

The logo of the Russian Foundation for Basic Research (RFФИ) is located in the top left corner. It consists of a blue square with a white curved shape inside, and the Cyrillic letters "РФФИ" in white below it.

РФФИ

О. А. Голованова

**КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО

О. А. Голованова

**КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА**

Монография



2022

УДК 557+612
ББК 22.072+28.707.3
Г61

*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований по проекту № 21-15-00015,
не подлежит продаже*



Рецензенты:

д-р геол.-минерал. наук А.К. Полюшко; д-р биол. наук Л.Г. Пьянова

Голованова, О. А.

Г61 Кристаллогенезис в организме человека : монография / О. А. Голованова. – Омск : Издательство Омского государственного университета, 2022. – 350 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-7779-2564-0

С привлечением последних научных достижений рассматриваются проблемы патогенного минералообразования в организме человека. На основе обширного экспериментального материала, полученного в результате применения эффективного комплексного подхода к выявлению и изучению патогенного минералообразования в организме человека, исследуются основные характеристики и закономерности формирования почечных и желчных камней. Дается характеристика камнеобразующих сред, исследуются факторы, провоцирующие патогенное минералообразование в организме человека.

Монография будет интересна геологам, химикам, физикам, медикам и экологам. Может быть использована аспирантами и студентами соответствующих направлений.

The problems of pathogenic mineral formation in the human body are considered in the present study with the involvement of the latest scientific achievements. The main characteristics and patterns of the formation of kidney and gallstones are investigated on the basis of extensive experimental material obtained as a result of the use of an effective integrated approach to the identification and study of pathogenic mineral formation in the human body. The characteristics of stone-forming media are given; the factors provoking pathogenic mineral formation in the human body are investigated.

The monograph will be of interest to geologists, chemists, physicists, doctors, and ecologists. It can be used by post graduate students and students of the relevant majors.

УДК 557+612
ББК 22.072+28.707.3

ISBN 978-5-7779-2564-0

© Голованова О. А., 2022
© ФГБОУ ВО «ОмГУ»
им. Ф.М. Достоевского», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

К ЧИТАТЕЛЮ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБРАЗОВАНИЯ МАЛОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ	
1.1. Введение	11
1.2. Разработка термодинамической модели. Расчет констант равновесий в системе «осадок – раствор»	13
1.3. Описание методики	22
1.4. Фазообразование в растворе, моделирующем состав мочи среднестатистического здорового взрослого человека	27
1.4.1. Условия образования основных фаз почечных камней	27
1.4.2. Поля устойчивости	35
1.4.3. Влияние микроэлементов на возможность образования основных фаз	41
1.4.4. Влияния аминокислот на образование твердой фазы оксалата кальция в модельном растворе	45
1.5. Образование фаз почечных и желчных камней	49
1.5.1. Образование фаз почечных камней в условиях эксперимента	49
1.5.2. Результаты термодинамического расчета для желчных камней	53
1.6. Обсуждение результатов моделирования. Сравнение с минеральным составом почечных камней	57
Глава 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ	
2.1. Методы исследования вещества органо-минеральных агрегатов	61
2.1.1. Объекты исследования	61
2.1.2. Методы разделения минеральной и органической компонент	62
2.1.2.1. Мочевые камни	63
2.1.2.2. Желчные камни	65
2.1.3. Методы исследования морфологии и структуры камней, их фазового и элементного состава	73
2.2. Методики изучения камнеобразующих сред	78
2.3. Моделирование фазообразования в прототипах биологических жидкостей	81

2.4. Методы изучения кристаллизации основных фаз патогенных образований в условиях, приближенных к физиологическим	84
2.4.1. Методика синтеза узуеллита в условиях, приближенных к параметрам мочи человека	84
2.4.2. Методика синтеза гидроксипатитов в условиях, приближенных к параметрам мочи человека	86
2.4.3. Методика исследования параметров кристаллизации основных фаз почечных камней	89
2.4.4. Методика синтеза карбоната кальция	98

Глава 3. ВЕЩЕСТВО ПОЧЕЧНЫХ КАМНЕЙ. МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ

3.1. Морфология и текстурно-структурные особенности уролитов	100
3.2. Неорганическая компонента	105
3.2.1. Минеральный состав	105
3.2.2. Элементный состав. Связь с минеральной компонентой	115
3.2.3. Морфология и состав минеральных индивидов, слагающих уролиты	121
3.3. Органическая компонента. Связь с минеральной составляющей	132
3.3.1. Состав белковой компоненты и ее распределение	133
3.3.2. Аминокислотный состав белковой составляющей почечных камней	136
3.4. Модели образования уролитов	141
3.4.1. Параметры физиологического раствора	141
3.4.2. Существующие гипотезы формирования почечных камней	145

Глава 4. КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АНАЛОГОВ МИНЕРАЛОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

4.1. Особенности кристаллизации малорастворимых соединений	160
4.2. Математическая модель кристаллизации малорастворимых соединений	169
4.3. Кристаллизация одноводного оксалата кальция (аналога минерала узуеллита)	175
4.3.1. Синтез в условиях, приближенных к параметрам физиологического раствора	175
4.3.2. Особенности кристаллизации в условиях эксперимента	176
4.3.2.1. Современное состояние изученности вопроса	176
4.3.2.2. Кинетические характеристики. Влияние примесей	183
4.3.3. Сравнение результатов экспериментальной и математической моделей кристаллизации оксалата кальция	205

4.4. Кристаллизация основного фосфата кальция (аналога минерала гидроксиапатита)	207
4.4.1. Современное состояние изученности вопроса	207
4.4.2. Кристаллизация в условиях, приближенных к параметрам мочи человека	210
4.4.2.1. <i>Синтез в присутствии неорганических и органических добавок</i>	212
4.4.3. Влияние аминокислот и нестехиометричности составов на свойства гидроксиапатита	216
4.4.3.1. <i>Введение</i>	216
4.4.3.2. <i>Электрокинетические свойства частиц золей</i>	218
4.4.3.3. <i>Вариации среднего размера частиц золей</i>	223
Глава 5. ВЕЩЕСТВО ЖЕЛЧНЫХ КАМНЕЙ И МОДЕЛИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ	
5.1. Введение	232
5.2. Характеристика вещества органо-минеральных агрегатов	236
5.2.1. Морфология, текстурно-структурные особенности и фазовый состав камней	236
5.2.2. Элементный состав	250
5.2.3. Белковая составляющая	255
5.3. Желчь как камнеобразующая среда	256
5.3.1. Основные компоненты	256
5.3.2. Индексы литогенности	263
5.3.3. Элементный состав	269
5.3.4. Белковая составляющая	272
5.3.5. Структурное состояние желчи	273
5.4. Модели образования желчных камней	278
5.5. Синтез карбоната кальция из раствора желчи	282
5.5.1. Определение времени кристаллизации карбоната кальция	283
5.5.2. Результаты синтеза карбоната кальция в присутствии добавок	285
5.5.3. Результаты изучения морфологии частиц методом оптической микроскопии	296
5.5.4. Результаты измерения площади удельной поверхности синтезированных образцов	299
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	301
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	304