



Рисунок 1 - Компания «Lyckeby Starch» из г. Мьельбю, Швеция



Рисунок 2 - Логотипы компании «Lyckeby Starch»

Компания «Lyckeby Starkelsen AB» существует более 90 лет. В России компания успешно работает с 1998 г., предлагая уникальные технологии использования модифицированных крахмалов для производства майонезов, соусов и кетчупов, молочных продуктов, маргаринов, фруктовых наполнителей, мясных продуктов и инъектирования мяса птицы и деликатесов. Компания имеет свои представительства и официальных дистрибьюторов более чем в 20-ти странах. Основные производственные мощности расположены в Швеции, Латвии, Чехии, Индии.

В 2003 г. в результате слияния компании «Lyckeby Starkelsen Food & Fibre» и компании «Culinar» была создана компания «Lyckeby Starch». Компания «Culinar» с 1944 г. производит сухие и жидкие приправы и имеет огромный опыт создания эксклюзивных смесей для производителей различных продуктов питания. Слияние двух компаний дает нам возможность создания оптимального сочетания ингредиентов, и теперь мы можем предложить Вам любое решение в вопросах вкуса, структуры и внешнего вида по отдельности или в виде комплексного варианта.

В настоящее время российское представительство компании «Lyckeby Starch» находится по адресу: Российская Федерация, 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 3 стр. 1, офис 400-1.

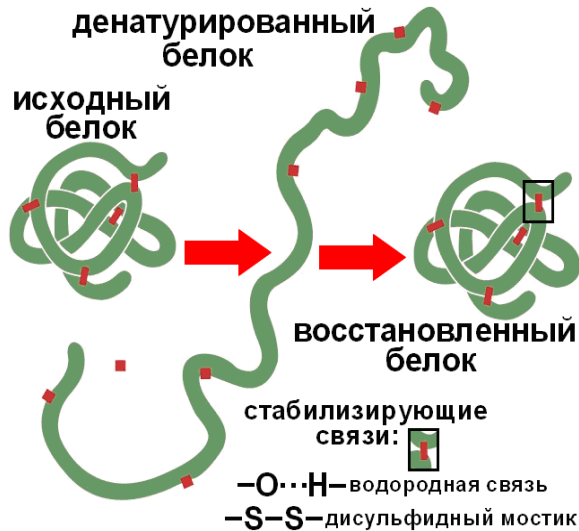
Технология компании «Lyckeby Starch» извлечения картофельного протеина. При извлечении из картофеля крахмала образуется большое количество жидкости, так называемого клеточного (картофельного) сока – побочного продукта картофелекрахмального производства.

Его тоже с успехом можно использовать для дальнейшей более глубокой переработки, т.к. Он все еще содержит около трех процентов ценного протеина, который в обезвоженном состоянии используется в производстве животных кормов и других ценных продуктов. Согласно технологии компании «Lyckeby Starch» при помощи ленточного пресса на начальном этапе проводят отжатие клеточного (картофельного) сока из картофельной мезги [4].

В дальнейшем для получения картофельного протеина используется декантерная центрифуга Z6E Flottweg [4]. Декантерная центрифуга Z6E Flottweg применяется в компании «Lyckeby Starch» для переработки очень востребованного сырья (побочного продукта картофелекрахмального производства – клеточного (картофельного) сока).

В процессе производства клеточный (картофельный) сок сначала нагревают до температуры более 100°C. Одновременно уровень pH снижается до 4,5. Сочетание низкого уровня pH и высокой температуры приводит к коагуляции протеина (рис. 3), что позволяет отделить его с помощью декантера [5–7]. Скорость вращения барабана и шнека в декантерной центрифуге создает центробежные силы, необходимые для осаждения более тяжелых частиц на внутренней стенке барабана. Шнек внутри барабана с полым валом, с одной стороны, отвечает за подачу неразделенной жидкости, а с другой – за перемещение твердого вещества в направлении конического дна барабана. Твердое вещество непрерывно поступает в коническую часть барабана, а очищенная жидкость отводится через импеллер.

Применение декантерной центрифуги Z6E позволило значительно усовершенствовать технологический процесс компании «Lyckeby Starch». Модель оснащена регулируемым импеллером, позволяющим непрерывно настраивать качество продукта разделения в процессе производства. Множество других моделей не имеют этой функции. Это означает, что для регулировки было



Процесс обратимой денатурации белка

Рисунок 3 - Процесс денатурации (коагуляции) белка

необходимо постоянно останавливать производство. Именно поэтому было выбрано решение компании «Flottweg».

Кроме того, декантерная центрифуга оснащена удобной системой очистки, высокая эффективность которой обеспечивается особой компоновкой распылительных головок, особенно в сочетании с импеллером.



Процесс необратимой денатурации белка

Следует также отметить, что декантерные центрифуги для производства протеина укомплектованы высококачественными подшипниками и уплотнительными кольцами, способными длительное время выдерживать высокие температуры. Компании, производящие картофельный крахмал, могут рассчитывать на высокое качество и надежность. В частности, в период сбора картофеля, с августа по декабрь, оборудование ни при каких обстоятельствах не должно выходить из строя. Даже кратковременные простои в этот период могут иметь фатальные последствия.

Корпоративная история компании «Flottweg». Компания «Flottweg» – это современное машиностроение в области технологий разделения (рис. 4) [8]. Успешное на международном уровне семейное предприятие специализируется на разработке и производстве промышленных центрифуг, ленточных

прессов и систем: с современным производством и более чем 1200 сотрудниками по всему миру, почти 950 из которых работают в штаб-квартире в г. Фильсбидбург, Германия.

Оборудование компании «Flottweg» изготавливается в соответствии с высочайшими стандартами качества и поэтому пользуется спросом во всем мире. На сегодняшний день предприятие имеет 12 филиалов и 50 торговых представительств в более чем 100 странах мира. Это гарантирует оптимальную поддержку и обслуживание по всему миру.

Можно выделить следующие исторические вехи развития корпоративной истории компании «Flottweg» [8]: 1911 г. – авиационный завод «Gustav Otto Flugmaschinen-Werke». Густав Отто, сын изобретателя бензинового двигателя, основывает в Мюнхене авиазавод «Gustav Otto Flugmaschinen-Werke». В марте 1916 г. компания

объединяется с производителем авиационных двигателей «Bayerische Flugzeugwerke». Эта дата считается днем рождения компании,

которая позднее станет известна как «Bayerische Motorenwerke» (BMW).



Рисунок 4 - Логотипы компании «Flottweg»

1920 г. – мотоциклы «Flottweg». Отто открывает новый завод и разрабатывает велосипед с мотором под названием «Flottweg». Мотоциклы, производившиеся в 20-х годах, продавались под именем «Flottweg».

1932 г. – моторостроительный завод «Flottweg Motoren-Werke». Д-р Георг Брукмайер выкупает права на марку «Flottweg» и основывает моторостроительный завод «Flottweg Motoren-Werke».

1943 г. – переезд в Фильсбюрг. Бомбежки Мюнхена во время Второй мировой войны заставляют компанию переместиться в район Фильсбюрга, около 60 км от города. После Второй мировой войны компания выпускала прецизионные детали для печатной промышленности.

1956 г. – декантер «Flottweg». В 1950-х компания начала разработку первых центрифуг в качестве второй линии производства (рис. 5). Первый декантер «Flottweg» тип Z1 поставлен компании «BASF AG» в г. Людвигсхафен в 1956 г.

1984 г. – в составе «Bird Machine Inc.», США. В 1984 г. американская группа компаний «Bird Machine Inc.» приобрела контрольный пакет акций семейного бизнеса «Flottweg». «Bird Machine Inc.» являлась мажоритарным владельцем акций «Flottweg» в течение четырех лет.

1988 г. – мюнхенская компания «Krauss-Maffei» становится новым владельцем контрольного пакета акций. В 1988 г. меняется основной акционер «Flottweg». С 1988 по 2002 гг. компания «Flottweg» принадлежала мюнхенской компании «Krauss-Maffei». В

этот период «Flottweg» расширила свое международное присутствие.

1989 г. – «Flottweg» учреждает представительства по продаже и обслуживанию своей продукции во Франции. В 1989 г. компания «Flottweg» открывает международные представительства по продаже и обслуживанию оборудования. Первые представительства созданы во Франции.

1990 г. – «Flottweg» выходит на рынки США, Великобритании и Китая. В 1990 компания открывает дополнительные офисы по продаже и обслуживанию в США, Великобритании и Китае.

1998 г. – приобретение «Veronesi S.p.A.», Болонья. В 1998 г. «Flottweg» покупает итальянскую компанию «Veronesi», производителя сепараторов. На первых порах сепараторы производились в Италии. Между тем производство компании «Flottweg» размещается исключительно в Фильсбюрге, Германия.

1999 г. – дочерняя компания основана в Китае. В 1999 бывшее представительство по продаже и обслуживанию в Шанхае, Китай, становится дочерней компанией. Таким образом, китайское подразделение «Flottweg» имеет уже 25-летнюю историю.

2002 г. – выкуп контрольного пакета акций руководством «Flottweg KGaA». В 2002 г. компания «Flottweg» вернула себе независимость. Руководство «Flottweg» выкупило контрольный пакет акций.

2003 г. – Основание «Flottweg México S.A. de C.V.». В 2003 г. была учреждена самостоятельная компания, дочерний филиал в Мексике: «Flottweg México S.A. de C.V.».

2007 г. – «Flottweg AG» | Основание «Flottweg Separation Technology, Inc.», США. Бывшая компания «KGaG» начала работу под названием «Flottweg AG» в 2007 г. и сегодня является не зарегистрированной на бирже

семейной акционерной компанией. В 2007 г. представительство в США стало филиалом «Flottweg Separation Technology, Inc.». – крупнейшей компанией группы «Flottweg».

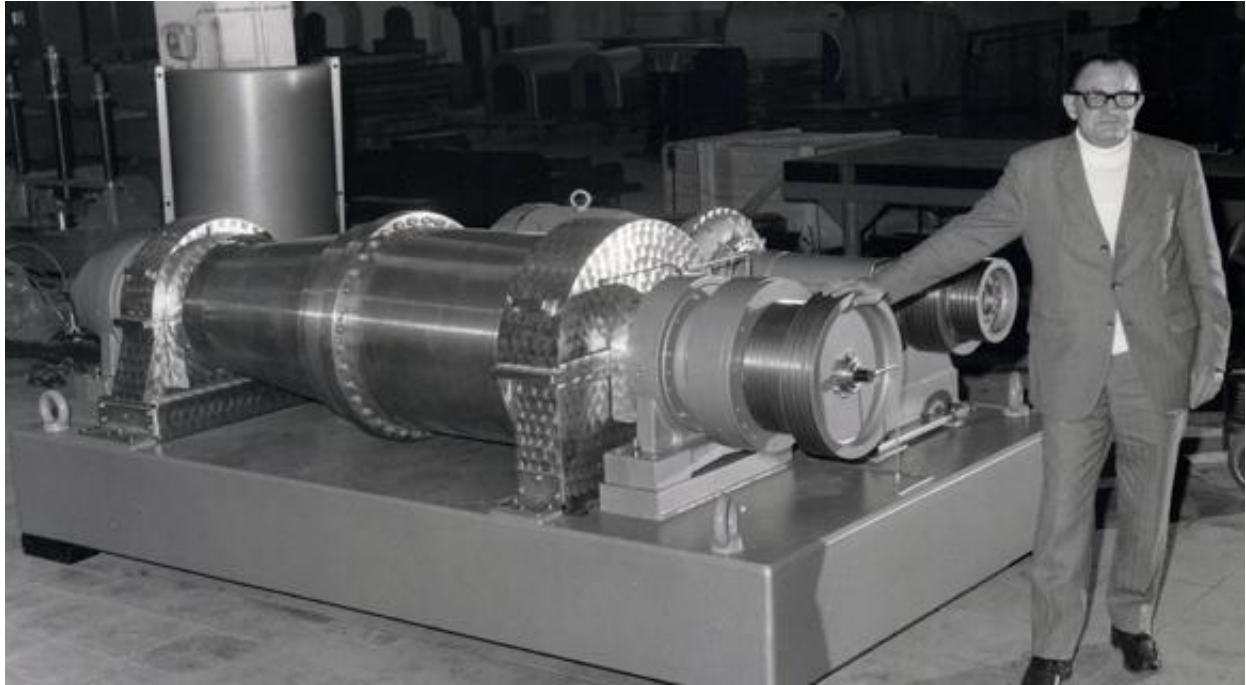


Рисунок 5 - Первый декантер компании «Flottweg» (Германия, г. Фильсбюрге)

2011 г. – создание подразделения «Flottweg» в Австралии. Четыре года спустя была основан еще один филиал: «Flottweg Australia Pty. Ltd.».

2012 г. – Flottweg меняет название на «Flottweg SE» | Основание компании «Flottweg do Brasil», Бразилия. Преобразование в «Flottweg SE» завершается регистрацией в торговом реестре в 2012 г. Компания образовала новый субъект под названием «SE», «Societas Europaea» (или «Europa AG») в качестве юридического лица в Европейском союзе. «Flottweg» увеличила масштабы корпорации до небывалых размеров. Через трансформацию компании в «SE Flottweg» поддержала идею объединенной Европы и дальнейшую интеграцию своих европейских филиалов. В том же году «Flottweg» открывает еще одну дочернюю компанию в Бразилии: «Flottweg do Brasil».

2014 г. – акционеры передают свои акции семейным трастам. Для поддержания

долгосрочной стабильности и независимости акционеры компании «Flottweg» переводят свои акции двум семейным трастам. Акции компании уже находились в собственности благотворительного фонда «Bruckmayer Foundation». В результате все акции «Flottweg» теперь принадлежат трем трастам что гарантирует потомственное продолжение бизнеса компании.

2015 г. – основание подразделения «Flottweg» в Перу. В 2015 г. после Бразилии компания открыла еще один филиал в Южной Америке – в Перу: «Flottweg Peru SAC».

2016 г. – расширение центрального офиса. В 2016 г. произошло расширение центрального офиса в Фильсбюрге. После выкупа контрольного пакета акций компании руководством в 2002 г. «Flottweg» инвестировала в объект более 60 млн. евро.

2017 г. – создание подразделения «Flottweg» в Польше. В 2017 г. был основан филиал «Flottweg Polska Sp. z o.o.» Дочерняя

компания в Варшаве (Польша) открыта с целью повышения качества обслуживания местных заказчиков.

2018 г. – начало строительства второго завода. В 2018 г. компания осуществила крупнейшую инвестицию за всю историю существования. Началось строительство нового завода в г. Фильсбибург. Строительство второго завода в Нижней Баварии позволит компании реализовать ее долгосрочные обязательства и гарантировать немецкое качество производства. В 2018 г. «Flottweg» продолжает набирать опыт производства



Первый завод (основное производство) компании «Flottweg» – 2017 г.

Рисунок 6 - Заводы компании «Flottweg» (Германия, г. Фильсбибург)

поточных линий для обработки мясных и рыбных субпродуктов.

2021 г. – торжественное открытие II завода. В 2021 г. в Фильсбибурге, Баумгартенштрассе, 29 возвели II завод (рис. 6). Строительство нового здания компании стало возможным благодаря крупнейшей за почти 100-летнюю историю «Flottweg» разовой инвестиции. В возведение II завода в Фильсбибурге инвестировали около 55 млн. евро.

Ленточный пресс «Flottweg». Особенности строения ленточного прессы «Flottweg» продемонстрированы на рисунке 7 [8].



Второй завод компании «Flottweg» – 2021 г.

Подающий валок непрерывно и равномерно распределяет мезгу по нижней ленте. Первый сок сразу же начинает отделяться самотеком. Затем две фильтрующие ленты соединяются вместе. Верхняя лента давит на слой мезги и, таким образом, обеспечивает мягкое извлечение сока и плотный осадок мезги.

В зоне отжима отделение сока из мезги происходит при помощи валка с L-образным профилем. Валок с L-образным профилем обеспечивает

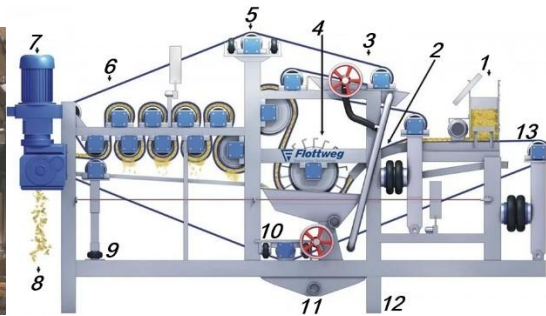
быстрый отвод жидкости. Здесь получают основной объем сока. За валком с L-образным профилем следуют прессующие валки, диаметр которых постепенно уменьшается. Они еще сильнее отжимают мезгу. В конце процесса прессования используются дополнительные дожимные валки линейного давления и отжима периферийной зоны.

Производительность. Для оптимального обезвоживания мезги используются прессующие валки. Из-за уменьшающегося диаметра валков нагрузка на мезгу постоянно растет. Повышение давления позволяет быстро и оптимально извлечь сок из мезги. Опционально эффективность ленточного прессы можно дополнительно увеличить с помощью дополнительных валков линейного давления и прессующих валков периферийной зоны. Таким образом, в двухступенчатом режиме можно добиться выхода продукта свыше 90 процентов

Безопасность. Высококачественные материалы и постоянное использование нержавеющей стали обеспечивают долговечность и износостойкость ленточного прессы. Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала принимаются различные меры предосторожности. Высокой надежности технологического процесса можно достичь благодаря интерфейсу пользователя InGo. Он

обеспечивает оптимальное взаимодействие отдельных технологических компонентов и устанавливает самые высокие стандарты

безопасности при эксплуатации даже в случае интеграции собственных компонентов.



1 – подача мезги на ленточный пресс; 2 – ключевая зона; 3 – очистка ленты; 4 – L-образный ролик; 5 – выравнивание ленты; 6 – ремень; 7 – ременный привод; 8 – мезга; 9 – линейное/периферийное давление; 10 – выравнивание ленты; 11 – очистка ленты; 12 – выпуск сока; 13 – натяжение ленты

Рисунок 7 - Особенности строения и принцип действия ленточного пресса «Flottweg»

Гигиена. Во время работы сопла высокого давления постоянно очищают обе ленты после удаления выжимок. Это обеспечивает стабильную и непрерывную работу ленточного пресса. Используемая промывочная вода циркулирует, то есть снова используется для очистки лент. Открытая конструкция ленточного пресса «Flottweg» делает возможной легкую и тщательную очистку. Постоянное использование нержавеющей стали обеспечивает высокий уровень гигиены. Кроме того, в гигиеническом исполнении возможна установка распылительных сопел системы SIP. Они обеспечивают быструю и эффективную очистку всех важных областей щелочью.

Эксплуатация. Понятная конструкция и легкий доступ к ленточному прессу «Flottweg» облегчают очистку, эксплуатацию и обслуживание системы. Непрерывная и надежная работа ленточного пресса также обеспечивает минимальные затраты на эксплуатацию. Управление выполняется с помощью шкафа управления. Концепция обслуживания InGo обеспечивает наглядный контроль всех параметров технологического процесса. Управление лентами происходит автоматически. Система контролирует натяжение и направление ремней, а также обеспечивает их оптимальное положение.

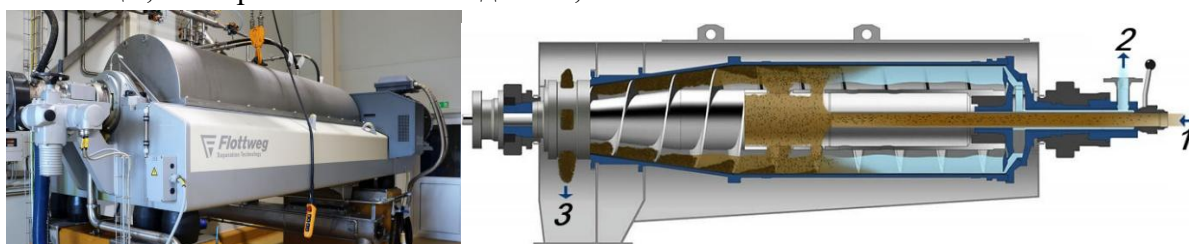
Достоинства. Среди достоинств ленточного пресса «Flottweg» можно выделить следующие:

1. Быстрое отделение сока.
2. Выход продукта свыше 90 процентов.
3. Щадящий процесс прессования.
4. Высокий уровень безопасности оператора.
5. Очень хорошая устойчивость и долговечность конструкции.
6. Высокая эксплуатационная и технологическая безопасность конструкции.
7. Конструкции ленточного пресса полностью изготовлена из нержавеющей стали.
8. Высокий гигиенический стандарт конструкции.
9. Непрерывная очистка лент и дополнительная SIP-очистка.
10. Минимальные эксплуатационные расходы.
11. Автоматическое управление лентами.
12. Простота очистки, эксплуатации и обслуживания конструкции ленточного пресса.

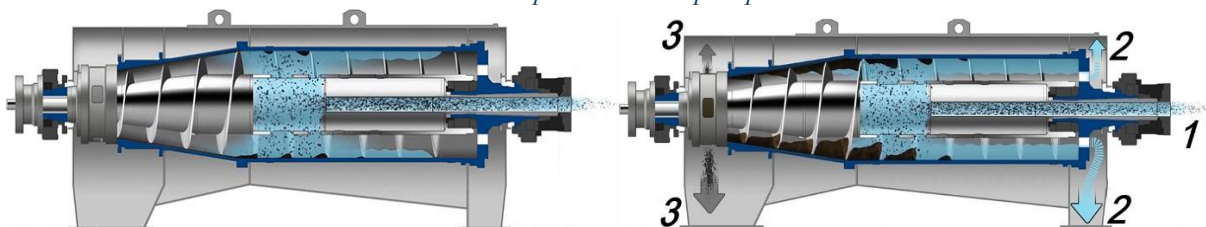
Декантерная центрифуга «Flottweg». Общие сведения. Особенности строения и работы декантерной центрифуги «Flottweg» показаны на рисунке 8 и 9 [8]. Декантер представляет собой емкость для осаждения частиц с вращающимся шнеком. Под действием силы тяжести твердые частицы, более

тяжелые чем жидкость, оседают на дно емкости, образуя осадочный слой. Например, декантер для вина можно рассматривать как своеобразный осветлительный резервуар. В центрифуге разделение твердой и жидкой фаз происходит под воздействием центробежной силы. Во вращающемся барабане центрифуги под воздействием центробежной силы твердые частицы, которые тяжелее жидкости,

перемещаются к стенке барабана. Они образуют слой осадка на его внутренней поверхности. Поскольку центробежная сила в центрифуге составляет приблизительно $3000 \times g$ вместо $1 \times g$ при земной гравитации, разделение смесей, состоящих из твердых и жидких веществ, в центрифуге происходит намного быстрее и эффективнее.



1 – входное отверстие; 2 – выгрузка жидкости под давлением; 3 – выгрузка твердых частиц
Рисунок 8 - Промышленная декантерная центрифуга «Flottweg» для сепарации крахмала, клетчатки и протеина из картофеля



1 – входное отверстие; 2 – выгрузка жидкости под давлением; 3 – выгрузка твердых частиц
Рисунок 9 - Принцип работы декантерной центрифуги «Flottweg»

Подача в декантер. Продукт, подлежащий разделению, подводится в загрузочную зону шнека декантера через центральную трубу. Здесь он разгоняется в шедящем режиме в направлении вращения шнека и поступает через отверстия в корпусе шнека в полость барабана декантера.

Барабан декантера. Барабан декантера имеет форму цилиндра, переходящего в конус, и вращается со скоростью, соответствующей конкретной задаче по разделению. В полости барабана продукт в поле действия центробежных сил распределяется по внутренней стенке барабана центрифуги, образуя концентрический слой. Твердые частицы, содержащиеся в продукте, осаждаются под воздействием центробежной силы на внутренней поверхности барабана. Длина цилиндрической части, а также угол конической части барабана могут быть изменены при

изготовлении декантера с учетом конкретной задачи разделения.

Шнек декантера. Шнек декантера вращается с более низкой дифференциальной скоростью относительно барабана и продвигает осажденную твердую фазу в направлении конической части барабана. Данная дифференциальная скорость определяет время пребывания осадка в барабане декантера. Время пребывания твердой фазы в барабане является основным фактором, определяющим достигаемую степень обезвоживания. Степень обезвоживания может быть оптимизирована для каждой конкретной задачи разделения путем изменения дифференциальной скорости вращения шнека. Исполнение шнека определяется конкретным применением и задачей разделения.

Выгрузка твердой фазы. Через разгрузочные отверстия в конической части барабана твердая фаза под действием

центробежной силы попадает в разгрузочную камеру и сбрасывается вниз.

Затворное устройство. Очищенная жидкость (жидкая фаза) течет к цилиндрической части барабана и выходит через отверстия в его крышке. В этих отверстиях находятся точно регулируемые пластины (Затворное устройство), с помощью которых устанавливается уровень слоя жидкости («глубина пруда») в барабане. Далее фугат под воздействием центробежной силы попадает в неподвижную камеру и сливается самотеком.

Диск разделения фаз (импеллер). Очищенная жидкость альтернативно может отводиться через диск разделения фаз. Жидкая фаза выходит при этом из барабана под давлением, что позволяет сэкономить на насосе, применяемом обычно для транспортировки фугата. Регулируемый диск разделения фаз позволяет плавно регулировать «глубину пруда» в барабане во время работы оборудования. Это позволяет осуществить быструю и точную настройку на изменившиеся технологические условия без остановки центрифуги.

Выводы. В результате проведенного аналитического исследования нами была:

Литература: 1. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов / Н.Р. Андреев. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 289 с.

2. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев, И.М. Почижская; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». – Минск: Беларуская навука, 2008 г. – 537 с.

3. Картофель и технологии его глубокой переработки / В.В. Литвяк, Н.Д. Лукин, Е.А. Симаков, В.А. Дегтярев, Л.Б. Кузина, Л.Г. Кузьмина. – М: ФЛИНТА, 2021. – 896 с.

4. Информационный ресурс Интернет: Lyckeby: <https://www.lyckeby.com/en/>. – Дата последнего входа 22.10.2024 г.

5. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высш. шк., 1986. – 503 с.

6. Ленинджер, А. Основы биохимии. В 3-х т. / А. Ленинджер. – М.: Мир, 1985. – Т. 1–3.

7. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.

8. Информационный ресурс Интернет: Flottweg: <https://www.flottweg.com/ru/newsroom/case-studies/detail/lyckeby-starch/>. – Дата последнего входа 22.10.2024 г.

1. Подробно рассмотрена корпоративная история:

1.1. Компании «Lyckeby Starkelsen AB», Швеция – ведущего производителя и крупного поставщика высококачественных крахмалов и вторичных продуктов картофелекрахмального производства (картофельной клетчатки и картофельного белка) для пищевых и кормовых целей.

1.2. Компании «Flottweg», Германия – ведущего производителя технологического оборудования для разделения (декантеров, ленточных прессов).

2. Рассмотрена инновационная технология компании «Lyckeby Starkelsen AB» по глубокой переработке картофеля – извлечения из клеточного (картофельного) сока путем отжатия его на ленточном прессе фирмы «Flottweg» с последующим его нагреванием до температуры более 100°C и изменения уровня pH для коагуляции (денатурации) картофельного белка и выделением его при помощи декантера (центрифуги) фирмы «Flottweg».

УДК 664.1.054

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ САХАРОЗЫ В ПЕРЕМЕННОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ УТФЕЛЯ ПЕРВОГО ПРОДУКТА

Митрошина Д.П., Лебедева Н.Н., Славянский А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Аннотация. В современном мире кристаллический белый сахар относят к важнейшим компонентам рациона питания человека. Поэтому стратегической задачей сахарной промышленности является обеспечение населения страны высококачественной продукцией, причем в требуемом для здорового питания, объеме. Выход и качество сахара напрямую зависят от организации работы продуктового отделения сахарного завода. То есть эти показатели эффективности процесса кристаллизации сахарозы определяются качеством исходного сырья и условиями его уваривания, а также последующим центрифугированием утфеля I продукта. Поэтому в статье с учетом математического моделирования данного процесса уточнены оптимальные технологические параметры уваривания утфеля и предложен усовершенствованный способ его реализации, защищенный патентом на изобретение.

Ключевые слова: белый сахар, кристаллизация, утфель, качество, центрифугирование.

MODELING THE PROCESS OF SUCROSE CRYSTALLIZATION IN A VARIABLE TEMPERATURE FIELD OF THE FIRST PRODUCT MASS FERMENT

Mitroshina D.P., Lebedeva N.N., Slavyansky A.A.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»

Abstract. In the modern world, crystalline white sugar is considered one of the most important components of the human diet. Therefore, the strategic task of the sugar industry is to provide the country's population with high-quality products, and in the volume required for healthy nutrition. The yield and quality of sugar directly depend on the organization of the work of the food department of the sugar factory. That is, these indicators of the efficiency of the sucrose crystallization process are determined by the quality of the original raw material and the conditions of its boiling, as well as the subsequent centrifugation of the massecuite I product. Therefore, in the article, taking into account the mathematical modeling of this process, the optimal technological parameters for boiling the massecuite are specified and an improved method for its implementation is proposed, protected by a patent for an invention.

Keywords: white sugar, crystallization, massecuite, quality, centrifugation.

Введение. На современном этапе социально-экономического развития Российской Федерации особое значение приобретают проблемы здорового питания, т.е. такого питания, при котором обеспечивается его безопасность и которое способствует физическому и интеллектуальному развитию человека [8]. Важность этих проблем подтверждается рядом нормативно-правовых

документов, таких как, например, Доктрина продовольственной безопасности до 2030 г. [10]. В ней четко сформулированы основные направления будущего пищевой индустрии, как и требования к качеству, безопасности и основам персонализации выпускаемой пищевой продукции. Из государственных документов следует, что стратегической задачей нашего общества является производство

социально значимых продуктов питания, к которым после зерна и хлеба, также относится кристаллический белый сахар. Это обусловлено тем, что он является наиболее энергоемким в пищевом рационе человека углеводом, оказывающим укрепляющее действие на нервную систему, работу органов пищеварения, а также другие аспекты его жизнедеятельности. Кроме того, сахар используется в качестве сырья при производстве кондитерских изделий, молочных консервов, алкогольных и безалкогольных напитков, детского питания, как и в производстве продуктов непивного профиля.

При этом белый сахар представляет собой монокомпонентный пищевой продукт, состоящий более чем на 99,70-99,75% из сахарозы [1,2,3]. Он занимает ведущее место на потребительском рынке и представляет собой пищевой продукт в виде кристаллов сахарозы. Этот продукт вырабатывается сахарными заводами в соответствии с требованиями ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия» и подразделяется на четыре категории: Экстра, ТС1, ТС2, ТС3 [5,9].

Поэтому с позиций повышения эффективности технологии сахарного производства наибольший научный интерес представляет кристаллизация сахарозы при уваривании утфеля I продукта под разрежением из пересыщенных сахарных растворов. В этом направлении проводится много исследований как теоретического, так и практического плана [4]. Из известных теорий данного процесса наиболее приближенной к реальным условиям считается диффузионная теория кристаллизации сахарозы, сформулированная профессором П.М. Силиным. В ее основу была заложена на концепция диффузионного переноса молекул сахарозы из зоны высокой концентрации в область с более низкой. При этом для более глубокого понимания ее сущности следует учитывать особенности его протекания с позиций термодинамики. Однако отсутствие глубоких научных разработок в этом направлении до настоящего

времени не позволяло объективно оценивать и количественно спрогнозировать особенности этого процесса в производственных условиях. Поэтому данная работа направлена на дальнейшее развитие процессов уваривания и кристаллизации сахарозы с целью повышения ее эффективности.

Объекты и методы исследования. Для уточнения протекания массообмена в процессе кристаллизации сахарозы была разработана и научно обоснована соответствующая математическая модель этого процесса с учетом особенностей его температурного поля.

Объектом исследования был выбран пересыщенный сахаросодержащий раствор, который уваривали в вакуум-аппарате под разрежением.

Предварительно для реализации моделирования этого процесса исходили из ряда допущений, упрощающих анализ его протекания. Так, исходя из допущения об однородности распределения центров кристаллизации в рабочем объеме вакуум-аппарата (ВА), считали правомерным симметричность распределения концентрации продукта в растворе относительно оси Oy . Его моделирование осуществляли в области $x \in (-h, h)$ по ширине слоя межкристалльного раствора между основными плоскими поверхностями кристаллов. На рис. 1 представлена схема к расчету тепло-массообменного процесса при наращивании кристаллов сахарозы в вакуум-аппарате.

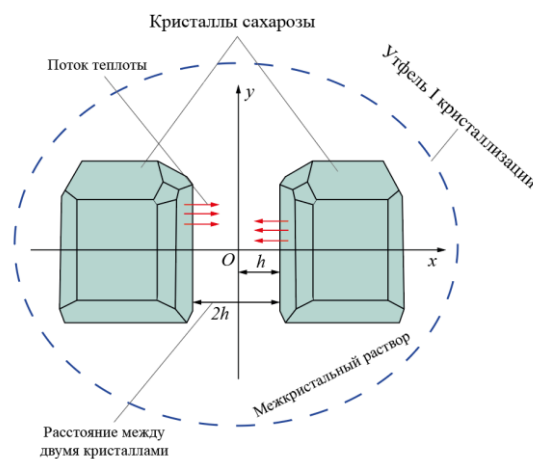


Рисунок 1 – Схема к расчету тепло-массообменного процесса в вакуум-аппарате

Основная задача моделирования заключалась в установлении зависимости изменения значений коэффициента диффузии от температуры в слое $x \in (-h, h)$ с последующей оценкой его влияния на эффективность самого процесса.

В основу моделирования было взято одномерное уравнение нестационарной теплопроводности Фурье [7]

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{a \partial^2 T}{\partial x^2},$$

где T – температура, °C, τ – время, a – коэффициент температуропроводности.

В качестве начального условия его реализации было принято допущение, что

$$T(x, 0) = T_0 = \text{const}, -h < x < h.$$

Граничное условие симметричного конвективного теплообмена между кристаллами сахарозы и раствором относительно оси Oy было принято в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial x} + [T - (T_1 + \delta T)H] \Big|_{x=-h} &= \frac{\partial T}{\partial x} + [T \\ - (T_1 + \delta T)H] \Big|_{x=h} &= 0, \\ 0 < \tau < \infty, \end{aligned}$$

где δT – перепад температуры на плоской поверхности, вызванный явлением конденсации; $H = \alpha/\lambda$; где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·°C).

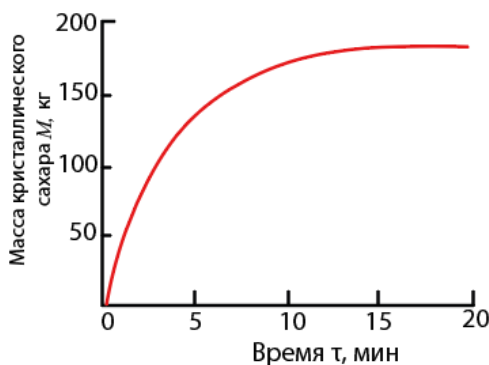


Рисунок 2 – Зависимость изменения массы M сахарозы от времени кристаллизации τ в вакуум-аппарате ($h = 250 \times 10^{-6}$ м: $\delta T = 0$ °C)

Для определения температуры в растворе между поверхностями двух кристаллов (рис.1) было использовано уравнение

$$T(x, \tau) = \left(1 - \sum_{n=0}^{\infty} A_n \exp\left(-\frac{\mu_n^2 a \tau}{h^2}\right)\right) \times \Delta T,$$

где $\Delta T = T_{\text{среды}} - T_0$.

Принятые при этом условия для математического описания процесса кристаллизации сахарозы позволили не только оценить количество выделяемой в ходе процесса кристаллообразования теплоты, но и уточнить степень ее влияние на скорость роста кристаллов сахара.

Обсуждение результатов. Для более глубокого понимания характера кинетики кристаллизации сахарозы были проведены соответствующие исследования и уточнена математическая модель рассматриваемого процесса. На их основе получена возможность количественно оценить влияние теплоты кристаллообразования на рост кристаллов в вакуум-аппарате при пересыщении сахаросодержащего раствора $\Delta c = 0,15$ с учетом возрастания между кристаллами расстояния ($h = 250 \times 10^{-6}$ м, $h = 500 \times 10^{-6}$ м) и значений температуры (как без учета теплоты кристаллообразования $\delta T = 0$ °C, так и с учетом теплоты $\delta T = 10$ °C) (рис.2-5).

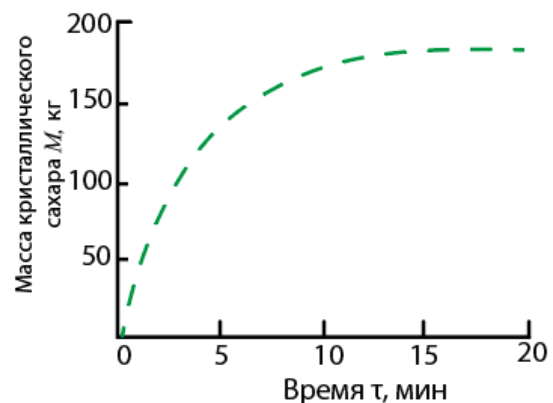


Рисунок 3 – Зависимость изменения массы M сахарозы от времени кристаллизации τ в вакуум-аппарате ($h = 250 \times 10^{-6}$ м: $\delta T = 10$ °C)

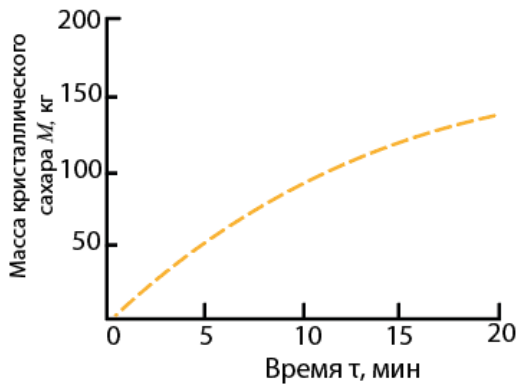


Рисунок 4 – Зависимость изменения массы M сахарозы от времени кристаллизации t в вакуум-аппарате ($h = 500 \times 10^{-6}$ м; $\delta T = 0^\circ\text{C}$)

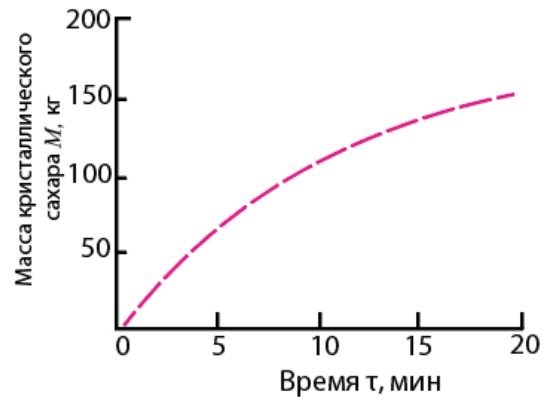


Рисунок 5 – Зависимость изменения массы M сахарозы от времени кристаллизации t в вакуум-аппарате ($h = 500 \times 10^{-6}$ м; $\delta T = 10^\circ\text{C}$)

Из приведенных на рис. 2 и 3 кривых видно, что изменение массы M сахарозы без учета явления теплоты кристаллообразования (рис. 2), а также в условиях, когда эффект принимается во внимание (рис. 3) при $h = 250 \times 10^{-6}$ м, практически не различаются. Однако при $h = 500 \times 10^{-6}$ м в растворах, было отмечено увеличение выхода сахарозы (рис. 5)

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что возникающая

при кристаллизации теплота существенно влияет на скорость роста кристаллов в пересыщенном сахаросодержащем растворе.

В дальнейшем эти данные моделирования были использованы при уточнении технологических параметров процесса уваривания утфеля I кристаллизации, что в итоге позволило усовершенствовать технологию проведения этого процесса и получить патент на ее изобретение (Пат. № 2771069) (рис. 6) [6].

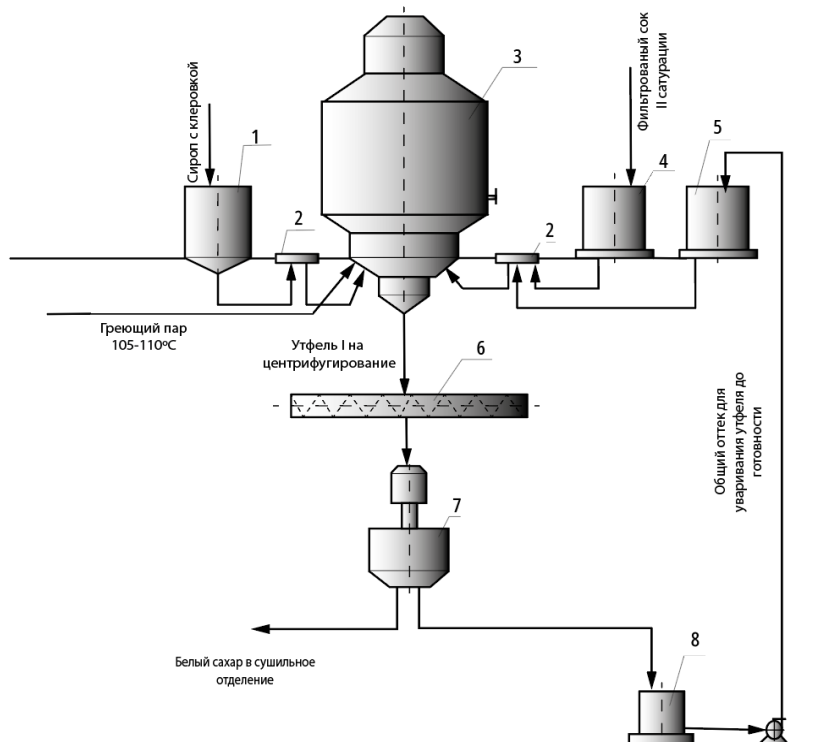


Рисунок 6 – Способ получения утфеля I кристаллизации (Пат. 2771069): 1,4 – сборники; 2 – коллектор; 3 – аппарат для уваривания утфеля I кристаллизации (ВА); 5,8 – сборники первого и второго оттеков; 6 – утфелемешалка; 7 – центрифуга периодического действия

В отличие от типовой технологии, предлагаемый способ интенсифицирует сгущение смеси сиропа с клеровкой сахаров II и III кристаллизации в вакуум-аппарате путем ввода водяного пара температурой 105–110°C через отверстия в трубках в паровой камере вакуум-аппарата. Ввод водяного пара в утфельную массу, особенно в начале его уваривания, то есть в процессе сгущения сиропа с клеровкой, позволяет повысить интенсивность выпаривания из него воды, что способствует не только снижению теплотрат, но и сокращению времени заводки центров кристаллизации и их однородности.

Промышленные опыты показали, что внесение центров кристаллизации (ЦК) следует проводить в лабильной зоне с пересыщением (1,25-1,3). Причем в качестве кристаллизационных центров были использованы кристаллы сахарной пудры, после их фракционирования до размерного диапазона 0,150–0,180 мм. После заводки ЦК их закрепляли подкачками сиропа с клеровкой сахаров второй и третьей кристаллизации (СВ=65-72%), а температуру в вакуум-аппарате выдерживают в диапазоне 74-76°C. Процесс роста кристаллов сопровождается обогревом паровой камеры греющим паром температурой 105-110°C. В ходе экспериментов было установлено, что обогрев паром в указанном температурном диапазоне позволяет сократить время уваривания утфеля, сохранив при этом его оптимальные характеристики для

проведения процесса центрифугирования. Дальнейшее уваривание утфеля вели на подкачках смеси первого и второго оттеков с учетом их качественных показателей.

Уваривание утфеля до 91,5-92,0% сухих веществ проводили при температуре 72–74°C. Для снижения пересыщения утфельной массы перед спуском из вакуум-аппарата и подачей в утфелемешалку ее раскачивали первым оттеком до 91,5–92,0% сухих веществ.

В соответствии с предложенным способом центрифугирование утфеля проводили в центрифуге периодического действия (марка ФПН-1251Т-01). При этом для повышения эффективности этого процесса предварительно в центрифуге были созданы необходимые температурно-влажностные условия. Разницу по чистоте между первым и вторым оттеком выдерживали в диапазоне 5,0-7,0%. Промывание кристаллов сахара при температуре 80-90°C начинали после отделения 85-90% межкристального раствора, причем расход воды на промывание кристаллов составлял 1,8-2,2% к массе утфеля.

В ходе проведения производственных испытаний были сопоставлены основные технологические показатели процесса уваривания утфеля I кристаллизации по известному способу и разработанной технологии, а также соответствующие показатели качества белого сахара. Результаты этих экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов по увариванию утфеля

Технология получения утфеля I кристаллизации по размеру	Чистота, %	Содержание СВ, %	Выход кристаллов сахара из центрифуги, % к массе утфеля	Цветность, ед. опт. плотности	Зола, %	Редуцирующие вещества, %	Средний размер кристаллов, мм	Коэффициент неоднородности, %	Время уваривания, мин
Известный способ	91,70	91,75	47,3	104	0,015	0,025	0,73	22,8	180
Предлагаемый способ	91,50	91,70	48,7	100	0,012	0,020	0,76	22,1	165
	91,65	91,65	48,9	99	0,011	0,018	0,78	21,5	160

Как видно из данных таблицы по увариванию утфеля I кристаллизации,

предлагаемый новый способ позволяет обеспечить повышение выхода сахара в среднем на

1,6% по сравнению с известной технологией. Кроме того, его использование значительно повысит качественные показатели кристаллов сахара и уменьшит примерно на 11% время уваривания утфеля I кристаллизации.

Выводы. Таким образом, в ходе проведенных исследований была уточнена и доработана математическая модель процесса кристаллизации сахарозы, сформированная на основе концепции диффузионного массопереноса молекул сахарозы в пересыщенном растворе к центрам кристаллизации при уваривании утфеля I продукта. Получены математические зависимости, позволяющие

оценить влияние теплоты кристаллообразования на коэффициент диффузии и кинетику роста кристаллов сахарозы. На основе результатов моделирования и производственных экспериментов обоснованы технологические условия уваривания утфеля I кристаллизации, разработан и предложен способ получения утфеля I кристаллизации (Патент РФ № 2771069). Производственная проверка способа показала его эффективность. Так выход сахара из центрифуги возрос на 1,6% к массе утфеля, при этом повысились его качественные показатели, а время уваривания сократилось в среднем на 11%.

Литература. 1. Усовершенствование преддефекационной обработки диффузионного сока / А.А. Славянский, А.М. Гаврилов, Л.Л. Клименко и др. // Сахарная промышленность. – 1996. – № 1. – С. 17-20.

2. Славянский А.А., Сапронов А.Р. Пути повышения качества продукции в сахарной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 39 с.

3. Славянский А.А., Сапронов А.Р. Пути повышения качества и выхода сахара-песка. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1988. – № 6. – С. 75-80.

4. Лебедева Н.Н., Славянский А.А., Митрошина Д.П. Усовершенствование процесса кристаллизации сахарозы. // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Ижевск, 11–13 ноября 2020 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 135-140.

5. Развитие национальной инфраструктуры качества в области сахарной промышленности / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, А. А. Славянский и др. // Сахар. – 2021. – № 5. – С. 20-23.

6. Патент № 2771069 С1 РФ, МПК С13В 30/00. Способ интенсификации уваривания утфеля первой кристаллизации: № 2021114457: заявл. 21.05.2021 : опубл. 26.04.2022 / А. А. Славянский, Д. П. Митрошина, Е. В. Семенов, Н. Н. Лебедева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского.

7. Оценка влияния термодинамического фактора на процесс кристаллизации в вакуум-аппарате / Е. В. Семенов, А. А. Славянский, В. А. Грибкова и др. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. – № 5-6(383-384). – С. 42-47.

8. Тарасова Е.А., Гурьева К.Б. Практические способы повышения сохранности сахара белого кристаллического / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2022. – № 17. – С. 228-232.

9. ГОСТ 33222-2015. «Сахар белый. Технические условия». – М.: Стандартинформ, 2019. – 19 с.

10. Указ Президента РФ от 21.01.2021 №20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации" // Собрание законодательств РФ. - 2020. - №4. - Ст. 345.

УДК 547.458.65

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНУЛИНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СПРЕДА УЛУЧШЕННОГО КАЧЕСТВА

Пирогова Е.Н., Топникова Е.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия

Аннотация. В статье обоснована возможность использования инулина при производстве спредов улучшенного качества, с учетом современной концепции здорового питания. Описана польза инулина для здоровья человека. Представлены результаты исследований органолептических и структурно-механических показателей сливочно-растительного спреда с массовой долей жира 52,0% с соотношением молочного и растительного жиров 50/50 на примере использования инулина «Frutafit». Результаты исследований показали, что использование данного инулина в рецептуре спреда оказало положительное влияние на органолептические и структурно-механические показатели спредов. На основании проведенных исследований сделан вывод, что пищевая добавка «Frutafit» может быть использована при производстве спредов пониженной жирности улучшенного качества и вместе с тем выступать в качестве добавки по поддержанию стабилизирующего эффекта наряду с использованием стабилизаторов для получения продукта с улучшенными структурными характеристиками продукта.

Ключевые слова: инулин, Frutafit, спред, вкус, запах, консистенция.

USE OF INULIN IN THE PRODUCTION OF IMPROVED QUALITY SPREADS

Pirogova E.N., Topnikova E.V.

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking

Abstract. The article substantiates the possibility of using inulin in the production of improved quality spreads, taking into account the modern concept of healthy nutrition. The benefits of inulin for human health are described. The results of studies of organoleptic and structural-mechanical properties of a creamy vegetable spread with a fat content of 52.0% with the replacement of milk fat with vegetable fat 50/50 are presented using the example of using inulin "Frutafit". The results of the studies showed that the use of this inulin in the spread recipe had a positive effect on the organoleptic and structural-mechanical properties of spreads. Based on the conducted studies, it was concluded that the food additive "Frutafit" can be used in the production of low-fat spreads of improved quality and at the same time act as an additive to maintain the stabilizing effect together with the use of stabilizers to obtain a product with improved structural characteristics.

Keywords: inulin, Frutafit, spread, taste and smell, consistency.

Введение. Спреды – это жировые продукты повседневного потребления, получившие за последние десятилетия широкое распространение. В настоящее время данная группа продуктов выходит из рамок только заменителя сливочного масла, а приобретает новые качества, призванные удовлетворять широкие запросы современного потребителя. Спреды становятся функциональными и

профилактическими продуктами, предназначенными для систематического употребления в пищу всеми возрастными группами населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье благодаря наличию в их составе функциональных пищевых ингредиентов. Поэтому, исследования, направленные на разработку спредов улучшенного качества, являются

перспективными с учетом современной концепции здорового питания и стратегии повышения качества пищевых продуктов, принятые в России. Отраслевые наука и производство должны искать инновационные решения и обосновывать современные технологии, чтобы соответствовать этим требованиям и обеспечивать потребителей высококачественными и безопасными пищевыми продуктами [1].

Как полноценные заменители сливочного масла, спреды, кроме вкусового букета, характерного для сливочного масла, должны иметь близкие структурно-механические характеристики и консистенцию, т.е. быть однородными, пластичными, хорошо намазываться при температуре $(12 \pm 2)^\circ\text{C}$ и быть достаточно термоустойчивыми при комнатной температуре.

Консистенция спредов высокой жирности (более 65 % - 82,5 %), предопределяется повышенным содержанием в нем жировой фазы, непосредственно влияющим на тип структуры, формирующийся под влиянием применяемого метода производства и технологических режимов. При такой массовой доле жира для получения хорошей консистенции достаточно регулирования режимов маслообразования. При более низком содержании жировой фазы, изменении состава жировой фазы, увеличении количества плазмы, обогащении ее белковыми и другими компонентами необходима корректировка технологических режимов используемого оборудования и модернизация оборудования [2].

Более практичным решением вопроса улучшения консистенции спредов, не требующих значительных капиталовложений, является использование эмульгаторов и стабилизаторов, повышающих седиментационную устойчивость дисперсий, способных удерживать компоненты продукта в гомогенном состоянии заданное время и предотвратить отделение влаги, что значительно повышает устойчивость процесса преобразования фаз и способствует получению хороших

консистенции и термоустойчивости [3]. В последние годы эмульгаторы и стабилизаторы широко используются в мире и в нашей стране в самых разных отраслях пищевых производств, включая выработку сливочного масла пониженной жирности и спредов. Но с учетом того, что потребитель часто с осторожностью относится к выбору продуктов с пищевыми добавками, привлекательными для производителей являются ингредиенты, имеющие не только хороший технологический эффект, но и содержащие минимум компонентов, непонятных для потребителя. Поэтому все чаще в составе продуктов используются пищевые волокна, олиго- и полисахариды, выделенные из природного сырья и в наименовании которых нет «Е».

Во ВНИИМС в рамках работы по изысканию ингредиентов для создания спредов улучшенного качества была проведена серия экспериментов по обоснованию целесообразности использования при производстве спредов инулина. Исследования выполнены на примере инулина «Frutafit» для придания продукту как функциональных свойств, так и способности улучшения консистенции продукта.

Инулин «Frutafit» – это фруктоолигосахарид (ФОС), получаемый из корней цикория и других растений. По химической структуре инулин представляет собой полимер, состоящий из 30-36 остатков D – фруктозы. Имеет сладкий вкус, хорошо растворим. Инулин «Frutafit» – источник пищевых волокон [4].

Пищевые волокна являются одним из компонентов рационального питания. Они содержатся в продуктах растительного происхождения. Пищевые волокна не подвергаются перевариванию и способствуют улучшению моторно-эвакуаторной функции кишечника, снижая содержание канцерогенных веществ в желудочно-кишечном тракте и в организме. Оптимальная суточная доза пищевых волокон в рационе складывается из следующей формулы: возраст человека + 5 г. Таким образом, средняя суточная доза

потребления для детей составляет 10-20 г, для взрослых-30-50 г [5, 6, 7].

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что применение инулина целесообразно с точки зрения функционального и здорового питания. Исследовали влияние пищевой добавки инулин «Frutafit» на органолептические и структурно-механические свойства спредов в зависимости от доз её внесения. В процессе исследования также определяли технологичность использования компонентов.

Объекты и методы исследования. Для оценки эффективности применения пищевой добавки были изготовлены спреды с массовой долей жира 52 % (влаги 38 %, СОМО 4,0 %) с соотношением молочного и растительного жиров 50/50. Выработку проводили из смеси заменителя молочного жира «Эколакт 1403-35», масла сливочного, молока цельного – 2,5 %. Доза эмульгатора «Палсгаард 0291» составляла 0,3%, стабилизатора консистенции «Палсгаард 5232» – 0,25 %. Содержание инулина «Frutafit» в опытных образцах - от 0,5 до 1,5%.

В качестве контроля использовали образцы спреда массовой доли жира 52 %, с соотношением молочного и растительного жиров 50/50, выработанных из того же сырья, с применением эмульгатора «Палсгаард 0291» и стабилизатора «Палсгаард 5232» в тех же дозах, но без добавки инулина.

При проведении исследований использовали общепринятые методы оценки органолептических и структурно-механических показателей (твёрдость, термоустойчивость, восстанавливаемость структуры, вытекание жидкого жира), установленным в нормативных и технических документах требованиям и используемых при проведении научных исследований. Органолептическая оценка исследуемых образцов спреда проводилась семью аттестованными экспертами, входящими в состав дегустационной комиссии ВНИИМС.

Обсуждение результатов. Оценка вкуса и запаха исследуемых образцов спреда с массовой долей жира 52 % представлены на рисунке 1.

ОЦЕНКА ВКУСА И ЗАПАХА ОБРАЗЦОВ СПРЕДА



Рисунок 1 – Диаграмма «Оценка вкуса и запаха образцов спреда с применением инулина»

Как видно из данных Диаграммы, внесённая добавка не оказала отрицательного влияния на вкус и запах опытных образцов спреда. Более того, привкус растительных

жиров нивелируется появившимся сладковатым вкусом, что обусловило улучшение характеристики вкуса и запаха исследуемых образцов спреда. Во всех образцах спредов была

отмечена плотная и однородная консистенция. Поверхность спредов – глянцевая. При увеличении дозы вносимой добавки наблюдалась тенденция к ее улучшению за счет

снижения крошливости, что говорит о лучшей связанности структуры.

Результаты исследований структурно-механических характеристик образцов спредов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структурно-механические показатели образцов спреда с применением инулина

Показатели	Доза внесения инулина			
	Контроль (без добавки)	0,5 %	1 %	1,5 %
Твёрдость при 10°C, Н/м	32,0±1,6	12,0±0,6	16,0±0,8	16,0±0,8
Термоустойчивость	0,57±0,03	0,66±0,03	0,70±0,03	0,78±0,04
Восстанавливаемость структуры, %	53,1±2,7	75,0±3,8	100,0±5,0	100,0±5,0
Вытекание жидкого жира, %	10,7±0,5	9,8±0,5	10,2±0,5	11,1±0,5

Использование инулина «Frutafit» оказало на структурно-механические показатели спредов некоторые положительные тенденции. Отмечено повышение термоустойчивости и восстанавливаемости структуры опытных образцов спредов при одновременном снижении их твёрдости по сравнению с контролем. Уменьшение твёрдости продукта способствует увеличению его пластичности и намазываемости, что является привлекательным для потребителя.

Выводы. На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что инулин «Frutafit» может быть использован при производстве спредов пониженной жирности улучшенного качества и вместе с тем выступать в качестве добавки по поддержанию стабилизирующего эффекта, наряду с использованием стабилизаторов, для получения продукта с улучшенными структурными характеристиками продукта.

Литература. 1. Топникова, Е. В. Современное производство спредов: особенности ассортимента, сырье, ингредиенты, качество / Е. В. Топникова, А. В. Дунаев, Е. Н. Пирогова // Сыроделие и маслоделие. 2022. № 1. С. 52-56.

2. Топникова, Е. В. Особенности формирования структуры и качества сливочного масла пониженной жирности / Е. В. Топникова, О. В. Лепилкина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 5-6(377-378). – С. 84-88.

3. Лепилкина, О. В. Использование моно- и диглицеридов жирных кислот при производстве молочных и молкосодержащих продуктов / О. В. Лепилкина, И. В. Логинова // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. – 2020. – Т. 1, № 1(1). – С. 337-342.

4. Промышленная химия [Электронный ресурс: https://www.exxol.ru/catalog/?ELEMENT_ID=440# Дата обращения: 09.02.2024]

5. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение / Э. Р. Сербяева, А. Б. Якупова, Ю. Р. Магасумова [и др.] // Биомика. – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 57-79. – DOI 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-5.

6. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021.

7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881.

УДК 664. 2.059

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЭФИРОВ КРАХМАЛА, РАСТВОРИМЫХ В ХОЛОДНОЙ ВОДЕ

Соломина Л. С., Соломин Д. А.

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Аннотация. Потребность модифицированных крахмалов в РФ более чем на 40 % покрывается импортными поставками. Повышение объемов производства и расширение ассортимента модифицированных крахмалов является актуальной задачей для снижения импорта и обеспечения продовольственной безопасности. Цель исследования – разработать технологические режимы получения цитратных эфиров крахмала (крахмалоцитратов) пищевого назначения с повышенной растворимостью в холодной воде и устойчивостью клейстера при хранении и сдвиге. Объектом исследования выбран тапиоковый крахмал. Для этерификации тапиокового крахмала применяли метод экструзии, а в качестве эфиобразующего реагента – лимонную кислоту. Влияние концентрации раствора реагента исследовали в диапазоне 0...0,40 % к массе сухих веществ (СВ) крахмала. Влияние температуры экструзии определяли, изменяя ее в диапазоне 140...180 °С. Массовая доля влаги образцов крахмала с реагентом, поступающих в экструдер, составляла 23 %, частота вращения шнеков экструдера – 135 об/мин. Определено, что степень растворимости тапиокового крахмалоцитрата в холодной воде повышается пропорционально росту концентрации реагента и температуры экструзии. Тапиоковый крахмалоцитрат белого цвета с максимальной степенью растворимости в холодной воде (100 %) был получен при температуре 160 °С и концентрации реагента 0,40 % к массе СВ крахмала. Цвет образцов, полученных при более высоких температурах (170 и 180 °С), становился палевым в результате образования красящих веществ. Получена зависимость показателя степени растворимости тапиокового крахмалоцитрата от технологических параметров получения. Определено, что динамическая вязкость клейстера с повышением температуры экструзии уменьшается. Исследование углеводного состава тапиокового крахмалоцитрата показало присутствие глюкозы, мальтозы, мальтотриозы и углеводных соединений с высокой молекулярной массой. Выявлено, что динамическая вязкость клейстера образцов крахмалоцитрата при перемешивании в течение одного часа значительно не изменялась, то есть клейстеры устойчивы к перемешиванию. Клейстеры крахмалоцитратов были устойчивы и при хранении. Они не расслаивались и не ретроградировали в течение семи суток хранения при комнатной температуре. Результаты исследований использованы для разработки нормативной документации на производство тапиокового крахмалоцитрата в крахмалопаточной отрасли.

Ключевые слова: тапиоковый крахмал, метод экструзии, лимонная кислота, технологические параметры, свойства крахмалоцитратов.

PRODUCTION AND PROPERTIES OF STARCH ETHERS SOLUBLE IN COLD WATER

Solomina L.S., Solomin D.A.

All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials Processing, Branch of the Lorkh Federal Research Center on Potato

Abstract. In the Russian Federation the requirements on modified starch are met by import deliveries by more than 40 %. The growth of production volume and assortment expansion of modified starch is a vital task for development of starch enterprises, for reduction of import and for food security. The aim of the research was to work out the processing methods of receiving of citrate ethers of starch (starch citrate) for food purposes with high solubility in cold water and starch paste stability at storage and move. Tapioca starch was used as the object of research. The extrusion method was used for the etherification of tapioca starch and citric acid was used as an ether formed reagent. The influence of the concentration of reagent solution was studied varying from 0 to 0.40 % on starch dry weight (DW). The influence of extrusion temperature was determined by varying it from 140 to 180 °C. The water content of starch samples with reagent, going to extruder, was 23 %, the rotation rate of extruder screws was 135 rotations per minute. It was determined that the level of cold water solubility of tapioca citrate starch increased with the proportional growth of reagent concentration and extrusion temperature. Tapioca citrate starch of white color with cold maximum water solubility level (100 %) was received under the temperature of 160 °C and with reagent concentration of 0.40 % on starch dry weight (DW). The color of samples received under higher temperatures (170 and 180 °C) became straw-colored as a result of coloring agents formation. The indices of dependence of solubility level of tapioca citrate starch on technology performance data were received. It was determined that the dynamic viscosity of starch paste with the increase of extrusion temperature reduced. The research of carbohydrate composition of tapioca citrate starch showed the presence of glucose, maltose, maltotriose and carbohydrate combinations with high molecular weight. It was found out that the dynamic viscosity of starch paste of the samples at one hour mixing, did not sufficiently changed, i. e. the citrate starch pastes are resistant to mixing. Citrate starch pastes were resistant at storage. They did not separate into layers or reverted during 7 days storage under room temperature. The results of the research were used for the development of standard documentation for tapioca citrate starch production.

Keywords: tapioca starch, extrusion method, citric acid, performance data, citrate starch properties.

Введение. Область применения нативных зерновых и клубневых крахмалов в пищевой промышленности ограничена из-за следующих недостатков: нерастворимости в холодной воде, синерезиса и ретроградации клейстера, низкой стабильности клейстера при перемешивании, длительном хранении и изменении кислотности. Функциональные свойства нативных крахмалов могут быть улучшены путем физической, химической, ферментативной или комбинированной обработки и соответственно расширена область их применения в различных отраслях промышленности. Крахмалы с измененными свойствами относятся к модифицированным крахмалам. В процессе получения модифицированные крахмалы приобретают новые свойства, не присущие нативным крахмалам. Многие модифицированные крахмалы имеют

повышенную устойчивость клейстера к циклам замораживания и оттаивания, ретроградации, сдвигу, повышению температуры, изменению кислотности.

Спрос на модифицированные крахмалы на рынке РФ постоянно растет. Потребность российских потребителей большей частью покрывается импортными поставками [1]. Доля импорта модифицированных крахмалов на внутреннем рынке в 2021 г. составила 63,4%, в 2022 г. – 44 %, в 2023 г. – 36 % от общего объема их потребления.

Увеличение объемов производства и расширение ассортимента модифицированных крахмалов является актуальной задачей для крахмалопаточных предприятий и обеспечения продовольственной безопасности.

Основным сырьем для производства модифицированных крахмалов в РФ является

кукурузный крахмал. В последние годы на российский рынок поступает широкий ассортимент модифицированных крахмалов из Таиланда, Китая, Вьетнама, полученных на основе тапиокового крахмала. Производители пищевой продукции проявляют повышенный интерес как к нативному тапиоковому крахмалу, так и его модификациям. Тапиоковый крахмал образует полупрозрачные высоковязкие клейстеры с капельной консистенцией. Во многих странах его применяют для получения модифицированных крахмалов.

В настоящее время этерификация крахмала является одной из наиболее востребованных химических модификаций в мире для получения широкого ассортимента эфиров крахмала пищевого назначения. В качестве эфиробразующих реагентов широко применяют органические кислоты, в том числе лимонную, уксусную, адипиновую или их ангидриды. Наиболее безопасной из пищевых кислот является лимонная кислота. Комитетом по качеству и безопасности пищевых добавок США (FDA) лимонная кислота внесена в список безопасных пищевых добавок (GRAS). При применении ее в качестве эфиробразующего реагента молекулы двух разных полисахаридов крахмала взаимодействуют с двумя карбоксильными группами одной молекулы лимонной кислоты с образованием сложноэфирных связей [2]. Карбоксильные группы лимонной кислоты образуют прочные поперечные связи с гидроксильными группами молекул крахмала, что предотвращает ретроградацию и расслаивание клейстера цитратного эфира крахмала при хранении и сдвиге [3]. Для получения крахмалоцитратов ученые исследовали разные методы обработки крахмала.

Zhong, C. и др. авторы исследовали процесс получения пищевого рисового крахмалоцитрата с использованием перегретого пара и лимонной кислоты [4].

Kapelko- Żeberska M. и др. авторы использовали метод термокислотной обработки для изучения влияния температуры нагрева и

концентрации лимонной кислоты на изменение свойств картофельного крахмала и картофельного пористого крахмала [5].

Zhao S. и др. авторы оптимизировали процесс производства рисового крахмалоцитрата с применением метода инфракрасного излучения и лимонной кислоты [6].

Исследование Oltramari K. и других авторов было направлено на получение тапиокового крахмалоцитрата методом термокислотной этерификации и его применение в молочных напитках [7].

Kim H. S. и Min S. C. исследовали процесс получения крахмалоцитрата методом холодной плазмы с микроволновым разрядом при обработке нативного кукурузного крахмала, подкисленного лимонной кислотой [8].

Исследован метод одностадийной экструзии для получения рисового крахмалоцитрата с применением лимонной кислоты [9].

В инфракрасных спектрах клубневых и зерновых цитратных крахмалов, полученных разными методами, обнаружены пики при длинах волн в диапазоне 1720... 1735 см⁻¹, что подтверждает образование сложноэфирных связей [8, 9, 10]. Анализ литературы показывает, что цитратные эфиры крахмала пищевого назначения можно получать на основе зерновых и клубневых крахмалов различными методами.

Для расширения ассортимента модифицированных крахмалов отечественного производства проведено исследование технологического процесса получения тапиокового крахмалоцитрата методом термопластичной экструзии.

Цель исследования – разработать технологический режим получения тапиокового крахмалоцитрата с повышенной степенью растворимости в холодной воде и устойчивостью клейстера при сдвиге и хранении.

Для достижения цели определены следующие задачи: исследовать влияние основных технологических параметров (концентрации реагента и температуры экструзии) на физико-химические свойства тапиокового

крахмалоцитрата, определить зависимости показателей степени растворимости тапиокового цитратного крахмала от технологических параметров обработки крахмала, исследовать устойчивость клейстера тапиокового крахмалоцитрата при сдвиге и хранении.

Исследование направлено на расширение сырьевой базы, ассортимента эфиров крахмала пищевого назначения и повышение продовольственной безопасности.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются тапиоковый крахмал и получаемые из него крахмалоцитраты. Тапиоковый крахмал получен по импорту из Таиланда от фирмы «Elamheng tapioca starch industry CO., LTD» и имел следующие показатели качества: цвет – белый; запах – без постороннего запаха; массовая доля влаги – 10,8%; массовая доля золы – 0,11 %; водородный показатель (рН) водного 3 %-ного клейстера – 6,3.

В качестве эфиробразующего реагента выбрана лимонная кислота моногидрат пищевая (ГОСТ 908-2004).

Основные свойства тапиоковых крахмалоцитратов оценивали по следующим методикам: внешний вид и массовую долю влаги – по ГОСТ 7698-93; степень растворимости в холодной воде – рефрактометрическим методом по ГОСТ 6034-2014; динамическую вязкость клейстера – вискозиметрическим методом на вискозиметре Гепплера; углеводный состав водорастворимой фракции крахмала – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на анализаторе углеводов фирмы Vischoff, модель 8120, по ГОСТ 33917-2013.

Образцы тапиокового крахмалоцитрата получали в опытном производстве ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья на экструзионной линии с двухшнековым экструдером марки РЗ-КЭД. Образцы готовили следующим образом: лимонную кислоту растворяли в горячей воде при температуре 55...60 °С и распыляли пульверизатором в крахмал при его непрерывном

перемешивании в смесителе, затем крахмал с реагентом направляли в экструдер. Экструзионную обработку проводили при влажности подкисленного крахмала 24 %, частоте вращения шнеков экструдера 135 об/мин. Производительность экструдера составляла 150 кг/ч. Выпрессовывание экструдата происходило через отверстия в матрице диаметром 4 мм. Полученные образцы экструдата измельчали на лабораторной мельнице, просеивали через сито с размером стороны квадратной ячейки 1 мм и анализировали.

Влияние влажности смеси крахмала с раствором реагентом исследовали в диапазоне 21...25 % при концентрации реагента во всех образцах 0,35 % к массе СВ крахмала и температуре экструзии 160 °С. Влияние концентрации реагента определяли, изменяя ее от 0 до 0,40 % к массе СВ крахмала при температурах экструзии от 140 до 180 °С. Влияние температуры экструзии исследовали в диапазоне 140...180 °С и концентрации реагента 0,30 % к массе СВ крахмала. Стабильность клейстера при сдвиге (перемешивании) исследована на образцах, полученных при температурах 150 и 160 °С и концентрации реагента 0,30 % к массе СВ крахмала. Стабильность клейстера при хранении определяли на образцах, полученных при температурах 140 и 180 °С и концентрации лимонной кислоты 0,35 % к сухой массе крахмала.

Образцы готового продукта исследовали в трехкратной повторности. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы MO Excel 365. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$. Определяли средние значения (M) и отклонения средних значений ($\pm m$).

Результаты и их обсуждение. К важнейшим технологическим параметрам получения тапиокового крахмалоцитрата методом экструзии следует отнести влажность крахмала, поступающего в рабочую камеру экструдера, температуру экструзии и концентрацию

реагента. Изучение влияния этих параметров на физико-химические свойства крахмалоцитрата дает возможность проанализировать химические процессы, протекающие при экструзии крахмала в присутствии лимонной кислоты.

Таблица 1 – Влияние влажности смеси крахмала с реагентом на содержание редуцирующих веществ в тапиоковом крахмалоцитрате и степень растворимости его в холодной воде ($C=0,35\%$; $T=160^{\circ}\text{C}$)

Показатель	Массовая доля влаги в крахмале, %				
	21	22	23	24	25
Содержание редуцирующих веществ, %	2,5±0,2	2,1±0,1	1,7±0,2	1,4±0,1	1,1±0,1
Степень растворимости в холодной воде при 20 °С, %	99±1	96±1	95±1	86±2	81±2

Анализ данных таблицы показывает, что с повышением массовой доли влаги в крахмале от 21 до 25 % показатели содержания редуцирующих веществ и степени растворимости в холодной воде уменьшились соответственно на 1,4 % и 18 %. Следовательно, с повышением влажности крахмала с реагентом уменьшается процесс расщепления молекул полисахаридов крахмала. При экструзии крахмала с массовой долей влаги 21 % наблюдалось сильное вспучивание и выработка неоднородного по размеру экструдата. При этом сила тока в обмотке двигателя возрастала до 115 А и превышала номинальное значение, равное 110 А. При массовой доле влаги крахмала 24...25 % экструдат получался сырым, с большим содержанием склеенных комочков и требовал дополнительного высушивания. Кроме того, измельченные и просеянные образцы были жёсткими.

При исследовании влияния влажности смеси крахмала с реагентом качество тапиокового крахмалоцитрата оценивали по двум показателям: содержанию редуцирующих веществ и степени растворимости в холодной воде (таблица 1).

Экспериментально определено, что влажность тапиокового крахмала, подкисленного раствором лимонной кислоты, на уровне 22...23,0 % является оптимальной для получения тапиокового крахмалоцитрата методом экструзии. При этом процесс экструзии крахмала протекал технологично с получением сухого однородного по размеру экструдата. Сила тока в обмотке двигателя составляла 106...108 А и не превышала номинального значения.

Результаты исследований показали, что с ростом концентрации лимонной кислоты и температуры экструзии степень растворимости крахмалоцитрата повышается и достигает максимального значения (100 %) при температурах 160, 170 и 180 °С и концентрациях лимонной кислоты соответственно 0,40; 0,35 и 0,30 % к массе СВ крахмала (рисунок 1).

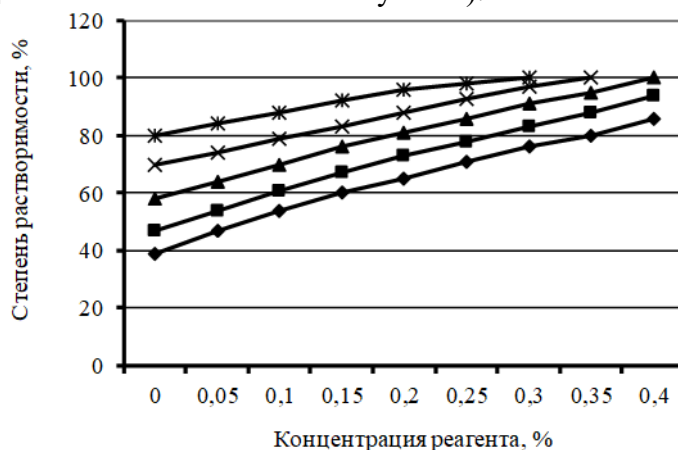


Рисунок 1 – Влияние температуры экструзии и концентрации реагента на степень растворимости тапиокового крахмалоцитрата: ◆ - $T=140^{\circ}\text{C}$; ■ - $T=150^{\circ}\text{C}$; ▲ - $T=160^{\circ}\text{C}$; × - $T=170^{\circ}\text{C}$; ✱ - $T=180^{\circ}\text{C}$

Повышение степени растворимости крахмалоцитрата обусловлено расщеплением гликозидных связей в полисахаридах крахмала под действием лимонной кислоты и высокой температуры, вследствие которого образуются низкомолекулярные полисахариды, растворимые в холодной воде.

Полученные экспериментальные данные обработаны с использованием программы МО «Excel 365» и аппроксимированы следующим уравнением:

$$P = 93,4667 \cdot C + 0,7322 \cdot T - 56,6044 \quad (1)$$

где P – степень растворимости тапиокового крахмалоцитрата, %;

C – концентрации лимонной кислоты, % к сухим веществам тапиокового крахмала;

T – температуры экструзии тапиокового крахмала, °C.

Полученное уравнение определяет взаимосвязь между показателем степени растворимости тапиокового крахмалоцитрата в холодной воде и основными технологическими параметрами процесса экструзии. Коэффициент корреляции данного уравнения (R) равен 0,9775.

Сравнительная характеристика степени растворимости образцов, полученных при разных температурах с лимонной кислотой и без реагента, показана на рисунке 2.

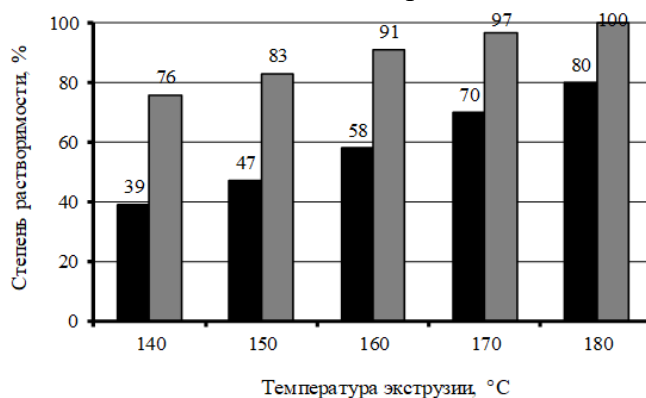


Рисунок 2 – Влияние температуры экструзии на степени растворимости тапиокового крахмалоцитрата (при концентрации реагента) 0,30 % и тапиокового экструзионного крахмала без реагента: ■ - крахмал без реагента; ■ - крахмал с реагентом

С ростом температуры экструзии от 140 до 180 °C повышается степень растворимости образцов тапиокового крахмалоцитрата и тапиокового экструзионного крахмала, полученного без реагента. Однако, показатели степени растворимости образцов крахмалоцитрата значительно выше в сравнение с образцами экструзионного крахмала. Существенная разница в показателях степени растворимости объясняется ускорением процесса расщепления гликозидных связей между мономерами полисахаридов под воздействием высокой температуры и органической кислоты. Например, степень растворимости в холодной воде крахмалоцитрата, полученного при температуре 160 °C, выше в 1,6 раза в сравнение с экструзионным крахмалом, полученным без реагента при той же температуре.

При обработке крахмала методом экструзии в присутствии лимонной кислоты протекают химические процессы, ведущие не только к ослаблению и расщеплению гликозидных связей, но и образованию новых связей при взаимодействии гидроксильных групп полисахаридов с реагентом. Следствием этих процессов является изменение реологических показателей, в том числе динамической вязкости клейстера.

С повышением температуры экструзии от 140 до 180 °C показатели динамической вязкости клейстеров крахмалоцитрата и экструзионного крахмала уменьшилась соответственно в 1,6 и 1,9 раза в результате ускорения деполимеризации молекул амилозы и амилопектина под действием высоких температур экструзии (рисунок 3).

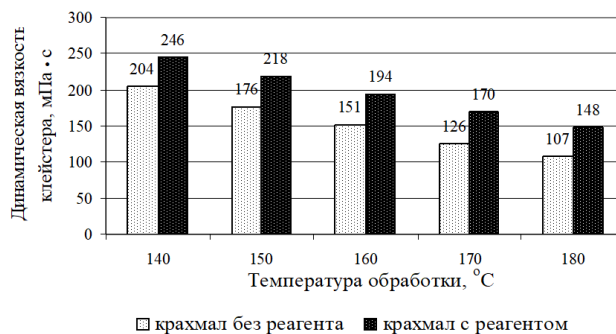


Рисунок 3 – Влияние температуры экструзии на динамическую вязкость клейстера тапиокового крахмалоцитрата при концентрации реагента 0,35 % ■ и тапиокового экструзионного крахмала без реагента □

Однако показатели динамической вязкости тапиокового крахмалоцитрата и тапиокового экструзионного крахмала, изготовленного без реагента, значительно различались. Например, при температурах получения крахмалоцитрата 160 и 170 °C они были выше соответственно в 1,2 и 1,3 раза, что обусловлено образованием цитратного эфира крахмала вследствие реакции этерификации в присутствии лимонной кислоты.

Образование эфиров крахмала основано на способности реакционных гидроксильных групп молекул полисахаридов крахмала вступать в химические реакции с органическими и неорганическими соединениями [10]. Исследования, проведенные Karpelko-Žeberska M. и другими авторами, показали, что при этерификации крахмала с лимонной кислотой образуются только сложные эфиры крахмала. Межмолекулярное сшивание сложноэфирными связями происходит между расщепленными полисахаридами, образующимися при гидролизе крахмала в присутствии лимонной кислоты [5].

В полисахаридах крахмала реакции деполимеризации и этерификации при экструзии крахмала в присутствии лимонной кислоты протекают одновременно.

Исследование углеводного состава тапиокового цитратного крахмала со степенью растворимости в холодной воде 100 % методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на анализаторе углеводов фирмы Bischoff показало присутствие глюкозы, мальтозы, мальтотриозы и высокомолекулярных углеводных соединений.

Определены функциональные свойства клейстера разных образцов тапиокового крахмалоцитрата при механическом воздействии (перемешивании) и хранении.

Выявлено, что показатели динамической вязкости клейстера образцов тапиокового цитратного, изготовленных при температурах 150 и 160 °C и концентрации реагента 0,30 % к массе СВ крахмала, при перемешивании в течение одного часа при комнатной температуре и частоте вращения мешалки 150 об/мин. значительно не изменились (рисунок 4).

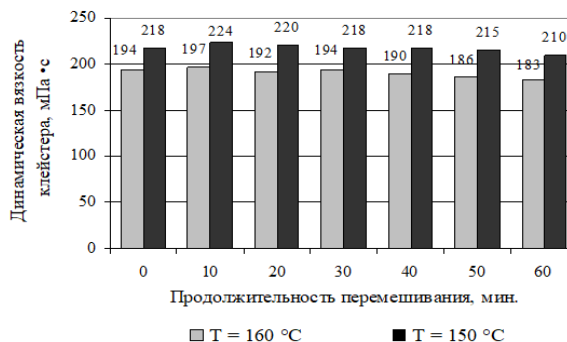


Рисунок 4 – Влияние продолжительности перемешивания клейстера образцов тапиокового крахмалоцитрата, полученных при 150 и 160 °C и концентрации реагента 0,30 %, на показатели динамической вязкости: ■ крахмал без реагента; ■ крахмал с реагентом

Видимых изменений консистенции не наблюдалось. Клейстеры тапиоковых крахмалоцитратов не расслаивались и не разжижались, то есть были устойчивы к перемешиванию.

Исследование на устойчивость клейстера при хранении проведено на образцах тапиокового крахмалоцитрата, полученных при

температурах 140 и 180 °С и концентрации реагента 0,35 % к массе СВ крахмала. Результаты исследований показали, что динамическая вязкость клейстера каждого образца при хранении в течение 7 суток при комнатной температуре практически оставалась на одном и том же уровне (рисунок 5).

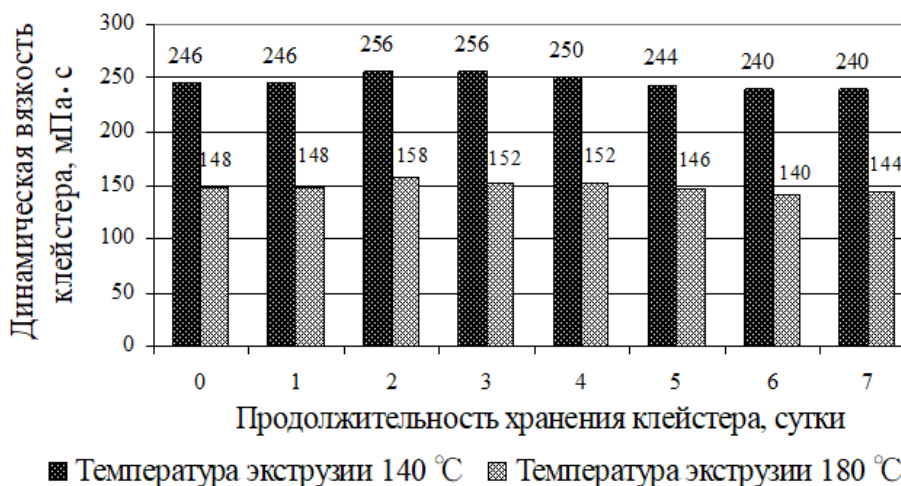


Рисунок 5 – Влияние продолжительности хранения клейстера образцов тапиокового крахмалоцитрата, полученных при 140 °С и 180 °С и концентрации реагента 0,35 %, на показатели динамической вязкости

Клейстеры не расслаивались и не ретроградировали, что свидетельствует об устойчивости их при хранении.

Устойчивость клейстера образцов тапиокового крахмалоцитрата при перемешивании и длительном хранении обусловлена образованием сложноэфирных связей в полисахаридах тапиокового крахмала.

Результаты исследований явились основой для разработки нормативной документации. Разработаны и утверждены технические условия и технологическая инструкция для производства тапиокового крахмалоцитрата в промышленных условиях. Готовый продукт предназначен для применения в пищевой промышленности при производстве концентратов киселей быстрого приготовления, пудингов, напитков, супов, а также в качестве связующего и стабилизирующего компонента в производстве широкого ассортимента кисломолочных напитков и кондитерских изделий.

Организация производства тапиокового крахмалоцитрата методом экструзии на предприятиях крахмалопаточной отрасли позволит расширить ассортимент эфиров крахмала пищевого назначения, увеличить объем их выпуска и повысить импортозамещение.

Выводы. Разработаны научно обоснованные параметры получения тапиокового крахмалоцитрата белого цвета с максимальной растворимостью в холодной воде (100 %) при концентрации лимонной кислоты 0,40 % к сухой массе крахмала, температуре экструзии 160 °С и влажности подкисленного крахмала 24 %.

Определены зависимости степени растворимости тапиокового крахмалоцитрата от концентрации лимонной кислоты и температуры обработки. Показано, что степень растворимости крахмалоцитрата повышается пропорционально росту температуры и концентрации реагента.

Получено уравнение регрессии, позволяющее определить степень растворимости

готового продукта при различных технологических параметрах его получения.

Выявлено, что динамическая вязкость клейстера образцов крахмалоцитратов, изготовленных при температуре 150 и 160 °С и концентрации реагента 0,30 %, при перемешивании в течение одного часа значимо не изменялась, то есть клейстеры цитратных крахмалов устойчивы к перемешиванию.

Определено, что клейстеры цитратных крахмалов, полученных при 140 и 180 °С и концентрации реагента 0,35 %, не расслаивались и не ретроградировали в течение 7 суток хранения при комнатной температуре, а динамическая вязкость клейстера оставалась практически на одном уровне, что свидетельствует о стабильности исследованных клейстеров при хранении.

Литература. 1. Соломина Л.С. Развитие производства нативных и модифицированных крахмалов в крахмалопаточной отрасли / Л.С. Соломина, Н.Д. Лукин, Д.А. Соломин // Пищевая промышленность. – 2021. – № 12. – С. 12–15. DOI: 10.52653/PPI.2021.12. 002

2. Xie X. S. Development and physicochemical characterization of new resistant citrate starch from different corn starches / X. S. Xie, Q. Liu. // *Starch/Staerke*. – 2004. – Vol. 56. – No. 8. – P. 364–370.

3. Ghanbarzaden B. Improving the barrier and mechanical properties of corn starch based edible films: effect of citric acid and carboxymethyl cellulose / B. Ghanbarzaden, H. Almasi, A.A. Entezami. // *Industrial Crops and Products*. – 2011. – Vol. 33. – No. 1. – P. 229–235.

4. Zhong C. Preparation and characterization of rise starch citrates by superheated steam: A new strategy of producing resistant starch / C. Zhong, Y. Xiong, H. Lu, J. Ye, C. Liu // *LWT: Food Science and Technology*. – 2022. – Vol. 154. – No 112890. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112890

5. Kapelko-Żeberska M. Effect of citric acid esterification conditions on the properties of the obtained resistant starch / M. Kapelko-Żeberska, T. Zieba, W. Pietrzak, A. Gryszkin // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2016. – Vol. 51. – No. 7. – P. 1647–1654. DOI: 10.1111/ijfs.13136

6. Zhao S. Optimization processes and functionality of citric acid esterified glutinous rice starch synthesized via infrared radiation / S. Zhao, H. Zhang, Y. Luo, Q. Hu, C. Ding // *Nongye Gongcheng Xuebao / Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. – 2021. – Vol. 37. – No. 10. – P. 261–268. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2021.10.031

7. Oltramari K. Citrate esterified cassava starch: Preparation physicochemical characterization, and application in dairy beverages / K. Oltramari, G. S. Madrona, A. M. Neto, R. de Cassiao Bergamasco, F. F. de Moraes // *Starch/Staerke*. – 2017. – Vol. 69. – No. 11-12. 1700044. DOI: 10.1002/star.201700044

8. Kim H. S. Effects of microwave-discharged cold plasma on synthesis and characteristics of citrate derivatives of corn starch granules / H. S. Kim, S. C. Min // *Food Science and Biotechnology*. – 2017. – Vol. 26. – No. 3. – P. 697–706. DOI: 10.1007/s10068-017-0110-6

9. Jiangping Ye, Shunjing Luo, Ao Huang, Jun Chen at all. Synthesis and characterization of citric acid esterified rise starch by reactive extrusion: A new method of producing resistant starch / Ye Jiangping, Luo Shunjing, Huang Ao, Chen Jun at all // *Food Hydrocolloids*. – 2019. – Vol. 92. – P. 135-142. DOI: org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.064

10. Жушман А. И. Модифицированные крахмалы. – М: Пищепромиздат. – 2007. – 236 с.

УДК 615.1, 664.16

**ГЛЮКОЗА – ВАЖНЕЙШИЙ ПРОДУКТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАЦИИ И НАЦИОНАЛЬНУЮ
БЕЗОПАСНОСТЬ СТРАНЫ**

Хворова Л.С., Андреев Н.Р., Бызов В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Аннотация. Кристаллическая глюкоза является одним из основных продуктов крахмалопаточного производства. Она широко применяется в здравоохранении, медицинской и пищевой промышленности, ветеринарии и других отраслях. Главным направлением использования глюкозы является приготовление инфузионных растворов, которые применяют по жизненным показаниям при больших потерях крови, сердечной недостаточности, различных интоксикациях и патологиях организма. Большая часть растворов потребляется в родильных домах для сохранения здоровья и жизни матери и новорожденного. Потребность в растворах значительно возрастает во время вооруженных конфликтов для спасения жизни раненым бойцам. Кроме растворов в фармацевтике глюкозу применяют для приготовления порошковых лекарственных средств, в качестве наполнителя при таблетировании препаратов, источника сырья для получения сорбита, аскорбиновой кислоты, а также в животноводстве и ветеринарии. В пищевой промышленности глюкозу используют в диетическом и спортивном питании, в производстве кондитерских изделий, приготовлении плодово-ягодных консервов, посоле мясных и рыбных изделий, производстве глюконовой кислоты, полидекстрозы и других сферах отрасли. Обширная область применения глюкозы предъявляет высокие требования к её качеству по минимизации примесей и микробной чистоте. В результате проведённых экспериментов по изучению красящих примесей (КП) в кристаллах установлено, что их количество больше в крупных кристаллах и распределены они в кристаллах неравномерно. Так, в мелких фракциях до 44% КП находится на поверхности кристаллов, внутри их 56%; в кристаллах крупной фракции соотношение КП соответствует 30% и 70%. Очистка ультрафильтрацией и ионообменными смолами, обесцвечивание активированным углём позволяет удалить большую часть примесей из сиропа. Существенно влияют на качество кристаллов процесс кристаллизации и равномерность гранулометрического состава кристаллов. В статье рассматриваются источники и причины включения примесей в кристаллы и предлагаются меры по их снижению и устранению.

Ключевые слова: кристаллическая глюкоза, сферы применения, потребность в растворах, качество глюкозы, примеси.

**GLUCOSE IS THE MOST IMPORTANT STRATEGIC PRODUCT THAT ENSURES THE
PRESERVATION OF THE HEALTH OF THE NATION AND THE NATIONAL
SECURITY OF THE COUNTRY**

Khvorova L.S., Andreev N.R., Bysov V.A.

All-Russian Research Institute of Starch and Processing of Starch-Containing Raw Materials Processing, Branch of the Lorkh Federal Research Center on Potato

Abstract. Crystalline glucose is one of the main products of starch production. It is widely used in healthcare, medical and food industries, veterinary medicine and other industries. The main direction of glucose use is the preparation of infusion solutions, which are used for vital indications in case of large blood losses, heart failure, various intoxications and pathologies of the body. Most of the solutions are consumed in maternity hospitals to preserve the health and life of the mother and newborn. The need for solutions increases significantly during armed conflicts to save the lives of wounded soldiers. In addition to solutions in pharmaceuticals, glucose is used for the preparation of powdered medicines, as a filler for tableting drugs, a source of raw materials for the production of sorbitol, ascorbic acid, as well as in animal husbandry and veterinary medicine. In the food industry, glucose is used in dietary and sports nutrition, in the manufacture of confectionery, the preparation of canned fruits and berries, salting meat and fish products, the production of gluconic acid, polydextrose and other areas of the industry. The extensive field of application of glucose places high demands on its quality in terms of minimizing impurities and microbial purity. As a result of the conducted experiments on the study of coloring impurities (КР) in crystals, it was found that their number is greater in large crystals and they are unevenly distributed in crystals. Thus, in small fractions, up to 44% of КР is on the surface of crystals, 56% inside them; in crystals of a large fraction, the КР ratio corresponds to 30% and 70%. Purification by ultrafiltration and ion exchange resins, discoloration with activated carbon allows you to remove most of the impurities from the syrup. The crystallization process and the uniformity of the crystal granulometric composition significantly affect the crystal quality. The article examines the sources and reasons for the inclusion of impurities in crystals and suggests measures to reduce and eliminate them.

Keywords: crystalline glucose, areas of application, the need for solutions, the quality of glucose, impurities.

Введение. Кристаллическая глюкоза является важнейшим продуктом и лекарственным средством стратегического назначения. Кристаллическую глюкозу в промышленном масштабе вырабатывают в 3-х видах: α -глюкозу гидратную, α -глюкозу ангидридную, β -глюкозу ангидридную. Большой интерес представляет сообщение итальянских учёных о получении нового вида – сольватированной кристаллической, наиболее вероятно гидратной, β -глюкозы из растворителя ацетонитрила [1], так как в других работах [2,3] в результате экспериментов обосновывается, что из смеси воды с ацетонитрилом преимущественно именно вода сольватирует сахара, а не ацетонитрил. Кроме представленных форм наряду с порошковой кристаллической вырабатывают ещё и гранулированную глюкозу для использования при таблетировании вместо плохо сыпучей гидратной глюкозы [4].

Глюкоза широко применяется в здравоохранении, медицинской и пищевой промышленности, ветеринарии и других отраслях.

Главным направлением её использования является приготовление инфузионных растворов, которые применяют по жизненным показаниям при больших потерях крови, сердечной недостаточности, различных интоксикациях и патологиях организма [5]. Потребность российского здравоохранения в растворах находится на уровне 385 млн условных упаковок (флаконы по 450 мл) в год [6]. Большая часть растворов потребляется в родильных домах для сохранения жизни матери и новорожденного. Потребность в растворах значительно возрастает во время вооружённых конфликтов для спасения жизни раненых бойцов. Также в фармацевтике глюкозу используют в составе порошковых и таблеточных лекарственных средств, в качестве источника сырья для получения сорбита [7] аскорбиновой кислоты [8],

В пищевой промышленности глюкозу применяют в диетическом и спортивном питании [9], в производстве кондитерских изделий, приготовлении плодово-ягодных

консервов, посоле мясных и рыбных изделий [10], используют в качестве сырья для получения глюконовой кислоты [11] и полидекстрозы [12, 13].

Глюконовая кислота [11] в природе содержится в овощах, фруктах и различных растениях. В промышленном масштабе её получают из глюкозы ферментативным способом и используют в качестве пищевой добавки E 574 – стабилизатора в фруктовых соках, морсах, порошкообразном желе для самостоятельного приготовления десерта, вводят в состав пекарского порошка в качестве разрыхлителя. Основным потребителем является косметическая отрасль, где добавку E 574 используют в качестве буферного агента, регулятора кислотности, а также консерванта из-за выраженного антибактериального действия в составе шампуней, лосьонов, очищающих пенек и других косметических средств. Полидекстроза, благодаря низкой калорийности, пребиотическому эффекту и многофункциональной активности завоевала широкую сферу использования в пищевой промышленности в качестве добавки при изготовлении продуктов питания и непосредственном употреблении в пищу. Многочисленные исследования показали её полную безопасность для организма при употреблении в пищу [13].

В ветеринарии глюкозу в виде инфузионных растворов применяют для лечения животных от различных заболеваний, связанных с интоксикациями, травмами, кровотечениями [14]. В животноводстве глюкозу добавляют в поило новорожденному молодняку при диарее, используют при искусственном осеменении и консервировании спермы животных. Добавка в качестве наполнителя глюкозы улучшала подвижные характеристики спермы жеребцов при длительном хранении [15]. Интересные результаты по использованию глюкозы в кролиководстве в тропических условиях Египта приводятся в статье [16]. Добавка кроликам в питьевую воду по 5 г глюкозы на литр улучшала их репродуктивные функции: значительно увеличивало

размер помёта при рождении и отлучении от груди, суточный прирост детёнышей и молочную продуктивность самок. Существенную выгоду от использования глюкозы в животноводстве при добавке 150 г глюкозы в день в корм коровам и бычкам получают повышение удоя молока на 2,5 л в день и прирост 20 % мяса за сезон [17]. При этом баланс затрат и прибыли характеризуется соотношением 1:10. Практический интерес представляет использование глюкозы в птицеводстве [18,19,20]. Авторы [18] установили, что инъекции глюкозы и декстрина в амнион эмбриона на 18-е сутки инкубации способствуют усилению процессов гликолиза, необходимого для получения энергии в период гипоксии. Эмбрионы корневых корней характеризуются высокой скоростью роста, быстрее используют глюкозу для нужд экономики, а также обладают более высокой активностью фермента α -амилазы в крови.

С точки зрения ускоренной технологии и широкой сферы применения в медицине, пищевой промышленности, ветеринарии представляет интерес кристаллический глюкозный продукт с хлоридом натрия – $(C_6H_{12}O_6)_2NaCl$ [18]. Не менее полезным является представленный китайскими учёными в сообщении в 2020 году кристаллический глюкозный продукт с хлоридом калия – $KCl \cdot 2C_6H_{12}O_6$ [19].

В связи с широкой сферой использования глюкозы к её качеству предъявляются высокие требования по минимизации примесей и микробной чистоте, представленные в Национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р 70295-2022 «Глюкоза кристаллическая», введённом с 01.03.2023 г. Главной особенностью документа является впервые представленная в нём (наряду с гидратной) ангидридная глюкоза [20].

В статье рассматриваются источники и причины включения примесей в кристаллы и предлагаются меры по их снижению и устранению. Проводимые научные исследования по совершенствованию технологии каждой

стадии направлены на ускорение процессов и улучшение качества глюкозы.

Объекты исследований, методы и приборы. Объектами исследований были глюкоза кристаллическая, вырабатываемая кислотным и ферментативным способами гидролиза крахмала, фармакопейная глюкоза, активные угли отечественного и импортного производства. Углеводный состав сиропов определяли углеводным анализатором (ВГЖХ) фирмы «BISHOFF» и химическими методами (методы Лейна – Эйнона и Зихерта – Блейера); протеин - методом Кьельдаля на приборе В-324 фирмы BUCHI; содержание жира по методу Сокслета; определение гранулометрического состава кристаллов проводили микроскопами Leica DMLM; удельное вращение измеряли поляриметром Polartronic NH8 фирмы «SCHMIDT + HAENSCH»; оптическую плотность растворов измеряли спектрофотометром СФ-44 и фотоколориметром ФЭК-56; содержание золы определяли по методу сжигания образцов глюкозы в муфельной печи.

Результаты исследований и их обсуждение. Кристаллическую глюкозу вырабатывают из кукурузного или других видов крахмала. С помощью кислоты и ферментов крахмальную суспензию подвергают гидролизу с расщеплением молекулы крахмала до глюкозы. Полученные растворы фильтруют, очищают адсорбентами, концентрируют выпариванием воды под вакуумом, затем сироп подвергают кристаллизации; полученные кристаллы отделяют от маточного раствора центрифугированием, высушивают и упаковывают.

На стадиях производства источниками примесей в сиропе являются вода, примеси крахмала, применяемые катализаторы, реагенты и условия гидролиза, адсорбенты на стадиях очистки, способы выпаривания, кристаллизации и центрифугирования. Глюкоза является восстанавливающим сахаром, поэтому для неё характерна реакция

потемнения Майяра. При росте кристаллов происходит включение отдельных молекул примесей из межкристалльного раствора в кристаллическую решетку (инклюзия) или механическое включение межкристалльного раствора в трещины кристалла, зарастающие позже глюкозой (окклюзия), в результате чего снижается чистота готового продукта. Примеси затрудняют осаждение молекул глюкозы на поверхности кристаллов, снижая скорость кристаллизации [21], а в случае влияния их на межфазное натяжение сиропов примеси могут оказывать ингибирующее или ускоряющее воздействие на рост кристаллов. При этом примеси, повышающие межфазное натяжение растворов, тормозят рост кристаллов, и, наоборот, примеси, понижающие межфазное натяжение, ускоряет их рост [22].

В связи с вышесказанным, исследования по изучению примесей и их миграции в кристаллы являются актуальными. При этом в опытах в качестве примесей, как наиболее показательных, мы исследовали красящие вещества, которые контролировали по оптической плотности растворов [23].

Исследование распределения примесей в кристаллах глюкозы. Исходным материалом для исследований служили два наиболее информативных по количеству и составу примесей образца пищевой кристаллической глюкозы, полученных кислотным способом. Оба образца были последовательно рассеяны на 3 фракции (табл. 1). Из таблицы следует, что гранулометрический трех размерных фракций кристаллов в % составляет: мелкой 47-48, средней 36-37, крупной 14,5-16,5.

У всех фракций кристаллов определена оптическая плотность растворов (табл. 2) и распределение красящих веществ по глубине кристаллов. Из таблицы следует, что с увеличением размера кристаллов оптическая плотность их растворов возрастает. Это указывает на присутствие примесей в кристаллах.

Таблица 1 – Гранулометрический состав кристаллов глюкозы

Наименование образцов	Масса глюкозы, г	Гранулометрический состав кристаллов по размерам, %		
		> 0,25 мм	0,25-0,11 мм	< 0,11 мм
Глюкоза 1	495	16,95	36,17	46,88
Глюкоза 2	539	14,43	37,20	48,37

Таблица 2 – Показатели оптической плотности растворов кристаллов разных размерных фракций

Длины волн, нм	Оптическая плотность растворов, ед.					
	Образец 1			Образец 2		
	>0,25 мм	0,25-0,11 мм	< 0,11 мм	>0,25 мм	0,25-0,11 мм	< 0,11 мм
220	0,78	0,72	0,70	0,53	0,46	0,38
260	0,52	0,43	0,42	0,29	0,25	0,22
280	0,59	0,48	0,48	0,30	0,26	0,23
405	0,18	0,12	0,11	0,07	0,05	0,04
ФЭК-56	0,16	0,11	0,09	0,05	0,04	0,04

Ниже приводятся данные исследований по определению содержания и распределения красящих веществ по глубине кристалла. При проведении опытов навеску 20 г кристаллов глюкозы сначала последовательно, 5-6 раз аффинировали насыщенным раствором фармакопейной глюкозы, а затем аффинированные кристаллы подвергали последовательному фракционному растворению (5-6 раз) ненасыщенным раствором той же фармакопейной глюкозы. Отобранные пробы растворов: исходные и получаемые в результате аффинаций и растворов кристаллов анализировали по показателям содержания сухих веществ и оптической плотности.

На рис. 1 представлены кривые оптической плотности растворов при различных

длинах спектра (220-720 нм) спектрофотометра СФ-44 для мелкой и крупной фракций глюкозы. Исследования показали, что у мелкой фракции кристаллов до 44 % красящих веществ сосредоточено в наружной пленке на поверхности кристаллов, внутри кристаллической решетки включено 56 % красящих веществ, в крупной фракции это соотношение распределяется как 30% и 70 %. Рисунки демонстрируют идентичный характер кривых для всех фракций аффинаций и растворов глюкозы, показывающих одинаковую физико-химическую природу красящих веществ по объему кристалла. На всех кривых выделяется максимальный пик при длине волны около 280 нм, соответствующий 5-оксиметилфурфуролу [24].

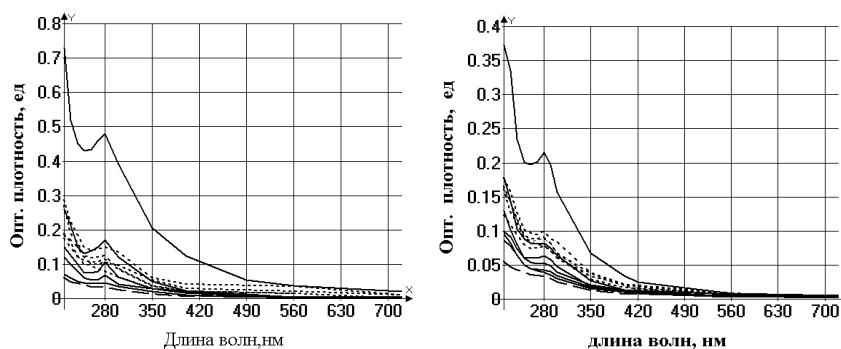


Рисунок 1 – Оптическая плотность растворов крупной (слева) и мелкой фракций кристаллов (справа): — растворы аффинаций, - - - растворы от растворения, — — — раствор фармакопейной глюкозы

Распределение красящих веществ по глубине кристалла представлено на рис. 2а, б.

Из рисунка 2-а, показательного для примесей, извлекаемых при аффинациях, видно, что для всех аффинаций характерно убывание примесей в растворах по мере возрастания количества промывок кристаллов насыщенным глюкозным раствором и становится минимальным при последней, 6-ой аффинации. Оптическая плотность растворов для фракций растворов, характеризующая распределение красящих веществ внутри кристаллов, представлена на рисунке 2б. По характеру кривых обнаруживается неравномерное распределение примесей по глубине кристаллов. Оптическая плотность от первой к последующим фракциям растворения кристаллов

постепенно возрастает, а для последних фракций с пятой по седьмую убывает. Это свидетельствует о неравномерном распределении примесей по глубине кристаллов и объясняется способом затравки и режимом кристаллизации, при которых затравочные кристаллы используются многократно на протяжении многих циклов в условиях переменной цветности межкристалльного раствора, послойно адсорбируя различное количество примесей, а режим кристаллизации предусматривает истощение межкристалльного раствора по глюкозе от начала к концу кристаллизации, что приводит к относительному возрастанию красящих веществ в нём и неравномерному накоплению примесей.

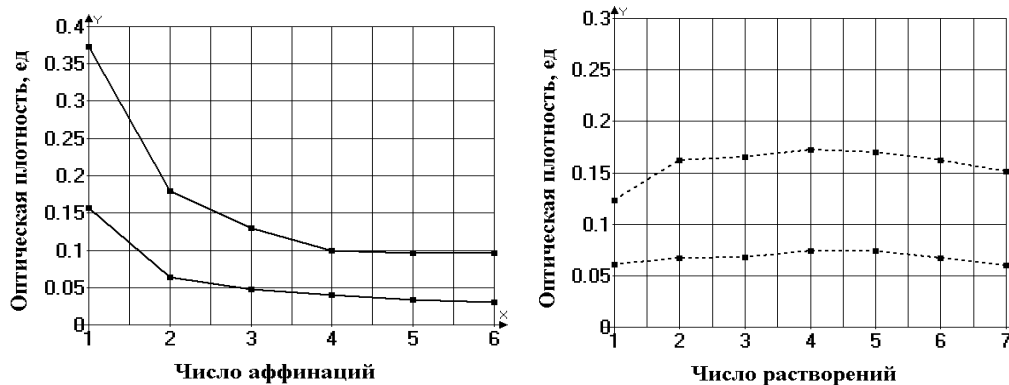


Рисунок 2 – Оптическая плотность растворов глюкозы, полученных при последовательных аффинациях (а) и растворениях (б) кристаллов, в интервале длин волн светофильтра 220,400 нм

Кроме того, среди затравочных кристаллов часть их представляет собой конгломераты сросшихся по несколько штук кристаллов, прихвативших в точках и гранях соприкосновения межкристалльный раствор с примесями. Примеси в кристаллах закрепляются в результате инклюзии (минералы К, Na, Cl и др.) и окклюзии (красящие вещества).

Гидролиз крахмала. Для улучшения качества глюкозы проводятся работы по совершенствованию её технологии. Прежде всего большое внимание уделяют качеству и условиям гидролиза крахмала. От качества крахмала (содержание белка не более 0,3 %) и условий его гидролиза (применяемых катализаторов и температуры) в значительной

мере зависит полнота расщепления крахмала до глюкозы, соответствующее содержание примесей в виде продуктов неполного гидролиза крахмала и продуктов реакций, сопутствующих гидролизу, особенно красящих веществ, которые в значительной мере замедляют процесс кристаллизации, а получаемые кристаллы являются хрупкими [25].

В таблице 3 представлены физико-химические показатели качества сиропов при различных способах гидролиза крахмала.

По представленным данным можно проследить, как степень гидролиза крахмала, характеризующаяся величиной глюкозного эквивалента (ГЭ) сиропа, и количество примесей зависит от применяемых катализаторов.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества сиропов

Показатели, содержание, % по массе СВ	Способы получения сиропов			
	кислотный	кислотно-ферментативный	ферментативный	растворение глюкозы
ГЭ	90-91	94-95	97-98	99,5
глюкозы	86	93	95-96,5	99
зола	1,6	0,4	0,2	0,05
протеина	0,08	0,08	0,1	0,03
оксиметилфурфуrolа	0,3	0,008	0,003	следы
NaCl	0,8	0,25	-	-
цветность, ед. опт. пл.	2,5	0,6	0,3	0,06

При кислотном гидролизе получают сиропы с ГЭ 90-91 %, низким - 86 % содержанием глюкозы, высоким содержанием продуктов неполного гидролиза крахмала и высокой цветностью растворов. Сравнительно низкое качество сиропов характеризуется достаточно высоким содержанием золы, протеина, оксиметилфурфуrolа и высокой цветностью сиропов. При кислотно-ферментативном гидролизе крахмала применение кислоты на стадии разжижения крахмала и ферментов на стадии осахаривания позволяют значительно повысить ГЭ сиропа, соответственно понизить содержание примесей в нем и его цветность. Самого глубокого расщепления крахмала достигают с применением ферментов на обеих стадиях гидролиза крахмала: α -амилазы на стадии разжижения и глюкоамилазы на стадии осахаривания. При этом содержание глюкозы в сиропах возрастает до 96-97 %, резко понижается содержание примесей и цветность сиропов. Ещё более глубокому расщеплению молекулы крахмала (до содержания глюкозы 97-98 %) способствует применение фермента пуллулазы [26].

Таблица 4 – Показатели качества углей

Наименование показателей	Марки активных углей			
	CG-4	Gn-A3	Cx	OY-B
Адсорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г	332,5	332,0	366	220
Адсорбционная активность по мелассе, %	108,22	107,5	113	77
Массовая доля золы общей, %	4,50	4,86	4,32	7,8
Массовая доля влаги, %	10,46	7,47	7,14	16,15
РН водной вытяжки	3,8	4,43	5,5	4,6
Массовая доля водорастворимой золы, %	0,4	0,01	0,25	1,0

Далее полученный гидролизат фильтруют для освобождения от взвешенных примесей на вакуум-фильтрах с применением фильтрующих порошков или через мембраны с диаметром пор 50 нм под давлением, выпаривают под вакуумом, осветляют активированным углем.

Очистка сиропов активированным углём. Активированный уголь - это аморфная форма углерода, которая подвергается специальной активации для обеспечения высокой адсорбционной способности, обусловленной большой площадью поверхности (500-1500 м²/г) из-за высокой внутренней пористости [27].

Активированный уголь для осветления глюкозных сиропов необходимо тщательно выбирать. С этой целью мы проанализировали порошкообразные активные угли ОУ-Б (Россия), CG-4 (Голландия), Gn-A3 (Германия), Cx (Франция). Главными критериями оценки их качества служили: адсорбционная способность, рН водной вытяжки, содержание водорастворимой золы. Полученные данные представлены в таблице 4.

Данные таблицы показывают, что угли всех марок имели высокую адсорбционную активность по мелассе, метиленовому голубому; рН в пределах 3,8-5,5; содержание водорастворимой золы в них сильно варьировалось от 0,01 до 1 %.

Испытания углей на очистке сиропов проводили при их дозировках 1,3,5 и 7 % к массе сухих веществ сиропа. Обесцвечивание проводили при температуре 70 °С и продолжительности контакта угля с продуктом при перемешивании в течение 30 мин. Степень очистки контролировали по изменению

величины показателей сиропов: рН, эффекта обесцвечивания, удельного вращения $[\alpha]^{20}_D$, а также содержания сухих веществ, белка, золы и глюкозы в них. Результаты опытов представлены в табл.5.

Из таблицы видно, что при контакте сиропа с углём происходило не только осветление сиропа, но и его деминерализация. Проведенные исследования показали, что для полного обесцвечивания сиропа и деминерализации дозировка активированного угля должна составлять около 7 % по СВ сиропа.

Таблица 5 – Эффективность использования активных углей для очистки глюкозных сиропов

Дозировка угля, % по СВ сиропа	Эффект обесцвечивания, %	$[\alpha]^{20}_D$, град.	рН	СВ, %	Содержание, % по СВ сиропа		
					белка	золы	глюкозы
Исходный сироп		56,6	5,1	34,2	0,31	0,26	95,8
Уголь СГ-4 (Голландия)							
5	97,82	53,86	3,0	34,4	0,1	0,1	96,7
7	100	53,3	2,7	34,3	0,06	0,04	97,6
Уголь Gп-А3 (Германия)							
5	98,56	53,66	4,77	34,6	0,12	0,12	96,6
7	100	52,79	4,56	33,6	0,08	0,06	97,3
Уголь СХ (Франция)							
7	100	52,85	5,03	34,2	0,07	0,06	97,5
Уголь ОУ-Б							
7	98,96	-	5,5	-	-	0,3	-

В опытах с использованием угля ОУ-Б обесцвечивание сиропов происходило удовлетворительно с удалением до 98 % красящих веществ, однако деминерализации не только не происходило, а, наоборот, содержание золы в сиропе возрастало за счет экстрагирования минеральных веществ из угля. Лучшие результаты по очистке сиропов получены с использованием угля GN-A3, содержащего наименьшее количество водорастворимых минеральных веществ (табл.4); при его испытаниях наблюдался высокий эффект обесцвечивания, не изменялся рН сиропов, уменьшалось содержание золы в сиропах. Эффективность очистки сиропов от углеводных примесей подтверждается снижением удельного вращения сиропов от +56,6⁰ до +52,79⁰.

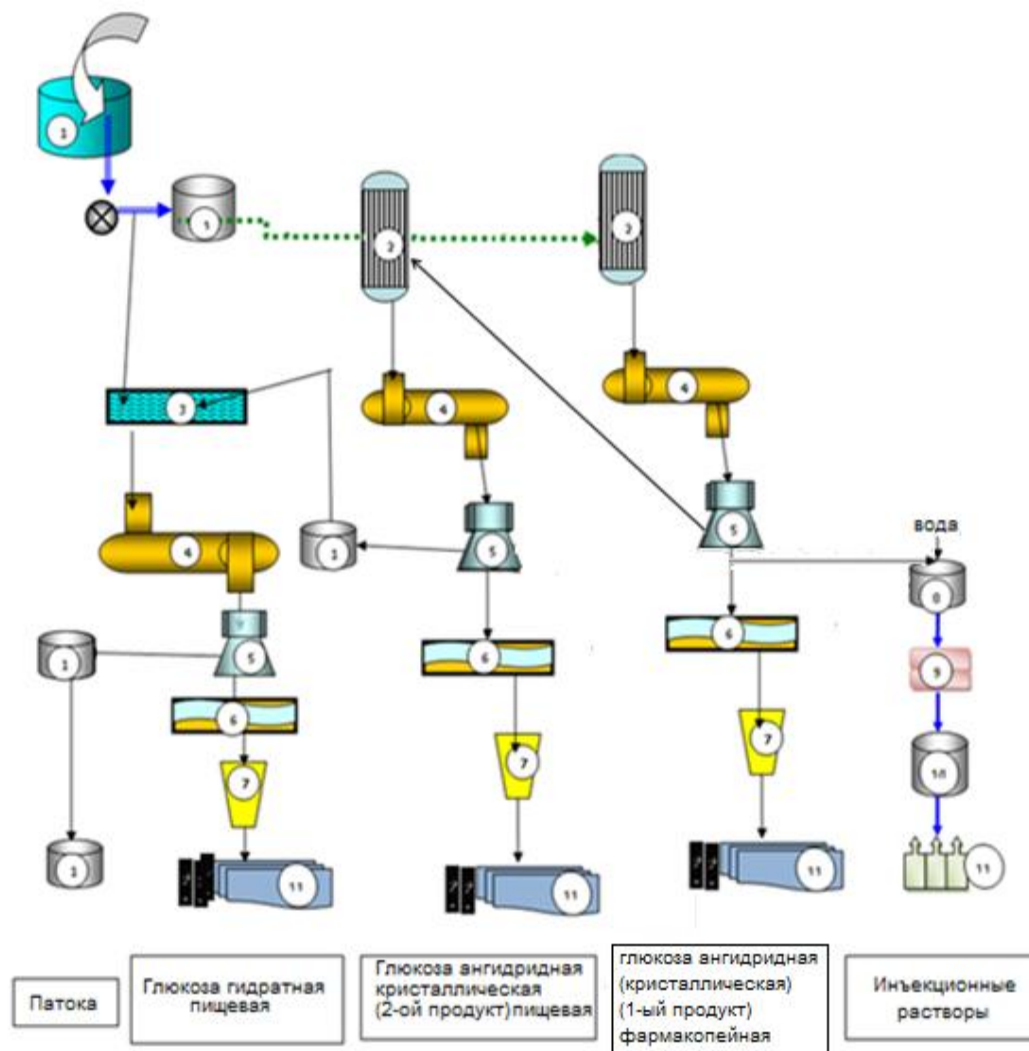
Эффективнее обесцвечивание сиропов активированным углём происходит совместно с ферментом глюкозооксидазой [28]. Высокие расходы активированного угля для глубокой очистки сиропов удорожает себестоимость продукции. Наряду с активированными углями высокий эффект очистки глюкозных сиропов от примесей достигается с помощью ионообменных смол [29] и ионообменных мембран [30], не требующих восстановления и регенерации водой и кислотным раствором по сравнению с ионообменными смолами.

Кристаллизация глюкозы. Глюкозное производство характеризуется самым сложным и продолжительным циклом в крахмалопаточной промышленности. Оно включает целый комплекс последовательных операций

и процессов, которые необходимо осуществить в оптимальном режиме, чтобы получить максимальный выход глюкозы из крахмала при высоком её качестве.

На рисунке 3 представлена рациональная технологическая схема продуктового

отделения глюкозного предприятия, включающая линии получения ангидридной и гидратной глюкозы, зелёной патоки и инфузионных растворов.



Наименование оборудования: 1 – сборники продуктов, 2 – вакуум-аппарат, 3 – кристаллизатор, 4 – утфелерадistributor, 5 – центрифуга, 6 – сушилка, 7 – бункер охлаждения, 8 – реактор приготовления растворов, 9 – фильтр, 10 – стерилизатор, 11 – расфасовка.

Рисунок 3 – Технологическая схема продуктового отделения с трёх-стадийной кристаллизацией и получением глюкозы: ангидридной – 2 продукта, гидратной – 1 продукт, а также зелёной патоки и инфузионных растворов

Наиболее сложным в схеме является многофакторный процесс кристаллизации глюкозы, который выполняет важнейшие функции выделения кристаллов из раствора, очистку их от примесей, оставляя их в маточном растворе, и создание готового кристаллического продукта с заданными свойствами. Форма кристаллов и условия кристаллизации ангидридной и гидратной глюкозы

существенно различаются. Скорость кристаллизации ангидридной глюкозы значительно выше и её процесс осуществляется в изотермических условиях при уваривании утфелей в вакуум-аппарате или в политермических условиях при кристаллизации охлаждением в горизонтальном или вертикальном кристаллизаторах. Кристаллизация гидратной глюкозы осуществляется в политермических

условиях периодическим способом в горизонтальном кристаллизаторе или непрерывным способом в вертикальном аппарате.

Кристаллизация ангидридной глюкозы. Ангидридная глюкоза быстро кристаллизуется из сиропов высокой доброкачественности с ГЭ 94-98 %. Процесс кристаллизации проводят в изотермических и политермических условиях. Наиболее благоприятным является режим кристаллизации в изотермических условиях [31]. Процесс кристаллизации проводят при уваривании утфеля в вакуум-аппарате с подкачками жидкого сиропа. Нуклеация кристаллов происходит в течение 5 мин при незначительном количестве затравки 10–15 г. на тонну сиропа. Нарращивание зародышей проходит также с высокой скоростью, в течение 6-7 ч для сиропов с ГЭ 98 % и 10 ч для сиропов с ГЭ 96 %. Температура кристаллизации 70-75 °С и высокая скорость кристаллизации исключают инфицирование продукта плесневыми грибами и дрожжами, обеспечивают высокий выход глюкозы с высокой микробиологической чистотой, что особенно важно при использовании её для приготовления инфузионных растворов.

При проведении кристаллизации ангидридной глюкозы в политермических условиях с охлаждением утфеля в горизонтальном кристаллизаторе, усложнение процесса наблюдается из-за продолжительной стадии нуклеации, приводящей к неравномерности кристаллов. Улучшению гранулометрического состава и равномерности кристаллов способствует проведение процесса кристаллизации непрерывным способом в вертикальном кристаллизаторе [32]. Кристаллизатор при диаметре около 3 м имеет высоту 10-15 м, разделенную на секции с змеевиковой поверхностью теплообмена. При кристаллизации в нем, в качестве затравочного используют утфель, отбираемый на уровне 1/3 высоты от верха кристаллизатора и перекачиваемый в верхнюю часть кристаллизатора для смешивания с заливаемым сиропом. Затравочный утфель имеет равномерные кристаллы и

межкристальный раствор с высоким глюкозным эквивалентом (ГЭ), близким к сиропу. Устройство поверхности теплообмена в нем в виде змеевиков, расположенных по секциям, выполняющих и роль мешалки с осциллирующим движением по вертикали являются более рациональными, минимизируют образование вторичных кристаллов и обеспечивают их равномерность.

Для ускорения нуклеации зародышей нами предложен способ нуклеации зародышей в выпарном аппарате одновременно с выпариванием сиропа с последующей выгрузкой обогащенного кристаллами сиропа в кристаллизатор для дальнейшего наращивания кристаллов при охлаждении утфеля. Благодаря такому способу совмещения выпаривания сиропа с «заходкой» кристаллов уменьшается продолжительность кристаллизации и улучшается однородность кристаллов [33]. При этом способе длительность кристаллизации сокращается на 4 ч, возрастает равномерность кристаллов, их чистота и выход.

Другим оригинальным способом интенсификации нуклеации кристаллов, ускорения процесса кристаллизации и улучшения однородности кристаллов является применение для затравки гидратных кристаллов, смоченных одним из абсолютных алифатических спиртов [34]. При смешивании с сиропом эти кристаллы практически мгновенно распадаются на мельчайшие частицы (1-5мкм), становятся центрами кристаллизации и быстро начинают расти в виде ангидридной глюкозы. При этом потребная масса затравки для обеспечения сиропа полным количеством центров кристаллизации снижается в десятки раз, улучшается гранулометрический состав кристаллов и отделение, и отмывка межкристального раствора с их поверхности.

Ангидридная глюкоза по технологии, качеству, применению является эффективным продуктом глюкозного производства, с высокой рентабельностью, которую можно

повысить при организации производства инфузионных растворов в условиях глюкозного производства [35]. При этом для приготовления инфузионных растворов целесообразно использовать сырую глюкозу из центрифуг из линии ангидридной глюкозы первого продукта, которая имеет самую высокую чистоту, является практически стерильной и относится к фармакопейному стандарту. Включение линии производства инфузионных растворов в технологическую схему глюкозного производства обеспечит высокую прибыль крахмалопаточным предприятиям, т.к. фармакопейная продукция имеет более высокую цену в сравнении с пищевой.

Кристаллизация гидратной глюкозы.

Процесс кристаллизации проводится периодическим способом в горизонтальных кристаллизаторах и непрерывным способом в вертикальных кристаллизаторах. При кристаллизации глюкозы в горизонтальном кристаллизаторе охлаждение утфелей проводят от 45 до 28°C в течение 48–72 ч в зависимости от ГЭ (глюкозного эквивалента) сиропов.

Кристаллизация гидратной глюкозы в вертикальных кристаллизаторах [36] обладает рядом преимуществ по сравнению с периодическим способом. Для 3-ей кристаллизации глюкозы (в гидратной форме) из сиропа, представляющего собой межкристальный оттек от второго продукта ангидридной глюкозы, с ГЭ 91-92 % с низкой скоростью процесса потребуется вертикальный кристаллизатор фирмы ВМА с полезным объемом 100 м³ с диаметром 3 м, высотой 15 м. Охлаждение утфеля от 45 до 30°C проводят охлаждающей водой через поверхность теплообмена, представляющую собой змеевиковые трубчатые устройства, расположенные друг над другом на одинаковом расстоянии, условно разделяя аппарат по высоте на 8 секций. Температура охлаждающей воды в каждой секции теплообмена отличается от соседней на 2°C, снижаясь сверху вниз. Эти же теплообменные устройства выполняют и функцию мешальных механизмов, совершающих

осциллирующие, перемешивающие утфель, движения в вертикальной плоскости (вверх-вниз) с периодом 30 сек. Главным условием успешной кристаллизации наряду с оптимальным пересыщением является дозировка затравочных кристаллов в сироп. Для этого затравочный утфель отбирают из кристаллизатора на уровне 1/3 по высоте кристаллизатора и рециркулируют на себя вверх аппарата одновременно с подачей сиропа. Кроме того, для обеспечения новых порций сиропа затравочными кристаллами сироп смешивают с утфелем из кристаллизатора или с добавленной кристаллической глюкозой в специально установленном для этой цели сборнике с мешалкой и подогревом. Объем сборника должен быть не менее 5 м³, чтобы иметь возможность обеспечивать процесс затравкой не только в установившемся режиме работы кристаллизатора, но и в момент пуска порожнего кристаллизатора, когда потребность в затравке возрастает. Готовый утфель из кристаллизатора для подачи на центрифугирование отбирают непрерывно в утфелераспределитель перед центрифугой. Содержание кристаллической массы в утфеле должно быть не менее 45%, которое необходимо контролировать.

Выводы. Кристаллическая глюкоза, благодаря широкому применению в медицине, пищевой промышленности, косметологии, ветеринарии и животноводстве, относится к продуктам и лекарствам стратегического назначения. К её качеству предъявляются высокие требования, представленные в Национальном стандарте РФ ГОСТ Р 70295-2022 «Глюкоза кристаллическая», введённом с 01.03.2023 г. В документе впервые представлена наряду с гидратной ангидридная глюкоза. Кристаллическую глюкозу вырабатывают на крахмалопаточных предприятиях, а вопросы научного обеспечения отрасли решает ВНИИК. При разработке новых технологий главное внимание уделяется качеству глюкозы. Исследование источников примесей в сиропах на стадиях глюкозного

производства показывает их возможное попадание в сироп как из крахмала и вспомогательных материалов, так и из-за образования дополнительных примесей в результате нежелательных сопутствующих реакций. В проведенных опытах показана миграция примесей в виде красящих веществ (КП) из сиропа в кристаллы. Установлено, что их количество больше в крупных кристаллах и распределены они по объему кристаллов неравномерно. Так в мелких фракциях до 44 % КП находится на поверхности кристаллов,

внутри их 56 %; в кристаллах крупной фракции соотношение КП соответствует 30% и 70 %. Из полученных данных следует, что для повышения чистоты кристаллов необходимы тщательная очистка сиропов и рациональные условия кристаллизации и центрифугирования утфелей. Проанализированы современные адсорбенты и методы очистки, предложена рациональная технологическая схема кристаллизации и аппараты для её исполнения.

Литература. 1. L. Sironi, S. Rizzato, I. Lo Presti. Crystallization screening and theoretical studies on molecular recognition of d-glucose molecules / Conference: Italian Crystal Growth. december 16-17 nel 2021. DOI:10.13140/RG.2.2.32621.87520

2. Saielli G, Bagno A. Preferential solvation of glucose and talose in water-acetonitrile mixtures: a molecular dynamics simulation study. Phys Chem Chem Phys. 2010 Mar 28;12(12):2981-8. doi: 10.1039/b922550a. Epub 2010 Feb 3. PMID: 20449390.

3. Imre Bakó, László Pusztai, Szilvia Pothoczki Outstanding Properties of the Hydration Shell around β -d-Glucose: A computational Study ACS Omega 2024. 25;9(18):20331-20337. DOI: 10.1021/acsomega.4c00798

4. Petra Záhonyi, Edina Szabó, András Domokos, Anna Haraszti, Martin Gyürkés, Erzsébet Moharos, Zsombor K. Nagy. Continuous integrated production of glucose granules with enhanced flowability and tabletability. International Journal of Pharmaceutics 2022. V. 626, 15 October 122197

5. Государственная фармакопея Российской Федерации, IVX изд., 2018 г

6. Булатов А.Е. Перспективы развития производства инфузионных растворов на территории Российской Федерации, Автореферат дисс... канд. фарм. наук, С.-Пб, 2013

7. Xiaorui Yang, Xiaotong Li, Jing Zhao, Jinhua Liang, and Jianliang Zhu. Production of Sorbitol via Hydrogenation of Glucose over Ruthenium Coordinated with Amino Styrene-co-maleic Anhydride Polymer Encapsulated on Activated Carbon (Ru/ASMA@AC) Catalyst. Molecules. 2023; 28(12): 4830. doi: 10.3390/molecules28124830

8. Francesca Susa and Roberto Pisano. Advances in Ascorbic Acid (Vitamin C) Manufacturing: Green Extraction Techniques from Natural Sources. Processes 2023, 11(11), 3167; <https://doi.org/10.3390/pr11113167>

9. Кулиненко О.С., Лапшин И.А. Биохимия в практике спорта, 3-е изд., – М: Спорт, 2022. 172 с.

10. Juarez Ceballos, Monica. Effect of protein and lipid oxidation in the changes of color in salted and dried herring and klippfish NTNU Open. 2012

11. Yan Ma, Bing Li, Xinyue Zhang, Chao Wang, Wei Chen. Production of Gluconic Acid and Its Derivatives by Microbial Fermentation: Process Improvement Based on Integrated Routes. Front. Bioeng. Biotechnol. 2022 V. 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.864787>.

12. D. Mafra, B.A. Baptista, E. Sahiun, S. Abuznada, V.O. Leal, N.A. Borges. May polydextrose potentially improve gut health in patients with chronic kidney disease? Narrative review. 2022. V. 51. P7-16

13. Maged Younes, Gabriele Aquilina, Laurence Castle, Karl-Heinz Engel, Show 27 more. Re-evaluation of polydextrose (E 1200) as a food additive. *EFSA Journal*. 2021. V.19. No1. P.e06363 стр. 125
14. Пламб Дональд К. Фармакологические препараты в ветеринарной медицине. М: Аквариум-Принт, 2016. 1060 с.
15. Camilo Hernández-Avilés, Charles C Love, Rosanna Serafini, Luisa Ramírez-Agámez, Macy Friedrich, Sharmila Ghosh, Sheila R Teague, Katrina A LaCaze, Steven P Brinsko, Dickson D Varner Effects of glucose concentration in semen extender and storage temperature on stallion sperm quality following long-term cooled storage *Theriogenology*. 2020 Apr 15:147:1-9. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.02.007.
16. Y.A. Attia, A.E. Abd El-Hamid, F. Bovera and M.I. El-Sayed. Reproductive and productive performance of rabbit does submitted to an oral glucose supplementation. *Animal* (2009), 3:10, pp 1401–1407 & *The Animal Consortium* 2009 doi:10.1017/S1751731109990383.
17. Liu H, Zhao K, Liu J. Effects of Glucose Availability on Expression of the Key Genes Involved in Synthesis of Milk Fat, Lactose and Glucose Metabolism in Bovine Mammary Epithelial Cells. *PLoS ONE* (2013). 8(6): e66092. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066092>
18. Долгорукова А. М., Зотов А. А. Особенности использования глюкозы эмбрионами кур различного направления продуктивности *Птицеводство*, 2019, 3, С. 48-52. DOI: 10.33845/0033-3239-2019-68-3-48-52
19. Anhao Wang, Derek Anderson and Bruce Rathgeber. Using different levels of glycerine, glucose, or sucrose in broiler starter diets to overcome negative effects of delayed feed access on growth performance. *Canadian Journal of Animal Science* 31 January 2018 <https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0039>
20. Sun, Q.; Dai, E.; Chen, M.; Zhang, J.; Mu, JA; Liu, L.; Geng, T.; Gong, D.; Zhang, Y.; Zhao, M. Усиленная антиоксидантная активность, вызванная глюкозой, подавляет апоптоз у гусей с жировой дистрофией печени. *J. Anim. Sci.* 2023, 101, skad059.
21. Oluwatomide Williams Ariyo, Josephine Kwakye, Selorm Sovi, Bikash Aryal, Ahmed F. A. Ghareeb, Evan Hartono, Marie C. Milfort, Alberta L. Fuller, Romdhane Rekaya and Samuel E. Aggrey Glucose Supplementation Improves Performance and Alters Glucose Transporters' Expression in Pectoralis major of Heat-Stressed Chickens/*Animals* 2023, 13(18), 2911; <https://doi.org/10.3390/ani13182911>
22. Хворова Л.С. Кристаллическая субстанция глюкозы с хлоридом натрия, физико-химические свойства. *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 8. С. 51-56.
23. Xiao-Yan Kang, Ye-Di Chang, Jing-Dan Wang, Li-Min Yang, Yi-Zhuang Xu, Guo-Zhong Zhao, Shuai Li, Ke-Xin Liu, Jia-Er Chen, Jin-Guang Wu. Sugar-metal ion interaction: Crystal structure and spectroscopic study of potassium chloride complex with D-glucose, $KCl \cdot 2C_6H_{12}O_6$. *Journal of Molecular Structure*. 2020 V.1206, 127671 <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127671>
24. ГОСТ Р 70295-2022 Национальный стандарт Российской Федерации «Глюкоза кристаллическая». Технические условия. Введён с 01.03.2023 г
25. B.R. Bhandari, R.W. Hartel. Co-crystallization of Sucrose at High Concentration in the Presence of Glucose and Fructose *Food Science*. 2006. 20 July. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08725.x>
26. Wenju Wu and George H. Nancollas. The Influence of Additives and Impurities on Crystallization Kinetics *Water Soluble Polymers*. 2012. An Interfacial Tension Approach Chapter pp 51–62

27. Сапронов А.Р., Колчева Р.А. Красящие вещества и их влияние на качество сахара. М.: Пищевая промышленность, 1975. 349 с.
28. Cheng Wang, Yajing Hou, Yuanyuan Lin, Yitong Xie, Di Wei, Nan Zhou and Huaizhen He. Rapid determination and conversion study of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives in glucose injection. *New J. Chem.*, 2018, 42, 17725-17731 DOI: <https://doi.org/10.1039/C8NJ03019G>
29. Parisi M., Rivallin M., Chianese A. Prediction of dextrose nucleation kinetics by the growth rate of crystallites // *Chem. Eng. Technol.* 2006. 29. №2. P. 265-270. DOI.10.1002/ceat.200500350.
30. Bindu Naik , Vijay Kumar, S K Goyal , Abhishek Dutt Tripathi , Sadhna Mishra , Per Erik Joakim Saris, Akhilesh Kumar, Sheikh Rizwanuddin, Vivek Kumar, Sarvesh Rustagi. Pullulanase: unleashing the power of enzyme with a promising future in the food industry. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 28:11:1139611 doi:0.3389/fbioe.2023.1139611. eCollection 2023.
31. İpek Çelebi. Color formation in wheat starch based glucose syrups and use of activated carbons for sugar decolorization, 2006, 111 p.
32. Pezhman Zolfaghari, Neda Imani Payandeh, Mortaza Golizadeh, Afzal Karimi, Amirali Ebadi Fard Azar. Decolourisation of Beet Sugar Syrup Using Activated Carbon and Glucose Oxidase Enzyme. *Chemistry Journal of Moldova.* 2020, V. 15 (2), pp 54-61
33. Sabeela Beevi Ummalyma Sorbitol Demineralization by Ion Exchange - 31 Jan 2019 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-06082-4_7
34. Karim Osouli Bostanabad, Abolfazl Tutunchi, Hassan Muhammadzadeh. Physicochemical evaluation of glucose syrup processed by industrially used ion exchange resins. 2017. 5th International Conference On Recent Innovations Chemistry and Chemical Engineering - Tehran, Iran, Islamic Republic of Duration: 16 Feb 2018
35. Андреев Н.Р., Хворова Л.С., Золотухина Н.И. Кинетика зародышеобразования ангидридной глюкозы в изотермических условиях // *Сахар.-2010.-№ 12.* С.
36. Process and apparatus for the preparation of anhydrous crystalline dextrose. Jean Bernard Leleu // *European Patent EP0202999.* 15. 05. 1985.
37. Андреев Н.Р., Хворова Л.С., Селезнева О.С. Кристаллизация ангидридной глюкозы в политермических условиях. *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2014. № 1. С. 13-14.
38. Khvorova L. S., Lukin N. D. and Baranova L. V. Glucose Nucleation in the Presence of Surface Active Agents // DOI 10.21603/2308-4057-2017-2-62-69 *Foods and Raw Materials*, 2018, vol. 6, no.1, pp. 62–69.
39. Хворова Л.С. научно-практические основы получения кристаллической глюкозы. М: Россельхозакадемия, 2013. 280 с.
40. Makina M. The continuous crystallization of dextrose and fructose using the BMA vertical cooling crystallizer with oscillating cooling coils (OVCC) *ResearchGate* 2004.129(4):237-241

НОВОСТНАЯ КОЛОНКА

О праздновании 85-летия Николая Руфеевича Андреева руководителя научного направления Всероссийского научно-исследовательского института крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

В январе 2025 года свое 85-летие отметил Николай Руфеевич Андреев руководитель научного направления Всероссийского научно-исследовательского института крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», почётный гражданин посёлка Красково. Праздничные мероприятия прошли в Красковском культурном центре 14 января 2025 года. На торжестве в Красковском культурном центре присутствовали представители от Российской академии наук, ведущих сельскохозяйственных институтов страны, депутатов и администрации округа.

Участники торжественного мероприятия произнесли много теплых слов юбиляру.

Юбиляра также поздравили: Глава городского округа Люберцы Владимир Волков, депутат горсовета, директор ВНИИК - филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Василий Бызов, заместитель председателя Московской областной Думы Александр Наумов и депутат фракции КПРФ в Московской областной Думы Олег Емельянов вручили Николаю Андрееву высшую награду Московской областной Думы – Почетный знак «За верность Подмосковию».

Председатель аграрного Комитета Государственной Думы, академик РАСХН Владимир Кашин направил поздравительную телеграмму Николаю Руфеевичу Андрееву.

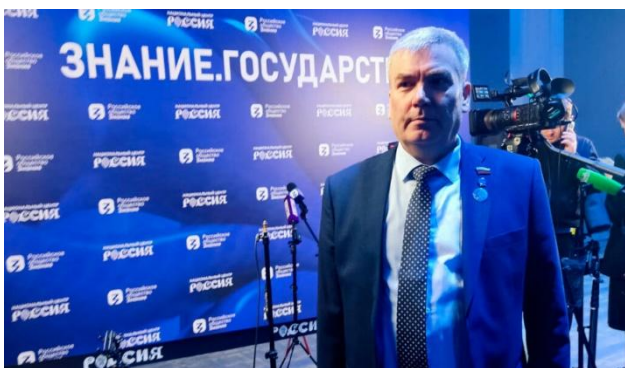


Форум Знание.Государство

24 января 2025 года, в День государственного служащего, на площадке Национального центра «Россия» впервые прошел масштабный форум Знание.Государство.



В указанном мероприятии от Всероссийского научно-исследовательского института крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» приняли участие: директор – В.А. Бызов, заведующий лабораторией по испытанию крахмал- и инулинсодержащего сырья и продуктов их глубокой переработки – Д.С. Куликов, помощник директора – А.А. Шигаева.



Ключевыми темами форума Знание.Государство стали вопросы государственной политики, управления и патриотизма, борьба с фальсификацией истории, а также гражданские и военные подвиги в ходе специальной военной операции, культурные, исторические и духовные ценности России.

Гостями лекций и интервью стали руководители ведомств и госкомпаний, Герои России, представители науки, культуры и медиа.

В Форуме участвовали: Владимир Мединский, Помощник Президента Российской Федерации; Ирина Яровая, заместитель председателя Государственной думы Федерального Собрания Российской Федерации; Мария Захарова, директор Департамента информации и печати, официальный представитель МИД России; Алексей Лихачев, генеральный директор государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»; Николай Валуев, первый заместитель Председателя Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по туризму и развитию туристической инфраструктуры; Балдан Цыдыпов, капитан танковых войск, Герой Российской Федерации; Расим Баксиков, капитан танковых войск, Герой Российской Федерации; Дмитрий Кулько, военный корреспондент Первого канала; Андрей Филатов, специальный корреспондент RT; Денис Майданов, депутат Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, заслуженный артист Российской Федерации; Надежда Бабкина, народная артистка России, художественный руководитель-директор Московского государственного академического театра «Русская песня».



Более того, участники события имели возможность посетить стенд Знание.Библиотека, где разыграли более 1200 книг из ряда отечественной классики.

Выставка «АгроТех: Картофель, Овощи и Плоды 2025»: мощный заряд энергии для аграрной отрасли в начале года

С 22 по 24 января 2025 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо» состоялись ключевые бизнес-события агропромышленного комплекса:

- «АГРОС 2025» - VI Международная выставка племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства, кормопроизводства и зернохранения;

- «АгроТех: Картофель, Овощи и Плоды 2025» (Potato Horti AgriTech) – II Международная выставка технологий производства и переработки картофеля, овощей и плодов.

Выставки призваны придать мощный импульс отрасли после новогодних праздников и направлены на повышение эффективности производства и конкурентоспособности предприятий АПК, достижение продовольственной безопасности нашей страны.

Это крупнейшие в России и ближнем зарубежье специализированные мероприятия. В совокупности, более 800 компаний в 8 выставочных залах продемонстрировали самые современные и инновационные решения для растениеводства и животноводства, оборудование и сельскохозяйственную

технику российских и зарубежных производителей для более чем 21 000 профессионалов АПК со всей России, а также из Белоруссии, Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и других стран.

Особое внимание уделено повышению квалификации специалистов сферы АПК и налаживанию эффективного взаимодействия между наукой и бизнесом. «АГРОС» и «АгроТех: Картофель, Овощи и Плоды» (Potato Horti AgriTech) являются уже традиционной площадкой, способствующей налаживанию эффективной коммуникации между государством, наукой и бизнесом.



Одной из главных задач выставок – это содействие импортозамещению путем предоставления отечественным производителям высокоэффективной площадки для продвижения собственных разработок, поиска партнеров, обмена опытом, информацией и знаниями в рамках деловой программы.

От Всероссийского научно-исследовательского института крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» приняли участие: директор – В.А. Бызов, заведующий отделом глубокой переработки крахмалосодержащего сырья – В.Г. Гольдштейн, заведующий сектором продуктов функционального назначения – Д.А. Соломин. Представлен ассортимент низкобелковых лечебных продуктов питания на основе

В Чебоксарах состоялась Межрегиональная отраслевая выставка «Картофель-2025»

В Республике Чувашия, г. Чебоксары 5-6 марта 2025 года состоялась Межрегиональная отраслевая выставка «Картофель-2025».



В указанном мероприятии от Всероссийского научно-исследовательского института

крахмала, предназначенных для детей, страдающих фенилкетонурией, целиакией и почечной недостаточностью.

В рамках мероприятий проведен круглый стол на тему: «Развитие переработки картофеля, овощей и плодов в России: сдерживающие факторы и пути их преодоления». С приветственным словом к участникам круглого стола обратился директор Института крахмалопродуктов В.А. Бызов, который также выступил модератором данного круглого стола. Заведующий отделом Института крахмалопродуктов В.Г. Гольдштейн представил доклад на тему: «ВНИИ крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья: от комплектных линий до перспективных разработок переработки картофеля».



Директору ВНИИК – филиалу ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» В.А. Бызову

БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

Уважаемый Василий Аркадьевич!

От лица организаторов II Международной выставки производства и переработки картофеля, овощей и плодов «АГРОТЕХ Экспо: Картофель Овощи Плоды 2025», выражаем искреннюю благодарность и глубокую признательность ВНИИК – филиалу ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» и лично Вам за совместную организацию и проведение круглого стола «Развитие переработки картофеля, овощей и плодов в России: сдерживающие факторы и пути их преодоления», который успешно прошел в рамках деловой программы выставки и вызвал большой интерес у слушателей и участников мероприятия.

Благодаря Вашему участию в качестве модератора круглого стола удалось провести это мероприятие на самом высоком уровне, поднять на нем актуальнейшие вопросы развития переработки в стране, заслушать интереснейшие доклады и организовать живое общение специалистов отрасли.

Надеемся на продолжение нашего сотрудничества в следующем году на выставке «АГРОТЕХ Экспо 2026».

С уважением,
Генеральный директор
Агрос Экспо Групп

Геннадий Мындрю



крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» принял участие заведующий сектором продуктов функционального назначения – Д.А. Соломин. Представлен ассортимент низкобелковых лечебных продуктов питания на основе крахмала, предназначенных для детей, страдающих фенилкетонурией, целиакией и почечной недостаточностью. Также в рамках круглого стола «Состояние и перспективы развития российского рынка картофеля и картофелепродуктов» Д.А.

Соломин представил информацию о широком спектре модифицированных крахмалов с учетом общих и индивидуальных потребностей заказчика.



В программе выставки предусмотрены: научно-практическая конференция, экспозиция сортов картофеля, торговля семенным картофелем, выставка сельскохозяйственной техники, мастер-классы, дегустация блюд из картофеля, дегустация чипсов, детский творческий конкурс.

Организаторами выставки являются: Министерство сельского хозяйства Чувашской Республики, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха», казенное унитарное предприятие Чувашской Республики «Агро-Инновации» при поддержке Минсельхоза России и Картофельного Союза.

Выставка «Картофель-2025» - представительный форум для открытых, содержательных дискуссий производителей картофеля, ученых,

экспертов, аналитиков, руководителей предприятий – поставщиков минеральных удобрений, средств защиты растений, семян, сельскохозяйственной техники по широкому спектру профессиональных проблем.



Участие в выставке позволяет ученым ознакомиться с тенденциями развития рынка семенного и товарного картофеля для совершенствования научной и производственной деятельности.

78-я всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 160-летию Тимирязевской академии

18 марта 2025 года на базе ФГБНУ РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева прошла 78-я всероссийская студенческая научная конференция, посвященная 160-летию Тимирязевской академии, в которой принял участие Магистрант 1 курса и Младший научный сотрудник ВНИИК - филиал «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» Коротков Владислав Дмитриевич.

На конференции был представлен доклад на тему «Изучение углеводного состава сортов топинамбура, пригодных для переработки на инулин», и решением научной комиссии, данный доклад был признан Лучшим секционным докладом в номинации "Технология переработки сельскохозяйственной продукции".

Коротков Владислав Дмитриевич, как ответчик, был награжден дипломом 1 степени за лучший секционный доклад, статья на основе



данного доклада будет опубликована в материалах сборника 78-й Всероссийской студенческой научной конференции.



ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

ПРИГЛАШАЕМ НА ПРАКТИКУ

Студентов высших учебных заведений по различным направлениям, в том числе:

15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

38.03.04 – Государственное и муниципальное управление

19.03.01 – Биотехнология

15.03.02 – Технологические машины и оборудование

ПРИГЛАШАЕМ АВТОРОВ ОПУБЛИКОВАТЬ СТАТЬИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «КРАХМАЛ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ»

Журнал «Крахмал и его производные» распространяется бесплатно для авторов, публикующихся в номере

Оформить подписку можно через сайт <http://arrisp.ru/>

Стоимость одного номера журнала «Крахмал и его производные»:

- по России – 100 руб.

- по странам СНГ и Балтии – 300 руб.

По вопросам обращаться по почте: as@arrisp.ru

КРАХМАЛ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ

№1 (7) 2025

Учредитель: ФГБНУ «ФИЦ картофеля
имени А.Г. Лорха»

ISSN 2949-5229 20.10.2023

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-85121 от 10 апреля 2023 г.

Материалы размещаются на портале Научной
электронной библиотеки eLIBRARY.RU

Журнал выходит с 2023 г.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Адрес журнала во всемирной сети Интернет:
<http://arrisp.ru/>

Электронная почта: info@arrisp.ru

Адрес редакции: 140051, Московская область,
городской округ Люберцы, дп. Красково,
ул. Некрасова д. 11 Тел.: +7 (495) 557-15-00

К рассмотрению принимаются публикации, соответствующие научным специальностям действующего паспорта Высшей аттестационной комиссии по направлениям:

- 1.5.6. Биотехнология
- 2.7.1. Биотехнологии пищевых продуктов, лекарственных и биологически активных веществ
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
- 4.3.3. Пищевые системы
- 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

Все поступившие в редакцию материалы подлежат двойному анонимному рецензированию.

Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции.

Редакция в своей деятельности руководствуется рекомендациями Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics).

STARCH AND ITS DERIVATIVES

Established by: Russian Potato Research Center

ISSN 2949-5229 20.10.2023

Certificate of registration of mass media:
PI № FS 77-85121 from 10.04.2023

Materials are posted on the portal of the Scientific
Electronic Library eLIBRARY.RU

Published since 2023.

Periodicity: four times a year

Address of the scientific journal on the Internet:
<http://arrisp.ru>

E-mail: info@arrisp.ru

Publisher address: 140051, Moscow region,
Lyubertsy, v. Kraskovo, Nekrasov st. 11
+7 (495) 557-15-00

For consideration publications correspond to the scientific specialties of the current passport of the Higher Attestation Commission in areas:

- 1.5.6. Biotechnology
- 2.7.1. Biotechnology of food products, medicinal and biologically active substances
- 4.3.1. Technologies, machinery and equipment for agro-industrial complex
- 4.3.3. Food systems
- 4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances
- 5.2.3. Regional and Industry Economy

All materials submitted to the editors are subject to double anonymous review.

Opinions of the authors may not coincide with the point of view of the editors.

The editors are guided by the recommendations of the Ethics Committee for Scientific Publication (Committee on Publication Ethics)



Низкобелковые крахмалопродукты для детей, больных фенилкетонурией, отмечены 3 золотыми, 2 серебряными и 1 бронзовой медалью на Всероссийском конкурсе продуктов «Гарантия качества» 2016 г, серебряной медалью Российской агропромышленной выставки «Золотая осень - 2017» и 3 золотыми медалями на профессиональном конкурсе производителей пищевой продукции «Гарантия качества» 2020 г.

ВНИИК производит продукцию:

- Крупа «Саго» с инулином;
- Макароны изделия: вермишель, лапша, «Паутинка»;
- Крахмалопродукты экструзионные: «Снежок», «Хлебцы»;
- Смесь «Детка», обогащенная инулином (содержит натуральный желток);
- Набухающий крахмал: «Снежок измельченный»;
- «Ассорти»;
- Смесь крахмаломолочная: «Оладышек»;
- «Суп вермишелевый»;
- Овощной суп-пюре с крупой «Саго»;
- Сухие смеси: «Овощные блинчики», «Пышки», «Овощные котлеты».



140051, Московская обл.,
г.о. Люберцы, п. Красково,
ул. Некрасова, д.11.
тел.: 8(495)557-15-00
e-mail: vniik@arrisp.ru,
www.arrisp.ru



ВНИИК

