

УДК 66.084.8

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Муцаев Р.В., Алексанян И.Ю., Титова Л.М.

ФГОУ ВПО «Астраханский Государственный Технический Университет», Астрахань,
e-mail: mr.shatoevskiy@mail.ru

Проведен анализ патентной и технической литературы, изучены способы получения полифруктанов из растительного сырья. Выявлены основные недостатки существующих способов: невысокое качество продукта, продолжительность процессов, высокая стоимость оборудования. Ни в одном из существующих способов не отражена возможность использования ультразвукового излучения, которое, как известно, успешно используется в процессах, проходящих в жидких средах, т.к. только в них возникает специфический процесс – УЗ кавитация, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия на различные вещества. Воздействие ультразвука позволяет значительно ускорить процессы, происходящие между неоднородными средами, увеличить выход экстрактивных веществ, улучшить их свойства, удалить вредные примеси.

Ключевые слова: полифруктаны, сырье, ультразвуковое излучение, кавитация

METHODS OF OBTAINING POLYFRUKTANS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS

Mutsaev R.V., Aleksanyan I.Y., Titova L.M.

FSEI HPE «Astrakhan State Technical University», Astrakhan, e-mail: mr.shatoevskiy@mail.ru

The patent and technical literature has been analyzed, studied ways of getting polyfruktans from plant material. The basic drawbacks of existing methods: the low quality of the product, the duration of the processes, the high cost of equipment. None of the existing methods reflect the possibility of using ultrasonic radiation, which is known to be successfully used in the processes taking place in the liquid media, because only they become a specific process – ultrasonic cavitation, provides maximum power of influence on various substances. Sonication can significantly accelerate the processes taking place between heterogeneous environments; increase the yield of extractives, to improve their properties to remove contaminants.

Keywords: polyfruktans, raw materials, ultrasonic radiation, cavitation

Пребиотики являются одним из наиболее привлекательных и самых динамично развивающихся сегментов рынка функциональных добавок пищевой отрасли в России и в мире. Инулин в процентном соотношении занимает наибольшую часть рынка функциональных ингредиентов. Данный пребиотик регулирует обмен веществ, позволяет снизить уровень сахара в крови, предотвращает возникновение осложнений сахарного диабета, потому используется в качестве компонента лечебно-профилактического питания для диабетиков. Инулин также широко применяется в пищевой промышленности в качестве основного компонента для производства фруктозного сахара. В последнее время инулин используется также как заменитель жиров в молочных продуктах и десертах, т.к. способен придавать продуктам сливочную насыщенность и консистенцию.

Цели и задачи исследования

Определение путей совершенствования способов получения инулина из растительного сырья на основе анализа существующих и предлагаемых в литературных источниках технологий инулина.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ патентной и технической литературы по поставленной проблеме;
- анализ достоинств и недостатков существующих и предлагаемых в литературных источниках технологий инулина;
- обобщение полученной информации;
- определение путей совершенствования технологии инулина.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ существующих способов производства инулина позволил выявить ряд перспективных технологий полифруктанов, в частности, инулина.

Известен способ получения инулина из клубней топинамбура, включающий его кристаллизацию и сушку. В известном способе [3] из измельченных клубней топинамбура при помощи физико-механического отделения водорастворимых веществ клубней получают сок, из которого при помощи нагревания до 80–85 °С в течение 1–3 мин и фильтрования удаляют белковые и окрашенные вещества. При этом отделение водорастворимых веществ от нерастворимых в воде волокнистых веществ клубней осуществляют не позже, чем через 5–10 мин после измельчения последних.

После чего полученный фильтрат сока очищают от высокомолекулярных веществ инулиновой природы с молекулярной массой более 6500 Да и коллоидно-дисперсных веществ при помощи ультрафильтрации на полых волокнах. Полученный концентрат разводят водой и подвергают диафильтрации. Пермеат после ультрафильтрации и пермеат после диафильтрации объединяют и проводят нанофильтрацию, пропуская объединенный раствор через полупроницаемую мембрану с порогом задерживания 4500 Да. При этом в концентрате накапливается инулин, а низкомолекулярные и неорганические примеси переходят в ультрафильтрат. Инулинсодержащий раствор осветляют при помощи добавленного в раствор активированного угля, который контактирует с раствором при температуре 50–60 °С в течение 30–40 мин. После этого уголь отделяют центрифугированием. Обесцвеченный раствор упариванием концентрируют и из полученного концентрированного раствора при температуре 4 °С кристаллизуют инулин.

В известном способе инулин получают из сока свежесобранного сырья (топинамбура), но способ не позволяет получать химически чистый инулин с молекулярной массой 5000–6000 Да, который пригоден для использования в фармакологии и медицине. Использование ультрафильтрации для очистки инулина требует наличия специальных фильтров и мембран, которые малодоступны для промышленного использования. Кроме того, очистка извлечений из топинамбура с помощью ультрафильтрации и фильтрации на мембранах не дает возможности освободить извлечения, содержащие инулин от высокомолекулярных природных полимеров белков и пектинов.

Для получения инулинсодержащего раствора по известному способу [6] клубни топинамбура моют в емкости с водой, инспектируют, затем режут на ломтики, после чего ломтики сушат. Высушенные ломтики измельчают в муку до тонины помола 50–60 микрон. Муку топинамбура размешивают в горячей воде с температурой 50–60 °С до получения однородной консистенции без комков. Затем полученную суспензию с соотношением компонентов 1:4 подогревают до 80–85 °С выдерживают при перемешивании 1–1,5 ч. для экстракции фруктозанов. После этого суспензию охлаждают до температуры 50 °С и отделяют через фильтрующую ткань или центрифугированием твердую фазу (шрот) от жидкой фазы. Фильтрат очищают от красящих веществ активным осветляющим углем в смеси с перлитом в соотношении 1:1. Обработку ведут при

температуре 50–60 °С в течение 0,5–1 ч. Отработанный уголь и перлит отделяют фильтрованием через ткань. Для увеличения доброкачественного инулинсодержащего раствора, фильтрат очищают от неорганических примесей и инулидов с молекулярной массой менее 4000 Да нанофильтрацией, пропуская через полупроницаемые мембраны с порогом задерживания частиц более 4000 Да. При этом фаза, прошедшая через мембраны – пермеат, содержит низкомолекулярные примеси, а в задержанной фазе-концентрате накапливаются инулин и инулиды. Полученный таким образом инулинсодержащий раствор в дальнейшем используют для получения по известным технологиям инулина фруктозно-глюкозного сиропа. В описанном способе приведены примеры получения инулинсодержащего раствора как на основе сока кашицеобразной консистенции, полученной при измельчении свежесобранных клубней топинамбура, так и на основе приготовления водной суспензии из муки топинамбура.

Однако в данном способе после осветления инулинсодержащего раствора большую сложность представляет отделение из него активированного угля, так как частицы угля проходят через фильтрующую ткань и попадают в фильтрат. Раствор остается сильно окрашенным, что влияет на цветность конечного продукта и, соответственно, на качество инулина, получаемого из инулинсодержащего раствора. Кроме того, из инулинсодержащего раствора, полученного при реализации известного способа, невозможно получить химически чистый инулин с молекулярной массой 5000–6000 Да для использования его в фармакологии и медицине, так как нанофильтрацию проводят на полимерных полупроницаемых мембранах, которые имеют ограничения по температуре и низкий ресурс эксплуатации до 1 года в связи с тем, что подвержены химической деградации за счет гидролиза, окисления и микробного воздействия.

Известен способ получения инулина и других фруктаносодержащих продуктов из топинамбура [2]. В известном способе клубни топинамбура моют в емкости с водой, инспектируют, затем режут на ломтики, после чего ломтики сушат. Высушенные ломтики измельчают в муку до тонины помола 50–60 микрон. Муку топинамбура размешивают в горячей воде с температурой 50–60 °С до получения однородной консистенции без комков. Затем полученную суспензию с соотношением компонентов 1:4 подогревают до 80–85 °С и выдерживают при перемешивании 1–4,5 ч. для экстракции фруктозанов. После этого суспензию

охлаждают до температуры 50 °С и отделяют через фильтрующую ткань или центрифугированием твердую фазу (шрот) от жидкой фазы. Фильтрат очищают от красящих веществ активным осветляющим углем в смеси с перлитом в соотношении 1:1. Отработанный уголь и перлит также отделяют фильтрованием через ткань и затем проводят нанофильтрацию полученного раствора, который для выделения высокомолекулярных инулинов пропускают через полимерные полупроницаемые мембраны с порогом задержания частиц более 4000 Да. После получения концентрата, в котором содержатся высокомолекулярные инулины и их выделения, при последующей кристаллизации для получения фруктозанов используют не утилизируемые отходы, в частности полученный при нанофильтрации пермеат – раствор фруктозанов, который получают из шрота при гидромодуле 1:1 посредством проведения дополнительной экстракции и маточный раствор. Растворы объединяют и обесцвечивают активным углем, который добавляют к объединенному раствору с последующим подогревом последнего до температуры 50 °С и выдержкой в течение 1 часа при периодическом перемешивании. По окончании процесса обесцвечивания проводят фильтрацию под вакуумом, пропуская обесцвеченный раствор через ткань, на которую нанесен слой перлита. Обесцвеченный раствор фруктозанов упаривают под вакуумом при остаточном давлении 120 мм рт. ст. и температуре 60 °С, а затем высушивают на распылительной сушилке и получают мелкодисперсный порошок фруктозанов (содержание фруктозанов составляет не менее 85 %).

Вышеописанный способ получения инулина и других фруктаносодержащих продуктов из топинамбура имеет целый ряд недостатков. Резка клубней топинамбура осуществляется крупными ломтиками и, поскольку клубни топинамбура содержат большое количество сахаристых веществ (в том числе инулина), из-за чего сушка весьма затруднена, так как ломтики слипаются, их необходимо постоянно перемешивать, при этом усложняется оборудование, увеличивается потребление энергии. Кроме того, крупные ломтики темнеют за счёт окисления, что требует больше усилий при обесцвечивании конечной продукции. Небольшой выход инулина в раствор определяет то, что измельчение продукта осуществляется до тонины помола 50–60 микрон. Приготовление суспензии начинают в режиме невысоких температур 50–60 °С, а для проведения экстракции осуществляют принудительный подогрев до 80–85 °С. Однако при этом

длительность экстракции сокращается, что недостаточно для максимального выхода фруктозанов в раствор.

Известен способ получения инулин-пектинового концентрата в порошке для медицинских и пищевых целей из высушенного сырья [4], заключающийся в том, что проводят водное экстрагирование из порошка сухих клубней топинамбура фракций инулина и водорастворимого пектина, экстрагирование пектинов водным раствором кислоты лимонной из оставшегося сырья, кристаллизацию и осаждение инулина и пектинов.

Недостатками данного способа получения инулин-пектинового концентрата является небольшой выход пектина и его невысокие качественные характеристики (связывающая способность, степень этерификации, уронидная составляющая, полная статическая обменная емкость). Инулин-пектиновый концентрат также обладает невысокой детоксицирующей активностью.

Известен способ комплексной переработки топинамбура, предусматривающий мойку топинамбура, его паровую очистку, доочистку, резку, бланширование, протирку, экстрагирование подкисленной водой с разделением фаз, очистку экстракта путем введения в него хлористого кальция, нагревания до кипения, медленного охлаждения, выдержки в течение 60 минут и центрифугирования с удалением осадка и получением инулинсодержащего раствора [1].

Недостатком является потеря пектиновых веществ на стадии очистки экстракта. Кроме этого, подкисление раствора инулина может приводить к гидролизу инулина и, соответственно, снижению выхода.

Известен способ получения инулина и других фруктаносодержащих продуктов из топинамбура и другого инулинсодержащего сырья [5], включающий экстрагирование фруктанов горячим солевым раствором из сырья с последующей фильтрацией и депигментацией на анионите, концентрирование, осаждение, фильтрацию, промывку и вакуум-сушку готового продукта.

Выводы

Из обзора патентной и технической литературы следует, что существует достаточно большое количество способов получения инулина из клубней топинамбура, однако все они имеют схожие недостатки, такие как:

1. Сравнительно небольшой выход конечного продукта и его невысокое качество;
2. Относительно большая длительность процесса, что делает производство инулина нерентабельным;

3. Получение конечного продукта с примесями;

4. Частичные потери инулина вследствие экстракции спиртовым раствором (агрессивная среда);

Ни в одном из существующих способов не отражена возможность использования ультразвука при экстрагировании инулина из раствора топинамбура.

Воздействие УЗ колебаний на различные технологические процессы позволяет:

– не менее чем в 10–1000 раз ускорить процессы, протекающие между двумя или несколькими неоднородными средами (растворение, очистку, обезжиривание, дегазация, окрашивание, измельчение, эмульгирование, экстрагирование, кристаллизацию, полимеризацию, гомогенизацию, химические и электрохимические реакции и др.);

–увеличить выход экстрактивных веществ и модифицировать их свойства;

–удалить вредные примеси и простерилизовать продукт;

– получить тонкодисперсные эмульсии и суспензии [7].

Список литературы

1. Акопян Ю.Р. Разработка технологии получения фруктозного сиропа из топинамбура: Автореф. дис. канд. тех. наук. – М., 1994 – С. 6–16.

2. Заявка № 20091 1 1945 на изобретение, 10.10.2010. Артемьев В.Д., Васильева Ю.П.

3. Патент РФ № 2148588, 10.05.2000. Манешин В.В., Артемьев В.Д., Васильева Ю.П.

4. Патент РФ № 2169002, 20.06.2001. Самокиш И.И., Зяблицева Н.С., Компанцев В.А.

5. Патент РФ №2175239, 27.10.2001. Аравина Л.А., Городецкий Г.Б., Иванова Н.Я., Комаров Е.В., Момот Н.Н., Черкасова М.А.

6. Патент РФ № 2281291, 10. 08. 2006. Манешин В.В., Артемьев В.Д., Васильева Ю.П., Чеботарева Т.И.

7. ООО «Центр ультразвуковых технологий» [Электронный ресурс] – сайт: http://u-sonic.com/tech/obrabotka-zhidkikh-i-zhidkodispersnykh-sred/ekstragirovanie_02/