

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ У КОНСЕРВАХ ІЗ ПЛОДІВ ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ ЗА КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ

Н. М. Осокіна, доктор сільськогосподарських наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-2822-2989

О. П. Герасимчук, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0973-832X

К. В. Костецька, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-2387-5400

ResercherID: M-7359-2019

Уманський національний університет садівництва

Статтю присвячено вивченню біологічно цінних речовин плодів чорної смородини, а саме – вмісту аскорбінової кислоти, поліфенольних речовин, амінокислот. Досліджено їх збереженість під час приготування продуктів комплексної та безвідходної переробки плодів чорної смородини та процеси їх перетворення під впливом термічної обробки.

Ключові слова: чорна смородина, біологічно активні речовини, амінокислоти, желе, конфітур.

Постановка проблеми. Однією з основних причин патологічних процесів в організмі людини, яка викликає передчасне старіння й розвиток багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних, є накопичення вільних радикалів, що підтверджено численними дослідженнями, які проведено останнім часом [1-3].

Для підвищення імунітету організму людини та захисту від багатьох захворювань раціон харчування повинен містити в достатній кількості активні природні речовини антиоксидантного ряду. Незважаючи на невисоку енергетичну цінність, плодоовочева продукція відіграє важливу роль у житті людини, оскільки в ній міститься 10–20% біологічно активних речовин. Тому необхідно, щоб у добовому раціоні доля свіжих плодів і овочів складала не менше 50% [1, 4-6].

Виробництво продуктів харчування, що містять біологічно-активні речовини, сприяє підвищенню антиоксидантних властивостей організму.

Аналіз актуальних досліджень. Цінність консервів із плодів чорної смородини зумовлена високим вмістом аскорбінової кислоти та поліфенольних речовин. Всебічне вивчення складних деталей участі аскорбінової кислоти в обміні речовин показало, що їй належить одна із найвідповідальніших ролей у процесі всього циклу розвитку плоду, від утворення до відмирання, роль безпосереднього учасника

процесу дихання, фотосинтезу, діяльності коферментів, загального обміну і руху речовин, вона суттєво впливає на такі інтегральні процеси, як ріст і розвиток.

Накопичення аскорбінової кислоти у плодах смородини залежить не тільки від інтенсивності синтезу, а й активності ферментів. Існує обернена залежність між вмістом аскорбінової кислоти та активністю аскорбіноксидази. Активність останньої є незначною або навіть не проявляється, одночасно активність поліфенолоксидази є високою, яка має стабілізуючий ефект [4].

За багаторічними (12–15-річними) даними [7] встановлено, що у плодах чорної смородини вміст аскорбінової кислоти, залежно від сорту та умов вирощування, коливається від 101 до 308 мг/100г, переважно у межах 143–242 мг/100г. Проте за термічної обробки сировини відбувається окиснення аскорбінової кислоти до більш лабільної дегідроформи, потім до неактивної 2,3-дикетогулонової кислоти, а під впливом кисню – до L-треонової і щавлевої. У кислому середовищі розпад аскорбінової кислоти через вказані попередньо перетворення призводить до утворення фурфуролу. Реакція може продовжуватися без доступу кисню іззовні. На жаль, під час вибору способу консервування, руйнування аскорбінової кислоти враховують недостатньо. Встановлено [7], що за переробки плодів чорної

смородини вміст аскорбінової кислоти різко знижується: у компоті, смородині подрібненій із цукром – удвічі, варенні – 3,5–4, джемі – в 5–6 разів. Проте збереженість її, враховуючи рецептуру приготування, у 1,5–2,5 рази вища.

Поліфенольні речовини відіграють важливу роль у формуванні забарвлення плодів, значною мірою визначають смакові, харчові і лікувальні властивості чорної смородини [1, 2, 8, 9]. Їхній вміст залежить від сорту та умов вирощування і коливається у межах 1250–1450 мг/100 г [10]. При досяганні плодів їхня загальна кількість у смородині збільшується у середньому від 913 до 1453 мг/100 г. У період активного росту та досягання інтенсивно змінюється співвідношення окремих груп: вміст катехинів, лейкоантоціанів і флавонолів зменшується, а антоціанів підвищується, особливо, за переходу від бурих (125,2 мг%) до забарвлених (до 786,7 мг/100 г).

Найбільш поширена група фенольних сполук у плодах чорної смородини – флавоноїди. Вони відіграють важливу роль у рослинах як антиоксиданти, інгібітори ферментів, прокурсори токсичних субстанцій і пігментів, виконуючи функцію оптичного екрану. Ці сполуки відомі як фотосенсибілізатори і трансмітери енергії фотонів, що регулюють дію гормонів росту, їх респіраторну функцію, фотосинтез, морфогенез і захист від інфекції. Флавоноїди мають антиоксидантні, антиінфекційні, антицитотоксичні, протиалергійні, мембраностабілізуючі властивості; нормалізують та підтримують тканинний гомеостаз і реактивність клітин центральної нервової системи, попереджують захворювання на рак, лімфолейкоз, уповільнюють старіння.

До цього часу основну увагу флавоноїди викликали у фармакологів та лікарів і практично не цікавили фахівців у галузі харчування.

Проте легкість окислення визначає високу біологічну активність флавоноїдів, які захищають від окислення інші сполуки або сприяють їх відновленню. Вони здатні навіть у незначних дошках (0,01–0,02%) суттєво інгібувати процес окислення жирів, утворювати достатньо міцні і стабільні комплекси з іонами заліза, міді, кобальту, марганцю, молібдену, цинку, алюмінію в харчових продуктах. Комплексоутворююча здатність флавоноїдів проявляється і по відношенню до металів, які входять до складу активних центрів більшості окислювально-відновлювальних ферментів і відіграють роль кофакторів або активаторів. Тому флавоноїди виступають як інгібітори багатьох окислювальних ферментів, у тому числі ферментів мікроорганізмів, які беруть участь у псуванні харчових продуктів. Так, флавоноїд

кверцетин є основним інгібітором грибної тірозинази. Цей фермент каталізує реакції, які після полімеризації утворюють коричневі або чорні пігменти на плодах і овочах, що викликає небажане потемніння і втрату харчової цінності [11].

Флавоноїди мають властивості попереджувати виникнення і нейтралізувати дію активних молекул кисню та азоту шляхом попередження пероксидації ліпідів і утворення хелатних комплексів, виступати у ролі скавенджерів вільних радикалів. Наявність флавоноїдів пов'язують із імунітетом рослин і їхніми бактерицидними властивостями. Більша частина флавоноїдів зосереджена у покривних тканинах плодів. У цьому – одна із причин високої стійкості шкірки до патогенних мікроорганізмів. Плоди одного і того ж помологічного сорту менше піддаються мікробіологічним захворюванням у місцях поверхні, покритої рум'янцем. Чим інтенсивніше забарвлені плоди, тим краще і довше вони зберігаються. Зниження вмісту флавоноїдів узгоджується зі зміною товарних властивостей плодів [2, 12].

Флавоноїди можуть бути у вільному (аглікони) і зв'язаному, найчастіше із цукрами (глікозидами), стані. Характерно, що антоціани у клітинах знаходяться переважно у вигляді глікозидів. Їх аглікони – антоціанідини. Найважливіший фактор утворення і накопичення їх – світло. В умовах похолодання дія світла у рослинах посилюється.

Антоціани плодів чорної смородини (1000–4000 мг/100 г) [4, 12, 13] представлені глікозидами, в яких залишки цукрів (глюкоза, галактоза і рамноза) пов'язані з забарвленими агліконами, що належать до групи антоціанідинів. У плодах чорної смородини антоціани переважно містяться у шкірці, але є і в м'якоті.

Найбільш поширені так звані неметильовані антоціанідини: ціанідин, дельфінідин, пеларгонідин. Окремо у природних умовах вони зустрічаються рідко, а містяться в комплексі у різних співвідношеннях, а також у взаємозв'язку з іншими поліфенолами та речовинами нефенольного характеру. Звідси – багатство природних барв і відтінків.

Дослідження антоціанідинів у продуктах обмежені. Ціанідин-3-рутинозид і дельфінідин-3-рутинозид є основними антоціанами чорної смородини. Сік чорної смородини має такий відносний вміст антоціанідинів: дельфінідин-3-рутинозид – 44%, ціанідин-3-рутинозид – 32%, дельфінідин-3-глюкозид – 18%, ціанідин-3-глюкозид – 6%.

У формуванні забарвлення плодів, що містять антоціани, беруть участь: показник рН (ціанідин у кислому розчині чорної смородини має червоний

колір, з підвищенням рН його інтенсивність знижується); вид аглікона (найбільш стійка форма у дельфінідинових похідних); вид гліколізу (глікозування біля С3, як у чорної смородини, дає більш інтенсивне забарвлення); концентрація антоціанів, а також концентрація сопігментів (основну роль відіграють С-глікозилфлавонони); комплексоутворення з металами (наявність металів Al+3, Mg+2, Mo+3, Fe+3, Ca+2 посилює сині тони, К – червоні); вуглеводи (збільшення вмісту цукру до 40% посилює інтенсивність забарвлення, синє забарвлення дельфінідину стабілізується внаслідок адсорбції або комбінації із пектином, крохмалем); комплекси антоціанів, зв'язані через С4 із фенолами і катехінами стабілізують забарвлення [4].

Флавоноли у плодах представлені жовтими пігментами: рутином, кверцетином, гіперозидом. Ці органічні сполуки мають Р-вітамінну активність, а тому визначають біологічну цінність плодів та продуктів із них.

До складу дубильних речовин чорної смородини входять катехіни (550–1380 мг/100 г) [4, 12]. Максимальна кількість дубильних речовин міститься у зелених плодах (69–750 мг/100 г). У міру дозрівання їхня кількість знижується (до 310–400 мг/100 г). При цьому найбільш помітне зменшення вмісту дубильних речовин спостерігається за переходу зеленого забарвлення на буре (до 350–430 мг/100 г).

Завдяки біохімічній будові, поліфенольні речовини мають високу реакційну здатність, що знижує їхню стабільність за технологічних операцій. Внаслідок деградації поліфенольних речовин знижується не лише біологічна цінність продуктів, а й погіршується їхній колір і, відповідно, товарна якість. Термічну деградацію антоціанів викликає 5-гідроксіметилфурфурол, а утворення останнього прискорюється за присутності аскорбінової кислоти, органічних кислот, фруктози та підвищеної температури [14, 15].

У забарвленні плодів чорної смородини та продуктах із них важливе значення належить фенолкарбоновим кислотам. Вони здатні утворювати ефіри із кислотами (хінною, яблучною, молочною, винною), цукрами, антоціанами. Такі сполучення мають виключне значення як для розвитку плоду, так і для утворення кольору, смаку, запаху при переробці. Фенолкарбонові кислоти, беручи участь в ацилюванні антоціанів, можуть обумовлювати нюанс забарвлення при відсутності металів і інших сопігментів. Вони мають антимікробну активність. Цис-форми кислот здатні до утворення кумаринів. Кавова кислота, сполучаючись з ортогідроксильними групами

кільця В дельфінідинових похідних стабілізує забарвлення. Тоді як неферментативне окислення антоціанів до знебарвлених продуктів прискорюється хлорогеновою кислотою.

У консервах із плодів чорної смородини виявлено [16] важливу закономірність – збереженість в них кавової кислоти вища, ніж хлорогенової.

Харчова цінність будь-якого продукту визначається наявністю азотистих речовин. Вміст азоту в плодах чорної смородини – 1,20–1,35% на суху речовину, що відповідає 7,5–8,4% білка [17]. Основні структурні одиниці білків – 17 амінокислот, з яких 8 – незамінні [18].

У фруктових консервах протікають цукроамінні реакції, що відповідальні за формування кольору продуктів. Без того низький вміст білків у сировині знижується у консервах і складає 30–52%, а у конфітурі, соку з цукром, варенні – тільки 7–11%. Враховуючи рецептуру консервів, збереженість білків у 1,5–2 рази вища і становить відповідно 60–100% і 15–25%. Причина зниження білкової цінності консервів полягає у природі речовин. Теплова обробка викликає денатурацію білків, зниження їхньої розчинності, гідроліз до амінокислот. Останні вступають у меланоїдинові реакції з цукрами. Процеси посилюються за підвищення температур і тривалого нагрівання. Загальний вміст амінокислот у консервах збільшується у 2,5–6,5 разів. Внаслідок чого збереженість їх у продуктах дуже висока – від 330 до 1000%. Проте, склад і співвідношення амінокислот у продуктах відрізняється від сировини. Це пов'язано не лише з гідролізом білків до амінокислот або амідів, а останніх – до амінокислот, а також внаслідок вторинного синтезу – перетворення одних в інші через реакції трансамінування, дезамінування, переамінування, утворення фенольного кільця та інші [19]. Високий вміст у продуктах тирозину, аспарагінової кислоти та фенілаланіну, середній – триптофану, гліцину, лейцину, низький – аланіну, лізину та глютамінової кислоти.

Завдяки С-вітамінній цінності чорної смородини, плоди її є незамінною сировиною для виробництва відомих продуктів – компот, варення, джем, смородина подрібнена чи протерта з цукром, конфітур, желе та інші. Асортимент консервованих продуктів із плодів чорної смородини можна розширити, залучивши іншу плодіву сировину.

Мета досліджень. Встановити вміст біологічно активних речовин у продуктах переробки з плодів чорної смородини.

Методика досліджень. Приготування желе чорносморородинового та конфітуру з вичавок проводили згідно з технологічною інструкцією на

вказані продукти. Їхню якість оцінювали за відповідними стандартами на продукти. Желе чорносмородинове з яблуками виготовляли та оцінювали за розробленими нами технологічною інструкцією (ТІ У 15.3–00493787–001:2006) та технічними умовами (ТУ У 15.3–00493787–001:2006).

Суть способу приготування продукту полягає у додаванні наприкінці уварювання желе чорносмородинового нарізаних шматочками яблук, попередньо осмотично зневоднених, відділених від сиропу та підсушених. Сироп, що залишається після витримки к ньому шматочків яблук, використано під час варіння желе після відповідної корекції вмісту цукру згідно з рецептурою.

Під час проведення дослідження у плодах чорної смородини та продуктах з них визначали такі показники: вміст аскорбінової кислоти, антоціанів та флавонолів, фенолкарбонових кислот, кількісний та якісний склад амінокислот. Маса проби для аналізу – 1,5 кг. Повторність триразова.

Вміст аскорбінової кислоти визначали йодометричним методом [20]. Метод оснований на окисненні аскорбінової кислоти розчином йоду та визначення надлишку йоду за допомогою тіосульфату натрію.

Вміст амінокислот визначали методом високоефективної рідинної хроматографії [21–24] – під час розділення амінокислот для збільшення утримання і чутливості використовували метод дериватизації (одержання похідних); для визначення вільних амінокислот застосовували реакцію їх із орто-фталевим диальдегідом (ОРА) у присутності меркаптоетанолу.

Вміст фенолкарбонових кислот, антоціанів, флавонолів визначали методом високоефективної рідинної хроматографії із діодно-матричним детектором (хроматограми зі спектрами поглинання) на приладі Waters (США) у режимі обернено-фазової хроматографії із градієнтною зміною складу рухомої фази з використанням водно-етанольної (2 : 8) витяжки [25–27].

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою спеціальних програмних пакетів (Excel, Statistics). Відмінності вважалися значимими при достовірності $\alpha = 0,95$.

Виклад основного матеріалу. Суть досліджень полягає у раціональному комплексному використанні плодів для виробництва продуктів за безвідходної технології. Нами вироблено із однієї партії сировини: желе чорносмородинове, желе чорносмородинове з яблуками та конфітур із вичавок.

Для підготовки яблук свіжі, неушкоджені, технічної стиглості плоди піддають інспекції, видаляючи непридатні екземпляри, сортуванню на окремі партії за помологічними сортами, ступенем стиглості, забарвленням, розміром (калібрування). Розсортовані партії яблук мили у проточній воді. Яблука очищали від шкірки, видаляли плодоніжку, чашечку і насінневе гніздо, нарізали плоди на шматочки розміром 5×5 мм. Для запобігання потемніння шматочки плодів зберігали не більше 30 хв. в 0,5–1,0% розчині лимонної або виннокам'яної кислоти.

Сироп концентрацією 70% готували розчиненням цукру у киплячій воді, після чого відстоювали протягом не менше 1 год., фільтрували через щільну тканину або капронове сито №20.

Нарізані яблука завантажували в ємкості із некородованого металу, заливали цукровим 70% сиропом за температури 20–25°C і витримували 18 год. (співвідношення плодів і сиропу 1:1). Підготовлені яблука відділяли від сиропу на решетах, витримували до повного стікання сиропу, підсушували за температури 70°C упродовж 15 хв.

Для приготування желе сік чорносмородиновий фільтрували, видаляючи зважені частинки м'якоті, завантажували у двостінний котел або вакуум апарат. Додавали цукор за рецептурою і уварювали до вмісту сухих розчинних речовин у пастеризованому желе – 60%. Процес уварювання не повинен перевищувати 30 хв. У желе завантажували осмотично зневоднені плоди за рецептурою, уварювали до вмісту сухих розчинних речовин у пастеризованому желе не менше 65%. Тривалість уварювання не повинна перевищувати 20 хв. Уварену масу в гарячому стані, не допускаючи остигання, фасували в тару і герметично закупорювали. Желе чорносмородинове з яблуками із вмістом сухих розчинних речовин не менше 65% пастеризували за встановленими режимами для желе чорносмородинового. Охолоджували в автоклаві до 60°C. Після пастеризації витримували у горизонтальному положенні протягом доби для охолодження і желювання. Продукт зберігали за температури 0–20°C та відносної вологості повітря не вище 75%.

Вихід соку чорносмородинового, навіть за удосконалених способів попередньої обробки плодів: теплової – 49–55% та заморожуванням – 27–30%. Решта – надзвичайно цінні вичавки.

Нами розроблено і запропоновано виробництву технологію виготовлення конфітуру чорносмородинового з вичавок, новизна якої підтверджена патентом (№ 16143, 2006 р.).

Суть способу полягає у використанні вичавок із плодів чорної смородини після вилучення соку для виробництва конфітюру.

У варочній апаратурі готували 70% сироп у кількості, передбаченій рецептурою. Для цього цукор-пісок просіювали через сито з отворами діаметром 2,5x2,5 мм з магнітним уловлювачем, розчиняли у питній воді, доводили до кипіння і кип'ятили до повного розчинення цукру, потім сироп фільтрували через фланелеву або рідку капронову тканину чи інші фільтри. Після вилучення соку, чорносмородинові вичавки завантажували у приготовлений у варочній апаратурі 70% сироп і починали варку. Її проводили згідно з таким же режимом, як і варку свіжих плодів.

Варку припиняли, коли вміст сухих розчинних речовин у сиропі досягав 58,0-58,5%. Готовий продукт вивантажували із варочного апарату і подавали на фасування й стерилізацію. Конфітюр

при температурі 80-85 °С фасували в скляну або лаковану металеву тару, одразу герметично закупорювали, стерилізували за встановленим режимом, охолоджували (температура води в автоклаві 60 °С).

Нами встановлено, що у продуктах переробки з плодів чорної смородини (табл. 1) найвищий вміст антоціанів, у середньому за роками досліджень, у конфітюрі чорносмородиновому з вичавок, що пов'язано з їхньою локалізацією у шкірці плодів. У конфітюрі з вичавок вміст дельфінідин-3-рутинозиду в 2-4, а ціанідин-3-рутинозиду – у 2-3 рази вищий, ніж у желе.

Найнижчий вміст антоціанів у желе з яблуками, що, ймовірно, зумовлено наявністю в продукті незабарвлених шматочків яблук, які у процесі приготування продукту увібрали певну їхньою кількістю. Це призвело до загального зниження вмісту антоціанів у 1,3–2 рази, порівняно зі звичайним желе.

Таблиця 1

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти та поліфенольних речовин в консервах із плодів чорної смородини, мг/кг

Показник		Рік	Вид консервів			НІР ₀₅
			желе чорносмородинове	желе чорносмородинове з яблуками	конфітюр чорносмородиновий з вичавок	
Антоціани	дельфінідин-3-рутинозид	2005	81,2	42,2	162,2	6,2
		2006	70,2	34,6	147,8	
		Середнє	75,7	38,4	155,0	
	ціанідин-3-рутинозид	2005	54,6	39,1	105,6	6,4
		2006	46,0	37,3	100,4	
		Середнє	50,3	38,2	103,0	
Флавоноли	рутин	2005	168	121	154	9,4
		2006	146	111	142	
		Середнє	157	116	148	
	кверцетин	2005	28,8	20,3	13,3	1,2
		2006	25,2	17,1	12,3	
		Середнє	27,0	18,7	12,8	
	гіперозид	2005	293	206	246	25,4
		2006	277	182	230	
		Середнє	285	194	238	
Фенол-карбонові кислоти	кавова	2005	21,1	23,5	47,9	13,4
		2006	16,9	18,5	43,1	
		Середнє	19,0	21,0	45,5	
	хлорогенова	2005	–	–	38,4	4,7
		2006	–	–	29,8	
		Середнє	–	–	34,1	
Аскорбінова кислота	2005	319	392	374	24,5	
	2006	289	368	346		
	Середнє	304	380	360		

У желе, порівняно з іншими продуктами, серед флавонолів відмічено високий вміст гіперозиду –

285 мг/кг, що у 1,5 рази більше, ніж у желе з яблуками та 1,2 раз, ніж у конфітюрі із вичавок та

кверцетину – 27,0 мг/кг, вміст якого відповідно у 1,4 та 2,1 рази вищий. При переробці смородини на фоні зниження вмісту антоціанів за механічного, термічного, ферментативного та неферментативного впливу в найбільшій кількості ідентифікується гіперозид, рутин, кверцетин. Вміст останніх збільшується внаслідок окисної полімеризації та неферментативного глікозування аглікону кверцетину.

Консерви з плодів чорної смородини відрізнялися високим вмістом аскорбінової кислоти – 304-380 мг/кг. Проте існує істотна різниця (18-25%) у С-вітамінній цінності між желе чорносморородиновим і новими видами продуктів.

Нюанс забарвлення консервам зі смородини надають фенолкарбонові кислоти. З усіх представлених продуктів лише у конфітюрі з

вичавок встановлено наявність хлорогенової кислоти (у середньому 34 мг/кг), яка відповідальна за утворення темнозабарвлених сполук і, навпаки, високий вміст кавової кислоти – 45,5 мг/кг, яка відіграє важливу роль у стабілізації забарвлення консервів.

Встановлено (табл. 2), що у продуктах із чорної смородини знаходиться три незамінні амінокислоти, які самостійно не синтезуються організмом людини – лейцин, лізин, фенілаланін. Останній міститься лише у желе чорносморородиновому з яблуками – 80 мг/кг.

Найвищий вміст амінокислот встановлено у желе. Проте даний продукт не містить лейцину і фенілаланіну, а вміст тирозину в ньому у 1,2–1,6 рази, аланіну – у 1,6–1,9 рази вищий, ніж в інших продуктах.

Таблиця 2

Вміст амінокислот в консервах із плодів чорної смородини, мг/кг, у середньому за 2005–2006 рр.

Амінокислота	Желе чорно-смородинове	Желе чорно-смородинове з яблуками	Конфітюр чорносморородиновий з вичавок
Гліцин	85,0	57,3	80,7
Лізин	10,0	9,7	44,4
Лейцин	–	128,0	46,9
Тирозин	140,0	89,7	113,0
Аланін	458,0	289,0	242,0
Глютамінова кислота	9,0	33,0	29,5
Аспарагінова кислота	760,0	661,0	618,0
Аспарагін	42,5	–	32,8
Серин	31,5	87,9	–
Фенілаланін	–	80,0	–
Загальна кількість	1536,0	1435,6	1207,3
<i>HIP₀₅</i>		12,9	

Желе з яблуками дещо поступається за загальним вмістом амінокислот, але є кращим за якісним складом. У ньому відсутній аспарагін, однак міститься більше лейцину, який у дефіциті у звичайному желе. Це єдиний продукт, який містить фенілаланін, а вміст у ньому серину в 2,8 та глютамінової кислоти у 4 рази вищий, ніж у желе.

Конфітюр з вичавок не містить серину і фенілаланіну, однак відрізняється у 4-5 разів вищим вмістом лізину.

Загалом, на кількісний і якісний склад амінокислот у консервах вплинула технологія переробки плодів чорної смородини, продукти містять високий вміст гліцину, тирозину, аланіну, аспарагінової кислоти.

Висновки. За комплексної переробки плодів чорної смородини усі види консервів відрізнялися

високим та збалансованим вмістом біологічно активних речовин. Цінність нових видів консервів підтверджується високим вмістом антоціанів: дельфінідин-3-рутинозиду – 38,4-155, ціанідин-3-рутинозиду – 38,2-103 мг/кг та аскорбінової кислоти – 304-380 мг/кг. Серед флавонолів найбільша кількість гіперозиду – 194-285 мг/кг та рутину – 116–157 мг/кг. Лише у конфітюрі з вичавок наявна хлорогенова кислота – 34,1 мг/кг, проте і високий вміст кавової кислоти – 45,5 мг/кг. Наявність останньої стабілізує колір консервів.

У нових консервах з плодів чорної смородини – три незамінні амінокислоти. У желе з яблуками – особливо високий вміст лейцину – 128 мг/кг і фенілаланіну – 80 мг/кг, який відсутній в інших представлених продуктах переробки. Конфітюр із вичавок містить у 4–5 разів вищий вміст лізину.

Список використаних джерел:

1. Beattie J., Crozier A., Duthie G.G. Potential Health Benefits of Berries. *Current nutrition & food science* 2005. №1. P. 98–102.
2. Einbond L.S., Reynerson K.A., Luo X.-D., Basile M.J., Kennelly E.J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food chemistry* 2004. V.84. P. 55–59.
3. Пастушкова Е.В., Заворохина Н.В., Вяткин А.В. Растительное сырье как источник функционально-пищевых ингредиентов. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии»*. 2016. Т. 4. № 4. С. 105–113.
4. Antal D.S., Garban G., Garban Z. The anthocyanins: biologically-active substances of food and pharmaceutical interest. *The annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology*. 2003. P. 106–115.
5. Dasgupta, A., Klein K. Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements. *Prevention and Treatment of Disease*. Elsevier Inc. 2014. P. 1–343.
6. Dorn G.A., Savenkova T.V., Sidorova O.S., Golub O.V. Confectionery goods for healthy diet. *Food and Raw Materials*. 2015. Vol. 3, № 1. P. 70–76.
7. Осокіна Н.М. Зміни вмісту флавоноїдів, аскорбінової кислоти плодів чорної смородини при виробництві та зберіганні консервів. // Наукові доповіді НАУ. 2007. 2 (7). URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2007-2/07onmibc.pdf>.
8. Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н., Дейнека В.И. Антоцианы плодов растений: опыт экстракции и сушки. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2006. №4. С. 28–31.
9. Джуренко Н.І., Паламарчук О.П., Ващенко Л.М. Антимутагенна активність рослинних субстанцій. *Фітотерапія*. 2006. №2. С. 63–67.
10. Эрих Люк, Ягер Мартин. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. Санкт-Петербург: ГИОР, 2000. 255 с.
11. Tiwari S.Ch., Husain N. Biological activities and role of flavonoids in human health – A review. *Indian Journal Science Research*. 2017. Vol. 12, № 2. P. 193–196.
12. Mevken H.M., Bacher G.R. Measurement of food flavonoids by HPLC. A Review. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2000. Vol. 48. №3. P. 577–599.
13. Diaconeasa Z., Leopold L., Rugină D., Ayvaz H., Socaciu C. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin rich extracts from blueberry and blackcurrant juice. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16. P. 2352–2365.
14. Осокіна Н.М. Формування вмісту поліфенольних речовин у плодах чорної смородини протягом досягання. Наукові доповіді НАУ, 2006. 3(4). URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2006-3/06onmpro.pdf>.
15. Шетопад Г.С. Антиоксидантна здатність біологічно активних речовин плодів ягідних культур. *Вісник Львівської комерційної академії*. Серія товарознавча. 2011. Вип. 12. С. 127–131.
16. Осокіна Н.М. Динаміка вмісту фенолкарбонових кислот у консервах із плодів смородини чорної. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Умань, 2007. Ч.1: Агронімія. Вип. 64. С. 21–27.
17. Карась А.Я. Продуктивність чорної смородини (*ribes nigrum* L.) на меліорованому дерново-слабопідзолистому піщаному ґрунті при застосуванні різних доз азотних добрив. *Садівництво*. 2015. Вип. 69. С. 127–137.
18. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи. М.: Авваллан, 2003. 184с.
19. Щербатов В.Г., Лобанов В.Г., Прудников Т.Н., Минаева А.Д. Биохимия. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. 438с.
20. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания АК в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом. *Консервная и овощесушильная промышленность*. 1988. №5. С. 29.
21. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Шапошник Е.И., Староверов В.М. Исследование антоцианов черники в плодах и препаратах на её основе методом ВЭЖХ. Заводская лаборатория. *Диагностика материалов*. 2006. Т.72. №3. С. 16–20.
22. Kazuhiro Imai, Toshimaza Toyo'oka, Hiroshi Miyano. Fluorogenic reagents for primary and secondary amines and thiols in high-performance liquid Chromatography. *Analyst*, 1984. Vol. 109. P. 1365–1373.
23. Molnar-Perl. Quantitation of amino acids and amines in the same chromatography either simultaneous by or Separately. *Journal of Chromatography. A*. 2005. Vol. 987. P. 291–309.
24. Mouly P. P., Goiffon J.P., Gaydou E.M. Determination of Anthocyanins by High-Performance Liquid Chromatography. *Analytica Chimica Acta*. 1999. V. 382. P.39.
25. Andrade P.B., Seabra R.M., Valentao P., Azeias F. Simultaneous determination of flavonoids phenolic acids, and coumarins in Seven medical species by HPLC/diode-array detector. *J. Liquid Chromatogr. Relat. Technol.* 1988. Vol. 21. №18. P. 2813–2820.
26. Andrade P., Forveres F., Amaral M.T. Analysis of hovey phenolic acids by HPLC, its application to honey botanical characterization. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 1977. Vol. 20. №14. P. 2281–2288.
27. Roberts K., Antonovich M. Analytical chemistry of fruit bioflavonoids A. Review. *Analyst*. 1977. Vol. 122. P. 11R-34R.

Н. М. Осокина, Е. П. Герасимчук, Е. В. Костецкая. **Биологически активные вещества в консервах из плодов черной смородины при комплексной переработке**

Статья посвящена изучению биологически активных веществ плодов черной смородины, а именно содержания аскорбиновой кислоты, полифенольных веществ, аминокислот. Исследована их сохранность во время приготовления продуктов комплексной и безотходной переработки плодов черной смородины и процессы их преобразования под влиянием термической обработки.

Ключевые слова: черная смородина, биологически активные вещества, аминокислоты, желе, конфитюр.

N. Osokina, O. Herasymchuk, K. Kostetska. **Biologically active substances in cans of black currant berries under complex processing**

The article is devoted to the study of biologically valuable substances of blackcurrant fruit, namely, the content of ascorbic acid, polyphenolic substances, amino acids. Their conservation during the preparation of products of complex and non-waste processing of black currant fruits and their transformation processes under the influence of heat treatment has been investigated.

Keywords: black currant, biologically active substances, amino acids, jellies, confitures.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License