

Сухой сок из черной смородины

А.А. Емельянов, Д.А. Емельянов

Орловский государственный технический университет

О.А. Шалимова

Орловский государственный аграрный университет

Проект № 284073-4 Федерального закона «О специальном техническом регламенте о соках и соковой продукции» определяет сухой сок как сок, изготовленный удалением путем физического воздействия из сока прямого отжима содержащейся в нем влаги до воздушно-сухого порошкообразного состояния и способный к брожению после восстановления питьевой водой. Данная формулировка не учитывает пищевую и энергетическую ценность сухого сока и не предполагает наличия в нем биологически активных веществ или их комплексов, так же как и других форм состояния, кроме порошкообразного.

Выпаривание сока прямого отжима в вакууме, осуществляемое при температурах до 50 °С, позволяет минимизировать потери биологически активных

веществ в процессе удаления влаги и получать сухой продукт, богатый белками, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами. С уменьшением влажности массовая доля биологически активных веществ в концентрируемом соке возрастает, достигая максимальных значений при воздушно-сухом состоянии. Следовательно, сухой сок можно рассматривать не только как продукт, способный к брожению, но и обладающий высокой биологической активностью. Уменьшение влажности, помимо увеличения массовой доли биологически активных веществ, повышает вязкость концентрируемого продукта. При достижении вязкостью величины, достаточной для осуществления экструзии, концентрированный сок может быть гранулирован с последующим приведением к воздушно-сухому состоянию. При необходимости сухой гранулированный сок может быть размельчен в порошок.

С целью получения биологически активного продукта осуществлено низкотемпературное удаление влаги из сока прямого отжима черной смородины до воздушно-сухого состояния и исследованы физико-химические свойства сухого продукта.

Сок прямого отжима получен центрифугированием спелых свежих ягод черной смородины, произрастающей в Орловской обл. Концентрирование сока осуществлено выпариванием при температурах < 50 °С и разрежении 10–6 Па с помощью специальной установки [1]. Применение пониженных температур обеспечило минимальные потери биологически активных веществ в процессе удаления влаги из сока прямого отжима и их максимальную концентрацию в сухом продукте. Применение разрежения 10–6 Па позволило достичь высокой производительности процесса удаления влаги в вакууме [2]. По окончании вакуумного выпаривания влажность концентрированного сока составила 60 %.

Концентрированный сок, представляющий собой вязкую пастообразную массу, досушен при атмосферном давлении и температурах < 50 °С. По достижении вязкостью величины, достаточной для осуществления экструзии, пастообразную массу пропускали через экструдер с получением гранул. Грану-

лированный сок доведен до воздушно-сухого состояния влажностью 15 %.

С помощью стандартных методик исследованы физико-химические свойства, содержание токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, а также микробиологические показатели сухого сока черной смородины.

В табл. 1 показаны пищевая и энергетическая ценность сухого гранулированного сока и ягоды [3, 4] черной смородины.

Из табл. 1 следует, что сухой сок черной смородины обладает высокой пищевой и энергетической ценностью. По содержанию белков сок соответствует орехам и семенам (сладкий миндаль – 18,6, семена кунжута – 19,4 %) и в 19 раз превосходит использованную для его получения ягоду. По содержанию углеводов сок соответствует сухофруктам (курага абрикосовая – 51, цукаты – 54,5 %), близок гороху (53,5 %), грецкому ореху (58,5 %) и в 7 раз превосходит исходную ягоду. Энергетическая ценность сухого сока соответствует зерновым (овес – 299,5, ячмень – 310,8 ккал) и зернобобовым (горох – 302,7, фасоль – 308,9 ккал) [4].

Содержание растворимых сухих веществ и клетчатки в сухом соке черной смородины составило 77,6 и 15 %, превысив содержание в ягоде в 7,8 и 5 раз соответственно.

В табл. 2 приведено содержание витаминов в сухом соке и ягоде черной смородины.

Из табл. 2 следует, что сухой сок служит источником витаминов А, группы В и С. Содержание ретинола 4,2 мг/100 г пересчитано по экспериментально определяемому значению 24,8 мг/100 г β-каротина. При общем превышении содержания витаминов в сухом соке по отношению к исходной ягоде на 90 % кратность превышения по витамину А составляет 1,5 порядка величины, а по витаминам группы В – 2 порядка. Высокая концентрация витаминов превращает сухой черносмородиновый сок в биологически активный продукт.

По ретинолу, тиамину, рибофлавиону и аскорбиновой кислоте сухой сок соответствует ягодам с максимальной концентрацией этих веществ: по витамину А – превосходит шиповник (2,6 мг/100 г) и уступает морозке (7,9 мг/100 г); по витамину В₁ – на 25 % превышает жимолость (3 мг/100 г); по витамину В₂ – превосходит жимолость (3 мг/100 г), но уступает ирге (12 мг/100 г); по витамину С – превосходит на 60 % черную смородину, но в 2 раза уступает шиповнику (650 мг/100 г). По содержанию пиридоксина и ниацина сухой сок существенно превышает ягоды: по витамину В₆ – многократно превосходит известные продукты, в том числе восьмикратно сою, фасоль, ку-

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность сухого гранулированного сока и ягоды черной смородины

Показатель	Сок	Ягода	Сок / ягода
Влажность, %	15	83,3	5,6
Белки, %	19	1,0	19
Жиры, %	2,2	0,4	5,5
Углеводы, %	52	7,3	7,1
Зола, %	4,8	0,9	5,3
Витамины, мг/100 г	379	201	1,9
Минеральные вещества, мг/100г	907	486	1,9
Энергетическая ценность, ккал	301	35	8,6

Таблица 2

Содержание витаминов в сухом соке и ягоде черной смородины

Показатель	Сок, мг/100 г	Суточная потребность, мг	Потребность 100 г сока, %	Ягода, мг/100 г	Сок/ягода
Ретинол (А)	4,2	1,5	2,7	0,1	42
Тиамин (В ₁)	3,7	1,9	2,0	0,03	123
Рибофлавин (В ₂)	5,4	1,1	4,9	0,04	135
Пиридоксин (В ₆)	7,2	0,1	72	0,1	72
Ниацин (РР)	41,0	12	3,4	0,3	140
Аскорбиновая кислота (С)	317	75	4,2	200	1,6
Всего:	378,5	–	–	200,6	1,9

риную печень (0,9 мг/100 г); по витамину РР – соответствует сушеным белым грибам (40,4 мг/100 г).

Для удовлетворения суточной потребности в витаминах достаточны следующие количества сухого сока черной смородины: 1,5 г – для B_6 ; 20 г – для B_{12} ; 25 г – для С; 30 г – для РР; 35 г – для А; 50 г – для B_{12} . Общее содержание витаминов (379 мг/100 г) определяет высокую биологическую активность сухого сока, при этом массовая доля ретинола (4,2 мг/100 г) указывает на его антиоксидантные свойства, ниацина (41 мг/100 г) и аскорбиновой кислоты (317 мг/100 г) – на антиокислительные, рибофлавина (5,4 мг/100 г) – на возможность использования в качестве пищевого красителя.

Содержание биологически значимых элементов в сухом соке черной смородины представлено в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что сухой сок богат макро- и микроэлементами и по их содержанию превышает ягоду с кратностью от 1,2 для железа до 6,9 для меди.

По содержанию калия сухой сок черной смородины соответствует орехам (грецкий орех – 664, фундук – 717 мг/100 г), сухофруктам (яблоки сушеные – 580, инжир сушеный – 710 мг/100 г) и зернобобовым (чечевица – 672, горох – 873 мг/100 г). Содержание натрия в соке – такое же, как у зернобобовых (соя – 44, горох – 69 мг/100 г), зерновых (ячмень – 41, овес – 75 мг/100 г), орехов и семян (арахис – 26, семена кунжута – 75 мг/100 г), сухофруктов (финики сушеные – 32, изюм – 117 мг/100 г). По содержанию кальция сухой сок соответствует ягодам (облепиха, рябина красная – 42, кизил – 58 мг/100 г), зерновым (мягкая пшеница – 55, рожь – 59 мг/100 г), орехам (кешью – 47, арахис – 85 мг/100 г) и фруктам (лимон – 40, хурма – 127 мг/100 г). По содержанию магния сок соответствует ягодам (рябина красная – 42, шелковица – 51 мг/100 г), сухофруктам (изюм – 42, инжир сушеный – 59 мг/100 г) и фруктам (банан – 42, арбуз – 224 мг/100 г). Содержание фосфора в соке – такое же, как в корнеплодах и овощах (редис – 44, капуста кольраби – 50 мг/100 г), сухофруктах (шиповник сушеный – 17, финики сушеные – 56 мг/100 г) и зернобобовых (бобы – 44 мг/100 г). По содержанию серы сок соответствует фруктам (яблоки – 5 мг/100 г), железа – ягодам (черная смородина – 1,3, мирабель – 1,5 мг/100 г), сухофруктам (финики сушеные – 1,5 мг/100 г), фруктам (дыня – 1,0, яблоки – 2,2 мг/100 г), зернобобовым (бобы – 1,1 мг/100 г). Содержание марганца в соке такое же, как у зерновых (кукуруза – 1,09, ячмень – 1,48 мг/100 г), зернобобовых (чечевица – 1,19, горох – 1,75 мг/100 г)

и ягод (брусника – 0,65, шиповник – 19 мг/100 г). По содержанию меди сок соответствует орехам (грецкий орех – 0,53, фундук – 1,125 мг/100 г) и ягодам (малина – 0,17, шиповник – 37 мг/100 г), по содержанию цинка – овощам (красный сладкий перец – 0,44, репчатый лук – 0,85 мг/100 г) и ягодам (визига сухая – 0,29, шиповник – 1,1 мг/100 г).

Потребление 100 г сухого сока черной смородины удовлетворяет суточную потребность в макро- и микроэлементах от 6 % для кальция до 70 % для меди.

Из приведенных в табл. 1–3 данных следует, что по физико-химическим свойствам сухой черносмородиновый сок наиболее соответствует ягодам (витамины А, С, B_1 , B_2 ; Ca, Mg, Fe); орехам и семенам (белки; K, Cu); зерновым (энергетическая ценность; Mn); сухофруктам (углеводы); фруктам (S); овощам (P, Zn); сушеным белым грибам (витамины РР).

По содержанию витамина B_6 (7,2 мг/100 г) сухой сок черной смородины существенно превосходит известные продукты.

Безопасность сухого сока оценена по содержанию тяжелых металлов, микотоксинов, пестицидов и радионуклидов (табл. 4).

Из табл. 4 следует, что сухой сок соответствует требованиям безопасности, установленным СанПиН 2.3.2.1078–01.

Гранулированный сок частично размельчали в порошок. После размельчения и досушивания при атмосферном давлении и температуре <50 °С получали сухой порошкообразный сок влажностью 11 %.

Сухие гранулированный и порошкообразный соки исследовали на продолжительность хранения. Низкая влажность продукта позволяет хранить его в обычных условиях при комнатной температуре. В ходе эксперимента контролировали содержание витамина С, как одного из наиболее лабильных элементов.

На рис. 1 приведены графики изменения содержания витамина С в гранулированном и порошкообразном соке черной смородины в процессе длительного хранения. Как следует из приведенных кривых, в результате хранения содержание витамина С в порош-

кообразном соке за 3 мес уменьшилось на 60 %, тогда как в гранулированном соке в течение 9 мес осталось неизменным, составляя 317 мг/100 г. Полученные результаты указывают на целесообразность хранения сухого сока в гранулированном виде. Переводить гранулированный сок в по-

Таблица 3

Содержание макро- и микроэлементов в сухом соке и ягоде черной смородины

Показатель	Сок, мг/100 г	Суточная потребность, мг	Потребность 100 г сока, %	Ягода, мг/100 г	Сок/ягода
Макроэлементы					
Калий (K)	682	2000	29	350	1,9
Натрий (Na)	62,3	550	11	32	1,9
Кальций (Ca)	57,2	1000	5,7	36	1,6
Магний (Mg)	50,8	325	16	31	1,6
Фосфор (P)	46,7	700	6,7	33	1,4
Сера (S)	4,4	–	–	2	2,2
Микроэлементы					
Железо (Fe)	1,5	12,5	12	1,3	1,2
Марганец (Mn)	1,02	3,5	29	0,18	1,3
Медь (Cu)	0,89	1,25	71	0,13	6,9
Цинк (Zn)	0,63	8,5	7,4	0,13	4,9
Всего:	225,4	–	–	485,7	1,9

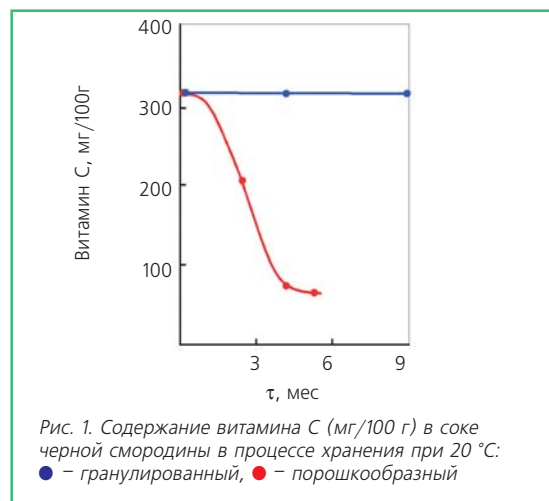


Рис. 1. Содержание витамина С (мг/100 г) в соке черной смородины в процессе хранения при 20 °С: ● – гранулированный, ● – порошкообразный

Таблица 4

Показатели безопасности сухого сока черной смородины

Показатель	Тяжелые металлы, мг/кг				Микотоксины, мг/кг		Пестициды, мг/кг			Радионуклиды, Бк/кг	
	Pb	Cd	As	Hg	Афлатоксин В1	Т-2 токсин	Альфа-цин	Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	ДДТ и его метаболиты	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Допустимый уровень	0,4	0,03	0,2		0,005	0,1	0,5	0,05	0,1	1200	240
Результаты испытаний	0,09	0,02	<0,002	<0,002	<0,003	<0,1	0,005	<0,001	<0,001	<40,- 2	<28,4

Микробиологические показатели сока сухого черной смородины

Показатель	МАФАММ, КОЕ/г	БГКП (коли-формы) в 1 г	Патогенные м/о, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г	Дрожжи, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г
Допустимый уровень	$5 \cdot 10^3$	Не допускаются	Не допускаются	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^2$
Результаты испытаний	$1,2 \cdot 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены	$5 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$



Рис. 2. Сухой сок черной смородины после длительного хранения: а – гранулированный (6 мес); б – порошкообразный (18 мес)

рошкообразное состояние следует непосредственно перед использованием.

Длительное хранение в обычных условиях при комнатной температуре могло оказать негативное влияние на микробиологические показатели сухого сока. Микробиологический контроль выполнен после 18 мес хранения (табл. 5).

Из табл. 5 следует, что после полуто-рагодового хранения в обычных усло-виях при комнатной температуре сок

удовлетворяет требованиям, установ-ленным СанПиН 2.3.2.1078–01. Приве-денные данные указывают на фитон-цидную активность сухого сока черной смородины и возможность использо-вания в качестве консерванта.

Внешний вид сухого черносмороди-нового сока после хранения в течение 6 мес (гранулы) и 18 мес (порошок) приведен на рис. 2.

Таким образом, с помощью низкотем-пературного удаления влаги в вакууме получен сухой сок черной смородины и исследованы его свойства. Сухой сок обла-дает высокими пищевой (белки – 19 %, углеводы – 52 %) и энергетичес-кой (301 ккал) ценностью и биологичес-кой активностью (витамины – 379, макро- и микроэлементы – 907 мг/100 г). Витаминный состав (мг/100 г): А – 4,2; В₁ – 3,7; В₂ – 5,4; В₆ – 7,2; РР – 41; С – 317. Состав макро- и микроэлементов (мг/100 г): К – 682; Na – 62,3; Са – 57,2; Mg – 50,8; Р – 46,7; S – 4,4; Fe – 1,5; Mg – 1,02; Cu – 0,89; Zn – 0,63. Сок об-

ладает фитонцидной активностью и после хранения в течение 18 мес в обычных условиях при комнатной температуре удовлетворяет требованиям, установ-ленным СанПиН 2.3.2.1078–01. При дли-тельном хранении в гранулированном виде сок не изменяет своих свойств.

Сухой сок из черной смородины мо-жет найти применение в кондитерском и молочном производствах при изго-товлении продуктов детского, диети-ческого и специального питания, а так-же в качестве продукта функциональ-ного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов А.А., Золотарев А.Г., Емельянов К.А. Малогабаритная уста-новка для концентрирования и сушки пищевых продуктов в вакууме//Пище-вая промышленность. 2007. № 12. С. 52.
2. Емельянов А.А. Сухие натураль-ные соки: пасты, гранулы, порошки// Пиво и напитки. 2008. № 2. С. 36.
3. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. – М.: Медицина, 1982.
4. Энциклопедия «Эмос». Химичес-кий состав пищевых продуктов. Черная смородина. <http://www.sunduk.ru/Encycl/Index.html>

10–14 СЕНТЯБРЯ



13-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

РОССИЯ ЕДИНАЯ



КОНГРЕСС

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РОССИИ, КОНГРЕСС НАРОДОВ РОССИИ

ЭКСПОЗИЦИЯ

Регионов и городов России
Отраслевые промышленные экспозиции
Иностраннх государств

Нижний Новгород, ул. Совнаркомовская, 13
Тел.: (831) 277-55-92, 277-55-87, 277-54-65, 277-56-92
Факс: (831) 277-55-87, 277-56-92
E-mail: ira@yarmarka.ru; helen@yarmarka.ru;
aptnikita@yarmarka.ru

НИЖЕГОРОДСКАЯ ЯРМАРКА

<http://www.yarmarka.ru>