

Г.О. Сімахіна, д-р техн. наук

О.М. Корихалова, наук.співр.

G.Simakhina

O.Korychalova

**НОВІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ВІТАМІННОЇ АКТИВНОСТІ
ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ**

**THE NEW APPROACHES TO ESTIMATE THE VITAMIN ACTIVITY
OF FRUIT AND VEGETABLE RAW MATERIALS**

З'ясовано основні характеристики плодів та овочів і вимоги, що ставляться до них як сировини для отримання свіжозамороженої продукції. Обґрунтовано визначення як одного із основних показників біологічної цінності рослинних матеріалів вмісту в них антиаліментарних компонентів, передусім антивітамінних ферментів. Наведено експериментальні дані вмісту основних біокомпонентів у плодовоовочевій сировині, а також концентрації аскорбатоксидази.

Ключові слова: *фрукти, ягоди, овочі, антиаліментарні сполуки, ферменти, вітаміни, заморожування, біологічна цінність.*

There were elucidated the main characteristics of fruit and vegetables, and also some requirements which are given to them as to the raw materials for obtaining the frozen products. There was proved the definition of anti-alimentary components (first of all, anti-vitamin ferments) as one of the essential index of plant raw biological value. We also presented some experimental data showing the content of essential biocomponents (particularly, the concentration of ascorbatoxydase) in fruit and vegetable raw material.

Keywords: *fruit, berries, vegetables, anti-alimentary compounds, ferments, vitamins, freezing, biological value.*

Людство завжди відчувало й відчуватиме дефіцит повноцінних харчових продуктів. Нині особливо бракує продуктів із високим вмістом вітамінів, антиоксидантів, есенціальних мікроелементів, клітковини тощо. Однак просте збільшення кількості їжі не може вирішити цю проблему, оскільки необхідно враховувати адекватність припливу енергії її витратам. Тому сучасне харчування повинне відповідати основним положенням науки про харчування, новітнім принципам оздоровчого харчування. Це й визначає стратегію розвитку вітчизняної харчової промисловості, одним з найважливіших напрямів якої є виробництво свіжозамороженої продукції.

Високоякісні заморожені продукти можна одержати лише з високоякісної сировини. Зберегти в готовій продукції весь вітамінний комплекс дозволяє сучасна технологія заморожування, заснована на інноваційних підходах до техніки й технології використання низьких температур.

Якість фруктів, ягід, овочів безпосередньо залежить від виду, сорту, умов вирощування та збирання врожаю, транспортування й зберігання сировини. Більшість перспективних видів плодоовочевої сировини було визначено вченими СРСР ще в 50-х роках минулого століття й перевірено при виробничому заморожуванні продукції на підприємствах Головхолодпрому й Головконсерву.

На жаль, наступні десятиліття не привнесли практично нічого нового у вивчення даної проблеми. І тому сьогодні дослідникам багато питань доводиться вирішувати заново.

Це стосується насамперед вибору сировини, найбільш придатної до заморожування, зберігання й дефростації. Доводиться по-новому вивчати біохімічний склад різних культур, оскільки дані, наведені в

літературі 50-70-х років минулого століття, значно відрізняються від нинішніх. Десятки років використання різних штучних добрив, отрутохімікатів, техногенні катастрофи призвели до збідніння ґрунту на основні мінеральні елементи й насичення його токсичними металами.

Добираючи плодоовочеві культури, придатні для заморожування й тривалого зберігання, традиційно виходять передусім з аналізу біохімічного складу сировини як джерела основних нутрієнтів, з огляду на енергетичні резерви, наявність білків, вуглеводів, вітамінів, мінеральних елементів тощо.

Разом з тим, російський академік О.Покровський ще в 70-ті роки ХХ століття, опираючись на роботи академіків О.Несмеянова й М.Шемякіна, звернув увагу на ширший діапазон компонентів харчової сировини й продуктів із неї. На цій основі він запропонував розглядати їх як композицію досить складних і різноманітних за своїми фармакологічними ефектами сполук. І якщо макро- і мікронутрієнти ми відносимо до харчових речовин, то ряд компонентів, що не є необхідними для життєдіяльності організму людини, не застосовуються ні для одержання енергії, ні для побудови клітинних структур, ні для процесів біосинтезу, було названо неаліментарними (нехарчовими, антихарчовими) сполуками.

Відтоді минуло майже 40 років, а клас неаліментарних сполук і сьогодні вивчено недостатньо, хоча теоретичні дані свідчать про те, що він досить великий, і його обов'язково потрібно враховувати, розробляючи інноваційні технології харчових продуктів, особливо профілактичного й оздоровчого призначення.

Сучасна біологічна й медична література, на підставі робіт О.Покровського, Б.Петровського, Д.Тімакова, підкреслює, що саме серед неаліментарних сполук найбільшою мірою присутні носії токсичних властивостей – попередники мутагенних, тератогенних і канцерогенних речовин, які, у свою чергу, призведуть до формування й

розвитку широкого спектру захворювань, насамперед алергійних і онкологічних [1, 2].

Тому, обираючи об'єкти плодоовочевої сировини для заморожування, ми вирішили оцінити їх і на наявність окремих неаліментарних сполук. Оскільки ми розглядаємо рослинну сировину як природне джерело вітамінів, нас цікавлять антиаліментарні сполуки, здатні пригнічувати або зовсім нейтралізувати активність певних вітамінів.

Таким сполукам присвячена значна кількість наукових праць, опублікованих в 50-80-і рр. минулого століття. Їхні автори (В.Туманов, 1959; М.Островський, 1973; І.Єфремова, 1976; О.Покровський, 1976; W.Wooly, 1959; R.Somogyi, 1973) довели різні визначення терміна “антивітаміни”. Вони включали в цю групу різні природні сполуки та їхні структурні синтетичні аналоги, виявляли дійсні антивітаміни в харчових продуктах (наприклад, фітин). Однак цей широкий спектр робіт не можна вважати завершеним і донині.

Сучасному розумінню терміна “антивітаміни” найбільше відповідає визначення, запропоноване Р.Сомодьї: “Антивітаміни – це сполуки, здатні зменшувати або повністю ліквідувати специфічний ефект вітамінів, незалежно від механізму їхньої дії”. Тобто, антивітаміни в складі харчових продуктів негативно впливають на есенціальні мікронутрієнти, модифікуючи їх і зменшуючи біологічну активність шляхом інактивації або зв'язування в малорозчинні комплекси.

Серед антивітамінів нас цікавить передусім специфічний фермент аскорбатоксидаза [1]. Під її впливом при підвищених температурах у процесах технологічного перероблення сировини на готові продукти втрачається частково або повністю весь запас аскорбінової кислоти. Це й є основною причиною дефіциту цього вітаміну в раціонах харчування населення України, оскільки на

вітчизняних харчових підприємствах переважають високотемпературні способи оброблення сільськогосподарської сировини.

Деякі автори підкреслюють важливість таких антивітамінів, як піридин-3-сульфо кислота (антагоніст вітаміну PP), дикумарин (антагоніст вітаміну K), аміноптерин (антагоніст фолієвої кислоти), тіаміназа (антагоніст тіаміну) тощо. Проте для наших досліджень найбільше значення має аскорбатоксидаза, оскільки інші антивітаміни, згідно з літературними даними, виявляють свій негативний вплив уже на рівні шлунково-кишкового тракту, особливо в складі певних видів мікроорганізмів. Тому технологічно впливати на них не можна.

Користуючись відомими методиками, ми визначили вміст основних вітамінів у певних видах плодоовочевої сировини, обраної для досліджень, і вміст аскорбатоксидази.

У таблиці 1 наведено результати визначення вмісту водорозчинних вітамінів і β -каротину.

Ці дані свідчать про те, що в рослинах синтезується значна кількість життєво важливих вітамінів, хоча й у різних кількостях [3]. Щодо вітамінів, які у вищих рослинах не синтезуються (наприклад, вітаміни A та D), то в них утворюються провітаміни, у нашому разі – β -каротин. Як видно з наведених даних, вміст β -каротину може досягати досить високих значень – 13,6 мг% для шпинату, 9,4 мг% – для моркви.

У найбільших концентраціях досліджувані об'єкти містять аскорбінову кислоту. У ягодах чорної смородини, наприклад, її вміст становить 320 мг%. За літературним даними, розбіжність у кількостях вітаміну C для ягід чорної смородини різних сортів перебуває в інтервалі 49,8...389 мг%.

Тому при добірї плодоовочевої сировини в якості високовітамінних джерел необхідно проводити ретельний аналіз у

межах конкретних класів і родин рослин, обираючи лише тих представників, які містять найбільшу кількість вітамінів.

З таблиці видно, що до таких рослин належать апельсини, вишня, лимони, помідори, капуста, шпинат і почасти картопля. Хоча вміст аскорбінової кислоти в картоплі невеликий, проте пересічний українець споживає протягом року близько 100 кг картоплі, і завдяки цьому даний харчовий продукт є непоганим джерелом вітаміну С.

Плодоовочева сировина є й важливим джерелом інших вітамінів. Ягоди чорної смородини, моркви й шпинату багаті на β -каротин (2,8; 9,4; 13,6 мг% відповідно), вітаміном РР. Останній бере участь у реакціях клітинного обміну, у білковому обміні й підвищує ступінь засвоєння в організмі рослинних білків, нормалізує секреторну функцію шлунка тощо.

Таблиця 1

Вміст основних вітамінів у плодовоовочевій сировині (мг%)

Найменування сировини	Вітаміни, мг%								
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₆	PP	фолієва кислота	C	β-каротин	P (біо-флаво-ноїди)
Фрукти, ягоди									
Апельсини	0,082	0,038	0,37	0,09	0,168	0,095	53,0	0,074	430,0
Вишня	0,064	0,058	0,49	0,07	0,44	0,064	25,0	0,48	395,0
Виноград	0,068	0,046	0,35	0,07	0,79	0,084	3,9	0,26	475,0
Груша	0,042	0,069	сліди	0,04	0,25	0,072	120,0	0,06	55,0
Лимон	0,036	сліди	сліди	0,08	0,23	0,048	62,0	сліди	680,0
Чорна смородина	0,030	сліди	0,52	сліди	0,38	0,036	320,0	2,8	1520,0
Персики	0,040	0,070	0,24	0,03	0,74	0,024	11,0	0,62	380,0
Овочі									

Помідори	0,26	0,063	0,04	0,07	0,56	0,070	38,0	0,24	198,0
Морква	0,12	0,074	0,31	0,15	0,88	0,092	6,6	9,4	275,0
Картопля	0,10	0,062	0,33	0,24	0,58	0,078	18,0	сліди	24,0
Капуста	0,17	0,048	0,20	0,16	0,32	0,070	48,0	сліди	76,0
Шпинат	0,17	0,185	0,18	0,08	0,48	0,025	55,0	13,6	635,0

З погляду технології перероблення рослинної сировини на готові продукти, вітамін РР викликає інтерес завдяки своїй стійкості до зовнішніх впливів при зберіганні й кулінарному обробленні продуктів (температура, світло, кисень, повітря, луги).

Вітамінів B_1 і B_2 у досліджених видах сировини небагато. Хоча й добова потреба організму в них теж невелика – 1,3 мг вітаміну B_1 і 1,6 мг вітаміну B_2 відповідно. Взагалі всі види харчової сировини вирізняються незначними кількостями цих вітамінів, у тому числі й тваринного походження. Але з огляду на досить високі рівні споживання плодоовочевої сировини можна прогнозувати, що людина одержує необхідну добову дозу тіаміну й рибофлавіну. При підвищених температурах ці вітаміни втрачають свою активність.

На порядок вище в досліджених об'єктах виявився вміст вітаміну B_3 (пантотенової кислоти). Саме цей вітамін впливає на нервову систему, функції наднирників і щитовидної залози. Під впливом високих температур вітамін B_3 розкладається.

Значна кількість у складі плодоовочевої сировини припадає також на фолієву кислоту – від 0,024 мг% у персиках до 0,095 мг% в апельсинах (добова потреба у фолієвій кислоті становить 200...400мкг). Фолієва кислота бере участь в обміні й синтезі амінокислот, синтезі нуклеїнових кислот, стимулює кровотворну функцію кісткового мозку, поліпшує засвоєння вітаміну B_{12} . При одержанні продуктів з рослинної сировини необхідно мати на увазі, що фолієва кислота дуже нестійка до дії високих температур.

Виконані нами дослідження підтвердили результати інших авторів щодо відсутності в плодоовочевій сировині ціанокобаламіну (вітамін B_{12}). Проте цього вітаміну достатньо у молоці, молочних продуктах, яйцях.

Таким чином, порівняльна характеристика результатів вмісту вітамінів в окремих видах плодоовочевої сировини свідчить про те, що

всі об'єкти дослідження визначаються широким спектром водорозчинних вітамінів і β -каротину. За вмістом вітамінів групи В отримано цифри порівняно з кількостями, виявленими в молочних і деяких м'ясних продуктах, у зернових та зернобобових культурах.

Це є важливою характеристикою обраних нами об'єктів дослідження. Сучасні дані в галузі вітамінології виявили надзвичайні властивості вітамінів групи В. Наприклад, вітамін В₂ утворює кофермент, який, з'єднуючись майже з десятьма білками, є основою відповідної кількості ферментів з різноманітними фізіологічними функціями.

Сьогодні також доведено, що жодна жива клітина мікроорганізмів, вищих рослин або тварин не може існувати за відсутності біохімічної системи, до складу якої входить вітамін В₂. Це й зрозуміло, оскільки там, де є життя, повинно бути дихання, повинні бути ферментативні системи, у яких цей вітамін виконує окислювально-відновні функції.

Вітамін В₁ входить до складу активної групи ферменту карбоксилази. Під дією цього ферменту здійснюються біологічні функції піровиноградної кислоти, яка є чинником утворення амінокислот, альдегідів, органічних кислот (у тому числі жирних), необхідних для нормальної життєдіяльності організму людини.

З усіх відомих вітамінів найбільшими кількісними показниками відрізняється група біофлавоноїдів – вітамін Р. До речі, щодо питання, чи можна визнати біофлавоноїди вітамінами, у науковій літературі дотепер існують різні думки. Деякі автори висловлюють сумнів щодо вітамінної природи біофлавоноїдів, аргументуючи це тим, що вони містяться лише в рослинних тканинах. На думку цих авторів, флавоноїди справляють лише фармакологічний вплив [4]. Інші автори вважають доведеною вітамінну природу флавоноїдів, оскільки (у тому числі й згідно з даними таблиці 1) вони є постійними й досить важливими компонентами фруктів, ягід, овочів та інших рослинних

матеріалів [5]. Тому їх можна визнати необхідною ланкою в процесах метаболізму.

Доведено, що ефект впливу флавоноїдів на капіляри сягає найбільшої інтенсивності при одночасному введенні аскорбінової кислоти. Детально вивчаючи вплив флавоноїдів на окислення вітаміну С, І.Давідек показав, що вони захищають його від окислення, каталізованого іонами металів змінної валентності. Механізм дії флавоноїдів при цьому полягає, вочевидь, у блокуванні каталітичного впливу іонів металів шляхом зв'язування їх у стабільні комплекси.

Цікавою виявилася здатність флавоноїдів зумовлювати ощадливу витрату аскорбінової кислоти в живому організмі [6]. Відновлюючи дегідроаскорбінову кислоту й сприяючи оборотності її перетворення на аскорбінову, біофлавоноїди, таким чином, зберігають її для живого організму. Існує навіть припущення, що ці два види есенціальних нутрієнтів у живих організмах перебувають у вигляді комплексу [7].

Згідно з даними таблиці 1, високий рівень біофлавоноїдів в основному збігається з високою С-вітамінною активністю. Так, об'єкти дослідження з максимальним вмістом аскорбінової кислоти – чорна смородина, лимон, шпинат – мають і найбільшу кількість біофлавоноїдів (відповідно, 1520, 680 і 635 мг%). Хоча такий збіг, мабуть, не є закономірністю. Наприклад, апельсини містять 53 мг% вітаміну С и 430 мг% біофлавоноїдів, а виноград при концентрації біофлавоноїдів 475 мг% містить усього 3,9 мг% вітаміну С.

У таблиці 2 наведено вміст ферменту аскорбатоксидази у зіставленні з концентрацією аскорбінової кислоти для тих самих видів плодоовочевої сировини, що й у таблиці 1.

За даними таблиці 2 видно, що аскорбатоксидаза міститься в усіх досліджених овочах, деяких видах фруктів (груша, персик) і винограді. Цікавим виявився той факт, що ягоди чорної смородини з найбільшим

вмістом аскорбінової кислоти (195...410 мг%) зовсім позбавлені антиаліментарного ферменту, а шпинат визначається найбільшою концентрацією аскорбатоксидази, хоча містить у середньому 32...68 мг% вітаміну С. Загалом, порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про відсутність певної закономірності між вмістом аскорбінової кислоти й активністю аскорбатоксидази в рослинній сировині.

Таблиця 2

Вміст аскорбінової кислоти й аскорбатоксидази в плодовоовочевій сировині

Найменування сировини	Аскорбінова кислота, мг% до маси сирого матеріалу	Активність аскорбатоксидази, мг% окисленої аскорбінової кислоти за 1 хв на 1 г сирого матеріалу
Фрукти, ягоди		
Апельсини	34...61	0
Вишня	18...36	0
Виноград	2,7...5	2,4
Груша	7...18	1,7
Лимон	48...72	0
Чорна смородина	195... 410	0
Персик	9...21	0,9
Овочі		
Помідори	21...44	0,08
Морква	4,2...9	2,13
Картопля	17...39	1,18
Капуста	36...62	1,40

Викликає подив, що аскорбатоксидаза, яка прискорює реакцію окислювання аскорбінової кислоти в дегідроаскорбінову, а після цього – і в дикетогулонову кислоту, знижуючи або зовсім нівелюючи біологічну активність вітаміну С, дотепер глибоко не вивчена. Ми користуємося результатами досліджень, здійснених ще Сент-Дьйорді, що в 1928 році виділив фермент із насіння огірків і встановив, що це – білок, який містить 0,25% міді. Потім біохімічні й кінетичні характеристики аскорбатоксидази докладно вивчали В.Енгельгардт і В.Букін; отримані результати описано в літературі 1957 р.

Саме ці вчені довели високий ступінь термолабільності дегідроаскорбінової кислоти – навіть при нейтральній реакції нагрівання розчину цієї кислоти до 60 °С упродовж 10 хв. викликає повне руйнування дегідроформи, а при 100 °С цей процес відбувається миттєво. При лужній реакції середовища дегідроаскорбінова кислота дуже швидко руйнується вже при кімнатній температурі.

Ці дані дозволяють зробити висновок, що нагромадження дегідроаскорбінової кислоти в рослинній сировині під впливом аскорбатоксидази призводить до втрати вітамінної цінності плодів, ягід, овочів.

У роботах В.Букіна, виконаних ще в 1940 р., встановлено, що в досить розповсюджених видах харчової сировини містяться значні концентрації аскорбатоксидази. Так, в огірках її кількість становить 80,0 мг%, у кабачках – 57,7 мг%, у капусті – 19,8 мг%, у петрушці – 15,7 мг%. Тому, готуючи овочеві суміші для заморожування, не варто поєднувати ці об'єкти з помідорами, цибулею, болгарським перцем, капустою кольрабі, позбавленими аскорбатоксидази.

Отримані експериментальні дані й результати інших авторів будуть використані при розробленні нової технології заморожування окремих видів плодоовочевої сировини та їх сумішей.

Висновки. Фрукти, ягоди, овочі є багатими природними джерелами аскорбінової кислоти та поліфенольних сполук, завдяки чому їх необхідно широко використовувати в раціонах харчування. Сьогодні, коли велика увага приділяється не лише питанням лікування, а, що особливо важливо, проблемам профілактики серцево-судинних захворювань, найбільш цінним є виявлення плодово-ягідної сировини (в тому числі дикорослої), що поєднує у своєму складі достатню кількість аскорбінової кислоти з високим вмістом Р-активних речовин, оскільки обмін біофлавоноїдів безпосередньо пов'язаний з обміном аскорбінової кислоти. Наведені в роботі результати дають змогу виділити найбільш перспективні види плодоовочевої сировини для заморожування – як з точки зору значного вмісту в ній біологічно активних речовин, так і з позицій структури тканин, здатних протистояти кріоушкодженню при низьких температурах. Під час оцінювання рослинної сировини як джерела біологічно активних речовин необхідно враховувати в ній вміст антиаліментарних сполук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Широко Т.С. Биохимия и качество плодов. - Минск: Наука и техника, 1991. – 294 с.
2. Mans Jack. New system turn weight watchers plant into high efficiency operation // Prep. Foods. – 1989. – #1. – P. 133-135.
3. Спиричев В.В. Современное представление о роли витаминов в питании // Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения / под ред. В.В.Спиричева. – М.:Наука,1984. – С. 3-27.

4. Запрометов М.Н. Биохимия фенольных соединений // Успехи совр.биологии. – 1987. – №3. – С.380-389.

5. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. СПб.: Колос, 1992. – 751 с.

6. Изченко С.И., Петрова В.П. Витамин С и Р-активные соединения // Тр. БАН. – 1988. – №3. – С.295-298.

7. Демина Т.Г. Изучение флавоноидов и витамина С в плодах некоторых дикорастущих кустарников // Тр. БАН. – 1984. – №2. – С.141-145.

Надійшла до редколегії 30.01.09 р.