

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ГОЛУБИКИ САДОВОЙ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ И ХРАНЕНИИ В ЗАМОРОЖЕННОМ ВИДЕ

*С.Л. Масанский, Ю.М. Пинчукова*

Представлены комплексные исследования об изменении количественных показателей потребительских свойств ягод голубики садовой сорта Northland при замораживании. Проведена сравнительная оценка изменения биохимического состава и органолептических показателей ягод голубики в процессе длительного хранения при температуре минус 18–20°C. Определены оптимальные сроки хранения замороженной ягоды голубики. Выявлено, что при хранении в течение девяти месяцев при температуре минус 18–20°C в конечных продуктах сохраняется достаточно высокое содержание углеводов, органических кислот и биологически активных веществ (витамины, фенольные соединения, пектиновые вещества), ягода характеризуется высокими органолептическими показателями.

### Введение

Потребительская ценность ягод определяется их органолептическими показателями, а также содержанием пищевых и биологически активных веществ, таких как витамины, флавоноиды, пищевые волокна. Помимо питательной функции эти вещества регулируют обменные процессы, влияют на функции отдельных органов, их дефицит сопровождается снижением защитных сил организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, снижению умственной и физической работоспособности. [1,2]

Однако период потребления плодов и ягод в свежем виде ограничен, что определяет необходимость поиска способов переработки для круглогодичного обеспечения населения данной продукцией. Голубика садовая является в настоящее время перспективным видом ягод для промышленного выращивания. Поэтому актуальным является обеспечение способов ее консервирования, в частности, замораживанием.

Замораживание является наиболее распространенным и надежным способом консервирования. Низкие температуры ингибируют активность ферментов, что обеспечивает высокую степень сохранности питательных и биологически активных веществ в продуктах.

В процессе замораживания свежих плодов и ягод в них происходят количественные изменения веществ, влияющие на формирование потребительских свойств.

Из литературных источников известно, что биохимические процессы при замораживании ягод состоят, в основном, в инверсии сахарозы, а также некотором разрушении наиболее лабильных компонентов, таких как пигменты, витамины, фенольные соединения. Однако эти изменения не приводят к заметному ухудшению качества. Процессу замораживания сопутствуют гидролиз полисахаридов и пектиновых веществ, что приводит к увеличению редуцирующих сахаров. При замораживании происходит накопление растворимых углеводов, а именно моносахаридов. [3,4]

Наряду с вышесказанным следует отметить, что в литературе практически отсутствуют данные, позволяющие проследить динамику количественного изменения пищевых веществ, включая и биологически активные вещества при замораживании ягод голубики садовой, что определяет необходимость их изучения.

Целью данной работы является изучение количественных изменений биохимического состава при замораживании ягод голубики садовой, а также в процессе ее хранения.

### Объекты и методы исследования

Были исследованы свежие ягоды голубики садовой высокорослой (*Vaccinium myrtillus* L.), сорта Northland, выращенные на опытном полигоне лаборатории интродукции плодово-ягодных растений Центрального ботанического сада в Ганцевичском районе Брестской области (урожай 2007 года). По времени созревания данный сорт относится к средне-спелым. Объектом исследования также явились ягоды голубики после их замораживания

при температуре минус 18–20°C и ягоды замороженной голубики в процессе хранения при данной температуре в течение года.

Потребительские свойства голубики садовой характеризовали следующими физико-химическими показателями: содержание сухих веществ (общих – по ГОСТ 28561-90; растворимых – рефрактометрически по ГОСТ 28562-90); титруемую кислотность определяли по ГОСТ 25555.0-82; массовую долю редуцирующих и общих сахаров определяли согласно ГОСТ 8756.13-87; определение аскорбиновой кислоты проводили титрометрическим методом для окрашенных растворов по ГОСТ 24556-89; зольность определяли по ГОСТ 25555.4-91; сумму фенольных соединений определяли объемным методом Левенталья. Для определения пектиновых веществ экстрагировали две фракции: растворимый пектин (водная экстракция) и протопектин (кислотная экстракция) с последующим осаждением этанолом. [5,6]

Для проверки достоверности экспериментальных данных использовались методы описательной статистики.

### Результаты исследований и их обсуждение

В процессе замораживания свежих ягод установлены некоторые изменения показателей их биохимического состава. Плоды голубики замораживали бесконтактным способом в климатической камере до температуры минус 18–20°C. В результате замораживания свежих ягод в них происходят некоторые изменения веществ, влияющие на формирование потребительских свойств.

Соответствующие количественные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение биохимического состава ягод голубики садовой при замораживании

Наименование показателей	Значение показателей	
	в свежей ягоде	в ягоде после замораживания
Влажность, %	87,0 ± 0,3	85,8 ± 0,5
Массовая доля сухих веществ, %		
- общие	13,0 ± 0,3	14,2 ± 0,1
- растворимые	11,2 ± 0,2	12,1 ± 0,1
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту), %	1,17 ± 0,08	1,21 ± 0,06
Массовая доля сахаров, %		
- общие	9,05 ± 0,3	9,84 ± 0,1
- редуцирующие	6,97 ± 0,1	4,55 ± 0,2
Сумма фенольных соединений, мг/100 г (на сырое вещество)	691 ± 7,0	722 ± 8,0
Витамин С, мг/100 г	26,6 ± 0,7	23,0 ± 0,5
β-каротин, мг/100 г	1,29 ± 0,02	1,26 ± 0,04
Массовая доля пектиновых веществ, мг/100 г	4,77 ± 0,08	4,29 ± 0,06
Зольность, %	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,03

При замораживании ягоды происходит увеличение сахаров на 8,7%. Увеличение количества сахаров прежде всего связано с уменьшением содержания влаги при замораживании и увеличением содержания сухих веществ (после замораживания содержание сухих веществ в ягоде голубики увеличилось на 8 %).

Содержание органических кислот в исследуемых образцах также изменилось. Произошло увеличение общего количества органических кислот на 3,7%. Увеличение кислот может быть связано с ферментативным окислением моносахаров, а также со снижением содержания влаги. Содержание витамина С уменьшилось на 13% от исходного количества. Достаточно высокая сохраняемость витамина С при замораживании может быть связана с восстановительными свойствами дегидроаскорбиновой кислоты, что подтверждается литературными дан-

ными. [2] Содержание каротина при замораживании изменилось незначительно, так как известно, что каротиноиды относительно устойчивы к низким температурам. Так, потери каротина в голубике составили 2%. Содержание фенольных веществ при замораживании голубики увеличилось на 4,5% от исходного количества. Увеличение веществ фенольной природы может быть связано с ферментативными процессами или синтезом полифенолов при воздействии на них низких температур. [7] Содержание пектиновых веществ в процессе замораживания голубики снизилось на 10% от исходного количества. Возможно, снижение связано с гидролитическими процессами, что подтверждается литературными данными. [2]

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что замораживание голубики позволяет максимально сохранить в ней важнейшие биологически активные вещества, обуславливающие ее пищевую ценность. В этой связи консервирование голубики садовой замораживанием эффективно. В ходе экспериментальных исследований были определены изменения потребительских свойств замороженных ягод в процессе хранения. Замороженные плоды хранили при температуре минус 18–20°C и относительной влажности воздуха 90–95% в морозильной камере в течение 12 месяцев. Проверяли качественное состояние плодов и анализировали их химический состав после трех, шести, девяти и двенадцати месяцев хранения. В процессе хранения была проведена оценка органолептических показателей качества замороженных плодов голубики по разработанной 25-балльной шкале. Результаты оценки ягод голубики представлены на рисунках 1–4.

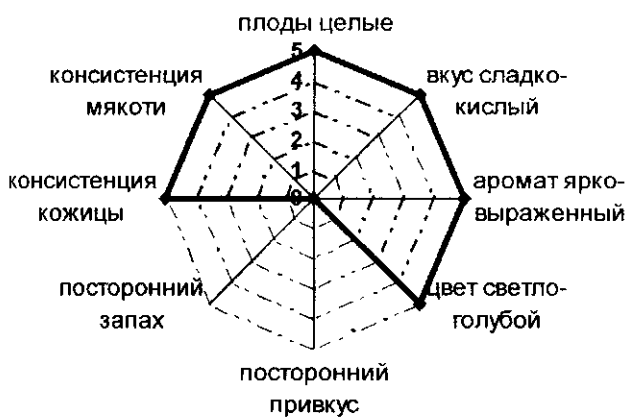


Рисунок 1 – Органолептические показатели замороженных плодов голубики после трех месяцев хранения

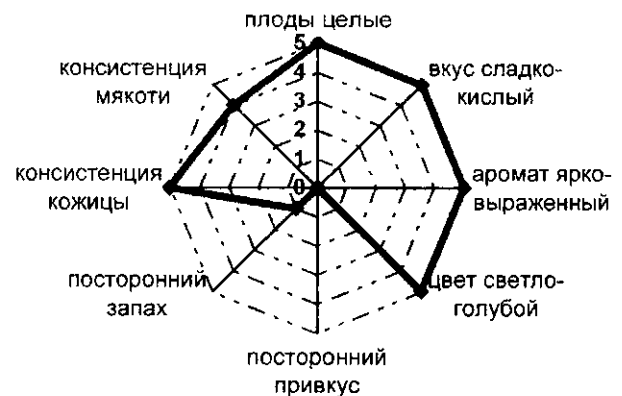


Рисунок 2 – Органолептические показатели замороженных плодов голубики после шести месяцев хранения

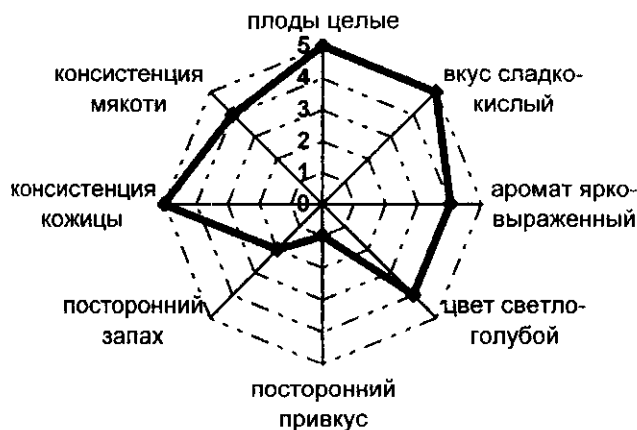


Рисунок 3 – Органолептические показатели замороженных плодов голубики после девяти месяцев хранения

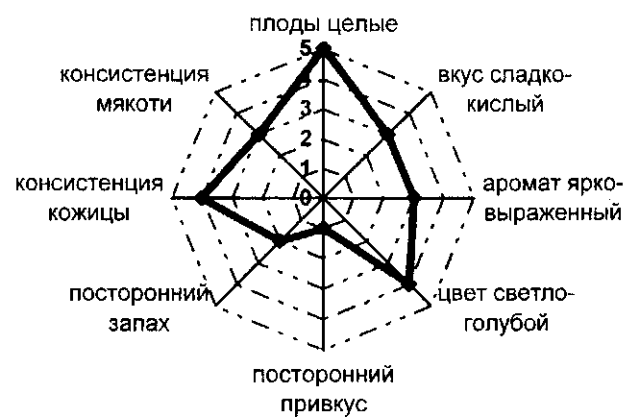


Рисунок 4 – Органолептические показатели замороженных плодов голубики после двенадцати месяцев хранения

По результатам органолептической оценки выявлено, что ягоды голубики в заморожен-

ном виде после трех и шести месяцев хранения характеризовались хорошим внешним видом и цветом, свойственным данному виду ягод. После размораживания отмечалось незначительное размягчение консистенции. Цвет не изменился и оставался свойственным свежей ягоде. После девяти месяцев хранения ягоды характеризовались приемлемым качеством, а после двенадцати месяцев произошло существенное ухудшение вкуса, цвета и консистенции.

Химический состав замороженных ягод голубики в процессе хранения был изучен по восьми показателям (таблица 2).

Таблица 2 – Изменения биохимического состава ягод замороженной голубики при хранении

Наименование показателей	Значение показателей				
	на начало хранения	после хранения ягод в течение, месяцев			
		3	6	9	12
Массовая доля влаги, %	85,8 ± 0,5	84,05±0,3	83,28±0,3	82,34±0,5	81,19±0,2
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	12,1±0,1	12,4±0,3	12,7±0,1	12,9±0,4	13,1±0,2
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту), %	1,21 ± 0,06	1,28±0,03	1,34±0,03	1,37±0,04	1,39±0,06
Массовая доля сахаров, % (общие)	9,84 ± 0,10	10,8±0,21	9,54±0,16	9,10±0,26	8,94±0,16
Сумма фенольных соединений, мг/100 г (на сырое вещество)	722 ± 7	770 ± 8	815 ± 9	820 ± 11	823 ± 7
Витамин С, мг/100 г	23,0±0,5	21,2±0,4	20,4±0,6	19,0±0,2	17,7±0,4
Содержание β-каротина, мг/100 г	1,29±0,02	1,28±0,01	1,25±0,02	1,24±0,06	1,21±0,04
Массовая доля пектиновых веществ, %	4,29±0,06	4,02±0,12	3,84±0,10	3,75±0,18	3,31±0,07

Из таблицы 2 видно, что в процессе хранения наблюдалось постепенное увеличение содержания растворимых сухих веществ, связанное с вымораживанием части воды и ферментативными процессами. К концу шестого месяца хранения содержание растворимых сухих веществ увеличилось в среднем на 5%, а к концу двенадцатого месяца увеличение составило 7%.

Увеличивается также и количество органических кислот при хранении вследствие протекания медленных ферментативных процессов и усушки плодов, которое составляет к концу шестого месяца 1,34%, а к концу двенадцатого месяца хранения 1,39%. Увеличение кислот к концу хранения голубики составило около 15% по отношению к исходному содержанию, что отразилось на вкусе ягод.

Установлено, что после трех месяцев хранения ягод голубики садовой общее количество сахаров увеличилось на 5%. Такие изменения сахаров при хранении можно объяснить тем, что в первые месяцы хранения в замороженных ягодах гидролитические ферменты сохраняют достаточно высокую активность, за счет чего происходит накопление моносахаров. При последующем хранении количество сахаров уменьшилось. После девяти месяцев хранения потери сахаров составили 7,5% от исходного содержания.

В процессе хранения произошло изменение содержания пектиновых веществ. После трех месяцев хранения их количество уменьшилось на 6,3%, потери наблюдались в процессе всего периода хранения. К концу хранения потери пектиновых веществ составили 23% от исходного количества.

Количество витамина С после трех месяцев хранения уменьшилось на 8% и продолжало уменьшаться в течение всего срока хранения. К концу хранения потери витамина С составили 23% от исходного их содержания.

Содержание β-каротина в ягодах в течение всего периода хранения изменилось незначительно. К концу хранения его потери составили 6% от исходного содержания.

Общее количество фенольных веществ к концу хранения увеличилось на 14% по сравнению с исходным содержанием. Это, возможно, связано с накоплением фенольных веществ,

происходящим за счет ферментативных процессов, что подтверждено некоторыми литературными данными [2].

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что замораживание голубики позволяет максимально сохранить в них исходные вещества, в том числе и биологически активные. Замороженные плоды голубики в процессе хранения при температуре минус 18–20°C до 9 месяцев сохраняют высокие органолептические показатели, а также сохраняют природные свойства как источники углеводов, пектиновых веществ, органических кислот и биологически активных веществ (витаминов, фенольных соединений).

### **Заключение**

Изучено влияние процесса замораживания на изменение потребительских свойств ягод садовой голубики. Установлена высокая сохраняемость биохимического состава голубики садовой в процессе замораживания и длительного хранения, что характеризует высокие потребительские свойства ягоды и эффективность замораживания как способа ее консервирования. Установлено, что при замораживании и хранении ягод при температуре минус 18–20°C в течение девяти месяцев сохраняемость сахаров находится на уровне 93%, пектиновых веществ – 87%, витамина С – 83%, β-каротина – 96 %. Даны рекомендации по использованию замороженных ягод голубики садовой в качестве сырья для круглогодичного производства продуктов питания с высоким содержанием биологически активных веществ, а также для непосредственного использования в питании.

### **Литература**

- 1 Луговая, Н.П. Полуфабрикаты длительного хранения / Н.П. Луговая, С.А. Сулецкий, И.М. Стасилевич, О.В. Савина // Москва: Пищевая промышленность. – 2008. – № 2. – С. 24–25.
- 2 Петрова, В.П. Биохимия дикорастущих плодов и ягодных растений / В.П. Петрова. – Киев: Высшая школа, 1986. – 287 с.
- 3 Круглякова, Г.В. Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов / Г.В. Круглякова. – Москва: Экономика, 1990. – 159 с.
- 4 Ширко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Минск: Наука и техника, 1991. – 295 с.
- 5 Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]; под ред. А.И.Ермакова. – Ленинград: ВО Агропромиздат, 1987. – 429 с.
- 6 Марх, А.Т. Технологический контроль консервного производства / А.Т. Марх, Т.Ф. Зыкина, В.Н. Голубев. – Минск: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
- 7 Танчев, С.С. Антоцианы в плодах и овощах / С.С. Танчев. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 302 с.

*Поступила в редакцию 26.08.2008*