

## **ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИОПРОДУКТОВ**

**Галина Симахина,  
Наталья Науменко,**  
Национальный университет  
пищевых технологий

Для нормального протекания физиологических процессов в организме необходимо поддерживать определенную степень насыщения тканей химическими элементами. То есть, добиваться такого состояния, при котором тот или иной элемент находится в тканях в количестве, полностью удовлетворяющем потребности в этом элементе биохимических структур и необходимом для динамики биологических циклов.

Как отмечал В.И.Вернадский, организм избирательно ассимилирует из внешней среды необходимые элементы, концентрируя их в определенных тканях и органах.

Наиболее реальный путь достижения насыщения тканей организма такими компонентами – использование естественных комбинаций биоактивных соединений, обладающих всеми необходимыми свойствами и, что чрезвычайно важно, эволюционно входящих в рацион питания человека.

В первую очередь, это овощи, фрукты и ягоды – ценный источник витаминов, минеральных солей, водорастворимых сахаров, крахмала, органических кислот, пектиновых веществ и др. Одни классы этих соединений (витамины, микроэлементы, аминокислоты) принимают участие в обмене веществ; другие (фитонциды, тритерпеноиды, алкалоиды) оказывают фармакологическое действие, не являясь составными частями живого организма. Растительная пища увеличивает секреторную деятельность пищеварительных желез и усиливает их ферментативную активность, улучшая процессы пищеварения и повышая усвояемость

компонентов пищи. Эти свойства делают фрукты, овощи, ягоды необходимой составной частью рациона и здорового, и больного человека.

Ягоды, овощи и фрукты обеспечивают организм человека химическими элементами. Это очень важно, поскольку масса человеческого тела на 96% состоит из четырех элементов: углерода, кислорода, водорода и азота; еще 3% составляют кальций, фосфор, калий, сера. А 1% массы тела приходится на железо, йод, натрий, хлор, медь, цинк и др.

Овощи, фрукты и ягоды играют большую роль в регуляции кислотно-щелочного равновесия. Потребление достаточного количества плодов, особенно содержащих калий, приобретает чрезвычайное значение при некоторых патологических состояниях, когда нарушение обмена веществ приводит к развитию недостаточности кровообращения, нефритам, диабету и т.д.

Эти сведения показывают, насколько важно технологический процесс переработки фруктово-ягодного сырья вести таким образом, чтобы полученные из него полуфабрикаты и готовые продукты сохранили практически все ценные вещества исходного сырья, заложенного в нем природой; чтобы продукты хранились длительное время без ухудшения качества, и их можно было быстро восстанавливать.

Этим условиям в наибольшей степени отвечает сублимационная (криогенная) сушка. Работы по криогенным технологиям в настоящее время интенсивно ведутся в промышленно развитых странах: США, Германии, Англии, Японии, Китае, России. По данным ЮНЕСКО, в международном прогнозе «Пища. XXI век» приоритетным методом консервирования пищевых продуктов в перспективе будет холод во всех его модификациях и вариантах применения.

На основании отечественного и зарубежного опыта, результатов собственных теоретических и экспериментальных исследований в Харьковском государственном университете питания и торговли и Национальном университете пищевых технологий (Киев) разработаны

низкотемпературные криогенные технологии переработки плодоовощного и других видов сырья в продукты и пищевые биодобавки с сохранением всех жизненно необходимых человеку биоконпонентов. За цикл этих работ под общим названием «Создание и внедрение прогрессивных технологий и эффективного оборудования для получения новых функциональных оздоровительных пищевых продуктов» ученым присуждена Государственная премия Украины в области науки и техники 2006 года.

С применением криогенных технологий получен широкий спектр высоковитаминных пищевых биодобавок полифункционального действия с заданными свойствами. К преимуществу низкотемпературных технологий относятся также полная утилизация организмом компонентов криодобавок, наличие нетрадиционного эффекта, основанного на положительном радиопротекторном действии биодобавок, что особенно важно в экологических условиях постоянного внутреннего облучения.

Чрезвычайно ценным источником большинства биологически активных соединений является черная смородина. Ее ягоды отличаются высоким содержанием сахаров – до 11% (чаще 7...8%), органических кислот – до 4% (чаще 2...3%), растворимых сухих веществ – 12...23%. Имеются также пектиновые и дубильные вещества, минеральные соли и в удовлетворительных количествах витамины В<sub>9</sub> (фолиевая кислота – до 0,6 мг) и К<sub>1</sub> – менадион (0,7...1,2 мг). Все остальные провитамины и витамины (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, РР) содержатся в незначительных количествах. Из других биоактивных соединений в последнее время в смородине найдены кумарины и фурукумарины, противовоспалительная активность которых имеет большое значение. Специфический запах ягод, листьев, почек черной смородины обусловлен присутствием масел. Особый интерес к черной смородине вызван высоким содержанием витаминов С и Р, являющихся синергистами.

## **Целесообразность переработки черной смородины в продукты лечебно-профилактического назначения**

О свойствах черной смородины, используемых в лечебных целях, известно уже давно. С развитием науки на смену эмпирическим взглядам пришли строго научные методы исследований химического состава плодов и других органов растения черной смородины, что расширило возможности применения их для укрепления и сохранения здоровья. С лечебной целью вначале использовали в основном только ягоды черной смородины. Ягоды являются продуктом сезонного производства и в свежем виде не пригодны для длительного хранения, поэтому из них изготавливают сок, морс, компот, варенье, джем, повидло, мармелад, разные кондитерские и домашние изделия; ягоды подвергают также замораживанию и сушке. При переработке, как и при хранении ягод, происходит значительная потеря витаминов (до 50% и более), в зависимости от способа переработки.

С лечебной целью ягоды черной смородины используются как поливитаминное средство, рекомендуемое ослабленным людям, перенесшим тяжелые заболевания и операции; детям, людям пожилого и преклонного возраста.

Свежие и переработанные ягоды оказывают вяжущее, потогонное и мочегонное действия. В народной медицине сок черной смородины с медом используется при бронхитах, кашле, ларингитах, при гастритах с пониженной кислотностью. Свежий сок черной смородины назначают также при язве желудка, двенадцатиперстной кишки и при обострениях желудочно-кишечных заболеваний как вяжущее средство.

Ягоды черной смородины вводят в состав разных витаминных сборов, например витаминный чай, состоящий из равных частей ягод черной смородины и плодов шиповника.

Ягоды черной смородины богаты не только витаминами, но и минеральными веществами, особенно калием (350 мг/100 г), железом (до 230

мг/100 г), марганцем, медью и др. Благодаря высокому содержанию минеральных веществ ягоды черной смородины облегчают состояние больных с сердечно-сосудистыми и почечными заболеваниями.

Витамины принимают участие в регуляции биохимических, физиологических процессов живого организма, но практически не синтезируются в нем. По сравнению с основными пищевыми веществами – белками, жирами и углеводами – витамины нужны организму в очень малых количествах. Однако отсутствие или недостаточность витаминов в питании приводит к глубоким нарушениям обмена веществ и в конечном результате к заболеваниям. При продолжительном и почти полном отсутствии витаминов в питании развиваются патологические процессы (авитаминозы).

Витамины имеют четко выраженную способность повышать жизненные свойства организма, создавая более благоприятные условия регуляции отношений организма к окружающей среде, нормализуя течение обменных реакций, поддерживая их на таком уровне, когда свойства организма противостоят неблагоприятным условиям возрастают.

Потребность организма в витаминах должна удовлетворяться за счет комплексного их поступления. Наилучшие сочетания витаминов образуются в натуральных пищевых продуктах, особенно в овощах и фруктах. Важнейшим водорастворимым витамином является витамин С. В природе он встречается в трех формах: аскорбиновая кислота, дегидроаскорбиновая кислота и аскорбиген – связанная форма аскорбиновой кислоты (все три формы витаминноактивны).

Проведен целый ряд исследований по изучению сохранения витамина С в ягодах, плодах, овощах. Установлено, что однократное замораживание не влияет на содержание витамина С, но и не защищает его от разрушения при хранении.

Так, черная смородина, клюква и другие ягоды осеннего сбора при хранении в замороженном виде без сульфатации к весне потеряли витамин С целиком или на 75% от общего содержания.

Два универсальных витамина – С и Р – часто встречаются вместе в растениях, и в первую очередь – в черной смородине.

Листья черной смородины, как и ягоды, характеризуются широким спектром лечебного действия (мочегонное, противоревматическое, тонизирующее). В народной медицине они используются при лечении простудных заболеваний, при нарушении обмена веществ в организме, подагре, ревматизме, камнях в почках и мочевом пузыре. Мочегонное и противоревматическое действие листьев и почек смородины французские исследователи объясняют наличием эфирного масла в них. В тибетской медицине листья черной смородины используются при заболеваниях кожи, золотухе: в виде настоя 3...5 г на 250 мл кипятка. Они входят в состав витаминных сборов, повышающих стойкость организма к неблагоприятным условиям внешней среды и улучшающих аппетит. Наиболее распространенный витаминный сбор состоит из равных частей листьев черной смородины, малины, брусники и плодов шиповника.

Для медицинского использования ягоды, листья и почки черной смородины подвергают сушке. Температура воздуха при сушке не должна превышать 60...65 °С. Сушат их в сушилках или на открытом воздухе в тени. Пригодными для лечебного использования считаются плоды, листья, почки, сохранившие свой цвет и аромат. Высушенные части растения можно хранить в коробках, пакетах, банках в сухом хорошо проветриваемом помещении до двух лет. При употреблении натуральных витаминов нет угрозы передозировки и гипервитаминоза; комплексы витаминов, содержащиеся в продуктах, эффективнее искусственных, поскольку здесь они находятся в гармоничном соединении.

При сушке и хранении ягод, листьев, почек и других частей черной смородины изменяется их химический состав; в первую очередь, в результате потери витаминов.

Исследования по содержанию витаминов в сухих ягодах, листьях, почках черной смородины показали значительное снижение количества витаминов С и Р по сравнению со свежим сырьем.

Так, ягоды черной смородины сорта "Black of Naples" до сушки содержали 350 мг% витамина С, после сушки в термостате при 45...50 °С – 149 мг%. Листья черной смородины сорта "Brodtop", собранные в августе, содержали 112 мг% витамина С и 1080 мг% катехинов; после сушки их количество составляло 42 и 497 мг% соответственно. Значительно меньшими были потери витаминов при сублимационной сушке. Например, свежие ягоды сорта «Ленинградский великан» содержали 280 мг% витамина С, а сублимационно высушенные – 212 мг%, что составляет 76% исходного содержания аскорбиновой кислоты. Такие же результаты получены и для ягод межвидовых гибридов.

### **Характеристика биологически активных веществ смородины после криогенной сушки**

Ягоды, листья и почки смородины мы подвергали сублимационному обезвоживанию соответственно разработанным технологическим параметрам. Особенностью сушки всех вегетативных частей черной смородины является большая концентрация в них самого термолабильного биокомпонента – витамина С, что требует особо тщательного поддержания оптимальной температуры в процессе досушки полупродукта после сублимации закристаллизованной влаги.

В таблицах 1 – 3 приведены результаты исследований содержания различных групп витаминов в листьях (табл. 1), почках (табл. 2), ягодах (табл. 3) черной смородины при различных температурах их досушки после сублимации.

Анализ полученных результатов подтверждает мнение других исследователей о том, что ценность черной смородины как витаминной

культуры не ограничивается одними ягодами. Так, установлено высокое содержание витамина С и в листьях, и в почках смородины. Используя эти части растения, можно дополнительно получать около 40 мг% аскорбиновой кислоты. В литературе приводятся сведения, что в отдельных сортах смородины и в разные вегетационные периоды содержание аскорбиновой кислоты в листьях и почках даже выше, чем в ягодах (на 10...100%).

Во всех частях смородины выявлены значительные количества веществ Р-витаминной активности: флавонов, катехинов, лейкоантоцианов и др. Например, содержание этих биологически активных веществ в листьях смородины составило 5020 мг%, в почках – 4422 мг%, в ягодах – 2010 мг%. То есть, в исследуемом сорте смородины содержание Р-активных соединений в почках в 1,2 раза, а в листьях – в 2 раза выше, чем в ягодах. Эти результаты согласуются с опытными данными, полученными Д.Шапиро и другими исследователями.

В литературе приводятся данные, что у наиболее ценных по содержанию Р-активных соединений сортов и гибридов смородины концентрация витамина Р в коре составила 10000 мг%.

Богатство ягод, листьев и почек смородины витаминами С и Р делает ее ценным источником этих веществ и перспективным видом сырья для производства лекарственных препаратов и пищевых биодобавок. Природная комбинация этих витаминов имеет исключительно высокую физиологическую активность. Помимо капилляроукрепляющего эффекта витамина Р, отмечается его способность задерживать в организме аскорбиновую кислоту, увеличивая ее эффективность и биодоступность.

Достаточно высоким оказался и состав витаминов группы В: витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина) – 0,53 мг% в почках; 0,15 мг% в ягодах. Витамин В<sub>5</sub> (пантотеновой кислоты) – 2,42 мг% в листьях; 3,54 мг% в почках и 0,93 мг% – в ягодах. Витамин В<sub>7</sub> – 0,02 мг% в листьях; 0,056 мг% в почках и 0,1 мг% – в ягодах.



Анализ изменения содержания различных групп витаминов при исследуемых температурах досушки полупродукта показал следующее. Витамин С при вакуум-сублимационной сушке листьев смородины разрушается всего на 5% при температуре досушки 303 °К, на 12% – при 313 °К, а при 323 °К потери аскорбиновой кислоты составляют уже 28%. В ягодах смородины аналогичные температуры вызывают менее ощутимые изменения – при 323 °К потери витамина С составляют 20%.

Полученные из различных видов сырья криопорошки практически в неизменном виде представляют собой природную комбинацию биоактивных компонентов, положительно влияющих на многие органы и системы организма человека.

Известно, что одной из важнейших составных частей пищевого растительного сырья являются белки. Их биологические функции чрезвычайно разнообразны: каталитические (ферменты), регуляторные (гормоны), структурные (коллаген, фиброин), транспортные (гемоглобин, миоглобин), защитные (иммуноглобулины, интерферон) и др.

Белки составляют основу биомембран, важнейшей составляющей части клеток и клеточных компонентов, они играют ключевую роль в жизни клетки, составляя материальную основу ее химической деятельности. Исключительное свойство белков – самоорганизация структуры, т.е. их свойство самопроизвольно создавать определенную, присущую только этому белку пространственную структуру.

Таким образом, вся деятельность организма человека (развитие, движение, выполнение различных функций) связана с белковыми веществами. Поэтому определенный интерес представляют исследования качественного и количественного состава белка в криопорошках смородины, результаты которых приведены в таблице 4.

**Количественный и качественный состав белка в криопорошках  
смородины**

<b>Белок, мг%</b>	<b>ягоды</b>	<b>листья</b>	<b>почки</b>
Суммарный	248,8	148,0	162,0
Растворимый	45,9	22,6	30,2
Труднорастворимый	202,9	125,4	130,0

Приведенные данные свидетельствуют о довольно высокой биологической ценности белков криопорошков ягод, листьев, почек смородины. Известно, что биологическая ценность белков определяется также их перевариваемостью протеолитическими ферментами. Поэтому была изучена степень гидролиза белков этих материалов под действием пепсина и химотрипсина. Скорость ферментативного гидролиза белков оценивали по величине прироста оптической плотности центрифугатов, измеренной на спектрофотометре СФ-4 при длине волны 280 нм. В качестве контрольного образца анализировали пробы необработанных (сырых) материалов – ягод, листьев, почек.

Сравнение полученных результатов показало, что белки криопорошков всех исследуемых материалов перевариваются протеолитическими ферментами даже эффективнее и полнее, чем белки необработанного сырья. Очевидно, при криогенном обезвоживании распадается часть неполноценных белков, присутствующих в исходных материалах, и таким образом происходит повышение биологической ценности белков в готовом продукте. Можно также предположить, что обезвоживание исследуемых объектов, как и другого растительного сырья, при низких температурах способствует разворачиванию пептидных цепочек белковых молекул, что приводит к высвобождению ряда реакционноспособных групп (сульфгидрильных, остатков тирозина и т.п.), скрытых в нативном белке внутри глобулы. Такие

белковые молекулы, без сомнения, легче расщепляются под действием ферментов.

Интересные результаты получены при исследовании состава аминокислот криопорошков смородины. Количественное и качественное определение аминокислот проводили на анализаторе “LC-5001” Biotronik по методу Mooges a Stein. Образцы наносили на колонку со смолой ВТС 2710 диаметром 3,2 мм и высотой 200 мм. Как стандарты использовали 18 аминокислот.

В данной работе наведены результаты изучения аминокислотного состава криопорошков почек смородины (табл. 5). Аналогичные исследования в литературе не описаны.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что криопорошок почек смородины содержит все незаменимые аминокислоты, и они составляют 27,6% к общему содержанию аминокислот. По каждой незаменимой аминокислоте это соотношение имеет вид: лизин – 3,48%; фенилаланин – 4,92%; лейцин – 6,3%; изолейцин – 2,05%; валин – 3,55%; метионин – 1,2%; треонин – 5,4%; триптофан – 0,7%.

Важным является тот факт, что криопорошок почек смородины содержит значительное количество аминокислот в свободном виде. Среди них содержащее незаменимых составляет 45,1% к общему количеству свободных аминокислот.

Таблица 5

## Аминокислотный состав криопорошков почек смородины

Аминокислоты	Общее кол-во, %	Свободные		Связанные	
		в мг%	в % к общему кол-ву аминокислот	в мг%	в % к общему кол-ву аминокислот
Лизин	4,98	0,38	0,26	4,6	3,21
Гистидин	8,98	0,78	0,54	7,7	5,38
Фенилаланин	7,036	0,136	0,095	6,9	4,82
Тирозин	2,51	0,05	0,03	2,46	1,72
Лейцин	9,0	0,5	0,34	8,5	5,94
Изолейцин	2,94	0,64	0	2,3	1,6
Валин	5,08	0,7	0,48	4,38	3,06
Метионин	1,71	0,01	0,006	1,7	1,18
Аланин	7,4	1,3	0,9	6,1	4,26
Глицин	17,165	0,265	0,18	16,9	11,8
Пролин	2,31	0,01	0,006	2,3	1,60
Серин	9,0	0,4	0,27	8,6	6,01
Треонин	7,63	0,53	0,37	7,1	4,96
Аспарагиновая к-та	21,72	0,38	0,26	21,34	14,92
Цистин	0,31	0,02	0,01	0,29	0,2
Аргинин	-	-	-	-	-
Триптофан	1,05	-	-	1,05	0,73
Глютамин овая к-та	34,7	1,5	1,04	33,2	33,2
Всего	143,021	7,6	-	135,42	-

В общем, в криопорошке почек смородины идентифицировали 17 аминокислот (за исключением аргинина), в том числе все эссенциальные. Это свидетельствует о высокой биологической и пищевой ценности исследуемых криопорошков, особенно учитывая тот факт, что большинство растительных белков не содержит в своем составе одной или даже нескольких незаменимых аминокислот. Например, белки злаковых культур, а значит, полученные из них продукты, неполноценны по лизину, метионину, треонину; белок картофеля и бобовых лишен метионина и триптофана. Поэтому добавки в такие продукты криопорошков смородины даст

возможность повысить их биологическую и физиологическую ценность. А биологическую ценность самих криопорошков почек смородины можно увеличить, прибавив лимитирующую аминокислоту (метионин), или внести в готовый продукт компонент криопорошка из другого растительного сырья, имеющего высокое содержание этой аминокислоты.

Таким образом, одним из эффективных путей решения задачи получения пищевых продуктов и биодобавок, обладающих диетическими, лечебно-профилактическими, радиозащитными свойствами, для всех без исключения категорий населения и особенно детей, является вовлечение в сферу использования традиционного (ягоды смородины) и нетрадиционного (листья и почки смородины) растительного сырья и переработка его методом криогенной технологии. Поливитаминная основа криопродуктов оказывает общеукрепляющее действие на организм человека, способствует укреплению капиллярной системы и улучшению обмена веществ.

Изучение радиопротекторных свойств полученных криопорошков показало, что они действуют комплексно: блокируют поглощение радионуклидов на уровне желудочно-кишечного тракта и способствуют их частичной декорпорации. Криопродукты смородины проявляют и антиоксидантное действие, заключающееся в нейтрализации высокореактивных свободных радикалов.