

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА

Аналитический обзор



Москва 2020

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полноцветный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность, механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2020 г. с доставкой по Российской Федерации – 8712 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9936 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО);

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,

р/с 40501810545252000104 в ТУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000.

В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;

E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ
ИЗ ТОПИНАМБУРА**

——— Аналитический обзор ———

Москва
2020

УДК 664.8:635.24

ББК 42.22

К 64

Рецензенты:

Н.Д. Лукин, д-р техн. наук, проф., директор
(Всероссийский НИИ крахмалопродуктов (ВНИИК) –
филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова»);

Н.А. Пискунова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технологии хранения
и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции»
(РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева)

Авторы:

**А.А. Манохина, В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова,
Н.П. Мишуров, Л.А. Неменушая, Ж.Ж. Аллаяров**

**Конкурентоспособные технологии производства функциональ-
ных продуктов из топинамбура: аналит. обзор.** – М.: ФГБНУ «Рос-
информагротех», 2020. – 84 с.

ISBN 978-5-7367-1566-4

Рассмотрены технологии производства функциональных продуктов из топинамбура. Дан анализ отечественных достижений в данной области. Сформулированы основные подходы к построению схемы технологического процесса переработки топинамбура, максимально использующие инновационные достижения. Приведены высокопроизводительные методы хранения и наиболее перспективные сорта топинамбура для эффективной переработки.

Предназначен для руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций, консультантов информационно-консультационных служб, студентов и преподавателей отраслевых вузов и колледжей.

Competitive Technologies for Making Functional Products from Jerusalem Artichoke, Analytical Overview (Moscow: Rosinformagrotekh) 96 (2020).

Technologies for making products from Jerusalem artichoke are described. The analysis of domestic achievements in this area is given. The main approaches to the production process flow sheet for Jerusalem artichoke processing using the most of innovative achievements are formulated. High-performance storage methods and the most promising Jerusalem artichoke varieties for efficient processing are presented.

It is designed for managers and specialists of agricultural organizations, consultants of information and consulting services, students and teachers of industrial universities and colleges.

УДК 664.8:635.24

ББК 42.22

ISBN 978-5-7367-1566-4

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Мировое производство функциональных продуктов ежегодно увеличивается на 15-20%. Согласно результатам исследования Global Industry Analysts, Inc., к 2024 г. объем мирового рынка функциональных продуктов превысит 195 млрд долл. США. Основным фактором, обуславливающим его рост, является повышение внимания потребителей к пище, обеспечивающей профилактику заболеваний, увеличение продолжительности жизни, улучшение здоровья [1].

Важность внедрения технологий производства функциональных продуктов подтверждается положениями Указа Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Для эффективного развития отечественного направления функционального питания важно, чтобы разрабатываемые и внедряемые технологии производства функциональных продуктов отличались конкурентоспособными характеристиками, смогли заменить и вытеснить иностранные аналоги на российском продовольственном рынке [1].

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – одна из наиболее перспективных сельскохозяйственных культур универсального назначения, главным преимуществом которой в сфере функционального питания является наличие в биохимическом составе значительного количества инулина, фруктозы и пектина. Функциональные ингредиенты топинамбура нормализуют жировой обмен, снижают уровень сахара, холестерина и триглицеридов в крови, что предотвращает развитие и прогрессирование множества заболеваний, в том числе сахарного диабета и атеросклероза, стремительно распространяющихся во всем мире. Употребление в пищу переработанного и свежего топинамбура жизненно необходимо для людей, питающихся несбалансированно, злоупотребляющих углеводными продуктами, имеющих

острые и хронические заболевания желудочно-кишечного тракта, страдающих ожирением [2, 3].

В представленном аналитическом обзоре проанализированы характеристики и практические примеры конкурентоспособных технологий производства функциональных продуктов из топинамбура, разработанных и применяемых различными научными и производственными организациями. Подготовленные материалы будут способствовать росту интереса представителей пищевой и перерабатывающей промышленности к использованию подобных технологий, а следовательно, повышению конкурентоспособности отрасли и качества пищевых продуктов, формированию принципов здорового питания населения.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПИНАМБУРА

Топинамбур впервые был завезен во Францию из Северной Америки в XII в. и распространился по всей Европе и миру. Как ценная кормовая, пищевая, лекарственная культура он выращивается в США, Канаде, Австралии, Японии и других странах. В Россию топинамбур попал во второй половине XVIII в. (за ним закрепилось название «земляная груша»), использовался в пищу в сыром виде: сначала как целебное растение, позднее – как кормовая культура [4].

В настоящее время в мировом земледелии площадь посадок этой культуры составляет около 2,5 млн га. Многие страны выращивают топинамбур как овощную культуру (Канада, Франция, Италия, Испания, Германия). В России площадь под промышленными посадками земляной груши составляет около 3 тыс. га [5-11]. Выделены специальные зоны, в которых осуществляются мероприятия по развитию оригинального семеноводства и повышению качества промышленного производства топинамбура с целью переработки на основе использования лучших отечественных конкурентоспособных сортов для обеспечения импортозамещения на агропродовольственном рынке России [12-14]. Перечень предприятий, возделывающих топинамбур, приведен в табл. 1 [15-23].

По объемам выращивания топинамбура Российская Федерация отстает от развитых стран. Эта универсальная культура недостаточно оценена отечественными сельхозпроизводителями. Однако ряд научных и производственных организаций занимается разработкой и совершенствованием технологий выращивания, селекции и семеноводства топинамбура, имеются отечественные конкурентоспособные сорта. При возрастающей потребности рынка в сырье для функциональных продуктов питания расширение объемов производства топинамбура имеет высокий потенциал.

Таблица 1

Предприятия, возделывающие топинамбур

Название, место расположения предприятия	Направление деятельности
ООО «ВИВА», Костромская область	Выращивание новых, перспективных сортов топинамбура на площади 100 га; оригинальное семеноводство топинамбура в чистой фитосанитарной зоне
ОАО «Урухский консервный завод», Кабардино-Балкарская Республика	Обладатель коллекции сортов топинамбура. Культура возделывается на площади 400 га, закончено строительство завода для производства пюре и сиропов
ООО «Топи Лайф», ИП Темежников Е.Е., Республика Адыгея, пгт. Яблоновский	Производство полного цикла – от выращивания сырья до производства продукции с поставкой сырья для производства
ЗАО «Заволжское», Костромская область	Выращивание топинамбура с целью переработки
К(Ф)Х «Анушкевич Н.Ю.», Ленинградская область	Выращивание топинамбура для поставки в свежем виде в вакуумной упаковке в магазины; проведение работ по развитию глубокой переработки топинамбура
ООО «Научно-производственный центр по семеноводству топинамбура Северо-Западного региона», Ленинградская область	Семеноводство топинамбура
Южный региональный научно-производственный центр семеноводства топинамбура «Новые технологии», Краснодарский край, ст-ца Павловская	Семеноводство топинамбура. На участке размножения выращиваются сорта Интерес и Новость ВИРа. Предлагаются техника и технологии для возделывания топинамбура

Продолжение табл. 1

Название, место расположения предприятия	Направление деятельности
ООО «Земляная груша», Удмуртская Республика	Выращивание топинамбура
Компания ИП Драковцова Н.П., ООО «Эспланада Южная», Краснодарский край	Выращивание топинамбура с дальнейшей переработкой клубней
ООО «Агрофирма «Белозерки», Самарская область	Выращивание топинамбура
ООО «Скорпион», Самарская область	Выращивание топинамбура с дальнейшей переработкой клубней в инулинсодержащий порошок

2. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОПИНАМБУРА

2.1. Ботаническая характеристика

Топинамбур (*Heliantus tuberosus* L.) – многолетнее клубненосное растение семейства астровых (*Asteraceae*), по внешним признакам сходно с подсолнечником, насчитывает более 200 видов [2]. Стебель прямой, крепкий, высотой 1,2-4,0 м, кустистость – 1-5 стеблей на растение, хорошо облиственный. Листья большие, шероховатые, овальной формы, в фазе всходов имеют вид розетки, в фазе бутонизации – очередные. Цветы желтые, собраны в розетку Ø3-7 см. Плод – семянка (мелкие коричневые семена с пятнышками на поверхности). Корневая система мочковатая, глубина проникновения 2 м, рабочая поверхность в 6-8 раз больше, чем у картофеля. Побег ветвится над землей и под ней. На многочисленных подземных стеблях (столонах) образуются клубни белой, желтой, фиолетовой или красной окраски. Верхние междоузлия столона (4-6) превращаются в клубни – чем короче столоны, тем компактнее клубневое гнездо. Масса клубней колеблется от 10 (у диких видов) до 400 г (у культурных сортов). На одном растении образуется 20-30 клубней. Они не имеют пробкового слоя, поэтому плохо хранятся и для употребления в свежем виде их лучше выкапывать по мере необходимости. У разных сортов топинамбура клубни различаются по размеру и форме: от округлых (сферических, яйцевидных, грушевидных), как у картофеля, до полиморфных узловатых конгломератов, образующихся на кончиках столонов. В клубнях накапливаются запасные питательные вещества, поэтому они являются источником ресурсов, которые позволяют растению регенерировать [24-26].

Клубни зимуют в почве, надземные органы отмирают. Максимальный рост стеблей наблюдается во второй половине лета –

июле-августе. Клубнеобразование начинается в июне-июле. Урожай формируется в сентябре-октябре. Топинамбур устойчив как к низким, так и к высоким температурам, требователен к свету, при затененных посевах урожай снижается. Культура засухоустойчива, нетребовательна к почве, но не выносит солонцов и кислых почв, лучшие почвы – супесчаные. Очень отзывчива на внесение навоза, с урожаем выносятся N – 50 кг, P – 80, K – 110 кг на 1 га.

2.2. Средний химический состав

Химический состав топинамбура изменяется в зависимости от биологических особенностей сорта и почвенно-климатических условий, включающих в себя агротехнику, погодные и географические факторы. Среднестатистические данные показывают, что содержание сухих веществ в наземной массе колеблется в пределах 22-32%, в клубнях – 19-30%. Характеристика частей растения топинамбура представлена на рис. 1.



Рис. 1. Характеристика наземной части и клубней топинамбура
(данные сайта topilife.ru)

Углеводы. Топинамбур содержит уникальный углеводный комплекс на основе фруктозы и ее полимеров, высшим гомологом которых является инулин – наиболее ценный и количественно преобладающий углеводный компонент (табл. 2, 3). Он содержится преимущественно в клубнях (13-20% сырой массы), значительно меньше его в стеблях (2-4%). В листьях инулина нет, там находятся крахмал и небольшие количества моносахаров и дисахаров. Количество инулина возрастает по мере продвижения от вершины к основанию стебля. В клубнях топинамбура наряду с чистым инулином содержится большое количество инулидов [27].

Таблица 2

Средний химический состав топинамбура

Состав	Содержание в сырой массе, %	
	клубни	надземная часть
Вода	77,5	70,5
Сухие вещества	22,5	29,5
В том числе:		
сахара	16,9	4,0
целлюлоза	1,9	10,9
жиры	0,1	0,4
белок	2,3	2,2

Таблица 3

Химический состав углеводного комплекса клубней топинамбура

Вещество	Содержание в массе, %	
	сырой	сухой
Инулин	11,71	48,31
Крахмал	0,26	1,08
Гемицеллюлоза	1,03	4,28
Клетчатка	2,13	8,82
Моноза	0,16	0,68
Сахара типа тростникового (сахароза)	6,14	25,25

Примечания:

1. В данном случае в группу инулина вошли также инулиды.
2. Наличие в клубнях большого количества сахаров типа сахарозы объясняется тем, что клубни для анализа были взяты весной (перезимовавшие).

Инулин относится к группе полифруктанов с эмпирической формулой ($C_6H_{10}O_5$) и представляет собой полифруктозную цепь, в которой остатки D-фруктозы (до 96%) связаны β -2,1-связью, причем каждая цепь с нередуцированного конца заканчивается молекулой D-глюкозы (до 6%), соединенной с фруктозой β -1,2-связью.

Гигроскопичен, легко растворим в горячей воде, малорастворим в холодной. Растворимость в воде в значительной степени зависит от способа выделения из растительного сырья и применяемых при этом растворителей. Инулин, полученный кристаллизацией в воде, хуже растворяется в ней, чем осажденный спиртом. Растворимость его в воде повышается при обработке окисью углерода или ацетамидом.

Инулин образует вязкие растворы. При взаимодействии с $Ca(OH)_2$ или $Ba(OH)_2$ образует комплексы и осаждается из растворов. Инулин – невосстанавливающий полисахарид, не дающий с йодом окраски, легко расщепляется до D-фруктозы, D-глюкозы и ди-D-фруктозангидридов при нагревании в присутствии неорганических и органических кислот под действием ферментов (инулиназ). При этом высвобождающаяся из цепи при гидролизе фруктоза переходит из неустойчивой фуранозной формы в более устойчивую – пиранозную.

Науке известны три формы инулина: α -инулин (белый аморфный порошок), β -инулин (бесцветные кристаллы) и γ -инулин. Они различаются молекулярной массой, степенью полимеризации, температурой растворения, способом получения и др. При этом α -форма образуется при вымораживании инулина из раствора, β -форма – при осаждении спиртом, γ -форма – после применения ряда процессов, связанных с воздействием различных температур. Все формы взаимопревращаемые. В табл. 4 приведен углеводный состав топинамбура на примере популярного сорта Скороспелка.

Таблица 4

Физико-химические показатели инулинсодержащего сырья

Показатели	Значение
Содержание сухого вещества, %:	
сока	19,72
сырья	21,50
Содержание (на 100 г сырья), г	
нерастворимых веществ (в том числе клетчатки)	3,15
растворимых веществ	18,35
углеводов	16,76
В том числе:	
инулин	14,05
олигосахариды	0,85
дисахариды	1,86

Фруктоза является второй неперменной составной частью углеводного состава топинамбура. Содержание ее может быть различным в зависимости от времени сбора урожая, продолжительности хранения и т.д., так как она образуется из инулина в результате совершающихся в корнях и клубнях биохимических процессов.

D-фруктоза, или плодовой сахар, – наиболее важный представитель кетоз. Эмпирическая формула $C_6H_{12}O_6$. Левое вращение растворов D-фруктозы ($[\alpha]D^{20} = -93^\circ$) обуславливает другое ее название – левулоза. Представляет собой белые кристаллы, очень сладкие на вкус (в 1,5 раза слаще сахарозы). Хорошо растворима как в теплой, так и в холодной воде. Фруктоза очень трудно кристаллизуется в кристаллах состава $2C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$. В водных растворах в отличие от глюкозы она сильно дециклизована. По отношению к фелинговой жидкости проявляет восстановительные свойства. Получают фруктозу посредством гидролиза из различных сахаров, в том числе инулина. Она является диетическим сахаром, так как усваивается больными диабетом лучше, чем глюкоза.

Структурные полисахариды, входящие в состав клеточных оболочек тканей клубней, в количественном отношении находятся на втором месте после фруктозанов. Сумма пектиновых веществ, гемицеллюлоз и α -целлюлозы колеблется в зависимости от сорта и условий года от 1,6 до 2,9% сырой массы (или 5,7-11,7% – сухой). Из этих высокополимерных углеводов большую часть составляют пектиновые вещества, меньшую – гемицеллюлозы.

Общая закономерность для клубней большинства сортов (имеются в виду полисахариды клеточных стенок) заключается в том, что в них преобладают труднорастворимые формы (протопектин и гемицеллюлозы Б).

Органические кислоты. В клубнях топинамбура общее содержание кислот находится в пределах 6-9% сухой массы. Из этого количества на долю ди- и трикарбоновых кислот приходится 2,8-3,8%, т. е. 35-50% всего количества кислот.

Ди- и трикарбоновые кислоты (ДТК) клубней топинамбура представлены яблочной, лимонной, фумаровой, янтарной (преобладает яблочная – 80-90% ДТК). В листьях топинамбура содержится значительное количество фумаровой кислоты (0,26-2%), ди- и трикарбоновых – 11-70%.

Азотистые вещества. Содержание их в клубнях и вегетативной массе топинамбура варьирует в широких пределах в зависимости от сорта, условий, среды и времени уборки. По многочисленным данным, полученным в последние годы, предельное содержание азотистых веществ в клубнях и зеленой массе топинамбура может быть следующим: при естественной влажности в клубнях – 0,9-2,2%, в ботве – 1,1-3,6%, из расчета на сухое вещество – соответственно 4,3-11% и 5,7-14,4%.

Говоря о химическом составе ботвы топинамбура, необходимо учитывать различное содержание азотистых веществ в стеблях и листьях табл. 5.

По данным различных исследований, в клубнях топинамбура на долю белкового азота приходится 57-59% его валового содержания, небелкового (амидного) – 41-43%.

Таблица 5

Содержание азотистых веществ в листьях и стеблях топинамбура, %

Источник информации	Содержание азотистых веществ в сухом веществе	
	стеблей	листьев
Данные Киргизского зооветеринарного института (сорт не указан)	9,13	19,32
Сводные данные Всесоюзного института животноводства (среднее по различным сортам)	7,33	18,00
Данные Петерниекской опытной станции, Латвия (сорт Белый урожайный)	6,22	16,10

Клубни топинамбура по составу азотистых соединений приближаются к клубням картофеля, в которых содержание белкового азота составляет 43-58%.

Хорошо изучены *аминокислоты* топинамбура. Аминокислотный состав белка этого растения характеризуется биологической полноценностью (табл. 6). Зеленая масса содержит все незаменимые аминокислоты, в клубнях их меньше. В то же время в состав клубней топинамбура входит большое количество кремния, который очень важен для обменных процессов организма человека.

Таблица 6

Аминокислотный состав белка, %

Сырье	По массе сухого вещества (СВ)									
	протеин	лизин	гистидин	аргинин	треонин	валин	фенил-аланин	лейцин	триптофан	тирозин
Топинамбур: зеленая масса	11,52	0,46	1	1,02	0,53	1,06	0,38	2,11	2,12	0,13
клубни	8,83	0,33	0,22	0,46	0,3	1,33	0,48	0,85	0,82	0,12
Картофель (клубни)	12,12	1,1	0,18	1,39	0,1	0,82	0,65	1,45	1,15	0,48

Минеральный состав зольных элементов клубней топинамбура богат солями железа, их количество примерно в 3 раза превышает содержание железа в других корнеклубнеплодах (табл. 7).

Таблица 7

**Содержание зольных элементов в клубнях топинамбура
по сравнению с картофелем и кормовыми культурами, %**

Культура	Естественная влажность	Содержание золы при полной спелости	
		сырые клубни (корни)	из расчета на абсолютно сухое вещество
Топинамбур	80,8	1,1	4,7
Картофель	77,2	1,2	4,9
Кормовая брюква	86,6	0,7	6,1
Кормовая свекла	87,6	0,9	6,9

Ферменты. В клубнях топинамбура содержатся ферменты: оксидоредуктаза, оксигеназа, тирогиназа и инулиназа, или инулаза. Из них значима только инулиназа, или инулаза, – энзим, который обнаруживается только в растущих побегах топинамбура, где он осахаривает инулин по мере роста и развития растения [27]. Исследователи считают, что синтез и распад инулина в растениях происходят под влиянием инулазы, так как этот фермент оказывает гидролизующее и деполимеризующее действие. В первом случае в результате его действия образуется фруктоза, во втором – ряд продуктов распада различной степени полимеризации, так называемые инулиды [2].

Витамины. Витаминный состав клубней и зеленой массы топинамбура, по имеющимся немногочисленным данным, характеризуется наличием витаминов группы В, каротинов и аскорбиновой кислоты. Зеленая масса значительно богаче витаминами, чем клубни, в которых содержится меньше аскорбиновой кислоты и отсутствуют каротины. Общим для всех сортов топинамбура является высокое содержание витамина В₇ (биотина), почти в 5 раз больше, чем в картофеле.

2.3. Морфологические особенности топинамбура

Цвет кожуры клубней топинамбура в зависимости от сорта меняется от белого и розового до красного и фиолетового, в меньшей степени окрашены в цвет столоны. Клубни культивируемых сортов обладают также химическими и физическими особенностями

по сравнению с дикорастущими. Например, культивируемые сорта дают крупные, кучно расположенные клубни непосредственно около главного ствола, тогда как дикие виды образуют мелкие клубни, обычно расположенные на концах длинных столонов [28].

В процессе набухания верхушки столона большая часть сухого вещества откладывается в столонах в виде фруктанов (инулин, фруктоза) и запасных белков, постепенно преобразуясь в клубень, который становится жизнеспособным элементом дальнейшего репродуктивного развития (рис. 2).



Рис. 2. Преобразование столона топинамбура в клубень

Наиболее богаты инулином внутренние клетки коры и внешние клетки сердцевины, приближающейся с обеих сторон к камбиальному слою. По мере удаления от камбия к центру клубня содержание инулина в клетках уменьшается. В коре клубня, наоборот, наиболее богаты инулином внутренние части; во внешних же клетках коры, расположенных под пробковым слоем, преобладают азотистые составные части клубня. Крупнейшие запасы инулина локализованы в вакуолях, содержащих волокнистый или гранулированный материал. Как показали исследования, наибольшее количество клеток, содержащих ину-

лин с высокой молекулярной массой (степень полимеризации > 30%), было обнаружено в конце лета, далее его количество снижалось» даже при условии повышения количества сухих веществ в клубнях. Сухие вещества, фруктаны, белки и сахара неравномерно локализованы в разных тканях клубня. Наибольшая концентрация каждого из перечисленных веществ находится в коре и постепенно снижается по мере продвижения внутрь клубня, при этом сердцевина имеет самую низкую концентрацию питательных веществ [29-31].

При использовании клубней топинамбура в пищевых целях важными характеристиками являются сроки созревания, урожайность, размер и форма клубней, компактность клубневого гнезда, прочность соединения клубней с корневой системой [32-35]. Сорта, предназначенные для переработки с целью получения максимального выхода углеводов и их производных, как правило, относятся к среднепоздней и поздней группам спелости [36]. Соответственно, их можно возделывать в климатических зонах, где такие показатели, как сумма активных температур, осадков, достаточны для обеспечения условий накопления веществ. Качество накопления элементов в клубнях прямо пропорционально периоду вегетации сорта. Чем более позднеспелый сорт, тем выше содержание нужных веществ – углеводов, аминокислот и клетчатки (соответственно инулина, спирта, биогаза и др.) [37, 38].

Сорта, селектированные на юге, малопригодны для выращивания в северных регионах, где они, как правило, резко меняют свои свойства в негативную сторону, в то время как северные сорта в южном климате часто дают высокий урожай клубней, но их форма иногда резко меняется (рис. 3).

Способ и сроки уборки топинамбура существенно влияют на качество переработки и хранения. Механические повреждения клубней при уборке сокращают сроки хранения и снижают качество сырья, а задержка с уборкой приводит к снижению содержания инулина и фруктозы в клубнях в разной степени в зависимости от сорта. Продолжительность хранения влияет на состав олигосахаридов топинамбура и качество его переработки [39-43].



а



б



в

Рис. 3. Клубни топинамбура (сорт Интерес), выращенные в разных климатических условиях: а – в Лаосе; б – Липецкой области; в – Московской области

Как показал анализ литературных источников, топинамбур является хорошо изученной культурой. Основные компоненты его биохимического состава (инулин, пектин, ферменты, витамины, органические и аминокислоты) подтверждают исключительное значение данной сельскохозяйственной культуры для производства функциональных продуктов питания. Знание особенностей роста и развития топинамбура позволило разработать эффективные технологии выращивания и уборки с максимальным сохранением важных для переработки веществ.

3. КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА

Спектр функциональных продуктов на основе топинамбура включает в себя, прежде всего, чистые инулин и пектин, а также порошок, сироп и пюре, каждый из которых имеет функциональные свойства и может употребляться как отдельный продукт. Все остальные виды функциональных продуктов на основе топинамбура получают путем добавления вышеперечисленных компонентов в качестве функциональных ингредиентов в традиционные продукты (кефир, творог, мясные, хлебобулочные, кондитерские изделия и др.).

3.1. Получение инулина

Наиболее значимой функциональной потребительской характеристикой топинамбура является содержание в нем полисахарида инулина, снижающего уровень сахара в крови, улучшающего обмен веществ и пищеварение, применяющегося для профилактики и лечения таких заболеваний, как сахарный диабет, атеросклероз, алиментарное ожирение [2]. К важным функциональным свойствам данного полисахарида также относятся ограничение сладости, текстурный эффект, препятствие очерствению, синергизм с желирующими агентами и интенсивными подсластителями. Инулин может образовывать с водой кремообразный гель с жироподобной текстурой, имитируя присутствие жира в обезжиренных продуктах, обеспечивая полноту вкуса, присущего продуктам обычной жирности (1 г жира замещается 0,25 г инулина), и снижая калорийность. В качестве обогащающего ингредиента инулин широко используется при производстве многих функциональных продуктов питания (мясные и с заменителями мяса, молочные, мучные и кондитерские изделия, детское питание, фруктовые соки и пюре, продукты быстрого приготовления). Ежедневное рекомендуемое потребление инулина для человека составляет 15-20 г.

На мировом рынке существует три крупных производителя инулина, изготавливающие 90% всей продукции, из них 70% рынка занимает бельгийская компания «Beneo-Orafti» и голландские компании «Cosucra» и «Sensus». Ежегодный объем мирового производства инулина и его производных превышает 150 тыс. т при приросте около 10% (основная часть приходится на страны ЕС, США, Китай, Латинскую Америку). В последнее время на рынок активно выходят китайские фирмы, получившие органический «зеленый» сертификат США и Канады. Они производят инулин только из топинамбура (в южных провинциях Китая, где топинамбур занимает большие площади посадки, построены два перерабатывающих завода). В ближайшее время Китай сможет занять 50% рынка производства инулина из топинамбура.

В Российской Федерации годовой объем рынка пищевого инулина составляет 15-20 тыс. т. В промышленных масштабах он не производится, экспортом занимается бельгийская компания «Beneo-Orafti», но запущено несколько проектов (Ставропольский край, Чувашская Республика) по получению инулина из топинамбура. В связи с этим актуальны разработка и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий переработки топинамбура на инулин.

Ассортимент функциональных продуктов на основе инулина многообразен. В мире производится более 2 тыс. видов продуктов с его использованием, наиболее встречающиеся – инулин в чистом виде и олигофруктоза [44].

В России топинамбур считается более перспективным сырьем для производства инулина по сравнению с цикорием благодаря более простой агротехнике, возможности перезимовки в земле и переработки в весенний период, высокой урожайности клубней и зеленой массы, более низкой стоимости сырья (более чем на 30% дешевле сырья цикория).

Во ВНИИ крахмалопродуктов в результате исследований усовершенствована технология производства инулина и олигофруктозы с использованием в качестве исходного сырья клубней топинамбура.

ра и их сухой стружки, обеспечивающая конечным продуктам конкурентоспособные характеристики. В рамках исследований также разработаны требования к свежесобранному сырью при переработке на качественный инулин, определяющие содержание сухого вещества не менее 20%, инулина – не менее 18%.

Для предотвращения повышения цветности продуктов при переработке инулинсодержащего сырья на инулин разработчиками предложены различные способы предварительной обработки (бланширование и использование различных реагентов для инактивации собственной ферментной системы сырья), что является рациональным технологическим решением. При этом снижается расход адсорбентов на очистку и улучшается качество продукции.

Проведены исследования горячей водной диффузии инулина из инулинсодержащего сырья в зависимости от различных технологических факторов. Разработана схема непрерывно действующей установки, включающей в себя диффузионный аппарат новой конструкции, которая предусматривает противоточное движение воды и сырья, проработаны процессы очистки экстракта инулина – коагулирование белковых соединений, обесцвечивание, удаление других примесей, в том числе зольных элементов. Конечными продуктами технологии являются:

- инулин чистотой не менее 85%;
- инулин порошкообразный чистотой не менее 92%, полученный с использованием нанофльтрации или хроматографического разделения углеводов на калиброванных катионитах в кальциевой форме с последующими концентрированием и сушкой;
- олигофруктозные сиропы, которые производятся методом направленного ферментативного гидролиза с последующими очисткой и концентрированием.

Для получения олигофруктозных сиропов проведены исследования по частичному гидролизу инулинсодержащих сиропов с использованием ферментного препарата «Фруктозим» компании «Новозаймс» (Дания). Углеводный состав образцов конечных продуктов приведен в табл. 8. Стадии разработанного технологического процесса представлены на рис. 4.

**Характеристика образцов
порошкообразного и сухого концентрата инулина**

Наименование образца	СВ, %	рН	Зола, %	Углеводный состав, %		
				инулин	дисахариды	фруктоза
Инулин порошкообразный	95,2	4,9	0,05	92,3	5,96	1,74
Сухой концентрат инулина	94,8	4,7	0,20	87,84	7,36	4,80
Олигофруктоза	73,0	4,7	0,3	-	-	-

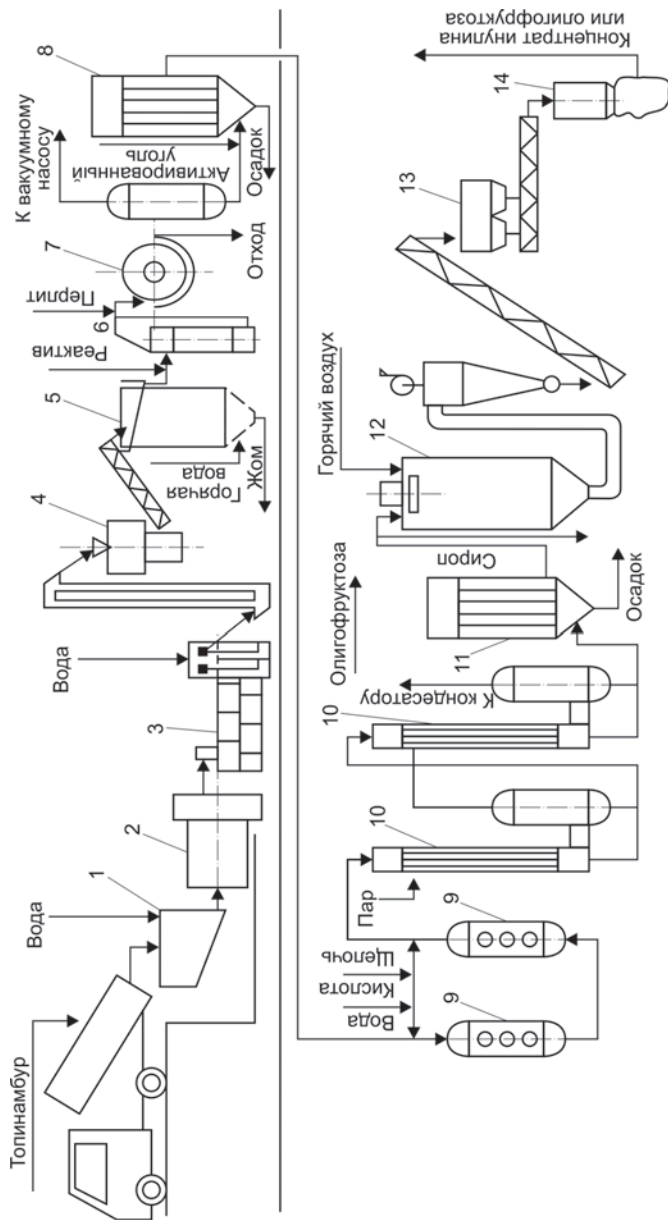


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема получения очищенного инулина:

- 1 – приёмный бункер; 2 – камнеловушка; 3 – мойка; 4 – реактив; 5 – диффузионный аппарат;
6 – коагулятор; 7 – вакуум-фильтр; 8 – фильтр угольной очистки; 9 – ионообменная установка;
10 – выпарная установка; 11 – контрольный фильтр; 12 – распылительная сушилка; 13 – бурт;
14 – упаковка

Для обеспечения максимальной безотходности ботва топинамбура и жом, полученный при производстве инулина, могут быть использованы в качестве корма в животноводстве и сырья для производства кормовых дрожжей [45, 46].

Для конкурентного выхода на рынок отечественного инулина требуется совершенствование технологии его производства за счет интенсификации наиболее энерго- и ресурсоемких стадий. К таким процессам относятся экстракция из измельченного сырья, очистка экстракта, выделение инулина из экстрактного раствора (вымораживание из раствора, кристаллизация охлаждением при обычных температурах (примерно 10-30°C) или осаждение). Большое значение имеют и показатели качества готового продукта, так как инулин и в технологических, и в нутрицевтических целях используется в малых количествах. Контролировать и корректировать эти показатели необходимо на протяжении всего технологического процесса. Схема модернизации технологии представлена на рис. 5.

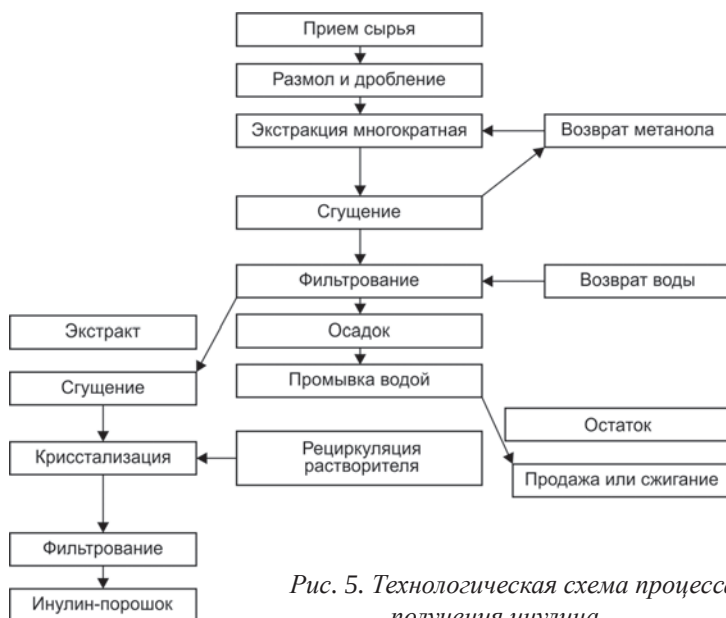


Рис. 5. Технологическая схема процесса получения инулина

Как видно из рисунка, применение органических растворителей и процесса кристаллизации с целью выделения инулина из экстракционного раствора исключает энергоемкую стадию распылительной сушки и обеспечивает ресурсосбережение. Эффективность такого приема подтверждена многими исследованиями [47].

Кубанским ГТУ предлагается метод усовершенствования технологии получения инулина и фруктозно-глюкозного сиропа (ФГС) из клубней топинамбура, который позволяет значительно повысить эффективность экстрагирования веществ из растительной ткани благодаря вибрационному воздействию на измельченные частицы клубней величиной около 1-2 мм. Образовавшуюся мезгу отправляют на одно-, двукратное экстрагирование водой температурой 75°C при гидромодулях 1:2 и 1:4 в течение 60 мин. При этом основная масса инулина (82%) переходит в экстракт уже при первом экстрагировании, а в результате двукратной экстракции выход инулина составляет 96%, что на 28% больше, чем в контрольном образце (без вибрационного воздействия).

Полученные данные показывают, что вибрационное экстрагирование целесообразно проводить при гидромодуле 1:2, так как увеличение соотношения «сырье:экстрагент» сопровождается небольшим повышением выхода полисахарида, но значительно увеличивает расход воды. Для фракционирования более эффективно использование ультра- и нанофильтрации, а для ферментативного гидролиза фракции ФОС – препарата инвертазы «Биобар К-1».

По мнению специалистов, наиболее рациональной следует считать концентрацию субстрата 13-15%, фермента – 0,04-0,05%, так как дальнейшее увеличение показателей дает незначительный прирост скорости, но приводит к удорожанию процесса.

На основе полученных результатов исследований разработана схема комплексной переработки клубней топинамбура и усовершенствована технология производства порошка инулина и ФГС из клубней топинамбура (рис. 6). Предлагаемая технологическая схема обеспечивает комплексное и рациональное использование инулинсодержащего сырья, высокие выход и конкурентоспособность целевых продуктов за счет применения современных физических (вибрационное воздействие, ультра- и нанофильтрация) и биотехнологических (ферментативный гидролиз) методов технологической обработки.

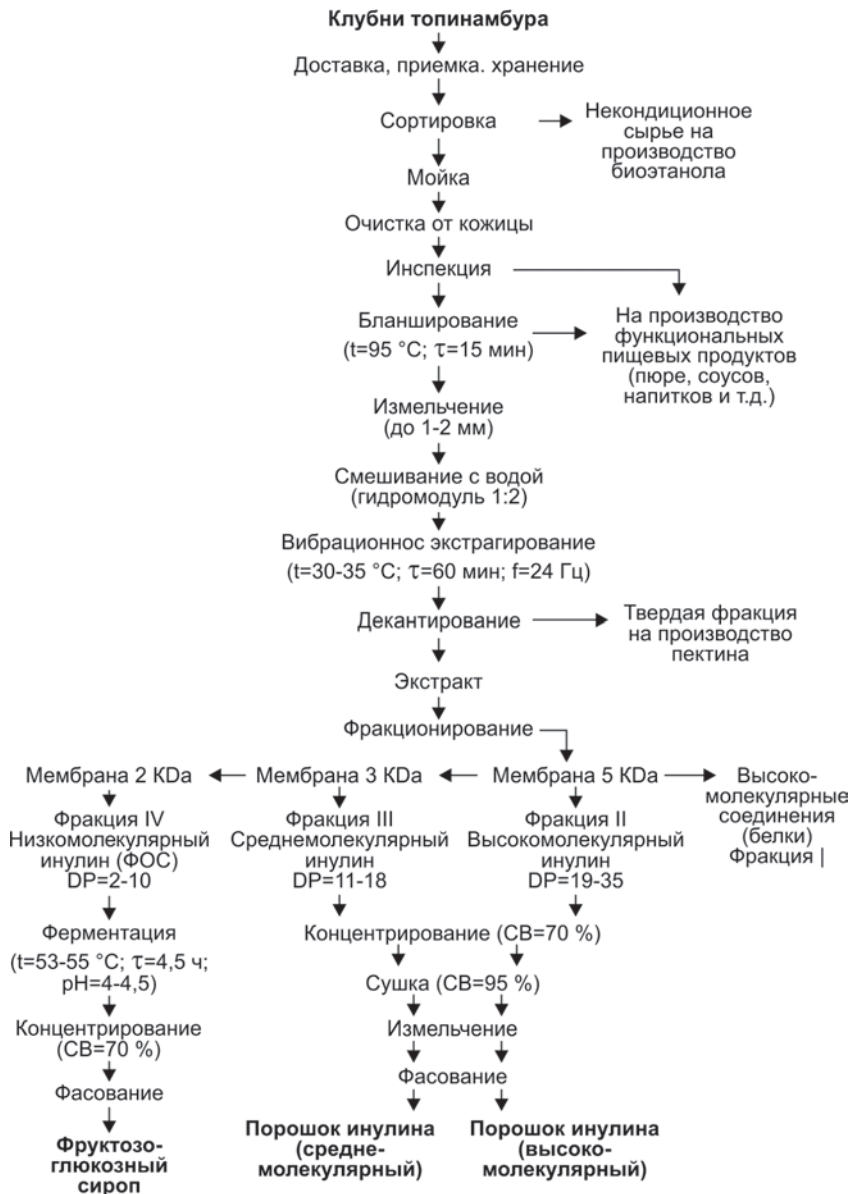


Рис. 6. Технологическая схема комплексной переработки клубней топинамбура с получением инулина и ФГС

По показателям качества и безопасности инулин и ФГС, полученные по усовершенствованной технологии, не уступают зарубежным аналогам [48].

В Краснодарском НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции разработаны технологии получения инулина и пищевых волокон из клубней топинамбура [49]. Исследователями обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования воды с нейтральной реакцией среды при экстрагировании инулина из клубней с целью увеличения выхода и повышения качества конечного продукта. Впервые применена СВЧ-обработка для инактивации полифенолоксидазы клубней топинамбура, также ведущая к увеличению выхода целевого компонента – инулина, определены её параметры, оптимальная степень измельчения клубней, гидромодуль, температура и продолжительность экстрагирования. Новизна технического решения подтверждена патентами Российской Федерации. Разработанная технология апробирована в условиях фирмы «Эспланада Южная» (ст-ца Староминская Краснодарского края) и принята к внедрению.

3.2. Получение пектина

Кроме инулина, из имеющихся в топинамбуре физиологически функциональных ингредиентов, огромный интерес представляет пектин – очищенный полисахарид, обладающий гелеобразующими, стабилизирующими, загустительными, влагоудерживающими свойствами. Содержание его в сырье достаточно высокое – около 8% массы сухого вещества. Наличие молекул, содержащих свободные карбоксильные группы галактуроновой кислоты, способные связывать радионуклиды в нерастворимые комплексы, легко выводимые из организма, обеспечивает антиоксидантные и абсорбирующие свойства пектина. Он облегчает фильтрование и обеспечивает капсулирование [50, 51].

Эффективный технологический процесс выделения пектиновых веществ из топинамбура, разработанный в Кубанском ГТУ, приведен на рис. 7 [52].

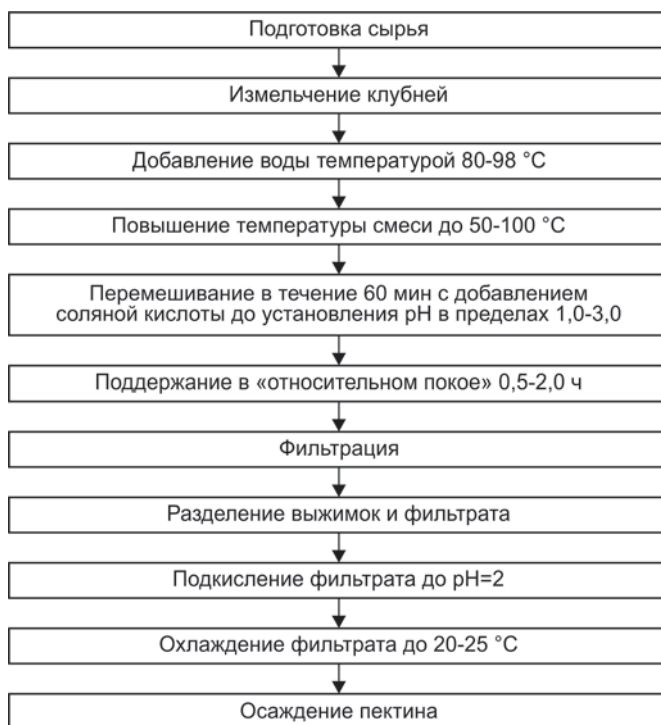


Рис. 7. Технология получения пектина

Однако кислотный гидролиз при повышенной температуре сильно изменяет нативные свойства пектина [53]. Экологически безопасным и максимально сохраняющим натуральность пектина считается бескислотный способ производства с гидролизом сырья штаммами мицелиальных грибов. Выделение пектина данным способом осуществляется в мягких, щадящих режимах, исключающих стадию промывки продукта и необходимость в технологических очистных сооружениях [50].

Другой экологически безопасный способ производства пектина основан на применении гидродинамической кавитации, когда активированная в камерах гидродинамических кавитаторов деминерализованная вода используется в качестве экстрагента, а концентрирование и очистка пектиновых веществ производятся методом ультрафильтрации. Данную конкурентоспособную технологию производства пектина из топинамбура рекомендует к внедрению ассоциация «Топинамбур» (патенты РФ № 2058085, 2066962). К основным её преимуществам относятся отказ от применения сильных кислот на стадии экстракции и гидролиза пектинсодержащего сырья, отсутствие необходимости применения минеральных солей, этилового спирта [54]. Предлагаемое технологическое решение является ноу-хау и экоресурсосберегающим способом получения пектина. Концентрирование и тонкая очистка пектинового экстракта проводятся с помощью методов баромембранного разделения. Процесс осуществляется в мягких щадящих режимах с возможностью неоднократного повторного использования в технологии оборотной воды.

Эффективно решить проблему возрождения и развития российского производства пектина позволит использование ресурсосберегающих и безотходных технологий на предприятиях по производству соков, безалкогольных напитков, различных консервов и увеличение потребности в пектине за счет повышения выпуска функциональной пектинсодержащей продукции [55].

В табл. 9 обобщены подобные технологии производства пектина и пектинсодержащей продукции из пектинсодержащего сырья, в том числе топинамбура, разработанные ведущими отраслевыми вузами и НИИ [56-60].

Анализ данных, представленных ранее и обобщенных в табл. 9, показывает, что все отобранные технологии обладают преимуществами, обуславливающими их конкурентоспособность по сравнению с традиционной технологией. Использование данных технологий позволяет повысить выход пектина до 20%, упростить технологический процесс, обеспечить ресурсосбережение, высокое качество и функциональность конечного продукта.

Технологии производства пектина и пектинсодержащей продукции

Название разработки, разработчик	Краткая характеристика	Положительный эффект
Переработка выжимок в пектинсодержащий порошок, ИМПБ РАН	Наличие пектина в сырье не менее 2% сухой массы	Позволяет перейти к рентабельному производству пектиновых веществ из любого пектинсодержащего сырья
Технологии получения пектина из растительного сырья и продуктов на его основе, ИОФХ им. А.Е. Арбузова, КазНЦ РАН	Мягкие условия переработки, при которых сохраняется структура пектина. Использование молочной сыворотки	Позволяет получать пектинсодержащие пищевые продукты высокого качества с сохранением высокого процентного содержания пектина, обогащенные компонентами сыворотки
Получение пектина из растительного сырья, ФГБНУ ВНИИТеК, Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН	Гидролиз растительных отходов штаммами микелиальных грибов. Концентрирование гидролизатов пектинового раствора на ультрафиолетовой установке	Выход пектина на 10-20% выше, чем при традиционной технологии
Технологии производства функциональных добавок ВитаГель Крем Б, Пектин 4410, Пектин 4420 и 4421, фирма «Могунция»	Модернизация процесса производства	Позволяет получать продукты с эластичной структурой и содержанием сухих веществ 65-85%
Технология производства формового мармелада на пектине с добавлением СФКО-с и СФКО-н, ФГБНУ ВНИИ кондитерской промышленности	Уменьшается длительность застудневания жележных масс	Позволяет улучшить структурно-механические свойства, увеличить прочность мармелада, сократить продолжительность технологического процесса

3.3. Получение порошка, пюре, сиропа

Кроме чистых инулина и пектина, в качестве ингредиентов и отдельных функциональных продуктов из топинамбура широко используются порошок (мука), пюре (пасты) и сироп, для производства которых также разработаны технологии с конкурентными характеристиками.

Конкурентоспособной технологией по энергосбережению и сохранению нативных веществ является производство порошка и муки из клубней топинамбура способом конвективно-вакуум-импульсной сушки (КВИС), разработанное в Сибирском федеральном университете. Содержание основных пищевых веществ по сравнению с конвективной сушкой (КС) повышается для белков на 4,6%; инулина – 24,8; пектина – 13,9; клетчатки – 4,2; витамина С – 25,3; В₁ – 14,6%; В₂ – на 13,8%, а длительность технологического процесса сокращается в 2,5 раза. Использование приема снижения температуры сушки до 50°C обеспечивает повышение сохранности белка на 6%; пектина – на 27,6; клетчатки – 4,5; инулина – на 15,2% по сравнению с температурой сушки 70°C. Высокое содержание инулина, клетчатки, пектиновых веществ в полученных по данной технологии продуктах определило возможность их использования для обогащения традиционных пищевых продуктов и улучшения их функционально-технологических показателей благодаря гидроколлоидным свойствам.

Аппаратурно-технологическая схема производства включает в себя транспортер инспекционный, машину мойки и очистки корнеплодов, транспортер ленточный, стол для доочистки клубней, корнеплодорезку, тележки производственные, установку КВИ-сушки, мельницу, мукопросеиватель, линию дозирования и упаковки в пакеты (со степлером), транспортер наклонный [62-63].

Авторы-исследователи В.Г. Густиневич, В.Я. Черных, О.А. Годунов (патент РФ № 2643717) разработали технологию получения

порошка из топинамбура путем сушки исходного сырья в два этапа. На первом этапе сушку проводят до остаточной влажности 30-35% при температуре до 90°C, на втором – до остаточной влажности 6-8% при температуре, не превышающей 40°C, с одновременной дезинтеграцией обрабатываемых материалов, что обеспечивает лучшее сохранение нативных полезных свойств сырья.

В Белгородском университете потребительской кооперации разработана энергосберегающая технология сушки топинамбура при комбинированных гидродинамических режимах, обеспечивающая высокую эффективность процесса, экономию теплоэнергетических ресурсов и хорошее качество готовой продукции. В качестве теплоносителя предложено использовать перегретый пар атмосферного давления, воздух и паровоздушную смесь; рациональные режимы сушки: температура теплоносителя 363 °К, скорость – 2,1 м/с. По данным анализа, топинамбур «Скороспелка», высушенный по этой технологии содержал больше ценных питательных веществ, чем контрольный образец. Предложены оригинальные конструкции аппаратов для сушки топинамбура. Проведены производственные испытания способа сушки топинамбура на базе ООО «Топинамбур», которые подтвердили высокую эффективность разработанных технологических режимов [61-66].

Исследователями Сибирского федерального университета обоснован пароконвекционный способ обработки клубней топинамбура при переработке их в концентрированную пасту и комбинированные виды пюре и разработан ассортимент продуктов повышенной пищевой ценности. Сравнительный анализ качественных характеристик концентрированных паст показал, что использование пароконвекционного аппарата при всех способах тепловой обработки значительно сокращает продолжительность технологического процесса по сравнению с традиционным оборудованием – на 19,2% (припускание), 21,3% (обработка паром) и 14,8% (запекание). Традиционная схема представлена на рис. 8.

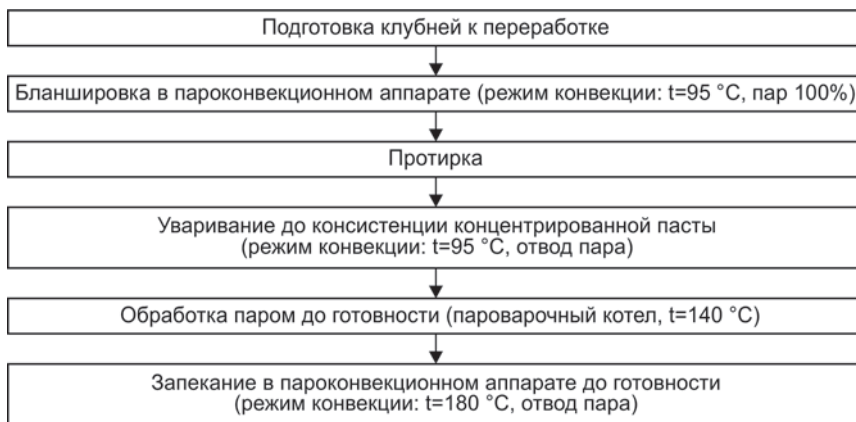


Рис. 8. Технологическая схема производства пюре из топинамбура

Предложенный комбинированный способ исключает операцию бланширования, подготовленные клубни обрабатывают паром в пароконвекционном аппарате до полуготовности (режим конвекции: $t = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$, пар – 100%), запекают до готовности (режим конвекции $t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$, отвод пара), протирают, уваривают (режим конвекции $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, отвод пара) до консистенции концентрированной пасты. Данная технология приводит к уменьшению продолжительности тепловой обработки до 36,2% по сравнению с контролем, при этом выход пасты увеличивается на 7,7-10,0%. Исключение операции бланширования обеспечивает большую сохранность функциональных веществ. По сравнению с традиционным способом количество инулина в пасте повышается на 13,8%; пектина – 12,1%; витаминов С – на 4,25; B_1 – 7,1; B_2 – 2,3; кальция – на 13,3%. Паста имеет более светлый цвет, слабо выраженный запах топинамбура, менее сладкий вкус.

В Воронежской ГТА разработана технология производства пюре из топинамбура со сроком хранения не более 48 ч или не более 3 месяцев в условиях модифицированной газовой среды в охлаждаемых овощехранилищах при температуре 0-20 °C. Очищенный топинамбур сортируется на конвейерах типа А9-КТФ, затем про-

водится мойка на последовательно установленных моечных машинах – двух щеточных и одной водоструйной, иногда сырье предварительно замачивают. Очистка осуществляется с помощью карбурондовой моечно-очистительной машины типа КНА-600М или паротермического агрегата типа 2439К (паротермический способ более эффективен по сравнению с механическим).

После очистки клубни моют в барабанной моечной машине типа А9-КМ-2. Инспекцию и доочистку осуществляют на конвейерах, снабженных ополаскивателем типа А9-КТФ. Измельчение топинамбура – резку или дробление на кусочки размером 3-5 мм проводят на дробилках типа Д1-7,5, оснащенных режущими устройствами ножевого типа, с целью ускорения процессов разваривания, которое осуществляется в атмосфере пара для предотвращения ферментативного окисления полифенольных веществ топинамбура. Разваривание паром эффективно, поскольку для данной операции при размерах кусочков от 3 до 10 мм достаточно 25-30 мин. Массовая доля сухих веществ готового продукта должна быть не ниже 12% (по рефрактометру). Качество сырья и готового продукта контролируется постоянно. Технология способствует значительному сокращению продолжительности процесса получения пюре [61].

Способ производства пюреобразных продуктов на основе топинамбура для диетического питания (патент РФ № 2362324) с использованием овощей и/или некислых сортов плодов с pH 5,6-5,8 включает в себя сортировку, мойку исходного сырья, ополаскивание в течение 6-10 с раствором CO₂, полученным путем барботирования последнего в воду при давлении 0,1 МПа, для дезинфекции поверхности, раздельное диспергирование исходных компонентов до пюреобразного состояния с размером частиц 0,03-0,05 мм, финиширование и смешивание согласно рецептуре. Пюре из топинамбура составляет не менее 50% общей массы. Готовый продукт подогревают до температуры не ниже 85°C, фасуют, герметизируют и стерилизуют. В качестве овощной добавки, по данным разработчиков, наиболее подходят тыква, морковь, баклажаны, в качестве плодовой – груша, бананы, хурма. При смешивании пюре топинамбура

с овощным пюре добавляют соль в количестве до 0,5% общей массы. Технология позволяет сохранить пищевые и вкусовые достоинства исходного сырья, а также исключить потери в виде отходов.

По предлагаемому Краснодарским НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции способу, при изготовлении пюре используется не только мякоть исходных компонентов, но также кожица и семена, что исключает потери, увеличивает пищевую ценность продукта и обогащает его пищевыми волокнами. Исключение жесткой термической обработки позволяет сохранить полезные ингредиенты, витамины, и особенно инулин, входящий в состав топинамбура. Исключение процессов очистки плодов и овощей от кожицы и семян полностью устраняет потери сырья и увеличивает объем выпускаемой продукции на 30-35% [67].

Во ВНИИКХ имени А.Г. Лорха разработан принципиально новый продукт – диетическое пюре, являющееся миксом топинамбура и картофеля. Картофель – это витамины, аминокислоты, белок, крахмал, топинамбур – антиоксиданты, витамины, аминокислоты, белок, инулин. На БЭЗ (ФГУП «Бирюлевский экспериментальный завод»), обеспечивающем питанием экипажи космических кораблей, изготовлены пюре из картофеля и топинамбура, овощная икра из топинамбура, джемы и напитки в разных вариантах упаковки (рис. 9) [68]. В табл. 10 представлены некоторые продукты питания, производство которых освоено ФГУП БЭЗ.

Таблица 10

**Продукты питания из топинамбура, производство которых освоено
ФГУП «Бирюлевский экспериментальный завод»**

Наименование продукта	Вид тары	Масса нетто, г	Размер пробной партии, ед. тары	Масса нетто пробной пар- тии, кг
<i>Пищевые концентраты моментального (быстрого) приготовления на основе топинамбура</i>				
Пюре топинамбура: с зеленью	Пакеты PP	60,0	50	3,0
овощами		60,0	50	3,0
тыквой		60,0	50	3,0

Наименование продукта	Вид тары	Масса нетто, г	Размер пробной партии, ед. тары	Масса нетто пробной партии, кг
грибами		60,0	50	3,0
фруктами		60,0	50	3,0
Итого концентратов в пакетах			250	15,0
Пюре топинамбура: с зеленью	Банка AL. «easy open»	325,0	50	16,3
овощами		325,0	50	16,3
тыквой		325,0	50	16,3
грибами		325,0	50	16,3
Чечевица с овощами в томатном соусе	AL PP	250,0	50	12,5
Каша рисовая без жира	«ламистер»	250,0	50	12,5
Джем вишнёвый	Туба AL	120,0	60	7,2
Итого консервов			360	97,2



Рис. 9. Напитки и пюре из топинамбура

Исследователи В.М. Кантере, А.Ю. Винаров, Т.Г. Мухамеджано-ва, Т.В. Ипатова, В.А. Еремин, Т.Е. Сидоренко разработали способ производства фруктозного сиропа из топинамбура (патент РФ № 2167198), который предусматривает измельчение клубней топинамбура, экстракцию измельченной массы горячей водой и отделе-

ние экстракта, содержащего полисахариды, от проэкстрагированной массы. В экстракт вводят пектофоедин и проводят гидролиз при перемешивании среды (температурой 50-70°C, pH 4,0-7,0) в течение 45-90 мин с получением гидролизата, содержащего не менее 70% моносахаридов от массы сухих веществ фруктозного сиропа и не-прогидролизированные полисахариды. Фермент инактивируют, после чего гидролизат осветляют путем пропускания его через адсорбент (активируемый уголь). Осветленный гидролизат концентрируют до получения фруктозного сиропа. Способ обеспечивает получение продукта повышенной биологической ценности, который можно использовать для питания диабетиков.

Способ получения фруктозо-глюкозного сиропа, разработанный В.И. Сокольниковым и Н.К. Кочевым, позволяет использовать новый источник сырья для получения функционального продукта из топинамбура. Он прост и легок в эксплуатации, не требует больших капиталовложений, может применяться в мелких хозяйствах [69].

Переработка зеленой массы топинамбура на сироп основана на простейших операциях, позволяющих извлечь из дудки топинамбура наибольшее количество сока с последующим его концентрированием, без образования белковой пены, максимально осветленного. Для этого стебли топинамбура (дудки) на специальном станке очищают от листьев. Готовые к переработке стебли дробят до размера мелкой стружки или частиц не более 2-3 мм. Измельченную массу нагревают паром или горячей водой до 70°C и выдерживают (томят) при данной температуре 1-1,5 ч, затем отжимают, выход сока сырца составляет не менее 30% от исходной массы влажностью 75-80%. Для удаления механических частиц и других примесей сок-сырец упаривают, получая концентрированный сироп с содержанием сухих веществ около 60%. Химический анализ показал, что содержание редуцирующих сахаров составляет 37%, сухих веществ – 58%.

Кроме представленных выше функциональных продуктов питания из топинамбура, в табл. 11 и на рис. 10 представлен ряд промышленно выпускаемых подобных продуктов.

Функциональные продукты питания из топинамбура [70-92]

Организация-производитель	Название продукта	Краткая характеристика
ООО «Топи Лайф», Белгородская обл., Губкинский АО, с. Богословка	Сироп топинамбура (250 мл, 1 л, канистры по 5 л)	Вся продукция состоит из растительного сырья, без добавления консервантов, ароматизаторов, красителей и улучшителей вкуса
ООО «Рязанские просторы», Рязанская область, р.п. Сапожок	Клетчатка топинамбура	Содержит, %: пищевые волокна – 75, из них: нерастворимые пищевые волокна – 67, растворимые – 8; белки – 10; жиры – 0,7. Состоит только из натуральных природных веществ
	Личный диетолог	Клетчатка топинамбура содержит, %: пищевые волокна – 75, из них: нерастворимые – 67, растворимые – 8; белки – 15; жиры – 0,7. Энергетическая ценность: 35 кКал. Обеспечивает снижение аппетита и уменьшение усвоения жиров
	Топинамбур пищевой с инулином	Порошок клубней топинамбура содержит полисахарид инулин (до 70%), пектин (до 10%), белки (до 7%), жиры (до 0,7%), клетчатку (до 7%), органические кислоты, витамины (B1, B2, B6, PP), каротиноиды, аминокислоты, минеральный комплекс (кремний, калий, магний, железо, хром, фосфор, марганец, цинк, медь)
	Чистый организм	Пектин-инулиновый комплекс. Содержит пектин – 1 г, инулин – 4 г, минеральный комплекс (кремний, калий, магний, железо, хром, фосфор, марганец, цинк, медь). Энергетическая ценность – 110 кКал

	Сироп из топинамбура	Без добавления искусственных сахарозаменителей, консервантов, ароматизаторов, красителей и улучшителей вкуса. Обладает пребиотическим эффектом, низким гликемическим индексом, богат инулином, микро- и макроэлементами. Пищевая ценность 100 г продукта, г: белки – 1,2, жиры – 0, углеводы – 69,5. Энергетическая ценность 100 г – 267 кКал
Компания «Магия природы», Республика Адыгея, г. Майкоп	Порошок из топинамбура	Лечебный и оздоровительный эффект связан с наличием в составе растительного продукта большого количества витаминов, различных микроорганизмов и природной фруктозы в виде инулина. Полезен больным диабетом, улучшает обмен веществ, повышает иммунитет. Пищевая ценность, г: белки – 0,6, жиры – 7, углеводы – 7
	Цукаты из топинамбура	Продукт не содержит добавок, сохраняет уникальные свойства свежих клубней. В составе: витамины, микроэлементы, инулин. Представляет собой сушеные клубни топинамбура с добавлением фруктозы и лимонной кислоты. Пищевая ценность, г: белки – 8, жиры – 0, углеводы – 54,3
	Сироп из топинамбура	Отличается низким гликемическим индексом, может использоваться в качестве заменителя сахара. Содержит инулин, витамины, соединения магния и кальция. Полезен для сердечно-сосудистой системы, способствует нормализации обмена веществ, выводу из организма вредных веществ, укреплению иммунитета
	Клубни топинамбура, топинамбур ферментированный, настойка топинамбура	Сухая смесь клубней топинамбура – натуральный продукт, не содержит дополнительных веществ. В составе: инулин, фруктоза, микроэлементы, витамины группы В, витамин С, растительные белки, каротин, антиоксиданты. Ферментированный топинамбур используют как вспомогательное средство для улучшения функционирования различных органов и систем
ООО «Русские корни» г. Москва		

Организация-производитель	Название продукта	Краткая характеристика
ООО «Терра» Московская область, г. Хотьково	Сироп из топинамбура, драже из топинамбура на фруктозе	Получается в процессе нескольких циклов производства цукатов, когда путем водной экстракции уровень углеводов в продукте достигает 45-50 %. (50%-ный сироп, разлитый в потребительскую тару, также проходит процесс стерилизации). Доведение сиропа до 70% происходит в вакуумно-выпарных аппаратах после розлива в потребительскую тару. Может использоваться как функциональный заменитель сахара. Драже представляет собой полезную сладость
ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва	Ассортимент пюре из топинамбура	Разработанное диетическое пюре со вкусом натурального картофеля содержит 30% ценнейшего продукта – топинамбура, обеспечивающего функциональные свойства
ИП Драковцова Н.П. (ООО «Эспланада Южная»), Краснодарский край	Порошок, инулин, пектин, сироп	Продукция из клубней топинамбура используется производителями диетических продуктов, БАДов, а также на хлебобулочных комбинатах Краснодарского края
ООО «Скорпион», Самарская область	Инулинсодержащий порошок	Применяется в качестве пребиотика и для диетического питания
ООО «ИстАгроДон», Липецкая область, г. Данков	Инулин и фруктозоолигосахариды	Применяется в качестве пребиотика и для диетического питания

Корпорация «Di&Di», Санкт-Петербург	Продукты для здорового и диетического питания	Функциональное питание; диабетические продукты. Разработаны при участии врачей – диетологов и эндокринологов, ведущих специалистов пищевой отрасли и экспертов в области биотехнологий на основе натуральных растительных компонентов: стевии, амаранта и топинамбура
Компания «Здоровый хлеб», Санкт-Петербург	Функциональные хлебобулочные изделия по собственным запатентованным рецептурам	Низкоуглеводные, бездрожжевые. В 150 г продукта содержится 100% суточной нормы белка (как в яйце). Ежедневный прием 15 г пищевых волокон в составе продукции на 30% снижает уровень холестерина в крови, поддерживает в норме уровень сахара, снижает риск развития эстрогензависимых опухолей и колоректального рака, поглощая и выводя токсины, канцерогены и соли тяжелых металлов, создает чувство сытости и помогает регулировать массу тела, повышает популяцию полезных бактерий в кишечнике, которые способствуют улучшению иммунитета, оказывают противовоспалительное действие
Корпорация «Сибирское здоровье», г. Омск	Витаминовый комплекс «Гопивит»	Профилактика сахарного диабета, укрепление иммунитета, улучшение минерального обмена в костной ткани
ООО «ЗиП Продукт», Санкт-Петербург	Отруби пшеничные с топинамбуром	При постоянном употреблении нормализуется работа кишечника, снижается масса тела, организм очищается от шлаков; профилактика атеросклероза. Топинамбур содержит инулин, уменьшающий количество сахара в крови, а также другие ценные вещества, позволяющие снизить аппетит при ожирении и уровень холестерина в крови, улучшить обменную функцию печени. Состав: отруби пшеничные, топинамбур сушеный



Рис. 10. Продукция из топинамбура

3.4. Получение функциональных продуктов с ингредиентами из топинамбура

К основным принципам создания функциональных продуктов из топинамбура относятся обогащение традиционных продуктов питания функциональными ингредиентами из него, а также более глубокая переработка сырья. Разработки ведущих отраслевых НИИ и вузов, включающие в себя конкурентоспособные технологии производства таких продуктов, обобщены в табл. 12.

Основными причинами, препятствующими широкому использованию свежих клубней топинамбура в питании населения, являются большие потери сырья в процессе хранения (до 50%), поэтому на продовольственном рынке топинамбур чаще представлен в переработанном виде [96]. К наиболее важным направлениям переработки топинамбура относится производство инулина, пектина, сиропа, порошка, пюре. Анализ информационных источников показал наличие значительного количества разработанных конкурентоспособных технологий производства функциональных продуктов из топинамбура. Их внедрение в производство позволит увеличить объемы выпускаемой функциональной конкурентоспособной отечественной продукции. Необходимые для реализации этих технологий техническое переоснащение, внедрение высокотехнологичного оборудования будут способствовать сохранению исходных свойств топинамбура, применению его в производстве продуктов повышенной пищевой ценности, отвечающих принципам здорового питания.

Технологии производства функциональных продуктов из топинамбура [70-92]

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»	Напиток из пахты с топинамбуром	В качестве закваски предлагается бакконцентрат состоящий из комбинации культур <i>B. bifidum</i> 791 и <i>L. acidophilus</i> в соотношении 5:1. Полученные готовые смеси пастеризуются, охлаждаются до температуры заквашивания и обогащаются концентратом бифидобактерий. Термостатирование при температуре 37 °С в течение 24 ч. Оптимальная дозировка растительных ингредиентов для напитка – 20-30%. Наиболее перспективное сочетание, %: топинамбур – 70, яблоко – 20, тыква – 10
	Технология производства фруктового напитка для йогурта функционального назначения	Обеспечивает восстановление при метаболических изменениях в миокарде, снижении тонуса и повреждении сосудов, повышение гемоглобина, снижает свертываемость (тромбообразование), уровень глюкозы и холестерина в крови. Разработанной технологией определена концентрация сиропа топинамбура в готовых кисломолочных продуктах в соответствии с суточной потребностью человека в иноулине
ФГБОУ ВО Волгоградский ГТУ	Реструктурированная ветчина из нетрадиционного сырья с введением растительного компонента	Введение филе куриной грудки и пюре из сырого топинамбура в рецептуру ветчины повышает биологическую ценность, функционально-технологические свойства мясного фарша. Дополнительное внесение комплексной пищевой добавки, содержащей водосвязывающие агенты, позволяет увеличить выход продукта – до 160%, придать характерный «ветчинный вкус» и снизить себестоимость ветчинного изделия. Содержит, %: белка – около 21, жира – около 5, пищевых волокон – 6,5, влаги – 62,5. Органолептические показатели соответствуют нормативным

ФГБОУ ВО «Кубанский ГТУ»	Концентраты пищевых волокон (КПВ)	Посредством глубокой переработки получают КПВ, которые способствуют выводу тяжелых металлов из организма человека, обладают комплексом технологических и физиологически активных свойств, обеспечивающих эффективность их использования при производстве молочных продуктов функционального назначения. Технология обеспечивает уменьшение экологической нагрузки на организм человека от деятельности промышленных предприятий, получение дополнительной прибыли и расширение ассортимента функциональных продуктов питания
	Технологии производства новых видов молочных продуктов функционального назначения с пребиотическими ингредиентами в комплексе с природным β-каротином	Разработаны функциональные продукты «Порошок инулина пищевой», «Сироп фруктозо-глюкозный (ФГС)», «Мороженое молочное закаленное обогащенное», «Напитки молочные обогащенные». Проведена промышленная апробация разработанных технологических решений в условиях ООО «Перкон». Ожидаемый экономический эффект от их внедрения: для порошка инулина – 80 тыс. руб. на 1 т готовой продукции, для ФГС – 34,2 тыс., малокалорийного мороженого – 25,5 тыс., молочного напитка – 23,8 тыс., кисломолочного напитка – 21,3 тыс. руб.
	Технологии производства функциональных рыбостительных снеков с использованием биопотенциала вторичного рыбного сырья и топинамбура	Технология апробирована в производственных условиях рыбоконсервного комплекса ООО «РосКон» (г. Пионерский) и ООО «Балт-РыбТех» (г. Гвардейск). В производстве в качестве сырья используются хребты крупных рыб (лососевых) с натуральной мышечной тканью, свежий топинамбур; хребты океанических рыб (сардинелла, сельдь, сардина) и другие ткани, порошок топинамбура. Сущность разработки заключается в обогащении рыбных масс топинамбуром, профилактической солью, пищевыми компонентами, формировании композиции, ее сушке и нарезке на полоски заданной формы.

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
ФГБОУ ВО «Кубанский ГТУ»		Оценка биологической эффективности употребления снеков в клинических условиях показала рациональность их применения в качестве дополнительного продукта питания при лечении больных костно-суставным туберкулезом и туберкулезом мочевого пузыря
	Технология производства шоколада для получения функционального продукта без сахара	Совершенствование технологии производства шоколада с заменой сахара на смесь (изомальт и инулин) позволило получить молочный шоколад с функциональными свойствами, сниженным гликемическим индексом и энергетической ценностью
	Технология производства сухих полуфабрикатов из клубней топинамбура для использования в составе диетических продуктов питания	Позволяет снизить энергетические затраты на сушку и последующее измельчение сырья, получить готовый продукт высокого качества. Применение в технологической схеме универсальной плодоягодной машины, позволяет исключить операцию «очистка сырья», что приводит к снижению трудоемкости процесса и экономному расходованию сырья. Доказана перспективность использования паконов при получении сухих полуфабрикатов из клубней топинамбура. Установлены сроки безопасного хранения сухих полуфабрикатов в зависимости от формы нарезки клубней топинамбура перед сушкой. Разработаны рецептуры диетических продуктов питания с добавлением муки, полученной из клубней топинамбура. Установлены оптимальные дозировки муки при производстве диетических каш: овсяной – 20%, гречневой – 15%. Разработанные каши с топинамуrom обладают низким гликемическим индексом.

		Энергетическая ценность каши гречневой с добавлением муки из клубней топинамбура составляет 240 кКал (на 30% ниже по сравнению с контрольными образцами), каши овсяной – 270 кКал (на 35% ниже). Срок безопасного хранения разработанных диетических продуктов питания при температуре 18°C и относительной влажности воздуха 75% составляет 15 месяцев, что на 3 месяца превышает срок хранения контроля. Разработанные рецептуры апробированы в условиях промышленного производства на предприятии «НИВА» АО «Фирма «Агрокомплекс»
	Технологии производства продуктов питания функционального назначения на основе топинамбура	Разработаны технологии, рецептуры, нормативная документация для производства новых плодовоовощных консервов из топинамбура с добавлением айвы, черноплодной рябины, яблок. Предложено использование в рецептурных композициях комбинации топинамбура и плодовоовощных компонентов, имеющих низкое значение pH, благодаря чему значительно активизируется процесс гидролиза инулина с образованием фруктозы, а следовательно, улучшаются функциональные свойства готового продукта
ФГБОУ ВО «Белгородский ГНИУ»; АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права»	Продукты с функциональными ингредиентами	Рекомендуемая доля добавки в мясные изделия топинамбура – 7%, грибов Вешенка – меньше. Полученные котлеты «Здоровье» и «С грибами» отвечают требованиям функциональному геронтологического продукта питания. Благодаря пониженному содержанию жира, высокой антиоксидантной способности и пищевой ценности могут быть рекомендованы для питания людей с избыточной массой тела, диабетом и другими функциональными заболеваниями

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ»	Технология производства зефира, обогащённого биологически активными веществами	Употребление 100 г яблочно-айвового зефира «Айвуша» с топинамбуром удовлетворяет суточную норму человека в витамине С – на 25,14%, пектиновых веществах – на 46%, что позволяет считать продукт функциональным
ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»	Кефир повышенной пищевой ценности	Технология обеспечивает увеличение биологической ценности и продолжительности хранения продукта, расширение ассортимента кисломолочных продуктов функционального назначения. Включает в себя: подготовку молока, пастеризацию, охлаждение; внесение 3% закваски от массы заквашиваемой смеси; сквашивание в ёмкости при температуре 18-25°C в течение 8-12 ч до кислотности 85-100°Т; охлаждение до 14±2°C в течение 4-6 ч; оставление стужка в покое для созревания на 9-13 ч; внесение сиропа из топинамбура – 12% от объема кефира при температуре 14±2°C; тщательное перемешивание кефира с наполнителем и оставление на 1-3 ч для дополнительного созревания
	Технология производства функционального продукта из творога с добавлением пюре из топинамбура и яблок	Продукт обладает лечебно-профилактическими свойствами. Благодаря особенностям технологического процесса проходит «щадящая» тепловая обработка с максимальным сохранением пищевой ценности и органолептических показателей овощей, плодов. Тепловая обработка в пароконвектомате для топинамбура составляет 5-7 мин, для плодов яблок – 4-6 мин. На следующем этапе оводное и плодовое сырьё после бланширования в пароконвектомате

		протирается на протирочной машине. Полученные пореобразные массы соединяются и перемешиваются в соотношении 1:1. Чтобы предотвратить обсеменение готового продукта микрофлорой, попавшей в пюре во время протирки, оно пастеризуется при температуре 65-70 °С в течение 20 мин, охлаждается и вносится в продукт
	Способ производства хлебобулочных изделий. Патент № 0002494625	Включает в себя добавление в тесто сушеных хлопьев топинамбура, брожение теста, его разделку и выпечку в соответствии с рецептурой. Получают хлеб ржаной, хлебржано-пшеничный, хлеб пшеничноржаной, хлеб пшеничный, булочки, сайки, бублики, крендели. Обеспечивает придание продукту функциональных характеристик и повышение качества изделий по объему, пористости и консистенции
ГОУ СПО СК «Ставропольский базовый медицинский колледж»	Технология производства печенья с топинамбуром	Технология базируется на комплексной переработке клубней с получением пищевых продуктов (пюре, соков, напитков и др.) и ингредиентов на основе отходов переработки. Разработана рецептура нового песочного печенья, в состав которого входят пшеничная мука высшего сорта, порошок топинамбура, масло сливочное, сахарная пудра ванильная, яичный желток
ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатов» РАН	Продукты функционального назначения на основе топинамбура	Разработаны для нового вида функциональных консервов – «Десерт из топинамбура», состоящего из смеси овощей и фруктов и обладающего хорошими органолептическими характеристиками. Лучшая композиция консервов «Десерт из топинамбура» содержит, %: пюре из топинамбура – 40, пюре из моркови – 30, пюре из яблок – 30

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского» (Донецк, ДНР) совместно со специалистами НИИ питания РАМН	Технологии производства функциональных продуктов из мяса птицы с растительными компонентами	Разработаны технологии производства продуктов профилактики детского и лечебного питания детей с анемией, гипотрофией, различными формами мальабсорбции («Колобок», «Тотоша»), йоддефицитными состояниями («Ламина», «Садко»), для профилактики и лечения заболеваний костно-мышечной и эндокринной систем, остеопороза («Левушка», «Диабел»), профилактики сахарного диабета («Светик», «Огонек»), для питания женщин в период беременности (консервы из мяса птицы на кости, фаршковые и паштеты, полуфабрикаты и готовые кулинарные блюда). Разработан ассортимент адаптированных к пищевому статусу и особенностям отечественного питания функциональных продуктов из мяса птицы для питания детей дошкольного и школьного возраста, а также людей с повышенной потребностью в микроэлементх («Мясо птицы тушеное», «Мясоовощное рагу», «Печень в молочном соусе» и др.), а также полуфабрикаты из мяса птицы («Окорочок цыпленка с грибами и сыром», «Окорочок цыпленка с сердцем и рисовой крупой» и др.). Использование биологически активных компонентов улучшает сбалансированность витаминного и минерального состава, а добавление куриного жира позволяет обеспечить поступление в организм эссенциальных жирных кислот

Центр биоинновационных технологий «Магистр» (г. Челябинск)	Сухой биопроduct «Наринар»	Применяется в производстве биологических изделий (ОАО «Ромкор», г. Еманжелинск) и кондитерского десерта «Мерендинка» (ОАО «Челябинская кондитерская фабрика «Южуралкондитер»). Содержание полисахарида в сухом биопроducte «Наринар» в 2 раза выше, чем в кефире, количество молочнокислых бактерий в 1 г (см³) продукта не менее 10⁷. Установлена высокая эффективность сухого биопроducta «Наринар»: ежедневный прием 1 г продукта с любым жидким напитком позволяет в короткий срок восстановить микрофлору кишечника у больных дисбактериозами различного происхождения, в том числе на фоне приема антибиотиков
ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет»	Изделия повышенной пищевой ценности. Патенты РФ: № 2479208; № 2480008	При использовании поро из топинамбура в любых комбинациях интенсифицируется процесс брожения опары и теста (количество дрожжевых клеток увеличивается на 25,4-40,7%, подъемная сила теста – в 1,32-2,25 раза, удельный объем – на 18,1-85,2%, эффективная вязкость теста на 24,3-36,6% по отношению к контрольному образцу), что позволяет уменьшить содержание дрожжей в рецептурном составе теста (предложенные варианты – на 30 и 50%). Подтвержденное эффективное соотношение поро и дрожжей в рецептуре слоеных изделий: 20% поро «Тыква-топинамбур» со снижением количества дрожжей на 30%. Лучшие результаты наблюдались при добавлении 15-20% муки, при этом количество дрожжевых клеток увеличивается в 1,30-1,33 раза, удельный объем теста – в 1,4-1,6 раза, эффективная вязкость – в 1,40-1,54 раза по сравнению с контролем. У готовых изделий удельный объем превышал контроль на 6,7%, пористость – на 2,4%

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
Авторы: Кутина О.И., Могиль- ный М.П., Шлёнская Т.В., Мираков И.Р., Славян- ский А.А., Шарова Т.Н.	Функциональный продукт из рыбы с растительными компонентами. Патент РФ № 2634117(13)	Продукт включает в себя фарш не менее трех видов рыб, один из которых – пресноводный, крупу овсяную, рисовую, или ячневую, сушеные грибы шиитаке <i>Lentinula edodes</i>, ламинарию сушеную, топинамбур сушеный, растительное масло, специи, воду. Предлагаемый продукт с использованием клубней топинамбура содержит до 3% белка, минеральные соли, растворимый полисахаридинулин (от 16-18%), фруктозу, микроэлементы, 2-4% азотистые вещества, витамин В1 (аневрин), витамин С, каротин. Предназначен для профилактического и лечебного питания людей с целью нормализации иммунного статуса, обмена веществ, профилактики онкологических заболеваний, после химиотерапии. Рекомендован для приготовления замороженных полуфабрикатов – котлет, эрза, биточков, тефтелей и др.
Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Авторы: Шазо Р.И., Лисовой В.В., Меташоп Д.А., Шумская Э.И.	Функциональный продукт рыбный. Патент РФ № 2503302	В технологический процесс входят куттерование с одновременным введением жидкого жира и суспензии, состоящей из рыбного бульона или воды, порошка, полученного из клубней топинамбура, и порошка из отходов переработки рыбы. Полученный фарш формируют в виде котлет и панирюг. Все компоненты используют в рекомендованных соотношениях: фарш рыбный – 56-60, хлеб пшеничный – 5-10, лук репчатый пассерованный – 4,5-5,5, жидкий жир (масло растительное) – 1,5-2,0, соль поваренная – 1,5-2,0, перец горький молотый – 0,04-0,05, бульон рыбный или вода – 18-20, порошок из клубней топинамбура – 8-10, порошок из отходов переработки рыбы – 20-25

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), г. Кемерово; Уральский ГЭУ, г. Екатеринбург; Южно-Уральский ГУ, г. Челябинск	Технология производства быстрорастворимых гранулированных напитков на примере ФБК с использованием метода окатывания в тарельчатом грануляторе	Гранулирование ФБК методом окатывания позволяет получать продукцию с высокими потребительскими свойствами, в том числе пищевой ценностью и гранулированным содержанием микронутриентов, отвечающих требованиям качества и безопасности. Технология отличается наличием функционального ингредиента в определенных физиологических концентрациях. Потребление рекомендованного объема продукта (200 см³ восстановленного киселя) гарантирует поступление в организм необходимого количества эссенциальных микронутриентов. Разработана и утверждена техническая документация. Технология внедрена на предприятиях НПО «Здоровое питание» (г. Кемерово) с организацией массового производства
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА	Напиток из топинамбура, порошок для теста, фиточай	Корнеплод нарезают тонкими ломтиками, сушат, обжаривают при 140°C и перемалывают в зерномолочных машинах. Для порошка и чая используют все части растения
ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени Императора Петра I»	Технология производства замороженного продукта для функционального питания	Подтвержденная эффективная дозировка порошка топинамбура в творожном продукте составляет 4%, также вносятся ягоды (смородина, клюква, рябина, облепиха, черника) в дозировке 10, 15 и 20%. Для придания сладости применяется фруктоза в количестве 3% от общей массы, что придает продукту диетические свойства и позволяет рекомендовать его людям с сахарным диабетом. Поли- и олигосахариды, присутствующие в порошке топинамбура, являются пребиотиками, стимулируют рост нормальной микрофлоры кишечника, обеспечивают функциональность продукта

Разработчики	Название функционального продукта или технологии	Характеристика
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»	Технология желеино-ного мармелада на основе пасты из топинамбура и натурального меда. Патенты РФ: № 2467070, № 2486764, № 2485805	Предложена экспериментальная установка для получения концентрированной пасты из топинамбура с максимальным сохранением исходных свойств сырья. Разработаны рецептуры и технологии производства желеино-ного мармелада повышенной пищевой и пищевой-ной энергетической ценности, малых сахароемкости и себестоимости, с увеличенным сроком хранения. Предложен инновационный способ формирования мармеладной массы с помощью вакуумного шприца в барьерную полимерную оболочку, который позволяет сократить технологический процесс за счет исключения таких технологических операций, как выстойка, обсыпка сахаром, сушка, упаковка, а также увеличить срок хранения с 3 до 6 месяцев. Технология прошла промышленную апробацию на ОАО «Сагуловский мясокомбинат»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет Петра Великого», Высшая школа биотехнологий и пищевых технологий	Технологии формованных изделий функционального назначения	Изделия содержат все необходимые соединения для питания людей, страдающих сахарным диабетом, а именно пищевые волокна, хром, инулин и ненасыщенные жирные кислоты (омега-3, омега-6), 10% топинамбура к массе основного сырья

ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Технология производства диетического хлеба с инулинсодержащим сырьем	Установлено положительное влияние муки батата и топинамбура на качество хлеба, которое заключается в повышении пористости и эластичности мякиша, способствует незначительному изменению гидрофильных свойств мякиша и продлению срока свежести хлеба. Подтверждено применение муки батата и топинамбура в производстве хлебобулочных изделий с целью повышения качества, пищевой ценности и придания им функциональных свойств
ВНИИТЭК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбачева» РАН	Технология изготовления напитков на основе топинамбура	Может применяться на действующих технологических линиях по производству соков, нектаров и напитков. Продукты отличаются высоким содержанием функциональных нутриентов, инулина, пищевых волокон, пектина, минеральных элементов
ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ»; ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»	Технология производства кисломолочного продукта с функциональной растительной добавкой	Кисломолочный напиток обогащается смузи, состоящим из пророщенной пшеницы и топинамбура и придающим функциональные свойства. Установлена оптимальная доза (2%) внесения смузи. Организация производства нового йогурта возможна на любом действующем молочном заводе, оснащённом необходимым оборудованием для производства кисломолочных продуктов

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ТОПИНАМБУРА

К сортам топинамбура должны предъявляться требования в зависимости от цели их использования. Для производства инулина необходимо обеспечение максимального выхода данного вещества в процентном соотношении с общим количеством сахаров. Для получения высококачественного фруктозного сиропа из топинамбура пригодны только сорта, соответствующие особым требованиям по биохимическому содержанию фруктозы и олигосахаридов [2, 97, 98, 99]. Определенные требования предъявляются и к сортам топинамбура, предназначенным для производства спирта и биотоплива, одно из них – раннеспелость [100, 101].

4.1. Требования к сортам топинамбура для потребления клубней в свежем виде и кулинарной обработки

Морфологические признаки: форма клубней округлая или грушевидная, поверхность гладкая, размер 40-60 мм; глубина глазков не более 3 мм (с поверхностным залеганием), число глазков на клубне не более 6 шт.; высокая плотность покровной ткани эпидермиса клубня (кожуры); клубни должны иметь минимальное количество отростков, быть удобными для мойки и резки, деткование клубней и почек на них должно отсутствовать.

Технологические признаки: длительный период покоя клубней, высокая лежкость, устойчивость к бактериальным болезням при хранении, вегетационный период (срок созревания) сорта – среднеранний или среднеспелый, урожайность клубней не менее 25 т/га.

Технологические качества мякоти: степень сладости высокая и средняя; структура мякоти средняя; сочность высокая; вкусовые качества сырой мякоти высокие, плотность низкая.

Биохимические качества клубней: содержание сырого белка не менее 2%, сухого вещества – не менее 25, дисахаров – не более 8, инулина – не менее 14, фруктозоолигосахаридов (ФОС) – не менее 16%; степень полимеризации осенью более 30%; содержание глюкозы не более 2%, клетчатки – не менее 3, золы – 1,5, пектинов – не менее 4% (в сырой массе); содержание каротина в клубнях не менее 20 мг на 100 г сырой мякоти.

4.2. Требования к сортам топинамбура для производства инулина, ФОСов, фруктозного сиропа

Морфологические признаки: форма клубней округлая или грушевидная, поверхность гладкая, размер 40-60 мм; глубина глазков не более 3 мм (с поверхностным залеганием), число глазков на клубне не более 6 шт.; высокая плотность покровной ткани эпидермиса клубня (кожуры); клубни должны иметь минимальное количество отростков, быть удобными для мойки и резки, должно отсутствовать деткование клубней и почек.

Технологические признаки: длительный период покоя клубней, высокая лежкость, устойчивость к бактериальным болезням при хранении; вегетационный период (срок созревания) сорта – среднеранний или среднеспелый, урожайность клубней не менее 25 т/га.

Биохимические качества клубней: содержание сухого вещества не менее 25%, дисахаров – не более 8, инулина – не менее 14, фруктозоолигосахаридов – не менее 16; степень полимеризации осенью – более 30%, содержание глюкозы не более 2%.

4.3. Требования к сортам топинамбура для производства этанола, биогаза, фруктозного сиропа

Морфологические признаки клубней: высокая плотность покровной ткани эпидермиса клубня (кожуры).

Технологические признаки: длительный период покоя клубней, высокая лежкость, устойчивость к бактериальным болезням при

хранении, вегетационный период (срок созревания) сорта – среднеранний или среднеспелый, урожайность клубней не менее 25 т/га.

Биохимические качества клубней: содержание сухого вещества не более 25%, дисахаров – не более 8, инулина – не менее 14, фруктозоолигосахаридов – не менее 14%; степень полимеризации не менее 30%.

Общие обязательные требования для сортов топинамбура всех групп спелости и направлений использования: устойчивость к грибным и бактериальным болезням, форма клубня округлая и грушевидная, размер – не меньше среднего (50 г), отсутствие деткования и верхушечных почек, поверхность клубня гладкая, компактность гнезда не ниже категории «полураскидистая», вегетационный период не более 220 дней.

4.4. Наиболее популярные сорта топинамбура и рекомендации по перспективным для переработки сортам

На Майкопской опытной станции ВИР собрана и поддерживается самая полная в мире коллекция топинамбура (свыше 200 сортов). Её изучение (1965-1985 гг.) позволило выделить 15 сортотипов, в основу которых положены сорта, являющиеся наиболее типичными представителями групп сходных сортов. Коллекция включает в себя отечественные и зарубежные селекционные сорта, местные и дикие формы из 12 стран мира (Австралия, Болгария, Венгрия, Германия, Ирак, Китай, Польша, б. СССР, США, Франция, Чехословакия, Япония).

В последнее время получили положительную оценку в сельскохозяйственном производстве сорта Интерес и Новость ВИРа, выведенные на Майкопской опытной станции ВИР.

В результате межвидовой гибридизации топинамбура и подсолнечника получен новый гибрид, названный *топинсолнечником*. По назначению и использованию он во многом схож с топинамбуром и имеет некоторые преимущества. Клубни топинсолнечника выравнены по величине и компактно расположены в гнезде. Зеленая масса и клубни гибрида отличаются более высоким содержанием углеводов, в том чис-

ле инулина, а также витаминов, белка и других питательных веществ. Некоторые гибриды обладают большими холодостойкостью и морозостойкостью и более урожайны по сравнению с топинамбуром.

Скороспелка (рис. 11) – скороспелый, крупноплодный сорт топинамбура (опытная станция полеводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева). Растения низкорослые 120-150 см. Стебли сильно разветвлённые, зелёные с антоциановым напылением. Листья темно-зелёные, шероховатые, сердцевидные, края крупно зазубрены. Клубни белые, гладкокожие. Клубневое гнездо и корни компактные. Период вегетации до 120 дней. Растения слабо реагируют на продолжительность светового дня и хорошо переносят недостаток освещённости. Средний урожай зелёной массы 26,8 т/га, клубней – 25 т/га. Клубни хорошо зимуют в почве, на будущий год дают новые кусты. Сорт клубневого направления, перспективен для кормления сельскохозяйственных животных и промышленной механизированной переработки, наиболее адаптирован к средней полосе Европейской части России. Рекомендован для выращивания в центральных областях России.



Рис. 11. Сорт Скороспелка

Интерес (рис. 12) – позднеспелый сорт. Кусты высокорослые – 200-250 см. Отличается интенсивностью роста. Стебель прямой, мощный, грязно-зеленого цвета со щетиной, ветвление среднее. Листья больших размеров, имеют насыщенно-зеленую окраску, слегка шершавые. Клубни белые, правильной формы, кожура гладкая, глазки средние, глубокие. Сорт требователен к влаге, но может переносить временную засуху. Отличается жаростойкостью и одновременно холодостойкостью. Среднеурожайный, с одного куста можно собрать около 4 кг клубней. Урожайность зелёной массы – 50-75 т/га, клубней – 35-45 т/га. Преимущество – устойчивость к жаркой, засушливой погоде и низким температурам.

Пасько – высокорослый, интенсивно растущий сорт. Стебель – прямостоячий, зеленого цвета, ветвление слабое. Листья крупные, широкие с заостренным кончиком (яйцевидные), основание сердцевидное. Корзинка небольшая, закругленная. Клубни овальные, белые. Масса одного клубня достигает 80 г. Среднеурожайный. Период вегетации около 6 месяцев. Преимущество – нетребовательность к уходу и условиям выращивания, сажать можно повсеместно [102, 103].



Рис. 12. Сорт Интерес

Солнечный. Куст развивается высоким, кустистость умеренная, ветвление сильное. Стебель прямостоячий. Листья зеленые, шершавые, среднего размера, удлинённые с заостренным кончиком (яйцевидные). Корзинка большая, закругленная. Клубни небольшие, овальные, удлинённые, белого цвета. Масса одного клубня достигает 60 г, урожайность средняя. Вегетативный период длится 5-6 месяцев. Сорт неприхотливый, выращивание повсеместное [102,103].

Омский белый – среднеспелый, все клубни созревают одновременно. Кустистость средняя. Стебель прямостоячий, зеленого цвета с легким фиолетовым оттенком, щетинистый, средней толщины, в высоту достигает 2 м, ветвление среднее. Листья небольшие, зеленые, яйцевидные. Корзинка небольшая, цветки желтые, плотные. Клубни средних размеров в форме шара, масса одного в среднем составляет 55 г. Период вегетации около четырех месяцев. Сорт высокоурожайный, неприхотливый, можно выращивать повсеместно [102, 103].

Волжский 2 – относится к высокорослым (рис. 13). Стебель прямостоячий грязно-зеленого цвета, слегка округлен и опушен.



Рис. 13. Волжский -2

Листья зеленые, сердцевидные, слегка опушенные. Соцветие плоское и закругленное, опушенное. Цветы имеют ярко-желтую окраску, похожи на подсолнухи. Плоды грушевидные, белого цвета с сиреневым оттенком, столоны короткие. Подземная часть небольшая, компактная. Период вегетации более трех месяцев. Среднеурожайный. Преимущество – устойчивость к низким температурам и засушливому климату. Допустима механизированная уборка [102, 103].

Выльгорский (выведен Институтом биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН) – среднеранний, растения среднерослые – 150-180 см. Кусты раскидистые. Стебли опушённые, сочные, толстые с антоциановым оттенком в междоузлиях и основаниях черешков. Листья крупные, удлинённо-заострённые, слабо опушены жёсткими ворсинками вдоль жилок. Клубни жёлтые, удлинённой формы, хорошо сохраняются в почве в морозные зимы. Растения устойчивы к весенним заморозкам. Период вегетации около 125 дней. Урожайность зелёной массы 10,7 т/га, клубней – 34,6 т/га. Сорт районирован по Волго-Вятскому, Северо-Западному и Северному регионам Российской Федерации.

Диетический. Среднеспелый. Растения среднерослые – 150-180 см. Кожа клубней белая, округлые, имеют гладкую поверхность, иногда с наростами. В почве клубни располагаются компактно. Склонны к образованию конгломератов. Зимостойкость удовлетворительная. Урожайность зеленой массы 13-30 т/га, клубней – 30-40 т/га. Отличные вкусовые качества.

Интерес 21. Позднеспелый (рис. 14). Кусты высокорослые – 200-280 см. Клубни белые, правильной формы, кожа гладкая, глазки средние, глубокие. Требователен к влаге, но может переносить временную засуху. Столоны удлиненные. Сорт отличается жаростойкостью и одновременно холодостойкостью. Урожайность зеленой массы 50-65 т/га, клубней – 35-55 т/га.



Рис. 14. Интерес 21

Калужский. Среднеспелый. Кусты раскидистые, среднерослые – 150-180 см. Клубни жёлтые, удлинённые, поверхность гладко-бугристая. Клубневое гнездо раскидистое, столоны удлинённые. Урожайность зеленой массы 25-35 т/га, клубней – 10-25 т/га.

Кореньевский – гибрид, выращенный в условиях Люберецкого района Московской области. Среднеспелый. Кусты раскидистые высокорослые – 250-300 см. Клубни белые, округло-овальные, поверхность гладкая. Урожайность зелёной массы 35-40 т/га, клубней – 30-40 т/га.

Ленинградский – вырастает в виде сильно ветвящегося куста. Стебель насыщенного зеленого цвета с нежно-фиолетовым окрасом, имеет опушение. Листья среднего размера, зеленые, шершавые, удлиненные, яйцевидные с зубчатыми краями. Период вегетации с момента посадки в грунт около 4-5 месяцев. Плоды белого цвета, средних размеров, удлинённые. Сорт высокоурожайный, клубни хорошо сохраняются в почве. Рекомендуются выращивать на Северо-Западе России [102, 103].

Надежда. Среднеспелый. Растения среднерослые – 140-175 см. Кожира клубней белая, форма округло-овальная, имеют гладкую поверхность. Урожайность зеленой массы 35-45 т/га, клубней – 50-80 т/га.

Находка (выведен на Майкопской опытной станции ВИР). Среднеспелый. Растения среднерослые – 140-180 см. Кусты слабоветвистые. Стебли опушённые. Листья треугольно-округлые с зубчатыми краями. Расположение листьев на стебле несимметрично-очередное. Клубни белые с розовыми прожилками вокруг глазков, грушевидные, некрупные (рис. 15). Гнездо и корневая система компактные. Урожайность клубней до 35 т/га. Рекомендован для выращивания в Нечерноземной зоне. Столоны образуются на 9-12 дней позже других сортов. Клубнеобразование ускоренное (на 15-18 дней раньше других сортов).



Рис. 15. Сорт Находка

Новость ВИРа (выведен на Майкопской опытной станции ВИР. Позднеспелый. Кусты высокорослые – 250-300 см. Клубни белые, правильной формы, кожура гладкая, глазки средние, глубокие (рис. 16). Урожайность зелёной массы до 90 т/га, клубней – до 25 т/га.



Рис. 16. Новость ВИРа

Подмосковный. Среднеспелый. Растения среднерослые – 140-190 см. Клубни белые, округлые, имеют гладкую поверхность, в почве располагаются компактно. Растения этого сорта слабо реагируют на сокращение светового дня. Созревает на 40-50 дней раньше других сортов. Зимостойкость удовлетворительная. Урожайность зеленой массы 30-40 т/га, клубней – 20-45 т/га.

Сиреники. Среднеспелый. Растения среднерослые – 140-175 см. Кожура клубней сиреневая, форма удлинённая, поверхность гладко-бугристая (рис. 17). Урожайность зеленой массы 35-45 т/га, клубней – 20-35 т/га.



Рис. 17. Сиреники

Таджикский красный. Позднеспелый. Кусты высокорослые – 200-250 см. Клубни белые с розовыми прожилками вокруг глазков, правильной формы, округло-овальные: кожура гладкая, глазки средние (рис. 18). Урожайность зелёной массы 50-65 т/га, клубней – до 15 т/га.



Рис. 18. Таджикский красный

Бланк Брекос. Среднеспелый. Растения среднерослые – 150-180 см. Клубни белые, округло-грушевидные, кожура гладкая. Урожайность зелёной массы 30-45 т/га, клубней – до 35 т/га.

Виолет де Ренсе (Violet de Rennes). Среднеспелый. Растения среднерослые – 170-220 см. Клубни краснокожурные, округлые, имеют

гладкую поверхность, иногда с наростами. В почве располагаются компактно. Склонны к образованию конгломератов. Зимостойкость удовлетворительная. Урожайность зеленой массы 13-30 т/га, клубней – 30-40 т/га. Отличные вкусовые качества.

Шпindelь. Позднеспелый. Кусты высокорослые – 250-300 см. Цветёт поздно. Клубни белые, грушевидной формы. Даёт самый высокий урожай зелёной массы и неплохие урожаи клубней. Урожайность зеленой массы 13-30 т/га, клубней – 30-40 т/га.

Сорта для посадки выбирают для конкретной области на основе срока созревания. Рано созревающие сорта предназначены для более коротких сезонов роста, в то время как позднеспелые – для продолжительных периодов вегетации. По данным исследований, к наиболее перспективным по общему сочетанию хозяйственно ценных признаков и пригодности для механизированной уборки и в качестве сырья для переработки относятся сорта Скороспелка, Интерес, Новость ВИРа, Волжский 2.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ХРАНЕНИЯ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ

Чтобы иметь возможность перерабатывать сырье топинамбура в течение всего года, необходимо соблюдать наиболее эффективный для максимального сохранения функциональных составляющих растения режим хранения. С этой целью было проведено данное исследование и выработаны рекомендации производству.

Углеводы в клубнях топинамбура, как и у других растений, образуются на самых ранних этапах роста и развития. Максимальное содержание каждого полисахарида (процентное) было подтверждено в ранний период формирования клубней – с середины июля до начала августа. В дальнейшем в период интенсивного роста клубней наблюдалось сокращение суммарного содержания полисахаридов (% сухой массы) в основном за счет пектиновых веществ. Во время зимнего хранения углеводный комплекс топинамбура также претерпевает глубокие изменения. В этот период происходит общее истощение клубней с потерей массы в среднем на 15-25%, а также изменяется качественный состав углеводов – увеличивается содержание фруктозы и ее низших гомологов. Весной содержание инулина в клубнях не превышало 0,4-1,5% против 8-13% (в сухой массе) в период максимума [2]. Чтобы получать высокий выход углеводов с 1 га и эффективно использовать их при выработке продуктов функционального питания, клубни скороспелых сортов целесообразно убирать в конце октября, а позднеспелых – в апреле, мае.

В ООО «ВИВА» проведены исследования образцов клубней топинамбура после хранения в разных условиях: в полипропиленовых мешках и сетках. Исследования проводили в динамике при температуре хранения от +2 до +5°C.

Результаты исследований образцов топинамбура из Костромской области показали, что при хранении клубней топинамбура

в полипропиленовых мешках содержание углеводов увеличилось на 13,43%, в сетках – на 7,53%, содержание инулина соответственно на 11,09% и 4,04% (табл. 13).

Таблица 13

**Результаты исследований образцов топинамбура
из Костромской области, %**

Показатели	До закладки на хранение	После хранения в течение восьми месяцев			
		в полипропиленовых мешках	±	в сетках	±
Содержание на 100 г сухого вещества:					
растворимых веществ, г	74,80	87,10	+12,3	80,25	+5,45
нерастворимых веществ, г	16,42	22,9	+6,48	27,75	+11,33
углеводов, г	67,82	81,25	+13,43	75,35	+7,53
В том числе:					
высокомолекулярных соединений (инулина)	51,56	62,65	+11,09	55,60	+4,04
олигосахаров	3,02	3,45	+0,43	2,70	-0,32
дисахаров	10,37	15,15	+4,78	14,90	+4,53
фруктозы	2,86	0,00	-2,86	2,15	-0,71

Следовательно, для увеличения в клубнях топинамбура количества инулина их необходимо хранить в полипропиленовых мешках при температуре от +2 до +5°С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Топинамбур – высокобиоэнергетическая перспективная культура, которая является источником сырья для получения продуктов функционального питания, но пока недооцененная в производстве. Площади под посадками топинамбура в Российской Федерации значительно меньше, чем в развитых странах. Однако ряд научных и производственных организаций занимается выращиванием, селекцией и семеноводством топинамбура в России и имеет апробированное технологическое оснащение производственных процессов, в их числе ООО «Научно-производственный центр по семеноводству топинамбура Северо-Западного региона», ООО «ВИВА», ООО «Топи Лайф» и др.

Проблема здорового питания приобретает массовый, глобальный характер. Из-за ухудшающейся экологической обстановки и нехватки качественной пищевой продукции практически во всех странах мира организация питания населения становится составной частью политики государства. На первый план выходит производство продуктов питания функционального назначения. В такой ситуации рекомендация использовать топинамбур в качестве сырья позволит вывести на отечественный рынок целый спектр ценных пищевых продуктов. Анализ биохимического состава данной культуры подтверждает наличие физиологически важных и функциональных составляющих, прежде всего инулина, фруктозы, пектина, а также витаминов, минеральных веществ и др.

Анализ информационных источников позволяет рекомендовать в качестве наиболее конкурентоспособных и востребованных продуктов функционального назначения из топинамбура чистые инулин и пектин, сироп, порошок и пюре, которые могут использоваться и как отдельный продукт, и в качестве функциональных ингредиентов. Аналитическая обработка материалов научных исследований показала, что конкурентоспособность технологий производства функциональных продуктов из топинамбура обеспечивается совершенствованием технологических процессов в направлении ресур-

созбережения, сокращения продолжительности технологических операций, сохранения наиболее ценных нативных составляющих исходного сырья с помощью щадящих видов обработки, а также глубокой переработкой сырьевых ресурсов.

Резервом повышения экономической эффективности производства функциональных продуктов является изыскание рациональных направлений с использованием вторичного сырья, образующегося в процессе прямого производства. В их числе:

- технология получения инулина, обеспечивающая сокращение количества адсорбентов, высокое качество конечного продукта, безотходность (ВНИИ крахмалопродуктов);

- технология получения инулина и сиропа, повышающая эффективность экстрагирования с помощью вибрационного воздействия. В результате выход инулина достигает 96%, что на 28% больше, чем в контрольном образце (без вибрационного воздействия) (Кубанский ГТУ);

- экологически безопасный способ производства пектина, основанный на применении гидродинамической кавитации и деминерализованной воды, с концентрированием и очисткой пектиновых веществ ультрафильтрацией. Предлагаемое технологическое решение является ноу-хау и экоресурсосберегающим способом получения пектина (ассоциация «Топинамбур»);

- производство порошка и муки из клубней топинамбура способом конвективно-вакуум-импульсной сушки (КВИС), при которой содержание основных пищевых веществ по сравнению с конвективной сушкой (КС) повышается для белков – на 4,6%, инулина – 24,8, пектина – 13,9, клетчатки – 4,2, витамина С – 25,3, B_1 – 14,6, B_2 – на 13,8%, а длительность технологического процесса сокращается в 2,5 раза (Сибирский федеральный университет);

- технология изготовления пюре, позволяющая увеличить объем выпускаемой продукции на 30-35% (Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции).

Рассмотренные технологии говорят о широких возможностях и перспективах развития данной группы продуктов, их внедрение соз-

даст реальные предпосылки увеличения средней продолжительности жизни граждан России, сохранения их здоровья.

В качестве наиболее перспективных для производства и переработки рекомендованы такие сорта топинамбура, как Скороспелка, Интерес, Новость ВИРа, Волжский 2. Режим хранения, обеспечивающий максимальное сохранение физиологических функциональных составляющих топинамбура, включает в себя использование в качестве упаковочных материалов полипропиленовых мешков и поддержание в хранилище температуры от +2 до +5°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Неменушая Л.А., Пискунова Н.А., Осмоловский П.Д. Конкурентоспособные технологии производства функциональных продуктов: науч. аналит. обзор: – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 152 с.
2. Королёв Д.Д., Симаков Е.А., Старовойтов В.И. и др. Картофель и топинамбур – продукты будущего. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 292 с.
3. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Лазунин Ю.Т. Топинамбур – культура многоцелевого использования // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 22-25.
4. Старовойтова О.А., Манохина А.А., Старовойтов В.И., Зуев В.В., Воронов Н.В. Механизация уборки и хранения клубнеплодов. – М., 2018. – 104 с.
5. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура // Сел. механизатор. – 2015. – № 11. – С. 4-5.
6. Котова З.П., Парфенова Н.В. Оценка кормовой ценности топинамбура (*Helianthus tuberosus L.*) в условиях Карелии // Кормопроизводство (Москва). – № 6. – 2015. – С. 41-44.
7. Манохина А.А., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А. Возделывание топинамбура в странах ЕАЭС // Доклады ТСХА: сб. статей. – Вып. 288. – Ч. 2. – М.: РГАУ – МСХА, 2016. – С. 80-83.
8. Mimiola G. Test of topinambour cultivation in southern Italy, in Topinambour (Jerusalem Artichoke) // Report EUR 11855, Grassi, G. and Gosse, G., Eds., Commission of the European Communities. – Luxembourg. – 1988. – Pp. 53-60.
9. Schittenhelm S. Agronomic performance of root chicory, Jerusalem artichoke, and sugarbeet in stress and nonstress environments // Crop Sci. 39. – 1999. – Pp. 1815-1823.
10. Schittenhelm S. Topinambur: eine Pflanze mit Zukunft // Lohnunternehmer Jahrbuch. 1987b. – 169 p.
11. Манохина А.А., Старовойтова О.А., Старовойтов В.И. Методика выращивания топинамбура // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 65-летию ФГБОУ ВО «Пензенская ГСХА». – Т. II. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – С. 160-162.

12. **Старовойтов В.И., Жевора С.В.** Концепция «Интеграционное развитие инновационных технологий производства картофеля и топинамбура в ЕАЭС на 2018-2022 годы» // Картофелеводство: матер. науч.-практ. конф. / Под ред. С.В. Жеворы. – 2017. – С. 10-19.

13. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Манохина А.А., Жоврененко Т.В., Леденев В.П.** Внедрение инноваций в агропромышленный сектор – ключ к развитию экономики России // Междунар. технико-экон. журнал. – 2015. – № 4. – С. 36-40.

14. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С., Лазунин Ю.Т.** Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 2. – С. 30-33.

15. ООО «ВИВА» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.rusprofile.ru/id/2651764> (дата обращения: 12.01.2020).

16. ОАО «Урухский консервный завод» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.rusprofile.ru/id/572272> (дата обращения: 12.01.2020).

17. ЗАО «Заволжское» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.rusprofile.ru/id/402969> (дата обращения: 12.01.2020).

18. К(Ф)Х «Анушкевич Н.Ю.», ООО «Научно-производственный центр по семеноводству топинамбура Северо-Западного региона» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://www.rusprofile.ru/ip/314470609100061>, <https://www.topinambour.ru/debut/180427150102.html> (дата обращения: 12.01.2020).

19. ООО «Новые технологии» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://newtech-bdm.ru> (дата обращения: 12.01.2020).

20. **Манохина А.А., Старовойтова О.А., Старовойтов В.И.** Оригинальное семеноводство топинамбура // Технол. и товароведение с.-х. продукции. – 2018. – № 1 (10). – С. 61-65.

21. **Хутинаев О.С., Старовойтов В.И., Шабанов Н.Э.** Аэрогидропонный способ выращивания миниклубней картофеля и топинамбура в условиях искусственного освещения // Картофелеводство: матер. Междунар. науч.-практ. конференции. – 2017. – С. 259-268.

22. ООО «Земляная груша» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://топинамбур24.рф/?yclid=850639591380393550> (дата обращения: 12.01.2020).

23. ООО «Эспланада Южная» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: http://kuban-topinambur.ru/o_nas (дата обращения: 12.01.2020).

24. **Старовойтова О.А.** Унифицированная технология выращивания топинамбура // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного

развития АПК России : сб. тр. Межрегион. науч.-метод. конф., посвящ. 85-летию Ивановской ГСХА им. Д.К. Беляева. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2015. – С. 189-192.

25. **Barloy J.** Techniques of cultivation and production of the Jerusalem artichoke, in Topinambour (Jerusalem Artichoke), Report EUR 11855, Grassi, G. and Gosse, G., Eds., Commission of the European Communities (CEC), Luxembourg. – 1988. – Pp. 45-57.

26. **Barloy J., Fernandez J., Grassi G., Gosse G.,** Eds. Synthesis on Jerusalem artichoke projects, in Topinambour (Jerusalem Artichoke) // Report EUR 13405. Commission of the European Communities. – Luxembourg. – 1991. – Pp. 3-14.

27. **Товарницкий В.И.** Биохимия земляной груши // Биохимия культурных растений / ВАСХНИЛ. – ВИР. – 1938. – С. 15-17.

28. **Старовойтов В.И., Манохина А.А.** Текстура и структура клубней топинамбура // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 338-343.

29. **Mazza G.** Distribution of sugars, dry matter and protein in Jerusalem artichoke tubers, Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 18. – 1985. – Pp. 263-265.

30. **Fowke L. and Setterfield G.** Cytological responses in Jerusalem artichoke tuber slices during aging and subsequent auxin treatment, in Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances, Whitman, F. and Setterfield, G., Eds., Runge Press, Ottawa. – 1968. – Pp. 581-602.

31. **Kaeser W.** Ultrastructure of storage cells in Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus L.*) vesicle formation during inulin synthesis, Z. Pflanzenphysiol. Bd.. 1983. 111. – Pp. 253-260.

32. **Манохина А.А., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А.** Инновационная технология возделывания топинамбура // Основные направления развития техники и технологий в АПК: сб. матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. (г. Княгинино, 17 декабря 2015 г.). – Княгинино: НГИЭУ, 2016. – С. 277-279.

33. **Манохина А.А., Старовойтова О.А.** Использование нетрадиционных сельскохозяйственных культур для повышения продовольственной безопасности: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов (26-27 ноября 2015 г.). – Ч. 3. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 233-237.

34. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура – вектор развития новых продуктов питания // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. статей по матер. III науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 95-летию КубГАУ. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. Н.Т. Трубилина, 2017. – С. 606-614.

35. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии // Вестн. ФГБОУ ВО МГАУ им. В.П. Горячкина. – 2016. – № 6 (76). – С. 42-47.

36. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Топинамбур – засухоустойчивое растение // XXI век: фундаментальная наука и технологии: матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. (24-25 апреля 2017 г.) North Charleston, USA. – Т. 2. (21 century: fundamental science and technology XII Vol. 2. spc Academic). – С. 70-73.

37. Kiehn F.A., Chubey B.B. Agronomics of Jerusalem artichoke // Proc. Manitoba Agronomists. – 1982. – Pp. 124-127.

38. Spitters C.J.T., Lootsma M., M. van de Waart. The contrasting growth pattern of early and late varieties in *Helianthus tuberosus*, in Topinambour (Jerusalem Artichoke) // Report EUR 11855, Grassi, G. And Gosse, G., Eds. – Commission of the European Communities. – Luxembourg. 988a. – Pp. 37-43.

39. Lloyd N.D.H. Canvin Photosynthesis and photorespiration in sunflower selections // Can. J. Bot. 55. – 1977. – Pp. 3006-3012.

40. Sobrado M.A., Turner N.C. Photosynthesis, dry matter accumulation and distribution in the wild sunflower *Helianthus petiolaris* and the cultivated sunflower *Helianthus annuus* as influenced by water deficits // Oecologia. 69. – 1986. – Pp. 181-187.

41. Zubr J., Pedersen H.S. Characteristics of growth and development of different Jerusalem artichoke cultivars // Inulin and Inulin-Containing Crops, Fuchs, A., Ed., Elsevier Science. – Amsterdam. – 1993. – Pp. 11-19.

42. Zubr J. Performance of different Jerusalem artichoke cultivars in Denmark (1982–1984), in Topinambour (Jerusalem Artichoke) // Report EUR 13405, Gosse, G. and Grassi, G. Eds., Commission of the European Communities. – Luxembourg. – 1991. – Pp. 43-51.

43. Morrenhof H., Bus C.B. Aardpeer, een potentieel nieuw gewas-teeltonderzoek 1986-1989 // Verslag 99, Research Station for Arable Farming and Field Production of Vegetables (PAGV). – Lelystad. – 1990. – Pp. 25.

44. Минаева Е.В., Мороховец А.Е. Экономические преимущества топинамбура при производстве функциональных продуктов питания // Инновационное развитие АПК: сб. науч. тр. по матер. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 73-84.

45. Кайшев В.Г., Лукин Н.Д., Серёгин С.Н. Организация производства инулина в России: необходимые ресурсы и организационно-экономический механизм реализации приоритетного проекта // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. – 2018. – № 6. – С. 2-8.

46. **Лукин Н.Д., Пучкова Т.С., Пихало Д.М., Карасева О.М.** Создание инновационных технологий инулина и олигофруктозы – функциональных продуктов питания из инулинсодержащего сырья // Актуальные вопросы создания функциональных продуктов птицеводства и других отраслей пищевой промышленности : сб. тр. науч. конф.; под ред. И.В. Мокшанцевой. – 2018. – С. 115-120.

47. **Титова Л.М., Алексанян И.Ю.** Технология инулина: основные тенденции развития отрасли и спорные вопросы // Пищевая пром-сть. – 2016. – №1. – С.46-51.

48. **Назаренко М.Н.** Совершенствование технологий получения инулина и фруктозо-глюкозного сиропа из топинамбура и их применения в производстве функциональных молочных продуктов : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства», 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств. – ФГБОУ ВПО «Кубанский ГТУ», 2014. – 23 с.

49. Получение инулина и пищевых волокон из клубней топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-polucheniya-inulina-i-pischevyh-volokon-iz-klubney-topinambura#ixzz6Fig3KTXE> (дата обращения: 16.03.2020).

50. **Неменушая Л.А.** Технологии производства конкурентоспособных продуктов питания повышенной пищевой ценности из доступного местного сырья // Техника и оборуд. для села. – 2018. – № 4. – С. 34-36.

51. **Неменушая Л.А., Степанищева Н.М., Соломатин Д.М.** Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 172 с.

52. **Купин Г.А.** Разработка технологий продуктов питания функционального назначения на основе топинамбура: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01. – Краснодар, 2004. – 148 с.

53. Роспектин. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://ruspectin.ru/produce> (дата обращения: 12.04.2020).

54. Получение пектина из топинамбура. Проект. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://www.topinambour.ru/project/120924123936.html> (дата обращения: 12.04.2020).

55. **Красноселова Е.А., Кучева М.П.** Перспектива развития и основные проблемы промышленности производства пектина в Российской Федерации // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. статей по матер. III науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию КубГАУ. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 703-708.

56. **Баланов П.Е., Смотрасва И.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э.** Ресурсосберегающие технологии при производстве пектина // Вестн. технологического ун-та. – 2016. – Т. 19. – № 24. – С. 138-141.

57. **Ветров М.Ю., Акишин Д.В., Винницкая В.Ф.** Расширение ассортимента функциональных продуктов из нетрадиционного растительного сырья // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Е.П. Викторовой / Фед. агентство науч. организаций; ФГБНУ «Краснодарский НИИ хранения и переработки с.-х. продукции; ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания». – Воронеж, 2016. – С. 101-104.

58. Технологии получения пектина [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://www.findpatent.ru/patent/211/2110187.html>, <http://www.ideasandmoney.ru/Ppt/Details/297880>, <http://www.sergey-osetrov.narod.ru/Projects/Vodka/Pectin/CTP.htm>, <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-ratsionalnoi-tekhnologii-polucheniya-pektina-iz-otkhodov-plodovogo-vinodeliya#ixzz4lZKyDryj> (дата обращения: 12.08.2019).

59. **Савенкова Л.В., Горячева Г.Н., Казанцев Е.В.** Концентрат облепихи, полученный с использованием мармелада // Кондитерское и хлебопекарное производств. – 2017. – № 1-2. – С. 21-24.

60. **Соболь И.В.** Использование высокоочищенного подсолнечного пектина в функциональных продуктах питания // Техника и технол. пищевых производств. – 2016. – Т. 43. – № 4. – С. 90-95.

61. **Зуев И.А.** Научное обеспечение и разработка способа сушки топинамбура при комбинированных гидродинамических режимах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств. – Воронеж, 2006. – 25 с.

62. **Ермош Л.Г.** Научно-практическое обоснование получения продуктов повышенной пищевой ценности с использованием клубней топинамбура : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. – Красноярск: ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 2015. – 26 с.

63. **Ермош Л.Г.** Разработка технологий рыбных полуфабрикатов и готовой кулинарной продукции из них для школьного питания: моногр. / Л.Г. Ермош, Т.Н. Сафронова, О.М. Евтухова, Т.Л. Камоза; СФУ. – Красноярск, 2013. – 186 с.

64. **Остриков А.Н., Кузнецова И.В., Зуев И.А.** Исследование форм связи влаги в топинамбуре методом дифференциально-термического анализа // Хранение и перераб. с.-х. сырья. – 2004. – № 7. – С. 33-35.

65. **Остриков А.Н., Зуев И.А.** Исследование гидродинамики процесса сушки топинамбура перегретым паром // Вестн. Белгор. ун-та потреб. кооперации. – 2004. – № 4(9). – С. 234-237.

66. Разработка способа сушки топинамбура [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://tekhnosfera.com/nauchnoe-obespechenie-i-razrabotka-sposoba-sushki-topinambura-pri-kombinirovannyh-gidrodinamicheskikh-rezhimakh#ixzz6GqobviKa> (дата обращения: 12.08.2019).

67. Способ производства пюреобразных продуктов на основе топинамбура для диетического питания: пат. РФ № 2362324 / Шаззо Р.И., Ерашова Л.Д., Павлова Г.Н., Ермоленко Р.С., Артюх Л.В., Алехина Л.А.; ГНУ Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; опубл. 27.07.2009.

68. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Воронов Н.В.** Сухое овощное пюре из картофеля и топинамбура для диетического питания // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. статей по матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Курганской области; под общей ред. С.Ф. Сухановой. – 2018. – С. 361-365.

69. Производство сиропа из топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://findpatent.ru/patent/216/2167198.html>, <https://findpatent.ru/patent/205/2059730.html> (дата обращения: 13.04.2020).

70. **Воронова Н.С., Михайлов М.К.** Функциональный напиток на основе пахты с растительными ингредиентами // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. статей по матер. IV науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых; отв. за выпуск А.А. Нестеренко. – 2018. – С. 138-142.

71. **Шинкарева С.В., Княжеченко О.А., Бузова В.В.** Производство структурированных ветчин из нетрадиционного сырья с введением растительного компонента // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – № 2-1 (22). – С. 87-89.

72. **Дроздов Р.А., Кожухова М.А., Хрипко И.А., Шкуро А.В.** Функциональные свойства пищевых волокон, полученных из продуктов глубокой переработки овощного сырья // Инновации в науке и практике: сб. статей по матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 136-142.

73. **Горелик С.Г., Юрикова Е.В.** Использование функциональных продуктов в питании людей пожилого возраста с заболеваниями ЖКТ // Науч.-практ. журн. – 2017. – № 67. – С. 51-56.

74. **Сушина А.Д., Землякова Е.С.** Технология зефира, обогащённого биологически активными веществами: матер. VI Междунар. Балтийского морского форума. – В 6 т. – 2018. С. 104-111.

75. **Коршунова А.Ф., Гета А.С.** Перспективы разработки функциональных продуктов в донецком регионе с использованием мяса сельскохозяйственной птицы // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : матер. VII Междунар. интернет-конф. – Орел: Орловский ГУ им. И.С. Тургенева, 2018. – С. 470-472.

76. **Кузнецова А.Н.** Использование топинамбура при производстве фруктово-ягодного наполнителя для йогурта функционального назначения // Хранение и перераб. с.-х. продукции. – 2018. – № 12. – С.1282-1283.

77. **Захаров И.В., Чаплинский В.В., Столбовая Е.И.** Результаты оценки безопасности и функциональности сухого биопродукта «Наринар» и его практическое применение // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 443-449.

78. **Пацюк Л.К., Федосенко Т.В., Медведева Е.А., Наринянц Т.В.** Продукт функционального назначения на основе топинамбура // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 67. – №6. – С. 88-95. – DOI: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.88-95.

79. **Потапова В.А.** Разработка технологии функциональных рыбопродуктивных снежков с использованием биопотенциала вторичного рыбного сырья и топинамбура : автореф. дис.... канд. техн. наук: спец. 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств; 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ. – Калининград, 2017. – 24 с. – DOI: 10.14529/food170406.

80. **Майтаков А.Л., Шляпин А.Ф., Тихонова Н.В., Позняковский В.М.** Обоснование технологических параметров производства и потребительские свойства новой формы специализированного напитка // Вестн. ЮУрГУ. – Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5. – № 4. – С. 41-50.

81. **Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Колесов С.А., Потапова И.А., Орлов А.Л., Чумаков Н.В.** Коррекция метаболического статуса спортсменов специальным продуктом питания, оценка его эффективности // Сиб. мед. обозрение. – 2017. – № 6. – С.77-85. – DOI: 10.20333/2500136-2017-6-77-85.

82. **Сухарева Т.Н., Польшкова А.В.** Творожный продукт на основе творога, топинамбура и яблок // Наука и образование. – 2019. – № 2. – С. 255.

83. **Сысоева М.Г., Ухина С.Ю., Курчаева Е.Е.** Разработка рецептуры творожного продукта // Технологии и товароведение с.-х. продукции. – 2017. – № 2 (9). – С. 51-55.

84. **Елисеева С.А., Дьякова А.А.** Совершенствование технологии формованных изделий функционального назначения: матер. V Междунар. Балтийского морского форума / Сост. Кострикова Н.А. – 2017. – С. 1341-1346.

85. **Хурумова З.К., Дзантиева Л.Б.** Биотехнологические аспекты производства диетического хлеба с использованием инулинсодержащего сырья и дрожжей селекции Горского ГАУ // Вестн. науч. тр. молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов ФГБОУ ВО «Горский ГАУ». – 2018. – С. 221-223.

86. **Казарян В.С., Куракина А.Н., Филиппова Е.В., Красина И.Б., Красина Е.В.** Разработка технологии и рецептуры шоколада без сахара, обогащенного инулином // Науч. тр. / СКФНЦСВВ. – 2019. – Т. 26. – С. 39-43.

87. **Баранова А.Г.** Разработка технологии сухих диабетических продуктов из клубней топинамбура : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. – Краснодар, 2015. – 22 с.

88. **Канарейкина С.Г., Миннихметова Г.Р., Канарейкин В.И.** Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 98-105.

89. **Каледина М.В., Байдина И.А., Шевченко Н.П., Евдокимов И.А.** Технологические особенности получения функциональных ферментированных напитков с биологически активными веществами из растительного сырья // Современная наука и инновации. Технология продовольственных продуктов. – 2017. – Вып. 3. – С. 95-99.

90. **Ермош Л.Г., Сафронова Т.Н., Евтухова О.М., Камоза Т.Л.** Разработка технологий рыбных полуфабрикатов и готовой кулинарной продукции из них для школьного питания: моногр. – Красноярск: СФУ, 2013. – 186 с.

91. ООО «Терра» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: terra.ru.all.biz (дата обращения: 01.04.2020).

92. Продукция из топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: http://kuban-topinambur.ru/o_nas (дата обращения: 01.04.2020).

93. Разработка технологии продуктов питания функционального назначения на основе топинамбура [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologiy-produktov-pitaniya-funktsionalnogo-naznacheniya-na-osnove-topinambura#ixzz6FiQ0E9vL> (дата обращения: 01.04.2020).

94. Сушеный топинамбур. Чай из топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: tver.mk.ru (дата обращения: 16.03.2020).

95. Изготовление мармелада на основе пасты из топинамбура [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologii-zheleynogo-marmelada-na-osnove-pasty-iz-topinambura-i-naturalnogo-meda#ixzz6FiX6sP13> (дата обращения: 16.03.2020).

96. Получение продуктов повышенной пищевой ценности из клубней топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <http://tekhnosfera.com/nauchno-prakticheskoe-obosnovanie-polucheniya-produktov-povyshennoy-pishevoy-tsennosti-s-ispolzovaniem-klubney-topinambu#ixzz6Fii6QuEW> (дата обращения: 16.03.2020).

97. **Spitters C.J.T.** Modelling crop growth and tuber yields in *Helianthus tuberosus*, in Topinambour (Jerusalem Artichoke) // Report EUR 11855, Grassi, G. and Gosse, G. Eds. – Commission of the European Communities. – Luxembourg. – 1988. – Pp. 29-35.

98. **Fleming S.E., Groot-Wassink J.W.D.** Preparation of high-fructose syrup from the tubers of the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 12. – 1979. – Pp. 1-29.

99. **Fontana A., Hermann B., Guiraud J.P.** Production of high-fructose-containing syrups from Jerusalem artichoke extracts with fructose enrichment through fermentation // In: I nulin and Inulin-Containing Crops, Fuchs, A., Ed. – Elsevier. – Amsterdam. – 1993. – Pp. 251-358.

100. **Yamaguchi M.** World Vegetables: Principles Production and Nutritive // Values, Ellis Horwood, Chichester. – U.K. – 1983. – Pp. 163-164.

101. **Ben Chekroun M.B., Amzile J., Mokhtari A., El Huloui N.E., Provost J. and Fontanillas R.** Comparison of fructose production by 37 cultivars of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) // N.Z. J. Crop Hort. Sci. 24. – 1996. – Pp. 115-120.

102. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Сортовые ресурсы топинамбура как кормовой культуры // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: матер. XIV Междунар. науч. конф. – 2017. – С. 180-186.

103. Популярные сорта топинамбура. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный: <https://ogorodniki.com/article/populiarnye-sorta-topinambura-kak-vybrat-sort> (дата обращения: 16.03.2020).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПИНАМБУРА	5
2. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОПИНАМБУРА	8
2.1. Ботаническая характеристика	8
2.2. Средний химический состав	9
2.3. Морфологические особенности топинамбура	15
3. КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА	19
3.1. Получение инулина	19
3.2. Получение пектина	27
3.3. Получение порошка, пюре, сиропа	31
3.4. Получение функциональных продуктов с ингредиентами из топинамбура	43
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ТОПИНАМБУРА	56
4.1. Требования к сортам топинамбура для потребления клубней в свежем виде и кулинарной обработки	56
4.2. Требования к сортам топинамбура для производства инулина, ФОСов, фруктозного сиропа	57
4.3. Требования к сортам топинамбура для производства этанола, биогаза, фруктозного сиропа	57
4.4. Наиболее популярные сорта топинамбура и рекомендации по перспективным для переработки сортам	58
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ХРАНЕНИЯ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
ЛИТЕРАТУРА	73

**Манохина Александра Анатольевна,
Старовойтов Виктор Иванович,
Старовойтова Ольга Анатольевна,
Мишуров Николай Петрович,
Неменушая Людмила Алексеевна,
Аллаяров Жасур Жуманазарович**

**КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА**

Аналитический обзор

Редактор *Л.Т. Мехрадзе*

Обложка художника *П.В. Жукова*

Компьютерная верстка *Т.П. Речкиной*

Корректоры: *И.С. Горячева, С.И. Ермакова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 28.05.2020 Формат 60х84/16
Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Myriad Pro» Печать офсетная
Печ. л. 5,25 Тираж 500 экз. Изд. заказ 40 Тип. заказ 132

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской область, ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1566-4



9 785736 715664

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138)
и редакцию с любого месяца и на любой период,
перечислив деньги на наш расчетный счет.
Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%);
396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России
по ЦФО БИК 044525000 ОКТ МО 46758000

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России
Вы можете разместить свои аналитические
и рекламные материалы, соответствующие целям
и профилю журнала. Размещение рекламы
можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех»
перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



