

УДК 664.1:579.6

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРАБИНОГАЛАКТАНОВ

Семенихин С.О., Ачмиз А.Д., Лукьяненко М.В.

350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2

Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

kisp@kubannet.ru

В мировом научном сообществе актуальными являются исследования, посвящённые получению арабиногалактанов из растительного сырья, например, лиственницы, бананов и других культур. Актуальность этих исследований обусловлена объективной необходимостью создания иммуномодуляторов, способных нивелировать антропогенную нагрузку на организм человека. Перспективным сырьевым источником для производства арабиногалактанов является свекловичный жом, содержащий в своём составе до 25% гемицеллюлозы и 20% пектиновых веществ.

Ключевые слова: свекловичный жом, многотоннажное сырьё, гемицеллюлозы, арабиногалактаны, биотрансформация.

Введение. Арабиногалактаны – полисахариды непостоянного состава разветвлённой структуры двух типов (арабино-4-галактаны и арабино-3,6-галактаны). Основным источником арабиногалактанов является древесина лиственницы. В настоящее время очищенные препараты арабиногалактанов применяются в качестве иммуномодулятора, а также при лечении нейтропении, анемии, истощении, гастрите, для сохранения клеток печени при гепатите. Кроме этого, выявлена антимуtagenная активность и антимикробное действие арабиногалактанов. При этом свойства получаемых арабиногалактанов зависят от их молекулярной массы [1].

Извлекаются арабиногалактаны из древесины лиственницы водной экстракцией. Водные экстракты арабиногалактанов содержат, помимо целевого компонента, фенольные соединения, в том числе кверцетин, что требует дополнительных стадий – очистки-разделения веществ, упаривание при температуре до 70 °С, последующего осаждения спиртом и высушивание [2, 3].

Кроме традиционного сырья для получения арабиногалактанов используют и однолетние растения. Так, известны исследования зарубежных ученых, посвященные выделению арабиногалактанов из бобов зелёной фасоли и дальнейшему изучению физико-химических свойств получаемых экстрактов [4]. Подобные исследования проводятся и в отношении спелых бананов [5].

На территории Российской Федерации лиственница распространена в следующих регионах – Дальний Восток, Иркутская область, Забайкальский край, Красноярский край, а также Республик Тыва и Саха. Однако, следует отметить, что переработка 10 деревьев сокращает выработку кислорода для 30 человек в год, а на восстановление этого природного ресурса требуются десятилетия. Даже принимая во внимание тот факт, что в древесине лиственницы содержится до 35% арабиногалактанов и целый ряд других ценных компонентов таких, как флавоноиды (кемпферол, кверцетин, изорамнетин и другие), фенолкарбоновые ки-

слоты (оксибензойные и гидроксикоричные) и лигнаны, стоит задуматься об экологическом балансе не только указанных регионов, но и планеты в целом [6].

В условиях реализации приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в части перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству [7], целесообразным является выявить имеющиеся вторичные сырьевые ресурсы, содержащие в своём составе сопоставимое количество полимеров второго порядка, в частности, арабиногалактанов и разработать технологии производства функциональных продуктов с высоким их содержанием.

Цель и задачи исследований. Целью настоящих исследований является выявление целесообразности использования свекловичного жома в качестве сырья для производства арабиногалактанов.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- исследование качественного и количественного состава клеточной стенки свекловичного жома;
- выявление природы химической связи между компонентами клеточной стенки;
- выявление возможности выделения арабиногалактанов из свекловичного жома.

Материалы и методы исследований. Для оценки качественного и количественного состава клеточной стенки свекловичного жома применялись известные методики: массовая доля влаги определялась по ГОСТ 28561, массовая доля сырой клетчатки (целлюлозы) – по ГОСТ Р 31675, массовая доля пектиновых веществ – по ГОСТ 29059, массовая доля гемицеллюлоз – по ГОСТ 54014, массовая доля лигнина – по ГОСТ 26177, массовая доля белков – по ГОСТ 51417, массовая доля золы – по ГОСТ 25555.4

Свекловичный жом выбран нами в качестве объекта исследований, так как на территории края функционируют 16 сахарных заводов. В 2018 году на сахарных заводах Краснодарского края выработано свыше 6 млн. тонн прессованного свекловичного жома.

Результаты и обсуждение. Нами были отобраны партии прессованного свекловичного жома, который был высушен при температуре 85-90 °С и до влажности не более 10%, что позволило сохранить все термолабильные компоненты клеточной стенки. Так как возделывание сахарной свёклы в Краснодарском крае производится преимущественно из импортного семенного материала, нами были проведенные исследования по актуализации данных относительно содержания полисахаридов в свекловичном жоме. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав свекловичного жома

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %	9,5-9,8
Массовая доля сухих веществ, %, в том числе:	90,2-90,5
пищевых волокон, в том числе:	79,0-79,1
пектиновых веществ	18,9-20,6
гемицеллюлоз	24,8-25,9
целлюлозы	25,7-26,9
лигнина	6,7-8,6
белков	6,9-7,5
минеральных веществ (золы)	4,0-4,2

Из анализа данных таблицы видно, что свекловичный жом содержит 24,8-25,9% гемицеллюлоз, примерно такое же количество целлюлозы (25,7-26,9%), 18,9-20,6% пектиновых веществ и 6,7-8,6% лигнина.

Данный химический состав является достаточным для того, чтобы рекомендовать свекловичный жом как сырьё, богатое биологически активными веществами – пищевыми волокнами разного принципа действия, однако появление возможности выделения из него арабиногалактанов позволит расширить ассортимент продукции, получаемой из свекловичного жома с последующими перспективами её применения в персонализированном питании.

Известно, что арабиногалактаны являются экстрактивными веществами и извлекаются из древесины лиственницы, согласно существующих способов получения, водной экстракцией при различных температурах [3]. В связи с этим, нами был проведён ряд экспериментов для определения температуры водной экстракции гемицеллюлоз. Установлено, что повышение температуры лишь незначительно влияет на выход экстрактивных веществ в раствор (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение содержания сухих веществ водного экстракта свекловичного жома в зависимости от длительности и температуры экстрагирования

Температура экстрагирования, °С	Содержание сухих веществ в водном экстракте, % при длительности экстрагирования		
	30 минут	60 минут	90 минут
80	0,2	0,3	0,3
100	0,3	0,3	0,4

Кроме этого, отмечено, что в экстракт переходит как гемицеллюлозы, так и водорастворимый пектин.

Следовательно, характер химических связей полимеров клеточной стенки свекловичного жома не позволяет обычной экстракцией получить водные растворы гемицеллюлоз. Мы предполагаем, что полимеры клеточной стенки находятся в прочной связи между собой, в первую очередь, это относится к образованию межмолекулярных связей «пектин-гемицеллюлозы».

Сорта современной селекции семян сахарной свеклы, как и прежде, ориентированы на единственный целевой продукт – сахарозу, компонентам клеточной стенки уделяется внимание только с точки зрения предотвращения перехода нежелательных полимеров в диффузионный сок свеклосахарного производства.

Ранее исследователями, занимавшимися разработкой технологий получения пектина из свекловичного жома, предлагались способы обработки последнего минеральными кислотами, что нарушало не только связи между пектиновыми веществами и гемицеллюлозами (целлюлоза – устойчива к такого рода воздействиям), но и значительно сокращали молекулярную массу пектина.

Таким образом, для выделения арабиногалактанов из свекловичного жома, несмотря на высокое содержание гемицеллюлоз и пектиновых веществ, необходимо рассмотреть возможность применения биотехнологических методов обработки. Современные достижения прикладной микробиологии позволяют подобрать штамм микроорганизмов (или их консорциум), селективно работающих на определённых типах химических связей. Дополнительно к управляемому гидролизу биополимеров клеточной стенки свекловичного жома целесообразно преду-

смотреть возможность «сшивки» молекул арабиногалактанов при недостаточной их молекулярной массе.

Преимуществом биотехнологического метода является возможность получить не только арабиногалактаны, но и ряд других биологически активных веществ.

Заключение. На основании проведенных исследований нами установлена возможность применения свекловичного жома в качестве сырья для производства арабиногалактанов. Использование в качестве сырья свекловичного жома позволит сократить вырубку лиственных лесов, как указано в Киотском протоколе, леса РФ поглощают 3-8% мировых выбросов углекислого газа [8, 9]. Кроме этого, глубокая переработка сахарной свёклы и полная утилизация свекловичного жома позволит снизить экологическую нагрузку при переработке сахарной свёклы, а также получить дополнительную прибыль и расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Литература

1. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 27-37.
2. Пат. 2359975, Российская Федерация, МПК C08B 37/00, A61K 36/15, B01D 11/02. Способ получения арабиногалактана / Кузнецова С.А., Кузнецов Б.Н., Скворцова Г.П.; № 2005103070/04; заявл. 07.02.2005; опубл. 20.07.2006, Бюл. №20. – 4 с.
3. Пат. 2280040, Российская Федерация, МПК C08B 37/00. Способ получения модифицированных арабиногалактанов / Понеделькина И.Ю., Саитгалина Э.А., Толстиков Г.А. [и др.]; № 2007112601/04; заявл. 04.04.2007; опубл. 27.06.2009, Бюл. №18. – 8 с.
4. Kiranmayi Ketha, Muralikrishna Gudipati Purification, structural characterization of an arabinogalactan from green gram (*Vigna radiata*) and its role in macrophage activation // *Journal of Functional Foods*. -2018. - № 50. P 127–136.
5. Tânia M. Shiga [et al.] Two banana cultivars differ in composition of potentially immunomodulatory mannan and arabinogalactan // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. - № 164. – P. 31–41.
6. Бабкин В.А. Экстрактивные вещества древесины лиственницы: химический состав, биологическая активность, перспективы практического использования // *Инноватика и экспертиза*. – 2017. – Выпуск 2 (20). – С. 210-224.
7. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 22.02.2018).
8. Киотский протокол к рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата [Электронный ресурс] // URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf>
9. Куликова, М Какое дерево выделяет больше кислорода? / Живой лес. Интернет-журнал [Электронный ресурс] // URL: <http://givoyles.ru/articles/nauka/kakoe-derevo-vydelyaet-bolshe-kisloroda/>.

THE JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF THE BEET PULP AS A RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF ARABINOGALACTANS

Semenikhin S.O., Achmiz A.D., Lukyanenko M.V.

In the global scientific community, studies on the production of arabinogalactans from plant materials, such as larch, bananas and other plant resources, are relevant. The relevance of these studies is due to the objective need to develop immunomodulators capable of leveling the anthropogenic load on the human body. A promising source of raw materials for the production of arabinogalactans is beet pulp, containing up to 25% of hemicellulose and 20% of pectin substances.

Keywords: beet pulp, large-tonnage raw material, hemicellulose, arabinogalactans, biotransformation