

14-6005

ДУБЛЕТ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт крахмалопродуктов

А.С.ХВОРОВА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ
ГЛЮКОЗЫ

15-08818

РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИЯ
Москва - 2013

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов

Л. С. ХВОРОВА

**НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ
ГЛЮКОЗЫ**

РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИЯ
Москва – 2013

УДК 39.138:338.439

Т 82

Рецензенты:

А. А. Славянский – д.т.н., профессор, заслуж. изобретатель РСФСР, директор
Института технологий пищевых продуктов МГУТУ им. К.Г. Разумовского

В. И. Тужилкин – д.т.н., профессор, зав. кафедрой сахаристых и пищевкусковых
продуктов, чая, кофе и табака МГУ пищевых производств

ISBN-978-5-906592-03-3

- Т 82 **Л. С. Хворова.** Научно-практические основы получения кристаллической
 глюкозы. – М.: Россельхозакадемия, 2013. – 270 с.; илл. – 94, табл. – 85.
 Библиогр. – 265 названий.

В монографии систематизированы и обобщены научно-исследовательские отечественные и зарубежные работы по теории и технологии производства кристаллической глюкозы. Приводятся данные по свойствам глюкозы, технологии получения глюкозных сиропов из крахмала. Излагаются результаты исследований автора по кинетике кристаллизации глюкозы в гидратной и ангидридной формах. Показана лимитирующая роль кристаллохимической стадии при кристаллизации гидратной и диффузионной – для ангидридной глюкозы. Установлены параметры стадий зародышеобразования и наращивания кристаллов при получении уфелей ангидридной глюкозы. Определены границы метастабильных зон для кристаллизации обоих видов глюкозы. Приводятся способы и технологические схемы производственной кристаллизации гидратной глюкозы при различных ГЭ сиропов и ангидридной глюкозы с увариванием уфелей в вакуум-аппарате и с охлаждением в кристаллизаторе. Показаны результаты исследований качества гидратной и ангидридной глюкозы для применения глюкозы в пищевой, медицинской промышленности, здравоохранении и спортивной медицине. Даны рекомендации промышленности по выбору рациональных технологических схем получения кристаллической глюкозы

УДК 139.138:338.439

ISBN-978-5-906592-03-3

© Л. С. Хворова, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Введение: ГЛЮКОЗА. РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ПРИРОДЕ, ПРИМЕНЕНИЕ	6
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	
1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛЮКОЗЫ	10
1.1. Растворимость глюкозы в воде	10
1.2. Реакция электролитической ионизации	15
1.3. Реакции таутомерных превращений.....	16
1.4. Химические реакции, обусловленные наличием карбонильной группы, полуацетального гидроксила и спиртовых ОН-групп	23
1.5. Образование сложных углеводов.....	26
1.6. Реакции разложения глюкозы и меланоидинообразования.....	33
1.7. Вязкость растворов	39
2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	40
2.1. Свойства и структура кристаллов	40
2.2. Строение растворов	41
2.3. Силы межмолекулярного взаимодействия в кристаллах	43
2.4. Теории кристаллизации	44
3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	52
3.1. Пересыщение	52
3.2. Температура.....	55
3.3. Затравочные кристаллы.....	57
3.4. Перемешивание	60
3.5. Вязкость утфелей	63
4. КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИДРАТНОЙ ГЛЮКОЗЫ.....	70
4.1. Зародышеобразование.....	70
4.1.1. Условия образования зародышей кристаллов	70
4.1.2. Основные факторы, влияющие на процесс зародышеобразования кристаллов глюкозы.....	73
4.2. Кинетика роста кристаллов гидратной глюкозы.....	79
4.2.1. Математическое моделирование кинетики кристаллизации глюкозы	79
4.2.2. Зависимость скорости кристаллизации гидратной глюкозы от основных факторов	89
4.2.2.1. Методика определения скорости кристаллизации	89
4.2.2.2. Скорость кристаллизации глюкозы в чистых растворах.....	92
4.2.2.3. Скорость кристаллизации глюкозы в «нечистых» растворах.....	94

4.3. Границы метастабильной зоны кристаллизации гидратной глюкозы из растворов с ГЭ 98-100%.....	97
4.4. Оптимизация режима охлаждения утфелей	98

5. КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В АНГИДРИДНОЙ ФОРМЕ.....	101
5.1. Растворимость глюкозы	101
5.2. Зародышеобразование при уваривании утфелей ангидридной глюкозы	103
5.3. Зависимость скорости кристаллизации глюкозы от избыточной концентрации, глюкозного эквивалента и температуры.....	112

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ГЛЮКОЗЫ

6. ПРОИЗВОДСТВО ГЛЮКОЗНЫХ СИРОПОВ	115
6.1. Сырьё	115
6.2. Гидролиз крахмала	118
6.3. Очистка сиропов	123
6.4. Стужение сиропов	124

7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИДРАТНОЙ ГЛЮКОЗЫ	125
7.1. Кристаллизация гидратной глюкозы	125
7.2. Критерии оценки и выбора технологических схем кристаллизации	130
7.3. Технологическая схема с кислотным гидролизом крахмала	133
7.4. Технологическая схема с кислотно-ферментативным гидролизом крахмала.....	136
7.5. Технологическая схема получения глюкозы с ферментативным гидролизом крахмала	145
7.6. Требования к качеству утфеля. Подготовка утфеля к центрифугированию	148
7.6.1. Выбор метода определения гранулометрического состава кристаллов в утфеле	148
7.6.2. Выявление условий кристаллизации, при которых происходит истирание кристаллов в утфеле	151
7.7. Применение раскачек утфелей оттеками для снижения их вязкости и истирания кристаллов	155
7.8. Технологическая схема с промежуточным центрифугированием утфеля	161
7.9. Раскачка утфелей белой патокой	164
7.10. Непрерывный процесс кристаллизации глюкозы	165
7.11. Технология получения глюкозы при кристаллизации через ее двойное соединение с хлористым натрием.....	168
7.12. Получение глюкозы фармакопейного качества	176

8. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В АНГИДРИДНОЙ ФОРМЕ	178
8.1. Технологический режим кристаллизации при уваривании уфелей.....	180
8.2. Кристаллизация ангидридной глюкозы в политермических условиях при охлаждении уфелей в кристаллизаторе	184
8.3. Комбинированный способ кристаллизации	186
8.4. Технологическая схема получения глюкозы ангидридной и гидратной из сиропов ферментативного гидролиза крахмала	188
8.4.1. Получение фармакопейной глюкозы в ангидридной форме	195
8.4.2. Получение пищевой глюкозы в гидратной форме из оттеков.....	196
8.5. Технология получения β -глюкозы	197
9. ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ УТФЕЛЕЙ	204
9.1. Центрифугирование уфелей гидратной глюкозы	204
9.2. Особенности центрифугирования уфелей ангидридной глюкозы	209
10. КАЧЕСТВО ГЛЮКОЗЫ	211
10.1. Качество гидратной глюкозы	211
10.2. Качество глюкозы ангидридной	223
11. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ	227
11.1. Глюкозная помадка с биологически активными добавками.....	227
11.2. Таблетированные продукты на основе глюкозы	235
ПРИЛОЖЕНИЯ	244
1. Методы определения содержания глюкозы в растворах	245
2. Растворимость безводной декстрозы	251
3. Растворимость безводной глюкозы, г в 100 г воды в насыщенном «нечистом» глюкозном растворе.....	252
4. Вязкость глюкозных сиропов со 100 %-ой доброкачественностью.....	253
5. Вязкость глюкозных сиропов при 90 % доброкачественности.....	254
ЛИТЕРАТУРА.....	255