

5. Планирование эксперимента / под ред. проф. А. А. Янцевича. – Х. : НУА, 2004. – 208 с.

6. Болотських А. С. Огірки / А. С. Болотських. – Харків : Фоліо, 2002. – 287 с.

7. Льяконов В. П. Mathcad 11/12/13 в математике : справочник / В. П. Льяконов. – М. : Горячая линия : Телеком, 2007. – 928 с.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© Г.А. Селютіна, О.Г. Дьяков, В.І. Білоус, 2012.

УДК 664. 663. 252 (075)

І.В. Гайдай, викл. (Уманський національний університет садівництва, Умань)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕНОЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ПЛОДІВ ДЕРЕНУ ТА РОЗРОБКА Й ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ

Показано, що сік із плодів дерену відноситься до антиокислювачів завдяки наявності в ньому концентрації вільних фенольних речовин. Установлено, що термічна обробка дерену з водою при співвідношенні 1:1 протягом 48 годин сприяє переходу антоціанів у екстракт порівняно із свіжовідпресованим соком, що підвищує їх концентрацію у 25 разів.

Показано, что сок из плодов кизила относится к антиокислителям благодаря содержанию в нём концентрации свободных фенольных соединений. Установлено, что термическая обработка кизила с водой при соотношении 1:1 на протяжении 48 часов способствует переходу антоцианов в экстракт в сравнении со свежотпрессованным соком, что повышает их концентрацию в 25 раз.

It has been shown that cornel fruit juice referred to antioxidants thanks to high concentration of free polyphenolis. It has been found thermal processing of a cornel in water in the ratio of 1:1 during 48 hour ensures converting of antocyanogen into extract incomparision with fresh juice that raises their concentration in 25 times.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Поліпшення екологічного стану та структури харчування в країні визначають і актуальність проблеми пошуку й поглибленого вивчення натуральних інгредієнтів рослинної сировини, багатой біологічно активними речовинами (БАР), які підвищують неспецифічну резистентність

організму до дії несприятливих факторів навколишнього середовища, попереджаючи розвиток ряду хронічних захворювань.

Рослинна сировина містить антиоксидантну систему, сформовану натуральними компонентами. Останні, потрапляючи в організм, проявляють антиоксидантні властивості, протистоять дії надлишку «вільних радикалів», тобто молекул окисників. Ці нестабільні молекули виникають в організмі у результаті біохімічного обміну речовин у клітинах тканин й існують досить короткий час. У стресових ситуаціях, під дією фізичних факторів чи захворювань, їх кількість різко збільшується. Власне, в цей час «вільні радикали» починають пошкоджувати мембрани клітин. При цьому активізуються процеси старіння організму. Захисну ж дію мають харчові протектори рослин, зокрема: аскорбінова кислота, фенольні сполуки, каротиноїди та ін. [1; 2].

Антиоксидантна активність фенольних сполук пояснюється тим, що вони зв'язують іони важких металів у стійкі малоактивні комплекси, а також є акцепторами, утвореними під час ауто-токсикації вільних радикалів (тобто фенольні сполуки здатні гасити вільнорадикальні процеси) [3–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Джерелом біологічно активних фенольних сполук поряд із традиційними є малопоширені плоди та ягоди. Такі плодові культури можна знайти і в промислових насадженнях – уже відселекціоновані сорти і в дикому чи напівдикому станах (дерен, калина, шипшина, глід, бузина і т.д.) [5; 8]. Проте ґрунтовні та всебічні дослідження фенольного комплексу проведені, здебільшого, з виноградом і низкою інших культурних фруктів, соків і вин на їх основі [1]. Врожай нетрадиційних культур, і в тому числі дерену, практично недосліджений. Так, В. Петровою [8] та С. Клименко [5] встановлено концентрацію деяких груп фенольних речовин у плодах різних сортів і гібридних форм дерену, а результати досліджень [3] показали високу антиоксидантну активність етанольного екстракту дерену, який містив флавоноли. З цього можна зробити висновок, що плоди дерену є джерелом натуральних антиоксидантів фенольної природи.

Дерен належить до родини кизилкових (Cornaceae Dumort), що об'єднує 49 видів. У нашій країні культивують дерен чоловічий (Cornus mas).

Мета та завдання статті. Метою нашої роботи було вивчення кількісного та якісного складу фенольного комплексу плодів дерену для встановлення його повної характеристики як носія антиоксидантних сполук.

Об'єкти та методи проведення досліджень. Експериментальні дослідження проводили у 2004–2011 рр., в лабораторіях кафедри

технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва та науково-дослідного Інституту садівництва УААН. Вміст мінеральних речовин – в лабораторії біохімії Інституту екогієни і токсикології ім. Л.І. Медведя, ароматичні сполуки, амінокислоти, окремі групи фенольних речовин визначали в Національному інституті винограду та вина «Магарач».

Як сировину для отримання соків і екстрактів використовували плоди дерену чоловічого (*Cornus mas*) дикої форми з родини кизилкових – *Corneseae Dumort* середнього строку досягання, вирощені в Уманському районі Черкаської області, а також сік, сусло і виноматеріали, виготовлені з названої культури у лабораторних і виробничих умовах. Плоди темно-червоного кольору з блискучою шкіркою, масою 2,6...3,5 г, маса кісточки 11,7...12,0% від маси плоду. Форма плодів бочкоподібна.

Дослідження виконували у трикратній повторності за загальноприйнятими технологіями виробництва виноматеріалів, а також із застосуванням додаткових технологічних прийомів обробки мезги.

Масову концентрацію фенольних сполук визначали колориметричним методом із використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу [6]; мономерні форми – методом високоефективної рідинної хроматографії в оберненофазовому варіанті з фотометричним детектуванням в умовах визначення фенолокислот, флавоноїдних глікозидів і агліконів. Для визначення антоціанів детектування проводили при 525 нм [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Плоди дерену містять близько 10% цукрів (переважно глюкоза й фруктоза), 2...3,5% органічних кислот (в основному яблучна, лимонна, бурштинова – понад 4%), пектинові речовини, флавоноїди (1,0...1,5%), вітаміни Р і С (50...160 мг%), ефірну олію. У кісточках виявлено близько 35% жирної олії, у корі – глікозид карнін, у корі та деревині – 10...25% дубильних речовин, рутин, цукри; у корі гілок і в листі – барвні речовини, у квітках – рутин, ізокверцетин, галова та елагова кислоти [5]. Тобто, БАР містяться в усіх частинах рослини.

Нами встановлено, що плоди дерену у значних кількостях містять поліфеноли, які належать до найбільш біологічно активних – антиоксидантів, зокрема:

- 1 – гідрооксibenзойні кислоти та їх похідні;
- 2 – гідрооксікоричні кислоти та їх похідні;
- 3 – флаван-3-оли;
- 4 – антоціани.

Оксibenзойні та оксікоричні кислоти, як відомо, належать до

фенольних кислот (ФК). Вони є одним з суттєвих компонентів раціону людини. Частка ФК та їх похідних становить 1/3 усіх поліфенолів, які надходять з їжею [2; 9].

Численними дослідженнями встановлено, що більшість плодів і овочів, а також напоїв та інших продуктів переробки з них містять значну кількість ФК, в тому числі гідрооксibenзойні (ГБК) і можуть бути їх джерелами [10; 11]. Найбільш дослідженні протокатехова, ванiлінова та галова кислоти. Високим вмістом масової концентрації ГБК відрізняються плоди рослин родини Rosaceae, особливо ягоди – смородина, порічки, малина, суниця (в середньому 24,2 мг/кг). Вина ж зі смородини їх містять від 30 до 58 мг/дм³. Виноградні вина французькі лише галової кислоти містять 31...38 мг/дм³, а каліфорнійські – 65...126 мг/дм³ [9]. Встановлено, що спектр індивідуальних ГБК та їх співвідношення у кожного виду рослин мають свої особливості.

Дерен не відноситься до родини Rosaceae, але все ж є родичем цих рослин за підкласом Rosidae [3], підтвердженням цього є вміст ГБК у сокові з нього.

Вільні кислоти (табл. 1) представлені галовою, ванiліною, бузковою і елаговою. Загальний вміст за варіантами коливався в межах 272...631 мг/дм³. Окрім того виявлено 12 мг/дм³ ванiлоїлгексози. Сумарний вміст гідрооксibenзойних кислот у дереновому сокові – 528 мг/дм³.

За даними У. Шобінгера [11], вміст галової кислоти в плодах родини Rosaceae коливається від 27 (малина) до 189 мг/кг (ожина), тобто значно менше ніж у дерену – 301 мг/дм³.

Елагова кислота в найбільшій кількості виявлена в ягодах малини, суниці та ожини 207...244 мг/кг сирової маси [10].

Отже, дерен за вмістом галової та елагової кислот серед фруктів, далеко не на останньому місці, оскільки у свіжовідпресованому сокові їх вміст складає – 108...301 мг/дм³ (табл. 1).

Гідрооксікоричні кислоти (ГКК) дерену представлені хлорогеновою, кавовою, кафтаровою, П-кумаровою, 1,4-дикавоїлхінною, 3,5-дикавоїлхінною і П-кумарової кислоти 4-0-глікозидом. Їх сумарні кількості в сокові знаходяться в межах 67...78 мг/дм³.

Кавова кислота вважається найбільш поширеною у плодах і складає від 75 до 100% сумарного вмісту масової концентрації ГКК. Зустрічається як у вільному стані, так і у вигляді ефірів. Нами відмічено, що на вміст кавової кислоти у дереновому сокові істотний впливають погодні умови. Так, якщо сік з плодів урожаю 2005 року містив кавової кислоти 12,8 мг/дм³, а хлорогенової 15,8 мг/дм³, то з плодів урожаю 2006 року у сокові було виявлено 221 кавової і 31 мг/дм³ хлорогенової кислот.

Таблиця 1 – Вміст гідрооксibenзойних кислот у натуральному сокові та екстрактах із плодів дерену (2005–2007 рр.), мг/дм³

Варіант дослідю	Галова к-та	Елагова к-та	Бузова к-та	Ванілінова к-та	Ваніліл- гексоза	Сума
1. Свіжовідпресований сік з плодів (контроль)	301	108	97	10	12	528
2. Підігрівання мезги, змішаної з водою у співвідношенні 1:1, до 50° С і настоювання 20 хв	139	90	33	0	10	272
3. Те ж саме, але підігрівання до 70° С	149	93	43	0	14	299
4. Мезга заливається гарячою водою (50° С) 1:1 і настоюється 6 год	178	59	42	3	14	296
5. Підігрівання мезги, змішаної з водою 1:1, до 60° С та настоювання у термостаті при цій же температурі протягом 24 год	218	257	135	0	21	631
6. Те ж саме, але настоювання 48 год	176	279	109	0	12	576
<i>HIP₀₅</i>	–			7,4		

Аналіз вмісту гідрооксикоричних кислот у сокові та екстрактах свідчить про те, що кавова кислота міститься у вигляді похідних сполук – каволхіної (кафтарової), 1,4-дикавоілхіної та 3,5-дикавоілхіної кислот. У вільному стані наявні хлорогена, П-кумарова та П-кумаринової кислоти 4-0-глікозид.

Флаван-3-оли в сокові і екстрактах дерену представлені (+) – катехіном і (–) – епікатехіном, масова концентрації 5,7...13,4 мг/дм³. При цьому переважав (–) – епікатехін. Його вміст був у 6,7...8,6 разів більшим (залежно від варіанта), ніж (+) – катехіну.

Окислювальні перетворення катехінів відіграють важливу роль у виробництві чаю, виноробстві, консервуванні плодово-ягідних соків та ін. продуктів переробки. Так, як і лейкоантоціанідини, катехіни є матеріалом для створення дубильних речовин конденсованого ряду [4].

За С. Клименко [5] вміст масової концентрації катехінів у плодах дерену різних сортів і форм коливається в межах 82...370 мг/100 г. Досліджувані нами плоди, вірніше сік з них, містив лише 9 мг/дм³ катехінів. Це пояснюється тим, що основна маса

катехінів залишилась у меззі, бо катехіни добре розчиняються у органічних розчинниках – спиртах, ацетоні та ін. [6]. Однак при розведенні мезги 1:1 водою та довготривалому витримуванні їх кількість збільшується вдвічі, тобто, в перерахунку на сік концентрація катехінів у дереновому сокові знаходиться на рівні 56 мг/дм³. Лейкоантоціанідини, які часто зустрічаються в плодах з катехінами, як правило, супроводжуються олігомерними і полімерними формами, що окрім легкого окислювання не сприяє їх виділенню та ідентифікації.

На відміну від катехінів вони не розчиняються у діетилловому ефірі і відносяться до флаван-3,4-діолів [4]. Нами лейкоантоціанідини не визначались. Однак С. Клименко [5] вказує, що вміст лейкоантоціанів у плодах дерену різних сортів знаходиться в межах 162...212 мг/100 г.

У сокові, як і екстрактах з дерену ідентифікували 3 форми флавонолів – рутин, аглікон кверцетину і глікозид кверцетин-3-глікозид. Останній виявився в найбільшій кількості (12...75 мг/дм³). Його вміст вищий від рутину у 3...10 разів залежно від варіанта, а від кверцетину у 3...12 рази.

Крім того в особливу групу слід виділити вперше ідентифіковану в дереновому сокові флавоноїдну субстанцію силімарин у кількості 7,6 мг/дм³ та гіперозид – у масовій концентрації 56,5 мг/дм³.

Барвні речовини плодів і ягід знаходяться як у вільному стані – антоціанідини, так і у вигляді глікозидів – антоціани. Їх колір залежить від рН середовища (від червоного до фіолетового) і це явище має важливе значення у виноробстві. Основна маса антоціанів знаходиться в шкірці плодів дерену (670...850 мг/100 г), а в його м'якоті їх у 8...12 разів менше [3]. Ми переконались, що вилучити антоціани зі шкірки досить складно про що свідчать дані табл. 2.

Таблиця 2 – Вміст антоціанів у сокові та екстрактах із плодів дерену залежно від способу їх отримання (2007 р.), мг/100 г

Варіант	Ціанідин-3-0-галактозид	Ціанідин-3-0-глікозид	Ціанідин-3-0-арабінозид	Ціанідин-3-0-рутинозид	Сума
1	2	3	4	5	6
1. Свіжовідпресований сік з плодів (контроль)	0,4	0,6	0,0	0,0	1,0

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
2. Підігрівання мезги, змішаної з водою у співвідношенні 1:1, до 50° С і настоювання 20 хв	0,4	0,5	0,0	0,0	0,9
3. Те ж саме, але підігрівання до 70° С	3,0	2,0	0,3	0,0	5,3
4. Мезга заливається гарячою водою (50°С) 1:1 і настоюється 6 год	2,0	2,0	0,3	0,0	4,3
5. Підігрівання мезги, змішаної з водою 1:1 до 60° С та настоювання у термостаті при цій же температурі протягом 24 год	9,0	8,0	1,0	0,6	18,6
6. Те ж саме, але настоювання 48 год	12,0	12,0	1,0	0,6	25,6
<i>НІР₀₅</i>					3,3

Дослідженнями встановлено, що у свіжовідпресованому соку вміст антоціанів складає 1 мг/100г, тоді як підігрівання мезги, змішаної з водою у співвідношенні 1 : 1 до 70° С, настоювання 20 хв підвищує їх кількість до 5,3 мг/100 г. Найвища ж кількість антоціанів спостерігається у варіанті, де мезгу підігрівали до температури 60° С з настоюванням протягом 48 год. – 25,6 мг/100 г.

Висновки. Плоди дерену є джерелом біологічно активних речовин, які мають володіють антиоксидантні властивості. Зокрема, вміст антоціанів в екстрактах із плодів дерену складав від 5,3 до 25,6 мг/100 г, а вміст вільних поліфенолів 272...631 мг/дм³.

Список літератури

1. Антиоксидантная активность виноматериалов для вин катехинского типа и ее зависимость от фенольных соединений / М. Г. Бенжуашвили [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2005. – № 6. – С. 28–29.
2. Базарнова Ю. Г. Исследование антиокислительных свойств экстрактов фенольных соединений некоторых растений / Ю. Г. Базарнова, В. С. Колодязная // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 66–71.
3. Антиокислительные свойства экстракта плодов кизила обыкновенного / Н. М. Варварина [и др.] // Проблеми техніки і технології харчових виробництв : міжвуз. наук.-практ. конф. : [матеріали]. – Полтава : ПУСКУ, 2004. – С. 254–257.
4. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов. – М. : Наука, 1993. – 272 с.
5. Клименко С. В. Кизил на Украине / С. В. Клименко. – К. : Наукова думка, 1990. – 164 с.

6. Гержикова В. Г. Методы техно-химического контроля в виноделии / Г. В. Гержикова. – Симферополь : Таврида, 2002. – С. 90–93.
7. Огай Ю. А. Биологически активные свойства винограда и вина / Ю. А. Огай [и др.] // Виноградарство и виноделие. – 2000. – № 4. – С. 25–26.
8. Петрова В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений / В. П. Петрова. – К. : Вища школа, 1986. – 287 с.
9. Justesen V. Quantitative analysis of flavonoids. Flavonones in fruits, vegetables and beverages by HPLC with photo-diode array and mass spectrometry detection / V. Justesen, P. Knuthsen, F. Lefth // J. Chromatogr. – 1998. – Vol. 799. – P. 101–110.
10. Тутельян В. А. Биологически активные вещества растительного происхождения. Фенольные кислоты распространённость, пищевые источники, биодоступность / В. А. Тутельян, Н. В. Лашнева // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 7. – С. 4–18.
11. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки / У. Шобингер ; пер. с нем. под ред. А. Ю. Колесникова, Н. Ф. Берестяня и А. В. Орищенко. – СПб. : Профессия, 2004. – 639 с.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© І.В. Гайдай, 2012.

УДК 637.3

М.М. Шинкарик, канд. техн. наук (ТНТУ ім. І. Пулюя, Тернопіль)

О.І. Кравець (ТНТУ ім. І. Пулюя, Тернопіль)

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПРЕСІЙНО-ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИРНОГО ПИЛУ

Досліджено компресійно-фільтраційні характеристики сирного пилу при різних значеннях зовнішнього тиску.

Исследованы компрессионно-фильтрационные характеристики сырной пыли при различных значениях внешнего давления.

Compression-lauter descriptions of cheese dust are investigational at the different values of external pressure

Постановка проблеми у загальному вигляді. Під час технологічних операцій виробництва сиру, сиру кисломолочного та казеїну утворюється сирний пил. Сирним пилом умовно називають частинки сирної маси, розмір яких на порядок менший від розмірів сирного зерна. У зв'язку з малими розмірами сирний пил переходить у сироватку, а оскільки на більшості підприємств сироватка зливається в