БАКАЛАВРИАТ И МАГИСТРАТУРА

ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В. М. Берестовицкая, Э. С. Липина

www.e.lanbook.com

ЭБС ЛАНЬ

В. М. БЕРЕСТОВИЦКАЯ,
Э. С. ЛИПИНА

ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие

Издание второе, переработанное

ЛАНЬ®
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2019

УДК 547.7:547.8
ББК 24.23я73
Б 48

Берестовицкая В. М., Липина Э. С.

Б 48 Химия гетероциклических соединений: Учебное пособие. — 2-е изд., перераб. — СПб.: Издательство «Лань», 2019. — 256 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-3631-6

В учебном пособии дана общая характеристика пяти- и шестичленных гетероароматических соединений, рассмотрены их методы получения и строение, проанализирована взаимосвязь между строением и химическими свойствами, даны характерные реакции. Приведен материал по химии неароматических гетероциклических соединений.

Предназначено для студентов бакалавриата, магистратуры, обучающихся по направлениям подготовки: «Химия», «Биология», «Химическая технология», «Педагогическое образование» (соответствующих профилей), а также для аспирантов химических и биологических специальностей педагогических университетов.

УДК 547.7:547.8
ББК 24.23я73

Рецензенты:

М. А. ЮРОВСКАЯ — доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры органической химии химического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова;

С. М. РАМШ — доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химической технологии органических красителей и фототропных соединений Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2019
© В. М. Берестовицкая, Э. С. Липина, 2019
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение **6**

Глава 1. Общая характеристика ароматических гетероциклических соединений **8**

1.1. Классификация и номенклатура ароматических гетероциклических соединений 8

1.2. Ароматичность гетероциклов 12

1.3. Кислотно-основные свойства 16

Глава 2. Пятичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом **18**

2.1. Общая характеристика 18

2.2. Пиррол и его производные 23

2.2.1. Получение пиррола 24

2.2.2. Строение пиррола 26

2.2.3. Химические свойства пиррола 27

2.2.4. Производные пирролидина 40

2.3. Фуран и его производные 42

2.3.1. Получение фурана 42

2.3.2. Строение фурана 44

2.3.3. Химические свойства фурана 44

2.3.4. Производные фурана и их применение 50

2.4. Тиофен и его производные 54

2.4.1.Физические свойства тиофена 54

2.4.2. Получение тиофена 54

2.4.3. Химические свойства тиофена 56

2.4.4. Производные тиофена и их применение 63

2.5. Порфин и его производные 66

2.5.1. Общая характеристика производных порфина 66

2.5.2. Синтез и свойства порфиринов 67

2.5.3. Гем, гемоглобин. Строение и биологическая роль 69

2.5.4. Билирубин 72

2.5.5. Хлорофилл 73

2.5.6. Витамин B_{12} 75

2.6. Индол и его производные как представители бензоконденсированных гетероциклов ряда пиррола 76

2.6.1. Способы получения индола 77

2.6.2. Строение и свойства индола 79

2.6.3. Индол как ключевая структура биологически активных природных и синтетических веществ 89

2.6.4. Кислородные производные индола. Индиго 92

2.7. Карбазол 96

Глава 3. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом **98**

3.1. Пиридин и его гомологи 98

3.1.1. Получение пиридина и его гомологов 98
3.1.2. Физические свойства пиридина 100
3.1.3. Строение пиридина 100
3.1.4. Химические свойства пиридина 102
3.1.5. Биологически активные вещества с пиридиновым кольцом 126
3.2. Хинолин и изохинолин (бензопиридины) 129
3.2.1. Общая характеристика 129
3.2.2. Методы получения хинолина и изохинолина 130
3.2.3. Строение хинолина 135
3.2.4. Химические свойства хинолина и изохинолина 136
3.2.5. Производные хинолина и изохинолина 149
3.2.6. Алкалоиды 152
3.3. Акридин 155
Глава 4. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Азолы 158
4.1. Пиразол и его производные 158
4.1.1. Физические свойства пиразола 158
4.1.2. Методы синтеза пиразолов 158
4.1.3. Строение пиразола 161
4.1.4. Химические свойства пиразола 164
4.1.5. Лекарственные препараты ряда пиразола. Красители 172
4.2. Имидазол и его производные 176
4.2.1. Общая характеристика 176
4.2.2. Методы синтеза имидазола и его гомологов 177
4.2.3. Строение имидазола 178
4.2.4. Химические свойства имидазола 181
4.2.5. Наиболее важные производные имидазола 189
Глава 5. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами 192
5.1. Пиримидин и его производные 192
5.1.1. Общая характеристика 192
5.1.2. Методы синтеза производных пиримидина 193
5.1.3. Строение пиримидина 194
5.1.4. Химические свойства пиримидина 195
5.1.5. Биологически активные производные пиримидина 203
Глава 6. Конденсированные системы пиримидина 210
6.1. Пурин и его производные 210
6.1.1. Общая характеристика 210
6.1.2. Методы синтеза пуринов 212
6.1.3. Строение пурина и его замещённых 214
6.1.4. Химические свойства пуринов 215
6.1.5. Синтез пуриновых оснований на основе мочевой кислоты 223

6.1.6. Значение аденина и гуанина 228
6.1.7. Пуриновые алкалоиды 229
6.2. Птеридин и его производные 230
Глава 7. Неароматические гетероциклические соединения 233
7.1. Общая характеристика 233
7.2. Трёхчленные гетероциклы 234
7.2.1. Методы синтеза трёхчленных гетероциклов 234
7.2.2. Химические свойства трёхчленных гетероциклов 236
7.2.3. Краткая характеристика непредельных трёхчленных гетероциклов 241
7.2.4. Трёхчленные гетероциклы с двумя гетероатомами 241
7.3. Четырёхчленные гетероциклы 243
7.3.1. Общие методы синтеза четырёхчленных гетероциклов 243
7.3.2. Химические свойства четырёхчленных гетероциклов 244
7.3.3. Краткая характеристика непредельных четырёхчленных гетероциклов 246
7.4. Насыщенные и частично ненасыщенные пяти- и шестичленные гетероциклы 247
7.4.1. Азотсодержащие гетероциклы 247
7.4.2. Ди- и тетрагидрофураны и пираны 250
Список литературы 252

Валентина Михайловна БЕРЕСТОВИЦКАЯ,
Энгелина Семеновна ЛИПИНА

ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебное пособие

Издание второе, переработанное

Зав. редакцией
естественнонаучной литературы *М. В. Рудкевич*
Ответственный редактор *Т. С. Спирина*
Корректор *Е. А. Романова*
Выпускающий *О. В. Шилкова*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 1, лит. А
Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 09.04.19.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100 $^{1}/_{16}$.
Печать офсетная. Усл. п. л. 20,80. Тираж 100 экз.

Заказ № 295-19.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного оригинал-макета в АО «ТЯ Издательские Технологии».
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.