

Об актуальности глубокой переработки свекловичного жома в современных условиях

Л.В. ДОНЧЕНКО, директор НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции, руководитель департамента по реализации проекта «Здоровое питание», д-р техн. наук, профессор (e-mail: rectin@mail.ru)
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»

Д.О. ЛАСТКОВ, проректор по научной работе, зав. каф. гигиены и экологии д-р мед. наук, профессор
(e-mail: lastkov.donmu@list.ru)

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»

Введение

Современная экологическая ситуация практически во всех регионах, особенно в районах боевых действий, обуславливает высокий уровень распространённости болезней, заболеваемости и смертности населения.

Установлено, что концентрации токсичных металлов (ТМ) в почвах г. Донецка превышали предельно допустимые (или фоновые) концентрации в десятки, сотни, а в отдельных точках в тысячи раз. Особо следует подчеркнуть, что пробы были отобраны также на земельных участках, где произрастают ягодные и овощные культуры, фрукты, которые потреблялись жителями города.

Результаты проведённых исследований и данные научной литературы позволяют отметить важные факты, которые рисуют печальную картину, если игнорировать этот экологический вызов. Соли ТМ, поступая в почву, не разрушаются и могут бесконечно долгое время циркулировать в системе биологических цепочек, поступая в организм человека, о чём свидетельствует анализ содержания ТМ в биомаркерах [6, 16]. Так, соли свинца в организме человека поражают сульфгидрильные группы ферментов, блокируют процесс переноса кислорода к тканям и вызывают явление полиморфной хронической интоксикации, способной маскировать сотни раз-

личных заболеваний от аллергии, задержки умственного и физического развития, до онкологических и других заболеваний с поражением внутренних органов.

Создать условия для адекватной адаптации организма к неблагоприятным факторам окружающей среды и обеспечить его нормальное развитие возможно с помощью рационального питания. В системе медико-биологических мероприятий, направленных на улучшение состояния здоровья в неблагоприятных условиях профессиональной деятельности, существенное место принадлежит лечебно-профилактическому питанию (ЛПП), предназначенному для работающих во вредных и опасных условиях труда и проживающих в экокризисных регионах [2].

В связи с этим в современных условиях растёт актуальность расширения ассортимента и объёмов производства продуктов здорового питания, в том числе функциональных с заданным составом эссенциальных нутриентов и улучшенными экологическими характеристиками. При этом следует учитывать, что в сложившихся экологических условиях необходимо присутствие в рационе питания эффективных детоксикационных и адаптогенных соединений. Одним из таких детоксикантов природного происхождения является пектин. Наиболее высокими де-

токсикационными свойствами по отношению к другим промышленным пектинам обладает свекловичный пектин, для организации промышленного производства которого основным сырьём является сухой свекловичный жом. Однако, несмотря на высокую потребность в пектине и наличие стабильной сырьевой базы для промышленного производства пектина, его низкую себестоимость, свекловичный пектин в Российской Федерации не производится, что, в свою очередь, сдерживает выпуск профилактических биологически активных добавок к пище и продуктов функционального назначения на их основе.

Оценка рынка свекловичного жома как перспективного промышленного сырьевого источника пектина

В свеклосахарный подкомплекс Российской Федерации входят около 4 500 свеклосеющих хозяйств и 65 работавших в 2022 г. сахарных заводов, расположенных в 25 и в 19 регионах России соответственно.

Как сообщает «Союзроссахар», в сезоне 2021/22 г. в России было выпущено 1,55 млн т гранулированного жома. Цена (по данным за неполный сезон) составила 206 долл. США/т FOB/DAP. По оценке «Союзроссахара», российскими сахарными заводами в сезоне 2022/23 г. гранулирован-

ного свекловичного жома будет произведено около 1,77 млн т.

В последние годы вывоз гранулированного жома из России составлял 83–89 % от общего объёма производства, в том числе на страны ЕС (включая Великобританию) приходилось 81–94 % экспорта. Турция и Китай занимали второе и третье места (суммарно 5–15 %), доля остальных стран насчитывала 1–5 %. Экспорт жома из России в последние сезоны составлял в денежном выражении 165–240 млн долл. США.

На многих сахарных заводах было установлено оборудование для сушки и грануляции жома, увеличены и складские площади. Всё это делалось для того, чтобы иметь возможность для наращивания экспорта, в основном в страны Евросоюза. В июне 2022 г. были введены ограничения на поставку растительных отходов в ЕС из России.

В августе – декабре 2022 г. Россия экспортировала 289 тыс. т свекловичного жома, который используется в качестве кормовой добавки для крупного и мелкого рогатого скота, свиней, лошадей, птиц. Среди основных стран – импортёров этой продукции вместо стран Евросоюза оказались Турция и Китай.

В современных условиях найти новые рынки сбыта достаточно сложно, поскольку экспорт гранулированного жома, в частности из центральных регионов России, где в основном сконцентрировано свеклосахарное производство, на значительные расстояния не слишком выгоден. В результате складывается ситуация, когда из-за сложной и затратной логистики экспорт сухого свекловичного жома становится экономически нецелесообразным. В таких обстоятельствах, на наш взгляд, благоприятным фактором для экономики сахарных заводов является организация внутреннего сбыта. Однако внутри страны свеклович-

ный жом покупают плохо из-за нежелания животноводов экспериментировать с кормлением животных.

В России традиционно в рационах животных высока доля зерновых, несмотря на положительный зарубежный опыт использования отходов пищевых производств в качестве рецептурного компонента комбикормов. Свекловичный жом в составе комбикормов мог бы стать неплохой альтернативой многим компонентам при условии стабильно низкой цены на него. Однако в сложившейся ситуации целесообразно рассматривать сухой свекловичный жом в качестве перспективного сырьевого источника для производства конкурентоспособной импортозамещающей продукции – свекловичного пектина. Содержание пектиновых веществ в свекловичном жоме в зависимости от зоны возделывания колеблется от 20 до 45 % на воздушно-сухую массу.

При выборе приоритетов отечественного производства выпуск высококачественного свекловичного пектина наиболее привлекателен. Широкое географическое распространение по стране заводов, перерабатывающих свёклу, исключает риск дефицита сырья для пектинового производства вследствие неурожая, а большое количество этих заводов предоставляет возможность выбрать поставщика отходов сахарного производства – свекловичного жома – ещё и по наилучшему соотношению «цена/качество». Создание отечественного пектинового производства полностью укладывается в идеологию приоритетов существенного улучшения качества жизни российских граждан и соответствует интересам населения в потреблении натуральных безопасных полезных продуктов питания.

Особенностью свекловичного сырья является то, что содержание протопектина в нём достигает

95–98 % суммы пектиновых веществ, что обуславливает технологические параметры извлечения целевого продукта. Традиционные технологии производства пектина предусматривают применение минеральных кислот, щелочей, значительных объёмов этилового спирта, а также других химических и взрывоопасных веществ, что приводит к серьёзнейшим проблемам технотронной и экологической безопасности, существенно усложняет требования к оборудованию.

В НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции Кубанского государственного аграрного университета разработана технология производства пектина, которая является экологически чистой и не требует специальных мер защиты от чрезвычайных ситуаций, связанных с применением агрессивных сред. Инновационный характер этой технологии открывает возможность участия в государственных программах и позволяет не только избежать монопольной зависимости от импортных поставок, но и обеспечить существенные преимущества российским производителям на внутреннем рынке и рынках третьих стран.

Сегодня инициаторы российского проекта обладают всеми необходимыми составляющими успеха его реализации. Это несущая потребность рынка, высокий уровень технологической поддержки и сопровождения, наличие универсальной экологически чистой катастрофоустойчивой технологии, обширные ресурсы сырья, хорошо отработанная и испытанная в реальных условиях индустриальная база.

Новая пектиновая технология обеспечивает выпуск всей гаммы потребляемой рынком продукции, в состав которой входят пектины пищевого и фармацевтического назначения, пектиносодержащие порошки, пищевые продукты

и корма (рис. 1). По оценкам журнала «Quarterly Review of Food Hydrocolloids», начиная с 1991 г. на мировом рынке наблюдается устойчивый рост потребления пектина в среднем на 3–3,5 % в год.

С учётом нормы потребления пектина в профилактических целях (минимум 4 г на человека в сутки) его количество при ежедневном потреблении пектиносодержащих продуктов для региона численностью населения 1 млн человек составляет более 1 500 т пектина в год. Предлагаемый для рассмотрения проект позволяет ввести в строй линию по производству пектина в количестве 1 тыс. т ежегодно. Годовая потребность в исходном сырье для выработки 1 тыс. т сухого пектина в год составляет 10 тыс. т сухого свекловичного жома, 1 млн л жидкого пектина – 3 тыс. т. Эту потребность в сырье обеспечит один сахарный завод России в сезон переработки сахарной свёклы.

Жидкий пектин проходил испытания в Пятигорской фармацевтической академии, санаториях им. М.Ю. Лермонтова и «Родник» (г. Пятигорск), «Дубовая роща» и «Горный воздух» (г. Железноводск), Краснодарском краевом госпитале инвалидов и ветеранов войн. Продукт содержит 4 % пектиновых веществ, 140 мг% калия, 17,5 мг% кальция, 11,5 мг% магния, 5 мг% фосфора, 21 мг% натрия. Данный состав обеспечивает профилактический и адаптационный эффект. Так, улучшение состояния у школьников-аллергиков при введении в их рацион жидкого пектина наблюдалось у 42 % на 3-й день, у 45 % – на 5-й день: снизилось количество приступов у детей с бронхиальной астмой, в первую очередь в случаях, когда триггером является пищевая и медикаментозная аллергия. Дальнейшее развитие данного наукоёмкого проекта предусматривает получение пектина и пектиносодержащих продуктов с заданными свойствами

для создания оптимальных комбинаций функциональных продуктов питания [4, 5].

Данное производство будет обладать существенными преимуществами на внутреннем рынке нашей страны в сравнении с зарубежными поставщиками в силу гибкости ценообразования на продукты, так как себестоимость пектина, произведённого по предлагаемой технологии, значительно ниже этого показателя для пектинов, произведённых за рубежом.

Разработанный НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО «Кубан-

ский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» [3–5] инновационный проект «Универсальный комплекс по производству пектина и пектиносодержащих продуктов» отмечен 20 дипломами ассоциаций изобретателей Российской Федерации, Китая, Бразилии, Австралии, Румынии, Венгрии, Хорватии, Ирана, Таиланда, Малайзии и др. Он также удостоен 12 золотых, 7 серебряных, 2 бронзовых медалей и 2 специальных медалей имени Теслы, Гран-при на международных выставках изобретений, инноваций и новых технологий.

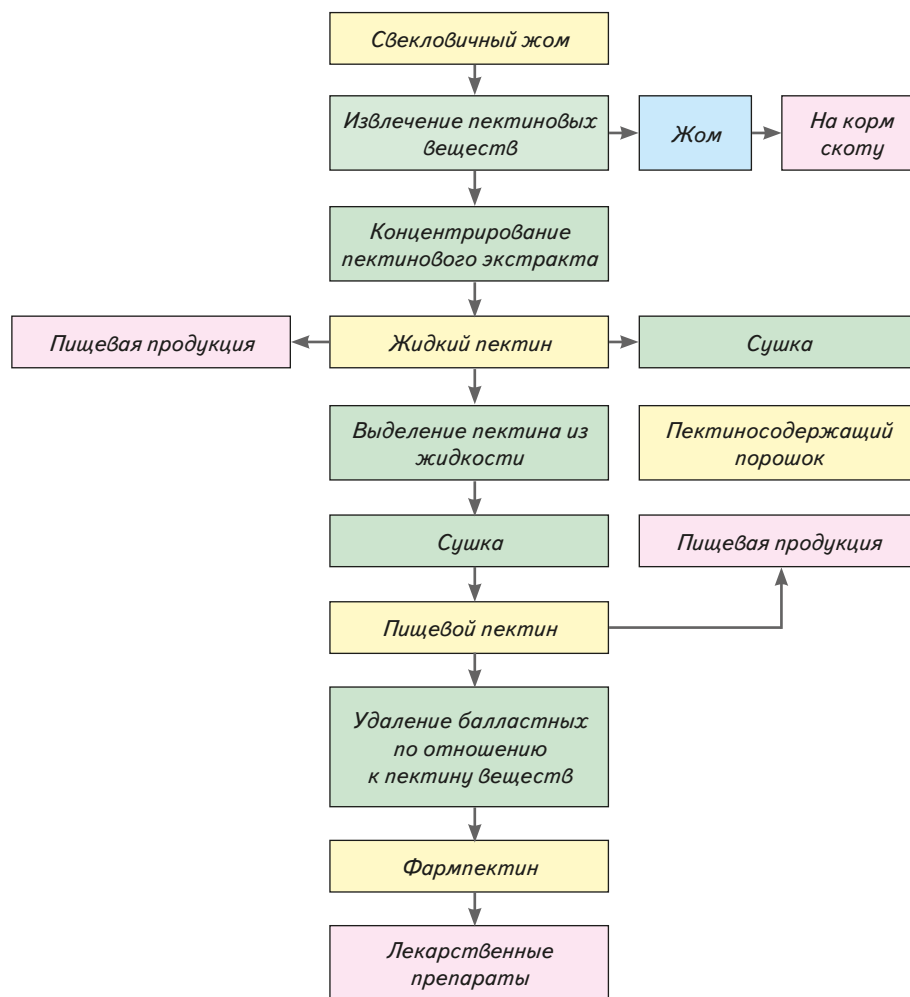


Рис. 1. Принципиальная схема получения пектинопродуктов из сухого свекловичного жома

С учётом того, что жом после извлечения из него пектина по своим качественным показателям не только не ухудшается, а улучшается по составу, он может использоваться в качестве корма для животных и птицы. Кроме того, остаточное содержание пектина (20–25 %) в кормах обусловит снижение загрязнённости мяса и молока токсическими веществами.

Свекловичный пектин – эффективный комплексообразователь

Пектины не имеют ограничений по применению и признаны в подавляющем большинстве стран как физиологически ценный компонент. Они привлекают особое внимание исследователей благодаря гипохолестеринемическому, атерогенному, антиканцерогенному и противоаллергическому эффектам.

Сорбционная способность пектина по отношению к ионам токсичных металлов и других токсинов называется комплексообразующей способностью (КС). Известно, что свинец как токсичный металл связывается карбоксильными и фосфатными группами биомолекул. Кроме того, токсичность свинца выражается в снижении активности ферментов, что и является одним из определяющих факторов усиления интоксикации организма. Установлено, что кроме физической адсорбции катионов активными центрами пектина происходит и хемосорбция – образование комплексных соединений – пектатов свинца [7].

Детоксицирующая (комплексообразующая) способность измеряется количеством ионов тяжёлого металла, которое связывается 1 г пектина. Комплексообразующая способность разных пектинов представлена на рис. 2. Из рисунка видно, что наибольшей КС обладает свекловичный пектин (380 мг Pb^{2+} /г), наименьшей – пектин из лимонных отжимов (80,6 Pb^{2+} /г).

Пектины с высокой КС оказывают положительное влияние и на некоторые показатели иммунитета, в частности на Т-лимфоциты и фагоцитарную активность нейтрофилов. При их применении у облучённых животных происходит повышение антиоксидантной активности крови и тканей печени, системы антиперекисной защиты эритроцитов и белковых фракций крови [11, 14].

Профилактическое действие пектинов зависит не столько от вводимого их количества, сколько от состава функциональных групп пектиновой молекулы.

Свекловичный пектин по отношению к другим промышленным пектинам (цитрусовый, яблочный) имеет большее содержание свободных карбоксильных групп. Это обуславливает его высокую способность сорбировать не только металлосоединения и радионуклиды, но и другие аллергены, а также вещества гидрофобной природы, участвующие в транспорте аллергенов и их кумуляции в организме. Сорбция аллергенов является сложным процессом, включающим образование полости в зольях пектина, образование комплексов включения, сорбцию

на поверхности и в объёме пектина. При этом показано, что пектин не влияет на общий баланс кальция в организме.

О целесообразности использования продуктов, обогащённых пектином, в превентивном питании населения экокризисных регионов

Накопленный мировой опыт свидетельствует об эффективности применения пектинов также при заболеваниях, связанных с нарушением обмена веществ, особенно с нарушениями липидного и углеводного обмена, сопровождающихся уже на ранней стадии эндоинтоксикацией: сахарный диабет, желудочно-кишечные заболевания, заболевания печени и поджелудочной железы, ожирение. Пектин используется для лечения диабета, атеросклероза, гемофилии, при заживлении ран и ожогов, при лечении бактериальных инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта и т. д. [1, 6, 7, 9, 10, 12, 15].

Благодаря тому, что в основе пектинов лежат молекулы полигалактуроновой кислоты, они представляют собой уникальный биологически активный продукт

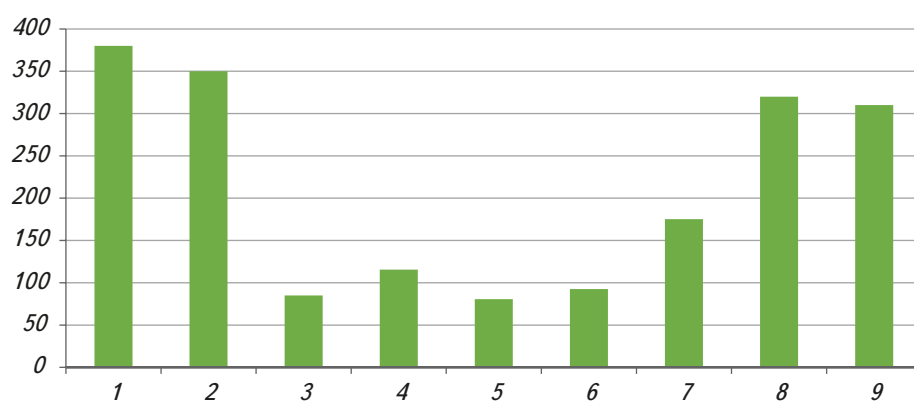


Рис. 2. Сравнительная комплексообразующая способность (КС) различных пектинов, мг Pb^{2+} /г пектина: 1 – свекловичный жом; 2 – соцветия-корзинки подсолнечника; 3 – апельсиновые отжимы; 4 – мандариновые отжимы; 5 – лимонные отжимы; 6 – яблочные выжимки; 7 – виноградные выжимки; 8 – кормовой арбуз; 9 – тыква

с лечебно-профилактическими свойствами, в том числе радиопротекторными.

Особую значимость пектины приобрели в последние десятилетия, когда появились сведения о способности пектина, образующая комплексы, выводить из организма человека тяжёлые металлы (свинец, ртуть, цинк, кобальт, молибден и др.) и долгоживущие (с периодом полураспада в несколько десятков лет) изотопы стронция, цезия и т. д. Также была показана их способность сорбировать и выводить из организма биогенные токсины, анаболики, ксенобиотики, продукты метаболизма и биологически вредные вещества, способные накапливаться в организме [5]. Учитывая, что выведение радионуклидов и металлов, циркулирующих в крови, в значительной степени происходит через кишечник, а пектины связывают не только металлы, попавшие в желудок, но и ту часть металлов, которая выделяется из организма через кишечник, профилактическое применение пектинов показано и с позиции ускорения выделения радионуклидов из кровяного русла. При этом следует иметь в виду, что соответствующие металлокомплексы, всасываемые в кровь, могут способствовать выделению из организма и тех радионуклидов, которые ранее депонировались в органах и тканях. Химические препараты, применявшиеся ранее для выведения из организма токсичных металлов и радионуклидов, недостаточно эффективны и вызывают обеднение организма микроэлементами. Более эффективно использовать вещества, содержащиеся в натуральных пищевых продуктах: они не вызывают побочного действия и дают защитный эффект. К таким веществам и относятся пектины [2, 13, 15].

Естественно, что продукты питания, обогащённые пектином, не

могут и не должны полностью обеспечивать физиологические потребности организма во всех питательных веществах и энергии.

Основная цель их применения заключается в следующем:

- максимально возможная коррекция различных нарушений обменных процессов, которые возникают при стрессовых ситуациях;
- повышение адаптационных возможностей организма во вредных условиях производства, в первую очередь за счёт поступления ряда биологически активных компонентов, эссенциальных макро- и микроэлементов;
- повышение физической, умственной и профессиональной работоспособности;
- повышение иммунной резистентности организма в ответ на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды;
- нормализация деятельности всех органов и систем организма;
- бактерицидное действие на болезнетворные бактерии кишечника;
- лечение и профилактика отравлений токсинами и солями тяжёлых металлов;
- радиопротекторное действие.

Таким образом, в настоящее время важнейшим оздоровительным мероприятием, направленным на ограничение неблагоприятного воздействия физических, химических и биологических факторов окружающей среды на здоровье человека, является применение продуктов, обогащённых пектином, в лечебном и лечебно-профилактическом и превентивном питании всех групп населения. Особую актуальность проблема производства пектиносодержащих продуктов приобрела в период ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. По результатам промышленных испытаний межведомственная комиссия Центрального союза и Министерства оборонной промышленности в рамках реализации постановления Верховного

Совета СССР приняла решение о строительстве 10 пектиновых заводов по нашей технологии, однако проект не был реализован в связи с распадом Советского Союза. Методические указания по использованию в лечебно-профилактических целях пектинов и пектиносодержащих продуктов» от 12 июля 1989 г. № 5049-89, утверждённые Министерством здравоохранения СССР, устанавливают минимальные суточные дозы потребления пектина: низкометоксилированного – 4–6 г, высокометоксилированного – 8–15 г. На сегодняшний день применение пектина одобрено Министерством здравоохранения и социального развития РФ.

Ещё в 30-х гг. XX века выдающийся советский токсиколог Н.В. Лазарев указывал на нецелесообразность применения молока для питания рабочих ряда вредных химических производств вследствие возможного образования токсичных соединений. Решение Пленума Научного совета 47 Министерства здравоохранения и социального развития РФ, РАМН от 20 мая 2009 г. по медико-экологическим проблемам работающих позволяет использовать пектиносодержащую продукцию «в системе лечебно-профилактического питания для работников во вредных условиях труда, в т. ч. для замены молока».

Оценка нормативной документации на пектиносодержащие продукты питания даёт основания для их применения в превентивном питании различных групп населения в экологически неблагоприятных регионах [5, 17].

Кроме того, обогащённые пектином соки и нектары, а также жидкий пектин целесообразно рассматривать в качестве компонента лечебного, лечебно-профилактического и превентивного питания в целях:

- коррекции нарушений обменных процессов углеводного,

липидного, витаминного и минерального;

– поддержания структуры и функции органов и систем организма, в первую очередь пищеварительной и сердечно-сосудистой;

– лечения и профилактики осложнений, связанных с действием на организм радиоактивных веществ, токсинов и солей тяжёлых металлов.

Введение в рацион пектиносодержащих напитков и жидкого пектина открывает дополнительные перспективы для повышения физической и умственной работоспособности, защитно-компенсаторных и адаптационных возможностей у жителей техногенных территорий.

Список литературы

- Активность пектина в отношении биоплёнок холерного вибриона / Н.А. Селянская, Л.А. Егназарян, С.Н. Головин [и др.] // Антибиотики и химиотерапия. – 2017. – № 1-2. – С. 20–24.
- Опыт применения пектина при заболеваниях, связанных с вредными факторами производства / И.Х. Альмова, А.С. Берикетов, А.М. Инарокова, Ж.Х. Сабанчиева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5-2. – С. 62–65.
- Донченко, Л.В. Анализ современного рынка пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко // Сахар. – 2019. – № 8. – С. 50–53.
- Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
- Современные особенности пектинопрофилактики / Л.В. Донченко, Д.О. Ластков, А.Ю. Коханский // Сахар. – 2022. – № 9. – С. 38–43.
- Пектины – незаменимый компонент здорового рациона питания для населения промышленного региона / Г.А. Игнатенко, Д.О. Ластков, Т.А. Выхованец [и др.] // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2019. – Т. 23. – № 2. – С. 181–182.
- Превентивное питание как метод профилактики неблагоприятного влияния загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами на здоровье населения / Г.А. Игнатенко, Д.О. Ластков, А.В. Дубовая [и др.] // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2021. – Т. 25. – № 2. – С. 216–217.
- Истомин, А.В. Гигиенические аспекты использования пектина и пектиновых веществ в лечебно-профилактическом питании: пособие для врачей / А.В. Истомин, Т.Л. Пилат. – М., 2009. – 44 с.
- Кропотов, А.В. Фармакологические свойства пектинов / А.В. Кропотов, Ю.С. Хотимченко, М.Ю. Хотимченко // Эфферентная терапия. – 2001. – № 4. – С. 22–36.
- Пектины – новое направление в коррекции дисбактериоза кишечника / Л.Н. Мазанкова, Е.И. Краснова, Э.Г. Потиевский, А.В. Васюнин // Медицинская сестра. – 2004. – № 6. – С. 31–33.
- Попов, С.В. Полипотентность иммуномодулирующего действия пектинов: обзор / С.В. Попов, Ю.С. Оводов // Биохимия. – 2013. – Т. 78. – Вып. 7. – С. 1053–1067.
- Применение пектина в комплексной терапии острых кишечных инфекций у детей раннего возраста / Э.Г. Потиевский, В.Н. Дроздов, Е.И. Краснова [и др.] // Детские инфекции. – 2012. – № 11. – С. 64–67.
- Типсина, Н.Н. Использование пектиносодержащих продуктов при отравлении солями тяжёлых металлов / Н.Н. Типсина, Е.М. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 14. – С. 181–184.
- Фаустов, Л.А. Пектин как корректор восстановительных процессов при хирургической патологии / Л.А. Фаустов, С.Г. Павленко, Л.В. Донченко // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 6-1. – С. 158.
- Шведунова, Л.Н. Лечебное питание в комплексе курортного лечения детей с экологоотягощённым анамнезом при сочетанной патологии мочевыделительной и пищеварительной системы / Л.Н. Шведунова, С.В. Демина // Вопросы детской диетологии. – 2014. – № 5. – С. 55–59.
- Оценка уровня загрязнения тяжёлыми металлами почв, экологической обстановки, когнитивных способностей и правонарушений младших школьников г. Кольчугино Владимирской области / С.М. Чеснокова, А.А. Подолец, О.В. Савельев, В.М. Мазеин // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 3. – С. 42–45.
- Эффективность использования в профилактическом питании пищевых продуктов с сочетанным содержанием пектина и витаминов / Т.В. Спиричева, В.Б. Спиричев, В.М. Коденцева [и др.] // Вопросы питания. – 2011. – № 4. – С. 47–55.

Аннотация. Статья посвящена решению актуальной задачи – организации глубокой переработки сухого свекловичного жома с выпуском конкурентной импортозамещающей продукции. Предлагается организовать пектинопрофилактику населения в экоризисных регионах России путём включения в рацион питания пектиносодержащих продуктов питания и напитков. Отмечено, что свекловичный пектин является эффективным детоксикантом по отношению к токсичным металлам и радионуклидам.

Ключевые слова: сухой свекловичный жом, свекловичный пектин, пектинопрофилактика, пектиносодержащие продукты.

Summary. The article is devoted to solving an urgent problem – the organization of deep processing of dry beet pulp with the release of competitive import-substituting products. It is proposed to organize pectin prevention of the population in the ecocrisis regions of Russia by including pectin-containing foods and beverages in the diet. It is noted that beet pectin is an effective detoxifier against toxic metals and radionuclides.

Keywords: dry beet pulp, beet pectin, pectin prophylaxis, pectin-containing products.