

22-5048

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

И. В. Шугалей,

Д. О. Виноходов,

М. А. Илюшин,

С. М. Путис

**Свободнорадикальные процессы в  
биологических системах как аспект развития  
современного естествознания**

Под редакцией И. В. Шугалей

22-05048

**Учебное пособие**

**Санкт-Петербург  
2022**

**И. В. Шугалей,**  
**Д. О. Виноходов,**  
**М. А. Илюшин,**  
**С. М. Путис**

**Свободнорадикальные процессы в  
биологических системах как аспект развития  
современного естествознания**

**Под редакцией И. В. Шугалей**

**Учебное пособие**

**Санкт-Петербург  
2022**

УДК 547.96

ББК 24.239

Свободнорадикальные процессы в биологических системах как аспект развития современного естествознания: учебное пособие для вузов / И.В. Шугалей, Д.О. Виноходов, М.А. Илюшин, С.М. Путиц; под редакцией И. В. Шугалей. – Санкт-Петербург – Издательство «Печатный цех», 2022. – 250 с.: ил. Текст: непосредственный.

ISBN 978-5-907276-42-0

В учебном пособии приведены сведения о свободных радикалах, общих механизмах протекания цепных радикальных реакций, рассмотрены особенности протекания цепных радикальных процессов с участием биологических субстратов: белков и липидов. Рассмотрена структура, продукция и реакционная способность активных форм кислорода (АФК), их воздействие на биосубстраты: липиды и белки. Рассмотрены вопросы применения основных положений и методов учения о цепных процессах к исследованию цепных реакций окисления белков и липидов, показана эффективность применения методов формальной кинетики цепных реакций для установления деталей механизмов перекисного повреждения липидов и белков. В пособии рассмотрены вопросы применения радикальных ловушек для снижения повреждающего действия активных форм кислорода на липиды и белки, а также некоторые аспекты повреждающего действия АФК *in vivo* и вопросы возникновения патологических состояний, сопряженных с нарушением метаболизма активных форм кислорода.

Учебное пособие включает материал курса лекций «Свободно-радикальные процессы в сырье и готовой продукции пищевых производств» и «Свободнорадикальные процессы в биологических системах». Также в пособие включен материал по реакционной способности белков и липидов, который необходим при освоении курсов «Химия биологически активных соединений» и «Основы биохимии».

Настоящее пособие предназначено для студентов, обучающимся по направлению бакалавриата 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология» и «Молекулярная биотехнология», по направлению магистратуры 19.04.01 «Биотехнология» программа магистратуры «Технологии биологических систем», направлению магистратуры 19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» программа магистратуры «Биотехнология пищевых продуктов функционального назначения». Учебное пособие также может быть полезно аспирантам и молодым исследователям, специализирующимся в области биотехнологии, пищевой биотехнологии, биохимии, биоорганической химии и кинетики сложных реакций, так как издание отражает современное состояние исследований в данной области опираясь на многочисленные публикации, посвященные рассматриваемым в пособии вопросам.

#### Рецензенты

**ВОЗНЯКОВСКИЙ А. П.** - доктор химических наук, заведующий сектором Федерального государственного унитарного предприятия «НИИ синтетического каучука им. академика С.В. Лебедева» ФГУП «НИИ СК им Лебедева»

**КРУПСКАЯ Л. Т.** – доктор биологических наук, профессор, Заслуженный эколог РФ, главный научный сотрудник Федерального бюджетного учреждения «Дальневосточный НИИ лесного хозяйства» ФБУ «ДальНИИЛХ»

© Коллектив авторов, 2022

ISBN 978-5-907276-42-0

Издательство «Печатный цех», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Понятие о свободных радикалах.....	9
2. Становление теории цепных радикальных реакций и ее значение для изучения и понимания биологических процессов.....	18
3. Общие теоретические представления о цепных процессах и основные типы их механизмов.....	24
4. Особенности окислительных процессов в биологических системах.....	36
5. Понятие об активных формах кислорода и их биологической роли.....	40
6. Новый уровень изучения радикальных процессов в биологических системах.....	61
7. Система перекисного окисления липидов как кинетическая модель успешного применения цепной теории для изучения биологического процесса.....	72
8. Белки как объекты перекисидации.....	83
9. Применение методов формальной кинетики цепных реакций для изучения процессов перекисного повреждения белков под действием АФК.....	93
9.1. Исследование перекисного повреждения альбумина под действием реактива Фентона с применением методов формальной кинетики цепных реакций.....	93
9.2. Исследование пероксидного повреждения альбумина под действием отдельных компонентов реактива Фентона.....	108
9.3. Кинетика процесса аутоокисления альбумина.....	121
9.4. Перекисное повреждение альбумина, инициированное системой нитрит-ион – пероксид водорода.....	124

9.5. Пероксидное повреждение альбумина в присутствии нитрит-иона.....	133
10. Применение методов формальной кинетики цепных реакций для изучения процессов перекисного повреждения сложных белков на примере гемоглобина.....	136
10.1. Кинетика аутоокисления гемоглобина.....	136
10.2. Кинетика окисления гемоглобина, инициированного реактивом Фентона.....	142
10.3. Окисление гемоглобина под действием отдельных компонентов реактива Фентона.....	148
10.4. Окисление гемоглобина, инициированное системой пероксид водорода – нитрит-ион.....	156
10.5. Кинетические исследования процессов метгемоглинообразования в системе оксигемоглобин-нитрит натрия	161
11. Множественность молекулярных повреждений под действием активных форм кислорода.....	166
12. Влияние ловушек свободных радикалов на скорость процесса перекисного повреждения полипептидной цепи. Ингибирование процесса перекисного окисления белков классическими ловушками АФК.....	169
13. Действие АФК на белки ферменты.....	174
13.1. Инактивация ацетилхолинэстеразы как результат повреждения белка-фермента под действием активных форм кислорода	174
13.2. Ингибирование процесса перекисного окисления ацетилхолинэстеразы нитроксильным радикалом <i>in vitro</i> .....	176
13.3. Изменение активности ацетилхолинэстеразы эритроцитов под действием системы оксигемоглобин – нитрит-ион в опытах <i>in vivo</i> .....	178

13.4. Ингибирование нитроксильным радикалом процесса пероксидного окисления ацетилхолинэстеразы в опытах <i>in vivo</i> .....	180
14. Повреждение белков активными формами кислорода как глобальная проблема современной биохимии.....	182
15. Превращение активных форм кислорода в тканях и антиоксидантная защита.....	195
16. Пероксидные процессы при различных патологических состояниях.....	207
Заключение.....	213
Литература.....	214
Публикации авторов по теме издания.....	233