

Е.Н. Кадочникова, М.Д. Губина

ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ ДИКORACУЩЕЙ И КУЛЬТИВИРУЕМОЙ ЗАМОРОЖЕННОЙ ЕЖЕВИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

В статье представлены данные результатов исследований о динамике основных пищевых веществ замороженной дикорастущей и культивируемой ежевики (влаги, сахаров, органических кислот, антоцианов и пектиновых веществ) в процессе хранения. Выявлено, что у разных форм и помологических сортов ежевики направленность процессов практически одинакова, количество сахаров постепенно снижается в течение всего срока хранения, происходит гидролиз сахарозы, пектиновых веществ, что влечет за собой изменение органолептических характеристик. Отмечается высокая обеспеченность исследуемой ежевики фенольными соединениями, характерная для данных ягод, а именно антоцианами. По результатам исследований сделан вывод: чем больше обеспеченность ежевики сухими веществами, в первую очередь сахарами, и чем меньше в ней свободной влаги, тем лучше сохраняется исходный состав.

Ежевика, хранение, динамика качества, углеводы, фенольные соединения.

Введение

Более 100 лет ежевика культивируется как пищевое растение. Высокая урожайность ежевики и отличное качество плодов не могли не привлечь внимания к этой культуре. Однако до настоящего времени в нашей стране культурные сорта ежевики не получили широкого распространения, несмотря на очевидные достоинства. Отсутствие данных по изучению культивируемой в Западной Сибири ежевики и ограниченные данные по дикорастущей создают предпосылки для системного исследования плодов этой культуры и продуктов их переработки.

Ранее проводимые исследования были посвящены изучению химического состава плодов ежевики центральной полосы России (Церевитинов В.Ф., 1930), дикорастущих ягод Карпат (Борух И.Ф., 1968) и Томской области (Руш В.А., Лизунова В.В., 1966), Грузии (Нижарадзе, 1971).

Целью работы является изучение динамики качества плодов замороженной ежевики в процессе хранения дифференцированно по сортам и формам.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов в рамках выполнения данной работы использовались: плоды дикорастущей ежевики после замораживания и последующего хранения, собранные в Новосибирской области (НСО) и Алтайском крае; 3 сорта замороженной культивируемой ежевики – *Агавам*, *Торнлесс*, *Торнффри* и гибрид ежевики и малины *Тайберри* в заготовительной стадии зрелости, выращиваемые на Новосибирской плодово-ягодной опытной станции им. И.В. Мичурина. В качестве результатов приведены средние значения за три года.

В работе использовались общепринятые в научных исследованиях методы. Общая сумма сахаров определялась по Бертрану в модификации ВНИИМП. Массовую долю влаги в продукте определяли методом высушивания навесок до постоянной массы при температуре 100–105 °С по ГОСТ 10856 и экспресс-методом с использованием прибора «ЭВЛАС-2». Для определения титруемой кислотности использовали общепринятый метод нейтрализации. Пектиновые вещества определяли весовым кальций-пектатным

методом Мелитца. Антоцианы – по Свейну и Хиллису в модификации Ю.Г. Скориковой, Э.А. Шафтан [1, 2].

Результаты и их обсуждение

Ежевика обладает высокой пищевой ценностью и содержит в своем составе необходимые организму человека биологически активные вещества, но является скоропортящимся объектом, поэтому необходимо решить задачу сохранности максимального количества макро- и микронутриентов в ее составе от периода заготовки до потребления.

Хранение ягод, как и других биологических объектов, является одним из этапов их переработки и характеризуется интенсивным течением физиологических процессов, что закономерно приводит к перезреванию, снижению качества, а затем и к полной порче ягод. Ведущую роль в этих процессах играет дыхание. Именно оно является основным регулирующим звеном в цепи окислительно-восстановительных реакций. Интенсивность дыхания обуславливается видовыми особенностями, степенью зрелости ягод и условиями хранения.

Одним из наиболее прогрессивных способов консервирования является замораживание с последующим холодильным хранением. Быстрое замораживание ягод и хранение при стабильно низкой температуре тормозят развитие микроорганизмов, приостанавливают интенсивность жизненных процессов, уменьшают потери влаги продуктом, сокращают естественную убыль и потери. Исследуемые образцы упаковывали в полиэтиленовые пакеты и замораживали по традиционной технологии в низкотемпературных (–18...–24 °С) холодильных камерах в течение нескольких часов в зависимости от размеров ягод. Хранение сырья проводили при температуре минус 18±1 °С в течение 9 месяцев.

Наиболее характерными изменениями при холодильном хранении замороженной ежевики являются испарение и перекристаллизация влаги, усиливающиеся при увеличении продолжительности хранения. Это неизбежно влечет за собой изменения наиболее лабильных компонентов, таких как сахара, пектиновые вещества, полифенолы.

В табл. 1 и 2 представлены данные об изменении основных пищевых веществ замороженной дико-

растущей и культивируемой ежевики в процессе 9-месячного хранения.

Таблица 1

Динамика пектиновых веществ при хранении дикорастущей замороженной ежевики

Место произрастания	Период хранения	Пектиновые вещества, %		
		сумма	растворимый	протопектин
Алтайский край	Начало	0,27±0,02	0,14±0,01	0,130±0,010
	3 мес.	0,24±0,01	0,15±0,01	0,092±0,004
	6 мес.	0,21±0,02	0,14±0,01	0,071±0,005
Новосибирская область	Начало	0,32±0,03	0,17±0,01	0,150±0,010
	3 мес.	0,28±0,02	0,19±0,01	0,095±0,009
	6 мес.	0,27±0,02	0,20±0,02	0,072±0,001
	9 мес.	0,12±0,01	0,10±0,01	0,026±0,002

Из представленных в таблице данных видно, что содержание пектиновых веществ на начало хранения выше у дикорастущей ежевики Новосибирской области. Однако через 9 месяцев хранения при одних и тех же условиях содержание пектиновых веществ у дикорастущей ежевики Алтайского края снизилось в 1,6 раза, а для ежевики, произрастающей на территории Новосибирской области, в 2,7 раза. При этом содержание растворимого пектина уменьшилось в ежевике, собранной в Новосибирской области, в 1,7 раза, а у ежевики из Алтайского края – в 1,16 раза. В результате хранения количество протопектина в ежевике из Новосибирской области уменьшилось почти в 6 раз, а у ежевики из Алтайского края – почти в 3 раза.

Таблица 2

Динамика пектиновых веществ при хранении культивируемой замороженной ежевики

Сорт	Период хранения	Пектиновые вещества, %		
		сумма	растворимый	протопектин
Агава	Начало	0,28±0,01	0,12±0,01	0,160±0,010
	3 мес.	0,26±0,01	0,13±0,01	0,130±0,010
	6 мес.	0,24±0,01	0,13±0,01	0,110±0,010
	9 мес.	0,16±0,02	0,10±0,01	0,060±0,001
Тайберри	Начало	0,29±0,02	0,16±0,01	0,130±0,001
	3 мес.	0,23±0,01	0,14±0,01	0,090±0,009
	6 мес.	0,21±0,01	0,13±0,01	0,080±0,004
	9 мес.	0,19±0,01	0,12±0,01	0,070±0,006
Торнлесс	Начало	0,29±0,02	0,12±0,01	0,170±0,010
	3 мес.	0,27±0,02	0,12±0,01	0,150±0,011
	6 мес.	0,25±0,02	0,14±0,01	0,110±0,002
	9 мес.	0,21±0,02	0,13±0,01	0,080±0,005
Торнфри	Начало	0,28±0,02	0,13±0,01	0,15±0,004
	3 мес.	0,22±0,01	0,10±0,01	0,12±0,003
	6 мес.	0,20±0,01	0,12±0,01	0,08±0,009
	9 мес.	0,19±0,02	0,12±0,01	0,07±0,003

Содержание пектиновых веществ у культивируемой ежевики на начало хранения сопоставимо с данными у дикорастущей. В конце хранения отмечается уменьшение суммы пектиновых веществ у сорта Агава в 1,75 раза. Так же как и у дикорасту-

щей, у культивируемой ежевики к концу хранения отмечаются значительные потери протопектина.

Физиолого-биохимические характеристики являются важным показателем качества замороженных ягод и свидетельствуют о степени изменения структурно-механических и органолептических свойств, а также влагоудерживающей способности тканей при воздействии холода.

Протопектин относится к структурным полисахаридам и совместно с целлюлозой и гемицеллюлозой составляет основу клеточных стенок растительного объекта, уменьшение его количества влияет на консистенцию ягод и клеточную проницаемость. Таким образом, можно отметить, что при гидролизе пектиновых веществ изменяются органолептические характеристики.

Достаточно объективно оценить качество ежевики при замораживании и последующем хранении позволяет анализ динамики сахаров и антоцианов. Эти два показателя определяют вкус, внешний вид и цвет ягод, важнейшие сенсорные характеристики.

Антоцианы создают широкую цветовую гамму от нежно-розового, малинового до красного, пурпурного, рубинового и почти черного оттенков разной интенсивности. Состав антоцианов достаточно индивидуален, структура может изменяться, что приводит к ослаблению, искажению и даже утрате натурального цвета. Поэтому количественный и качественный состав антоцианов является надежным критерием аутентичности (натуральности), а также уровня качества продуктов переработки плодов и ягод.

Необходимо отметить, что большинство форм и сортов, за исключением Тайберри, при закладке на хранение имели значительное содержание антоцианов.

Наиболее высокая обеспеченность антоцианами характерна для дикорастущей ежевики. При закладке на хранение их содержание составляло от 1310,4 для дикорастущей ежевики Алтайского края до 1942,9 мг/100 г у дикорастущей ежевики Новосибирской области (табл. 3).

Таблица 3

Изменение содержания массовой доли кислот и антоцианов при хранении дикорастущей замороженной ежевики

Происхождение	Период хранения	Массовая доля кислот, % (в пересчете на лимонную)	Антоцианы, мг/100 г
Алтайский край	Начало	1,27±0,04	1310,4±110,1
	3 мес.	1,27±0,06	1189,4±91,2
	6 мес.	1,25±0,04	1040,1±87,9
	9 мес.	1,23±0,07	990,8±93,2
Новосибирская область	Начало	1,48±0,12	1942,9±64,5
	3 мес.	1,47±0,11	1709,5±99,1
	6 мес.	1,44±0,10	1411,2±76,2
	9 мес.	1,41±0,11	1232,8±89,4

При хранении замороженной ежевики происходит постепенное разрушение антоцианов. Высокое содержание антоцианов в большинстве сортов и форм ежевики обеспечивает их запас и на конец хранения – 47–81 % от исходного.

После хранения в течение 9 месяцев максимальное количество антоцианов зарегистрировано в дикорастущей ежевике Новосибирской области и у культивируемой сорта Торнфри – 1233 и 1142 мг/100 г соответственно. Через 9 месяцев хранения проявились различия между формами и сортами ежевики по остаточному содержанию в них антоцианов.

В большей мере сохранились антоцианы в ежевике с высокой кислотностью. Следует отметить высокую стабильность антоцианов в дикорастущей ежевике, а также у культивируемых сортов Агавам и Торнфри (табл. 4).

Таблица 4

Изменение содержания массовой доли кислот и антоцианов при хранении культивируемой замороженной ежевики

Сорт	Период хранения	Массовая доля кислот, % (в пересчете на лимонную)	Антоцианы, мг/100 г
Агавам	Начало	1,16	1451,9
	3 мес.	1,14	1256,3
	6 мес.	0,85	1030,4
	9 мес.	0,80	879,2
Тайберри	Начало	0,94	581,1
	3 мес.	0,92	342,9
	6 мес.	0,90	312,9
	9 мес.	0,87	273,8
Торнлесс	Начало	1,56	1092,5
	3 мес.	1,54	993,2
	6 мес.	1,18	780,1
	9 мес.	1,14	591,3
Торнфри	Начало	1,62	1410,4
	3 мес.	1,60	1289,4
	6 мес.	1,44	1205,6
	9 мес.	1,36	1141,7

Через 3 месяца хранения в плодах исследуемых форм и сортов осталось 86,5–92,7 % антоцианов от начального их содержания. Через 6 месяцев хранения содержание антоцианов у большинства сортов и форм, за исключением сорта Тайберри, было таким же высоким и составило 71–74 % от исходного. Высокая стабильность антоцианов характерна при 6-месячном хранении плодов сорта Торнфри, где потери антоцианов составили всего 14,5 % от исходного количества.

Менее всего антоцианов обнаружено у гибрида Тайберри, в плодах которого после хранения в течение 3 месяцев содержалось лишь 59 % от исходного, а после 9 месяцев хранения – в 2–4 раза меньше, чем у других сортов и форм.

Наиболее значительные изменения по содержанию массовой доли кислот произошли при хранении культивируемой ежевики. Через 9 месяцев хранения наблюдается снижение показателя на 30 % у сортов Агавам и Торнлесс, на 20 % у сорта Торнфри. Менее заметные изменения у гибрида Тайберри – чуть более 10 %.

Уменьшение массовой доли кислот произошло и при хранении дикорастущей ежевики Алтайского края и Новосибирской области, однако оно не так значительно и составляет порядка 5 %.

Современный рынок предъявляет высокие требования к содержанию биологически активных веществ, в том числе антоцианов, в замороженных ягодах и продуктах их переработки. Выявленная динамика антоцианов при длительном хранении подтверждает необходимость и рациональность использования для переработки смеси сортов и форм, соответствующих природным особенностям ежевики. При этом достигается их взаимное обогащение и сбалансированность состава продуктов переработки.

В процессе хранения одновременно изменяется не только содержание лабильных веществ, но и влаги, которое в изучаемых образцах дикорастущей ежевики сначала незначительно уменьшается, а затем возрастает и к концу срока хранения превышает начальные показатели (табл. 5).

Таблица 5

Динамика сахаров при хранении дикорастущей замороженной ежевики

Место произрастания	Период хранения	Массовая доля влаги, %	Сахара, %, в том числе	
			сумма	редуцирующие
Алтайский край	Начало	83,20±4,11	7,50±0,22	7,18±0,21
	3 мес.	82,13±4,56	7,20±0,64	6,92±0,53
	6 мес.	83,52±3,43	6,50±0,11	6,50±0,14
	9 мес.	84,95±1,09	5,77±0,23	5,77±0,23
Новосибирская область	Начало	87,37±4,12	5,25±0,41	4,78±0,41
	3 мес.	86,30±2,41	4,81±0,34	4,61±0,37
	6 мес.	86,74±6,08	4,55±0,21	4,55±0,34
	9 мес.	88,40±2,12	3,74±0,10	3,74±0,27

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что при хранении замороженной дикорастущей ежевики через 6 месяцев полностью гидролизует сахароза.

Некоторые особенности наблюдаются в динамике углеводов при хранении сортовой ежевики (табл. 6). Уже в первые 3 месяца хранения завершается гидролиз сахарозы.

Таблица 6

Динамика сахаров при хранении культивируемой замороженной ежевики

Сорт	Период хранения	Массовая доля влаги, %	Сахара, %, в том числе	
			сумма	редуцирующие
Агавам	Начало	86,70±0,11	7,40±0,01	7,10±0,03
	3 мес.	86,12±0,07	7,50±0,04	7,50±0,08
	6 мес.	84,10±0,03	7,74±0,11	7,74±0,02
	9 мес.	81,66±0,03	8,06±0,07	8,06±0,04
Тайберри	Начало	82,44±0,11	8,89±0,13	8,55±0,02
	3 мес.	83,39±0,10	7,87±0,16	7,87±0,09
	6 мес.	81,20±0,07	7,96±0,04	7,96±0,03
	9 мес.	79,00±0,21	7,51±0,03	7,51±0,07
Торнлесс	Начало	88,95±0,10	5,78±0,01	5,50±0,04
	3 мес.	88,92±0,19	5,54±0,02	5,54±0,01
	6 мес.	88,30±0,04	5,10±0,06	5,10±0,02
	9 мес.	87,87±0,07	5,28±0,04	5,28±0,04
Торнфри	Начало	79,71±0,14	7,60±0,06	7,22±0,04
	3 мес.	79,52±0,21	7,50±0,01	7,50±0,03
	6 мес.	78,40±0,08	7,35±0,14	7,35±0,05
	9 мес.	77,11±0,02	7,15±0,04	7,15±0,09

Как следует из полученных данных, динамика углеводов у разных форм и помологических сортов ежевики близка, направленность процессов одинакова, количество сахаров постепенно снижается в течение всего срока хранения.

Некоторое увеличение содержания сахаров в сыром веществе на отдельных этапах хранения ежевики сорта Агавам не подтвердилось при пересчете на абсолютно сухое вещество.

По результатам наших исследований можно сделать вывод: чем больше обеспеченность ежевики сухими веществами, в первую очередь сахарами, и чем меньше в ней свободной влаги, тем лучше сохраняется исходный состав исследуемых объектов. Это четко прослеживается при хранении дикорастущей ежевики (Алтайский край) и сорта Агавам.

Ежевика содержит в своем составе широкий спектр биологически активных веществ, которые нужно максимально сохранить, применяя современные технологии переработки. Во многих отношениях ягоды являются идеальным объектом для замораживания, особенно если в дальнейшем планируется их переработка.

Хранение ежевики в замороженном виде дает возможность обеспечить ценной продукцией потре-

бителя и создать стратегический запас сырья для переработки в межсезонный период, так как по результатам проведенных нами исследований было выявлено, что хранение в течение 9 месяцев не отражается существенно на качестве ягод. Следовательно, у замороженных ягод есть возможность занять позицию между свежими и консервированными по цене, но превзойти последние по качеству.

Выводы

1. По биохимическому потенциалу плоды дикорастущей и культивируемой ежевики сопоставимы между собой, богаты углеводами, основная доля которых представлена сахарами и пектиновыми веществами.

2. Плоды ежевики большинства исследованных сортов и форм, кроме Тайберри, богаты антоцианами, максимальное содержание составляет 1942,9 мг/100 г.

3. На основании изучения динамики качества замороженных плодов ежевики по отдельным показателям выявлено, что большинство сортов и форм ежевики, кроме Тайберри, могут храниться в течение 9 месяцев без существенного изменения этих показателей в сторону ухудшения качества.

Список литературы

1. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е, перераб. и доп. / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
2. Труды III Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – 510 с.
3. Гудковский, В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2001. – № 4. – С. 13–18.
4. Шишкина, Н.С. Быстрое замораживание ягод черной смородины новых сортов / Н.С. Шишкина, С.В. Авилова, М.В. Гладков // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 2003. – № 1. – С. 26–29.
5. Шишкина, Н.С. Криогенное замораживание ягод, плодов и овощей / Н.С. Шишкина, М.Л. Лежнева, О.В. Карастоянова, К.П. Венгер, О.А. Фесков // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 2004. – № 6. – С. 34–37.
6. Кадочникова, Е.Н. Товароведная характеристика плодов дикорастущей и культивируемой ежевики и продуктов ее переработки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. – 2007. – 118 с.
7. Papas, A.M. Determinants of antioxidant status in humans. Antioxidants in higher plants: biosynthesis, characteristics, action and specific functions in stress defence / G. Noga, M. Schmitz. 1998: 1–16.
8. Wang H., Cao G., Prior R.L. Total antioxidant capacity of fruits // J. Agr. Food. Chem. – 1996. – № 44. – P. 701–705.

НОУ ВПО Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»,
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.
Тел./факс: (383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

SUMMARY

E.N. Kadochnikova, M.D. Gubina

Dynamics of the basic food substances of the wild-growing and cultivated frozen blackberry during storage

In the article the results of research on dynamics of the basic food substances of the frozen wild and cultivated blackberry (moisture, sugars, organic acids, anthocianins and pectinaceous substances) in the course of storage are presented. It is revealed that with different forms and pomologic grades of blackberry the trends of the processes are almost identical, the quantity of sugars gradually decreases during the whole period of storage, the hydrolysis of sucrose and pectinaceous substances takes place which involves the changes in organoleptic characteristics. High provision of the investigated blackberry with phenolic compounds namely anthocianins, characteristic of the given berries, is marked.

By the results of the research the conclusion is drawn that the more the provision of blackberry with solids, mainly sugars, and the less free moisture, the safer the original content is.

Blackberry, storage, dynamics of quality, carbohydrates, phenolic compounds.

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia
Phone/Fax: +7(383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su