

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.2 - С.135-138

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ ГЛЮКОЗЫ

*Бахытова Д.К., магистрант 2 курса  
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Нур-Султан*

**Аннотация.** Кристаллизованная глюкоза является важнейшим пищевым продуктом и лекарственным средством стратегического назначения. Она используется в здравоохранении, медицинской промышленности, диетическом и спортивном питании. В статье указаны необходимые качественные характеристики крахмала и описана технология получения кристаллизованной глюкозы. Рассмотрен упрощенный способ кристаллизации глюкозы.

**Ключевые слова.** Кристаллическая глюкоза, крахмал, ангидридная, гидратная, двойное соединение с хлоридом натрия, кристаллизация

Сырьем для производства кристаллической пищевой глюкозы является крахмал, который содержится в ценной сельскохозяйственной культуре – кукурузе. Кукуруза – это одно из немногочисленных растений, которое не вбирает из почвы вредные химические соединения. В кукурузе крахмал, глубоко расщепленный с помощью кислоты или ферментов до молекул глюкозы является источником глюкозы. Для глюкозного производства необходимо использовать крахмал, содержащий минимальное количество белковых примесей. Качество крахмальной суспензии должно соответствовать следующим требованиям:

- кислотность – 0,1 н;
- раствора щелочи – не более 30%;
- содержание общего белка – не более 0,8%;
- содержание растворимых веществ – не более 0,1%;
- содержание жира – не более 0,15%;
- содержание зольных элементов – не более 0,15%[1].

В соответствии с «ГОСТом 975-88 Глюкоза кристаллическая гидратная. Технические условия» глюкоза кристаллическая должна соответствовать органолептическим и физико-химическим показателям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели кристаллической глюкозы

Наименование показателя	Норма
-------------------------	-------

Внешний вид	Белый кристаллический порошок
Вкус	Сладкий, без постороннего привкуса
Запах	Свойственный глюкозе без постороннего запаха
Цветность раствора в единицах оптической плотности, не более	0,1
Прозрачность раствора, светопропускание, %, не менее	80
Массовая доля влаги, %, не более	9
Удельное вращение, град.	52,5-53
Массовая доля железа в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,003
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,07
Присутствие свободных минеральных кислот	Не допускается

Для изучения кинетики кристаллизации глюкозы используют устройство КТ-90, состоящее из кристаллизационной трубки, термостата, сборников рабочего и отработавшего растворов, ротаметра, вакуум-насоса.

Кристаллизационная трубка представляет собой стеклянную двустенную трубку с вкладышами, закрывающуюся с обоих концов резиновыми пробками с вставленными в них термометрами и трубками для подачи и отвода сиропа.

Перед началом опыта навески затравочных кристаллов отвешивают в стеклянные вкладыши с торцевыми донцами, обтянутыми капроновыми сетками, и помещают в кристаллизационную трубку. Требуемая температура сиропа в трубке поддерживается за счет циркуляции воды в ее двустенном пространстве.

Принцип работы устройства заключается в определении прироста затравочных кристаллов во вкладышах после пропускания (с помощью вакуума) рабочего раствора через кристаллизационную трубку. В конце опыта кристаллы от сиропа отделяют центрифугированием, прирост массы сухих и чистых кристаллов находят из калибровочного графика. За скорость кристаллизации принимают количество глюкозы, кристаллизующейся на затравке кристаллов массой в 1 г в мин. Наибольшее отклонение параллельных определений от среднего значения не превышает 6% [2].

Технология получения кристаллической глюкозы из крахмала включает следующие стадии: гидролиз крахмала с помощью ферментов, механическую очистку (фильтрование) гидролизатов, очистку сиропов активным углем, выпаривание воды, очистку ионообменными смолами, сгущение сиропов, кристаллизацию глюкозы, выделение кристаллов центрифугированием, высушивание глюкозы, рассев и упаковку.

Наиболее длительной и металлоёмкой стадией получения глюкозы является процесс кристаллизации.

Глюкоза ангидридная кристаллизуется при температуре выше 50°C, в интервале температур 55-85°C. В зависимости от того, каким образом создается пересыщенность растворов при кристаллизации (выпариванием воды или переохлаждением растворов), в производственной практике процесс кристаллизации глюкозы проводят в вакуум-аппаратах или кристаллизаторах с водяным охлаждением.

Первый способ требует аппарата сложной конструкции и высококвалифицированного обслуживающего персонала, второй способ отличается длительным способом «заковки» зародышей кристаллов.

Существует более простой и экономически выгодный комбинированный способ кристаллизации [3], позволяющий проводить стадию зародышеобразования в вакуум-аппарате, предназначенном для сгущения сиропов, совмещая обе операции. При этом упрощается и укорачивается стадия зародышеобразования и не требуется вакуум-аппарата сложной конструкции для уваривания утфелей.

На рисунке 1 показано образование и наращивание кристаллической массы глюкозы до 10% в выпарном аппарате и до 50-55% в кристаллизаторе.

Предлагаемый способ позволяет сократить общую длительность процесса на 20-25%, снизить расход электроэнергии и улучшить качество глюкозы.

Кристаллизацию гидратной глюкозы проводят при температуре ниже 50°C. При этом способе проблема зародышеобразования ещё более актуальна, т.к. потребность в затравочных кристаллах достигает 20-25% по массе сиропа. Наиболее оптимальное решение проблемы достигается проведением процесса кристаллизации в вертикальном кристаллизаторе [4].

Значительному повышению эффективности технологической схемы способствует включение в неё линии производства кристаллической фармацевтической субстанции - двойного соединения глюкозы с хлоридом натрия (ДС). Фармацевтическая субстанция имеет химический состав, соответствующий формуле  $(C_6H_{12}O_6)_2 \cdot NaCl \cdot H_2O$  и составу фармацевтического препарата «Раствор декстрозы 5 % + натрия хлорида 0,9 %», и представляет собой быстрорастворимый в воде кристаллический порошок. Она предназначена для использования в фармации, пищевой промышленности, ветеринарии, спортивном питании.



Рисунок 1. Образование и наращивание кристаллической массы при комбинированном способе кристаллизации: - - - в выпарном аппарате; - - - - в кристаллизаторе

Технология получения ДС основана на способности глюкозы образовывать кристаллы двойного химического соединения с хлористым натрием с высокой скоростью, что обеспечивает его производству высокую экономическую эффективность [5]. Получаемые кристаллы химического соединения декстрозы с натрия хлоридом отделяют и отмывают от маточного раствора центрифугированием, затем высушивают до влажности 4-5 % и расфасовывают.

#### Литература:

1. Ананских, В.В. Исследование процесса ферментативного разжижения крахмала / В.В. Ананских, Н.Д. Лукин, В.А. Коваленок // Материалы VI Междунар. симп. «Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологии продуктов питания и кормов», 2012. - С. 238-244.
2. Хворова, Л.С. Научно-практические основы получения кристаллической глюкозы/Л.С. Хворова. - М.: Россельхо-закадemia, 2013. - 270 с.
3. Андреев Н.Р., Хворова Л.С., Селезнева О.С. Кристаллизация ангидридной глюкозы в политермических условиях //Хранение и переработка сельхозсырья, № 12, 2013
4. Zhenyu Tong, Yi Tong, Yong-Cheng Shi, Partial swelling of granules enables high conversion of normal maize starch to glucose catalyzed by granular starch hydrolyzing enzyme, Industrial Crops and Products, Volume 140, 2019, 111626, ISSN 0926-6690

5. Андреев Н.Р., Хворова Л.С. Новая фармацевтическая кристаллическая субстанция для получения препарата «Декстроза 5 % + натрия хлорид 0.9 %» // Фармация, № 3, 2014