

УДК 664.8.037.1

Кинетика реакций превращения пектиновых веществ в процессе хранения осенних сортов яблок при низких положительных температурах

Д. А. ПЕРЕГУДОВА¹, д-р техн. наук В. С. КОЛОДЯЗНАЯ²,
Д. А. СКУРИДИНА³

¹good_charlottka-@mail.ru, ²kvs_holod@mail.ru, ³darya_sofoklidi@mail.ru
Университет ИТМО

Яблоки являются основным сырьем для получения полисахарида пектина, который широко применяется во многих пищевых отраслях в качестве биологически активного вещества и структурообразователя. Проведено исследование по обоснованию выбора осенних сортов яблок, пригодных для получения пектина в качестве функционального ингредиента, а также продолжительности хранения плодов при низких положительных температурах, позволяющей максимально сохранить пектиновые вещества. Объектами исследования выбраны яблоки сортов Антоновка новая, Башкирский красавец, Гибрид Жукова, Душистое, Китайка, Кордоновка, Сыстароса и Штрифель, выращенные в коллекционном саду Павловской опытной станции ВНИИР им. Н. И. Вавилова; урожаем собран в середине сентября 2016 и 2017 гг. Рассмотрены органолептические показатели качества исследуемых образцов, определено содержание протопектина (не растворимая в воде фракция пектиновых веществ), пектина (растворимая фракция) и суммы пектиновых веществ карбазольным методом. Выявлены зависимости изменения содержания суммы пектиновых веществ, пектина и протопектина от продолжительности хранения исследуемых сортов яблок при низких положительных температурах. Получены уравнения регрессии, характеризующие эти зависимости. Рассчитаны константы скорости реакций гидролиза протопектина и пектина в процессе хранения осенних сортов яблок в охлажденном состоянии. Показано, что минимальная скорость гидролиза протопектина и пектина характерна для сортов Кордоновка и Антоновка новая, максимальная — для сортов Китайка и Душистое. Показано, что уменьшение количества протопектина и пектина сопровождается размягчением консистенции, снижением тургора, что определяется по органолептическим показателям на 60–120 сут хранения яблок в зависимости от сорта. Для получения пектина в промышленных условиях, в качестве исходного сырья рекомендуется использовать сорта Гибрид Жукова, Кордоновка и Антоновка новая, хранившиеся при температуре (3±1) °С не более 60 сут (сорт Гибрид Жукова) и 90 сут (сорта Кордоновка и Антоновка новая).

Ключевые слова: яблоки осенних сортов, холодильное хранение, кинетика, пектиновые вещества, протопектин, пектин.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 24.03.2018, принята к печати 24.05.2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-2-48-54

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Перегудова Д. А., Колодязная В. С., Скуридина Д. А. Кинетика реакций превращения пектиновых веществ в процессе хранения осенних сортов яблок при низких положительных температурах // Вестник Международной академии холода. 2018. № 2. С. 48–54.

Kinetics of pectinaceous substances' transformation reactions of autumn grades' apples during storage at low positive temperatures

D. A. PEREGUDOVA¹, D. Sc. V. S. KOLODYAZNAYA², D. A. SKURIDINA³

¹good_charlottka-@mail.ru, ²kvs_holod@mail.ru, ³darya_sofoklidi@mail.ru

ITMO University

Apples are the main raw material for the preparation of pectin polysaccharide which is widely used in many food industries as a structure-forming agent and a biologically active additive-dietary fiber. The choice of autumn grades' apples as a major source of pectin as a functional ingredient and the time of the apples' refrigerating storage allowing to preserve pectinaceous substances to the maximum is substantiated. The apples of Antonovka Novaya, the Bashkirsky Krasavets, Hybrid Zhukova, Dushistoye, Kitayka, Kordonovka, Systrarosa and Shtrifel grades grown up in a collection garden of the Pavlovsk experimental station of VNIIR of N. I. Vavilov are chosen as objects for the research (harvested in September, 2016 and 2017). Apples stored in polymeric containers in the refrigerator in the conditions of natural convection at a temperature (3±1) °C. After harvesting and periodically in the course of storage determined. Organoleptic indicators of quality are analyzed, the content of protopectin (water-insoluble fraction of pectinaceous substances), pectin (soluble fraction), and the

sum of pectinaceous substances by a carbazole method are tested. The dependences between the change in the total content of pectinaceous substances, pectin, and protopectin and the duration of the storage at low positive temperatures for the grades of apples under investigation are determined. The regression equations characterizing these dependences are shown. The constants of protopectin and pectin hydrolysis reaction rate during refrigerating storage of autumn grades' apples are calculated. It is shown that the minimum rate of protopectin and pectin hydrolysis is characteristic for Kordonovka and Antonovka Novaya grades, maximum one — for Kitayka and Dushistoe grades. Reduction of protopectin and pectin amount is followed by softening consistence and decreasing turgor which are determined by organoleptic indicators on the 60th — 120th day of storage depending on the grade. To obtain pectin in industrial conditions it is recommended to use Hybrid Zhukova, Kordonovka and Antonovka Novaya grades kept at the temperature of (3 ± 1) °C for not more than 60 days (Hybrid Zhukova grade) and 90 days (Kordonovka and Antonovka Novaya grades) as a source of raw materials.

Keywords: apples of autumn grades, refrigerating storage, kinetics, pectinaceous substances, protopectin, pectin

Article info:

Received 24/03/2018, accepted 24/05/2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-2-48-54

Article in Russian

For citation:

Peregudova D. A., Kolodyaznaya V. S., Skuridina D. A. Kinetics of pectinaceous substances' transformation reactions of autumn grades' apples during storage at low positive temperatures. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018. No 2. p. 48–54.

Введение

Яблоки являются основным сырьем для получения полисахарида пектина, который широко применяется во многих пищевых отраслях в качестве структурообразователя и пищевых волокон. Пектин, как биологически активное вещество, используется при производстве ряда функциональных продуктов питания, предназначенных для улучшения работы желудочно-кишечного тракта и выведения из организма токсичных веществ (соли тяжелых металлов, радионуклиды, мико- и бактериотоксины) [1–4]. К сожалению, в настоящее время отсутствует промышленное производство отечественного пектина, как пищевой добавки, и на российском рынке представлен пектин зарубежных производителей, полученный из яблок и цитрусовых плодов. В тоже время в РФ выращиваются различные сорта яблок, многие из которых могут быть использованы для получения пектина. Для обоснования выбора сортов, пригодных для производства пектина, необходима научная информация о количестве и физико-химических свойствах пектиновых веществ, зависящих не только от сортовых особенностей яблок, но и от условий выращивания, степени их зрелости, условий и продолжительности их хранения. В настоящее время отсутствует научная информация о содержании пектиновых веществ и кинетике их превращения в процессе хранения осенних сортов яблок при низких положительных температурах, находящихся на сортоиспытании на Павловской станции ВНИИР им. Н. И. Вавилова. В почвенно-климатических условиях Северо-Западного региона РФ, в том числе, в Ленинградской области, выращиваются летние и осенние сорта яблок отечественной и зарубежной селекции, отличающиеся химическим составом, различной устойчивостью к инфекционным и физиологическим заболеваниям не только при выращивании, но и при хранении в условиях низких положительных температур.

Цели и задачи исследования

Целью данной работы является обоснование выбора осенних сортов яблок, пригодных для получения пектина в качестве функционального ингредиента, а также определение продолжительности хранения плодов при низких положительных температурах, максимально сохраняющей пектиновые вещества.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

— определение содержания пектиновых веществ в яблоках осенних сортов, поступивших на хранение в стадии технической зрелости;

— выявление кинетических закономерностей изменения содержания протопектина и пектина в зависимости от сорта и продолжительности хранения;

— расчет константы скорости реакции (псевдопервого порядка) гидролиза протопектина и пектина в процессе хранения исследуемых сортов яблок;

— обоснование выбора осенних сортов яблок, пригодных для получения пектина в качестве функционального ингредиента, а также продолжительности хранения плодов при низких положительных температурах, позволяющей максимально сохранить пектиновые вещества.

Материалы и методы

Объектами исследования выбраны яблоки осенних сортов Сыстароса, Башкирский красавец, Гибрид Жукова, Душистое, Антоновка новая (далее Антоновка), Штрифель, Китайка, Кордоновка, выращенные в коллекционном саду Павловской опытной станции ВНИИР им. Н. И. Вавилова в 2016–2017 гг. Яблоки для хранения убрали в технической стадии зрелости в середине сентября.

При кратком описании сортов использована информацию отдела плодоводства ВНИИР им. Н. И. Вавилова.

Сорт Китайка имеет плоды мелкие, расположенные пучками по 5 шт. на одной плодоножке, овально-конические, светло-желтые, с красной полосатостью и румянцем на 1/2 поверхности, кисло-сладкого вкуса.

Сорт Sõstraroosa (Сыстарооса) эстонской селекции, выведен селекционерами Я. Разда и Я. Юргенсоном; плоды среднего размера с румянцем, обладают сладким вкусом.

Сорт Антоновка имеет плоды среднего размера, 120–150 г, максимум 300 г. Форма изменчива от плоско-округлой до овально-конической, иногда цилиндрическая. Поверхность граненая или широко ребристая. Кожица слабо маслянистая, блестящая, с характерным сильным ароматом. Основная окраска зеленовато-желтая, при хранении — соломенно-желтая. Мякоть слегка желтоватая, сочная, средней плотности, зернистая.

Сорт Штрифель (Осеннее полосатое) имеет крупные плоды, часто неравнобокие, усеченно-конической или округло-конической формы, с хорошо выраженными ребрами у основания. Поверхность плода гладкая. Кожица тонкая, гладкая, с восковым налетом. Основная окраска зеленовато-желтая при съеме и желтая при полной зрелости. Покровная окраска на большей части поверхности плода в виде ярких оранжево-красных полос по крапчатому фону. При созревании покровная окраска приобретает буроватый оттенок.

Сорт Душистое имеет плоды округло-конической формы, средней величины (80–114 г), ребристые, зеленовато-желтые. Кожица гладкая, матовая, тонкая. Мякоть желтоватая, плотная, крупнозернистая, сочная, ароматная, кисло-сладкого вкуса.

Сорт Кордоновка имеет форму плодов близкую к кубической, массой около 70 г. Кожица желтовато-зеленая. Мякоть сочная, сладкая, нежная, хорошего вкуса. Сорт частично самоплодный.

Сорт Башкирский Красавец имеет плоды средней величины, конические, сильно ребристые, желтые с малиновым румянцем в виде штрихов и пятен, покрывающих половину плода. Мякоть рыхлая, кремовая, мелко зернистая, кисло-сладкого вкуса.

Сорт Гибрид Жукова 10-62-2 (далее Гибрид Жукова) имеет плоды конической формы, средней величины, окраски в виде малиново-красных полос. Мякоть кремовая, мелко зернистая, кисло-сладкого вкуса.

Собранные сорта яблок хранились в полимерных контейнерах в холодильной камере в условиях естественной конвекции при температуре (3 ± 1) °С. После сбора урожая и в процессе хранения с периодичностью 15 сут определялось общее количество пектиновых веществ, содержание протопектина (не растворимая в воде фракция пектиновых веществ) и пектина (растворимая фракция) карбазольным методом [5, 6]. Этот метод основан на определении пектинов по образованию гидролизованного до Д-галактуроновой кислоты исследуемого пектинового раствора с карбазольным реактивом. Органолептические показатели качества яблок оценивались по 5-ти балльной шкале [6].

Эксперименты проводили в трехкратной повторности, данные обрабатывали методом математической статистики с нахождением доверительного интервала при вероятности 0,95 с использованием стандартных компьютерных программ. По результатам экспериментов определены средние арифметические значения изучаемых показателей и доверительный интервал, данные представлены в таблицах и на рисунках.

Результаты и их обсуждение

Определено содержание суммы пектиновых веществ ($C_{\text{пв}}$), протопектина и пектина после сбора урожая исследуемых сортов яблок.

На рис. 1 приведены данные по содержанию пектиновых веществ в исследуемых сортах яблок при поступлении на хранение.

Как следует из диаграммы, показанной на рис. 1, максимальное количество пектиновых веществ содержится в сортах Гибрид Жукова, Кордоновка и Антоновка, минимальное — в сортах Штрифель, Башкирский Красавец и Душистое.

Изменение общего количества пектиновых веществ в процессе хранения исследуемых сортов яблок в охлажденном состоянии показано в табл. 1, в табл. 2 приведены константы скорости реакции (псевдопервого порядка) гидролиза (К) этих соединений.

Как следует из данных, приведенных в табл. 1 и 2, исследуемые сорта яблок существенно отличаются по скорости гидролиза общего количества пектиновых веществ. Так, в период хранения плодов до 60 сут минимальная

Таблица 1

Динамика общего количества пектиновых веществ в процессе хранения яблок в охлажденном состоянии

Table 1

Total content of pectinaceous substances during refrigerating storage

Сорт яблок	Продолжительность хранения, сут					
	0	30	45	60	90	120
Антоновка	1,78±0,07	1,74±0,07	1,62±0,04	1,47±0,04	1,38±0,04	0,94±0,03
Башкирский красавец	1,31±0,05	1,19±0,05	1,12±0,04	0,90±0,03	0,76±0,02	—
Гибрид Жукова	1,58±0,07	1,50±0,06	1,42±0,06	1,40±0,06	1,12±0,05	—
Душистое	1,38±0,05	1,23±0,05	1,07±0,04	0,96±0,03	0,63±0,02	—
Китайка	1,50±0,05	1,38±0,05	1,24±0,05	1,23±0,04	1,15±0,05	—
Кордоновка	1,67±0,07	1,62±0,06	1,54±0,07	1,46±0,07	1,38±0,06	0,73±0,02
Сыстаророоса	1,48±0,05	1,17±0,04	0,94±0,03	0,86±0,03	0,82±0,03	—
Штрифель	1,20±0,05	1,14±0,04	0,97±0,03	0,82±0,03	0,48±0,01	—

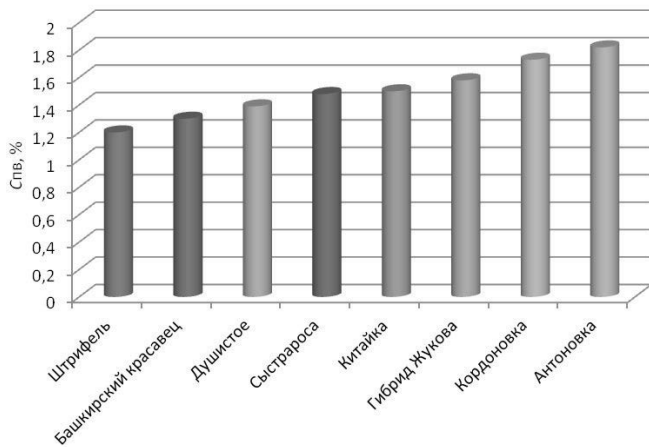


Рис. 1. Содержание пектиновых веществ в осенних сортах яблок при поступлении на хранение в охлажденном состоянии
 Fig. 1. The content of pectinaceous substances in the apples of autumn grades at the beginning of refrigerating storage

скорость характерна для сортов Гибрид Жукова, Кордоновка и Антоновка, максимальная — для сортов Сыстароса, Душистое и Башкирский Красавец. При дальнейшем хранении до 90 сут значительно увеличивается скорость гидролиза пектиновых веществ при хранении сортов Гибрид Жукова и Душистое. Большое значение при оценке влияния пектиновых веществ на структурные изменения растительной ткани в процессе холодильного хранения плодов имеет содержание протопектина и пектина, определяющих тургор плодов [7–11].

Протопектин, не растворимый в воде, входит в состав первичной клеточной стенки и межклеточного вещества, а растворимый пектин содержится в клеточном соке. В растительном сырье от содержания пектина, пектиновых и пектовых кислот и их солей, зависят гидрофильные

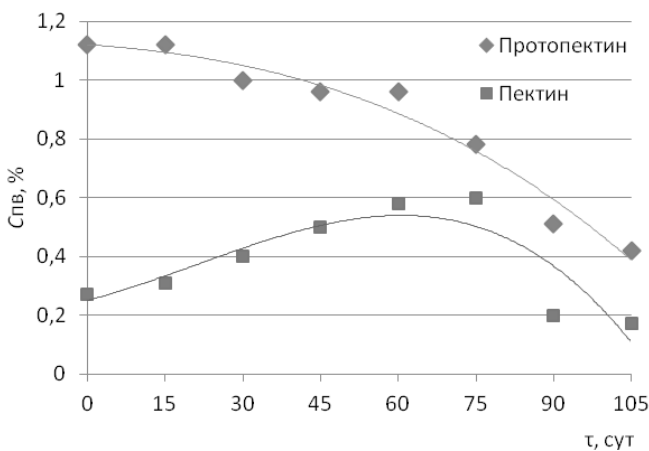


Рис. 2. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сорта Душистое в охлажденном состоянии

Fig. 2. Hydrolysis reaction kinetics of pectinaceous substances for Dushistoye apples during refrigerating storage

Таблица 2
 Константы скорости гидролиза пектиновых веществ при хранении осенних сортов яблок в охлажденном состоянии

Table 2
 The constants of the pectinaceous substances hydrolysis rate during the refrigerating storage of the autumn grades' apples

Сорт	К, сут ⁻¹ для τ, сут, 1·10 ⁻³		
	0 ≤ τ ≤ 60	60 ≤ τ ≤ 90	90 ≤ τ ≤ 120
Антоновка	3,21	2,10	9,42
Башкирский красавец	6,26	5,63	—
Гибрид Жукова	2,02	7,44	—
Душистое	6,64	9,12	—
Китайка	3,41	2,24	—
Кордоновка	2,24	1,87	11,41
Сыстароса	7,00	5,59	—
Штрифель	6,32	6,20	—

свойства паренхимных тканей. Известно, что при созревании и хранении плодов, в том числе яблок, нерастворимые формы пектина переходят в растворимые. Этот процесс имеет важное значение при обосновании продолжительности хранения различных сортов яблок, в зависимости от степени их зрелости при поступлении на хранение [8–12].

На рис. 2–7 приведены кинетические кривые изменения содержания протопектина и пектина в зависимости от продолжительности хранения различных сортов яблок в охлажденном состоянии.

Полученные зависимости изменения содержания протопектина ($C_{пр}$) и пектина ($C_{пек}$) от продолжительности хранения яблок исследуемых сортов аппроксимированы следующими уравнениями:

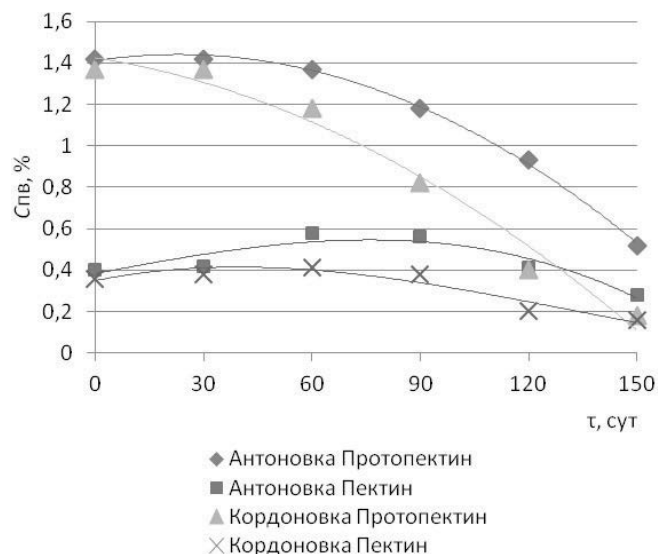


Рис. 3. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сортов Антоновка и Кордоновка в охлажденном состоянии

Fig. 3. Hydrolysis reaction kinetics of pectinaceous substances for Antonovka and Kordonovka apples during refrigerating storage

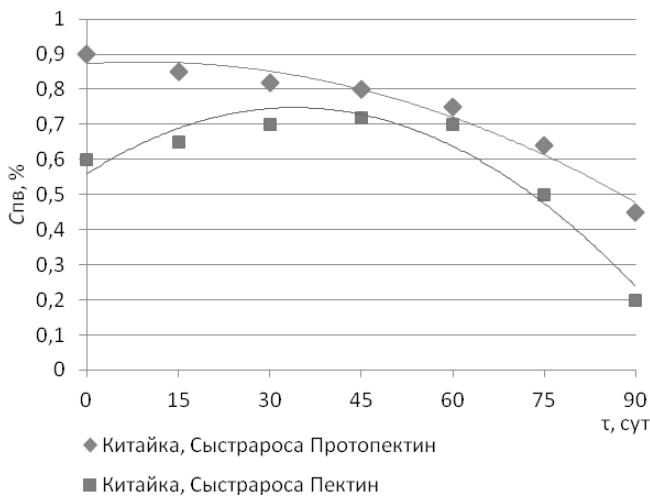


Рис. 4. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сортов Китайка и Сыстароса в охлажденном состоянии

Fig. 4. Hydrolyze reaction kinetics of pectinaceous substances for Kitayka and Systrarosa apples during refrigerating storage

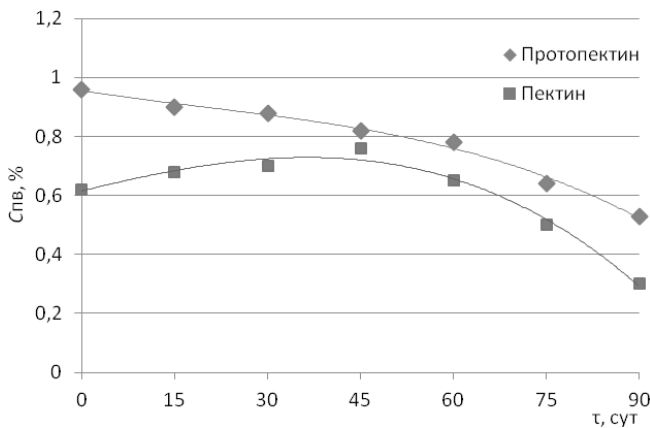


Рис. 6. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сорта Гибрид Жукова в охлажденном состоянии

Fig. 6. Hydrolysis reaction kinetics of pectinaceous substances for Hybrid Zhukova apples during refrigerating storage

Сорт Душистое:
Протопектин: $C_{np} = -2E-07\tau^3 - 3E-05\tau^2 - 0,0012\tau + 1,12$; $R^2 = 0,96$

Пектин: $C_{пек} = -1E-06\tau^3 + 8E-05\tau^2 + 0,004\tau + 0,25$; $R^2 = 0,77$

Сорт Антоновка:
Протопектин: $C_{np} = -6E-05\tau^2 + 0,002\tau + 1,41$; $R^2 = 0,99$
Пектин: $C_{пек} = -2E-07\tau^3 - 5E-06\tau^2 + 0,003\tau + 0,38$; $R^2 = 0,87$

Сорт Кордоновка:
Протопектин: $C_{np} = -4E-05\tau^2 - 0,002\tau + 1,42$; $R^2 = 0,98$
Пектин: $C_{пек} = 1E-07\tau^3 - 5E-05\tau^2 + 0,003\tau + 0,35$; $R^2 = 0,91$

Сорта Китайка и Сыстароса:
Протопектин: $C_{np} = -6E-05\tau^2 + 0,001\tau + 0,87$; $R^2 = 0,96$
Пектин: $C_{пек} = -0,0002\tau^2 + 0,011\tau + 0,56$; $R^2 = 0,95$

Сорт Башкирский Красавец:
Протопектин: $C_{np} = -7E-05\tau^2 + 0,001\tau + 0,79$; $R^2 = 0,97$

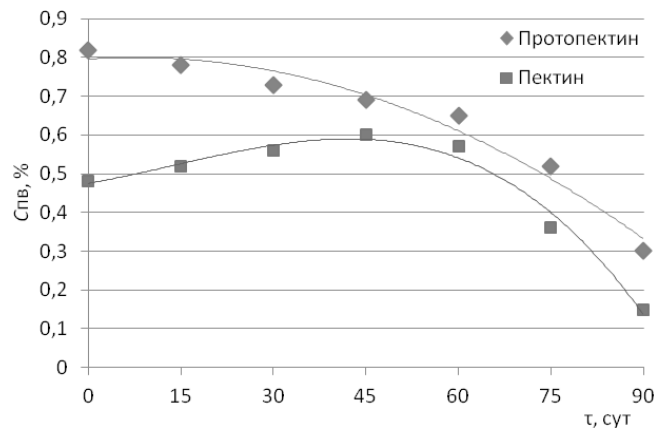


Рис. 5. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сорта Башкирский Красавец в охлажденном состоянии

Fig. 5. Hydrolysis reaction kinetics of pectinaceous substances for Bashkirsky Krasavets apples during refrigerating storage

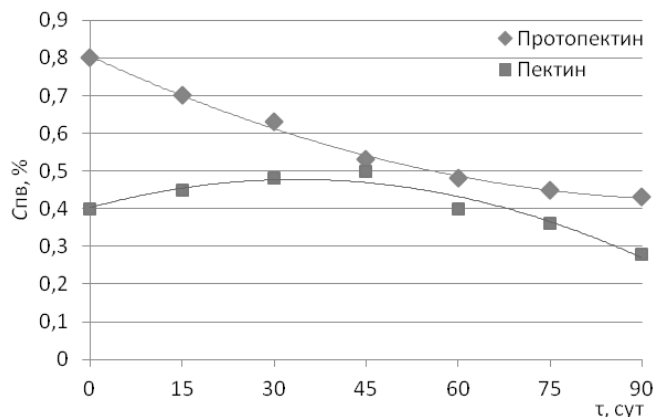


Рис. 7. Кинетика реакции гидролиза пектиновых веществ при хранении яблок сорта Штрифель в охлажденном состоянии

Fig. 7. Hydrolysis reaction kinetics of pectinaceous substances for Shtrifel apples during refrigerating storage

Пектин: $C_{пек} = -1E-06\tau^3 + 6E-05\tau^2 + 0,002\tau + 0,47$; $R^2 = 0,98$

Сорт Гибрид Жукова:
Протопектин: $C_{np} = -6E-07x^3 + 3E-05x^2 - 0,0033x + 0,95$; $R^2 = 0,99$

Пектин: $C_{пек} = -7E-07\tau^3 - 3E-05\tau^2 + 0,005\tau + 0,61$; $R^2 = 0,98$

Сорт Штрифель:
Протопектин: $C_{np} = 4E-05\tau^2 - 0,007\tau + 0,80$; $R^2 = 0,995$
Пектин: $C_{пек} = -7E-05\tau^2 + 0,0044\tau + 0,41$; $R^2 = 0,941$

Как следует из графиков, показанных на рис. 2–7, в процессе всего периода хранения исследуемых сортов яблок, количество пектина уменьшается, что объясняется его гидролизом с участием фермента протопектиназы [13], в результате чего образуется пектин, количество которого увеличивается в течение определенного времени хранения, зависящего от сорта. Так, в процессе хранения яблок сортов Китайка, Душистое, Гибрид Жу-

кова, Башкирский красавец количество пектина увеличивается в течение 60 сут, в сортах Антоновка и Кордоновка — в течение 90 сут. После указанной продолжительности хранения наблюдается уменьшение содержания пектина, что связано с его гидролизом с участием фермента пектиназы и образованием пектиновых и пектовых кислот и их солей, отличающихся промежуточной растворимостью в воде [14, 15]. Скорость гидролиза протопектина и пектина выше в 1,3–1,6 раза в сортах яблوك Гибрид Жукова, Башкирский красавец, Китайка и Душистое, чем в сортах Антоновка и Кордоновка.

В процессе хранения охлажденных яблук определяли органолептические показатели качества (внешний вид, вкус, цвет, консистенция, аромат). Уменьшение количества протопектина и пектина сопровождается размягчением консистенции, снижением тургора, что определяется по органолептическим показателям на 60–120 сут хранения, в зависимости от сорта. Органолептическая оценка яблук, хранившихся в охлажденном состоянии в течение 60 сут, для всех исследуемых сортов составляла 5,0 баллов; через 90 сут хранения для сортов Гибрид Жукова, Башкирский Красавец, Сыстароса — 4,8 балла; для сортов Душистое и Китайка — 3,8 балла; через 120 сут хранения для сортов Кордоновка и Антоновка — 4,7 балла.

Выводы

Установлено, что осенние сорта яблук, выращенные в почвенно-климатических условиях Ленинградской обл., существенно отличаются по содержанию пектиновых веществ, соотношению протопектина и пектина и кинетике

реакций гидролиза их в процессе хранения при низких положительных температурах. Показано, что максимальное количество пектиновых веществ содержится в сортах Гибрид Жукова, Кордоновка и Антоновка новая, минимальное — в сортах Штрифель и Башкирский Красавец.

Выявлены кинетические зависимости изменения содержания пектина и протопектина от продолжительности хранения исследуемых сортов яблук при низких положительных температурах. Получены уравнения регрессии, характеризующие эти зависимости. Рассчитаны константы скорости реакций гидролиза протопектина и пектина в процессе хранения осенних сортов яблук в охлажденном состоянии. Показано, что минимальная скорость гидролиза протопектина и пектина характерна для сортов Кордоновка и Антоновка, максимальная — для сортов Китайка и Душистое.

Показано, что уменьшение количества протопектина и пектина сопровождается размягчением консистенции, снижением тургора, что определяется по органолептическим показателям на 60–120 сут хранения яблук в зависимости от сорта. Для получения пектина в промышленных условиях в качестве исходного сырья рекомендуется использовать сорта Гибрид Жукова, Кордоновка и Антоновка новая, хранившиеся при температуре (3±1) °C не более 60 сут (сорт Гибрид Жукова) и 90 сут (сорта Кордоновка и Антоновка новая).

Основным направлением дальнейших исследований является получение биологически активных веществ, в том числе пектина, и биофлавоноидов из яблук различных сортов и применение их в технологии продуктов питания функционального назначения.

Литература

1. Позняковский В. М., Дроздова Т. М., Влощинский П. Е. Физиология питания. — СПб.: Издательство «Лань», 2018. 432 с.
2. Донченко Л. В., Фирсов Г. Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. — М.: ДеЛи принт, 2007. 276 с.
3. Кукин М. Ю., Николаев А. Г. Применение пектина для создания продуктов здорового питания // Молочная промышленность. 2016. № 3. С. 67–68.
4. Кукин М. Ю. Усовершенствование технологии получения пектина из яблук // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 2. С. 9–17.
5. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл. В. Кузнецова, В. В. Кузнецова, Г. А. Романова. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 487 с.
6. Li L., Zhang M., Adhikari B., Gao Z. Recent advances in pressure modification-based preservation technologies applied to fresh fruits and vegetables. // Food Reviews International. 3 September 2017. Vol. 33. Issue 5. P. 538–559.
7. Манжесов В. И., Попов И. А., Щедрин Д. С. Технология хранения растениеводческой продукции. — Воронеж: ВГАУ, 2009. 249 с.
8. Колодяжная В. С., Кипрушкина Е. И., Седова А. Л., Задворнова Т. А. Факторы повышения качества плодов при холо-

References

1. Poznyakovskiy V. M., Drozdova T. M., Vloshinsky P. E. Physiology of nutrition. SPb.: LAN Publishing House, 2018. 432 p. (in Russian)
2. Donchenko L. V., Firsov G. G. Pectin: basic properties, production and use. Moscow, 2007, 276 p. (in Russian)
3. Kukin M. Yu., Nikolaev A. G. Production of pectin and its application for creating the healthy foods. *Molochnaya promyshlennost'*. 2016, no. 3, p. 67–68. (in Russian)
4. Kukin M. Y. Improvement of technology of receiving pectin from apples. *Processes and Food Production Equipment*. 2017. No 2. С. 9–17. (in Russian)
5. *Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology / red. Vl. V. Kuznetsova V. V. Kuznetsova G. A. Romanova. Moscow, Binom, 2012. 487 p. (in Russian)*
6. Li L., Zhang M., Adhikari B., Gao Z. Recent advances in pressure modification-based preservation technologies applied to fresh fruits and vegetables. *Food Reviews International*. 3 September 2017, Vol. 33, Issue 5, P. 538–559.
7. Manzhesov V. I., Popov I. A., Shedrin D. S. Storage Technology of Plant-growing Production. Voronezh: VGAU, 2009. 249 p. (in Russian)
8. Kolodyaznaya V. S., Kiprushkina E. I., Sedova A. L., Zadvornova T. A. Factors of Fruit Quality Improvement during the Cold Storage. *Problemy ekonomiki i upravleniya v torgovle i promyshlennosti*. 2013. No 1. P. 46–52. (in Russian)

- дильном хранении // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. №1. С. 46–52.
9. *Кравченко Д. А., Румянцева О. Н., Колодязная В. С.* Влияние условий холодильной обработки на качество яблоч осенних сортов // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2. С. 15–20.
 10. *Иванов Т. Н., Житникова В. С., Левгерова Н. С.* Технология хранения плодов, ягод и овощей. — Орел: ГТУ, 2009. 203 с.
 11. *Бабакин Б. С., Бабакин С. Б., Воронин М. И.* Энергосберегающие холодильные технологии транспортировки, хранения и дозаривания фруктов. — М.: ДеЛи плюс, 2013. 190 с.
 12. *Михеева Л. А., Тры А. В.* Выделение пектина из растительного сырья и изучение его некоторых химических свойств // Вестник ВГУ. Серия: Химия, биология, фармация. 2013. No 2. С. 53–56.
 13. *Barrett D. M., Somogyi L. P., Ramaswamy H.* Processing Fruits: Science and Technology. CRC Press LLC, 2005. 841 p.
 14. *Vasco-Correa, Juliana; Zapata Zapata, Arley D.* Enzymatic extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) at laboratory and bench scale. // LWT-Food Science and Technology 2017. Vol. 80. P. 280–285.
 15. *Щеколдина Т. В., Ольховатов Е. А., Степной А. В.* Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. 208 с.
 9. *Kravchenko D. A., Rumyantseva O. N., Kolodyazna V. S.* The Influence of conditions of cooling process on the quality of apples autumn varieties. *Journal of International Academy of refrigeration*. 2016. No. 2. p. 15–20. (in Russian)
 10. *Ivanov T. N., Zhitnikova V. S., Levgerova N. S.* Storage Technology of Fruits, Berries and Vegetables. Orel: GTU, 2009. 203 p. (in Russian)
 11. *Babakin B. S., Babakin S. B., Voronin M. I.* Energy-saving Cold Technologies for Transportation, Storage and Ripening of Fruits. Moscow, DeLiplus, 2013. 190 p. (in Russian)
 12. *Miheeva L. A., Try A. V.* Isolation of pectin from plant material and study some of its chemical properties. *Bulletin of the VSU. Series: Chemistry, biology, pharmacy*. 2013, no. 2, pp. 53–56. (in Russian)
 13. *Barrett D. M., Somogyi L. P., Ramaswamy H.* Processing Fruits: Science and Technology. CRC Press LLC, 2005. 841 p.
 14. *Vasco-Correa, Juliana; Zapata Zapata, Arley D.* Enzymatic extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) at laboratory and bench scale. // LWT-Food Science and Technology 2017. Vol. 80. P. 280–285.
 15. *Shecoldina T. V., Olkhovатов E. A., Stepnoy A. V.* Physico-chemical fundamentals and General principles of processing of vegetable raw materials. SPb.: LAN Publishing House, 2017. 208 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Перегудова Дарья Александровна

аспирант кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, good_charlottka@mail.ru

Колодязная Валентина Степановна

д.т. н., профессор кафедры технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, kvs_holod@mail.ru

Скуридина Дарья Анатольевна

магистрант кафедры технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, darya_sofoklidi@mail.ru

Information about authors

Peregudova Daria Aleksandrovna

graduate student of Department of Industrial Ecology and Safety of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, good_charlottka@mail.ru

Kolodyaznaya Valentina Stepanovna

D. Sc., professor of Department of Meat and Fish Processing and Refrigeration of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, kvs_holod@mail.ru

Skuridina Daria Anatolievna

undergraduate of Department of Meat and Fish Processing and Refrigeration of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, darya_sofoklidi@mail.ru

О Перечне рецензируемых научных изданий ВАК

Журнал «Вестник Международной академии холода» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования под № 353, по состоянию на 16 марта 2018 г., в соответствии с пунктом 5 правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507).