

УДК 543.645.9

UDC 543.645.9

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В СЫРЬЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**DEVELOPMENT OF THE DETERMINATION METHODOLOGY FOR QUANTITIES OF PECTIN SUBSTANCES IN RAW MATERIAL AND PRODUCTS OF ITS PROCESSING**

Ольховатов Егор Анатольевич
к.т.н., доцент

Olhovatov Egor Anatolevich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Родионова Людмила Яковлевна
д.т.н., профессор

Rodionova Lyudmila Yakovlevna
Dr.Sci.Tech., professor

Щербакова Елена Владимировна
д.т.н., профессор
Кубанский государственный аграрный университет, Россия

Shcherbakova Elena Vladymirovna
Dr.Sci.Tech., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Одним из основных путей повышения экономической эффективности и экологической безопасности производства пищевой отрасли является внедрение малоотходных и безотходных технологий. Ярким примером технологий этой группы является производство пектина и пектинопродуктов из отходов переработки на продовольственные нужды растительных объектов – различных плодов. Нами разработан ряд способов получения пектинопродуктов из нетрадиционных сырьевых объектов и на их основании предложены технологии получения товарного пектина и пектиновых экстрактов из плодовых оболочек сои, эспарцета, клещевины, тунга и ореха черного. В целях оперативного аналитического контроля пектинового комплекса перечисленного сырья были предложены две методики, одна из которых представлена в статье. Представленная методика позволяет при минимальных затратах труда и энергии определять количество пектина по его фракциям на любом предприятии пектинового производства. Методика реализуется следующим образом. Высушивают бумажные складчатые фильтры до постоянной массы. Приготавливают стандартизованные растворы протопектина и гидратопектина. Отбирают пробы. Затем нейтрализуют кислую среду раствора протопектина и омыляют пектиновые вещества в анализируемых растворах 40%-ным раствором NaOH в течение 15 мин. После этого осаждают пектиновые вещества концентрированной HCl и фильтруют осадки. Затем осадки на фильтрах многократно промывают холодной дистиллированной водой для полного удаления ионов хлора. Фильтры с осадками высушивают до постоянной массы. Расчет массовой доли фракций пектиновых веществ осуществляют по формулам для гидратопектина и для протопектина в отдельности. Методика в целом позволяет повысить точность результатов определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье, сократить затраты труда и времени, а также

One of the main ways to increase the economic efficiency and environmental safety of the food industry is the introduction of low-waste and non-waste technologies. A vivid example of the technologies of this group is the production of pectin and pectin products from processing residues for food needs of plant objects - various fruits. We have developed a number of ways of obtaining pectin products from unconventional raw materials objects and on their basis we propose technologies for obtaining commodity pectin and pectin extracts from fruit shells of soya, sainfoin, castor oil, tunga and black nuts. For the purpose of operational analytical control of the pectin complex of the listed raw materials, two methods have been proposed, one of which is presented in the article. The presented technique allows determining the amount of pectin by its fractions at any company of pectin production with minimum expenditure of labor and energy. The methodology is implemented as follows. We dry paper folded filters to constant weight. Standardized solutions of protopectin and hydratopectin are prepared. Samples are taken. Then we neutralize the acid solution of protopectin solution and saponize the pectin substances in the analyzed solutions with 40% NaOH solution for 15 minutes. After that, the pectic substances are precipitated with concentrated HCl and the precipitates are filtered. Then the precipitates on the filters are repeatedly washed with cold distilled water to completely remove the chlorine ions. Filters with precipitation are dried to constant weight. The mass fraction of fractions of pectin substances is calculated by formulas for hydratopectin and protopectin alone. The method as a whole makes it possible to improve the accuracy of the results of determining the mass fraction of pectic substances in plant raw materials, to reduce labor and time costs, and to exclude the use of specific equipment

исключить использование специфического оборудования

Ключевые слова: ПЕКТИН, РАЗРАБОТКА, МЕТОДИКА, МАССОВАЯ ДОЛЯ ФРАКЦИЙ, СУММА ФРАКЦИЙ, ГИДРАТОПЕКТИН, ПРОТОПЕКТИН

Keywords: PECTIN, DEVELOPMENT, METHODIKA, MASS SHARE OF FRACTIONS, AMOUNT OF FRACTIONS, HYDRATOPECTIN, PROTOPECTIN

Doi: 10.21515/1990-4665-128-049

Введение

Одним из основных путей повышения экономической эффективности и экологической безопасности любого производства, в том числе и принадлежащего пищевой отрасли, является внедрение малоотходных и безотходных технологий, основанных, в том числе, на вовлечении в производственный цикл и вторичных сырьевых ресурсов. Ярким примером этой группы технологий является производство пектина и пектинопродуктов из отходов переработки на продовольственные нужды растительных объектов – различных плодов. В настоящее время в Россию ежегодно импортируется в среднем 3,0–3,5 тыс. т. пектина различного назначения. Анализ характеристик пектиновых веществ отечественного вторичного продовольственного сырья показал его пригодность к использованию в направлении производства пектина. Так, нами разработан ряд способов получения пектинопродуктов из нетрадиционных сырьевых объектов и на их основании предложены технологии получения товарного пектина и пектиновых экстрактов из плодовых оболочек сои, эспарцета, клещевины, тунга и ореха черного, в целях оперативного аналитического контроля пектинового комплекса которых разработаны две методики, одна из которых представлена в статье. Предложенная методика позволяет при минимальных затратах труда и энергии определять количество пектина по его фракциям на любом предприятии пектинового производства.

Полисахаридный комплекс таких видов вторичных сырьевых ресурсов, как плодовые оболочки сои [1, 2], эспарцета [3], клещевины [4, 5], тунга [6] и ореха черного [7], которые по своей сути являются альтерна-

тивной сырьевой базой пектиновых веществ, долгое время был не изучен на предмет количества и качества содержащегося в них пектина. При этом важным этапом является анализ количества целевого продукта в исходном сырье, для чего существует необходимость в разработке подходящих для этого простых в исполнении методик с высокой сходимостью результатов параллельных опытов, позволяющих получать точные данные за короткое время при минимальных энерго- и трудозатратах.

Предлагаемые нами разработки, безусловно, будут стимулировать процесс импортозамещения на рынке пищевых добавок. Кроме того, эти разработки способствуют совершенствованию технологии глубокой переработки плодов таких культур, как соя, эспарцет, клещевина, тунг и орех черный с получением товарного пектина и пектиновых экстрактов, что, в итоге определит существенное снижение себестоимости основных целевых продуктов переработки этого сырья и повысит экономическую эффективность производства.

Материал и методика исследований

В качестве объектов исследования были выбраны плодовые оболочки сои, эспарцета, клещевины, тунга и ореха черного.

При разработке оригинальной методики [8] исследования фракционного состава и массовой доли фракций пектиновых веществ использовали данные, полученные общепринятыми методами – «объемным» и «кальций-пектатным»; образцы пектиновых веществ из предварительно приготовленных экстрактов сырья выделяли методом спиртоосаждения [9].

Статистическую оценку достоверности полученных экспериментальных данных вели по методикам с применением офисного редактора *Microsoft Excel* [10].

Состояние проблемы

Предложенная нами методика относится к технической биохимии, а именно к определению количества пектиновых веществ в растительном сырье.

Вне зависимости от природы растительного материала и методики количественного определения содержания пектиновых веществ в нем, первым шагом всегда является приготовление «стандартизированных» растворов гидратопектина и протопектина, суть которого заключается в поэтапном и максимально полном извлечении всего гидратопектина и протопектина из растительной ткани. Полученные таким образом экстракты гидратопектина и протопектина исследуют по одной из существующих общепринятых методик.

Известна методика количественного определения пектиновых веществ, который основан на осаждении пектиновых кислот сильными минеральными кислотами в условиях повышенного тяготения («объемный» метод). К 200 мл «стандартизованного» раствора гидратопектина или протопектина, отобранных для исследования, прибавляют 2,5 мл 40%-ного раствора NaOH и выдерживают при комнатной температуре 15 мин. Образовавшуюся пектиновую кислоту осаждают 10 мл концентрированной HCl и центрифугируют при 3000 об/мин в течение 10-15 мин. в некотором количестве градуированных центрифужных пробирок. В результате центрифугирования пектиновые коллоиды образуют осадок, объем которого измеряют в каждой пробирке. Объемы осадков во всех пробирках суммируют. Затем, пользуясь калибровочной кривой и объемом полученного осадка, определяют концентрацию пектиновых веществ [11].

К недостаткам данной методики можно отнести приведенные унифицированные параметры центрифугирования, которые на практике не обеспечивают точности анализа, так как пектиновые кислоты, выделенные из различного вида сырья, обладают неодинаковой способностью к обра-

зованию осадка в условиях повышенного тяготения. В результате осадки получают различной плотности, что неизбежно сказывается на занимаемом ими объеме, и, кроме того, часть сгустков пектиновых кислот нередко свободно размещается в объеме жидкости центрифужной пробирки, так и не перейдя в осадок. Кроме того, объем осадков в пробирках бывает настолько мал, что по градуировке пробирки точно определить его количество не удастся. Все это неизбежно приводит к высокой погрешности и неточному результату анализа. К недостаткам методики также следует отнести необходимость использования специфического оборудования (центрифуга и градуированные центрифужные пробирки).

Известна методика количественного определения пектиновых веществ, который основан на осаждении пектиновых кислот в виде кальциевых солей – пектатов – и учете их количества весовым способом («кальций-пектатный» метод).

Началу проведения анализа предшествует высушивание необходимого количества бумажных складчатых фильтров при температуре 100-105 °С до постоянной массы.

Раствор протопектина подготавливают к омылению, нейтрализуя кислую реакцию среды, при которой проводилось экстрагирование протопектина, гидроксидом натрия.

Далее следует стадия омыления гидратопектина или протопектина, (в зависимости от исследуемого «стандартизованного» раствора), для чего отбирают по 50 мл соответствующего «стандартизованного» раствора. В эту же колбу прибавляют такой же объем 0,1 н (0,4 %) раствора NaOH. Колбу закрывают и оставляют на 8-10 ч при комнатной температуре для проведения процесса омыления карбоксильных групп пектина.

По истечении указанного времени растворы подкисляют 50 мл 1 н уксусной кислоты и выдерживают в течение 30 мин. Образовавшиеся пектиновые кислоты осаждают 50 мл 11,1 % раствора CaCl₂. Полученные

осадки пектата кальция отфильтровывают через заранее высушенные до постоянной массы фильтры. Осадки на фильтрах промывают 0,5 % раствором CaCl_2 порциями по 50 мл, после чего осадки многократно промывают холодной дистиллированной водой для полного удаления ионов хлора. Полноту отмывки осадка пектата кальция от ионов Cl^- определяют по качественной реакции фильтрата с AgNO_3 . С целью снижения зольности осадок на фильтре несколько раз промывают горячей дистиллированной водой.

Фильтры с промытым осадком аккуратно переносят в бюксы и сушат при температуре 100-105 °С до постоянной массы.

Если масса осадка, полученная из разности между массой бюкса с высушенными фильтром и осадком пектина и массой бюкса с высушенным фильтром до фильтрования осадка не превышает 0,03 г, то расчет содержания отдельных фракций пектина в растительной ткани осуществляют по формуле (1):

$$X = \frac{(m_{\phi+n} - m_{\phi}) \cdot 0,9235 \cdot V_{\text{колбы}} \cdot 100}{V_{\text{экстр}} \cdot m_{\text{навески}}} \quad (1)$$

где X – содержание соответствующей фракции пектина в исследуемом материале, % от сырой массы;

$m_{\phi+n}$ – масса бюкса с фильтром и высушенным до постоянной массы осадком, г;

m_{ϕ} – масса бюкса с высушенным фильтром до фильтрования, г.

$V_{\text{колбы}}$ – объем мерной колбы со «стандартизированным» раствором, мл;

0,9235 – коэффициент пересчета на пектовую кислоту;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

$m_{\text{навески}}$ – масса навески исследуемого материала, г;

$V_{\text{экстр}}$ – объем «стандартизированного» раствора, который необходимо взять для проведения эксперимента.

Если масса осадка, полученная из разности между массой бюкса с высушенными фильтром и осадком пектина и массой бюкса с высушенным фильтром до фильтрования осадка превышает 0,03 г, то эксперимент следует повторить с меньшим количеством «стандартизированного» раствора, объем которого определяется по формуле (2) [12]:

$$V_{\text{эксп}} = \frac{1}{m_{\phi+n} - m_{\phi}}, \quad (2).$$

К недостаткам описанной методики следует отнести высокую погрешность определения, равную 0,3 %, что может быть связано с переходом в осадок пектата кальция непектиновых примесей, а также высокую трудоемкость и большую продолжительность процесса анализа (нередко появляется необходимость переделывать анализ по причине превышения массы пектата кальция 0,03 г).

Результаты исследований

Техническим результатом проведенных нами исследований является разработка методики, способствующей повышению точности определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье, сокращению затрат труда и времени, необходимых для проведения анализов, а также исключению использования специфического оборудования.

Технический результат достигается тем, что в известной методике, включающей высушивание бумажных складчатых фильтров до постоянной массы, приготовление «стандартизированных» растворов протопектина и гидратопектина, отбор проб, нейтрализацию кислой среды раствора протопектина, омыление фракций пектиновых веществ в отобранных пробах, осаждение пектиновых веществ, фильтрование осадков, промывание осадков на фильтре дистиллированной водой, высушивание фильтров с осад-

ками до постоянной массы, расчет массовой доли пектиновых веществ по фракциям согласно предлагаемой методике омыление пектиновых веществ в анализируемых растворах проводят 40%-ным раствором NaOH в течение 15 мин., пектиновые вещества осаждают концентрированной HCl, а массовую долю пектиновых веществ рассчитывают по формулам (3) и (4):

– для гидратопектина

$$\omega_{en} = \frac{m_2}{m_1 \cdot 0.8} \cdot 100, \quad (3)$$

где ω_{en} – массовая доля фракции гидратопектина, %;

m_1 – масса навески исследуемого сырья, взятой для анализа, г;

m_2 – масса осадка, г;

0,8 – коэффициент пересчета объема «стандартизованного» раствора гидратопектина, взятого для исследований, к общему объему «стандартизованного» раствора гидратопектина;

100 – коэффициент пересчета в проценты;

– для протопектина

$$\omega_{mn} = \frac{m_2}{m_1 \cdot 0.4} \cdot 100, \quad (4)$$

где ω_{mn} – массовая доля фракции протопектина, %;

0,4 – коэффициент пересчета объема «стандартизованного» раствора протопектина, взятого для исследований, к общему объему «стандартизованного» раствора протопектина.

Реализацию описанной методики осуществляют согласно приведенным ниже примерам.

Пример 1.

Подготавливают необходимое количество бумажных складчатых фильтров, высушивая их в бюксах в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

Определения проводят в трех повторностях.

Берут навеску 10 г сухого измельченного материала – плодовых оболочек эспарцета – и готовят «стандартизированные» растворы гидратопектина и протопектина.

После этого из общего количества приготовленных растворов фракций пектиновых веществ отбирают пробы объемом по 200 мл и в пробе раствора протопектина нейтрализуют кислую реакцию среды титрованием 0,1 н раствором NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина (до появления устойчивой слабо-розовой окраски).

Затем, к отобраным и подготовленным для исследования пробам «стандартизированных» растворов гидратопектина и протопектина, прибавляют по 2,5 мл 40%-ного раствора NaOH и выдерживают при комнатной температуре 15 мин., омыляя пектиновые вещества. При этом индикатор окрашивает растворы в насыщенный малиновый цвет.

По прошествии указанного времени образовавшуюся пектиновую кислоту осаждают 10 мл концентрированной HCl. Образовавшиеся осадки фильтруют через высушенные до постоянной массы бумажные складчатые фильтры и многократно промывают холодной дистиллированной водой для полного удаления ионов хлора. Полноту отмывки осадка от ионов хлора определяют по качественной реакции промывных вод с AgNO₃.

По окончании фильтрования фильтры с осадками аккуратно укладывают в бюксы и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

После этого определяют массу осадков, вычитая из массы высушенных фильтров с осадками, массу высушенных фильтров до фильтрования,

а массовую долю пектиновых веществ в исследуемом сырье определяют, используя формулы (3) и (4):

$$\begin{aligned}
 1. \quad \omega_{en} &= \frac{0,1091}{10 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 1,37(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,4486}{10 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 11,22(\%); \\
 2. \quad \omega_{en} &= \frac{0,1052}{10 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 1,36(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,4178}{10 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 11,45(\%); \\
 3. \quad \omega_{en} &= \frac{0,1061}{10 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 1,33(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,4615}{10 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 11,54(\%).
 \end{aligned}$$

Результаты произведенных расчетов заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов количества пектиновых веществ исследуемых образцов сухого сырья по фракциям

Образец	Фракция пектиновых веществ	Масса осадков, г	Объемная доля пектиновых веществ, %
1	Гидратопектин	0,1091	1,37
	Протопектин	0,4486	11,22
2	Гидратопектин	0,1052	1,36
	Протопектин	0,4178	11,45
3	Гидратопектин	0,1061	1,33
	Протопектин	0,4615	11,54

Пример 2.

Подготавливают необходимое количество бумажных складчатых фильтров, высушивая их в бюксах в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

Определения проводят в трех повторностях.

Берут навеску 25 г влажного исследуемого материала – плодовых оболочек ореха черного – и готовят «стандартизированные» растворы гидратопектина и протопектина.

После этого из общего количества приготовленных растворов фракций пектиновых веществ отбирают пробы объемом по 200 мл и в пробе раствора протопектина нейтрализуют кислую реакцию среды титрованием

0,1 н раствором NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина (до появления устойчивой слабо-розовой окраски).

Затем, к отобранным и подготовленным для исследования пробам «стандартизованных» растворов гидратопектина и протопектина, прибавляют по 2,5 мл 40%-ного раствора NaOH и выдерживают при комнатной температуре 15 мин., омыляя пектиновые вещества. При этом индикатор окрашивает растворы в насыщенный малиновый цвет.

По прошествии указанного времени образовавшуюся пектиновую кислоту осаждают 10 мл концентрированной HCl. Образовавшиеся осадки фильтруют через высушенные до постоянной массы бумажные складчатые фильтры и многократно промывают холодной дистиллированной водой для полного удаления ионов хлора. Полноту отмывки осадка от ионов хлора определяют по качественной реакции промывных вод с $AgNO_3$.

По окончании фильтрования фильтры с осадками аккуратно укладывают в бюксы и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °C до постоянной массы.

После этого определяют массу осадков, вычитая из массы высушенных фильтров с осадками, массу высушенных фильтров до фильтрования, а массовую долю пектиновых веществ в исследуемом сырье определяют, используя формулы (3) и (4):

$$\begin{aligned} 1. \quad \omega_{zn} &= \frac{0,0960}{25 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 0,48(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,1521}{25 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 1,52(\%); \\ 2. \quad \omega_{zn} &= \frac{0,0920}{25 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 0,46(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,1475}{25 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 1,48(\%); \\ 3. \quad \omega_{zn} &= \frac{0,0971}{25 \cdot 0,8} \cdot 100 \approx 0,49(\%); & \omega_{nm} &= \frac{0,1540}{25 \cdot 0,4} \cdot 100 \approx 1,54(\%). \end{aligned}$$

Результаты произведенных расчетов заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов количества пектиновых веществ исследуемых образцов влажного сырья по фракциям

Образец	Фракция пектиновых веществ	Масса осадков, г	Объемная доля пектиновых веществ, %
1	Гидратопектин	0,0960	0,48
	Протопектин	0,1521	1,52
2	Гидратопектин	0,0920	0,46
	Протопектин	0,1475	1,48
3	Гидратопектин	0,0971	0,49
	Протопектин	0,1540	1,54

Выводы и заключения

В ходе проведенных исследований нами была разработана и предложена методика определения количества пектиновых веществ в сырье и продуктах его переработки, реализуемая согласно описанным выше примерам.

Применение 40%-ного раствора NaOH вместо 0,1 н раствора NaOH для омыления пектиновых веществ позволяет сократить требуемое для этого время с 8-10 ч до 15-ти мин.

Применение концентрированной HCl обеспечивает быструю и качественную нейтрализацию щелочной среды омыленных растворов (вместо предшествующего осаждению 11,1%-ным раствором CaCl₂ подкисления растворов 50 мл 1 н уксусной кислоты с 30-ти минутной экспозицией) и полное осаждение омыленных фракций пектиновых веществ, что повышает достоверность результатов определения.

Технический результат достигается только при сочетании описанных параметров процесса, что позволяет получить точные данные при высокой сходимости параллельных анализов. Положительный эффект при реализации разработанной нами методики заключается в простоте выполнения и экономии затрат труда и времени на всех стадиях процесса.

Литература

1. Пат. 2553232 Российская Федерация: МПК A23L 1/0524 (2007.01). Способ получения пектинового экстракта из створки бобов сои / Ольховатов Е.А., Щербакова

Е.В., Родионова Л.Я., Айрумян В.Ю., Пивень М.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2014108460/13 ; заявл. 04.03.2014; опубл. 10.06.2015, бюлл. №16.

2. Ольховатов Е.А. Разработка способа получения пектинового экстракта из створки бобов сои / Ольховатов Е.А., Степовой А.В., Щербакова Е.В., Родионова Л.Я., Пивень М.М. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №09(123). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/107.pdf>, 0,875 у.п.л. – IDA [article ID]: 1221608107. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-107>

3. Пат. 2414826 Российская Федерация, МПК А23L 1/0524. Способ получения пектинового экстракта из плодовых оболочек эспарцета / Щербакова Е.В., Ольховатов Е.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009136098/13; заявл. 29.09.2009; опубл. 27.03.2011, бюлл. №9.

4. Пат. 2415608 Российская Федерация, МПК А23L 1/0524. Способ получения пектина из плодовых оболочек клещевины / Щербакова Е.В., Ольховатов Е.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009136278/13; заявл. 30.09.2009; опубл. 10.04.2011, бюлл. №10.

5. Ольховатов, Е. А. Совершенствование технологии комплексной переработки плодов клещевины : монография / Е. А. Ольховатов. – Краснодар : КубГАУ, 2011. – 107 с.

6. Пат. 2346465 Российская Федерация, МПК А23 L 1/0524. Способ получения пектина / Донченко Л.В., Щербакова Е.В., Ольховатов Е.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2007131636/13; заявл. 20.08.2007; опубл. 20.02.2009; бюлл. №5.

7. Пат. 2414145 Российская Федерация, МПК А23L 1/0524. Способ получения пектина из плодовых оболочек ореха черного / Щербакова Е.В., Ольховатов Е.А., Дробицкая З.И.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009136166/13; заявл. 29.09.2009; опубл. 20.03.2011; бюлл. №8.

8. Пат. 2434532 Российская Федерация, МПК А23L 1/0524 (2006.01), В01Д 21/00 (2006.01). Способ определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье / Ольховатов Е. А., Родионова Л. Я., Щербакова Е. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2010119897/13; заявл. 18.05.2010; опубл. 27.11.2011, Бюлл. №33.

9. Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение : учебное пособие / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

10. Кокшарова, Т.Е. Методические указания по математической обработке результатов исследования с использованием табличного процессора *EXCEL* / Т.Е. Кокшарова, Ц.Ц. Цыдыпов. – Улан-Удэ : ВСГТУ, 2002. – 40 с.

11. Шелухина, Н.П. Научные основы технологии пектина / Н.П. Шелухина. – Фрунзе : Илим, 1988. – 168с.

12. Донченко, Л.В. Методы количественного определения пектиновых веществ в растительном сырье : методические указания к практическим занятиям / Л.В. Донченко, В.В. Кондратенко, Т.Ю. Кондратенко – Краснодар : КубГАУ, 2005. – 30 с.

References

1. Pat. 2553232 Rossijskaja Federacija: MPK A23L 1/0524 (2007.01). Sposob poluchenija pektinovogo jekstrakta iz stvorki bobov soi / Ol'hovатов E.A., Shherbakova E.V., Rodionova L.Ja., Ajrumjan V.Ju., Piven' M.M.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO

«Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2014108460/13 ; zajavl. 04.03.2014; opubl. 10.06.2015, bjull. №16.

2. Ol'hovtov E.A. Razrabotka sposoba poluchenija pektinovogo jekstrakta iz stvoriki bobov soi / Ol'hovtov E.A., Stepovoj A.V., Shherbakova E.V., Rodionova L.Ja., Piven' M.M. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №09(123). – Rezhim dostu-pa:<http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/107.pdf>, 0,875 u.p.l. – IDA [article ID]: 1221608107. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-107>

3. Pat. 2414826 Rossijskaja Federacija, MPK A23L 1/0524. Sposob poluchenija pektinovogo jekstrakta iz plodovyh obolochek jesparceta / Shherbakova E.V., Ol'hovtov E.A.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009136098/13; zajavl. 29.09.2009; opubl. 27.03.2011, bjull. №9.

4. Pat. 2415608 Rossijskaja Federacija, MPK A23L 1/0524. Sposob poluchenija pektina iz plodovyh obolochek kleshheviny / Shherbakova E.V., Ol'hovtov E.A.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009136278/13; zajavl. 30.09.2009; opubl. 10.04.2011, bjull. №10.

5. Ol'hovtov, E. A. Sovershenstvovanie tehnologii kompleksnoj pererabotki plodov kleshheviny : monografija / E. A. Ol'hovtov. – Krasnodar : KubGAU, 2011. – 107 s.

6. Pat. 2346465 Rossijskaja Federacija, MPK A23 L 1/0524. Sposob poluchenija pektina / Donchenko L.V., Shherbakova E.V., Ol'hovtov E.A.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2007131636/13; zajavl. 20.08.2007; opubl. 20.02.2009; bjull. №5.

7. Pat. 2414145 Rossijskaja Federacija, MPK A23L 1/0524. Sposob poluchenija pektina iz plodovyh obolochek oreha chernogo / Shherbakova E.V., Ol'hovtov E.A., Drobickaja Z.I.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009136166/13; zajavl. 29.09.2009; opubl. 20.03.2011; bjull. №8.

8. Pat. 2434532 Rossijskaja Federacija, MPK A23L 1/0524 (2006.01), V01D 21/00 (2006.01). Sposob opredelenija massovoj doli pektinovyh veshhestv v rastitel'nom syr'e / Ol'hovtov E. A., Rodionova L. Ja., Shherbakova E. V.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2010119897/13; zajavl. 18.05.2010; opubl. 27.11.2011, Bjull. №33.

9. Donchenko, L. V. Pektin: osnovnye svoystva, proizvodstvo i primenenie : uchebnoe posobie / L. V. Donchenko, G. G. Firsov. – M. : DeLi print, 2007. – 276 s.

10. Koksharova, T.E. Metodicheskie ukazaniya po matematicheskoj obrabotke rezultatov issledovanija s ispol'zovaniem tablichnogo processora EXCEL / T.E. Koksharova, C.C. Cydyrov. – Ulan-Udje : VSGTU, 2002. – 40 s.

11. Sheluhina, N.P. Nauchnye osnovy tehnologii pektina / N.P. Sheluhina. – Frunze : Ilim, 1988. – 168s.

12. Donchenko, L.V. Metody kolichestvennogo opredelenija pektinovyh veshhestv v rastitel'nom syr'e : metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanjatijam / L.V. Donchenko, V.V. Kondratenko, T.Ju. Kondratenko – Krasnodar : KubGAU, 2005. – 30 s.