – по ГОСТ 8756-13.87; полифенольный состав – по методике Л. И. Вигорова (1968), витамин С – по методике А. И. Ермакова (1972); титрованные кислоты – по ГОСТ 25555.0-82). **Результаты.** Были проанализированы девять сортообразцов яблони по биохимическому составу плодов, а именно сорт яблони 'Видубицька плакуча' и созданные на ее основе различные гибриды из коллекции от-

дела акклиматизации плодовых растений Национального ботанического сада (НБС) имени Н. Н. Гришко НАН Украины. Отборные формы являются источниками 1–5 важных биохимических признаков (содержание сухих веществ, глюкозы, сахаров, аскорбиновой кислоты, титруемой кислоты) и перспективные для использования в селекции. По содержанию сухого вещества самый низкий показатель обнаружен у гибрида 'В. п.' × 'Ренет Симиренко' (16,68%), самый высокий – у гибрида 'В. п.' × 'Ренет оранжевый Кокса' (22,87%), показатели содержания аскорбиновой кислоты варьировали в пределах 6,0–12,25 мг%, общие сахара – 10,37–18,23, кислоты – 0,74–1,67, соответственно). Наибольший интерес для интродукции и селекции составляли гибриды с высоким комплексом содержания биохимических показателей, а именно: 'В. п.' × 'Ренет оранжевый Кокса', 'В. п.' × 'Голден Делишес' и 'В. п.' ×

‘Пармен зимний золотой’. **Выводы.** Охарактеризованы содержание биохимического состава плодов, вкусовые и товарные качества и распределены сортообразцы гибридов яблони ‘Видубицька плакуча’ по направлениям использования для улучшения качества жизни населения. По биохимическим показателям в результате кластерного анализа исследованных гибридов яблони обнаружены плотные взаимосвязи трех групп, необходимых в будущем для селекции при отборе родительских форм на улучшенный биохимический состав плодов (в частности, по высокому содержанию сухого вещества выделено гибриды ‘В. п.’ × ‘Ренет оранжевый Кокса’, ‘В. п.’ × ‘Голден Делишес’ и ‘В. п.’ × ‘Пармен зимний золотой’, по содержанию тит-

руемых кислот – гибриды ‘В. п.’ × ‘Старкримсон’, ‘В. п.’ × ‘Пармен зимний золотой’ и ‘В. п.’ × ‘Ренет Симиренко’ по содержанию дубильных веществ – гибриды ‘В. п.’ × ‘Слава Победителям’ и ‘В. п.’ × ‘Старкримсон’) и для расширения сортимента яблонь по запланированным коммерческим признакам. Созданные в НБС гибриды сорта яблони ‘Видубицька плакуча’ с использованием старых и ценных современных сортов яблони свидетельствуют о перспективности получения высокоурожайных, крупноплодных сортов с высоким содержанием биологически активных веществ.

Ключевые слова: *Malus*; сорт ‘Видубицька плакуча’; гибриды; биохимический состав плодов.

UDC 634.11:543.641

Honcharovska, I. V.*, Klymenko, S. V., & Kuznietsov, V. V. (2020). Characteristics of the biochemical composition of fruits of *Malus domestica* Borkh. new varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(1), 48–54. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201340>

*M. M. Hryshko National Botanical Gardens, NAS of Ukraine, 1 Tymiriazivska St., Kyiv, 01014, Ukraine, *e-mail: Inna_Lera@ukr.net*

Purpose. To determine the content of biochemical compounds in fruits of *M. domestica* Borkh. varietal samples, select the most promising ones for use in further breeding, and recommend for use in various directions, given the biochemical complex of signs, taste and marketability of the fruit. **Methods.** We used generally accepted methods for determining the biochemical composition of fruits (soluble solids (SSR) according to GOST (State Standard System) 29030-91, total sugars according to GOST 8756-13.87; polyphenol composition according to the method of L. I. Vigorov (1968), vitamin C according to the method of A. I. Ermakov (1972); titrated acids – according to GOST 25555.0-82). **Results.** Nine cultivars of apple trees were analyzed for the biochemical composition of fruits, namely the apple tree cultivar ‘Vydubytska Plakucha’ (‘V. p.’) and various hybrids created on its basis from the collection of the fruit plant acclimatization department of the M. M. Hryshko National Botanical Gardens of National Academy of Sciences of Ukraine. Selected forms are sources of 1–5 important biochemical characteristics (solids content, glucose, sugars, ascorbic acid, titratable acid) and promising for use in breeding. According to the dry matter content – the lowest rate was found in hybrid ‘V. P.’ × ‘Renet Symyrenko’ (16.68%), the highest in the hybrid – ‘V. P.’ × ‘Renet Oranzhevyi Coksa’ (22.87%), rates of ascorbic acid content varied within (6.0–12.25 mg%), total sugars (10.37–18.23), acids (0.74–1.67 respectively). The most interesting

for introduction and breeding are hybrids with a high content of biochemical parameters, namely: ‘V. P.’ × ‘Renet Oranzhevyi Coksa’, ‘V. P.’ × ‘Golden Delicious’ and ‘V. P.’ × ‘Parmen Zymovyi Zoloty’. **Conclusions.** The content of the biochemical composition of the fruits, taste and marketability were characterized, and varietal samples of hybrids of the apple tree ‘Vydubytska Plakucha’ were distributed in the directions of use in order to improve the quality of life of the population. According to the biochemical indicators of the cluster analysis of the studied apple hybrids, close relationships were found between the three groups necessary in the future for breeding when selecting parental forms for an improved biochemical composition of the fruit (including hybrids ‘V. P.’ × ‘Renet Oranzhevyi Coksa’, ‘V. P.’ × ‘Golden Delicious’ and ‘V. P.’ × ‘Parmen Zymovyi Zoloty’, titrated acid hybrids ‘V. P.’ × ‘Starkrimson’, ‘V. P.’ × ‘Parmen Zymovyi Zoloty’ and ‘V. P.’ × ‘Renet Symyrenko’, tannins hybrids ‘V. P.’ × ‘Slava Peremozhtsiam’ and ‘V. P.’ × ‘Starkrimson’); and to expand the assortment of apple trees according to the planned commercial signs. Hybrids of the apple-tree cultivar ‘Vydubytska Plakucha’, created in the NBG using old and valuable modern apple-tree cultivars, indicate the promise of producing high-yielding, large-fruited varieties with a high content of biologically active substances.

Keywords: *Malus*; apple tree; cultivar ‘Vydubytska Plakucha’; hybrids; chemical composition of fruits.

Надійшла / Received 31.01.2020

Погоджено до друку / Accepted 17.03.2020