

НАУЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА ПУТЕМ ДИФФУЗИИ
ТОПИНАМБУРА

Ш.И.Ирназаров
Жураев Р.Н

Annotation: *Based on the research results, quality requirements for inulin-containing raw materials have been developed for the diffusion process and subsequent processing into inulin. According to the results of the analysis of the given response surfaces, with increasing length of shavings of crushed raw materials, temperature and duration of the process, the diffusion of soluble substances proceeds more intensely and reaches a maximum at the highest values of the parameters under study. The diffusion of inulin from Jerusalem artichoke shavings, which meets the developed requirements for carbohydrate composition, under optimal process conditions increases its intensity.*

Key words: *parameter, disachar, fructose, diffusion, Jerusalem artichoke, inulin, inulin-containing raw materials, carbohydrate composition.*

Аннотация: *На основании результатов исследований разработаны требования к качеству инулинсодержащего сырья для проведения процесса диффузии и последующей переработки на инулин. Согласно результатам анализа приведённых поверхностей отклика с увеличением длины стружки измельчённого сырья, температуры и продолжительности процесса диффузия растворимых веществ протекает интенсивнее и достигает максимума при наибольших значениях исследуемых параметров. Диффузия инулина из стружки топинамбура, удовлетворяющего разработанным требованиям по углеводному составу, при оптимальных условиях процесса повышает его интенсивность.*

Ключевые слова: *параметр, дисахара, фруктоза, диффузия, топинамбур, инулин, инулинсодержащее сырьё, углеводный состав*

В пищевой промышленности Узбекистана, как и во многих странах мира, всё отчетливее проявляется тенденция к расширению производства функциональных продуктов питания. Значительное место среди них занимают продукты, содержащие инулин и его производные– олигофруктозу, фруктозно-глюкозные сиропы, фруктозу, которые во всём мире используют для диетического и диабетического питания, в качестве пребиотиков, структуро- и вкусообразователей и др.

Производство инулина в мире достигает 110 тыс. т и каждый год растёт на 10%. Анализ литературных источников показывает, что инулин можно получать из цикория и топинамбура. Ведущие мировые производители используют в качестве исходного сырья в основном цикорий корневой (Бельгия, Голландия) [1,2]. Во ВНИИ крахмалопродуктов отработаны технологии получения инулина из цикория корнеплодного [3-5].

В то же время в России более перспективным, чем цикорий, сырьём для производства инулина можно считать топинамбур. Это обусловлено простотой агротехники, возможностью перезимовки и переработки в весенний период, высокой урожайностью клубней, а также зелёной массы, которая по своей питательной ценности не уступает многим кормовым культурам [6-10].

Важнейший процесс при получении инулина – диффузия из инулинсодержащего сырья. Наличие большого количества научных статей и патентов в этой сфере позволило выявить некоторые способы его интенсификации [11-13].

Для создания условий повышения выхода инулина и минимизации перехода примесей из сырья в экстракт необходимо оптимизировать такие параметры, как температура для повышения скорости диффузии, величина гидромодуля, продолжительность процесса, степень измельчения сырья, а также подобрать способ снижения цветности экстракта и сокращения количества переходящих из сырья примесей. Существует два подхода к измельчению сырья при производстве инулина: мелкое измельчение на тёрках и измельчение в виде стружки по аналогии со свеклосахарным производством [2,12].

Способ, основанный на измельчении тёркой с последующим отделением сока прессованием или экстрагированием, предусматривает возможно более полный разрыв растительных клеток. Его недостаток заключается в том, что из сырья в сок попадает большое количество примесей, образующих в экстракте красящие вещества. Решить эту проблему позволяет резка инулинсодержащего сырья в стружку желобчатой или пластинчатой формы. При этом значительное количество вредных для производства примесей остается в стружке, а содержание инулина в экстракте повышается.

Цель нашей работы – исследование процесса диффузии высокомолекулярного полисахарида инулина из стружки клубнеплодов топинамбура и влияния на него качества сырья. Условия, материалы и методы. В опытах использовали клубни топинамбура различных сортов, культивируемые в разных регионах Узбекистан.

Работу проводили в лабораторных условиях ВНИИ крахмалопродуктов. Углеводный состав образцов определяли на жидкостном хроматографе с рефрактометрическим датчиком фирмы BuschiBischoff, модель 8120; влажность образцов – на весовом влагомере MF-50 (Япония); цветность сиропов – на фотоэлектроколориметре ФЭК-56 и спектрофотометре «SPECORDUV»; величину рН, содержание сухого вещества и другие показатели – согласно принятым в крахмалопаточном и свеклосахарном производстве методикам [14].

Экспресс-оценку качества сырья осуществляли путем определения сухого вещества в отжатом соке и измельчённой кашке клубней топинамбура. Для измерения содержания инулина использовали метод на основе ВЭЖХ, который

заключается в определении углеводного состава экстракта с пересчетом полученных результатов на сухое вещество сока.

В ходе исследований изучали влияние способа резки сырья (стружка из клубней топинамбура) на процесс диффузии растворимых веществ при температуре 40, 60 и 80 0 С, гидромодуле 1:2,5. При этом длина 100 г стружки

1-Таблица

Анализ показателей качества образцов топинамбура

Сорт	Регион произрастания	Углеводный состав, % в пересчете на сухие вещества сока						Содержание сухого вещества, %	
		углеводы	инулин	олигофруктоза	дисахара	глюкоза	фруктоза	в кашке	в соке
Сиреневый	Самаркандская область Тошкентская область	21,97	20,44	0,45	1,08	-	-	25,4	23,9
Интерес-21	Сирдаринская, Жиззахская область Узбекстанская Республика	22,1	19,8	0,59	1,43	-	0,3	27,0	25,0
4ПБК (гибрид)	Самаркандская область	22,2	21,2	18,4	17,9	-	0,50	-	-
5ПББ (гибрид)	Самаркандская область	21,1	20,2	17,57	17,04	-	0,53	-	-
Горно-Китабский	Сирдаринская область Узбекстанская Республика	21,15	19,4	17,80	16,94	-	0,86	-	1,78
Тописолнечник	Сирдаринская, Жиззахская область Узбекстанская Республика	22,50	20,6	17,35	15,98	-	1,17	-	0,23

в образцах составляла 60, 20 и 6 м. Отбор проб экстракта в процессе диффузии проводили через 20, 40, 60 и 120 мин., после чего в них определяли содержание сухого вещества (СВ) и оптическую плотность в пересчёте на 100% СВ.

Полученные данные обрабатывали с использованием программ Statistica 10 и Table Curve 3D. Интенсивность процесса диффузии возрастает при повышении содержания сухого вещества и инулина в перерабатываемом соке. С целью выбора наиболее подходящего исходного сырья было проанализировано 12 сортообразцов клубнеплодов топинамбура.

Результаты и обсуждение. На основании проведенных исследований мы отобрали 7 сортов топинамбура российской селекции, содержащих в соке не менее 19,0% сухого вещества (см. табл.). При этом концентрация углеводов в образцах варьировала от 22,1 до 17,4%, в том числе инулина от 20,4 до 16,0% к массе сырья, растворимых примесей неуглеводного характера (белковые вещества, зольные элементы и др.) в зависимости от сорта – от 8,3 до 15,7% массы сухого вещества.

При этом наиболее высоким содержанием инулина (19,0-20,4 %) отличались образцы топинамбура сорта Сиреневый из Самаркандской и Тошкентская областей и сорта Инетерес21 из Сирдаринский и Жизахский области Узбестанкая Республики. На основании результатов проведённых исследований были разработаны требования к качеству сырья для последующей его переработки на инулин: содержание сухого вещества в соке – не менее 20%; содержание углеводов, в том числе инулина – не менее 19% сухого вещества сока топинамбура; удобная форма клубнеплодов (правильная, без отростков).

Проведение диффузии инулина из стружки топинамбура, удовлетворяющего разработанным к его качеству требованиям, позволит повысить интенсивность процесса и соответственно выход инулина.

В дальнейших исследований использовали образец топинамбура из Сирдаринский и Жизахский области Узбестанкая Республики сорта Интерес21.

Экспериментальным путем было установлено, что влияние длины стружки (L), температуры (T) и продолжительности процесса диффузии (τ) на содержание в экстракте сухого вещества (CB) можно охарактеризовать следующим уравнением:

$$CB = -12,2 - 0,000978 \cdot L_2 + 0,4148 \cdot T - 0,00274 \cdot T_2 + L \cdot (0,0959 - 0,000103 \cdot t) + 0,0346 \cdot t - 0,000152 \cdot t_2$$

Анализ поверхностей отклика, полученных после математической обработки экспериментальных данных, показал, что с увеличением длины стружки, температуры и продолжительности процесс диффузии растворимых веществ (основное – инулин) протекает интенсивнее и достигает максимума при наибольших значениях исследуемых параметров (рис. 1, 2)

В процессе диффузии топинамбура из сырой стружки при температуре 40-600 С под воздействием собственных ферментов (оксидоредуктазы, оксигеназы, тирозиназы, инулиназы и др.) в сырье происходят автокаталитические реакции.

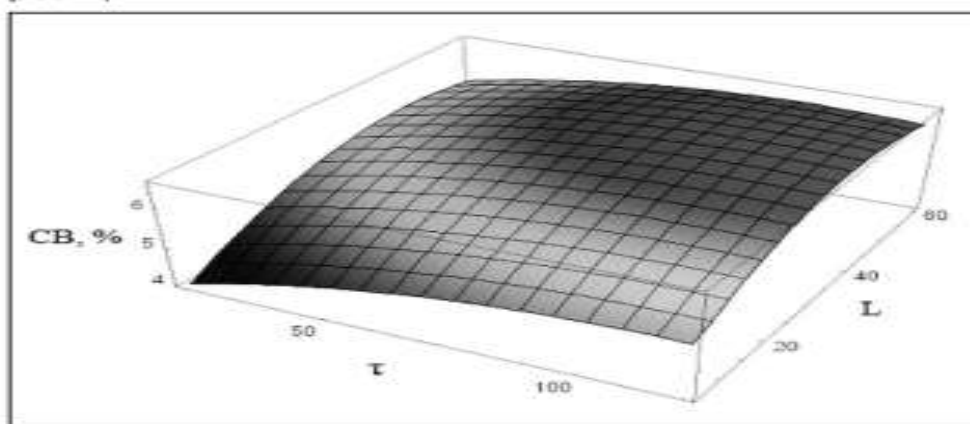


Рис. 1. Влияние длины стружки (L, м) и продолжительности процесса (τ , мин.) на содержание растворимых сухих веществ (CB, %) при температура процесса $T=60^\circ$

В частности, известно, что на воздухе стружка быстро темнеет, так как содержащиеся в сырье полифенолы окисляются в присутствии кислорода с образованием красящих веществ [15].

В результате исследований установлено влияние температуры (T) и длины стружки топинамбура (L) на оптическую плотность экстракта (D), которое характеризуется следующим уравнением:

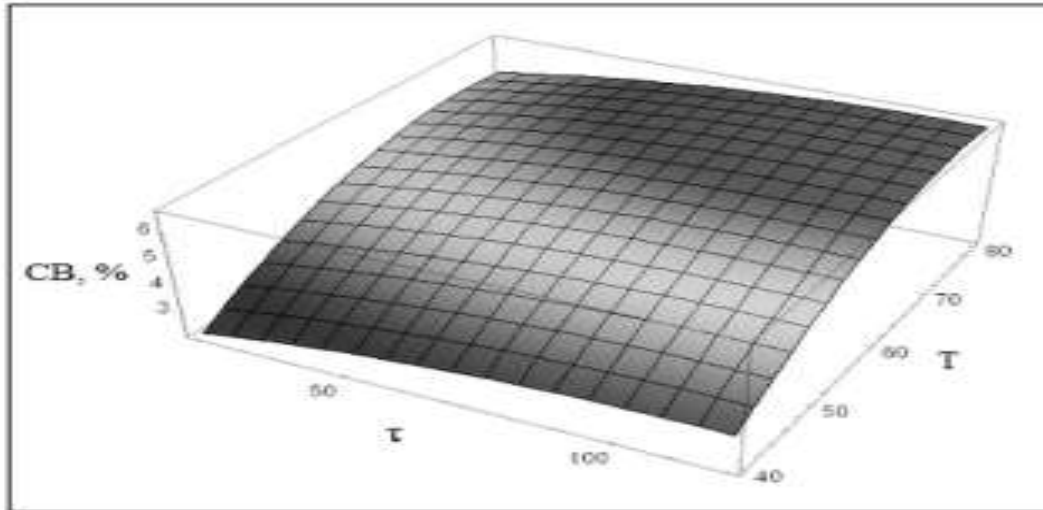


Рис. 2. Влияние температуры (T , °C) и продолжительности процесса (τ , мин) на содержание растворимых сухих веществ при длине стружки $L=20$ м

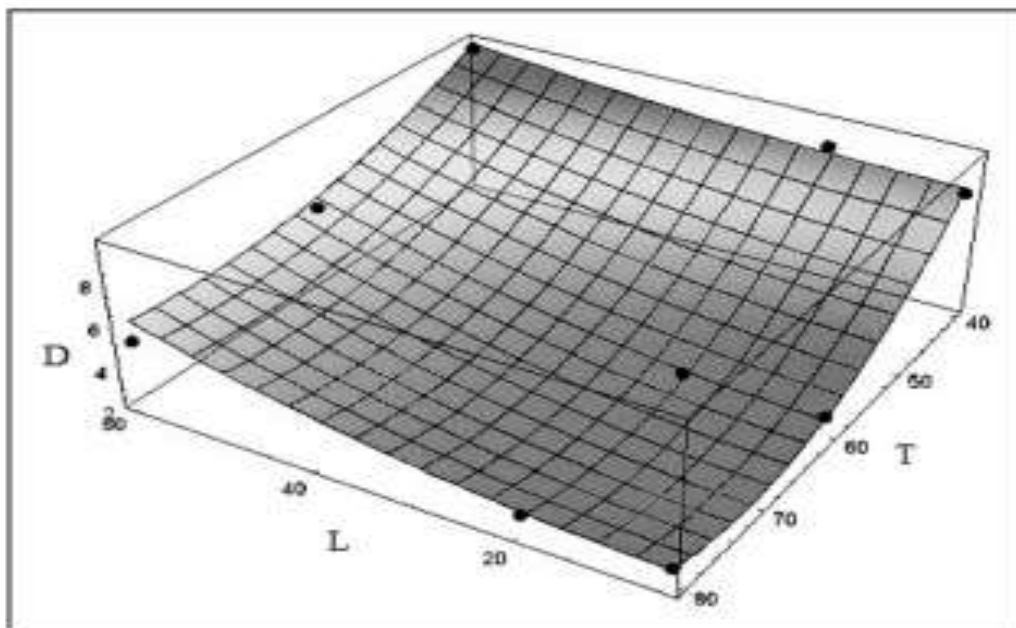


Рис. 3. Влияние длины стружки (L , м) и температуры (T , °C) на оптическую плотность экстракта (D , усл. ед.) в процессе диффузии, продолжительность $\tau = 120$ мин.

$$D = 35,3 - 0,957 \cdot T + 0,00682 \cdot T^2 + L^2 \cdot (-0,000133 \cdot T - T^2 \cdot 10^{-6}).$$

Полученные результаты показывают, что при увеличении длины стружки и температуры диффузии воздействие собственной ферментной системы топинамбура усиливается, в результате чего происходит повышение оптической

плотности экстракта из-за интенсивного образования красящих веществ (рис. 3).

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы об особенностях технологических решений по проведению диффузии растворимых веществ из стружки топинамбура, содержащего не менее 19% инулина. С увеличением длины стружки интенсивность диффузии возрастает, однако одновременно увеличивается цветность экстракта. Поэтому оптимальная длина стружки равна 10-20 м. Оптимальная температура процесса диффузии 80-85^oC при продолжительности 60 мин. позволяет получать экстракты с высоким содержанием инулина и минимальным количеством красящих веществ.

ЛИТЕРАТУРА:

1.Перковец М.В. Raftiline и Raftilose – ингредиенты для функциональных продуктов питания // Пищевая пр-сть. 2004. № 8. С. 82.

2.Перковец М.В. Влияние инулина и олигофруктозы на снижение риска некоторых «болезней цивилизации» // Пищевая пр-сть. 2007. № 5. С. 22–23.

3.Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Перспектива производства и применения инулина в России // Материалы Международной конф. «Научное обеспечение и тенденция развития производства пищевых добавок в России». С-Пб., 2005. С. 160–163.

4.Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Технология инулина и олигофруктозы из цикория // Сб. науч. труд. ВНИИ крахмалопродуктов. М., 2008. Выпуск 12. С. 127–142.

5.Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Получение фруктозного сиропа из инулинсодержащего сырья – цикория корневого // Сб. науч. тр. ВНИИ крахмалопродуктов. М., 2002. Выпуск 10. С. 99–110.

6.Картофель и топинамбур – продукты будущего / под общей ред. В.И.Старовойтова. – М.: ФГНУ Росфармагротех, 2007. 292 с.

7.Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С. и др. Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России // Пищевые ингредиенты. Сырьё и добавки. 2013. № 2. С. 30–32.

8.Грушецкий Р.И., Гриненко И.Г. Наиболее перспективные источники высокомолекулярного инулина // Сахар. 2013. № 10. С. 52–54.

9.Усанова З.И., Осербаяев А.К. Технология возделывания земляной груши (топинамбура) сорта скороспелка, адаптированная к условиям центрального района России // Материалы 1-й Международной научно-практ. конф. «Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг)». – М.- Сергиев Посад, 2002. С. 10.

10. Кочнев Н.К., Калиничева М.В. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. М.: Арес, 2002.

11. Назаренко М.Н., Бахатова Т.В., Кожухова М.А. и др. Интенсификация экстрагирования инулина из клубней топинамбура с применением вибрационного воздействия // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 94. С. 10.

12. Екутеч Р.И. Разработка технологии получения инулина и пищевых волокон из клубней топинамбура: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2010. 20 с.

13. Кареткин Б.А., Шакир И.В., Панфилов В.И. Интенсификация процесса получения инулина из клубней топинамбура с использованием ультразвука // Материалы Четвертого Московского Международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». М., 2007. С. 62.

14. Технологический контроль производства сахаристых крахмалопродуктов: методическое пособие / Н.Д. Лукин, В.В. Ананских, Т.В. Лapidус, Л.С. Хворова. М.: Россельхозакадемия, 2007. 261 с.

15. Ш.И.Ирназаров., Жураев Р.Н Значение топинамбура в лечении различных заболеваний, “Global o‘zgarishi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi muammolari va ilmiy-amaliy yechimlari” mavzusidagi Respublika miqyosdagi ilmiy-amaliy anjumani maqolalar va tezislar to‘plami – Qarshi “Intellekt” nashriyoti, 2024 yil – 92-95 bet.