

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЖЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ ЯБЛОЧНОЙ МАССЫ

Бегиева М.Б.*, Камбаров М.А., Бегиева М.Х., Паритов А.Ю., Хараев А.М.

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

*madibeg@mail.ru

Обсуждены результаты исследования биохимического состава яблочной массы сортов «Голден Делишес» и «Айдаред», выращенных в Кабардино-Балкарской Республике, до и после длительного хранения (шесть и более месяцев) при температуре 2–5 °С. Исследованы процессы желеобразования и возможности получения желеобразных продуктов с функциональными свойствами, учитывающих срок годности продукции и постхранилищные изменения. Также определены содержание витамина С и пектиновых веществ до и после длительного хранения.

Ключевые слова: яблочные массы, витамин С, пектин, процессы желеобразования

STUDY OF THE PROCESS OF GELLING OF APPLE MASS

Begieva M.B., Kambarov M.A., Begieva M.Kh., Paritov A.Yu., Kharaev A.M.

Kabardino-Balkarian State University

The results of the study of the biochemical composition of the apple mass of the Golden Delicious and Idared varieties grown in the Kabardino-Balkarian Republic, before and after long-term storage (six months or more), at a temperature of +2–5 °C are discussed. The processes of gelation and the possibility of obtaining gelatinous products with functional properties, taking into account the shelf life of the products and post-storage effects are studied. The content of vitamin C and pectin substances before and after long-term storage (six months or more) are determined.

Keywords: apple mass, vitamin C, pectin, gelling processes

Кабардино-Балкарская Республика обладает значительным сырьевым потенциалом для производства желеобразных фруктово-ягодных изделий.

Основным сырьем для этих продуктов служат свежие яблоки, которые преимущественно перерабатываются в яблочный сок, в яблочное пюре, используемое в большинстве фруктово-ягодных кондитерских изделиях и полуфабрикатах [1, 2].

В современном обществе все больше людей стремятся к здоровому образу жизни, что сказывается на спросе на новые продукты на мировом рынке. Растет интерес к таким характеристикам, как: «без добавок или консервантов», «с низким содержанием сахаров», «не содержит аллергенов». Это побуждает производителей жележных продуктов адаптироваться и пересматривать стратегии позиционирования своих продуктов, чтобы не потерять клиентов.

Ввиду этого весьма актуальным является исследование биохимического состава яблок после длительного хранения (шесть и более месяцев). Это позволит учитывать сроки годности продуктов и постхранилищные эффекты, что, в свою очередь, поможет решить проблемы круглогодичного обеспечения фруктами для производства желеобразных изделий.

В связи с этим целью работы является выявление различий в химическом составе яблок разных сортов после длительного хранения (шесть и более месяцев) при температуре 2–5 °С, исследование процесса желеобразования и возможности получения желеобразных продуктов с функциональными свойствами после такого хранения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить изменения химического состава яблок после длительного хранения (шесть и более месяцев).
2. Провести анализ яблок на содержание сухих веществ, кислотности, пектина и сахаров.
3. Разработать рецептуру желеобразных продуктов с функциональными свойствами.

В последние десятилетия российские и зарубежные ученые интенсивно исследуют биологически активные вещества, выделяемых из растений. Они изучают их свойства, совершенствуют способы их получения из растительного сырья, а также их применение в различных областях промышленности [3–6].

Нами изучен биохимический состав образцов яблок сорта «Голден Делишес» и «Айдаред», которые были выращены в Кабардино-Балкарской Республике, после шести месяцев хранения, без предварительной обработки.

Определение витамина С в образцах яблок сорта «Голден» и «Айдаред» после шести месяцев хранения

Для количественного и качественного определения витамина С использован метод йодометрии, в котором индикатором служит крахмал [7–9].

Определим наличие витамина С в образце яблок методом йодометрии. Для этого:

- 1) отмеряем 20 мл отжатого сока чёрной смородины и разбавляем его водой до объёма 100 мл;
- 2) добавляем 1 мл крахмального клейстера;
- 3) добавляем по каплям 5 % р-р йода до появления устойчивого синего окрашивания, не исчезающего в течение 10–15 сек.

Используя ту же пипетку, посчитаем, сколько капель содержится в 1 мл (1 мл содержит 28 капель йода). Зная объём одной капли, можно правильно определить объём р-ра йода, израсходованного на титрование аскорбиновой кислоты.

Испытание раствора на точность

Для оценки точности измерения определено содержание аскорбиновой кислоты в 1 таблетке (100 мг) чистого витамина С. Одну таблетку аскорбиновой кислоты (без глюкозы), растворили в 500 мл воды, из которых взяли 25 мл раствора. В этом объеме раствора содержание аскорбиновой кислоты в 20 раз меньше, чем в таблетке. Затем к раствору добавили 2–3 мл р-ра крахмала и осторожно, по каплям, приливая из пипетки разбавленный р-р йода, постоянно взбалтывали содержимое. При этом внимательно считали капли и следили за цветом раствора. Как только йод окислил всю аскорбиновую кислоту, следующая капля, прореагировав с крахмалом, окрасила раствор в синий цвет, что сигнализировало о завершении.

При проведении исследования было определено, что объём одной капли соответствует 0,05 мл (с помощью градуированной пипетки отмерили 1 мл разбавленного р-ра йода и посчитали, сколько капель содержится в этом объёме). Зная объём одной капли, можно достаточно точно определить объём раствора йода, израсходованного на титрование аскорбиновой кислоты (таблица 1).

Таблица 1 – Определение содержания чистого витамина С

Объём раствора, израсходованного на титрование, мл	Расчёт массы витамина	Погрешность при проведении анализа
5,8	$m(\text{витамина}) = 5,8 \times 0,875 = 5,075 \text{ мг};$ $m(\text{витамина}) \text{ общая} = 5,075 \times 22 = 111,175 \text{ мг}$	1,5 %

Экспериментальные результаты показали, что количество витамина С составляет 101,5 мг, что свидетельствует о высокой точности метода.

Содержание витамина С в плодах яблони обусловлено сортовыми особенностями. В образцах яблок, исследованных после длительного хранения, наблюдается снижение содержания чистого витамина С у

сорта «Голден Делишес» на 32,8 % и Р-активных веществ на 30,5 % по сравнению с яблоками этого сорта после уборки (таблица 2).

Для сорта «Айдаред» снижение составило 26,2 %, а Р-активных веществ 17,7 % по сравнению с образцами после уборки.

Таблица 2 – Определение содержания чистого витамина С в образцах

Образцы яблок	Витамин С, мг/100 г		Витамин Р, мг/100 г	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
«Голден Делишес»	5,5	3,7	75,2	52,32
«Айдаред»	6,5	4,8	82,32	68,4

Определение выхода и содержание пектина в пересчёте на пектовую кислоту

Подготовленные выжимки фруктов подвергали гидролизу-экстракции 0,5 %-м раствором щавелевой кислоты в течение 4 ч при $t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$ и гидромодуле 1:5, с последующим осаждением гидролизата 96 %-ным этиловым спиртом. Полученный продукт отделяли центрифугированием и высушивали на воздухе. Выход и содержание пектина в выжимках, на основании которых был рассчитан коэффициент перехода пектиновых веществ из сырья в образец, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Выход и содержание пектина в пересчёте на пектовую кислоту

Образцы яблок	Выход пектина, %	Содержание пектина в сырье, %		Коэффициент перехода, %	
		до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
«Голден Делишес»	0,78±0,01	0,75±0,01	0,45±0,01	66	35
«Айдаред»	0,88±0,01	0,85±0,01	0,55±0,01	66	35

Как видно из таблицы 3 выход пектина на 36 % меньше в пересчете на пектовую кислоту, после хранения образцов выход пектина снижается на 7 %.

Для пектинов любой природы основной структурной особенностью является наличие мономера D-галактуроновой кислоты. Полигалактуроновая (пектовая) кислота составляет основу пектиновых веществ и от ее содержания в образце зависит желирующая способность пектина. В таблице 4 представлены значения массовой доли пектовой кислоты и pH водных растворов образцов пектина, выделенном из образцов яблок.

Таблица 4 – Массовая доля пектовой кислоты и значение pH в образцах пектина

Образцы яблок	М.д. пектовой кислоты, %		pH	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
«Голден Делишес»	78	15,75	2,5±0,1	2,7±0,1
«Айдаред»	88	19,25	2,1±0,1	2,5±0,1

Из полученных данных видно, что массовая доля пектовой кислоты составляет 28 %, значение pH водных растворов, полученных образцов варьируется в узком интервале – от 2,7 до 2,5, т. е., значение pH практически не изменилось при хранении.

Метоксильное число имеет большое значение для желирующих свойств пектина. Чем меньше метоксилированных групп в пектине, тем слабее его желирующая способность, поэтому для желеобразующего пектина установлена норма метоксильных групп не ниже 7 %.

Определение массовой доли свободных карбоксильных и связанных групп в пектине, выделенном из образцов яблок, хранившихся более шести месяцев

Чем больше свободных карбоксильных групп в пектине, тем выше его связывающая способность. Ацетильные группы в пектине содержатся в меньшем количестве. Обычно их содержание колеблется в широких пределах: от сотых долей процента до 2,5 %. Присутствие большого количества ацетильных групп влияет на снижение желеобразующей способности пектина, которая является основным показателем для пектинов, применяемых в пищевой промышленности, поэтому установлены допустимые пределы содержания ацетильных групп для студнеобразующего пектина – не более 1 % (таблица 5).

Таблица 5 – Массовая доля карбоксильных и ацетильных групп в образцах пектина

Вид сырья	М.д. карбоксильных групп, %		М.д. ацетильных групп, %	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
«Голден Делишес»	11,07±0,1	18 ±0,1	0,087±0,01	0,076±0,01
	(свободные)	(свободные)		
	6,57±0,1	6,57±0,1		
	(связанные)	(связанные)		
«Айдаред»	6,84±0,002	6,184±0,002	0,087±0,01	0,076±0,01
	(метоксилированные)	(метоксилированные)		
	11,07±0,1	18 ±0,1(свободные)		
	(свободные)	6,57±0,1		
«Айдаред»	6,57±0,1	(связанные)	0,087±0,01	0,076±0,01
	(связанные)	6,184±0,002		
	6,84±0,002	(метоксилированные)		
	(метоксилированные)			

Согласно данным таблицы 5, значения массовых долей карбоксильных групп (%) в выжимках образца сортов яблок показывает незначительные расхождения в содержании свободных, метоксилированных и связанных групп. Однако численные значения свободных карбоксильных групп в замороженных образцах несколько выше, что, по-видимому, связано с процессами гидролиза.

Для исследуемых образцов пектина определены реологические показатели, такие как вязкость.

Изменения проводились вискозиметрическим методом, сущность которого заключается в измерении продолжительности прохождения определенного объема каждого из приготовленных растворов пектина через капилляр вискозиметра Убеллоде (рисунок 1) [10].

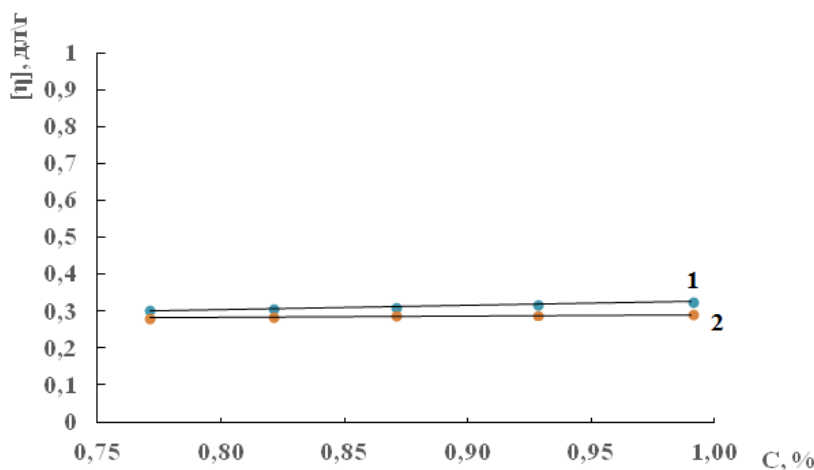


Рисунок 1 – Зависимость приведенной вязкости от концентрации пектина полученного из сорта яблок «Голден Делишес» (1) и из сорта яблок «Айдаред» (2) после шести месяцев хранения

Молекулярную массу рассчитывают по уравнению Марка – Куна – Хаувинка. Степень полимеризации представляет собой отношение молекулярной массы образца пектина к молекулярной массе его мономера, галактуроновой кислоте. Примерная молекулярная масса 32000, что соответствует степени полимеризации 159,2.

Библиография

1. Причко Т.Г. Сроки уборки и режимы хранения яблок с учетом сортовых особенностей: методические рекомендации. Краснодар: СКФНЦСВВ. 2018. 58 с.
2. Гурин А.В. Экономическая эффективность хранения плодов яблони в различных типах газовых сред // Пути реализации потенциала высокоплотных насаждений: материалы Международной дистанционной научной конференции агрономов. Самохваловичи: Ин-т плодоводства НАН Беларуси, 2008. С. 105–108.
3. Шаляпина И.П. Организационно-экономические аспекты совершенствования подсистемы хранения плодовой продукции // Теория и практика мировой науки. 2017. № 5. С. 59–63.
4. Глотко А.В. Пути повышения экономической эффективности производства и переработки яблок (на примере Республики Алтай): автореф. дис. ... канд. экон. наук. Барнаул, 2004. 18 с.
5. СТБ 2288-2012. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия. Минск: Госстандарт, 2013. 12 с.
6. Джениев С.Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда. Ялта: Ин-т виноградарства и вина «Магарач», 1998. 198 с.
7. Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения / под ред. В.Б. Спиричева. М.: Наука, 1984. 98 с.
8. СанПиН 42-123-4717-88. Рекомендуемые (регламентируемые) уровни содержания витаминов в витаминизированных пищевых продуктах.
9. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Брандес, 1998. 102 с.
10. ГОСТ 29186-91. Пектин. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2014. 15 с.