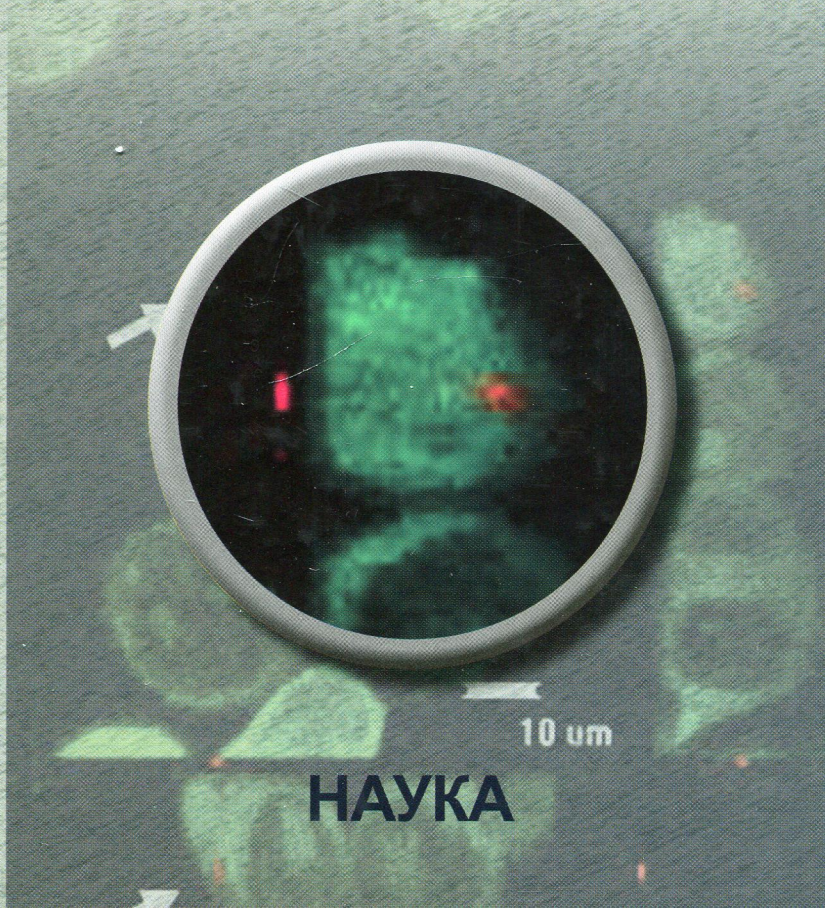


Е.М. Егорова А.А. Кубатиев
В.И. Швец

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ



**Е.М. Егорова А.А. Кубатиев
В.И. Швец**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ЭФФЕКТЫ
НАНОЧАСТИЦ
МЕТАЛЛОВ**



МОСКВА НАУКА 2014

УДК 573
ББК 28.072; 30-16
Е30

Рецензенты:

*академик РАН Л.Ф. ПАНЧЕНКО,
академик РАН В.А. ЮРКИВ*

Егорова Е.М., Кубатиев А.А., Швец В.И.

Биологические эффекты наночастиц металлов / Е.М. Егорова, А.А. Кубатиев, В.И. Швец. – М.: Наука, 2014. – 350 с.: ил. ISBN 978-5-02-039036-2.

Представлены результаты исследований биологических эффектов наночастиц металлов. Часть I содержит обзор основных методов химического синтеза наночастиц металлов в растворах, описание оригинального метода биохимического синтеза и некоторых специальных методик, разработанных для исследований биологической активности наночастиц. Часть II включает анализ литературы по результатам экспериментов на микроорганизмах и описание действия наночастиц серебра, полученных методом биохимического синтеза, на биологические объекты разного уровня организации – от микроорганизмов до млекопитающих. В Заключении изложены основные проблемы в исследованиях биологических эффектов наночастиц металлов и намечены перспективы развития этого направления бионанотехнологий.

Для специалистов, преподавателей и студентов, стремящихся расширить свои знания о биологической активности наночастиц металлов и содержащих их материалов.

Egorova E.M., Kubatiev A.A., Shvets V.I.

Biological effects of metal nanoparticles / E.M. Egorova, A.A. Kubatiev, V.I. Shvets. – М.: Nauka, 2014. – 350 p.: ill. ISBN 978-5-02-039036-2.

The results of studies on the biological effects of metal nanoparticles are presented. Part I contains a review of main chemical methods used for the synthesis of metal nanoparticles in solution, description of the original method of biochemical synthesis and of some special procedures developed for the studies of biological activity of nanoparticles. Part II includes analysis of literature on the effects of metal nanoparticles observed on microorganisms and description of the influence of silver nanoparticles, obtained by the biochemical synthesis, on biological objects staying on various organization levels – from microorganisms to mammalians. Conclusion gives an account of the main problems in studies on the biological effects of metal nanoparticles and outlines the perspectives of this trend in bionanotechnologies.

For specialists, professors and students aspiring to expand their knowledge about the biological activities of metal nanoparticles and nanoparticles-containing materials.

ISBN 978-5-02-039036-2

© Егорова Е.М., 2014

© Кубатиев А.А., 2014

© Швец В.И., 2014

© Редакционно-издательское оформление.
Издательство «Наука», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и обозначений	5
Введение	13

Часть I

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В РАСТВОРАХ

Несколько слов о содержании части I	21
---	----

Глава 1

Методы получения наночастиц металлов в растворах	21
1.1. Вводные замечания	21
1.2. О принципах отбора методов синтеза	24
1.3. Химический синтез с применением традиционных восстано- вителей	27
1.3.1. Общие соображения	28
1.3.2. Синтез в водном растворе	30
1.3.3. Синтез в двухфазной системе и неводных растворах	48
1.3.4. Синтез в обратных мицеллах	58
1.4. Фото- и радиационно-химический синтез	70
1.5. Электрохимический синтез	84
1.6. Биологическое восстановление в водном растворе	89
1.7. Краткие итоги	103

Глава 2

Биохимический синтез наночастиц металлов	108
2.1. Предпосылки метода	109
2.1.1. Общие сведения о свойствах флавоноидов	109
2.1.2. Обратные мицеллы из АОТ в изооктане	111
2.2. Общая схема синтеза	114
2.3. Особенности методики эксперимента	115
2.3.1. Получение мицеллярного раствора флавоноида	115
2.3.2. Определение коэффициентов экстинкции флавоноидов в мицеллярном растворе	116

2.4. Примеры синтеза наночастиц	119
2.4.1. Наночастицы серебра	120
2.4.2. Наночастицы золота	126
2.4.3. Наночастицы меди	135

Глава 3

Развитие биохимического синтеза для решения прикладных задач	141
3.1. Определение коэффициента экстинкции наночастиц Ag	143
3.1.1. Коэффициент экстинкции комплекса	144
3.1.2. Коэффициент экстинкции наночастиц	146
3.2. Влияние отношения C_{Qr}/C_{Ag} на скорость формирования и выход наночастиц серебра	147
3.3. Получение растворов наночастиц малого размера с узким распределением	151

Глава 4

Получение водных растворов наночастиц металлов на основе биохимического синтеза	159
4.1. Получение водных дисперсий наночастиц переносом из их мицеллярного раствора	160
4.2. Характеристики наночастиц серебра и золота в водном растворе	162
4.2.1. Наночастицы серебра	162
4.2.2. Наночастицы золота	165
4.3. Синтез наночастиц серебра и меди в водном растворе с природными стабилизаторами	168
4.3.1. Наночастицы Ag, стабилизированные крахмалом	169
4.3.2. Наночастицы Ag, стабилизированные циклодекстрином	172
4.3.3. Наночастицы Cu, стабилизированные крахмалом	178
4.3.4. Сравнение с литературными данными	180

Глава 5

Материалы, модифицированные наночастицами металлов	184
5.1. Получение жидкофазных материалов с наночастицами металлов	186
5.2. Твердые материалы, модифицированные наночастицами Ag и Cu	190

Часть II

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ

Общие сведения	199
-----------------------------	------------

Глава 6

Действие наночастиц металлов на биологические объекты (анализ литературы)	204
--	------------

6.1. Действие наночастиц металлов на микроорганизмы	205
6.1.1. Антимикробная активность наночастиц Ag	211
6.1.2. Антимикробная активность наночастиц Cu, Au и оксидов металлов	233
6.2. О механизме антимикробной активности наночастиц металлов	245
6.3. Краткие итоги	258

Глава 7

Антимикробная активность наночастиц, стабилизированных синтетическим ПАВ	263
7.1. Наночастицы Ag и Cu в жидкой среде	264
7.1.1. ЛКМ с биоцидными свойствами	264
7.1.2. Водные растворы наночастиц Ag	270
7.2. Твердые материалы и полимерные пленки с наночастицами Ag	274

Глава 8

Действие наночастиц серебра на представителей царств «грибы» и «растения»	280
8.1. Плазмодий неклеточного слизевого гриба <i>Physarum polycephalum</i>	282
8.2. Одноклеточная водоросль <i>Chlorella vulgaris</i>	292
8.3. Семена растений	293

Глава 9

Действие наночастиц серебра на клетки человека <i>in vitro</i> и млекопитающих <i>in vivo</i>	295
9.1. Действие наночастиц Ag на клетки <i>in vitro</i>	296
9.1.1. Токсичность наночастиц Ag для опухолевых клеток. Стабилизация АОТ	296
9.1.2. Токсичность наночастиц Ag для нормальных клеток. Стабилизация крахмалом	301
9.2. Действие наночастиц Ag на организм млекопитающих	303
9.3. Выводы по результатам исследований	306
Заключение	310
Литература	321