

БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ СЕЛЕКЦІЇ ПЛОДОВИХ ЗЕРНЯТКОВИХ КУЛЬТУР

В.М. ЄЖОВ, академік НААН, доктор технічних наук, професор
e-mail: ezhov.valeriy@gmail.com

І.В. ГРИНИК, академік НААН, доктор с.-г. наук, професор
Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,
e-mail: sad-institut@ukr.net

Досліджено сучасний рівень біохімічного складу плодів зерняткових культур. Встановлено, що поряд із його традиційними показниками, активно використовуються інші, серед них вміст пектинів, тритерпенових кислот та їх похідних, кардіотонічних амінів і фенольних речовин. У складі останніх частіше виділяють флавоноїди, проантоціанідини та антоціани, фенольні кислоти, дигідрохалкони. Наведено основні характеристики біохімічної активності фенольних речовин, зокрема антиоксидантної активності та її ролі у профілактиці численних захворювань людини. Рекомендовано під час селекційних робіт із зернятковими культурами використовувати вказані показники як такі, що повною мірою відображують біологічну цінність плодів.

Ключові слова: *плоди зерняткових, пектинові сполуки, тритерпенові кислоти, фенольні речовини, антиоксиданти, профілактика захворювань.*

Постановка проблеми. У процесі селекції плодкових культур одним із обов'язкових інструментів оцінки її ефективності є біохімічний аналіз одержаних плодів та їх фізична (маса, розміри, колір, співвідношення м'якоті й насіння тощо) та органолептична оцінка. Що стосується біохімічного аналізу плодів, зазвичай найбільш поширеними у вітчизняних селекціонерів є такі показники, як вміст сухих, іноді сухих розчинних речовин, сума органічних кислот, сума моносахаридів і дисахаридів (іноді всіх трьох індивідуальних компонентів) та розрахунковий вуглеводно-кислотний індекс, кількість аскорбінової кислоти та інколи інших вітамінів [2, 14, 21, 22]. Не піддаючи сумніву такий десятиліттями апробований підхід, зазначимо, що він склався більш, ніж півсторіччя тому, коли рівень аналітичної бази досліджень був вкрай низький, наявний же на сьогодні аналітичний арсенал дозволяє одержати значно більшу інформацію, котра, у свою чергу, визначає його подальше постійне використання. Виходячи із сказаного, основною метою нашої роботи обрано аналіз результатів новітніх досліджень біохімічного складу плодів зерняткових культур та вибір додаткових репрезентативних біохімічних показників для їх подальшого застосування в селекційному процесі.

Результати й обговорення. *Айва (Cydonia oblonga Mill.), Хеномелес (Chaenomeles maulei (Mast.) Schneid).* Ці дві культури є не дуже поширеними в Україні, що, можливо, пов'язано з недостатнім вивченням їх біохімічних показників. За даними дослідження 11 сортів айви в зоні Лісостепу України, середня маса їх плодів дорівнює 249 г, вміст сухих речовин – 4,7 % і вітаміну С – 11 мг%

[38]. Оцінка 204 сортів із генофонду Нікітського ботанічного саду [2] дозволила встановити, що маса плодів айви на півдні України може складати до 800 г та більше, вміст сухих речовин – 14,7-15,6, сума простих вуглеводів – 6,6-10,9, органічних кислот – 0,6-1,3 % та аскорбінової кислоти – 10,2-42,6 мг%. Н.В. Можар провела аналіз біохімічного складу плодів названої культури на півдні Росії [24] і показала, що вони містять до 15 % моно- та дисахаридів, 0,23-1,3 % органічних кислот і до 40 мг% вітаміну С. Основною відмінністю плодів хеномелеса, який часто називають айвою низькою, є значно нижчий вміст вуглеводів на фоні підвищеної кислотності. Зокрема, плоди 3 сортів цієї культури із зони Лісостепу України містили 14,5-17,6 % сухих речовин, 3,3-3,7 – моно- та дисахаридів, 4,5-4,7 – органічних кислот і 86-111,8 мг% аскорбінової кислоти при масі до 100 г [23]. С.В. Клименко та В.М. Меженський [13] у тій же зоні виявили у плодах хеномелеса 12,5-17,6 % сухих речовин, 3,2-4,2 – простих вуглеводів, 2,6-3,5 – органічних кислот і 202-360 мг% вітаміну С. В російському Сибіру плоди 3 форм культури містили 11,9-13,4 % сухих речовин і 4,6-5,5 – органічних кислот, серед них 2,8-3,4 % лимонної та 133-144 мг% аскорбінової кислот [5, 10].

В новітніх роботах стосовно біохімічного складу плодів досліджуваних культур значно більша увага приділяється пектиновим та фенольним речовинам. Згідно з даними Sharma [59], плоди айви містять у середньому 1,8 % пектинових речовин, 0,8 – поліфенолів та 248 мг/100 г калію, за інформацією Загоруйко [11], рівень фенольних сполук у них становить 0,46%. Rop et al., порівнюючи плоди айви грушо- та яблукоподібної, виявили в них вміст пектинових речовин 1,75-2,23 та 1,87-2,94 %, калію – 137-222 та 167-199 мг/100 г [57]. У праці Khoubnasabjafari [48] фенольні сполуки айви вивчено більш детально, зокрема встановлено, що провідними серед них є полімеризовані проціанідини, кофеїлхінні кислоти в мономерній та димерній формах і глікозиди кверцетину. У плодах хеномелесу серед пектинових речовин часто виділяють розчинний пектин і протопектин; за даними Мачневої [20], ці показники відповідно становлять 0,22-0,35 і 0,68-0,94 %, а за Єдиговою [16] – 0,42-0,43 та 0,38-1,04 %. Нею також наведено кількість фенольних речовин у досліджуваних плодах (170-1330 мг/100 г), серед них катехинів – 169-204 мг/100 г. У згаданій роботі Мачневої вміст фенольних сполук у плодах хеномелеса дорівнює 509-941 мг/100 г, в т.ч. флавонолів – 23,3-28,8 мг/100 г. Ілляшенко стверджує [12], що рівень цих речовин може сягати 3110, а калію – 223 мг/100 г.

Таким чином, до переліку репрезентативних аналітичних показників біохімічного складу плодів айви та хеномелесу доцільно додатково залучити пектинові речовини (бажано – розчинний пектин і протопектин), фенольні сполуки та калій. В залежності від аналітичних можливостей фенольні речовини треба аналізувати за загальним вмістом, кількістю поліфенолів, проціанідинів, катехинів та гідроксикоричних кислот, а також за антиоксидантною активністю, про яку мова піде нижче.

Глід (Crataegus L.). Серед відомих 280 видів цієї рослини у світі найбільш поширені *Crataegus oxycantha*, *C. aronia* (Середня Азія), *Crataegus pinnatifida* (Китай), *C. cuneata* (Японія), *C. laevigata*, *C. monogina* (Європа), *C. phaenopyrum* (Північна Америка), *C. pubescens* (Мексика), *C. ambigua* (Росія). Існують також численні гібриди з іншими плодовими культурами. Багатий видовий склад роду супроводжується відповідною інформацією щодо показників біохімічного складу плодів. За різними даними, вміст сухих речовин у плодах глоду в залежності від виду, умов зростання та географічної зони може коливатися від 7,8 до 25,3 %, а в європейських країнах від 13,2 до 23 % [16, 20, 44, 51]. У плодах глоду, що

культивуються, кількість вуглеводів залежно від географічної зони становить 1,5-4,9 % на півночі Росії [25], 2,6-5,3 в Республіці Марій Ел (Росія) [26], 6,0-6,2 – в російському Нечорнозем'ї [37], 7,0-10,5 – на півдні Росії та в Україні [9, 14] та до 33,3 % у Туреччині [44]. Вміст органічних кислот у плодах глоду має більше видову специфічність, він варіює, за даними тих же авторів, від 0,3 до 2,4, а в більшості досліджень від 0,7 до 1,6 %. Маса плодів характеризується також видовою залежністю і складає від 0,6 до 4,8 г. Крім традиційних компонентів, вони містять унікальний комплекс речовин з високими лікувально-профілактичними властивостями, внаслідок чого широко використовуються не тільки у харчових цілях, але й у фармації. Перш за все, це стосується кардіотонічних амінів – фенілетиламіну, тираміну, ізобутиламіну, метоксифеніламіну, а також дериватів пуринів і тритерпенових кислот – урсолової, коросоолової, маслинової та інших [42, 49, 50]. Надзвичайно багатим є також спектр фенольних речовин. В ньому присутні проціанідини – димерні форми B₂-B₄-B₅, тримерні і тетрамерні форми (-) епікатехіну-C₁ та D₁ [55]. Наступна важлива група біологічно активних сполук глоду – флавоноли та флавоноли, серед них кверцетин-3-О-глікозид (гіперезид), а також вітексими і рамнозид вітексиму. Wu, Peng [63] ідентифікували у плодах глоду кемпферол-3-неогесперзид і його похідні, а також лейкоціанідин і стероїди – β-ситостерол, β-даукостерол і стигмастерол. Присутні в них і фенолокислоти – хлорогенова, β-кумарова, кофейна, ферулова, а також гіберолова.

Наявність значного спектру фенольних сполук у плодах глоду обумовлює їх високу антиоксидантну активність. Зокрема, Tadić [60] для аналізу цього показника використовував етанольний екстракт із них, який містив 3,54 мг/г фенольних сполук, 0,18 – флавоноїдів і 0,44 мг/г проціанідинів. На модельній системі з радикалами 1,1 – дифеніл-2-пікріл-гідразилу (DPPH) антиоксидантна активність (АОА) становила 52,04 μg/ml. Chang [41] досліджував АОА метанольного екстракту з цих плодів, який містив 499 мг/г фенольних сполук, з яких 472 – флавоноїдів, 35 – танінів. На модельній системі з кінською пероксидазою, люмінолом та перекисом водню АОА складала 544 μg/ml.

Підсумовуючи інформацію по глоду, ще раз зазначимо, що його плоди відзначаються і харчовою, і лікувально-профілактичною цінністю. У процесі селекційної роботи з цією культурою до переліку аналітичних показників плодів важливо додати вміст кардіотонічних амінів, флавоноїдів, проціанідинів, фенольних і тритерпенових кислот.

Горобина (Sorbus aucuparia L.). Найбільш популярними в Україні є сортоготи Моравської та Нежежинської горобини з плодами без гіркоти. За інформацією В.М. Меженського [22], маса плодів Моравської, Нежежинської та Розини становить 1-1,5 г, кількість сухих речовин залежно від сорту і умов вегетації – 21,9-34,7 %, вуглеводів (практично тільки моносахаридів) – 4,8 - 9,4, органічних кислот – 0,7-2,8 % і вітаміну С – 31-77,8 мг%. Романова в умовах Нечорнозем'я Росії дослідила сорти Гранатна жовта, Нежежинська жовта, Нежежинська кубова і Скандинавська [32]. Вміст сухих речовин в їх плодах складав відповідно 19,7-22,9 і 22,1-12,2 %, вуглеводів – 10,7-11,9 і 10,9-12,9, органічних кислот – 1,8-0,8 і 0,7-0,9 %. У сортів Нежежинська жовта і Нежежинська кубова автор виявила 118,5 і 88,5 мг% аскорбінової кислоти відповідно і 10,5-12,5 мг% каротиноїдів. Орлова в Оренбурзькій області встановила, що плоди досліджуваної культури містять 20,1-28,0 % сухих речовин, 2,4-4,3 – органічних кислот, 7,7-9,6 % – вуглеводів і 30,1-66 мг% вітаміну С [27]. Під час оцінки плодів горобини як сировини для виноробства О.М. Литовченко та інші [17] визначили мінімальні та максимальні показники вмісту речовин, %: вуглеводів – 5-13,

органічних кислот – 1,5-3,0, пектинових речовин – 0,4-0,6.

За даними Покрашинської [30], кількість пектинів у плодах залежно від сорту і вегетації може коливатися від 0,65 до 2,75 %. Поряд з цим, автор звертає увагу на інші компоненти, мг/%: антоціани (вміст 100,1-297,1) і флавоноїди – 140,7-417,0. Близькі до цих показники встановлені Остроумовим та ін. [28], які дорівнюють відповідно 105,3-225,6 і 258,3-410,2 мг%. В досліді Криворучка [15] за допомогою триразової екстракції водою та вакуумного випаровування одержано екстракт, що містить, мг/100 г: сума фенольних речовин – 1683,3, серед них фенолокислоти – 1197,2, в тому числі хлорогенова – 635,9 і кофейна – 265,8, флавоноли – 485,1, серед них глікозиди кверцетину – 139,5, кемпферолу – 66,7 і рутин – 127,2. Hukkanen et al. [46] у плодах гібридів горобини з яблунею, грушею та аронією виявили 550-1014 мг/100 г фенольних речовин, серед яких виділяються хлорогенова (29-160) і неохлорогенова (34-104 мг/100 г) кислоти. Антиоксидантна активність таких плодів за реакцією з комплексом тривалентного заліза (FRAP) становила 61-105 $\mu\text{mol/g}$, за реакцією з DPPH – 21,3-29,7 мг/г. У подібних дослідіх Mlček et al. [52] у плодах різних гібридів горобини виявлено, мг/100 г: фенольних речовин, зокрема флавоноїдів, у гібридів з аронією – 652-789 і 418-489, з глодом – 811-819 і 535-565, з яблунею – 435-628 і 337-470. Плоди природної форми горобини в цих дослідіх містили, мг/100 г: фенольних речовин – 427 і флавоноїдів – 311.

Таким чином, у процесі селекційної оцінки плодів горобини бажаним є аналіз вмісту фенольних речовин, як суми, так і окремих груп – флавоноїдів, антоціанів, фенольних кислот, а також визначення показника АОА.

Груша (Pirus communis L.). Аналіз основних промислових сортів цієї культури в Закарпатті [21] дозволив встановити середні за 3 роки показники біохімічного складу плодів, від мінімальних до максимальних, %: сухі речовини – 19,97 (Яблунівська) – 23,35 (Стрийська), моно- та дисахариди – 9,54 (Яблунівська) – 11,93 (Львівський сувенір), органічні кислоти – 0,15 (Стрийська) – 0,58 (Львівський сувенір), а також аскорбінова кислота – 8,4 (Етюд) - 11,7 (Яблунівська) мг%; в умовах Правобережного Лісостепу України (Спргайло [36], осінні та зимові сорти), %: сухі речовини – 17,7-18,2, прості вуглеводи – 7,2-12,4, органічні кислоти – 0,1-0,6 і вітамін С – 2,0-5,1 мг%; у Криму (Баскакова [3], колекція Нікітського ботанічного саду, 33 сорти), %: сухі речовини – 12,4-26,8, вуглеводи – 7,9-12,6, органічні кислоти – 0,18-0,37, а також аскорбінова кислота – 2,9-9,8 мг%; в Росії (Горичев [7], літні сорти), %: сухі речовини – 11,0-12,4, вуглеводи – 7,3-11,6, органічні кислоти – 0,15-0,2 і вітамін С – 6,2-11,3 мг%; у центрі Росії (Макаров [19], кращі сорти), %: сухі речовини – 14,9-17,45, вуглеводи – 10,0-13,5, а також аскорбінова кислота – 8,0-13,2 мг%.

Серед інших важливих компонентів, які характеризують біохімічну цінність плодів груші, відмітимо, насамперед, мінеральні речовини. Зокрема, за даними Oztürk [56], у плодах двох сортів, що культивуються в Туреччині, кількість калію дорівнювала 1600-1800 мг/100 г, фосфору – 350-370 і магнію – 65-110 мг/100 г. У чотирьох сортів із Пакистану калію виявлено до 838, а магнію – до 80,7 мг/100 г [47]. Істотними складовими плодів груші є також фенольні сполуки, серед яких домінують флавоноли (катехіни), хлорогенова кислота і похідна гідрохінону – фенольний глікозид арбутин. За даними Смелік та інших [35], у грушах сорту Красуля, вирощених на півдні Росії, міститься до 390 мг/100 г фенольних речовин, з них лейкоантоціанів – до 179 мг/100 г. У згаданих вище плодах з Туреччини загальна кількість фенольних речовин становить 393-436 мг/100 г. В роботі Sanchez et al [58] стверджується, що у шкірочці плоду груші вміст їх, зокрема

флавонолів, арбутину, хлорогенової кислоти значно вищий, ніж у м'якоті. Тут в основному знайдено тільки хлорогенову кислоту. Загальний вміст фенольних речовин у шкірочці при цьому складає 1235-2005, у м'якоті – 28-81 мг/100 г. В обох випадках показник АОА корелює з кількістю хлорогенової кислоти.

Відмітимо, що для достовірної оцінки біохімічної цінності груш, крім загальноприйнятих аналітичних показників, необхідно визначати вміст домінуючих неорганічних елементів (К, Mg, P), а також катехінів, лейкоантоціанів, хлорогенової кислоти і арбутину.

Яблуня (Malus domestica Borkh.). Серед плодових культур у світі переважає яблуня, як за площами вирощування, так і за товарною масою та споживанням. Відповідно насиченою є інформація щодо біохімічного складу плодів, частину якої наведено в таблиці.

Вміст основних компонентів у плодах яблуні, г/100 г

Географічна зона, джерело інформації	Вміст речовин у плодах, мінімальний - максимальний			
	сухі речовини	вуглеводи	органічні кислоти	в т.ч. аскорбінова, мг/100 г
Україна				
Закарпаття [21]	17,0 - 21,8	10,2 - 12,7	0,36 - 0,74	9,4 - 13,5
Правобережний Лісостеп [14]	12,9 - 14,5	8,0 - 9,9	0,37 - 1,03	1,6 - 7,3
Південний Степ [39]	12,0 - 17,8	9,8 - 11,7	0,26 - 0,36	Не досліджували
Крим [18]	16,4 - 18,5	14,2 - 16,1	0,33 - 0,94	4,2 - 12,8
Росія				
Центр [29]	10,1 - 13,7	10,1 - 11,0	Не досліджували	Не досліджували
Кубань [8, 31]	8,0 - 17,4	7,6 - 12,2	0,34 - 1,0	5,3 - 15,5
Казахстан [1]	15,2 - 19,5	9,2 - 11,3	0,35 - 0,74	8,3 - 11,6
Румунія [40]	11,6 - 21,3	9,5 - 12,3	0,13 - 0,34	7,2 - 7,9
Сербія [54]	12,6 - 19,2	8,7 - 12,2	0,1 - 0,8	Не досліджували

З наведених даних очевидно, що плоди яблуні характеризуються помірною кількістю вітаміну С та органічних кислот загалом. Важливим компонентом яблук є вуглеводи, 70 % яких представлено глюкозою та фруктозою і ще 30 % сахарозою [6]. В залежності від сорту, зони зростання та умов вегетації загальний вміст цих речовин варіює від 7,6 до 16,1 %. Відповідно значними є коливання й кількості сухих речовин – від 8 до 21,8 %. Що стосується мінеральних, то при середньому помірному значенні вмісту золи (близько 0,5 %) найбільш вагомими у плодах яблуні є калій (115-278), кальцій (9,8-17,9), фосфор (8,3-20,5) і магній (9,0-24,2 мг/100 г) за досить малої кількості заліза (близько 2 мг/100 г). Можна констатувати, що традиційний аналіз яблук дає далеко не повну інформацію про їх цінність для організму людини. Значно правильнішими стають уявлення про це при застосуванні аналізу спектру фенольних речовин. За різними даними, в залежності від погодних умов, сорту, зони вирощування тощо їх загальний вміст у плодах становить 177-210 [14], 167,1-233,6 [62] і 248 мг/100 г [43], а за результатами 20-річних досліджень сортів Гала та Ф'юджі, відповідно 200-504 і 130-404 мг/100 г [61]. Флавонольна група фенольних сполук представлена в яблуках глікозидами кверцетину (в середньому 13,2 мг/100 г), Р-активними катехінами та лейкоантоціанами. Кількість катехінів, за результатами 58-річних досліджень колекції ВНДІСПК (Мічурінськ), складає 18-187,4 мг/100 г [34], в т.ч. в деяких літніх сортів 100,6-156,1, зимових – 97,4-174,6 мг/100 г [59], а в 40 нових селек-

ційних формах того ж інституту – 40-328 мг/100 г [33]. За тими ж даними [59], вміст лейкоантоціанів дорівнює: в літніх сортів – 171-268,5, у зимових – 195-300 мг/100 г. У забарвлених плодах виявлено й антоціани – 18,4-19,3 мг/100 г [4]. Вони, як і багато інших фенольних сполук, розташовані в основному у шкірочці яблука. Серед них виділяються специфічні, характерні тільки для плодів яблуні дигідрофалкони – флоретинглюкозид, ксилоглюкозид і флоретинксилоглюкозид (флоридзин), які попри основну дислокацію у шкірочці виявляються також у свіжому соку – до 16,8 мг/100 г [43], поряд із хлорогеновою кислотою. Крім останньої, в яблуках знайдено деякі оксикоричні кислоти, серед них основні – 5-кофеїлхіна та 4-кумарилхіна. Наявність у плодах багатого спектру фенольних речовин обумовлює їх високу антиоксидантну активність. За різними даними, вона дорівнює 200-500 мг/100 г еквіваленту кверцетину [33], 750-1071,5 (у шкірочці – 2062-20908) $\mu\text{mol}/100\text{ г}$ тролоксу [62], 22-36 (у шкірочці – 92-209,8) мг-еквівалентів тривалентного заліза [45]. Таким чином, основна біохімічна цінність яблук полягає у присутності в них фенольних сполук, зокрема Р-вітамінних флавоноїдів, фенолокислот і дигідрофалконів.

Як підсумок коротко зупинимося на особливостях проявлення біохімічної активності основних сполук, про які йшлося, зокрема пектинових речовин, наприклад, на їх здатності при вмісті метоксильних груп 70 % і вище до формування желе у водних розчинах, а нижче 60 % до утворення комплексів із важкими металами.

Флавоноїди, зокрема флавонові глікозиди кверцетину, проявляють здатність до зниження вмісту холестерину у крові, а також справляють седативний ефект. Інші флавоноїди – катехіни, їх похідні, лейкоантоціани – входять до групи так званих «Р-вітамінів»: вони беруть участь у синтезі аскорбінової кислоти, разом із нею зміцнюючи стінки кровоносних капілярних судин та істотно знижуючи ризик ішемічної хвороби серця, інфаркту міокарда, гіпертонії. Загалом флавоноли проявляють високу антиоксидантну активність, про що свідчить, зокрема, її визначення згідно з однією з методик з використанням стандарту кверцетину. Тісний зв'язок з АОА характерний також для проціанідинів, у т.ч. антоціанів. Ця група фенольних сполук виявляє протизапальну та антисклеротичну дію і гальмує процеси старіння організму. Фенольні кислоти, серед них гідроксикоричні та гідроксibenзойні, також обумовлюють проявлення АОА; крім того, хлорогенова кислота є другою після рутину за здатністю підвищувати активність лужних пероксидаз, які інгібують процеси канцерогенезу. Потужними антиоксидантами є також дигідрофалкони, виявлені, зокрема, у плодах яблуні. Завдяки високій АОА, ці сполуки вповільнюють перекисне окислення ліпідів, яке є головною причиною низки хвороб людини, а також ефективно зв'язують цитотоксини в організмі. Стосовно арбутину, знайденого, наприклад, у грушах, його біохімічна дія досі чітко не встановлена – є відомості як про інгібування, так і прискорення ним процесів канцерогенезу.

Крім пектинових і фенольних речовин, у плодах зерняткових культур, наприклад, глоду, присутні кардіотонічні аміни, що регулюють серцеву діяльність, і тритерпенові кислоти, які беруть участь у синтезі тритерпенових сапонінів із високою гемо- та бронхолітичною дією, а також маскують відчуття солодкості плодів.

Як неодноразово відмічалось, наявність у плодах зерняткових фенольних речовин визначає необхідність аналізу їх антиоксидантної активності. На сьогодні розрізняють первинні та вторинні антиоксиданти. Перші реагують з вільними радикалами і стабілізують їх стан. Вторинні ж виконують функцію «гасіння»

вільних радикалів із зупинкою ланцюгового процесу, який останні ініціюють. До первинних антиоксидантів належать практично всі рослинні сполуки. Найбільш популярними методами визначення їх АOA є [53]: ORAC (сила зв'язування гідроксильних радикалів, реакція з перекисом водню), TRAP (реакція з радикалами на основі люмінолу), TEAC (реакція за еквівалентом тролоксу – аналогу вітаміна E), FRAP і CUPRAC (реакції з використанням заліза тривалентного та міді дивалентної відповідно), а також DPPH (з використанням радикалів дифеніл-2-пікрілгідразилу).

Висновки. Прийнята у вітчизняних селекційних програмах біохімічна оцінка плодів зерняткових культур в основному відображує їх харчові якості, не надаючи інформації про лікувально-профілактичну дію. Пояснюється це тим, що, крім вуглеводів та органічних кислот, у плодах присутній багатий спектр біологічно активних сполук, зокрема пектинових і фенольних речовин, тритерпенових кислот, кардіотонічних амінів тощо. Наприклад, лікувально-профілактична дія пектинів пов'язана з їх здатністю утворювати комплекси з важкими металами, терпенові кислоти є попередниками тритерпенових сапонінів з високим гемо- та бронхолітичним впливом, кардіотонічні аміни регулюють діяльність серця. Найважливіші з таких сполук – фенольні, в тому числі флавоноїди, фенолокислоти, процанідини та антоціани, дигідрохалкони. Висока антиоксидантна активність цих речовин обумовлює їх участь у гальмуванні перекисного окислення ліпідів, яке є однією з головних причин багатьох сучасних хвороб людини. Пропонується під час проведення селекційних робіт із зернятковими культурами включати в перелік аналітичних характеристик плодів згадані групи речовин, індивідуальні компоненти, а також показник антиоксидантної активності.

Список використаної літератури

1. Аяпов К.Д. Влияние антиоксидантов на биохимический состав интродуцированных сортов яблони при хранении / К.Д. Аяпов, Р.Е. Макеев // Известия Нац. Академии наук Респ. Казахстан. – 2014. – 3. – С. 7-10.
2. Баскакова В.Л. Коллекция айвы в Никитском ботаническом саду / В.Л. Баскакова // Труды Никитского бот. сада. – 2010. – 132. – С. 168-177.
3. Баскакова В.Л. Оценка качества плодов зимних сортов груши в степном Крыму / В.Л. Баскакова // Сборник научных трудов ГНБС. – 2015. – 140. – С. 150-157.
4. Величко Ю.А. Хімічний склад плодів яблуні залежно від типу насаджень / Ю.А. Величко, В.І. Дубровський // Садівництво. – 2005. – Вип. 56. – С. 77-81.
5. Воробьева Г.М. Хеномелес японский в Сибири / Г.М. Воробьева. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования // XI межд. симп., Пушкино, 15-18.06.2015. – М., 2015. – С. 24-27.
6. Галашева А.М. Биохимическая оценка плодов сортов яблони на слабо-рослых вставочных подвоях / А.М. Галашева, Н.Г. Красова, М.А. Макаркина // Селекция и сорторазведение садовых культур. Сб.стат. – Орел: ВНИИСПК. – 2007. – С. 47-55.
7. Горичев В.С. Пищевая ценность плодов груши летних сортов / В.С. Горичев // Молодой ученый. – 2011. – 9. – С. 268-269.

8. Дрофичева Н.В. Особенности биохимического состава плодов яблони, произрастающих в Краснодарском крае / Н.В. Дрофичева // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – 4(328). – С. 39-41.
9. Євчук Я.В. Удосконалення технології сушіння плодів глоду: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Я.В. Євчук. – Київ: НУХТ, 2012. – 21 с.
10. Едыгова С.А. Разработка технологии производства функциональных напитков на основе комплексной переработки плодов айвы: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / С.А. Едыгова. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 23 с.
11. Загоруйко Н. Оптимізація параметрів екстрагування фенольних сполук плодів айви / Н. Загоруйко, І. Ясинська, В. Іванова // Наук. здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті // Міжн. наук. конф. мол. вчених, аспір. і студ., Київ, 10-11.04.2014. – Київ: НУХТ, ч. 1. – 2014. – С. 40-41.
12. Ильяшенко А.А. Биологические особенности и продуктивность перспективных форм айвы низкой (*Chaenomeles maulei* (Mast) Schneich) в условиях Нечерноземной зоны России : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.А. Ильяшенко. – М.: МСХА им. Тимирязева, 2012. – 20 с.
13. Клименко С.В. Походження сортів хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) української селекції / С.В. Клименко, В.М. Меженський // Інтродукція рослин. – 2013. – 4. – С. 25-30.
14. Кондратенко Т.Є. Біохімічний склад плодів імунних до парші сортів яблуні (*Malus domestica* Borkh.) та їх цільове призначення / Т.Є. Кондратенко, Ю.Д. Гончарук // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2011. – 3. – С. 133-140.
15. Криворучко О.В. Фармакогностичне дослідження представників родин розові та дєренові як джерел для одержання лікарських засобів: дис. ... докт. фармац. наук / О.В. Криворучко. – Харків : Нац. фарм. ун-т, 2015. – 350 с.
16. Лебеденко Т.Є. Ефективність використання пектинвмісної дикорослої сировини у хлібопеченні / Т.Є. Лебеденко, Н.Ю. Соколова, В.О. Кожевнікова, В.М. Гардаушенко // Наукові праці Одеської нац. акад. харч. техн. – 2014. – 46(1). – С. 121-127.
17. Литовченко О.М. Використання плодів горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.) як сировини для функціональних продуктів / О.М. Литовченко, С.І. Яценко // Садівництво. – 2015. – 69. – С. 152-160.
18. Литченко Н.А. Оценка хозяйственно - биологических признаков зимних сортов яблони / Н.А. Литченко, Н.Н. Горб // Бюл. ГНБС. – 2015. – 116. – С. 40-45.
19. Макаров В.Н. Селекционная оценка сортов груши на пригодность к длительному хранению и переработке плодов : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / В.Н. Макаров. – М.: ТСХА, 2004. – 22 с.
20. Мачнева И.А. Оценка сырьевых источников функциональных ингредиентов для продуктов профилактического назначения / И.А. Мачнева // Хранение и переработка с.-х. сырья. – 2010. – 10. – С. 63-65.
21. Мельничук О.А. Біохімічний склад плодів яблуні (*Malus domestica* (L.) Borkh.) та груші (*Pirus communis* L.) в умовах Закарпаття / О.А. Мельничук, Ж.Й. Чома // Садівництво. – 2014. – 68. – С. 304-313.

22. Меженський В.М. Склад і використання колекції нетрадиційних плодів культур. 2. Горобина (*Sorbus*) та її міжродові гібриди / В.М. Меженський // Генетичні ресурси рослин. – 2005. – 2. – С. 135-142.
23. Меженський В.М. Сорти нетрадиційних плодів культур для виробництва органічної сировини / В.М. Меженський, Л.О. Меженська // Наук. доп. НУБіП. – 2011. – № 7(29) URL: http://nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11mvm.pdf (дата звернення 30.03.2018).
24. Можар Н.В. Особенности экологии, селекции и сортоизучения айвы в условиях юга России: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук / Н.В. Можар. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 1996. – 23 с.
25. Морозкова И.А. Биологически активные вещества в составе плодов боярышника и барбариса дендросада САФУ / И.А. Морозкова, В.В. Рожнова, Н.В. Кутакова // Молод. научн. форум: естеств. и мед. науки. Электронный сб. ст. по мат. 35 межд. заочной научн.-практ. конф. №6 (34). URL: [http://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/6\(34\).pdf](http://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/6(34).pdf) (дата звернення 30.03.2018).
26. Мухаметова С.В. Биохимическая характеристика плодов некоторых видов боярышника в Республике Мары Эл / С.В. Мухаметова // Вестник Казанского техн. ун.-та. – 2013. – 15. – С. 103-107.
27. Орлова Д.Г. Некоторые особенности состава плодов рябины обыкновенной в городской среде в условиях степной зоны (на примере Оренбурга) / Д.Г. Орлова // Инновации в науке: сб. ст. по мат. XXIX межд. научно-практ. конф. Новосибирск: Сиб. Ак., 2014. – № 1(26). URL: <https://Sibac.info/conf/innovation/xxix/36616> (дата звернення 29.01.2014).
28. Остроумов Л.А. Исследование химического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), произрастающей в Кемеровской области / Л.А. Остроумов, О.В. Кригер, К.В. Каргин // Техника и технологии пищевых производств. – 2014. – 4(35). – С. 38-42.
29. Павел А.Р. Биохимическая оценка и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК: дисс. ... канд. с-х. наук / А.Р. Павел. – Орел, 2007. – 163 с.
30. Покрашинская А.В. Влияние пищевого порошка из плодов рябины на количество и качество клейковины в хлебопекарных и макаронных изделиях / А.В. Покрашинская, Ж.В. Кошак // Наукові праці Одеської акад. харч. техн. – 2015. – 46(1). – С. 145-149.
31. Причко Т.Г. Технические и биохимические особенности плодов новых перспективных сортов яблони как сырья для переработки / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая // Научные труды СКЗНИИСИВ. – 2014. – 5. – С. 190-195.
32. Романова Н.Г. Плоды боярышника и рябины – перспективный сырьевой источник для создания продуктов функционального питания / Н.Г. Романова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – 9. – С. 59-62.
33. Савельев Н.И. Биохимический состав и антиоксидантная активность плодов яблони / Н.И. Савельев, А.Н. Юшков, М.Ю. Акимов // Вестник МичГАУ. – 2010. – 2. – С. 12-15.
34. Седов Е.Н. Генофонд яблони и селекция на улучшение биохимического состава плодов / Е.Н. Седов, А.А. Макаркина, З.М. Серова // Вавиловский журн. генетики и селекции. – 2014. – 18(3). – С. 540-547.

35. Смелик Т.А. Химический состав плодов груши, произрастающей на юге Краснодарского края / Т.А. Смелик, Н.В. Можар, Ю.В. Авдеева // Плодоводство и виноградарство юга России. – 2014. – 28(4). – С. 8-17.
36. Спрягайло О.А. Біологічні особливості та продуктивність груші залежно від сорто-підщепних комбінувань в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук / О.А. Спрягайло. – Умань, 2003. – 16 с.
37. Стрелец В.Д. Крупноплодный боярышник – перспективная плодовая культура для Нечерноземной зоны России / В.Д. Стрелец, Д.Н. Никиточкин, О.А. Виноградова // Известия ТСХА. – 2014. – 4. – С. 119-124.
38. Толстолік Л.М. Оцінка адаптивного потенціалу сортів айви (*Cydonia*) за показниками якості плодів / Л.М. Толстолік // Науковий вісник Нац.університету біоресурсів і природокорист. України. – 2009. – 133. – С. 223-226.
39. Трофанюк А.П. Біохімічний склад плодів інтродукованих зимових сортів яблуні в умовах південного Степу України / А.П. Трофанюк, С.О. Іванова, В.С. Чуйко // Агр. вісник Причорномор'я. – 2013. – 66. – С. 93-96.
40. Campeahu G. Chemical composition of the fruits of several apple cultivars growth as biological crops / G. Campeahu, G. Neata, G. Darjanski // Notulae botan. Horti Agrobotan., Cluj. – 2009. – 37(2). – P. 161-164.
41. Chang S.L. Phytochemical composition, antioxidant activity and neuroprotective effect of *Crataegus pinnatifida* fruit / S.L. Chang, H.S. Chen, Y.C. Shen, G.H. Lai, P.K. Lin, C.M. Wang // South. Afric. J. Botany. – 2013. – 88. – P. 432-437.
42. Chang Q. Hawthorn / Q. Chang, Z. Zuo, F. Harrison // J. Clinical Pharmacology. – 2002. – 42. – P. 605-612.
43. Godycki-Ćwirko M. Uric acid but not apple polyphenols is responsible for the rise of plasma antioxidant activity after apple fruits consumption in healthy objects / M. Godycki-Ćwirko, M. Król, A. Zwolińska, K. Kolodziejczyk, M. Kasielski // J. Am. College of Nutrition. – 2010. – 29(4). – P. 397-406.
44. Gundogdu M. Organic acids, sugars, vitamin "C" content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey / M. Gundogdu, K. Ozrenk, S. Erscisli, O. Kodad, A. Hegedus // Biol. Research. – 2014. – № 47(1). URL:<http://doi.org/10.1186/0717-6287-47-21> (дата звернення 30.05.2014).
45. Henriques C. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile / C. Henriques, S. Almonacid, I. Chifelle // Chilean J. Agric. Res. – 2010. – 70 (4). – P. 523-526.
46. Hukkanen A.T. Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries / A.T. Hukkanen, S.S. Pölonen, S.O. Körenlami // J. Afric. Food Chem. – 2006. – 54(1). – P. 112-119.
47. Hussain S. Some physico-chemical attributes of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars grown in Pakistan / S. Hussain // Intern. J. of Biosciences. – 2013. – 12(3). – P. 1-10.
48. Khoubnasabjafari M. A review of phytochemistry and bioactivity of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) / M. Khoubnasabjafari, A. Joban // J. Medic. Plant Res. – 2011. – 5(6). – P. 3577-3594.

49. Kumar D. The genus *Crataegus*: chemical and pharmacological perspectives / D. Kumar, V. Arga, A. Bhat, N.A. Khan, D.N. Prasad // *Rev. bras. farmacogn.* – 2012. – 22(5). – P. 1187-1200.
50. Lakshmi T. *Crataegus oxyacantha* Linn. commonly known as hawthorn. A Science Review / T. Lakshmi, R.V.T. Geetha, R. Anitha // *Inst. Pharmacology Res.* – 2012. – 4(1). – P. 458-465.
51. Mironeasa S. Physico-chemical characteristics, antioxidant activity and mineral content of hawthorn fruits from Suceava County / S. Mironeasa, E. Sanduleae Todosi, M. Juga // *Food and Environmental Safety.* – 2016. – 15(2) – P.108-116.
52. Mlček J. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses / J. Mlček, O. Rop, T. Jurikova, J. Sachor, M. Fiserá, M. Baron, J. Hrabec // *Cent. Europ. J. Biol.* – 2014. – 9(11). – P. 1078-1086.
53. Moharram H.A. Methods for determining the antioxidant activity: a review / H.A. Moharram, M.M. Youssef // *Alex. J. Food Sci. Technol.* – 2014. – 11(1). – P. 31-42.
54. Mratinić E. Evaluation of phenotypic diversity of apple (*Malus* spp.) Gernplasm through the principle component analysis / E. Mratinić, M.A. Akšić // *Genetika.* – 2005. – 43(2). – P. 336-340.
55. Nabaki S.F. Polyphenol composition of *Crataegus monogina* Jack.: from chemistry to medical application / S.F. Nabaki, S. Hastemariam, T. Ahmed, A. Sareda, M. Daglia // *Nutrients.* – 2015. – 7. – P. 7708-7728.
56. Oztürk I. Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars / I. Oztürk, S. Ersicli, F. Kalkan // *Afric. J. Biotechnology.* – 2009. – 8(4). – P. 687-693.
57. Rop O. Chemical characteristics of fruit of some selected Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars / O. Rop, J. Balik, V. Rezníček, T. Jurikova, P. Skadrova, P. Salaš, J. Sochor // *Czech. J. Food Sci.* – 2011. – 29(1). – P. 65-73.
58. Sanchez A.C. Comparative study of six pears cultivars in term of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity / A.C. Sanchez, A. Gil-Izquierdo, M.I. Gil // *J. Sci. Food Agric.* – 2003. – 83(10). – P. 995-1003.
59. Sharma R. Nutritional composition and processed products of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) / R. Sharma, V.K. Joshi, J.C. Pang // *Indian J. Natural Products Res.* – 2011. – 2(3). – P. 354-357.
60. Tadić V.M. Anti-inflammatory, gastroprotective, free-radical scavenging and antimicrobial activity of hawthorn berries ethanol extract / V.M. Tadić, S. Dobrić, G.M. Marković, S.M. Dordević, I.A. Arsić // *J. Afric. Food Chem.* – 2008. – 56(17). – P. 7700-7709.
61. Vieira R.G. Chemical pattern of Brazilian apples. A chronometric approach based on the Fuji and Gala varieties / R.G. Vieira, R.A. Prides, F. Denardi // *Giênc. Technol. Aliment.* – 2015. – 31(2). – P. 418-426.
62. Vieira F.G. Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three apple cultivars / F.G. Vieira, D.A. Borges, C. Copetti // *Arch. Latinoameric. Nutric.* – 2009. – 59(1). – P. 101-106.
63. Wu J. *Crataegus pinnatifilida*: chemical constituents, pharmacology, potential application / J. Wu, W. Peng, R. Qin // *Molecules.* – 2014. – 19. – P. 1689-1712.

BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE POME FRUIT CROPS BREEDING

V.M. YEZHOV, Academician of NAAS, Doctor, Professor
e-mail: ezhov.valeriy@gmail.com

I.V. GRYNYK, Academician of NAAS, Doctor, Professor
Institute of Horticulture of NAAS, 03027, Kyiv-27, 23 Sadova str.,
e-mail: sad-institut@ukr.net

The authors have investigated the modern level of the pome fruits biochemical composition. They have established that along with the traditional indicators, the others are actively used, including the content of pectins, triterpene acids and their derivatives, cardiotoxic amines, phenolic substances. Among the latter it is the flavonoids, proanthocyanidines, and anthocyanins, phenolic acids, dihydrochalcones, that are selected most frequently. The basic characteristics of the phenolic substances biochemical activity have been presented, in particular, the antioxidant activity and its role in the prevention of numerous human diseases. The presented indices are recommended to be used during the pome fruit crops breeding as those that reflected fully their biological value.

Key words: fruits, pectin compounds, triterpene acids, phenolic substances, antioxidants, disease prophylaxis.

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР

В.М. ЕЖОВ, академик НААН, доктор техн. наук, профессор
e-mail: ezhov.valeriy@gmail.com

И.В. ГРЫНЫК, академик НААН, доктор с.-х. наук, профессор
Институт садоводства НААН, 03027, Киев-27, ул. Садовая, 23,
e-mail: sad-institut@ukr.net

Исследован современный уровень биохимического состава плодов семечковых культур. Установлено, что наряду с традиционными показателями, активно используются другие, среди них содержание пектиновых веществ, тритерпеновых кислот и их производных, кардиотонических аминов и фенольных веществ. В составе последних чаще выделяют флавоноиды, проантоцианидины и антоцианы, фенольные кислоты, дигидрохалконы. Приведены основные характеристики биохимической активности фенольных веществ, в частности антиоксидантной активности и ее роли в профилактике многочисленных заболеваний человека. Рекомендуется во время селекционных работ с семечковыми культурами использовать приведенные показатели, как такие, которые в полной мере отражают биологическую ценность плодов.

Ключевые слова: плоды семечковых, пектиновые соединения, тритерпеновые кислоты, фенольные вещества, антиоксиданты, профилактика заболеваний.

Одержано редколегією 11.10.17