



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина

Наиля М. Даишева*, Семен О. Семенихин,
Алла А. Фабрицкая, Мирсабир М. Усманов

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ); ул. Тополиная аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Растущий спрос на пектин в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности требует поиска сырья для его производства и разработки инновационных, экологичных и экономически эффективных способов его получения. Перспективным источником пектина может служить свекловичный прессованный жом – вторичный ресурс переработки сахарной свеклы, образующийся на предприятиях свеклосахарной отрасли Российской Федерации в значительных объемах. В настоящее время рост научно-технического прогресса обусловил перспективность применения таких способов управляемой трансформации растительного сырья, при которых воздействие на качество и выход целевого компонента минимально, в отличие от классического кислотно-спиртового способа получения пектина. Наибольший интерес представляют биотехнологические способы извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, обеспечивающие более высокий выход с сохранением их свойств. Однако, для обеспечения максимального эффекта необходимо подготовить растительное сырье к извлечению, так как биотехнологические способы имеют точечную направленность, вследствие чего при неоптимальных условиях эффективность извлечения биологически активных веществ будет снижена. Целью исследования является разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома с применением химического и физических методов воздействия к последующему процессу биотехнологического извлечения пектина. Для достижения этой цели в качестве химического метода воздействия использовали обработку свекловичного прессованного жома водным раствором перекиси водорода, а в качестве физических методов воздействия – измельчение свекловичного прессованного жома и его обработку электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ). Определены эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина с применением химического и физических методов воздействия, а именно, обработка свекловичного прессованного жома 20 %-ным водным раствором при соотношении свекловичный прессованный жом: раствор перекиси водорода, равном 1,0 : 1,0, и постоянном перемешивании в течение 90 минут, отделение жома от жидкой фазы, его последующее измельчение до размера частиц менее 2,0 мм и обработка ЭМП СВЧ с темпом нагрева до достижения температуры 60°C, равном 0,6°C/с. Разработана технология подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина, обеспечивающая степень извлечения пектина 12,78% к исходному его

содержанию в свекловичном прессованном жоме, что на 10,39% выше по сравнению с контролем (без измельчения и обработки).

Ключевые слова: свекловичный прессованный жом, пектин, осветление, перекись водорода, измельчение, электромагнитное поле сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ), эффективность извлечения пектина, технология подготовки

Для цитирования: Даишева Н.М., Семенихин С.О., Фабрицкая А.А. и др. Разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (2): 22-31. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-22-31>

Development of technology for preparation of pressed beet pulp for pectin extraction

Nailya M. Daisheva*, Semen O. Semenikhin,
Alla A. Fabritskaya, Mirsabir M. Usmanov

Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of the FSBSI «The North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-Making» (KSRIISP – a branch of FSBSI NCSCHVW); 2 Topolinaya alleya, Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. The growing demand for pectin in food, pharmaceutical and cosmetic industries requires the search for raw materials for its production and the development of innovative, environmentally friendly and cost-effective ways to obtain it. A secondary resource of sugar beet processing – pressed beet pulp which is formed in significant volumes at the sugar beet factories of the Russian Federation can serve as promising source pectin. At present, the growth of scientific and technological progress has led to the prospect of using such methods of controlled transformation of plant materials, in which the impact on the quality and yield of the target component is minimal, in contrast to the classical acid-ethanol method for producing pectin. Of greatest interest are biotechnological methods for extracting biologically active substances from plant materials, which provide a higher yield while maintaining their properties. However, to ensure the maximum effect, it is necessary to prepare plant materials for extraction, since biotechnological methods have a point focus, as a result of which, under suboptimal conditions, the efficiency of extracting biologically active substances will be reduced. The aim of the research is to develop a technology for the preparation of pressed beet pulp using chemical and physical impact methods for the subsequent process of biotechnological extraction of pectin. To achieve this aim, the pressed beet pulp treatment with an aqueous solution of hydrogen peroxide has been used as a chemical impact method, and grinding of pressed beet pulp and its treatment with microwave electromagnetic field (MW EMF) has been used as physical impact method. Effective technological regimes for the preparation of pressed beet pulp for pectin extraction using chemical and physical impact methods have been determined, namely, treatment of pressed beet pulp with a 20% aqueous solution at a ratio of pressed beet pulp: hydrogen peroxide solution equal to 1,0: 1,0, and constant stirring for 90 minutes, separating the pulp from the liquid phase, its subsequent grinding to a particle size of less than 2.0 mm and EMF MW treating with a heating rate to reach a temperature of 60°C, equal to 0,6°C/s. The technology has been developed for preparing pressed beet pulp for pectin extraction, providing a degree of pectin extraction of 12,78% to its initial content in pressed beet pulp, which is 10,39% higher compared to the control (without grinding and treating).

Keywords: pressed beet pulp, pectin, clarification, hydrogen peroxide, grinding, microwave electromagnetic field (MW EMF), pectin extraction efficiency, preparation technology

For citation: Daisheva N.M., Semenikhin S.O., Fabritskaya A.A., et al. Development of technology for preparation of pressed beet pulp for pectin extraction. Novye tehnologii / New technologies. 2023; 19 (2): 22-31. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-22-31>

Одной из основных задач пищевой и перерабатывающей промышленности РФ в настоящее время является импортозамещение. В качестве перспективного источника пектина, способного заменить импортный пектин выступает свекловичный прессованный жом – вторичный ресурс переработки сахарной свеклы, образующийся на предприятиях свекло-сахарной отрасли в значительных объемах. В состав свекловичного жома входят преимущественно пищевые волокна – целлюлоза, гемицеллюлозы, пектин, протопектин и лигнин (до 5%), из которых именно пектин обладает высокой сорбционной способностью по отношению к тяжёлым металлам. Это свойство определяет перспективность применения пектина в составе функциональных продуктов питания, для лиц, имеющих контакт с тяжелыми металлами и радионуклидами.

Классическим способом получения пектина является кислотно-спиртовой способ, который заключается в кислотном гидролизе прочного пектин-целлюлозно-гемицеллюлозного комплекса свекловичного жома и последующей спиртовой коагуляции пектина с дальнейшим его отделением фильтрованием или центрифугированием [1]. Следует отметить, что при осуществлении кислотного гидролиза, наряду с деструкцией целлюлозно-гемицеллюлозного комплекса, происходит также деструкция пектина, а это негативно сказывается на качестве и выходе целевого компонента.

В настоящее время рост научно-технического прогресса обусловил перспективность применения таких способов управляемой трансформации растительного сырья, при которых воздействие на

качество и выход целевого компонента минимально [2].

Наибольший интерес представляют биотехнологические способы извлечения биологически активных веществ из растительного сырья и вторичных ресурсов его переработки, обеспечивающие более высокий выход, а также нативные свойства целевого компонента [3-5].

Существуют способы интенсификации процесса извлечения пектина при ферментативном гидролизе путем подготовки исходного сырья с применением химических и физических методов воздействия [6].

Целью исследования является разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к биотехнологическому способу извлечения пектина с применением химического и физических методов воздействия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- выявить эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома с применением химического метода воздействия путем его обработки водным раствором перекиси водорода;

- выявить эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома с применением физических методов воздействия;

- на основе полученных данных разработать технологию подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина.

Объектом исследования являлся свекловичный прессованный жом, полученный в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением

экстрагента, подкисленного серной кислотой.

Существенное влияние на биохимический состав и органолептические свойства свекловичного жома оказывает технология обессахаривания свекловичной стружки, а именно, способ подготовки экстрагента, применяемого для диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки.

В настоящее время на предприятиях отрасли применяют два способа подготовки экстрагента для диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки: обработка экстрагента сернистым ангидридом и подкисление экстрагента серной кислотой. Так как химические свойства сернистой кислоты, образующейся в результате обработки экстрагента сернистым ангидридом, и серной кислоты различны, то это может оказать влияние не только на биохимический состав получаемого свекловичного прессованного жома, но и на его органолептические показатели, а именно на цвет.

В процессе лабораторных исследований изучали влияние способа подготовки экстрагента, применяемого для диффузионно-прессового извлечения сахарозы, на биохимический состав и цвет получаемого свекловичного прессованного жома.

Установлено, что биохимический состав исследуемых образцов жома был практически идентичен, а цвет образца жома, полученного с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, темно-серый. Цвет образца жома, полученного с применением экстрагента, обработанного сернистым ангидридом, бледно-желтый, близкий к цвету свежей свекловичной стружки, что, с точки зрения органолептических показателей получаемого из него пектина, предпочтительнее.

Однако многие предприятия свекло-сахарной отрасли в настоящее время вырабатывают свекловичный прессованный жом, полученный при диффузионно-прессовом извлечении сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, а, следовательно, имеющий темно-серый цвет. В связи с этим, для осветления такого свекловичного прессованного жома использовали один из наиболее распространенных химических реагентов, применяемых для осветления растительного сырья, а именно водный раствор перекиси водорода [7, 8].

За эффективные режимы обработки свекловичного прессованного жома водным раствором перекиси водорода были приняты режимы, обеспечивающие достижение жомом бледно-желтого цвета, характерного для свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, обработанного сернистым ангидридом.

В результате проведенного многофакторного эксперимента было выявлено, что требуемый эффект осветления свекловичного прессованного жома наблюдался в процессе его обработки водным раствором перекиси водорода с концентрацией 20% при соотношении свекловичный прессованный жом : раствор перекиси водорода, равном 1,0 : 1,0, и постоянном перемешивании в течение 90 минут.

Известно, что одним из факторов, предопределяющим эффективность извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, является степень его измельчения [9-12].

Проведенные эксперименты показали, что эффективность извлечения пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома (без

измельчения) составила 2,39% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, эффективность извлечения пектина из образца, измельченного до размера частиц менее 3,0 мм, увеличилась на 4,37% по сравнению с контрольным образцом, а из образца, измельченного до размера частиц менее 2,0 мм, – на 6,60%. Следовательно, наибольшая эффективность извлечения пектина из свекловичного прессованного жома при последующей его экстракции наблюдается при степени его измельчения, характеризуемой размером частиц менее 2,0 мм и составляет 8,99% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме.

Другим перспективным и эффективным физическим методом интенсификации процессов извлечения биологически активных веществ из растительного сырья является его предварительная обработка электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) [6, 9, 13].

В лабораторных условиях были проведены эксперименты по определению влияния обработки свекловичного прессованного жома ЭМП СВЧ на эффективность извлечения пектина. Для этого измельченный до размера частиц менее 2,0 мм свекловичный прессованный жом обрабатывали ЭМП СВЧ с различным темпом повышения температуры (темпом нагрева) до достижения температуры 60°C. В качестве контрольного образца использовали измельченный до размера частиц менее 2,0 мм свекловичный прессованный жом, который нагревали до температуры 60°C в сушильном шкафу.

Оценку влияния обработки на эффективность извлечения пектина осуществляли путем экстрагирования образцов измельченного до размера частиц

менее 2,0 мм свекловичного прессованного жома, обработанного ЭМП СВЧ, и измельченного контрольного образца без обработки. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду, подкисленную лимонной кислотой до значения pH 6,5, при соотношении «измельченный и обработанный ЭМП СВЧ свекловичный прессованный жом – экстрагент», равном 1:15, и температуре 60°C в течение 3 часов с последующим отделением экстракта путем фильтрования.

В результате проведенных экспериментов эффективность извлечения пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома составила 8,99% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, эффективность извлечения пектина из измельченного свекловичного прессованного жома, предварительно обработанного ЭМП СВЧ с темпом нагрева 0,3 °C/c, по сравнению с контрольным образцом, увеличилась на 1,5%. Дальнейшее увеличение темпа нагрева до 0,6°C/c и 1,2°C/c позволило повысить эффективность извлечения пектина на 3,79% по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, эффективным режимом обработки ЭМП СВЧ измельченного свекловичного прессованного жома является темп нагрева до достижения температуры 60°C, равный 0,6°C/c, который обеспечивается при удельной мощности ЭМП СВЧ 180 Вт/дм³ и обработке жома в течение 60 секунд. Эффективность извлечения пектина при этом составляет 12,78% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме.

На основании данных, полученных в результате экспериментов по выявлению влияния химического и физических мето-

дов подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина, были разработаны технологические режимы и технология подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина.

На рисунке в виде структурной схемы приведен технологический процесс подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, включающий следующие стадии:

– смешивание свекловичного прессованного жома с водным раствором

перекиси водорода в течение определенного времени;

– прессование смеси до заданного содержания сухих веществ в жоме;

– измельчение свекловичного прессованного жома до размера частиц менее 2,0 мм;

– фракционирование измельченного свекловичного прессованного жома;

– удаление ферромагнитных примесей из измельченного свекловичного прессованного жома;

– обработку измельченного свекловичного прессованного жома электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ).

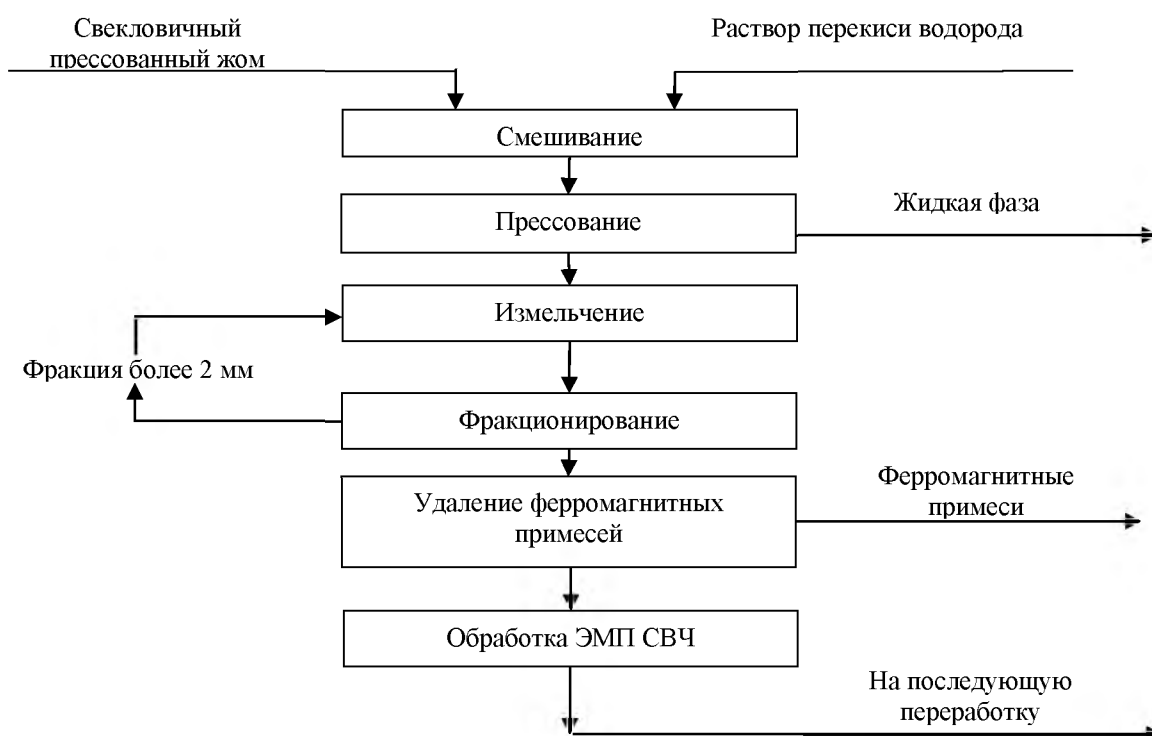


Рис. Структурная схема подготовки свекловичного прессованного жома, полученного с применением в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки экстрагента, подкисленного серной кислотой

Fig. Structural diagram for the preparation of pressed sugar beet pulp obtained using an extractant acidified with sulfuric acid in the process of diffusion-press extraction of sucrose from sugar beet chips

Свекловичный прессованный жом подается в смеситель для смешивания с водным раствором перекиси водорода в заданном соотношении с последующей экспозицией полученной смеси в течение определенного времени для осветления жома.

Смесь осветленного жома и перекиси водорода направляется в шнековый жомовый пресс для удаления жидкой фазы, а отпрессованный осветленный жом из пресса направляется в приемную емкость.

Таблица

Технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, к получению пектина

Table

Technological modes for preparation of sugar beetpressed pulp obtained in the process of diffusion-press extraction of sucrose from beet chips using an extractant acidified with sulfuric acid to obtain pectin

№ п/п	Наименование технологической стадии и технологического режима	Значение технологического режима
1	Смешивание жома с раствором перекиси водорода при постоянном перемешивании: - концентрация раствора перекиси водорода, % - соотношение жом : раствор перекиси водорода (по массе) - температура, °С, - время перемешивания, минут - частота вращения мешалки, с ⁻¹	20 1:1 24 ± 1 90 0,33
2	Отделение осветленного жома от жидкой фазы прессованием: - массовая доля сухих веществ в осветленном жоме, % - температура, °С	20 ± 2 24 ± 1
3	Измельчение осветленного жома: - размер частиц, мм, менее - температура, °С	2,0 24 ± 1
4	Фракционирование осветленного жома: - размер частиц, мм, менее - температура, °С	2,0 24 ± 1
5	Удаление ферромагнитных примесей: - температура, °С	24 ± 1
6	Обработка измельченного осветленного жома ЭМП СВЧ: - удельная мощность, Вт/дм ³ - время обработки, с - темп нагрева до достижения температуры 60°С, °С/с	180 60 0,60

Отпрессованный осветленный жом из приемной емкости подается в вальцовую дробилку, обеспечивающую размер частиц жома менее 2,0 мм.

Далее измельченный жом поступает на фракционирование. Фракцию измельченного жома с размером частиц более

2,0 мм возвращают на повторное измельчение в вальцовую дробилку.

Фракция с размером частиц менее 2,0 мм поступает на горизонтальный ленточный конвейер, над которым установлен магнитный сепаратор для удаления ферромагнитных примесей.

Затем измельченный свекловичный прессованный жом направляется в СВЧ-установку для обработки ЭМП.

Обработанный ЭМП СВЧ жом подается на последующую переработку.

В таблице приведены технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, к получению пектина, в соответствии со структурной схемой, приведенной на рисунке.

В результате исследования установлены:

– эффективный химический метод подготовки свекловичного прессованного жома, полученного с применением экстрагента, подкисленного серной кис-

лотой, на стадии диффузионного извлечения сахарозы, обеспечивающий требуемый эффект его осветления;

– эффективная степень измельчения свекловичного прессованного жома;

– эффективный режим обработки ЭМП СВЧ измельченного свекловичного прессованного жома.

На основе результатов исследования разработаны эффективные технологические режимы и технология подготовки свекловичного прессованного жома к получению пектина с применением химического и физических методов, обеспечивающие степень извлечения пектина 12,78 % к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, что на 10,39 % выше, чем при извлечении пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома, не измельченного и не обработанного ЭМП СВЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донченко Л.В., Сокол Н.В., Красносельова Е.А. Пищевая химия. Гидроколлоиды. М.: Юрайт, 2019. 180 с.
2. Получение пищевых волокон из вторичного сырья свеклосахарного производства и их использование в функциональных продуктах питания / Лукьяненко М.В. [и др.]. Краснодар: КубГТУ, 2016. 96 с.
3. Shamraja S. Nadar, Priyanka Rao, Virendra K. Rathod. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology. Food Research International. 2018; 309-330.
4. Puri M., Sharma D., Barrow C.J. Enzyme assisted extraction of bioactives from plants. Trends in Biotechnology. 2012; 30(1): 37-44.
5. Ptichkina N.M., Markina O.A., Rumyantseva G.N. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. Food Hydrocolloids. 2008; 22: 192-195.
6. Современные исследования в области интенсификации процесса экстракции биологически активных веществ из растительного сырья с применением ферментов / Фабрицкая А.А. [и др.]. Новые технологии. 2021; 17(2): 56-66.
7. Способ получения растительных пищевых волокон: патент 2336731 Рос. Федерация, МПК A23L 1/05, A23L 1/0524, A23L 1/308 / Румянцева Г.Н., Макурина С.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МГУПБ; № 2007133465/13; заявл. 07.09.2007; опубл. 27.10.2008. 9 с.
8. Алимов А.В., Цибизова М.Е. Пищевые волокна из вторичных ресурсов переработки овощей // Международная научная конференция научно-педагогических работников Астраханского государственного технического университета (60-я НПП): материалы конференции (Астрахань, 25-29 апр. 2016 г.). Астрахань: АГТУ, 2016: 52-53.

9. Процессы и аппараты пищевых производств / А.Н. Остриков [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2012. 616 с.
10. Abou-Elseoud W.S., Hassan E.A., Hassan M.L. Extraction of pectin from sugar beet pulp by enzymatic and ultrasound-assisted treatments. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021; 2: 100042.
11. Pacheco M.T., Villamiel M., Moreno R. [et al.] Structural and Rheological Properties of Pectins Extracted from Industrial Sugar Beet By-Products. *Molecules*. 2019; 24: 392.
12. Chen H.-m., Fu X., Luo Z.-g. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water. *Food Chemistry*. 2015; 168: 302-310.
13. Перфилова О.В. Изменение биологически активной ценности вторичного сырья в процессе СВЧ-нагрева. *Вестник КрасГАУ*. 2018; 2: 123-128.

REFERENCES:

1. Donchenko L.V., Sokol N.V., Krasnoselova E.A. Food chemistry. Hydrocolloids. Moscow: Ed. Yurayt; 2019. (In Russ).
2. Lukyanenko M.V. Molotilin Yu.I., Tamova M.Yu. [et al.] Obtaining dietary fibers from secondary raw materials of sugar beet processing and their use in functional foods. Krasnodar: KubSTU; 2016. (In Russ).
3. Shamraja S. Nadar, Priyanka Rao, Virendra K. Rathod. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology. *Food Research International*. 2018: 309-330. (In Russ).
4. Puri M., Sharma D., Barrow C.J. Enzyme assisted extraction of bioactives from plants. *Trends in Biotechnology*. 2012; 30(1): 37-44.
5. Ptichkina N.M., Markina O.A., Rumyantseva G.N. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. *Food Hydrocolloids*. 2008; 22: 192-195.
6. Fabritskaya A.A., Semenikhin S.O., Gorodetsky V.O. [et al.] Modern research in the field of intensification of the process of extraction of biologically active substances from plant materials using enzymes. *New technologies*. 2021;17(2): 56-66. (In Russ).
7. The method of obtaining vegetable dietary fibers: patent 2336731 Rus. Federation, IPC A23L 1/05, A23L 1/0524, A23L 1/308. / Rumyantseva G.N., Makurina S.V.; applicant and patent holder GOU VPO MGUPB; No. 2007133465/13; dec. 07.09.2007; publ. October 27, 2008. 9 p. (In Russ).
8. Alimov A.V., Tsbizova M.E. Dietary fibers from secondary resources of vegetable processing. International Scientific Conference of Scientific and Pedagogical Workers of the Astrakhan State Technical University (60th Scientific and Technical University): materials of the conference, Astrakhan, (April 25-29, 2016). Astrakhan: ASTU, 2016: 52-53. (In Russ).
9. Ostrikov A.N., Abramov O.V., Loginov A.V. [et al.] Processes and devices for food production. St. Petersburg: GIORД; 2012. (In Russ).
10. Abou-Elseoud W.S., Hassan E.A., Hassan M.L. Extraction of pectin from sugar beet pulp by enzymatic and ultrasound-assisted treatments. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021; 2: 100042.
11. Pacheco M.T., Villamiel M., Moreno R. [et al.] Structural and Rheological Properties of Pectins Extracted from Industrial Sugar Beet By-Products. *Molecules*. 2019; 24: 392.
12. Chen H.-m., Fu X., Luo Z.-g. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical wate. *Food Chemistry*. 2015; 168: 302-310.
13. Perfilova O.V. Changing the biologically active value of secondary raw materials in the process of microwave heating. *Vestnik KrasGAU*. 2018; 2: 123-128. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Наиля Мидхатовна Даишева, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
daisheva_n_m@mail.ru

Семен Олегович Семенихин, кандидат технических наук, заведующий отделом технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
semenikhin_s_o@mail.ru

Алла Андреевна Фабрицкая, младший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
a.a.gordievskaya@mail.ru

Мирсабир Миразалович Усманов, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
usmanov_m_m@mail.ru

Nailya M. Daisheva, Ph. D. (Eng.), Senior Researcher, Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
daisheva_n_m@mail.ru

Semen O. Semenikhin, Ph. D. (Eng.), Head of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
semenikhin_s_o@mail.ru

Alla A. Fabritskaya, Junior Researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
a.a.gordievskaya@mail.ru

Mirsabir M. Usmanov, Researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – branch of FSBSI NCSCHVW
usmanov_m_m@mail.ru

Поступила в редакцию 06.03.2023; поступила после рецензирования 24.04.2023; принята к публикации 25.04.2023

Received 06.03.2023; Revised 24.04.2023; Accepted 25.04.2023