

УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ПОЛИМЕРЫ
ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ПОЛИМЕРЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Под редакцией
д-ра хим. наук М. И. Штильмана

Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Химическая технология»



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний
2015

УДК 66:663.1+615.4
ББК 30.16+35я73
Т38

Серия основана в 2009 г.

Рецензенты:

Н. Р. Кильдеева — доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой физической и коллоидной химии Института химических технологий и промышленной экологии МГУДТ;

С. А. Кедик — доктор технических наук, профессор, академик РАЕН, заведующий кафедрой биомедицинских и фармацевтических технологий МИТХТ.

Авторский коллектив:

М. И. Штильман, А. В. Подкорытова, С. В. Немцев, В. Н. Кряжев,
А. Л. Пешехонова, О. А. Сдобникова, А. В. Панов, А. А. Свитцов,
Л. Е. Фрумин, А. Н. Иванкин, Т. Г. Волова, Н. О. Жила, Е. И. Шишацкая,
Л. П. Истранов, Е. В. Истранова, М. А. Сакварелидзе, Д. А. Гусаров,
А. Л. Берковский, В. С. Подгорский, Э. А. Коваленко, А. Г. Кистень,
С. А. Скроцкий, А. Штейнбюхель

Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения : учебное пособие / М. И. Штильман [и др.] ; под ред. М. И. Штильмана. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 328 с. : ил. — (Учебник для высшей школы).

ISBN 978-5-9963-1564-2

Настоящая книга является первым учебным изданием, комплексно отражающим современный уровень технологии производства важнейших природных высокомолекулярных соединений, находящихся применение в медико-биологических областях, — полисахаридов (полисахариды водорослей, целлюлоза и ее производные, крахмал, мукополисахариды, хитин и хитозан, декстраны, пектины), белков (коллаген, желатин, инсулин, белковые препараты крови, лектины) и природных сложных полиэфиров. Кроме вопросов, связанных с технологиями получения препаратов и изделий медико-биологического назначения из полимеров, рассмотрены направления использования этих продуктов. Книга написана коллективом авторов, имеющих большой опыт работы в направлениях, отраженных в тех или иных главах.

Для студентов, магистрантов и аспирантов, специализирующихся в области химической технологии и биотехнологии, а также специалистов, работающих с материалами медико-биологического назначения.

УДК 66:663.1+615.4
ББК 30.16+35я73

Учебное издание

Серия: «Учебник для высшей школы»

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.
ПОЛИМЕРЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Учебное пособие

Ведущий редактор канд. хим. наук *Д. К. Новикова*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*. Корректор *Е. Н. Клитина*

Компьютерная верстка: *В. А. Носенко*

Подписано в печать 16.03.15. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 26,65. Тираж 500 экз. Заказ 4451

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3 Телефон: (499) 157-5272

e-mail: info@pilotLZ.ru, <http://www.pilotLZ.ru>

Отпечатано способом ролевой струйной печати

в АО «Первая Образцовая типография» Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpd.ru, т. 8(499)270-73-59

ISBN 978-5-9963-1564-2

© БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
Глава 1. Полимерные материалы в медико-биологических областях	11
1.1. Полимерные имплантаты	12
1.1.1. Имплантаты в сердечно-сосудистой системе	13
1.1.2. Имплантаты в костной системе	14
1.1.3. Имплантаты в мягких тканях	15
1.1.4. Эндопротезирование связок и сухожилий	16
1.1.5. Покрытия для лечения ран и ожогов	16
1.1.6. Стоматологические полимерные имплантаты	16
1.1.7. Офтальмологические имплантаты	16
1.1.8. Шовные материалы	17
1.2. Полимеры в биологически активных системах	18
1.2.1. Формы, содержащие БАВ, химически не связанное с полимерным компонентом системы	18
1.2.2. Биологически активные полимеры	23
1.3. Полимеры в биоинженерных процессах	29
1.4. Полимеры в биокаталитических процессах	32
1.4.1. Преимущества иммобилизованных биокатализаторов	32
1.4.2. Методы получения иммобилизованных биокатализаторов	33
1.5. Полимеры в разделительных процессах	35
1.6. Полимеры в биоаналитических системах и в синтезе аналогов биополимеров	37
1.7. Полимеры для создания биodeградируемых систем общего назначения	39
1.8. Неимплантационные медицинские полимерные устройства и изделия	40
1.9. Литература	42

Глава 2. Основы биосинтеза полимеров в живом организме	44
2.1. Классы биополимеров	44
2.2. Локализация биополимеров в организме	45
2.3. Матрицезависимый и матрицезависимый биосинтез биополимеров	45
2.3.1. Матрицезависимые процессы	45
2.3.2. Примеры матрицезависимых процессов	48
2.4. Способность биополимеров к биоразложению	50
2.5. Литература	50
Полисахариды	51
Глава 3. Полисахариды морских водорослей	55
3.1. Полисахариды бурых водорослей. Альгиновая кислота и альгинаты	55
3.1.1. Применение альгиновой кислоты и ее солей.	56
3.1.2. Свойства альгиновой кислоты и альгинатов	58
3.1.3. Принципы организации производства альгиновой кислоты и альгинатов	60
3.1.4. Технология получения альгиновой кислоты и ее солей из ламинариевых водорослей	64
3.1.5. Характеристика альгиновой кислоты и ее солей	70
3.2. Полисахариды красных водорослей	72
3.2.1. Сырье для производства агара и каррагинанов	72
3.2.2. Агар	76
3.2.3. Каррагинаны	82
3.3. Литература	92
Глава 4. Хитин и хитозан	93
4.1. Сырье для получения хитина и хитозана	94
4.1.1. Панцирь крабов	95
4.1.2. Панцирь криля	96
4.1.3. Гаммарус	96
4.2. Технология получения хитина и хитозана	96
4.2.1. Производство хитина	96
4.2.2. Производство хитозана	101
4.2.3. Совместное производство хитина и хитозана различных марок	107
4.3. Качество продуктов	108
4.3.1. Определение степени деацетилирования хитина методом кондуктометрического титрования.	108
4.3.2. Определение молекулярной массы хитозанов	108
4.3.3. Определение динамической вязкости растворов хитозанов	110

4.4. Применение хитина и хитозана	110
4.5. Литература	111
Глава 5. Целлюлоза и ее эфиры	112
5.1. Общая характеристика целлюлозы	112
5.1.1. Химическое строение и структура	112
5.1.2. Основные свойства	114
5.1.3. Выделение целлюлозы из природного сырья	116
5.2. Технология получения производных целлюлозы для медико-биологических целей	118
5.2.1. Микрористаллическая целлюлоза	118
5.2.2. Простые эфиры целлюлозы	120
5.2.3. Сложные эфиры целлюлозы	135
5.3. Литература	139
Глава 6. Крахмал и продукты его модификации	140
6.1. Строение крахмала	141
6.2. Свойства амилозы и амилопектина	141
6.3. Сырье для производства крахмала	143
6.3.1. Картофель	143
6.3.2. Кукуруза	144
6.4. Технология получения картофельного крахмала	145
6.5. Технология получения кукурузного крахмала	149
6.6. Производство сухого крахмала	152
6.7. Продукты модификации и превращений крахмала	153
6.7.1. Расщепленные крахмалы	153
6.7.2. Набухающие крахмалы	156
6.7.3. Замещенные крахмалы	156
6.8. Применение крахмала и продуктов его модификации в медико-биологических областях	162
6.9. Литература	163
Глава 7. Декстран	164
7.1. Строение и свойства декстрана	164
7.2. Технология получения декстрана	165
7.2.1. Микробиологический синтез медицинского декстрана	165
7.2.2. Ферментативный синтез декстрана	170
7.2.3. Основные свойства продукта	171
7.3. Применение декстрана	171
7.3.1. Водорастворимые декстраны	171
7.3.2. Нерастворимые производные декстрана	172
7.4. Литература	173

Глава 8. Пектины	174
8.1. Химическое строение пектинов	175
8.2. Свойства пектинов	176
8.3. Технология получения пектинов	178
8.3.1. Обзор рынка пектина	178
8.3.2. Сырье	179
8.3.3. Стадии технологического процесса	180
8.3.4. Организация производства пектина кислотным способом	180
8.3.5. Биотехнологическое выделение пектина с использованием ферментативных систем с ультрафильтрационным отделением продукта ...	183
8.4. Свойства продукта	190
8.5. Сравнение двух способов производства пектина	191
8.6. Применение пектинов	191
8.7. Литература	195
Глава 9. Гликозаминогликаны	196
9.1. Гиалуроновая кислота	196
9.1.1. Природные формы и структура молекулы гиалуроновой кислоты	197
9.1.2. Производство гиалуроновой кислоты	198
9.1.3. Основные свойства гиалуроновой кислоты	204
9.1.4. Применение гиалуроновой кислоты	205
9.2. Гепарин	209
9.2.1. Химическое строение гепарина	209
9.2.2. Производство гепарина	210
9.2.3. Основные свойства гепарина	213
9.2.4. Применение гепарина	214
9.3. Хондроитинсульфаты	214
9.3.1. Строение и локализация в тканях организма	214
9.3.2. Технология получения хондроитинсульфатов	215
9.3.3. Применение препаратов хондроитинсульфата	218
9.4. Литература	219
Белки	221
Глава 10. Коллаген	223
10.1. Строение и состав коллагена	223
10.2. Источники коллагена	225
10.3. Основные свойства коллагена	227
10.3.1. Характерные отличия от других белков	227
10.3.2. Отношение к растворителям	228
10.3.3. Физико-механические свойства коллагена	230

10.4. Технология получения коллагена и изделий из него	230
10.4.1. Сырье	230
10.4.2. Изделия из гольевого спилка	231
10.4.3. Выделяемые продукты коллагена	232
10.5. Применение коллагена.	236
10.6. Некоторые продукты на основе коллагена	238
10.7. Литература	239
Глава 11. Желатин	240
11.1. Основные свойства желатина	240
11.2. Технология получения желатина	240
11.3. Применение желатина	246
11.4. Отдельные виды желатиновых продуктов	247
11.5. Литература	248
Глава 12. Белковые препараты крови	249
12.1. Компоненты человеческой крови и плазмы	249
12.2. Препараты крови	249
12.3. Вирусная и прионная безопасность препаратов плазмы	254
12.3.1. Инактивация вирусов	254
12.3.2. Удаление вирусов	255
12.3.3. Удаление прионов	256
12.4. Современные подходы к выделению белков плазмы крови	256
12.4.1. Фракционирование цельной плазмы крови	256
12.4.2. Генно-инженерные способы получения белков плазмы крови	271
12.5. Литература	272
Глава 13. Инсулин	273
13.1. Структура инсулина	274
13.2. Технология получения инсулина	276
13.2.1. Полусинтетический метод	276
13.2.2. Генно-инженерный метод	278
13.3. Литература	287
Глава 14. Лектины сапрофитных микроорганизмов.	288
14.1. Возможности применения внеклеточных лектинов	289
14.2. Производство внеклеточного лектина сапрофитных спорообразующих бактерий рода <i>Bacillus</i>	291
14.2.1. Общие принципы организации производства	291
14.2.2. Технологический процесс получения субстанции бактериального лектина	294
14.3. Литература	300

Глава 15. Полимеры и сополимеры гидроксibuтирата	301
15.1. Микробные полиэфиры	301
15.2. Полигидроксиалканоаты	302
15.3. Получение поли-3-гидроксibuтирата	305
15.3.1. Организация технологического процесса	307
15.3.2. Свойства поли-3-гидроксibuтирата	312
15.4. Получение сополимеров 3-гидроксibuтирата	312
15.4.1. Синтез сополимеров 3-гидроксibuтирата и 3-гидроксивалерата	312
15.4.2. Синтез сополимеров 3-гидроксibuтирата и 3-гидроксигексаноата	314
15.4.3. Синтез сополимеров 3-гидроксibuтирата и 4-гидроксibuтирата	315
15.5. Литература	317
Предметный указатель	318