

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯБЛОНИ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК С СОРТАМИ БЕЛОРУССКОЙ И УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ПЕКТИНОВ В ПЛОДАХ

А.Р. Павел , к.с.-х.н.

М.А. Макаркина, д.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, pavel@vniispk.ru

Аннотация

Пектиновые вещества – органические соединения, высокомолекулярные производные углеводов коллоидного характера, являющиеся сложными эфирами метилового спирта и полигалактуроновой кислоты. В растениях пектиновые вещества содержатся чаще всего в плодах и ягодах в виде растворимого пектина, пектиновой кислоты и протопектина. Протопектин и растворимый пектин, находясь в подвижном равновесии, оказывают влияние на созревание и лежкоспособность плодов. Водные растворы пектиновых веществ с сахаром (65...70%) в присутствии органических кислот (рН 3,1...3,5) образуют студни. Хорошими желирующими свойствами обладают яблочный, цитрусовый, клюквенный, смородиновый пектины, что находит применение в перерабатывающей промышленности. Пектины оказывают благотворное влияние на организм человека как полиэлектролиты, гелеобразователи и эмульгаторы, что используется в медицине и фармакологии, при лечении и профилактики болезней сердца, сахарного диабета и др. Пектиновые вещества яблок обладают высокими желирующими свойствами. Качество яблочного пектина вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым на предприятиях пищевых производств. В настоящей работе представлена сравнительная оценка 15 новых сортов яблони, созданных во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК), 10 сортов РУП «Институт пловодства» НАН Беларуси и 2-х сортов Незалежность и Радогость украинской селекции, выращенных в условиях Орловской области, по содержанию пектиновых веществ в плодах. Исследования проводились в 2010...2017 годы в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ФГБНУ ВНИИСПК. Содержание пектиновых вещества определяли в спиртонерастворимом остатке карбозольным колориметрическим методом с использованием спектрофотометра Spekol. Было установлено, что сорта селекции ВНИИСПК накапливают в плодах пектиновых веществ больше ($10,8 \pm 0,3\%$ на сухую массу), чем сорта белорусской и украинской селекции ($9,4 \pm 0,5\%$), при этом растворимый пектин составил от общего количества 55,3% и 44,7% соответственно. Выделены сорта с содержанием суммы пектиновых веществ более 11,0%: селекции ФГБНУ ВНИИСПК – Августа, Вавиловское, Жилинское, Масловское, Министр Киселев, Орловская Есения, Памяти Блынского, Созвездие, селекции РУП «Институт Пловодства» – Дарунак и Поспех.

Ключевые слова: яблоня, сорт, пектин, протопектин; сумма пектиновых веществ

COMPARATIVE EVALUATION OF VNIISPK APPLE CULTIVARS WITH CULTIVARS OF BELORUSSIAN AND UKRAINIAN BREEDING FOR PECTIN CONTENT IN FRUIT

A.R. Pavel , cand. agr. sci.

M.A. Makarkina, doc. agr. sci.

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK, pavel@vniispk.ru

Abstract

Pectins are organic compounds, high-molecular derivatives of colloidal carbohydrates, which are esters of methyl alcohol and polygalacturonic acid. In plants, pectin substances are most often found in fruits and berries in the form of soluble pectin, pectin acid and protopectin. Protopectin and soluble pectin, being in a mobile equilibrium, have an effect on the maturation and keeping quality of the fruit. Aqueous solutions of pectin with sugar (65—70%) in the presence of organic acids (pH 3.1—3.5) form jellies. Apple, citrus and currant pectins have good gelling properties, which is used in the processing industry. Pectins have a beneficial effect on the human body as polyelectrolytes, gelling agents and emulsifiers, which is used in medicine and pharmacology, in the treatment and prevention of heart disease, diabetes, etc. Pectins of apples have high gelling features. The quality of apple pectin fully meets the requirements of food production enterprises. In this paper is presented the comparative evaluation of the pectin content in fruit of 15 apple cultivars developed at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), 10 cultivars of RUE “Fruit-Growing Institute” of Belorussian NAS and 2 Ukrainian cultivars Nezalezhnost and Radogost grown in conditions of the Orel region. The studies were carried out in 2010—2017 in the laboratory of biochemical and technological assessment of varieties and storage at VNIISPK. The content of pectins was determined in the insoluble in alcohol residue by carbon colorimetric method using spectrophotometer Spekol. It was determined that the cultivars of VNIISPK breeding accumulate more pectins in fruit ($10.8 \pm 0.3\%$ per dry mass) than the Belorussian cultivars ($9.4 \pm 0.5\%$), while the soluble pectin from the total amount was 55.3% and 44.7%, respectively. We have allocated the cultivars with content of the sum of pectins over 11.0%: Avgusta, Vavilovskoye, Zhilinskoye, Maslovskoye, Ministr Kisiliov, Orlovskaya Yesenia, Pamyaty Blynskogo and Sozvezdie of VNIISPK breeding and Darunak and Pospekh of RUE “Fruit-Growing Institute” breeding.

Key words: apple, cultivar, pectin, protopectin, sum of pectins

Введение

Пектины – это органические соединения, полисахариды, являющиеся сложными эфирами метилового спирта и полигалактуроновой кислоты. В высших растениях пектины состоят из остатков D-галактуроновой кислоты, связанных C-1→C-4-связями, в целом на долю данной кислоты приходится от 83 до 90%. В растениях пектиновые вещества содержатся чаще всего в плодах и ягодах в виде растворимого пектина, пектиновой кислоты и протопектина. Пектины обладают свойствами лиофильного коллоида,

переходящего в состояние геля только в присутствии сахара, кислоты или поливалентных металлов. Пектины при нагревании растворяются в воде, особенно, осаждаются органическими растворителями, в частности спиртами. Основным источником получения пищевого пектина и пектин содержащего концентрата является растительное сырьё. Выделенный из растений и высушенный пектин представляет собой в зависимости от источника получения и степени очистки порошок от белого до серо-коричневого цвета, без запахом, слизистый при пробе на язык, разлагающийся при температуре, превышающей +100°C (Сапожникова, 1965; Аверьянов, Митрофанов, 2006; Мачнева, Бондаренко, 2016; Созаева и др., 2016).

В выжимках плодов содержится до 80% от исходного количества пектиновых веществ плодов. Пектины в больших количествах содержатся в клеточных стенках и межклеточных образованиях. Наряду с целлюлозой, гемицеллюлозой пектиновые вещества формируют устойчивость растительных организмов к экстремальным условиям среды, засухе или к длительному переувлажненному содержанию и др. (Поткина и др., 2016; Мачнева, Бондаренко, 2016).

Водные растворы пектиновых веществ с сахаром (65...70%) в присутствии органических кислот (рН 3,1...3,5) образуют студни. Яблочный, цитрусовый, клюквенный, смородиновый пектины обладают хорошими желирующими свойствами. Желирующая способность пектина является одним из основных его физико-химических свойств. Чем выше молекулярный вес пектина, тем лучше он желирует. Эти функциональные свойства пектина (загуститель, студнеобразователь, стабилизатор) находят широкое применение в пищевой промышленности при приготовлении жележных продуктов. Он участвует в ароматообразовании и способствует сохранению в желе натурального цвета и аромата (Птичкина, 2000; Авилова и др., 2014; Мясищева, Макаркина, 2017).

Как полиэлектролиты, гелеобразователи и эмульгаторы пектины благоприятно влияют на организм человека. Отрицательное воздействие на рост и размножение микроорганизмов позволило использовать их для лечения некоторых инфекционных желудочно-кишечных заболеваний. Эффективность в коррекции липидного (холестеринового) и углеводного обмена пектинов сказывается при лечении и профилактике ишемической болезни сердца, сахарного диабета и ожирения. Пектиновые вещества обладают способностью препятствовать всасыванию в организм токсичных веществ, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов (Мещерякова, 1988; Новикова и др., 2009; Мачнева, Бондаренко, 2016; Ширяева, 20017).

Содержание пектиновых веществ является одним из характерных признаков каждого вида растений. В плодах яблони содержание пектиновых веществ находится в пределах 0,3...2,4% (на сырую массу) (Сапожникова, 1965; Сперанский, 1967; Ширко, Ярошевич, 1991; Дадашев и др., 2000). В зрелых плодах яблони преобладает растворимый пектин (60-70% от общего количества пектиновых веществ) (Сапожникова, 1965; Кретович, 1986; Дадашев и др., 2000; Павел, Макаркина, 2007; Новикова, 2009).

Пектиновые вещества яблок обладают высокими желирующими свойствами. Качество яблочного пектина вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым на предприятиях пищевых производств. Яблочный пектин характеризуется малым содержанием ацетильных групп, высокой степенью метоксилирования (70...80%), обладает достаточно высокой молекулярной массой (70000...80000). В то же время качество пектина, получаемого из яблок, во многом зависит от качества исходного сырья (Дадашев и др., 2000; Стальная, 2015).

В яблоках различных сортов, выращенных в Орловской области, количество пектиновых веществ варьирует в пределах 6,0...16,7% на сухую массу (Седова, 1981;

Павел, Макаркина, 2007; Макаркина и др., 2010; Павел, Макаркина, 2018).

Цель настоящей работы заключалась в изучении новых сортов яблони, созданных во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК), и сортов селекции других научно-исследовательских учреждений, выращенных в условиях Орловской области, по содержанию пектиновых веществ в плодах и их сравнительной оценке.

Материалы и методика исследований

Объектами исследований являлись 15 сортов яблони селекции ВНИИСПК (г. Орел), созданных под руководством академика РАН Е.Н. Седова и 12 сортов белорусской и украинской селекции, выращенных в садах ВНИИСПК. Исследования проводились в 2010...2017 годы в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ФГБНУ ВНИИСПК.

Содержание пектиновых вещества определяли в спиртонерастворимом остатке карбозольным колориметрическим методом, основанном на специфическом фиолетовом окрашивании галактуроновой кислоты с карбозолом в серной кислоте, с использованием спектрофотометра Spekol (Седова, Леонченко, Астахов, 1999).

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе исследований определяли в плодах яблони содержание растворимого пектина, протопектина и их сумму.

Среднее содержание суммы пектиновых веществ в плодах по группе сортов селекции ВНИИСПК составило $10,8 \pm 0,3\%$ (таблица 1), по группе белорусских и украинских сортов – $9,4 \pm 0,5\%$ (таблица 2), с размахом варьирования от 7,8% (Подарок учителю) до 13,0% (Памяти Блынского) у орловских сортов и от 6,3% (Радогость) до 11,9% (Дарунак) у коллекционных сортов. Сортосовая изменчивость у орловских сортов была ниже, чем у белорусских и украинских, коэффициенты вариации – 12,9 и 18,9% соответственно. При этом растворимый пектин составил от общего количества 55,3% и 44,7% соответственно.

Таблица 1 – Пектиновые вещества в плодах яблони селекции ВНИИСПК (2010...2017 гг.)

Название сорта	Содержание пектиновых веществ, % на сухую массу		
	Растворимый пектин	Протопектин	Сумма
Августа	7,2	4,2	11,4
Вавиловское	6,7	4,9	11,6
Восторг	7,7	3,0	10,7
Гирлянда	6,5	3,2	9,7
Жилинское	6,7	6,0	12,7
Звезда эфира	6,9	3,7	10,6
Масловское	5,5	5,6	11,1
Министр Киселев	4,8	6,3	11,1
Орловская Есения	6,3	5,0	11,3
Памяти Блынского	7,6	5,4	13,0
Подарок учителю	4,2	3,6	7,8
Поэзия	4,6	4,8	9,4
Приокское	5,1	3,7	8,8
Созвездие	7,9	3,8	11,7
Спасское	6,4	4,3	10,8
Среднее, $\bar{x} \pm m$	6,3\pm0,3	4,5\pm0,3	10,8\pm0,4
Минимальное	4,2	3,0	7,8
Максимальное	7,9	6,3	13,0
Коэффициент вариации, V, %	18,7	22,7	12,9
НСР_{0,05}	0,99	0,86	1,09

Сумма пектиновых веществ в плодах выше среднего значения (более 10,8%) отмечена у сортов селекции ВНИИСПК Августа, Вавиловское, Жилинское, Масловское, Министр Киселев, Орловская Есения, Памяти Блынского, Созвездие. Такого предела в группе сортов селекции РУП «Институт Плодоводства» достигли только два сорта Дарунак и Поспех. Выше среднего значения по изучаемой группе (более 9,4%) сумма пектиновых веществ была у сортов Алеся, Белорусское сладкое, Дарунак, Коваленковское, Надзейны, Память Коваленко, Поспех, Сябина.

Таблица 2 – Пектиновые вещества в плодах яблони белорусской и украинской селекции (2010...2017 гг.)

Сорт	Содержание пектиновых веществ, % на сухую массу		
	Растворимый пектин	Протопектин	Сумма
Алеся	6,2	3,6	9,8
Белорусское сладкое	4,9	5,3	10,2
Дарунак	4,8	7,1	11,9
Имант	2,9	5,9	8,8
Коваленковское	4,4	6	10,4
Надзейны	4,2	6	10,2
Незалежность	2,6	4,7	7,3
Память Коваленко	5,1	5,1	10,2
Поспех	6,5	5	11,5
Радогость	2,9	3,4	6,3
Сябина	3,7	5,8	9,5
Цыганочка	1,7	5,1	6,8
Среднее	4,2±0,4	5,2±0,3	9,4±0,5
Минимальное	1,7	3,4	6,3
Максимальное	6,5	7,1	11,9
Коэффициент вариации, V,%	35,1	36,7	19,3
НСР_{0,05}	1,31	1,90	1,66

Среднее содержание растворимого пектина в плодах у орловских сортов составило $6,3 \pm 0,3\%$, с изменчивостью по сортам от 4,2% (Подарок учителю) до 7,9% (Созвездие) и средним коэффициентом вариации, равным 18,7% (таблица 1). У большей части сортов при этом растворимый пектин преобладал над протопектином. Примерно равное количество растворимого пектина и протопектина отмечено у сортов Масловское, Поэзия, меньше растворимого пектина по сравнению с протопектином имел сорт Министр Киселев. Среднее содержание протопектина составило $4,5 \pm 0,3\%$, с варьированием от 3,0% (Восторг) до 6,3% (Министр Киселев) и коэффициентом вариации 22,7%.

Среднее содержание растворимого пектина у коллекционных сортов было ниже, чем у орловских – $4,2 \pm 0,4\%$, минимальное – 1,7% (Цыганочка), максимальное – 6,5% (Поспех), при этом содержание протопектина, наоборот, выше – $5,8 \pm 0,3\%$. В отличие от орловских сортов у белорусских и украинских отмечено преобладание протопектина в плодах над растворимым пектином. Лишь у сортов Алеся и Поспех растворимого пектина было больше, а у сорта Память Коваленко эти две части были равны.

При объединении двух групп изучаемых сортов, различной селекции, но выращенных в одинаковых условиях, были выделены сорта с повышенным содержанием пектиновых веществ (более 11,0%) Министр Киселев, Масловское, Орловская Есения, Августа, Поспех, Вавиловское, Созвездие, Дарунак, Жилинское, Памяти Блынского (рисунки).

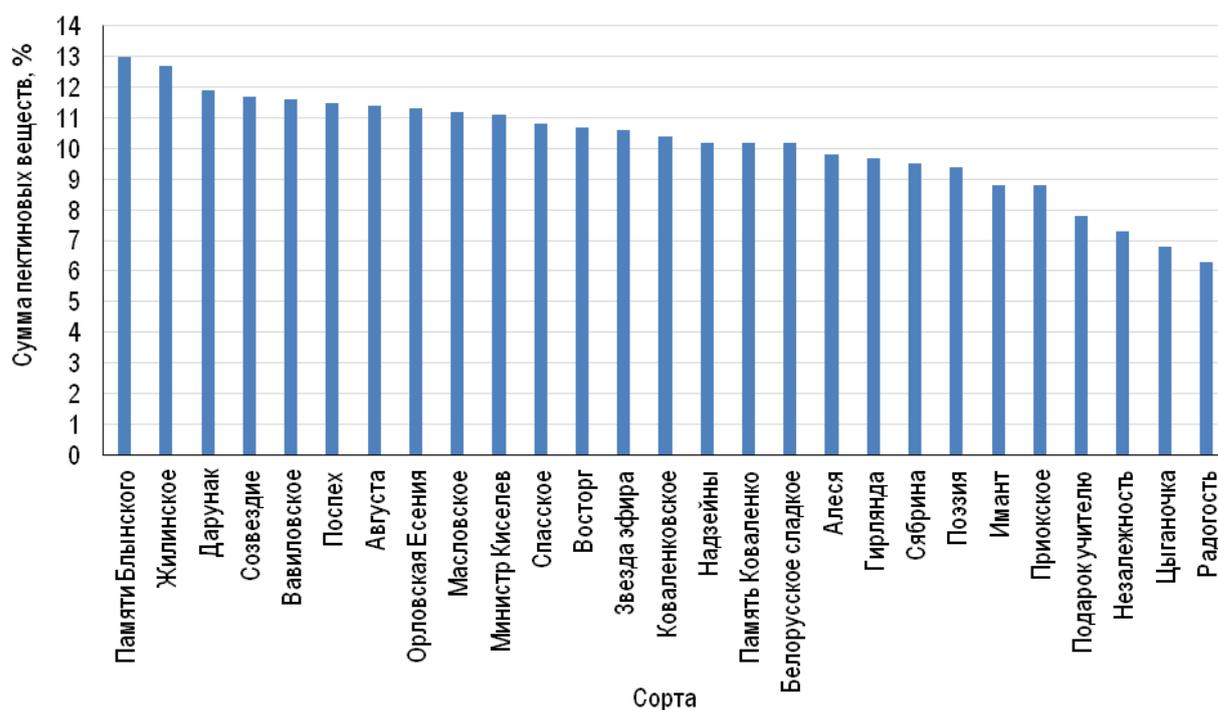


Рисунок 1 – Сумма пектиновых веществ в плодах яблоки (% на сухую массу)

Выводы

В результате изучения сортов яблоки селекции ВНИИСПК (г. Орел) и сортов белорусской и украинской селекции РУП по накоплению пектиновых веществ в плодах, при выращивании в одинаковых условиях было установлено, что сорта орловской селекции превосходят коллекционные.

Из пятнадцати изученных сортов селекции ВНИИСПК высоким содержанием пектиновых веществ в плодах (более 11,0%) выделились 8 сортов: Августа, Вавиловское, Жилинское, Масловское, Министр Киселев, Орловская Есения, Памяти Блинского, Созвездие, из 10-ти сортов селекции РУП «Институт плодоводства» лишь 2 – Дарунак и Поспех.

Литература

1. Аверьянова Е.В., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства: методические рекомендации для студентов. Бийск: Алтайский государственный технический университет, 2006. 44 с.
2. Авилова И.А., Потребя Е.Ю., Кучерявых О.А. Особенности получения и производства пектина с применением нанотехнологий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия физика и химия. 2014. № 1. С. 74-78.
3. Дадашев М.Н., Вагидов Я.А., Шихнебиев Д.А., Балиева Ж.С. Перспективы производства и применения пектиновых веществ // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. № 9. С. 46-50.
4. Макаркина М.А., Грюнер Л.А., Янчук Т.В., Павел А.Р. Содержание пектиновых веществ в плодах яблоки в условиях центрально-черноземной зоны России // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 23-26.
5. Мачнева И.В., Бондаренко А.И. Оценка содержания уровня пектина в некоторых овощах и фруктах // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 2. URL: <https://www.eduherald.ru/pdf/2016/2/15149.pdf>

6. Мещерякова В.А., Самсонов М.А., Гапиев М.М., Плотникова О.А., Покровская Г.Р., Головкина Т.М., Забойкина Т.Н., Санина И.В. Влияние пектина на некоторые показатели липидного и углеводного обмена у больных ишемической болезнью сердца // Вопросы питания. 1988. № 1. С. 14-17.
7. Мясищева Н.В., Макаркина М.А. Оценка желеобразующей способности свежих и замороженных ягод черной смородины по содержанию пектиновых веществ // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017. № 3 (44). С. 82-87.
8. Новикова О.А., Голикова Н.А., Овчинникова Р.И. Динамика содержания пектиновых веществ в плодах яблони в процессе хранения // Аграрный вестник Урала. 2009. №. 12. С. 49-50.
9. Ольховатов Е.А. Исследование свойств пектиновых веществ и разработка технологий получения пектина и пектинопродуктов из покровных тканей различных плодов с применением биотехнологической модификации (обзор) // Молодой ученый. 2015. №. 5.1. С. 93-95.
10. Павел А.Р., Макаркина М.А. Пектиновые вещества в яблоках сортов, иммунных к парше // Садоводство и виноградарство. 2007. № 1. С. 17.
11. Павел А.Р., Макаркина М.А. Содержание пектиновых веществ и стабильность признака у новых сортов яблони селекции ВНИИСПК // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. №1. С. 24-30. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10104.
12. Поткина Г.Г., Ляшевская Н.В., Кузнецова О.В. Пектиновые вещества плодово-ягодных культур // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных территорий: настоящее, прошлое, будущее: материалы второй межрегиональной научно-практической конференции. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ. 2016. С. 123.
13. Припутина Л.С. Физико-химические свойства пектинов и их значение для состояния организма // Рациональное питание. 1991. Вып. 26. С. 66-68.
14. Птичкина Н.М. Сырьевой потенциал для производства пектина в Нижнем Поволжье // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. № 11. С. 42-45.
15. Сапожникова Е.В. Пектиновые вещества плодов. Москва, 1965. 182 с.
16. Седова З.А. Биохимическая характеристика плодов // Каталог сортов яблони (сортовой фонд и его использование). Орел: Орл. отд. Приокского кн. изд-ва, 1981. С. 74-84.
17. Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 160-167.
18. Созаева Д.Р., Джабоева А.С., Шаова Л.Г., Цагоева О.К. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №2. С. 170-174. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-2-170-174
19. Стальная М.И. Сравнительный анализ яблочного пектина // Символ науки. 2015. №. 6. С. 31-36.
20. Ширко Т.С., Ярошевич И.В. Биохимия и качество плодов. Минск: Навука і тэхніка, 1991. 294 с.
21. Ширяева О.Ю., Карнаухова И.В. Содержание пектиновых веществ в растительных объектах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №. 2 (64). С. 200-202.

References

1. Averianova, E.V. & Mitrofanov, R.Yu. (2006). *Pectin. Extraction and features: methodical recommendations for students*. Biysk: Altay State Tech. University. (In Russian).
2. Avilova, I.A., Potreba, E.Yu. & Kucheriavykh, O.A. (2014). Features of receipt and production of pectin with application of nanotechnologies. *Proceedings of South-West State University. Physics and Chemistry series*, 1, 74-78. (In Russian, English abstract).
3. Dadashev, M.N., Vagidov, Ya.A., Shikhnebiev, D.A. & Balieva, Zh.S. (2000). Prospects of production and application of pectin substances. *Storage and processing of farm products*, 9, 46-50. (In Russian).
4. Makarkina, M.A., Gruner, L.A., Yanchuk, T.V. & Pavel, A.R. (2010). Content of pectines in apples in the conditions of Russian Centrally-Chernozem region. *Agricultural Biology*, 5, 23-26. (In Russian, English abstract).
5. Machneva, I.V. & Bondarenko, A.I. (2016). Evaluation of the content of pectin in some fruits and vegetables. *International students' scientific bulletin*, 2. Retrieved from: <https://www.eduherald.ru/pdf/2016/2/15149.pdf>. (In Russian).
6. Mesheryakova, V.A., Samsonov, M.A., Uapiarov, M.M., Plotnikova, O.A., Pokrovskaya, G.R., Golovkina, T.M., Zaboykina, T.N. & Sanina, I.V. (1988). Pektin effect on some indicators of lipid and carbohydrate metabolism in patients with coronary heart disease. *Nutrition issues*, 1, 14-17. (In Russian).
7. Myasisheva, N.V. & Makarkina, M.A. (2017). The assessment of gelling ability of fresh and frozen black currant berries on pectin content. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*, 3(44), 82-87. (In Russian, English abstract).
8. Novikova, O.A., Golikova, N.A. & Ovchinnikova, R.I. (2009). Dynamics of pectin content in apple fruits during their storing. *Agrarian bulletin of the Urals*. 12, 49-50. (In Russian, English abstract).
9. Olkhovатов, E.A. (2015). Study of the properties of pectin substances and the development of technologies for the production of pectin and pectin products from the cover tissues of various fruits with the use of biotechnological modification (review). *Young scientist*, 5.1, 93-95. (In Russian).
10. Pavel, A.R. & Makarkina, M.A. (2007). Pectin substances in apples of scab immune cultivars. *Horticulture and viticulture*, 1, 17. (In Russian, English abstract).
11. Pavel A.R., & Makarkina M.A. (2018). The content of pectin substances and the stability feature of the new apple varieties cultivars developed at the VNIISPK. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 4, 24-30. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10104. (In Russian, English abstract).
12. Potkina, G.G., Lyashevskaya, N.V., & Kuznetzova, O.V. (2016). Pectin substances of fruit-berry crops. In *Biodiversity, problems of ecology of Gorny Altay and adjacent territory: present, past, future: Proc. Sci. Conf.* (pp. 123). Gorno-Altaysk: RIO GAGU. (In Russian).
13. Pripulina, L.S. (1991). Physical and chemical features of pectins and their importance for organism condition. *Rational nutrition*, 26, 66-68. (In Russian).
14. Ptichkina, N.M. (2000). Raw potential for pectin production in Low Volga region. *Storage and processing of farm products*, 11, 42-45. (In Russian)
15. Sapozhnikova, E.V. (1965). *Pectin substances of fruits*. Moscow: Nauka. (In Russian).
16. Sedova, Z.A. (1981). Biochemical characteristic of fruit. In *Apple variety catalogue* (pp. 74-84). Orel: Priokskoe knizhnoe izdatelstvo. (In Russian).
17. Sedova, Z.A., Leonchenko, V.G. & Astakhov, A.I. (1999). The assessment of varieties according to the chemical composition of fruit. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), Program

- and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops (pp. 160-167). Orel: VNIISPK. (In Russian).
18. Sozaeva, D.R., Dzhaboeva, A.S., Shaova, L.G., & Tsagoeva, O.K. (2016). The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2, 170-174. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-2-170-174> (In Russian, English abstract)
 19. Stalnaya, M.I. (2015). Comparative analysis of apple pectin. *Symbol of science*, 6, 31-36. (In Russian).
 20. Shirko, T.S. & Yaroshevich, I.V. (1991). *Biochemical parameters and quality of fruits*. Minsk: Navuka i tekhnika. (In Russian).
 21. Shiryaeva O.Yu., & Karnaukhova I.V. (2017). Content of pectin substances in vegetative objects. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2, 200-202. (In Russian, English abstract).