

УДК 664.8.032:634.23

**Сімахіна Г.О.**

Національний університет харчових технологій

## ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ПРИДАТНОСТІ ПЛОДІВ ТА ЯГІД ДО ЗАМОРОЖУВАННЯ

*У статті наведено результати досліджень біохімічного складу різних видів культивованих та дикорослих плодів і ягід за показниками, що їх автори рекомендують розглядати в якості основних критеріїв вибору сировини для заморожування з метою отримання напівфабрикатів із гарантованим вмістом вітамінів, інших біологічно активних речовин, належними органолептичними характеристиками. Обґрунтовано, що всієї повноти харчової, біологічної та споживчої цінності замороженої продукції можна досягти, обираючи сировину для заморожування за такими критеріями: глюкоацетометричний індекс як співвідношення вмісту загальних цукрів і кислот; якісний та кількісний вміст і співвідношення аскорбінової кислоти й біофлавоноїдів; вміст каротиноїдів; вміст моно- та дисахаридів як складників біокомплексу плодів та ягід, що виявляють істотний кріопротекторний ефект при заморожуванні сировини; підвищення біологічної цінності окремих компонентів сировини при холодовій адаптації.*

**Ключові слова:** *плоди, ягоди, вітаміни, органолептичні властивості, критерії, заморожування, напівфабрикати.*

**Постановка проблеми.** Якість плодово-ягідної сировини, особливо дикорослої, її смакові властивості, харчову та біологічну цінність як динамічну сукупність корисних властивостей запрограмовано самою природою. На ці показники впливають багато чинників: видові та сортові особливості, ступінь зрілості, час і спосіб збору сировини, спосіб зберігання тощо. Особливу увагу привертає дикоросла сировина, світовий фонд якої нараховує 5 320 видів. У сфері новітніх харчових технологій дикорослі плодови набувають поліфункціонального значення – для створення нових харчових продуктів, оздоровчих напоїв, дієтичних добавок різноспрямованої дії, природних біокоректорів тощо. Від якості свіжих плодів та ягід залежить якість замороженої продукції [1, с. 52]. Однак не всі їх види й помологічні сорти однаково придатні для заморожування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Отримані різними авторами дані свідчать про те, що у плодах та ягодах синтезується значна кількість життєво важливих вітамінів, щоправда, у різних кількостях. Щодо вітамінів, які у вищих рослинах не синтезуються (наприклад, вітамін А), то в них утворюються провітаміни, у даному разі –  $\beta$ -каротин. Вміст  $\beta$ -каротину може досягати досить високих значень (до 7 мг% в абрикосах),

та в найбільших концентраціях плоди містять аскорбінову кислоту [2, с. 86–124].

У ягодах чорної смородини, за нашими даними, її вміст складає 320 мг%. Розбіжність у кількостях вітаміну С для ягід чорної смородини різних сортів перебуває в інтервалі 49,8–389 мг%. Тому під час вибору плодовоовочевої сировини в якості високовітамінних джерел необхідно проводити ретельний аналіз у межах певних класів і родин і обирати саме тих представників, що містять найбільшу кількість вітамінів [3, с. 16]. Наприклад, ягоди глоду, аронії чорноплідної, горобини багаті на  $\beta$ -каротин (2,8; 3,4; 4,6 мг% відповідно) та на вітамін РР. Останній бере участь у реакціях клітинного обміну, у білковому обміні і підвищує рівень використання в організмі рослинних білків, нормалізує секреторну функцію шлунка тощо [4, с. 215].

З погляду технології перероблення рослинної сировини на готові продукти, вітамін РР привертає увагу своєю стійкістю до зовнішніх впливів під час зберігання та кулінарного оброблення продуктів (температура, світло, кисень, повітря, луги).

Вітамінів  $B_1$  і  $B_2$  у плодово-ягідній сировині небагато. Хоча і добова потреба організму в них теж невелика – 1,3 мг вітаміну  $B_1$  і 1,6 мг вітаміну

В2. Загалом всі види харчової сировини відзначаються невеликими кількостями цих вітамінів, у т. ч. і тваринна. Та, зважаючи на досить високі рівні споживання плодів та ягід, можна прогнозувати, що людина отримує необхідну добову потребу тіаміну та рибофлавіну. При підвищених температурах ці вітаміни втрачають свою активність [5, с. 241].

**Постановка завдання.** Спектр плодово-ягідних рослин, культивованих і дикорослих, надзвичайно широкий, та досі в літературі відсутні науково обґрунтовані критерії їх вибору для консервування заморожуванням із отриманням напівфабрикатів високої біологічної цінності та належних органолептичних показників, що й визначило мету даної роботи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для оцінки плодово-ягідних культур, найбільш придатних до заморожування, досліджено культивовані сорти (вишня, малина, смородина чорна, смородина червона), дикорослі види (аронія чорноплідна, чорниця, ожина, калина, журавлина, терен, агрус, суниця). Із використанням стандартних методик у кожній із них визначено вміст основних біокомпонентів.

Серед обраних предметів досліджень представлено *насіллячкові плоди* (аронія чорноплідна), *кісточкові плоди* (калина, терен, вишня), *ягоди справжні* (чорниця, журавлина, смородина, агрус), *ягоди складні* (малина, ожина, суниця). Усі зазначені культури широко розповсюджені на території України, здавна використовуються у раціонах харчування населення, а також у народній та офіційній медицині для попередження і лікування неспецифічних захворювань.

На наш погляд, вибір рослинних матеріалів має ґрунтуватися на кількісних та якісних співвідношеннях комплексу біологічно активних речовин (далі – БАР), синтезованих у них природою, органолептичних властивостях готових продуктів відповідно до їхнього призначення. Дослідження обраних рослин вели за показниками, встановленими на основі літературних даних та власних результатів попередніх експериментів.

Так, відомо, що смак і запах продукту, які передусім оцінює споживач, визначається співвідношенням у плодах і ягодах цукрів та органічних кислот. Це характеризується глюкоацидометричним (глюкозоокислотним) індексом. Тобто, в усіх досліджуваних матеріалах необхідно визначити вміст загальних цукрів і кислот, урахувавши той факт, що оптимальним є їхнє співвідношення як 6–7 до 1.

Другу важливу характеристику плодово-ягідній сировині надає вміст і співвідношення аскорбінової кислоти та біофлавоноїдів. Аскорбінова кислота в організмі людини бере участь у регулюванні окислювально-відновних процесів, впливає на холестериновий обмін, підвищує опір організму застудним та інфекційним хворобам. Є дані, що вітамінний препарат із плодів шипшини використовують у комплексному лікуванні радіаційних уражень.

Враховуючи важливе фізіологічне значення аскорбінової кислоти для тваринних і рослинних організмів, учені приділяють їй вивченню значну увагу. Є чимало відомостей про вміст аскорбінової кислоти у плодах багатьох видів культурних і дикорослих рослин, однак ці дані розрізнені, і тому доцільно щоразу визначати вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних рослинних матеріалах, як це наведено у даній статті.

Більш того, учені, які вивчають вітамінний склад різних рослинних культур, у т. ч. дикорослих, єдині у своєму висновку – найбільший ефект аскорбінової кислоти виявляється за умови її спільної дії з біофлавоноїдами. І сьогодні механізм фізіологічного та терапевтичного впливу поліфенольних сполук пов'язують саме із їхньою взаємодією з аскорбіновою кислотою.

Третім необхідним показником якості плодово-ягідних культур є вміст каротиноїдів, оскільки, згідно з ДЕСТ 29187, він регламентується у швидкозаморожених напівфабрикатах.

Враховуючи наведені міркування, визначили зазначені показники, зведені у таблицю 1.

Аналіз і зіставлення даних таблиці дає можливість охарактеризувати кожен культуру з погляду відповідності вищезазначеним чинникам.

Так, оптимальному значенню **глюкоацидометричного індексу** з 4 досліджених культивованих сортів ягід не відповідає лише червона порічка (2,87), а для інших сортів він становить від 6,6 до 8,03. Із дикорослих видів низькі значення цього індексу мають журавлина, терен, агрус, які й було виключено з подальших досліджень.

Досліджувані культивовані сорти та дикорослі види мають досить високий вміст і **аскорбінової кислоти, і біофлавоноїдів**. Причому, за деякими винятками, спостерігається кореляція між вмістом цих двох біокомпонентів для кожного виду рослин.

На думку науковців М. Головкиної та М. Новельнова (1988), динамічна рівновага цієї системи може знаходитися у стійкому стані лише за певних концентраційних співвідношень флавонових

сполук і аскорбінової кислоти. Зміна концентрації одного із компонентів рівноважної системи викликає зсув рівноваги в той чи той бік і призводить до ослаблення стабілізуючого чинника обох вітамінів стосовно один одного.

Детально вивчаючи вплив флавоноїдів на окислення аскорбінової кислоти, І. Давідек (1961) показав, що вони запобігають окисленню аскорбінової кислоти іонами металів. Механізм дії флавоноїдів полягає у блокуванні каталітичного впливу металів шляхом зв'язування їх у стабільні, nereакційноздатні комплекси. Флавоноїди сприяють економним витратам аскорбінової кислоти в живому організмі; загально визнаною є їхня здатність зміцнювати стінки кровоносних судин і регулювати їхню проникність. Останніми дослідженнями доведено, що ефект впливу флавоноїдів на капіляри досягає максимальної інтенсивності за умови одночасного введення аскорбінової кислоти.

Третій чинник, за яким оцінювали якість плодово-ягідної сировини, – **вміст каротиноїдів**. Загалом плоди і ягоди не можна віднести до багатих джерел каротиноїдів, окрім окремих видів шипшини, глоду, аронії чорноплідної, горобини, обліпихи. У монографії В.П. Петрової [2, с. 200–209] зазначено, що максимальну кількість каротинів містять цілком зрілі плоди, причому накопичення цієї групи БАВ відбувається нерівномірно – сформовані плоди мають певну їх

концентрацію, потім вона дещо знижується і різко зростає на час повного дозрівання. За отриманими нами даними, найбільше каротиноїдів містять аронія чорноплідна (4,9 мг%), смородина чорна (3,8 мг%), вишня (2,4 мг%), калина й ожина.

Таким чином, за встановленими нами і визначеними показниками, предметами подальших досліджень є кісточкові (плоди вишні та калини); насіннячкові (плоди аронії чорноплідної); ягоди справжні (чорниця, смородина чорна); ягоди складні (малина, ожина, суниця). Цей перелік охоплює практично всі групи плодово-ягідних культур, тому розроблені в подальшому технології їх заморожування можна поширити й на інших представників відповідних груп.

Важливість біокомпонентів, яким ми надали пріоритетного значення як у складі свіжої сировини, так і в отриманих із неї заморожених напівфабрикатів, підтверджується з'ясуванням їхньої ролі у функціонуванні організму людини. Так, основні засвоєвані вуглеводи досліджених нами культур – глюкоза, фруктоза, сахароза. У загальній сумі цукри переважають моносахариди: наприклад, у чорниці при загальному цукрі 8,0% частка сахарози складає до 0,6%, а в ожині загальний цукор представлено лише глюкозою та фруктозою (8,6%). Це є важливою характеристикою плодово-ягідних культур: такий вуглеводний склад дозволяє рекомендувати їх як у свіжому, так і в замороженому вигляді хворим, ослабленим людям,

Таблиця 1

**Експериментальні дані визначення вмісту основних біокомпонентів у плодово-ягідних культурах (на 100 г продукту)**

$p \geq 0,95; n = 3$

Дослідні зразки	Загальний цукор, %	Органічні кислоти, %	Глюкоацидо-метричний індекс	Вітамін С, мг%	Біофлавоноїди, мг %	Каротиноїди, мг%
Культивовані сорти						
вишня	9,1	0,98	6,6	62,2	1340,0	2,4
малина	8,2	1,1	7,45	51,4	1285,0	1,18
смородина чорна	8,6	1,07	8,03	234,6	1858,0	3,8
порічка червона	6,6	2,3	2,87	49,4	1305,0	1,15
Дикорослі види						
аронія чорноплідна	7,8	0,96	7,96	129,4	2466,0	4,9
чорниця	8,0	0,76	10,5	54,6	2143,0	1,4
ожина	8,6	1,22	7,05	68,8	2447,0	1,57
калина	6,2	1,12	5,5	39,4	1345,0	1,7
журавлина	4,2	3,14	1,34	36,6	1076,0	0,56
терен	8,3	3,2	2,59	31,2	373,0	1,1
агрус	7,2	3,4	2,12	55,8	876,0	1,18
суниця	7,6	1,3	5,85	104,6	1978,0	1,35

особам похилого віку, дітям, оскільки організмові не потрібно витрачати енергію на розщеплення сахарози до простих цукрів, які безпосередньо надходять у кров. Досліджені плоди і ягоди містять певні кількості органічних кислот – від 0,76% до 3,4%, що знову ж таки залишається властивим для кожного культурного сорту та дикорослих видів.

Особливою увагою науковців користується бурштинова кислота рослин. І це не дивно. Діапазон її впливів надзвичайно широкий – вона стимулює діяльність нирок та кишечника, має протистресову, протизапальну, антиоксидантну дію. Бурштинова кислота використовується для лікування анемії різного походження, радикулітів, серцево-судинних захворювань.

Аналіз даних таблиці свідчить про багатий вітамінний склад плодово-ягідних матеріалів. Оскільки БАР рослин вивчено недостатньо, то всі отримані експериментальні результати роблять певний внесок у суму знань про невикористані їхні потенційні можливості. Наприклад, цінність аронії науково доведена і не викликає жодних сумнівів – ще у 60-х роках минулого століття медики вивчали дію соку чорноплідної горобини на хворих гіпертонією і встановили поліпшення регулювання тону судин, зниження артеріального тиску, покращення нервових процесів.

Дані вмісту аскорбінової кислоти у досліджених ягодах досить високі, особливо у чорної смородини, аронії чорноплідної, суниць, вишні. Звісно, ці результати значно скромніші, ніж для ягід шипшини (де виявлено від 1 531 до 3 094 мг% аскорбінової кислоти), однак вони переважають обліпиху (12–45 мг%), терен (28,6–36,8 мг%), барбарис (20,2–28,4 мг%).

Сучасні дослідження підтверджують справедливості і обґрунтованості теорії, розвитком якої є розуміння того, що механізм фізіологічного впливу і багатогранність терапевтичної дії поліфенольних сполук полягає у їхній взаємодії з аскорбіновою кислотою і безпосередньо пов'язаний із її властивостями. Зрозуміло, що найбільш цінними для харчових виробництв і отримання заморожених напівфабрикатів є ті види і сорти плодово-ягідних культур, котрі поєднують високі концентрації поліфенолів та аскорбінової кислоти – сполук, які діють синергічно і в складі харчових продуктів, і на рівні шлунково-кишкового тракту.

З погляду біології та медицини, повна характеристика рослинної сировини за вмістом капіляррозміцнюючих сполук може бути дана лише за умови одночасної наявності в ній таких осно-

вних представників Р-активних сполук, як безбарвні катехіни і лейкоантоціани, жовті флавоноли та червоно-фіолетові антоціани. Саме в аронії чорноплідній, у чорній смородині, вишні, чорниці Р-активний комплекс охоплює всі названі необхідні сполуки. Для порівняння – у шипшині, наприклад, містяться в переважно лише дві групи: катехіни та флавоноли.

Аналіз даних таблиці показує, що для більшості досліджених ягід високий рівень поліфенольних сполук збігається з С-вітамінною активністю: смородини чорної (1 858 мг% та 234,6 мг%); аронії чорноплідної (2 466 мг% та 129,4 мг%) тощо.

Нині, коли велике значення у збереженні здоров'я населення надається профілактиці захворювань, передусім серцево-судинних, надзвичайно важливим є пошук нових джерел, у т. ч. нетрадиційних, та їх залучення до сфери харчових технологій. Головним чином це стосується рослинних матеріалів, які поєднують у своєму складі значні кількості аскорбінової кислоти та високий вміст поліфенольних сполук.

За всіма перерахованими критеріями ягоди аронії чорноплідної, смородини чорної, суниць, ожини та плоди вишні посідають пріоритетне місце серед високовітамінних сортів і повинні найбільш широко використовуватися у харчовій та фармацевтичній промисловості.

Порівняння даних таблиці показує, що синтез каротиноїдів (попередників вітаміну А) у рослинах проходить менш інтенсивно, ніж аскорбінової кислоти та поліфенолів. Каротиноїди представлені  $\beta$ -каротином та його ізомерами. Ягоди та плоди містять також цілий ряд жовто-оранжево-червоних пігментів, до яких входять лікопін, ксантофіл, криптоксантин та інші, що теж мають А-вітамінну активність. Співвідношення між  $\beta$ -каротином та загальним вмістом каротиноїдів у рослинній сировині відзначається великою різноманітністю, хоча простежується одна закономірність – у загальній масі каротиноїдів на  $\beta$ -каротин припадає найбільша частка. За деякими літературними даними, вона складає від 50 до 75% від суми каротиноїдів (їх на сьогодні виявлено понад 300).

На основі виконаних нами досліджень [6, с. 37] виявлено, що у рекомендованих до заморожування плодово-ягідних культурах зберігається до 90% аскорбінової кислоти (за оптимальних умов проведення процесу), тим часом як за ДЕСТ 29187 гарантований рівень вітаміну С, наприклад, у заморожених ягодах чорної смородини, має становити 75мг% при вихідній концентрації вітаміну у свіжій сировині 200 мг%, тобто

ступінь збереження аскорбінової кислоти становить 37,5%.

Загалом для характеристики харчової й особливо біологічної цінності заморожених плодів і ягід показників, регламентованих ДЕСТ 29187 (вміст вуглеводів, вітаміну С, ніацину, каротиноїдів), явно недостатньо. На сьогодні більшість основних представників комплексу БАР плодово-ягідних культур та їх перетворення при заморожуванні досить добре вивчено, чому присвячено значну кількість і наших робіт. Це дає підстави сформулювати науково обґрунтовані критерії вибору плодово-ягідних культур, найбільш придатних до заморожування з гарантованою якістю отриманих напівфабрикатів, їхніми належними органолептичними показниками та підвищеною біологічною цінністю.

**Висновки.** Високоякісні заморожені продукти можна отримати лише з високоякісної сировини, а зберегти у готовій продукції увесь вітамінний комплекс дає можливість сучасна технологія, що ґрунтується на інноваційних підходах у техніці та технології заморожування, а також на принципах здорового харчування. Якість фруктів і ягід залежить від виду, сорту, умов вирощування та збирання врожаю, транспортування і зберігання сировини. На

основі виконаних досліджень встановлено, що головним критерієм вибору плодово-ягідної сировини для заморожування є комплекс БАР, який характеризує повноту харчової та біологічної цінності і сировини, і готової продукції. У цьому комплексі першочергова увага надається глюкоацидометричному індексові як співвідношенню вмісту загальних цукрів і кислот; якісному та кількісному вмістові і співвідношенню аскорбінової кислоти й біофлавоноїдів; вмістові каротиноїдів, який регламентується згідно з ДЕСТ 29187 у швидкозаморожених плодах та ягодах. Інші критерії вибору характеризують важливу кріопротекторну роль моно- та дисахаридів (як складників біокомплексу плодів та ягід) у стабілізації і функціональній інтеграції внутрішньоклітинних макромолекул і мембранних структур при заморожуванні плодово-ягідної сировини; підвищення біологічної цінності окремих компонентів сировини при холодовій адаптації.

Подальші дослідження спрямовані на розроблення нових та вдосконалення існуючих способів заморожування плодово-ягідної сировини з отриманням напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності з максимальним збереженням вітамінного комплексу вихідних матеріалів при заморожуванні та зберіганні.

#### Список літератури:

1. Jancher M.T. Influencia del proceso de congelacion sobre la texture del esparrago blanco. Efecto del escalado y la velocidad de congelacion. Alimentaria. 1993. 30. № 247. P. 51–57.
2. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев: Вища школа, 1986. 287 с.
3. Mindell E. Vitamin Bible. New York: Richard Curtis Association Inc., 2000. 432 p.
4. Ильина С.И. Двенадцать месяцев здоровья. Киев: Логос, 2000. 320 с.
5. Нечаев А.П. Пищевая химия. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. 592 с.
6. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів. Київ: Видавництво «Сталь», 2011. 363 с.

#### ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИГОДНОСТИ ПЛОДОВ И ЯГОД К ЗАМОРАЖИВАНИЮ

*В статье приведены результаты исследований биохимического состава разных видов культивируемых и дикорастущих плодов и ягод по показателям, рекомендуемых авторами к рассмотрению в качестве основных критериев выбора сырья для замораживания с целью получения полуфабрикатов с гарантированным содержанием витаминов, других биологически активных веществ, надлежащими органолептическими характеристиками. Обосновано, что всей полноты пищевой, биологической и потребительской ценности замороженной продукции можно достичь, выбирая сырье для замораживания по следующим критериям: глюкоацидометрический индекс как соотношение содержания общих сахаров и кислот; качественное и количественное содержание и соотношение аскорбиновой кислоты и биофлавоноидов; содержание каротиноидов; содержание моно- и дисахаридов как составляющих биокомплекса плодов и ягод, проявляющих существенный кріопротекторный эффект при замораживании сырья; повышение биологической ценности отдельных компонентов сырья при холодовой адаптации.*

**Ключевые слова:** плоды, ягоды, витамины, органолептические свойства, критерии, замораживание, полуфабрикаты.

#### THE MAIN INDICES OF FRUIT AND BERRIES' SUITABILITY TO FREEZING

*The author of the article presented the results of researching the biochemical composition of various wild and cultivated fruit and berries, according to the certain indices recommended by other scientists to examine as the main criteria to select the raw materials for freezing. The purpose of this research is to obtain the half products with guaranteed content of vitamins, other biologically active substances, and the relevant organoleptic characteristics. There was proved that the wholeness of nutritional, biological, and consumptive value of frozen products can be achieved due to selection of raw materials for freezing by the following criteria: glycoacidometric index as the correlation of general sugars and acids; qualitative and quantitative content and correlation of ascorbic acid and bioflavonoids; the content of carotenoids; the content of mono and disaccharides as the part of fruit and berry biocomplex revealing the essential cryoprotective effect in freezing; the increase of biological value of the certain components of raw materials in cooling adaptation.*

**Key words:** *fruit, berries, vitamins, organoleptic properties, criteria, freezing, half products.*