

УДК: 641.1

Изменение химического состава фенхеля при хранении в замороженном состоянии

Прокофьев А.А., канд.с.-х.наук **Степанова Н.Ю.** natelaspb@yandex.ru

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
Россия, Санкт-Петербург, 196601, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2*

Свежая зелень фенхеля имеет высокую питательную ценность и обладает многими лечебными свойствами. Однако сохранить её в свежем виде длительное время не представляется возможным. В связи с этим встаёт вопрос о возможностях переработки фенхеля. Одним из наиболее перспективных способов переработки является замораживание. В работе рассмотрена возможность замораживания фенхеля и дальнейшего хранения в замороженном состоянии. Данные химического состава замороженного фенхеля показывают изменения содержания полезных веществ (сахаров, аскорбиновой кислоты, каротиноидов и хлорофилла) в зависимости от срока хранения. Доказано, что в замороженной продукции остаётся очень высокое содержание этих веществ. В работе отражено влияние изучаемого образца и содержания в нём биологически ценных веществ в свежем виде на последующие изменения при хранении в замороженном состоянии. Выделены образцы с максимальным содержанием полезных веществ.

Ключевые слова: замораживание, фенхель, химический состав.

The chemical composition of fennel storage frozen

Prokofjev A.A., Ph.D. **Stepanova N.Y.** natelaspb@yandex.ru

*Saint-Petersburg state agrarian University
Russia, St. Petersburg, 196601, Mr. Pushkin, Peterburgskoye Highway, house 2*

Fresh herbs fennel has a high nutritional value and has many medicinal properties. However, to keep it fresh for a long time is not possible. This raises the question about the possibilities of processing fennel. The paper considers the possibility of freezing and subsequent storage in the frozen state. The data of the chemical composition of the frozen fennel show changes in the content of nutrients depending on the retention period. The work shows the influence of the studied sample and the content of biologically valuable substances in fresh form for subsequent changes during storage in the frozen state.

Key words: freezing, fennel, chemical composition.

В настоящее время быстрое замораживание плодов и овощей и последующее их хранение в замороженном состоянии является одним из лучших способов консервирования.

Этот способ переработки помогает сохранить урожай и переработать его в более поздний срок, сократить сезонность в переработке плодов и овощей, так как замороженное сырье можно использовать для производства консервированной продукции. Замораживанием называют процесс понижения температуры продукта ниже криоскопической с превращением в лёд содержащейся в нём воды. При замораживании прекращаются почти все микробиологические и сильно замедляются биохимические процессы. [2,7]

Плоды, ягоды и овощи в целом или нарезанном виде упаковывают и замораживают по технологии шоковой заморозки при температуре - 35...40⁰С до достижения внутри продукта температуры - 18⁰С.[4]

В замороженном сырье хорошо сохраняются витамины, ароматические, красящие и другие вещества. Такие продукты мало чем отличаются от свежих, поэтому этот метод консервирования – самый прогрессивный и перспективный, особенно при производстве продуктов для детского и диетического питания. [8]

Трудно переоценить пользу для человека зеленных культур. Количество входящих в их состав микро- и макроэлементов, а также витаминов, не уступает фруктам и овощам, а усваиваются они даже лучше. [6]

Огромная польза зеленных культур в том, что в организм поступают необходимые белки, так как в ней содержится большое количество аминокислот, участвующих в построении белков. Также организм человека получает нерастворимую клетчатку, которая качественно очищает от шлаков весь пищеварительный тракт. Зеленные культуры оказывает на ткани организма «ощелачивающее» действие и участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия, нейтрализуя кислую реакцию после приема животной пищи. Открытие Отто Уорбурга показало, что рак вызывается ослабленным клеточным дыханием, когда клеткам не хватает кислорода. Зелень богата хлорофиллом. Хлорофилл богат кислородом. [10]

Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill) – многолетнее травянистое растение семейства Сельдереиные (*Ariaceae*). Внешне фенхель похож на укроп, но обладает сладковатым вкусом и легким ароматом аниса. В зрелых плодах содержится 5 – 7 % эфирного масла. [12] Это эфирное масло представляет собой бесцветную жидкость, на вкус сначала горьковатую, потом сладкую, и именно ей фенхель обязан многими своими лечебными и вкусовыми свойствами. Фенхель содержит большое количество витамина С, каротин (6 – 10 мг), витамины В, Е, РР. [9]

Листья фенхеля употребляются в качестве гарнира и ароматной приправы к супам, мясным и овощным блюдам. Плоды фенхеля используют как специи при засолке огурцов и томатов, квашении капусты и приготовлении маринадов. [11]

Это растение обладает полезными бактерицидными, антиоксидантными, заживляющими противовоспалительными, мочегонными, обезболивающими свойствами. [1]

В течение 3-х лет (2012 – 2014гг.) нами были проведены исследования по изменению химического состава фенхеля после замораживания и при хранении его в этом состоянии. Наблюдения проводили на 13-ти образцах фенхеля из коллекции ВИР:

- № 21 – из Афганистана,
- № 22 – sel 71 из Индии,
- № 26 – из Эфиопии,
- № 33 – Местный из Киргизии,
- № 39 – из Кении,
- № 45 – Московский из Азербайджана,
- № 49 – Fennel Florenee из США,
- № Вр. 17 – De Florenee из Франции
- № Вр. 151 – из Испании
- № Вр. 208 – из Азербайджана,
- № Вр.220 – Черновицкий из России
- № Вр. 254 – из Франции
- № Вр. 259 – Раннеспелый из Краснодарского края.

Все испытуемые образцы выращивали в открытом грунте Ленинградской области на опытном поле кафедры плодовоовощеводства СПбГАУ.

Результаты наших исследований показали следующее. Содержание сухих веществ в зелени фенхеля варьирует по образцам в пределах 15,6-18,8% (табл. 1). Наибольшее количество сухих веществ отмечено у образцов под № 21 (Афганистан), № 49 (США), № 26 (Эфиопия). Количество сахаров в зелени фенхеля находится в пределах 1,6-3,3%. Максимальное количество сахаров было у образцов Вр. 208 (Азербайджан) – 3,3%, № 39 (Кения) – 2,9% и № 49 (США) – 2,8%.

Зелень фенхеля богата аскорбиновой кислотой от 6 до 13 мг/100г. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты накопили образцы № Вр. 151 (Испания) -12,9 мг/100г, Вр.17 (Франция) – 11,6 мг/100г.

По количеству каротиноидов зелень фенхеля не уступает лучшим сортам моркови – 15-22% . [4] Больше всего каротиноидов обнаружено в образцах № 22 (Индия) – 21,6 мг/100г, Вр.151 (Испания) – 22,6 мг/100г. По содержанию хлорофилла были выделены образцы № 45 (Азербайджан)– 153 мг/100г, № 49 (США) – 168 мг/100г.

Анализируя химический состав свежей зелени по комплексу показателей можно выделить образцы Вр 17 (Франция), Вр 151 (Испания), № 45 (Азербайджан).

Определение химического состава замороженной зелени фенхеля было проведено через 3 и через 6 месяцев после хранения. Полученные данные представлены в таблицах 2 и 3.

Как показывают полученные данные через 3 месяца хранения фенхеля в замороженном состоянии содержание сухих веществ уменьшилось очень незначительно на 0,3-0,6%. Наибольшее количество сухих веществ отмечено у образцов № 21 (Афганистан) и № 49 (США).

Таблица 1.

Химический состав свежей зелени фенхеля (средние данные за 2012-2014г г.)

№ образца	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Каротиноиды, мг/100г	Хлорофилл, мг/100г
21 (Афганистан)	18,8	1,6	8,0	18,3	135
22 (Индия)	16,2	2,5	8,8	21,6	133
26 (Эфиопия)	18,2	2,4	6,6	18,4	145
33 (Киргизия)	17,4	2,6	7,8	15,6	117
39 (Кения)	17,9	2,9	6,2	17,1	116
45 (Азербайджан)	16,0	1,7	12,8	19,0	153
49 (США)	18,5	2,8	9,1	17,3	168
Вр.17 (Франция)	17,8	1,7	11,6	19,0	146
Вр. 151 (Испания)	12,6	2,5	12,9	22,6	147
Вр. 208 (Азербайджан)	17,6	3,3	8,3	15,7	112
Вр.220 (Россия)	17,7	1,6	9,6	17,1	115
Вр. 254 Франция)	15,6	1,5	5,4	17,3	106
Вр. 259 (Россия)	15,9	1,9	7,2	16,2	101

Сумма сахаров сильно варьировала в зависимости от образца от 1,3% до 3,0 %. Максимальное количество сахаров сохранили образцы Вр. 208 – 3,0%, № 39 – 2,5 %, № 49 (США)– 2,6 %. Надо отметить, что это достаточно высокое значение для замороженной зелени. Потери сахаров при замораживании составили всего 0,2-0,4%. [5]

Через 3 месяца хранения в замороженном состоянии произошло разрушение аскорбиновой кислоты. Потери по отношению к содержанию аскорбиновой кислоты в свежей зелени составили от 20 до 35%. Несмотря на это, количество аскорбиновой кислоты всё же значительно от 4 до 10 мг/100г. При тепловой же обработке потери аскорбиновой кислоты больше в несколько раз. [8] По количеству аскорбиновой кислоты выделились образцы под номерами Вр. 17 (Франция), Вр. 151 (Испания) и № 45 (Азербайджан).

Таблица 2.

Химический состав замороженной зелени фенхеля после 3-х месяцев хранения (среднее за 3 года)

Название и номер образца (по каталогу ВИР)	Сухое вещество %	Сахара %	Аскорбиновая кислота мг/100г	Каротиноиды мг/100г	Хлорофилл мг/100г
21 (Афганистан)	18,5	1,4	5,7	17,0	128
22 (Индия)	15,6	2,2	5,7	20,1	125
26 (Эфиопия)	17,8	2,3	4,3	16,6	134
33 (Киргизия)	17,2	2,4	6,4	15,0	110
39 (Кения)	17,5	2,5	4,7	15,8	109
45 (Азербайджан)	15,6	1,5	8,8	16,6	140
49 (США)	18,2	2,6	6,7	16,5	155
Вр.17 (Франция)	17,5	1,5	9,2	18,3	136
Вр. 151 (Испания)	12,4	2,3	10,3	21,4	137
Вр. 208 (Азербайджан)	17,4	3,0	7,2	13,9	102
Вр.220 (Россия)	17,5	1,5	8,0	15,9	103
Вр. 254 Франция)	15,3	1,3	4,6	15,8	96
Вр. 259 (Россия)	15,5	1,6	6,1	14,9	95

Очень хорошо при замораживании сохраняются каротиноиды. Их количество находилось в пределах от 13 до 21 мг/100 г в зависимости от образца. Потери каротиноидов через 3 месяца хранения в замороженном состоянии составили 8-13% от содержания его в свежей зелени. Наибольшее количество каротиноидов отмечено в образцах № 51 (Испания) – 21,4 мг/100г и № 22 (Индия) – 20,1 мг/100г.

Хорошо сохраняется в замороженной зелени хлорофилл. Потери его минимальные менее 5%.

Через 6 месяцев хранения в замороженном состоянии мы наблюдаем дальнейшее снижение содержания витаминов и сахаров (табл. 3). Отмечено снижение сухих веществ на 0,2-0,3%, снижение сахаров на 0,2-0,4%.

Происходит разрушение аскорбиновой кислоты и каротиноидов. За последующие 3 месяца хранения содержание аскорбиновой кислоты снизилось на 15-30% в зависимости от образца, содержание каротиноидов на 3-10%. В целом за 6 месяцев хранения замороженной зелени фенхеля отмечено снижение содержания аскорбиновой кислоты на 30-50%, каротиноидов на 10-20% по отношению к

свежей зелени. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты у образца Вр. 151 (Испания) и № 45 (Азербайджан), каротиноидов у Вр. 151 (Испания), 49 (США) и № 22 (Индия).

Таблица 3

Химический состав замороженной зелени фенхеля после 6-ти месяцев хранения (среднее за 3 года)

Название и номер образца (по каталогу ВИР)	Сухое вещество %	Сахара %	Аскорбиновая кислота мг/100г	Каротиноиды мг/100г	Хлорофилл мг/100г
21 (Афганистан)	18,2	1,2	3,7	16,3	121
22 (Индия)	15,3	1,8	4,1	18,2	120
26 (Эфиопия)	17,5	2,1	3,7	13,1	125
33 (Киргизия)	17,0	2,0	5,2	13,8	106
39 (Кения)	17,0	2,2	3,1	15,2	100
45 (Азербайджан)	15,0	1,3	7,7	16,1	131
49 (США)	17,6	2,4	5,3	16,0	138
Вр.17 (Франция)	17,2	1,4	7,5	17,1	129
Вр. 151 (Испания)	12,0	2,0	8,6	20,3	128
Вр. 208 (Азербайджан)	17,0	2,8	6,3	11,4	95
Вр.220 (Россия)	17,0	1,4	5,5	14,8	98
Вр. 254 Франция)	14,9	1,1	3,8	14,6	88
Вр. 259 (Россия)	15,1	1,4	5,2	14,1	84

Количество хлорофилла за 6 месяцев хранения в замороженном состоянии уменьшилось всего на 10%.

Исходя из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшая питательная ценность отмечена у свежей зелени фенхеля образцов Вр 17 (Франция), Вр 151 (Испания), № 45 (Азербайджан).
2. Замороженная зелень фенхеля обладает высокой питательной и биологической ценностью.
3. Даже через 6 месяцев хранения замороженной зелени содержание сухих веществ, сахаров и хлорофилла практически не изменяется.
4. Не смотря на разрушение витаминов в процессе замораживания и последующего хранения замороженная зелень фенхеля сохраняет 50-70% аскорбиновой кислоты и 80-90% каротиноидов.
5. По комплексу химических показателей замороженной зелени фенхеля лучшими образцами являются Вр 151 (Испания), Вр 17 (Франция), № 22 (Индия).

Список литературы

1. Белова А.Ю., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Влияние пигментов в листьях растений на формирование и свойства плодов // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. №1. С. 13.

2. **Калацевич Н.Н., Мурашев С.В.** Влияние состояния воды на физико-химические свойства растительной продукции и ее потери массы при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Процессы и аппараты пищевых производств. 2013. №1. С. 18.
3. **Марченко В.И., Степанова Н.Ю.** Химический состав плодов и овощей // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во СПбГАУ. – 2014. – С. 414-417.
4. **Марченко В.И., Степанова Н.Ю.** Значение витамина С и его сохраняемость при переработке и хранении // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2013. – часть 2. – С. 513-516.
5. **Мурашев С.В., Вержук В.Г., Белова А.Ю.** Раннее прогнозирование потерь плодовой продукции при холодильном хранении // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. № 1. С. 167-172.
6. **Мурашев С.В., Шарагова Н.Н.** Физико-химические свойства овощной и плодовой продукции и особенности ее хранения в охлажденном состоянии. Овощи России, № 1 (22), 2014. – С. 60-61.
7. **Мурашев С.В., Калацевич Н.Н., Вержук В.Г.** Влияние свободной влаги на естественную убыль массы плодовой и ягодной продукции при холодильном хранении // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 2. С. 158-161.
8. **Прокофьев А.А., Степанова Н.Ю.** Пищевая ценность свежей и замороженной зелени фенхеля. // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во СПбГАУ. – 2014. – С. 436-439.
9. **Прокофьев А.А., Степанова Н.Ю.** Пищевая ценность и агробиологические особенности фенхеля // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. – 2013. – часть 2. – С. 527-530.
10. **Степанова Н.Ю., Марченко В.И., Богатырёв А.Н.** Изменение химического состава зеленных культур при хранении в замороженном состоянии // Хранение и переработка сельхозсырья. Журнал. М.: Изд-во Пищевая промышленность. – 2014. – № 4. – С. 5-9.
11. **Степанова Н.Ю., Прокофьев А.А.** Изучение фенхеля в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – СПб. – 2014. – №35. – С. 16-22.
12. **Студенникова Е.В., Степанова Н.Ю.** Особенности выращивания фенхеля в Ленинградской области // Вестник студенческого научного общества. Журнал. – СПб. – 2014. – Часть 1. – С. 220-222.

References

1. **Belova A.Yu., Murashev S.V., Verzhuk V.G.** Influence of pigments in leaves of plants on formation and properties of fruits // *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2012. №1. P. 13.
2. **Kalatsevich N.N., Murashev S.V.** Influence of a condition of water on physical and chemical properties of vegetable production and its loss of weight at refrigerating storage.// *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2013. №1.
3. **Marchenko V.I., Stepanova N.Yu.** A chemical composition of fruits and vegetables// *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya*. Sbornik nauchnykh trudov. – SPb.: Izd-vo SPbGAU. – 2014. – P. 414-417.
4. **Marchenko V.I., Stepanova N.Yu.** Znacheneye of vitamin C and its keeping during the processing and storage // *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya*. Sbornik nauchnykh trudov. – SPb.: Izd-vo Politekhn. Un-ta, 2013. – chast' 2. – P. 513-516.

5. Murashev S.V., Verzhuk V.G. Belova A.Yu. Early forecasting of losses of fruit production at refrigerating storage // *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2011. № 1. P. 167-172.
6. Murashev S.V., Sharagova N.N. Physical and chemical properties of vegetable and fruit production and feature of its storage in the cooled state. // *Ovoshchi Rossii*, № 1 (22), 2014. – P. 60-61.
7. Murashev S.V., Kalatsevich N.N., Verzhuk V.G. Influence of free moisture on natural losses of mass of fruit and berry production at refrigerating storage // *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2012. № 2. P. 158-161.
8. Prokof'ev A.A., Stepanova N.Yu. The nutrition value is fresher and the frozen fennel greens. // *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya*. Sbornik nauchnykh trudov. – SPb.: Izd-vo SPbGAU. – 2014. – P. 436-439.
9. Prokof'ev A.A., Stepanova N.Yu. A nutrition value and agrobiological features of fennel // *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya*. Sbornik nauchnykh trudov. – SPb.: Izd-vo Politekhn. Un-ta. – 2013. – chast' 2. – P. 527-530.
10. Stepanova N.Yu., Marchenko V.I., Bogatyrev A.N. Change of a chemical composition of green cultures at storage in the frozen state // *Khranenie i pererabotka sel'skhozsyrya*. Zhurnal. M.: Izd-vo Pishchevaya promyshlennost'. – 2014. – № 4. – P. 5-9.
11. Stepanova N.Yu., Prokof'ev A.A. Studying of fennel in the conditions of the Leningrad region // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – SPb. – 2014. – №35. – P. 16-22.
12. Studennikova E.V., Stepanova N.Yu. Features of cultivation of fennel in the Leningrad region // *Vestnik studencheskogo nauchnogo obshchestva*. Zhurnal. – SPb. – 2014. – Chast' 1. – P. 220-222.