



ПРЕДИСЛОВИЕ

В этой книге в доступной форме комиксов рассказывается об увлекательном мире биохимии. Биохимия – это наука на стыке биологии и химии, объясняющая жизненные процессы на самом базовом уровне. В частности, она изучает строение молекул веществ, которые входят в состав живых организмов (в том числе и человека), а также химические реакции в клетках. В последние годы биохимия развивается с беспрецедентной скоростью. С конца XIX в. и на протяжении XX в. учёные исследовали различные химические явления в области медицины, диетологии, сельского хозяйства, биологии и во многих других сферах, и эти исследования позволили сделать ряд невероятных открытий. Учитывая, насколько разнообразны вышеперечисленные области применения биохимии, можно предположить, что она являет собой целый комплекс обособленных, не связанных друг с другом наук. Но при том, что их цели различны, основа одна: химическое разъяснение жизненных явлений. Таким образом, базовые принципы биохимии следует изучить всякому, кто намеревается посвятить себя науке, так или иначе связанной с живыми организмами: медицине, стоматологии, фармакологии, сельскому хозяйству, диетологии и др.

Большинство важных идей из области биохимии здесь изложены в лёгкой для понимания форме. Книга может использоваться в качестве справочника или в качестве дополнительного источника знаний для студентов, изучающих биохимию, медицину и диетологию. Вы можете обращаться к книге, чтобы быстро освежать в памяти отдельные темы или углублять полученные знания. Даже ученику средней школы будет под силу освоить этот материал.

По своей структуре книга несколько отличается от классических пособий по биохимии. Например, если в учебной литературе сначала принято описывать главные химические элементы в составе клетки (вещества, которые присутствуют во всех живых организмах: сахараиды, липиды, нуклеиновые кислоты и белки), то здесь эти темы «всплывают» по ходу повествования – отдельная глава для их обсуждения не предусмотрена. Я пошёл по этому пути, полагая, что включение этих понятий в естественный контекст позволит проще усвоить и запомнить их. Кроме того, в главе 3 приводится информация о биохимических процессах в нашей повседневной жизни – таким образом подчёркивается значение биохимии, которая, как оказывается, присутствует в самых рядовых ситуациях.

Главная героиня книги – старшеклассница Куми, которую очень заботят вопросы диеты. Я решил прибегнуть к этому сценарию, поскольку сам я по образованию диетолог и проходил обучение на факультете сельскохозяйственных наук. В наши дни многие рассматривают биохимию именно в контексте здорового питания. Людей часто беспокоит так называемый «метаболический синдром» – совокупность факторов риска, вызывающих ряд серьёзных заболеваний: диабет 2-го типа, ишемическую болезнь сердца и инсульты.

В процессе подготовки текста черновой вариант и сюжетные ходы проверяли и оценивали Юкио Фуруичи, почётный профессор университета Миэ (в настоящее время – профессор Нагойского университета), специалист в области биохимии липидов, и Шонен Йошида, почётный профессор Нагойского университета (в настоящее время – консультант в Центре иммунотерапии рака при Нагойском госпитале Киорицу), специалист в области биохимии и молекулярной биологии. Профессора Фуруичи и Йошида были моими научными руководителями при подготовке диплома и докторской диссертации соответственно. Пользуясь возможностью, хочу выразить им глубокую признательность за то, что при всей своей занятости они нашли время, чтобы вычитать рукопись.

Кроме того, хочу поблагодарить профессора Кэзуо Камемуру, консультировавшего меня в период обучения в аспирантуре, и его аспиранта Митсутэку Огоа из Института биологических наук и технологий в Нагахаме за предоставление ценной информации о лектин-блоттинге. Выражаю благодарность сотрудникам издательства Ohmsha за помощь в подготовке моей предыдущей книги «Занимательная манга: молекулярная биология», Савако Савада из Office Sawa, художнику Кикуюро, который создал потрясающие иллюстрации, и, наконец, вам, моим читателям, которые заинтересовались этим трудом.

*Масахару Такемура
Январь 2009 г.*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие v

1

ЧТО ПРОИСХОДИТ В ТВОЁМ ОРГАНИЗМЕ 13

1. Структура клетки	14
Каково строение клетки.....	16
2. Что происходит внутри клетки?	18
Синтез белка	19
Метаболизм	20
Производство энергии	22
Фотосинтез	24
3. Клетка – место протекания химических реакций	26
Биохимия синтеза белка	27
Биохимия метаболизма	29
Биохимия производства энергии	30
Биохимия фотосинтеза	32
4. Биохимия: основные понятия	36
Углерод	36
Химические связи	36
Биополимеры	37
Ферменты	37
Реакция окисления-восстановления	37
Дыхание	38
Метаболизм	38

2

ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ 39

1. Экосистемы и цикл	40
2. Обсуждаем фотосинтез	48
Важная роль растений	48
Структура хлоропласта	49
Фотосинтез: реакция фосфорилирования	50
Фотосинтез: фиксация диоксида углерода	57
3. Дыхание	60
Что такое углеводы?	60
Сахариды и всевозможные «...озы»	63
Почему у моносахаридов циклическая структура?	63
Почему нам нужно дышать?	64
Дыхание – это процесс расщепления глюкозы и высвобождения энергии	66

Этап 1. Расщепление глюкозы в процессе гликолиза	68
Этап 2. Лимоннокислый цикл	71
Этап 3. Производство энергии в электрон-транспортной цепи	74
Заключение	79
4. АТФ – универсальный источник энергии	82
5. Виды моносахаридов.....	84
Альдозы и кетозы	84
Пираноза и фураноза	84
D-форма и L-форма	85
6. Что такое КоА?	86



БИОХИМИЯ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

87

1. Липиды и холестерин	88
Что такое липиды?	88
Жирные кислоты.....	95
Холестерин относится к стероидам	97
Функции холестерина.....	98
Липопротеины: борьба добра и зла	100
Что такое артериосклероз?	103
Действительно ли вреден холестерин?.....	105
2. Биохимия и полнота. Как откладывается жир	106
В организме животных откладывается жир	108
Избыток сахаридов откладывается в виде жира!	111
Когда жир используется в качестве источника энергии	118
Почему при переедании человек полнеет?	123
3. Что такое группа крови?	124
Группа крови	124
Чем обусловлена та или иная группа крови?	125
Что такое группа крови?	129
4. Почему по мере созревания фрукты становятся слаще?	130
Какие типы сахаров присутствуют во фруктах?	130
Моносахариды, олигосахариды и полисахариды	131
Какие химические процессы происходят, когда поспевают фрукты	133
Почему фрукты становятся сладкими?	135
5. Почему рисовые лепёшки моти упругие?	136
Особенности риса для лепёшек моти	136
Разница между амилозой и амилопектином	138
Что означают цифры в сочетаниях $\alpha(1 \rightarrow 4)$ и $\alpha(1 \rightarrow 6)$?.....	140
Почему лепёшки моти упругие?	145

4

ФЕРМЕНТЫ - КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ

ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

149

1. Ферменты и белки	150
Что такое фермент?.....	153
Аминокислоты.....	156
Первичная структура белка	158
Вторичная структура белка	159
Третичная структура белка	160
Четвертичная структура белка. Субъединицы	161
Субстраты и ферменты	162
2. Работа ферментов	162
Специфичность ферментов	164
Классификация ферментов	166
Трансферазы	168
Гликозилтрансфераза определяет группу крови	169
Гидролазы	172
3. Построение графиков для изучения ферментов	174
Почему ферменты важны для химических реакций?	175
Что такое энергия активации?	176
Фермент понижает «стену»	177
Максимальная скорость реакции	178
Уравнение Михаэлиса-Ментен и константа Михаэлиса	180
Рассчитаем V_{max} и K_m !	182
Для чего нужны обратные величины?	186
Воспользуемся уравнением Михаэлиса-Ментен, чтобы вычислить K_m и V_{max} !	191
4. Ферменты и ингибиторы	193
Аллостерические ферменты	196

5

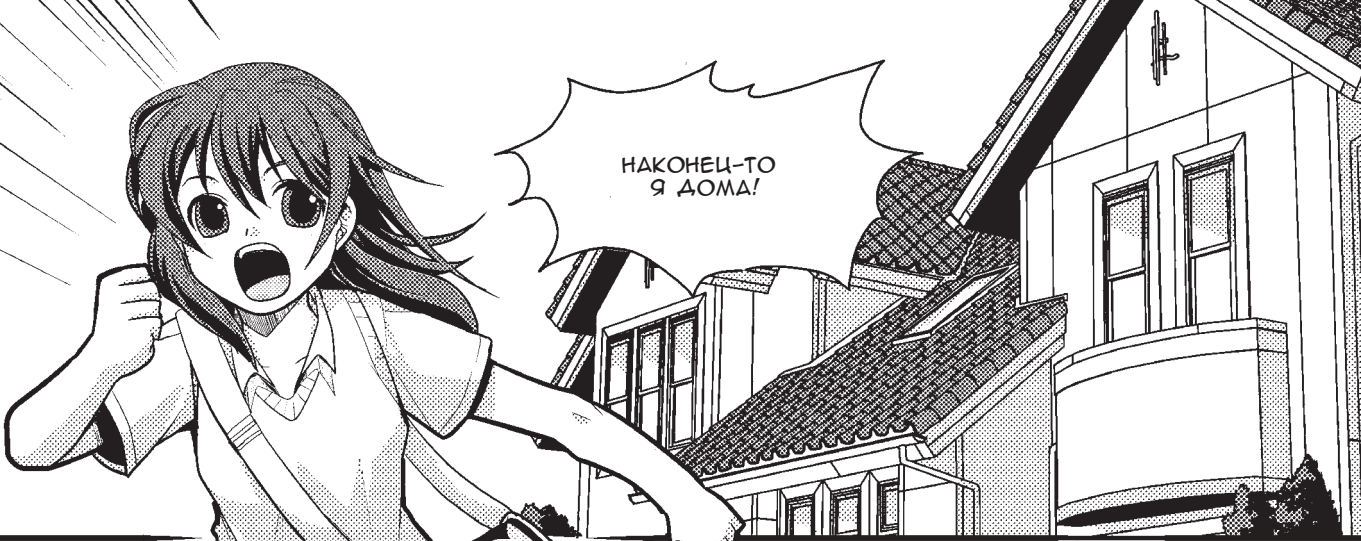
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

199

1. Что такое нуклеиновая кислота	202
Основные понятия	202
Открытие нуклеина	204
Нуклеиновые кислоты и нуклеотиды	205

Комплементарность оснований и структура ДНК	209
Репликация ДНК. Роль ДНК-полимеразы	211
Структура РНК	214
2. Нуклеиновые кислоты и гены	218
ДНК – хранилище генов.....	218
Функции РНК	220
мРНК.....	222
рРНК и тРНК	223
Рибозимы	226
3. Биохимия и молекулярная биология	228
«Грязная работа» в биохимии	228
Биохимия и молекулярная биология на раннем этапе развития.....	229
Развитие методов, основанных на рекомбинантной ДНК	230
Возвращаясь к биохимии	230
Происхождение клетки	231
Колоночная хроматография	233
Проведение биохимических опытов	233
Электрофорез и вестерн-блоттинг	235
Лектин-блоттинг	236
Центрифугирование	237
Измерение ферментативной активности	237
Метод измерения активности ДНК-полимеразы	237
Метод измерения активности α -амилазы	238
Эпилог	239
Предметный указатель	249



НАКОНЕЦ-ТО
Я ДОМА!



КУМЦ! ТЫ
ВЕРНУЛАСЬ?

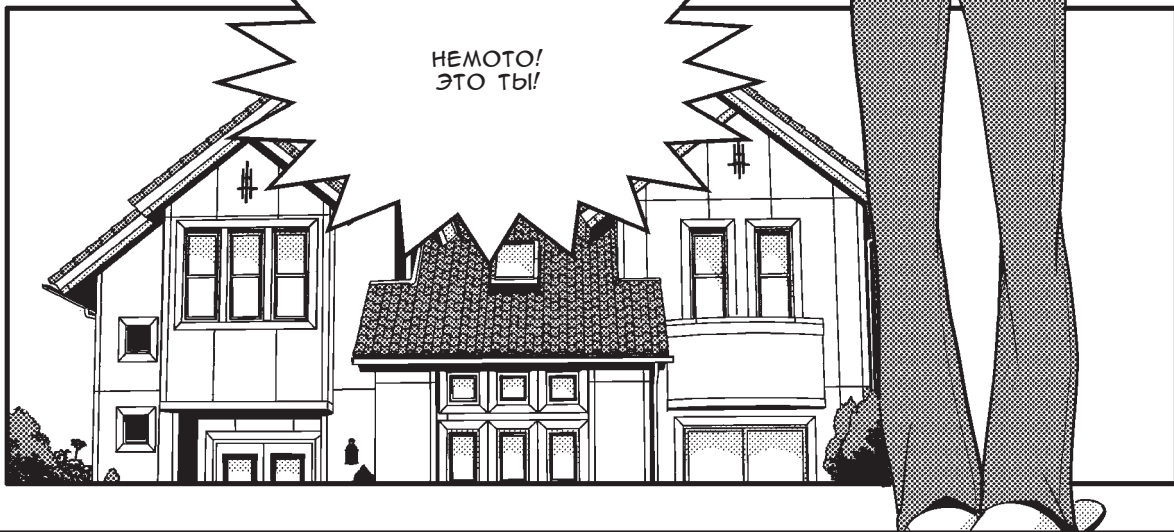
ПОСЛЕ
ПОГОВОРИМ!



А-А-А-А-А-А!
Я СОВЕРШЕННО
НЕ ПОХУДЕЛА!

Цель:
сбросить 2 кг!

ПОКОНЧИТЬ
С ЛИШНИМИ
КИЛОГРАММАМИ!



ПОТРЯСАЮЩАЯ
АВНЯ!



НО Я НА
ДИЕТЕ,
И МНЕ НЕЛЬЗЯ
ФРУКТЫ.

ПОХОЖЕ, Я
ДАЛ МАХУ.



МНЕ КАЖЕТСЯ,
КУМЦ, ТЕБЕ
НЕ О ЧЕМ
БЕСПОКОИТЬСЯ.



ПО-МОЕМУ,
ТЫ МОЖЕШЬ ЕСТЬ
ВСЁ ЧТО УГОДНО
И ПРИ ЭТОМ ВЫ-
ГЛЯДЕТЬ... М-М-М...
ВЕЛИКОЛЕПНО!



(ЛЮБИМАЯ ЕДА
КУМЦ)



НУ ДА! ШУТИТЬ!
Я ВСЯ НАЧИНЕНА
ПЫШЕЙ
И ПИРОЖНЫМИ!



НУ ВСЁ! БУДУ
ГОЛОДАТЬ
ДО ТЕХ ПОР,
ПОКА НЕ
ДОЕБЬУСЬ
СВОЕГО!

БОЛЬШЕ
НИ ЕДИНОГО АНЯ
НЕ БУДУ ТОЛСТОЙ!



НО, КУМЦ...

ЭТО ЖЕ
ПРОСТО
СМЕШНО!



ТЫ НЕ ПРАВА!

ПРЕЖДЕ
ВСЕГО,

ТЫ НЕ
ТОЛСТАЯ,
И ПОТОМ...

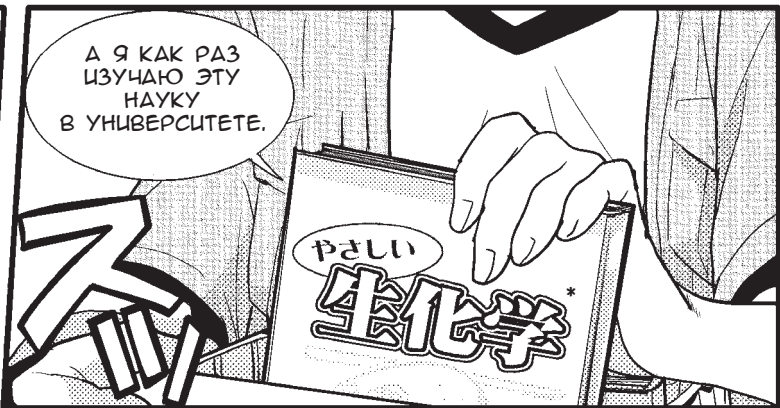
...ТЫ ОЧЕНЬ
ПРИВЛЕКА-
ТЕЛЬНАЯ...
НО...

(КРАСНЕЕТ)



ПОХОЖЕ, ТЫ
НЕ ПОНИМАЕШЬ,
КАК УСТРОЕНО
ТЕЛО
ЧЕЛОВЕКА!

Кхм-м...



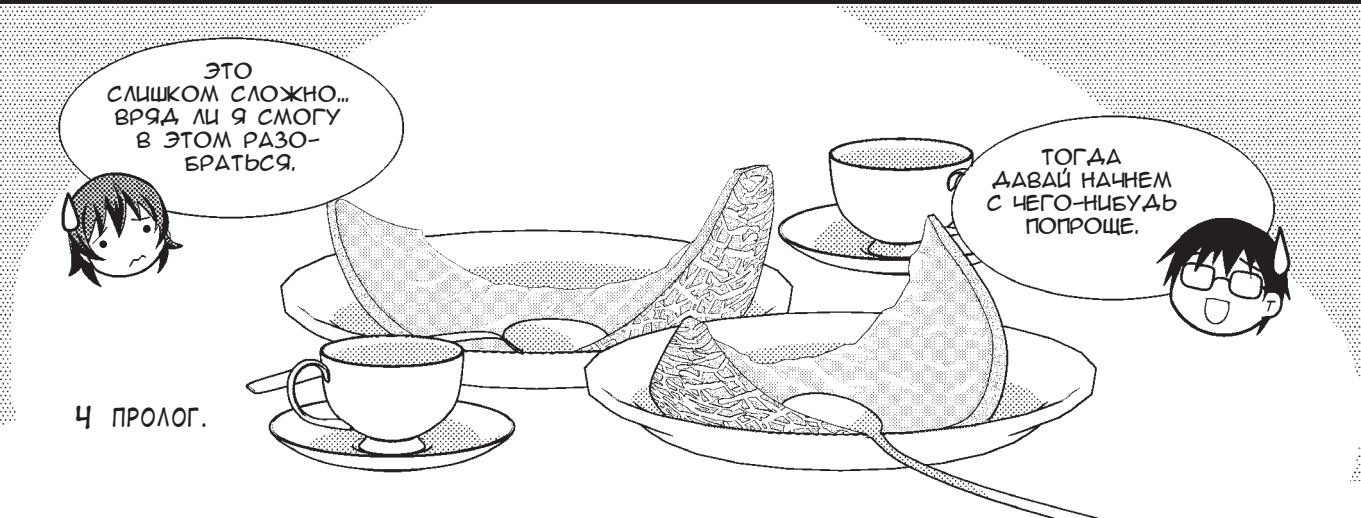
А Я КАК РАЗ
ИЗУЧАЮ ЭТУ
НАУКУ
В УНИВЕРСИТЕТЕ.

* БИОХИМИЯ. НАЧАЛЬНЫЙ КУРС.



БИО...
БИО... ЧТО?

БИОХИМИЯ!



ЭТО
СЛИШКОМ СЛОЖНО...
ВРЯД ЛИ Я СМОГУ
В ЭТОМ РАЗО-
БРАТЬСЯ.

ТОГДА
ДАВАЙ НАЧЕМ
С ЧЕГО-НИБУДЬ
ПОПРОЩЕ.

КАЛОРИИ,
ЖИРЫ,
УГЛЕВОДЫ...

ТЫ ВЕДЬ ЗНАЕШЬ,
ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

КОНЕЧНО!
Я ЖЕ, В КОНЦЕ
КОНЦОВ,
НА ДИЕТЕ!

ДАВАЙ
ПРО-
ВЕРИМ!

КРОМЕ ШУТОК!
ВЗГЛЯНИ-КА
СЮДА.

ДИЕТА:
СПЕЦИАЛЬНЫЙ
ВЫПУСК

ПОХУДЕТЬ
К ЛЕТУ

ИТАК, ЖИРЫ - ЭТО
ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫЕ
ВЕЩЕСТВА. ПРАВИЛЬНО?

КОГДА ГОВОРЯТ О "ВЫСОКО-
КАЛОРИЙНЫХ" УГЛЕВОДАХ,
ИМЕЮТ В ВИДУ НЕЧТО
ДРУГОЕ, НО ЧАСТО МОЖНО
УСЛЫШАТЬ, ЧТО ЧРЕЗМЕРНОЕ
ПОТРЕБЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ
ВЫЗЫВАЕТ ОТЛОЖЕНИЕ
ЖИРА.

Углеводы

Жиры

Десерт

ПОНЯТНО!
НУ, ЭТО-ТО
Я ЗНАЮ!

ПОЛНОТА - ЭТО
СЛЕДСТВИЕ ИЗЫТКА
ЖИРА В ОРГАНИЗМЕ.
ТАК?

ПОЧЕМУ
ТЫ ДУМАЕШЬ,
ЧТО РАСПОЛНЕЕШЬ,
ЕСЛИ БУДЕШЬ ЕСТЬ
МНОГО
УГЛЕВОДОВ?

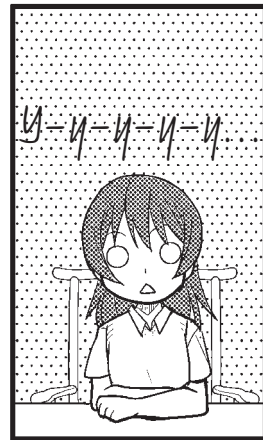
НУ...
НЕ ЗНАЮ ПОЧЕМУ...
НО ЖУРНАЛЫ ЖЕ
НЕ ВРУТ,
ПРАВДА?..

ГМ-М...



ЕСЛИ БУДЕШЬ
ИЗУЧАТЬ БИОХИМИЮ -
УЗНАЕШЬ, ПОЧЕМУ!

БИОХИМИЯ - НАУКА
О ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ,
ПРОИСХОДЯЩИХ В ОРГАНИЗМЕ
ЖИВЫХ СУЩЕСТВ.
ДРУГИМИ СЛОВАМИ,
ЭТО ХИМИЯ
НАШЕГО ТЕЛА!



ВСЁ ЭТО ОЧЕНЬ
ЛЮБОПИТНО, НО...
Я МАЛО
СМЫСЛУ В ХИМИИ!



К ТОМУ ЖЕ
ПРОФЕССОРА
ТАКИЕ
СУРОВЫЕ!

О МОЕЙ
ПРЕПОДАВА-
ТЕЛЬНИЦЕ
ЭТОГО НЕ
СКАЖЕШЬ!



ВОТ,
ПОСМОТРИ!
ОНА АВТОР
ЭТОГО
УЧЕБНИКА.



МЛАДШИЙ
ПРОФЕССОР
ЧОКО
КУРОСАКА...

ПОВЕРЬ, ОНА
СОВЕРШЕННО
ОСОБЕННАЯ!



ТВОЯ
ПРЕПОДАВА-
ТЕЛЬНИЦА...

ТАКАЯ
КРАСИВАЯ!



ХИМИЯ
НЕ ТАК СЛОЖНА,
КАК ТЫ ДУМАЕШЬ,
КУМИ.



НАПРИМЕР, ПОСЛЕ ТОГО
КАК ТЫ ПОЕБИДАЛА,
ПИЩА ПЕРЕВАРИВАЕТСЯ
У ТЕБЯ В ЖЕЛУДКЕ. ЭТО
ХИМИЧЕСКАЯ
РЕАКЦИЯ.



ЧТО?
НЕ МОЖЕТ
БЫТЬ!

ЗНАЧИТ, В НАШЕМ
ОРГАНИЗМЕ ПОСТО-
ЯННО ПРОИСХОДЯТ
КАКИЕ-ТО
ХИМИЧЕСКИЕ
РЕАКЦИИ?



ВЕРНО!

НАШ ОРГАНИЗМ,
КАК И ДРУГИЕ ЖИВЫЕ
ОРГАНИЗМЫ,
СОСТОИТ ИЗ МНОГИХ
ХИМИЧЕСКИХ
ВЕЩЕСТВ...



Белки...

Вода...

Углеводы...

Витамины...

Жиры...

Минеральные
вещества...

ЖИРЫ
И УГЛЕВОДЫ,
О КОТОРЫХ МЫ
УЖЕ ГОВОРИЛИ, -
ТОЖЕ ХИМИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА?

**ВСЁ ЭТО
ХИМИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА!**

БЕСПОКОЯСЬ
О СВОЕМ ВЕСЕ,
Я ТОЛЬКО
ПОДСЧИТЫВАЛА
КАЛОРИИ...

НО Я НЕ ЗАДУМЫ-
ВАЛАСЬ О ТОМ,
ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ
МОЙ ОРГАНИЗМ
С ХИМИЧЕСКОЙ
ТОЧКИ ЗРЕНИЯ.





ВОТ ИМЕННО!
ИТАК, ПОДВЕДЕМ ИТОГИ.

БИОХИМИЯ -
ЭТО НАУКА О ТОМ,
ЧТО ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ
НАШЕГО ТЕЛА, А ТАКЖЕ
ТЕЛ ДРУГИХ ЖИВЫХ
СУЩЕСТВ...

...В ОСНОВНОМ -
С ХИМИЧЕСКОЙ
ТОЧКИ ЗРЕНИЯ.



ДА,
КСТАТИ...



Я СЕЙЧАС КАК РАЗ
ЗАНИМАЮСЬ ИССЛЕДОВАНИЕМ
ХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ.

ЕСЛИ ХОЧЕШЬ, МОЖЕШЬ
ПОУЧАСТВОВАТЬ
В ЛАБОРАТОРНОМ ОПЫТЕ.



ЕСЛИ
Я СОГЛАШУСЬ,
ТО УВИЖУ
ПРОФЕССОРА
КУРОСАКА...

На следующий день...



НУ КОНЕЧНО!
Я СОГЛАСНА!
...И БУДУ ВЫГЛЯДЕТЬ
КАК СУПЕРМОДЕЛЬ!



* 東西南北大学

* УНИВЕРСИТЕТ КРЕБСА

黒坂研究室*

* ЛАБОРАТОРИЯ
ПРОФ. КУРОСАКА

ЗДРАВСТВУЙ!

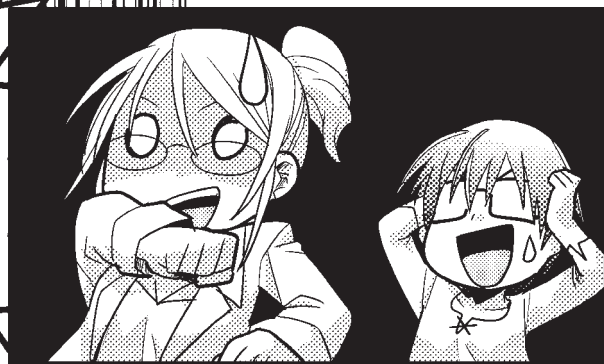
РАДА
ПОЗНАКОМИТЬСЯ,
КУМЦ!

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ
В ЛАБОРАТОРИЮ!

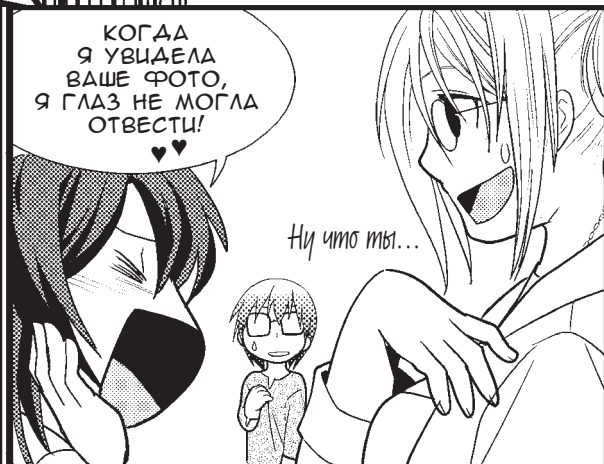
НА САМОМ ДЕЛЕ
ОНА ЕЩЕ БОЛЕЕ
ОЧАРОВАТЕЛЬНА,
ЧЕМ НА ФОТО-
ГРАФИИ!

ЗНАЕТЕ... Я ХОТЕЛА
У ВАС СПРОСИТЬ...

ЕСЛИ Я БУДУ ИЗУЧАТЬ
БИОХИМИЮ...
Я СТАНУ ТАКОЙ ЖЕ
КРАСИВОЙ, КАК ВЬР



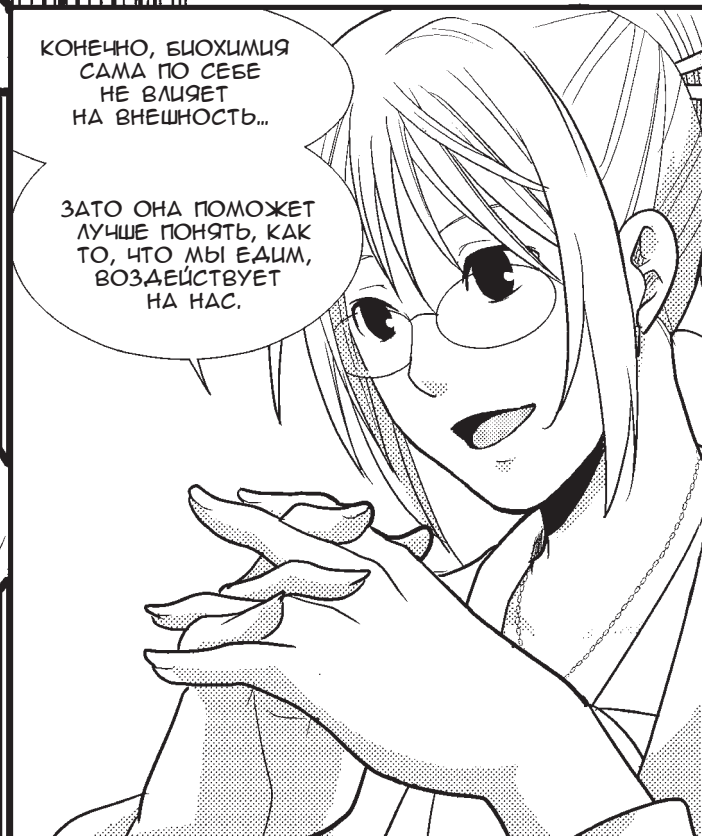
КОГДА
Я УВИДЕЛА
ВАШЕ ФОТО,
Я ГЛАЗ НЕ МОГЛА
ОТВЕСТИ!



Ну что мы...

КОНЕЧНО, БИОХИМИЯ
САМА ПО СЕБЕ
НЕ ВЛИЯЕТ
НА ВНЕШНОСТЬ...

ЗАТО ОНА ПОМОЖЕТ
ЛУЧШЕ ПОНЯТЬ, КАК
ТО, ЧТО МЫ ЕДИМ,
ВОЗДЕЙСТВУЕТ
НА НАС.



МЫ МОЖЕМ ИЗУЧИТЬ, КАК
В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ТО, ЧТО МЫ ЕДИМ,
РАСЩЕПЛЯЕТСЯ НА ОТДЕЛЬНЫЕ
ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЗУЕМЫЕ
ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ
ОРГАНИЗМА.

ЭТИ ЗНАНИЯ ПОМОГУТ НАМ
ЛЕЧИТЬ РАЗЛИЧНЫЕ
БОЛЕЗНИ...

...И УЛУЧШИТЬ ОБЩЕЕ
САМОЧУВСТВИЕ.

ЕСЛИ ТЫ
ПОНИМАЕШЬ,
ЧТО ПРОИСХОДИТ
У ТЕБЯ ВНУТРИ,

ТЫ БУДЕШЬ
ЗДОРОВОЙ
И КРАСИВОЙ!

ВОТ ЭТО ДА!

ЕСЛИ Я НАЧНУ
УЧИТЬ БИОХИМИЮ...

...ТО СТАНУ КРАСИВОЙ,
КАК ПРОФЕССОР
КУРОСАКА!

И ОТКРОЮ
ДЛЯ СЕБЯ
СЕКРЕТЫ ЗДОРОВЬЯ!

Я ГОТОВА!

ВОТ ЭТО
НАСТРОЙ!

ХОРОШО...

ДЛЯ НАЧАЛА
ВЫПЕЙ
СТАКАН ВОДЫ.

ЗДЕСЬ
НАХОДИТСЯ РОБОТ -
НАСТОЛЬКО
МАЛЕНЬКИЙ, ЧТО
ЕГО НЕ ВИДНО
НЕВООРУЖЕННЫМ
ГЛАЗОМ.

МЫ
ИСПОЛЬЗУЕМ
ЕГО ДЛЯ ТОГО,
ЧТОБЫ ПОСМОТРЕТЬ,
ЧТО ПРОИСХОДИТ
У ТЕБЯ ВНУТРИ.

РОБОТ-ТАЛИСМАН.
ИМЯ: РОБОКОТ.
РАЗРАБОТКА
ЛАБОРАТОРИИ КУРОСАКА

ДО АНА!..

Он!

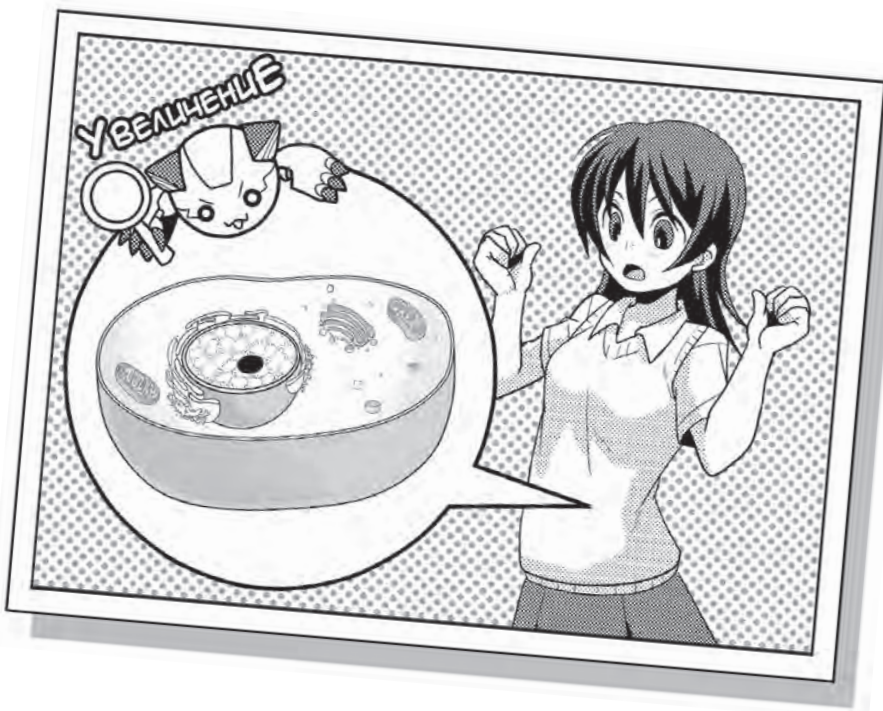
биль
биль
биль

ИТАК...

ПРИСТУПАЕМ
К ИЗУЧЕНИЮ БИОХИМИИ!

1

ЧТО ПРОИСХОДИТ
В ТВОЁМ ОРГАНИЗМЕ



1. СТРУКТУРА КЛЕТКИ



ТЕБЕ УЖЕ
РАССКАЗЫВАЛИ
О КЛЕТКАХ НА
УРОКЕ
БИОЛОГИИ?

ДА!



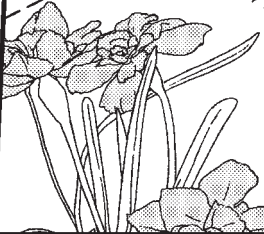
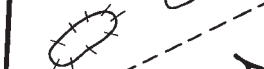
КЛЕТКИ ПОХОЖИ
НА МАЛЕНЬКИЕ ЯЧЕЙКИ,
КОТОРЫЕ НАПОЛНЯЮТ
НАШ ОРГАНИЗМ!

АМЁБЫ, БАКТЕРИИ И
ДРУГИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ
НАЗЫВАЮТСЯ **ОДНО-
КЛЕТОЧНЫМИ**, ТАК КАК
СОСТОЯТ ВСЕГО ИЗ
ОДНОЙ КЛЕТКИ.

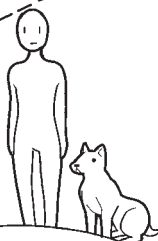


АМЁБА

БАКТЕРИИ

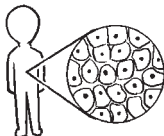


ЖИВЫЕ СУЩЕСТВА,
ВИДИМЫЕ НЕООУ-
РЖЕННЫМ ГЛАЗОМ -
ТАКИЕ КАК ЛЮДИ, СОБАКИ,
РАСТЕНИЯ, - ЭТО **МНОГО-
КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ**.
ОНИ СОСТОЯТ
ИЗ МНОГИХ КЛЕТОК.



ПРАВИЛЬНО!

НАПРИМЕР, В ТЕЛЕ
ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА
НЕВЕРОЯТНО МНОГО
КЛЕТОК... ОТ 60
ДО 100 ТРИЛЛИОНОВ.



УВЕРЕНА, ЧТО
У ПРОФЕССОРА
ДАЖЕ КЛЕТКИ
КРАСИВЫЕ!

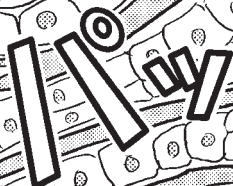
Хи-хи!

КЛЕТКА - ЭТО МЕЛЬЧАЙШАЯ
ЕДИНИЦА НАШЕГО ТЕЛА,
КОТОРУЮ МОЖНО НАЗВАТЬ
"ЖИВОЙ".

СМОТРИТЕ,
ИЗОБРАЖЕНИЕ УЖЕ
ЗАГРУЗИЛОСЬ!

Щёлк

Щёлк



НУ И НУ!
ВОТ ТАК
ВИДОК!

ВПЕЧАТЛЯЕТ,
НЕ ПРАВДА
ЛИ?



ПОПРОБУЕМ
УВЕЛИЧИТЬ ОТДЕЛЬ-
НУЮ КЛЕТКУ.



УВЕЛИЧЕНИЕ

Щёлк

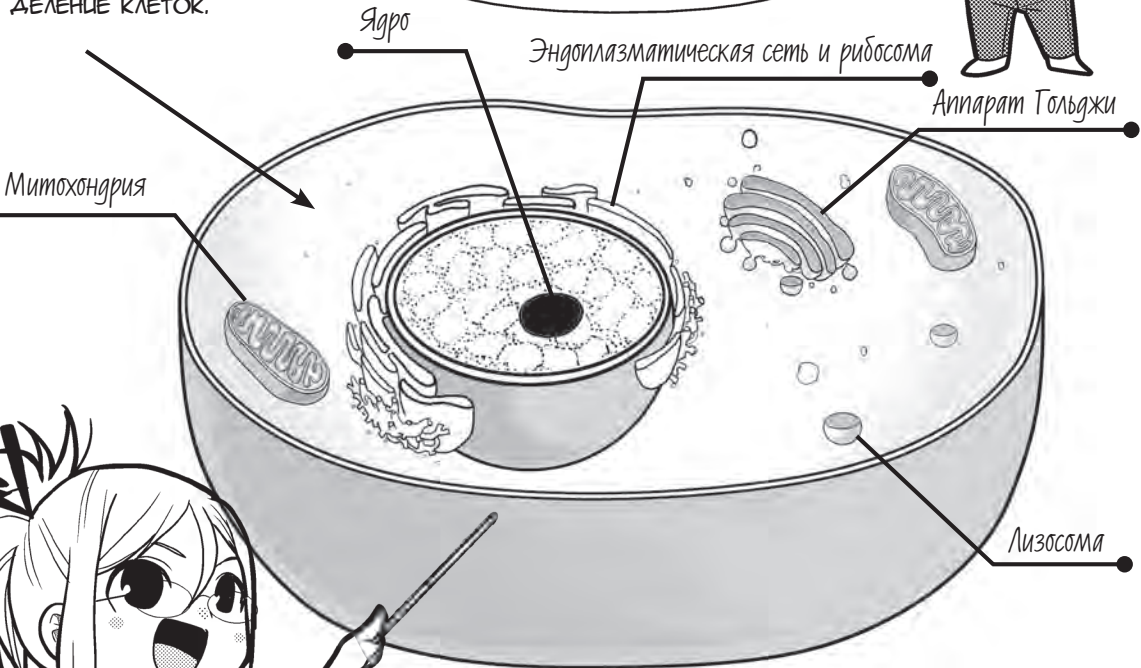


КАКОВО СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ?

В ЦИТОЗОЛЕ НАХОДИТСЯ МНОЖЕСТВО БЕЛКОВ, САХАРИДОВ И ДРУГИХ КЛЕТОЧНЫХ ВЕЩЕСТВ. ИМЕННО ЗДЕСЬ ПРОТЕКАЮТ МНОГИЕ КЛЕТОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ: ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ, ТРАНСПОРТИРОВКА БЕЛКА И ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК.

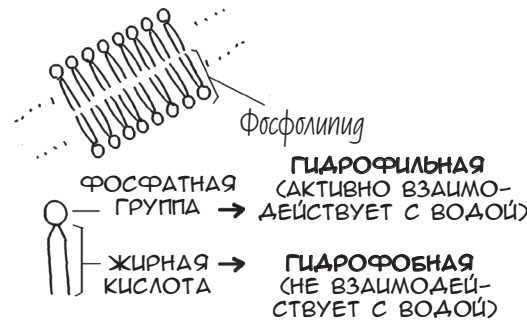
КЛЕТКИ ЗАПОЛНЕНЫ ГУСТОЙ ЖИДКОСТЬЮ - ЦИТОЗОЛЕМ. В ЦИТОЗОЛЕ РАСПОЛАГАЮТСЯ КОМПОНЕНТЫ КЛЕТКИ, НАЗЫВАЕМЫЕ ОРГАНЕЛЛАМИ.

САМАЯ БОЛЬШАЯ ОРГАНЕЛЛА В ЦЕНТРЕ КЛЕТКИ - ЭТО ЕЁ ЯДРО.



ЦИТОПЛАЗМА - ЭТО ОБЩИЙ ТЕРМИН ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЖИДКОЙ СРЕДЫ ВНУТРИ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ И В ОРГАНЕЛЛАХ. КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ **ЛИПЦАННЫЙ БИСЛОЙ** (ДВОЙНОЙ СЛОЙ).

КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА ВЫПОЛНЯЕТ РЯД ВАЖНЫХ ФУНКЦИЙ, В ЧАСТНОСТИ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛЕТОК, ПОГЛОЩЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ВЫВЕДЕНИЕ ШЛАКОВ.



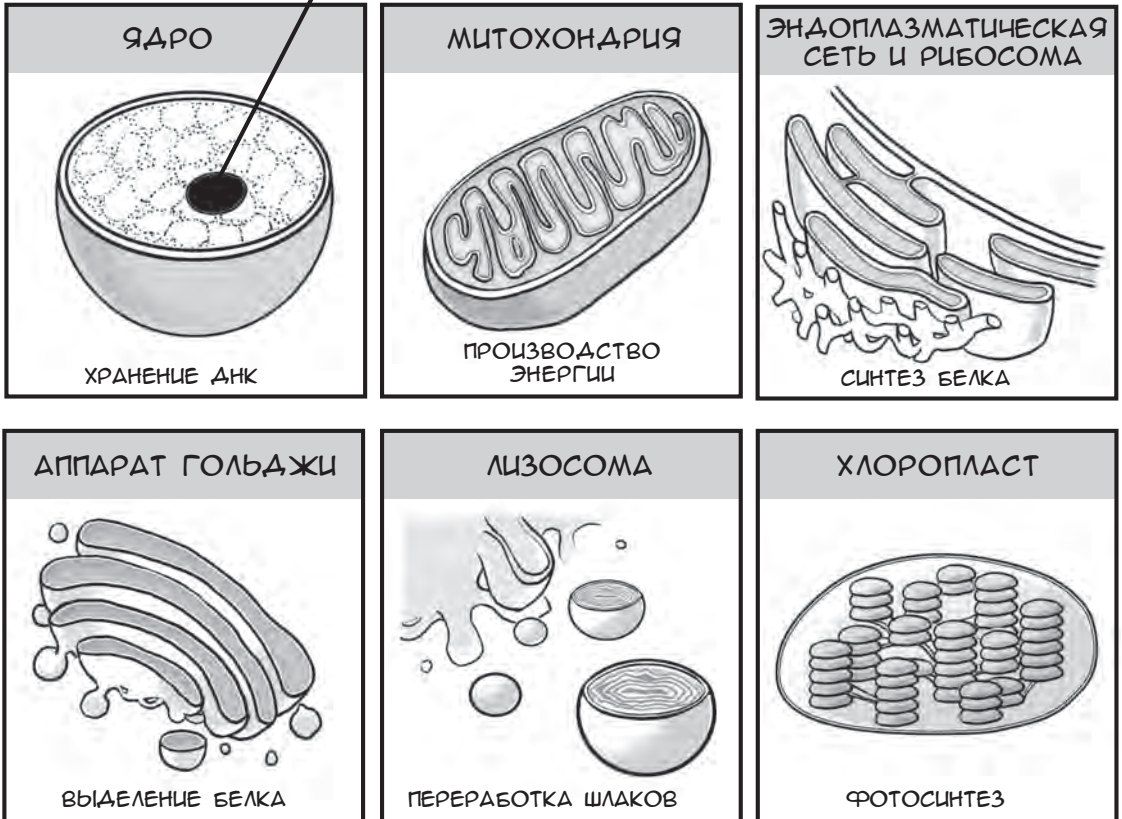
ФОСФОЛИПИДЫ ОБРАЗУЮТ ДВОЙНОЙ СЛОЙ, В КОТОРОМ ГИДРОФИЛЬНЫЕ ЧАСТИ ИХ МОЛЕКУЛ ОБРАЩЕНЫ НАРУЖУ, А ГИДРОФОБНЫЕ - ВНУТРЬ.





В ЯДРЕ КЛЕТКИ СОДЕРЖИТСЯ **ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА (ДНК)**, В КОТОРОЙ ЗАШИФРОВАНА ГЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ. НЕ СЛУЧАЙНО ДНК ИНОГДА НАЗЫВАЮТ ОСНОВОЙ ЖИЗНИ.

ЯРО СЧИТАЕТСЯ "УПРАВЛЯЮЩИМ ЦЕНТРОМ" КЛЕТКИ.



ХЛОРОПЛАСТЫ ЕСТЬ ТОЛЬКО У РАСТЕНИЙ И НЕКОТОРЫХ МИКРОБОВ.



Скрип... Скрип...