

Университетские  
субботы



# Биокатализ: все еще много пространства для открытий

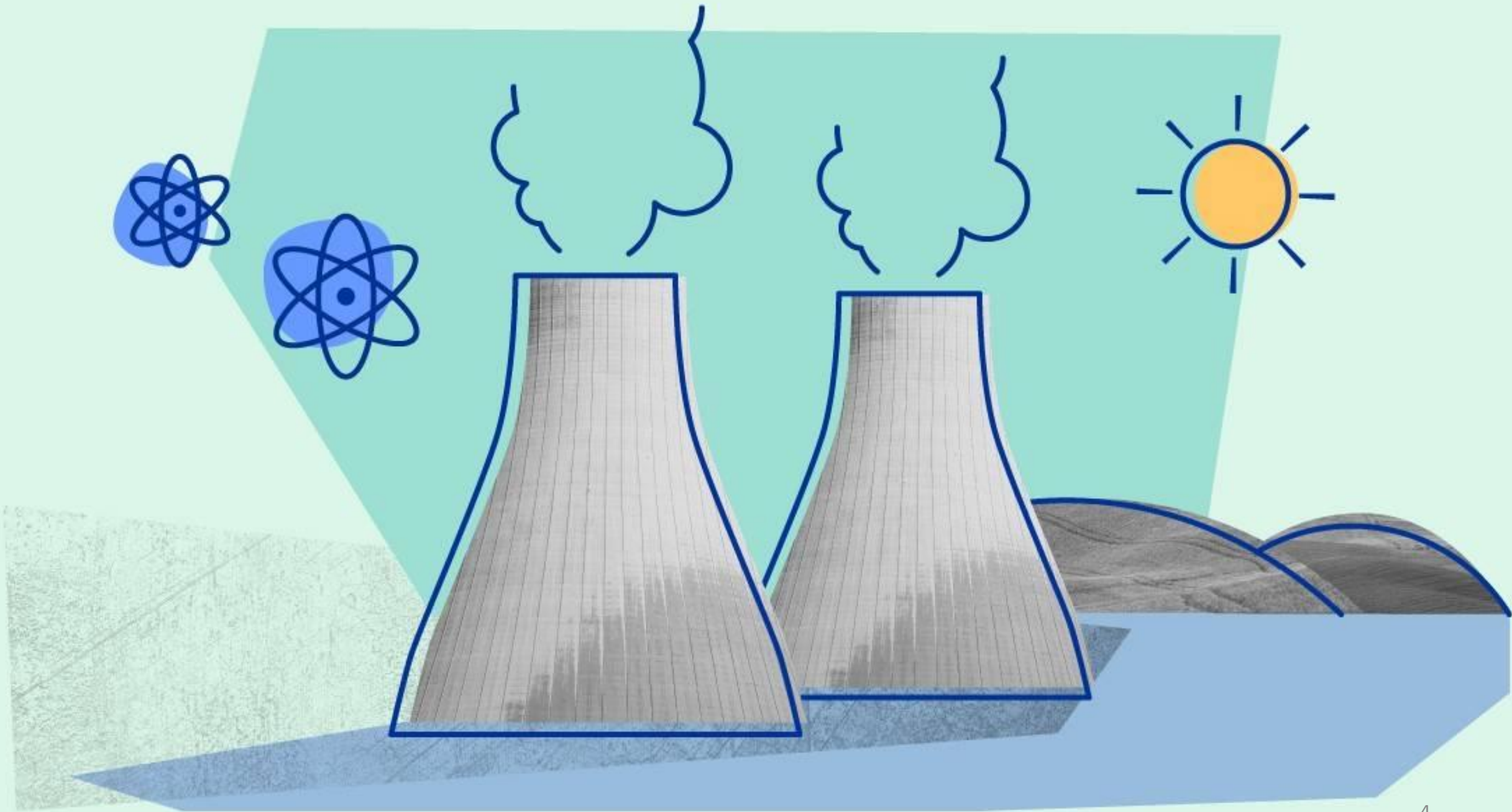
к.х.н. доцент кафедры химической энзимологии  
Ле-Дейген Ирина Михайловна

Москва  
30 сентября 2023 года





*Нейросеть Кандинский по запросу «Сила внутри нас» в стиле Натальи Гончаровой*<sup>3</sup>



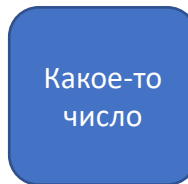


# Небольшая игра по ходу лекции

# Небольшая игра по ходу лекции

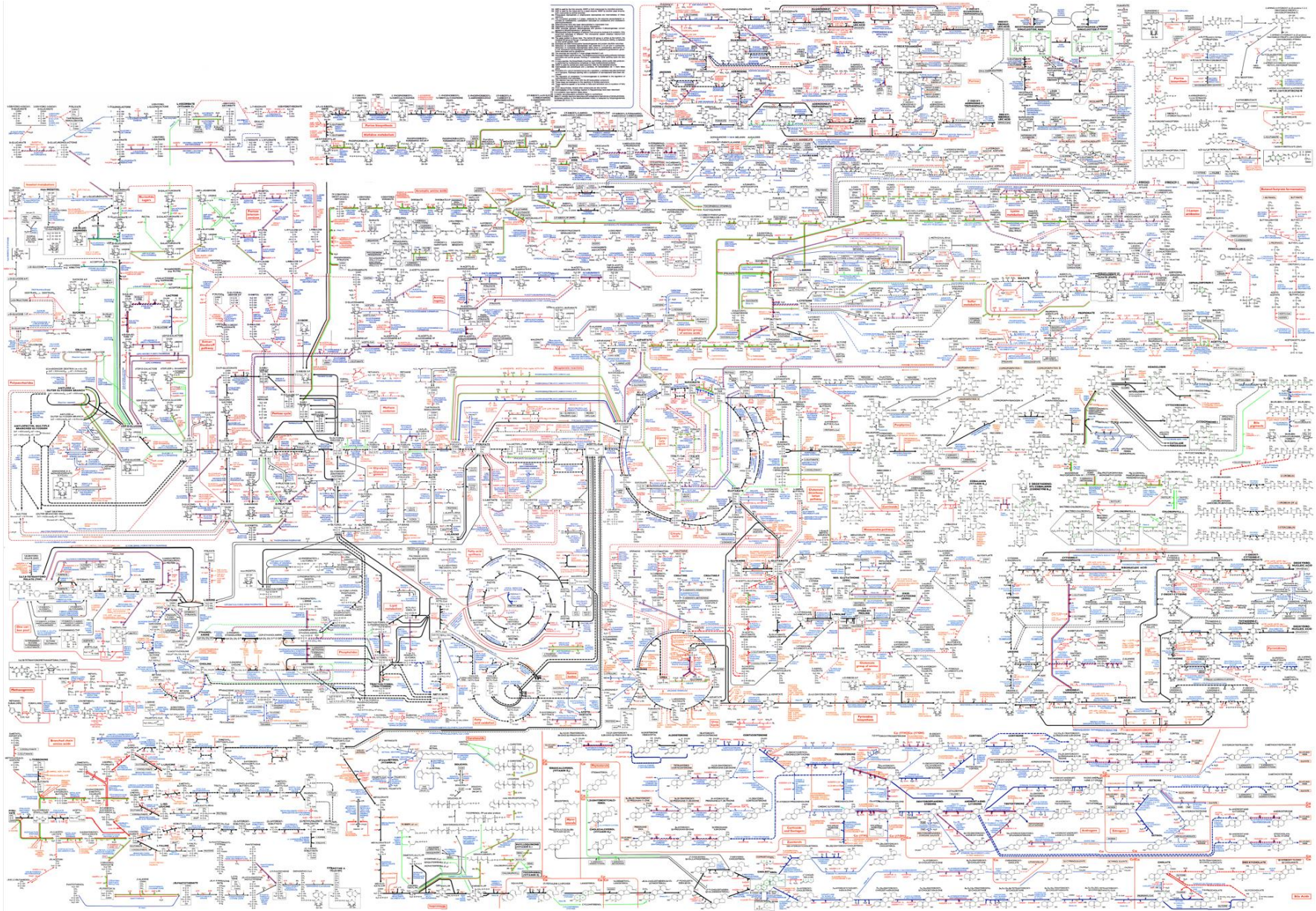
Какое-то  
число

# Небольшая игра по ходу лекции

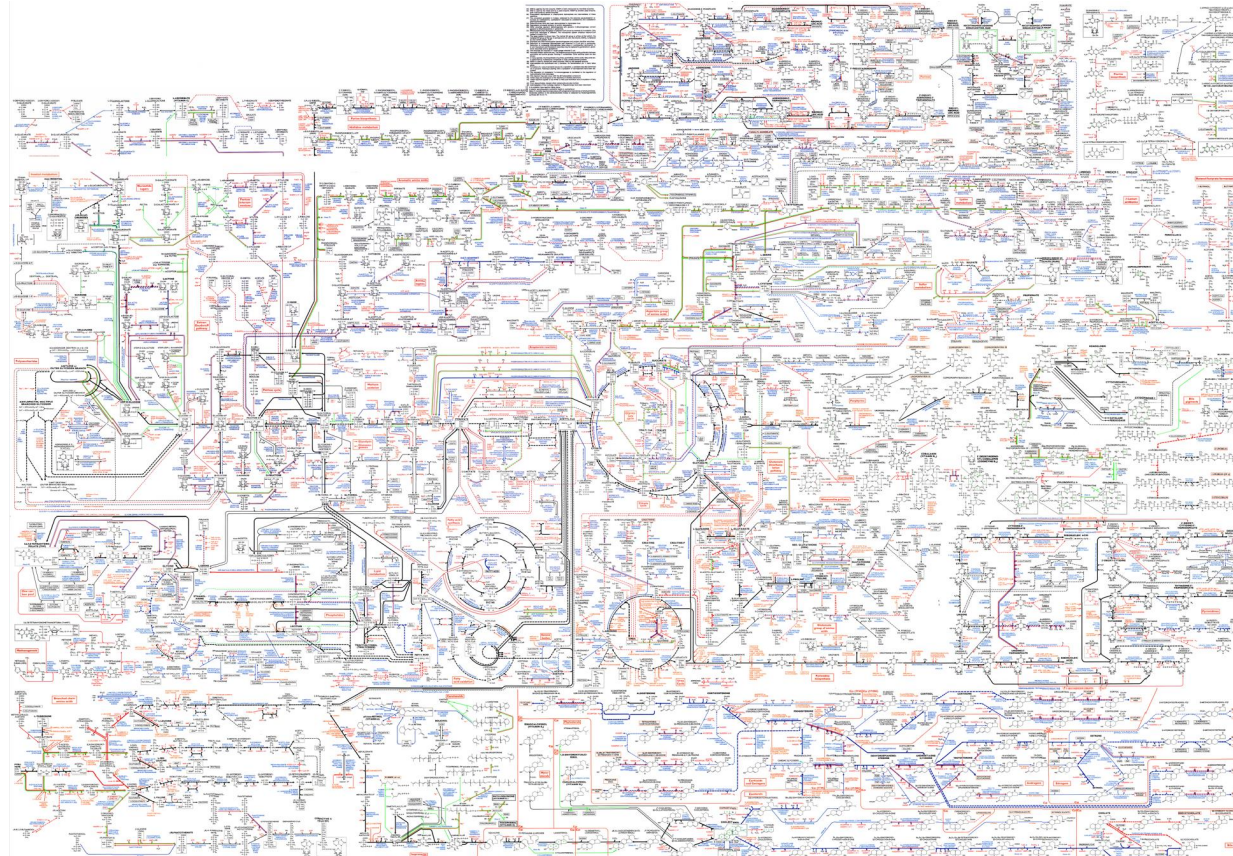


Записывайте ключи по ходу лекции,  
В конце самый внимательный получит приз





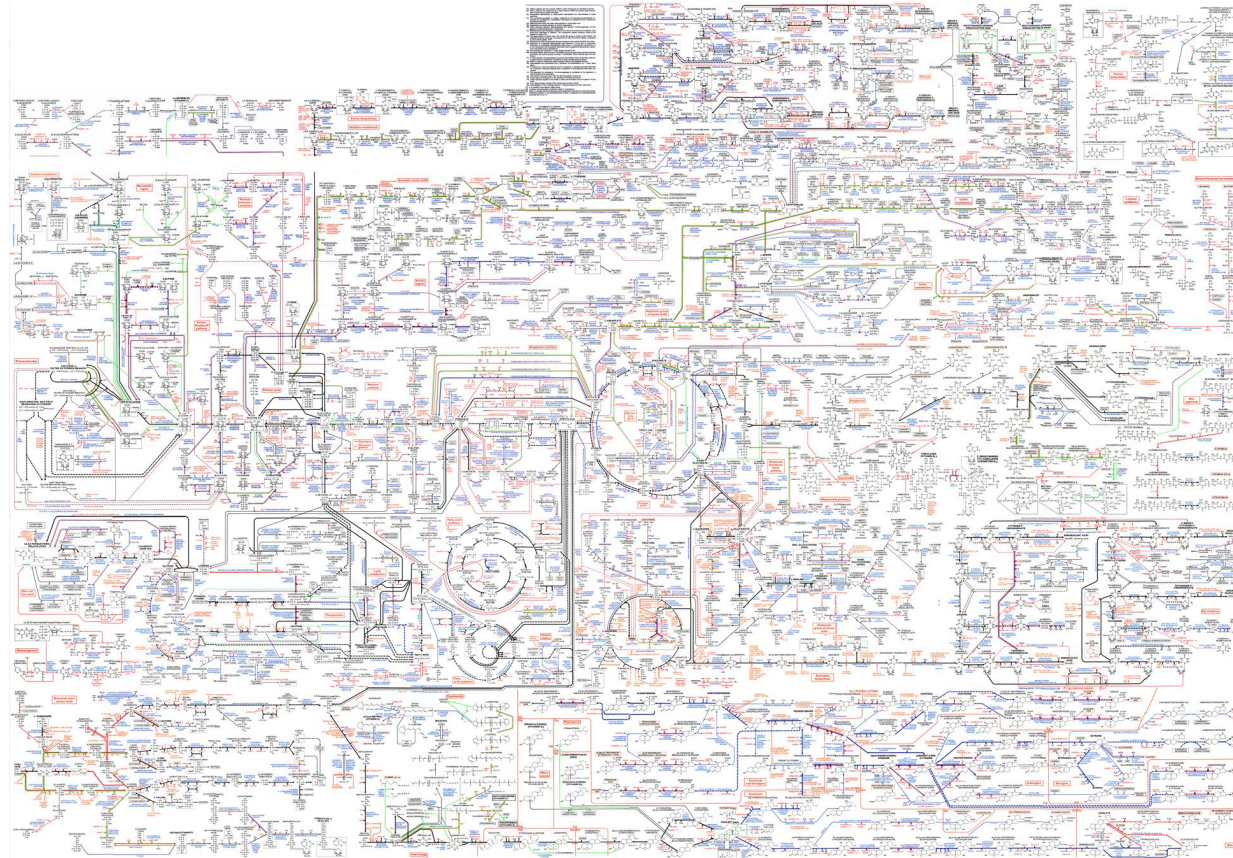
## Схема сборки космического корабля



Общественный  
транспорт  
Токио

Карта метаболизма

## Схема сборки космического корабля



Общественный  
транспорт  
Токио



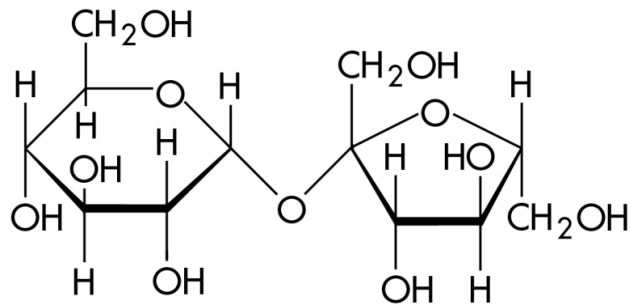
Карта метаболизма

# Метаболизм

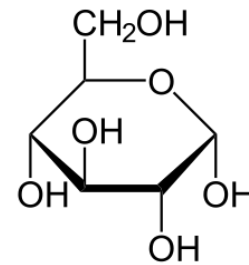


92

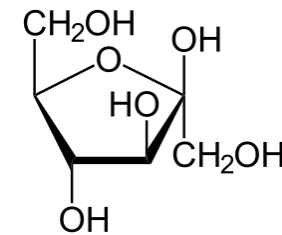
# Сахароза расщепляется на глюкозу и фруктозу



Сахароза

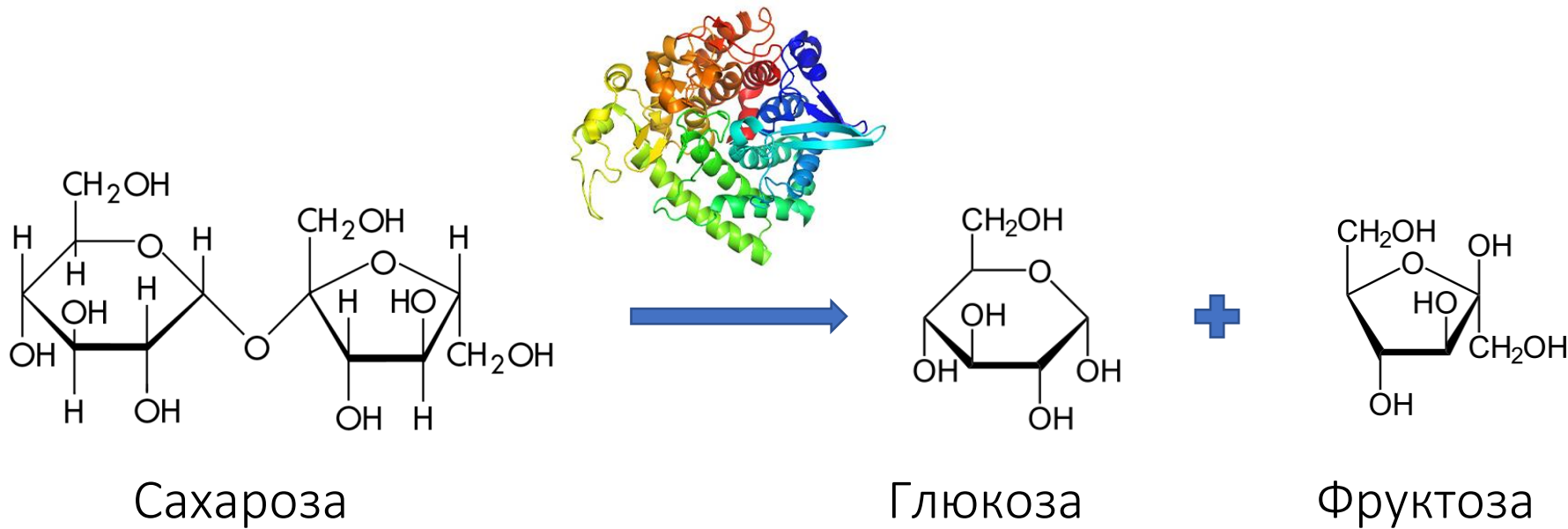


Глюкоза



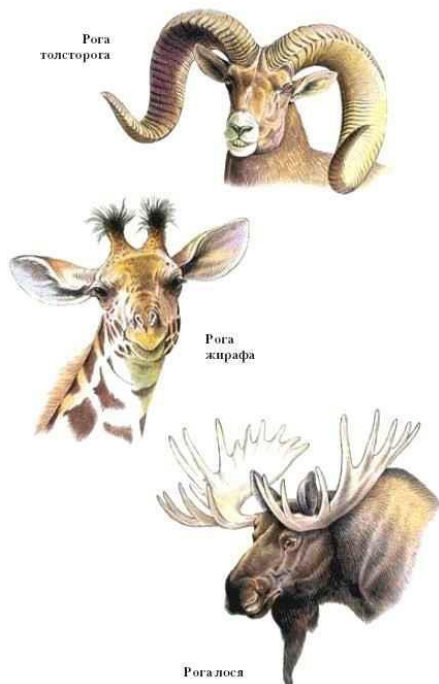
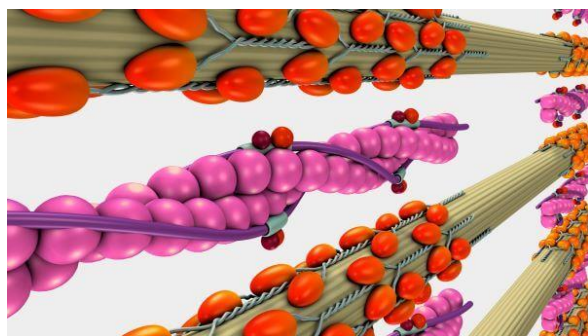
Фруктоза

# Фермент инвертаза ускоряет эту реакцию



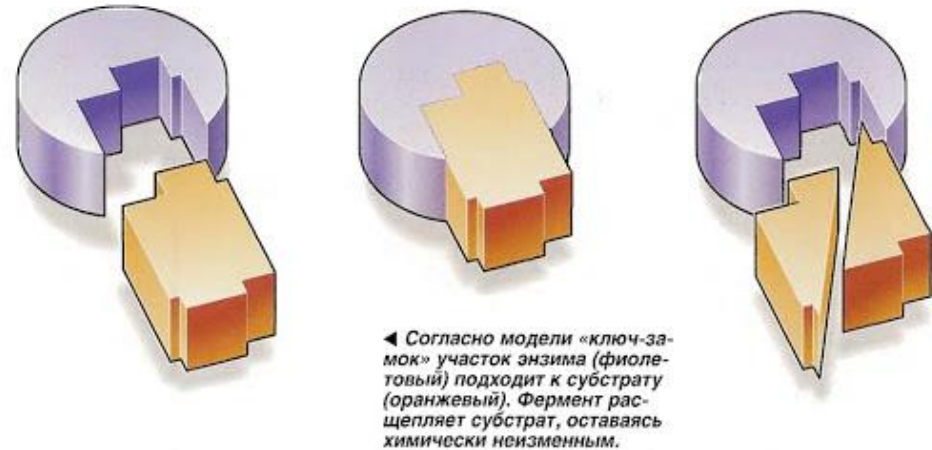
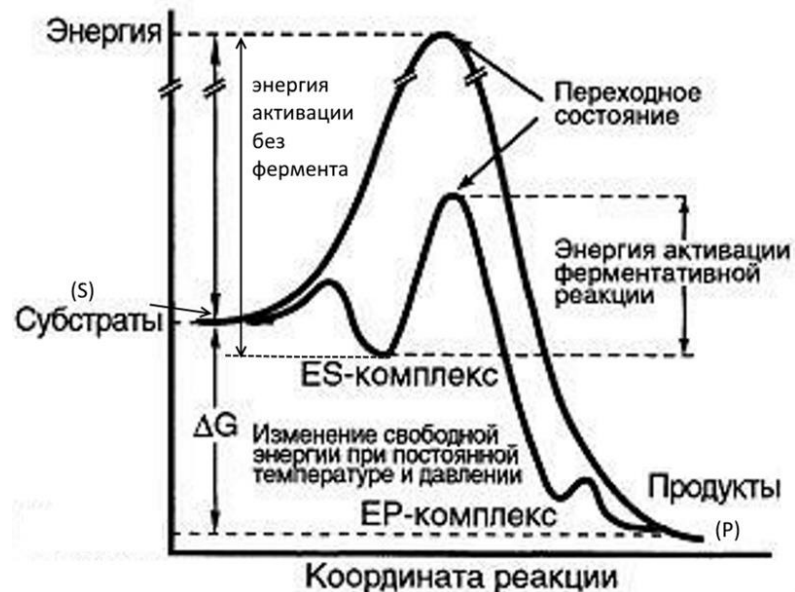
# Два слова о белках

- ✓ В организме человека около 100.000 белков
- ✓ Белки выполняют самые различные функции: структурную, каталитическую, гормональную, транспортную, передачу сигнала...)



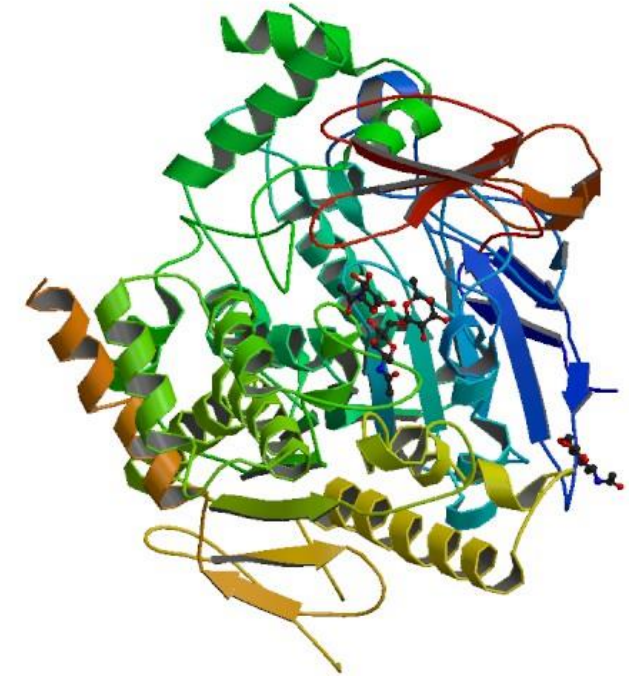
# Ферменты – уникальные биокатализаторы

- Ферменты – белковые молекулы, реже молекулы РНК или их комплексы, ускоряющие (катализирующие) химические реакции в живых системах (словарь РОСНАНО)
- Высокая активность и специфичность





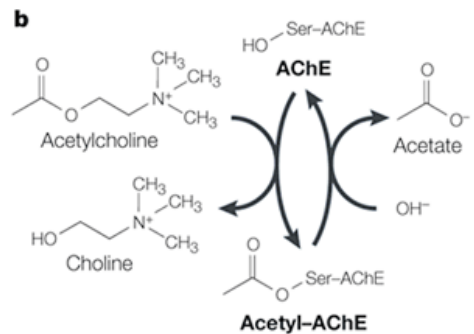
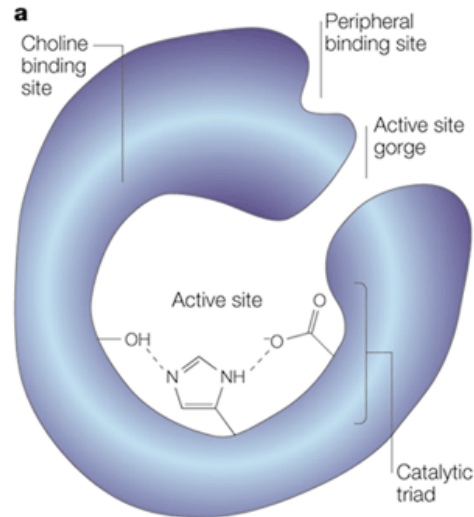
# Ферменты контролируют реакции в организме



№1

**Ацетилхолинэстераза**  
расщепляет ацетилхолин для  
передачи нервного импульса

# Ацетилхолинэстераза – каталитически совершенный фермент



Nature Reviews | Neuroscience



Сколько молекул  
ацетилхолина в секунду  
расщепляет  
ацетилхолинэстераза

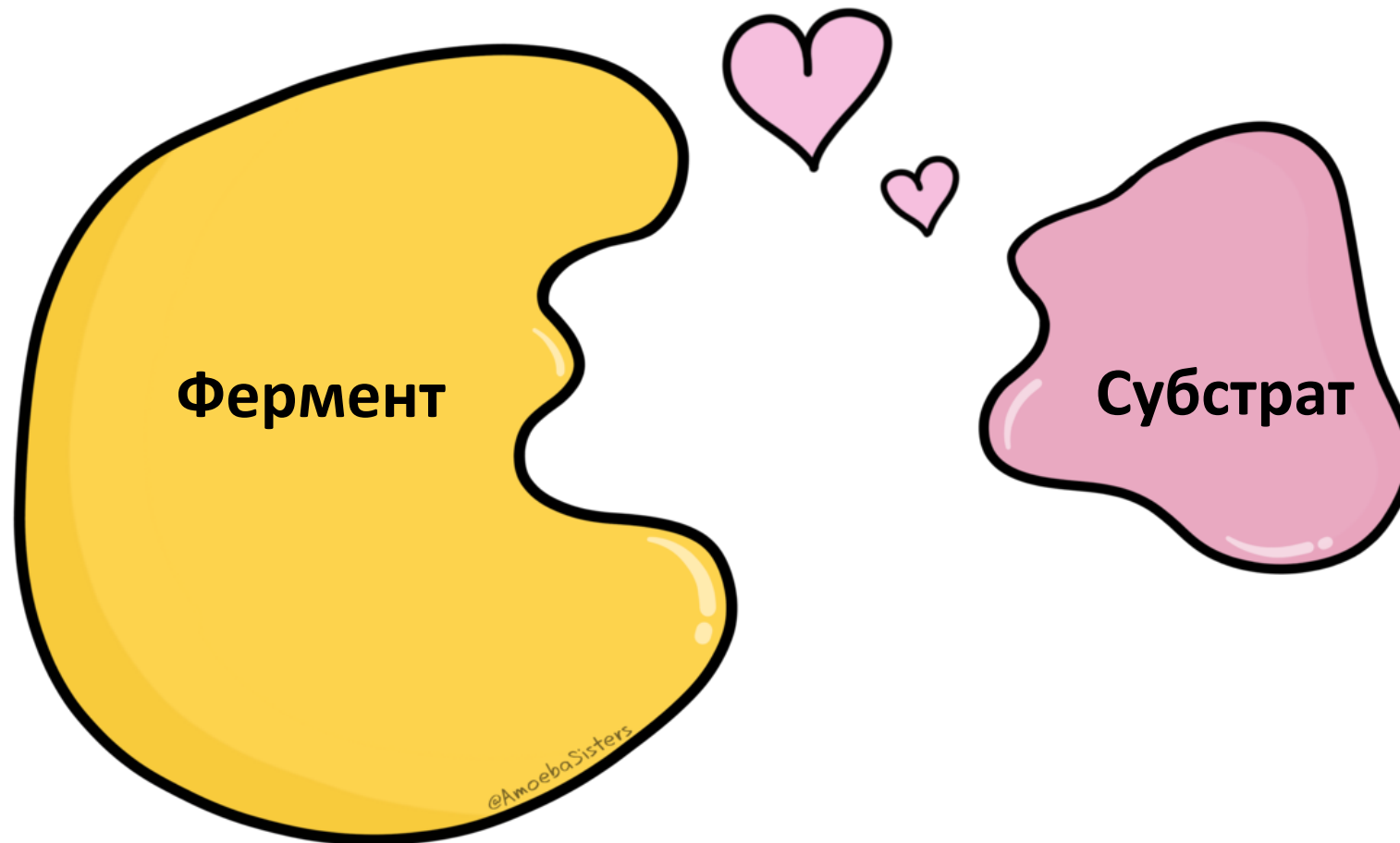
Soreq, H., Seidman, S. Acetylcholinesterase — new roles for an old actor. *Nat Rev Neurosci* **2**, 294–302 (2001). <https://doi.org/10.1038/35067589>

Ацетилхолинэстераза – совершенный фермент

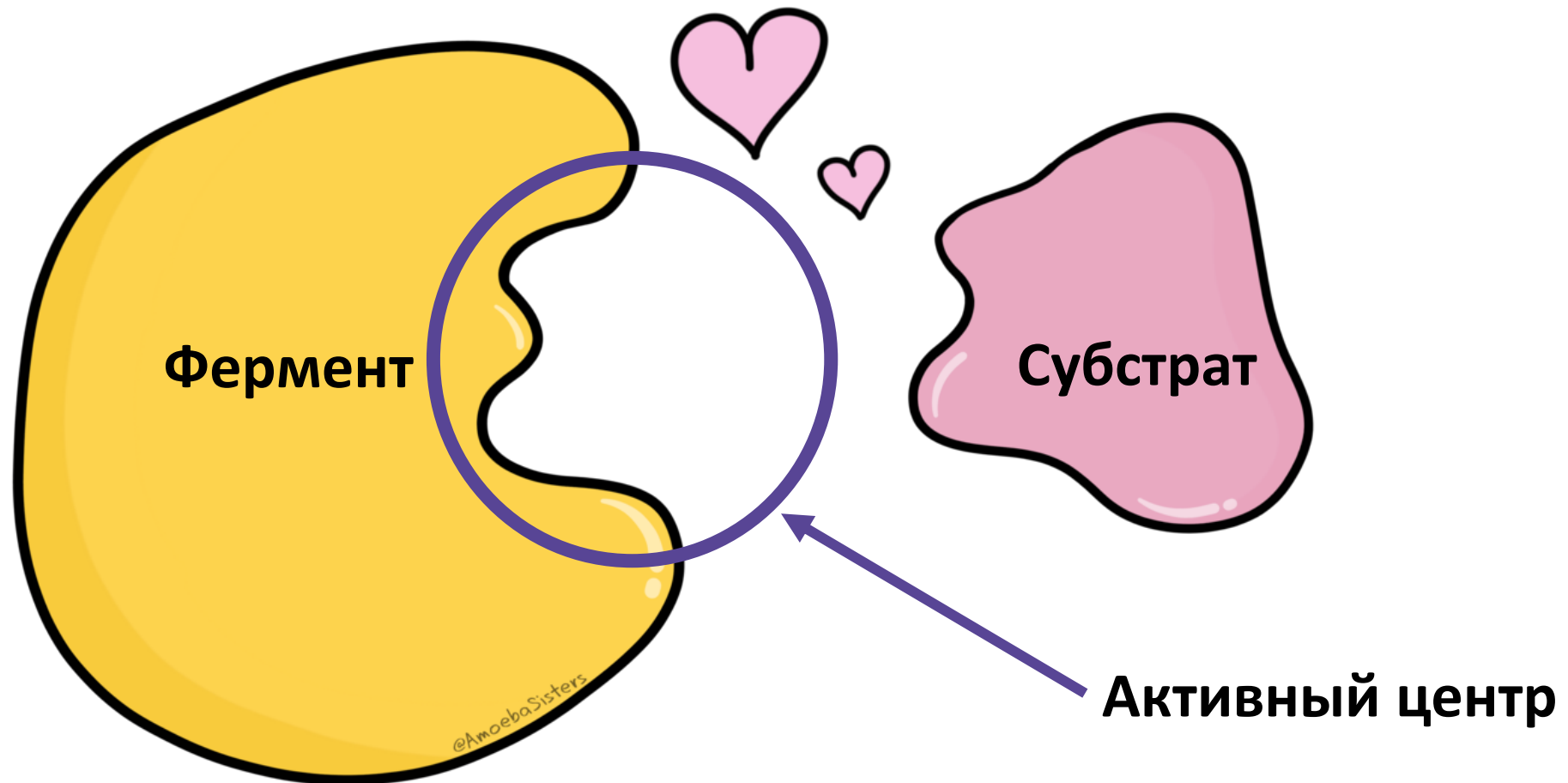
25  
ТЫСЯЧ

**молекул ацетилхолина в секунду расщепляет  
ацетилхолинэстераза**

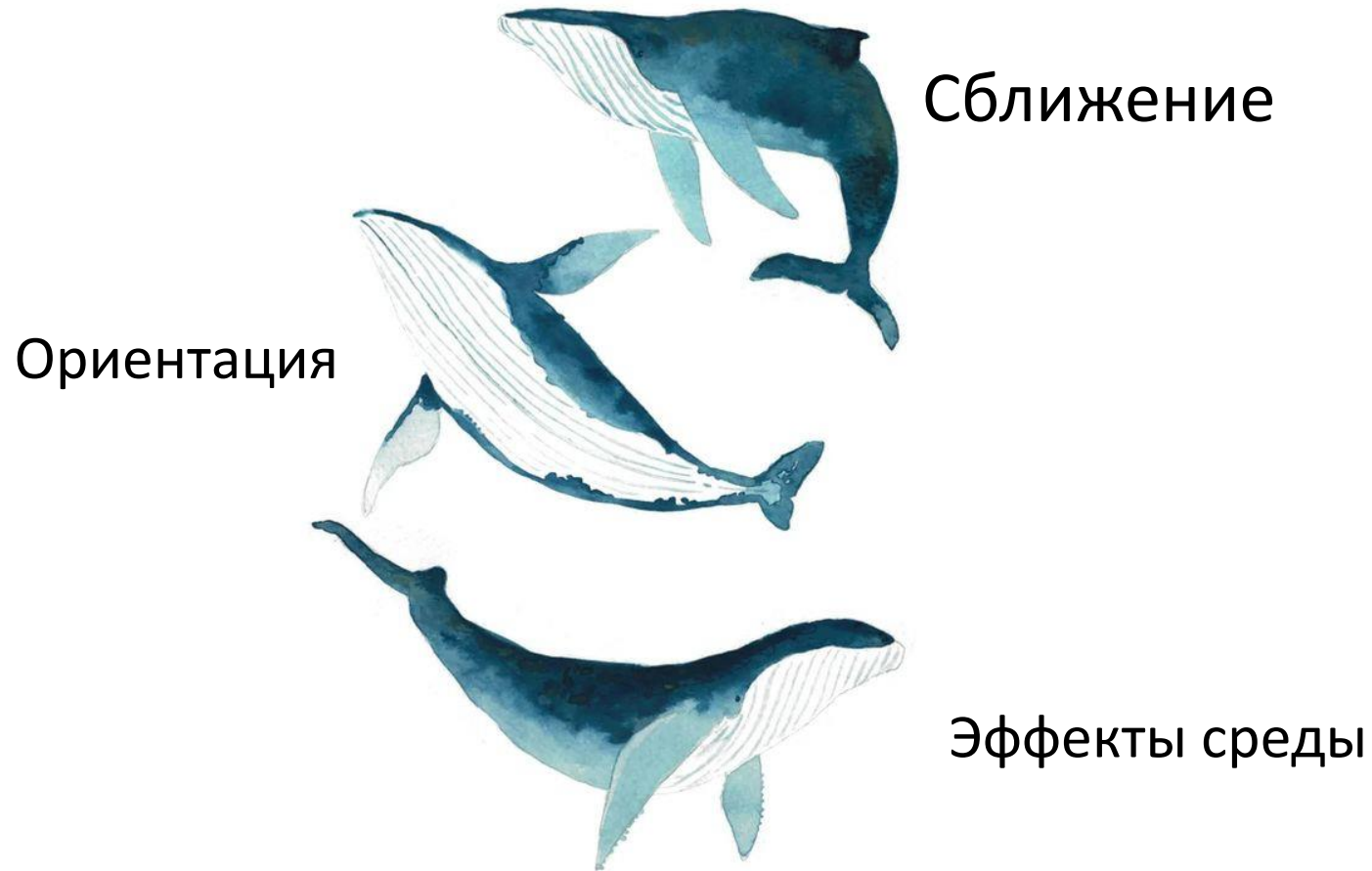
# Ферменты – самые заботливые белки



# Ферменты – самые заботливые белки



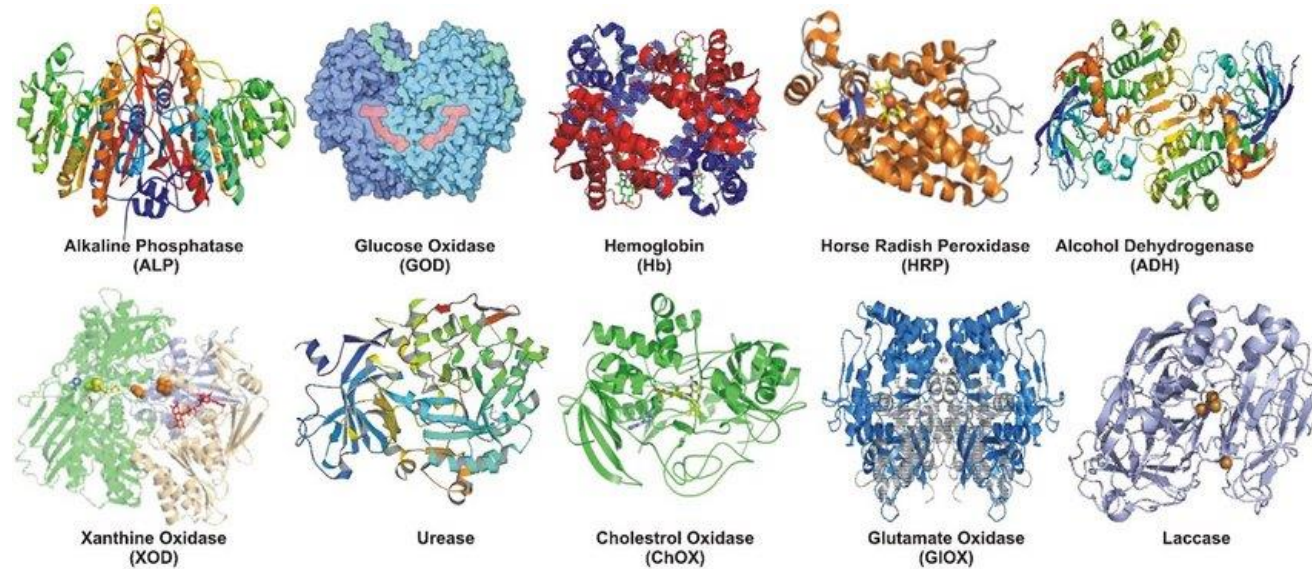
# Почему ферменты такие эффективные?



23

# Классификация ферментов

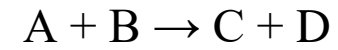
Класс	Тип реакции	Важнейшие подклассы
1 Оксидо-редуктазы	<p>○ = Восстановительный эквивалент</p>	Дегидрогеназы Оксидазы, пероксидазы Редуктазы Моноксигеназы, диоксигеназы
2 Трансферазы		C <sub>1</sub> -Трансферазы Гликозилтрансферазы Аминотрансферазы Фосфотрансферазы
3 Гидролазы		Эстеразы Гликозидазы Пептидазы Амидазы
4 Лиазы ("синтазы")		C-C- Лиазы C-O- Лиазы C-N- Лиазы C-S- Лиазы
5 Изомеразы		Эпимеразы цис-транс-Изомеразы Внутримолекулярные трансферазы
6 Лиазы ("синтазы")		C-C- Лиазы C-O- Лиазы C-N- Лиазы C-S- Лиазы



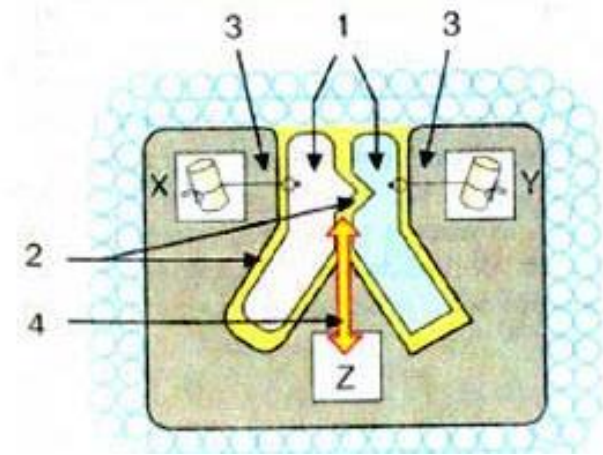
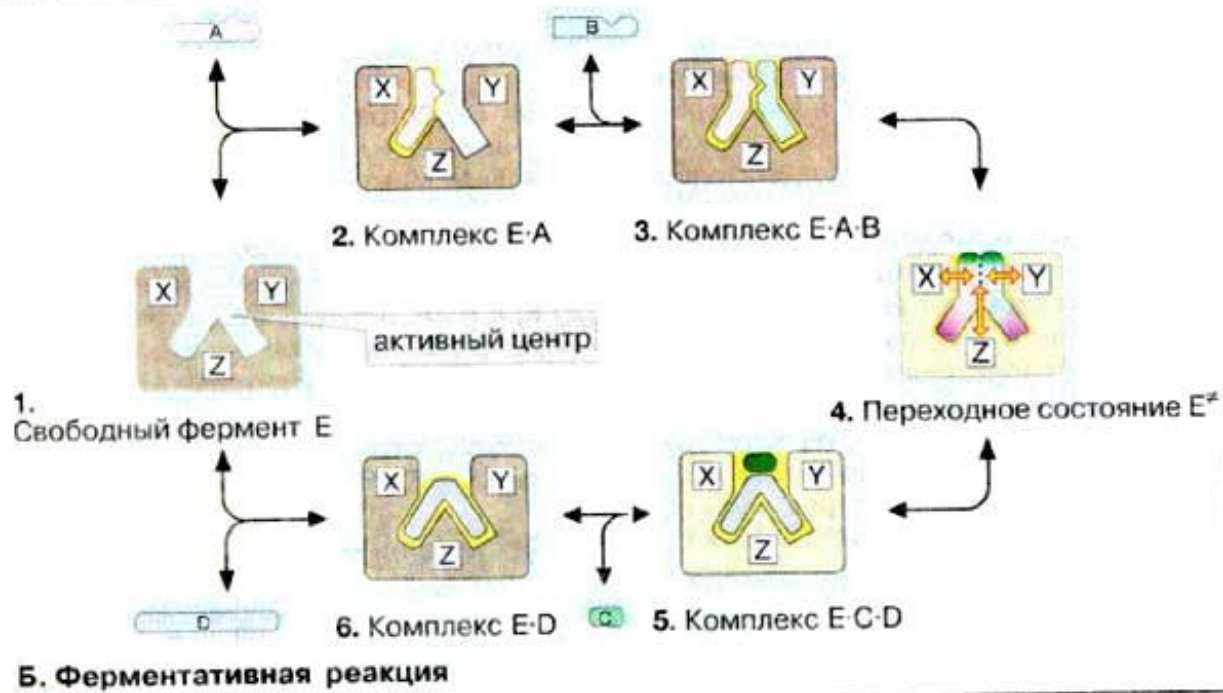
Все ферменты включены в «Каталог ферментов» под своим **классификационным номером (КФ)**, состоящим из четырех цифр. Первая цифра указывает на принадлежность к одному из **шести главных классов**. Следующие две определяют подкласс и подподкласс, а последняя цифра — номер фермента в данном подподклассе. Например, лактатдегидрогеназа (имеет номер КФ 1.1.1.27 (класс 1, оксидоредуктазы; подкласс 1.1, донор электрона — СН-ОН; подподкласс 1.1.1, акцептор — НАДФ<sup>+</sup>.)

+ **новый седьмой класс транслоказы!**

# Ферментативный катализ

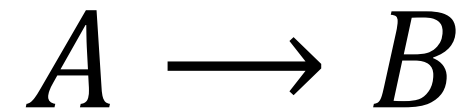


- 1 Сближение и ориентация субстратов
- 2 Исключение воды
- 3 Стабилизация переходного состояния
- 4 Перенос группы





# Скорость химической реакции



$$V = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

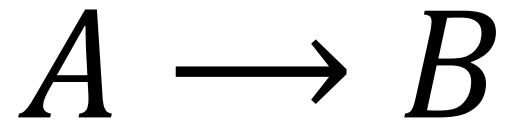
$$V = \frac{d[B]}{dt}$$

# Основное уравнение химической кинетики

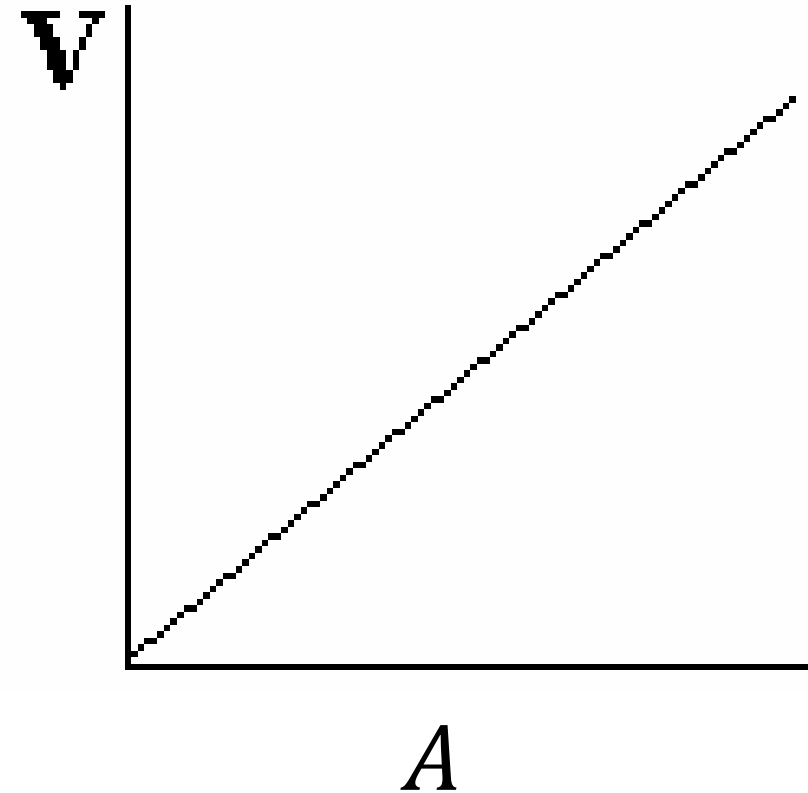


$$V = k \times A^x \times B^y$$

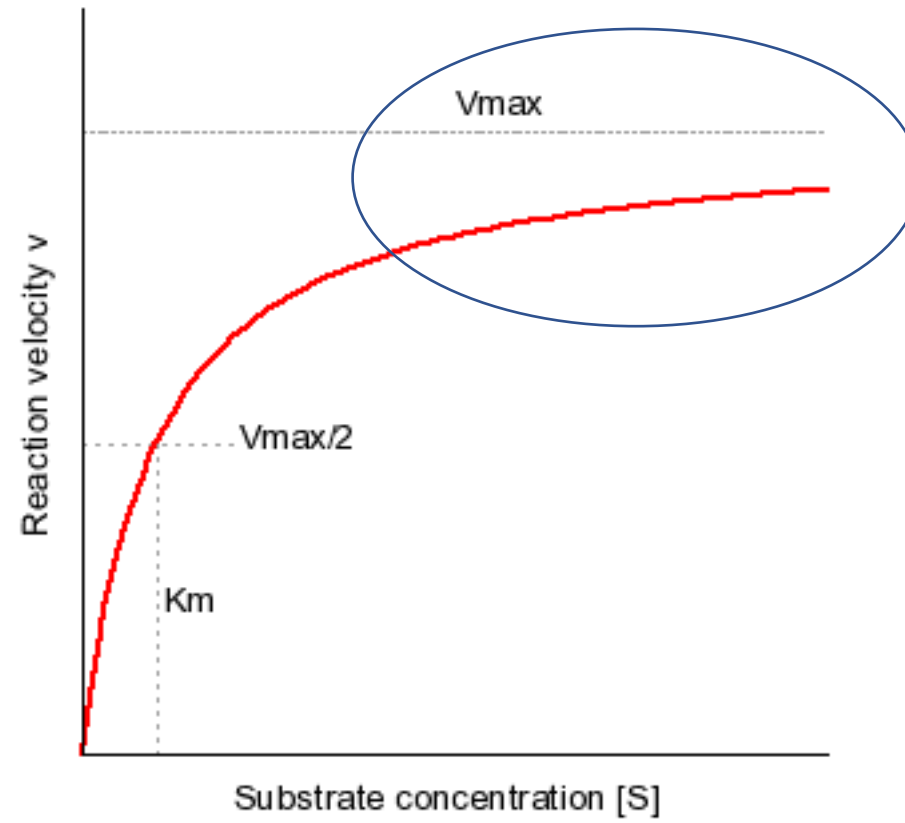
# Реакции первого порядка



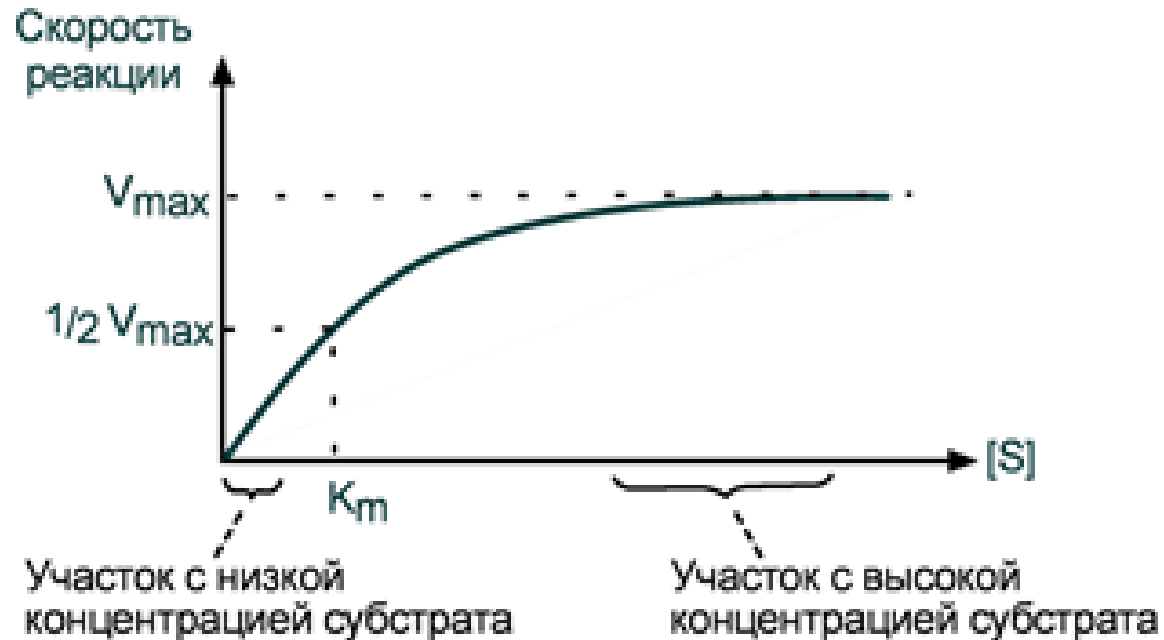
$$V = k \times [A]$$



# Парадокс ферментативного катализа



# Уравнение Михаэлиса - Ментен



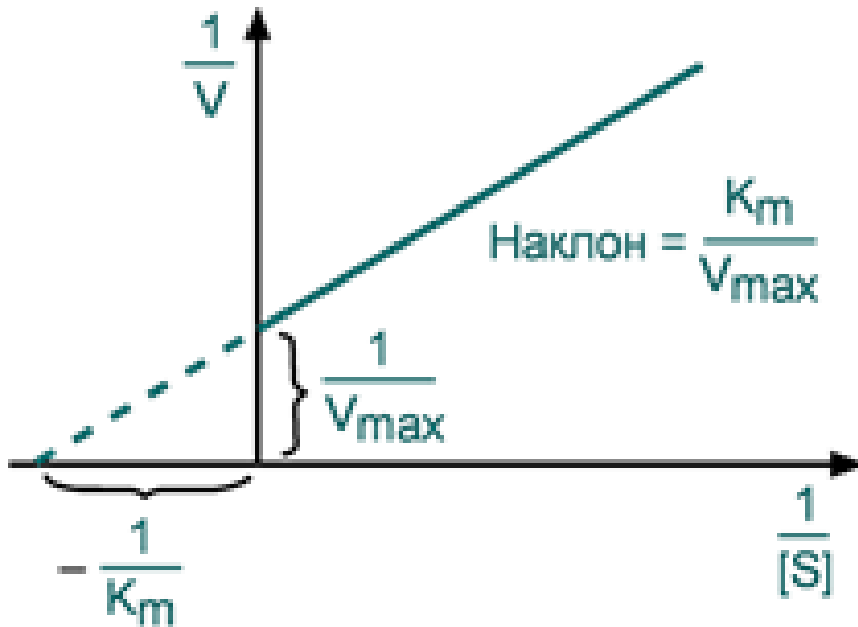
**Максимальная скорость реакции**, зависит от каталитической константы и концентрации фермента (М/с, мМ/мин, мкМ/мин))

$$v = \frac{k_{\text{кат}} [E]_0 [S]_0}{K_m + [S]_0}$$

**k<sub>кат</sub>** – каталитическая константа (число актов трансформации субстрата, совершаемое одной молекулой фермента в единицу времени), размерность – 1/с (1/мин)

**Константа Михаэлиса** имеет размерность концентрации (М, мМ, мкМ). Ее физический смысл – концентрация субстрата, при которой достигается половина максимальной скорости реакции.

# Определение основных параметров уравнения Михаэлиса - Ментен



Линеаризация Лайнуивера - Берка

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max} \times [S]} + \frac{1}{V_{max}}$$

# Активность ферментов

**Активность ферментов** (ферментных препаратов) характеризует скорость осуществляемой ими биохимической (биокаталитической) реакции

**Международные единицы (МЕ, IU)** – количество фермента, обеспечивающего скорость конверсии 1 мкмоль субстрата в 1 мин при стандартных (оптимальных) условиях (используются в РФ)

**Единицы IUPAC (в системе SI), «каталь» (кат)** - количество фермента, обеспечивающего скорость конверсии 1 моля субстрата в секунду при выбранных условиях реакции, – 1 кат = 60 000 000 МЕ, 1 нкат = 0,060 МЕ



# Стабильность ферментов

Схема Эйринга, где

N – нативная конформация белка

D – денатурировавший белок

I – инактивированный белок



**Механизмы необратимой инактивации:**

Агрегация

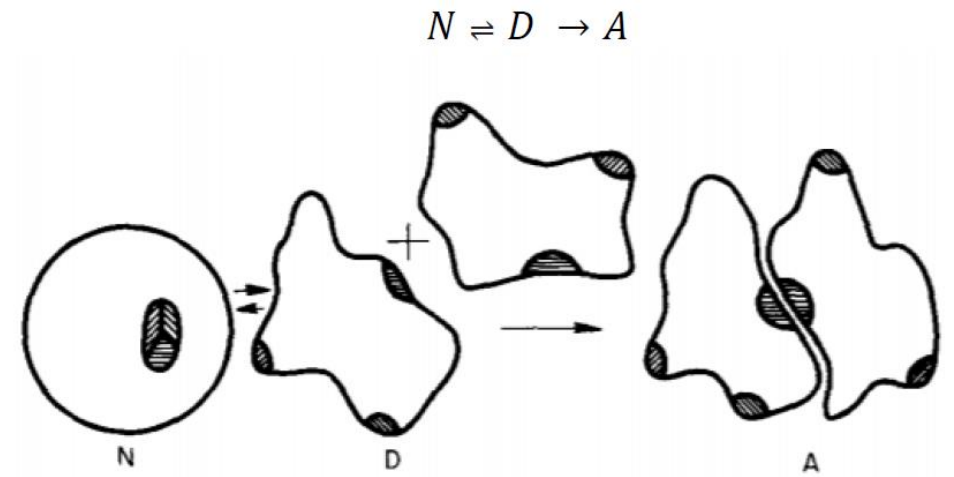
Изменение системы ковалентных связей

Диссоциация олигомерных белков

Диссоциация кофактора

Сорбция на стенках реакционного сосуда

«Необратимые» конформационные изменения



Агрегационный механизм

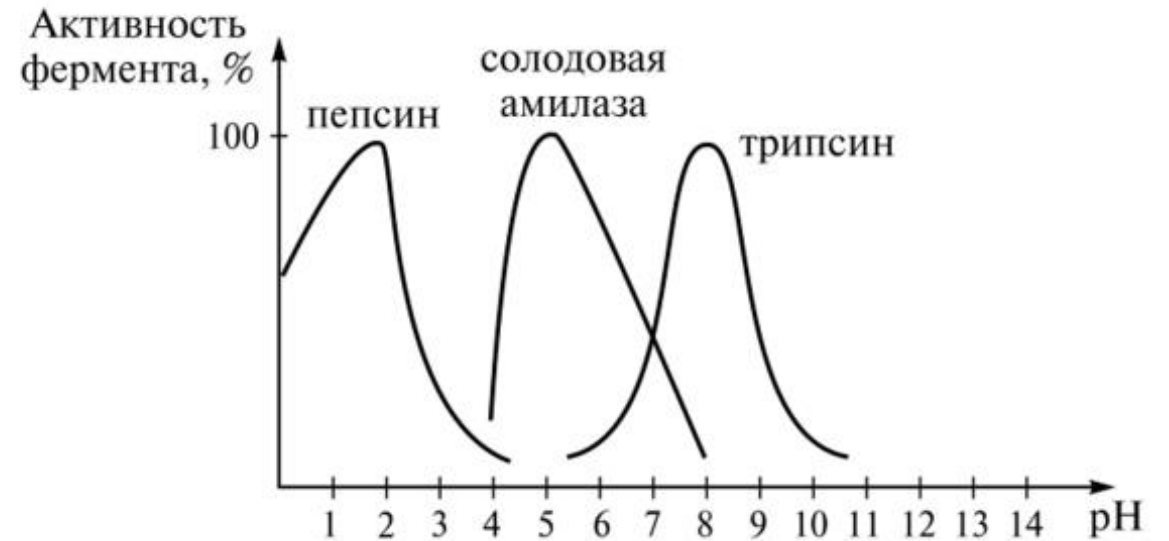
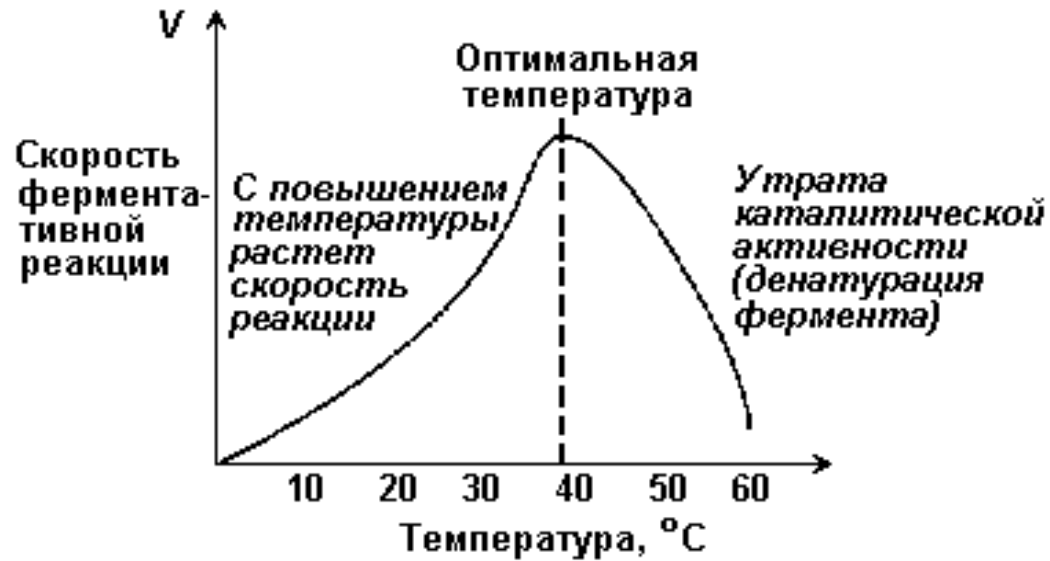


# Механизмы необратимой инактивации

Механизм	Условия, способствующие инактивации
I. Агрегация	Может протекать самопроизвольно по разным механизмам
1) гидрофобная	Высаливание, доведение рН до изоэлектрической точки, нагрев
2) электростатическая	Понижение ионной силы, приближение рН к рI, добавление органических растворителей, снижение температуры
3) S-S межмолекулярная	Тиолы, дисульфиды
II. Изменение первичной структуры белка	
1) гидролиз пептидной связи	Экстремальные значения рН и температуры, протеазы, автолиз (для самих протеаз)
2) рацемизация остатков аминокислот	Экстремальные значения рН и температуры
3) окисление боковых радикалов	Экстремальные значения рН и температуры, присутствие окислителей
4) образование сульфидов	Дисульфиды, тиолы, восстановители, ионы тяжелых металлов
5) дезаминирование	Экстремальные значения рН и температуры
6) потеря простетической группы	Экстремальные значения рН и температуры, хелатирующие агенты

III.	Диссоциация олигомеров на субъединицы	Мочевина, гуанидиний хлорид, низкие температуры
IV.	Диссоциация кофактора	Экстремальные значения рН и температуры, хелатирующие агенты
V.	Сорбция на стенках сосуда	Низкая концентрация белка
VI.	«Необратимые» конформационные изменения	Резкое понижение температуры после ее повышения («заморозка» денатурированной конформации)

# Особенные требования к среде: температура и pH



Большой призматический источник, США

Термоацидофилы

*Alicyclobacillus acidocaldarius*

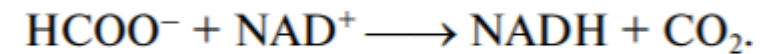
Пектиназа pH оптимум 1,5-2,0

Стабильна при 70 град.

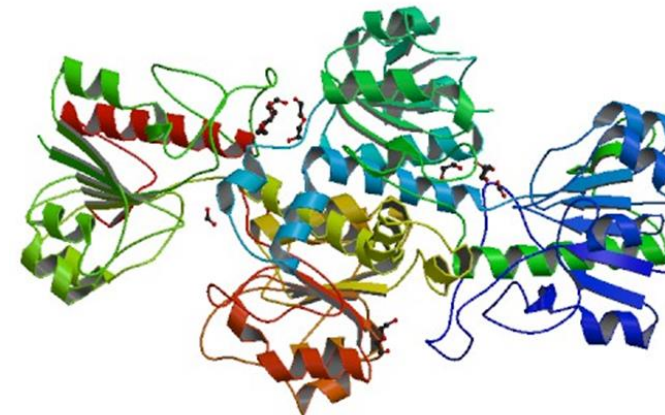
# Особенные требования к среде: коферменты

Кофермент	Окисленная форма	Восстановленная форма	R	Тип <sup>а)</sup>	Перенос	E <sup>0</sup> , В
1. NADP <sup>⊕</sup>				P	H <sup>⊖</sup> (2e <sup>⊖</sup> 1H <sup>⊕</sup> )	-0,32
2. Флавиновый кофермент				П	2[H] (2e <sup>⊖</sup> 2H <sup>⊕</sup> )	от -0,3 до -0,2
3. Липоамид				П	2[H] (2e <sup>⊖</sup> 2H <sup>⊕</sup> )	-0,29
4. Убихинон (кофермент Q)				P	2[H] (2e <sup>⊖</sup> 2H <sup>⊕</sup> )	+0,04
5. Гем				П	1e <sup>⊖</sup>	от 0 до +0,5

NAD+зависимые формиатдегидрогеназы (КФ 1.2.1.2)



широко используется для регенерации NADH в ферментативных процессах синтеза оптически активных соединений с помощью дегидрогеназ



Кристаллическая структура формиатдегидрогеназы из *Pseudomonas sp.101* в комплексе с формиатом  
PDB: 2GUG

# Применение ферментов в технологии

## **Ферменты в медицине**

Энзимотерапия

Энзимодиагностика

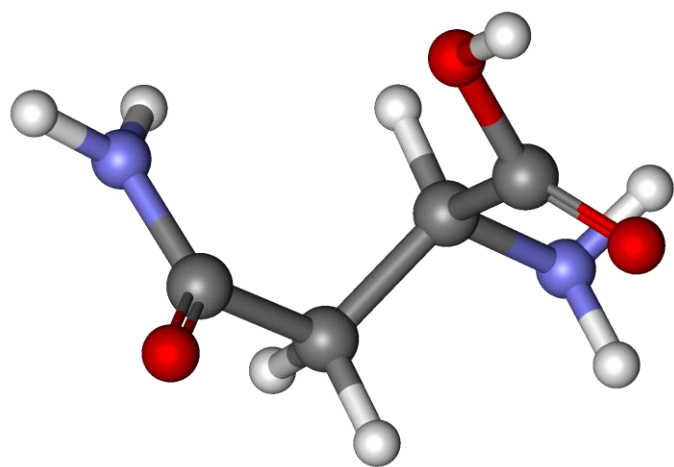
Энзимопатология

**Ферменты в тонком  
органическом синтезе**

**Ферменты в пищевой  
промышленности**

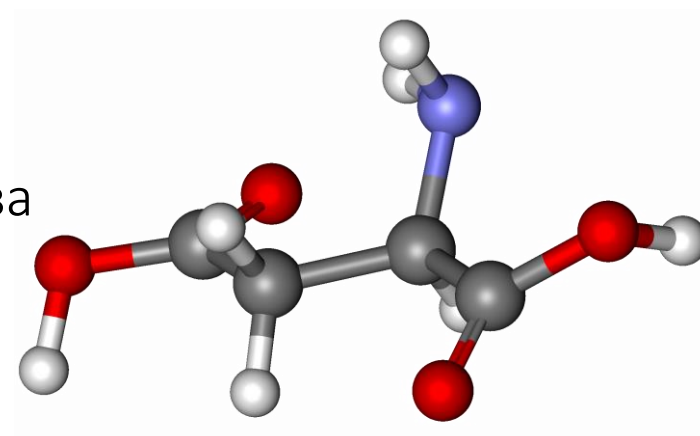
**Ферменты в легкой  
промышленности**

# Аминокислоты превращаются друг в друга



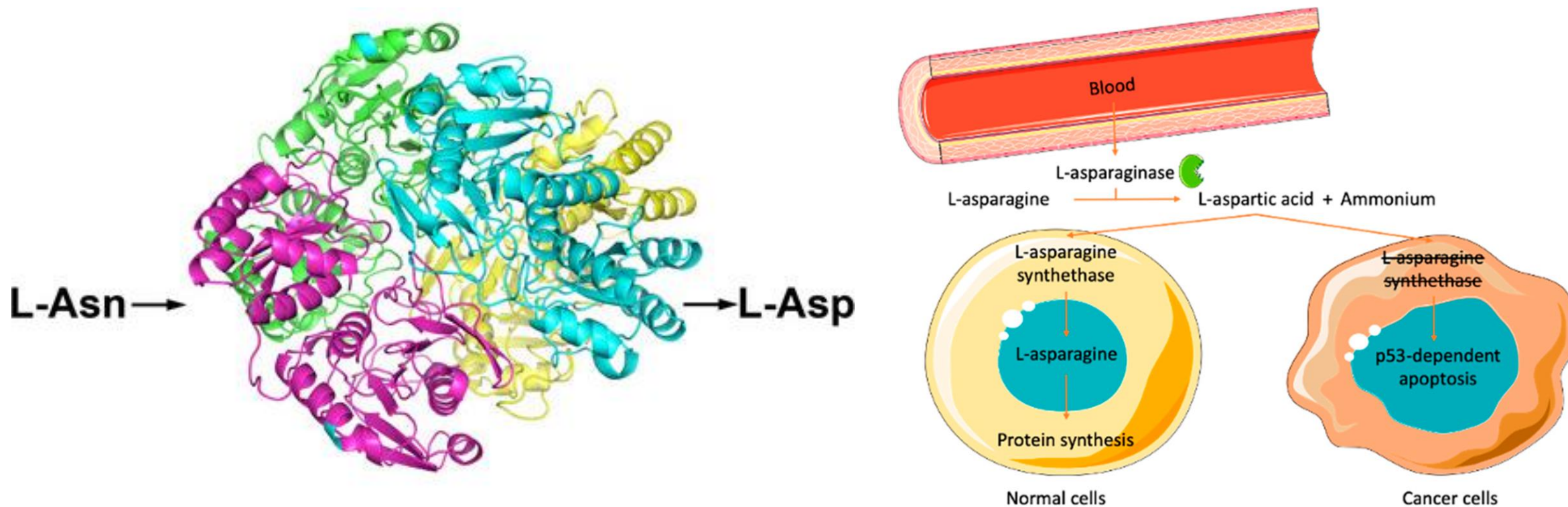
L-Аспарагин

L-Аспарагиназа



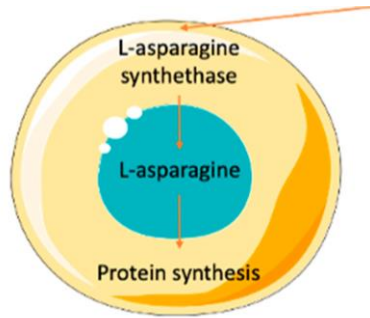
L-Аспарагиновая кислота

# L-Аспарагиназа для лечения лейкоза

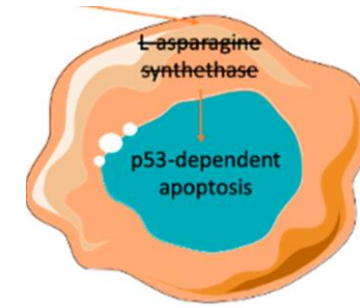


Nunes, J.C.F.; Cristóvão, R.O.; Freire, M.G.; Santos-Ebinuma, V.C.; Faria, J.L.; Silva, C.G.; Tavares, A.P.M. Recent Strategies and Applications for L-Asparaginase Confinement. *Molecules* **2020**, *25*, 5827. <https://doi.org/10.3390/molecules25245827>

# L-Аспарагиназа расщепила весь L-аспарагин

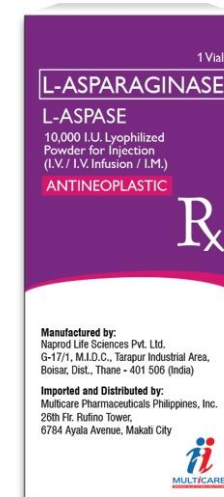
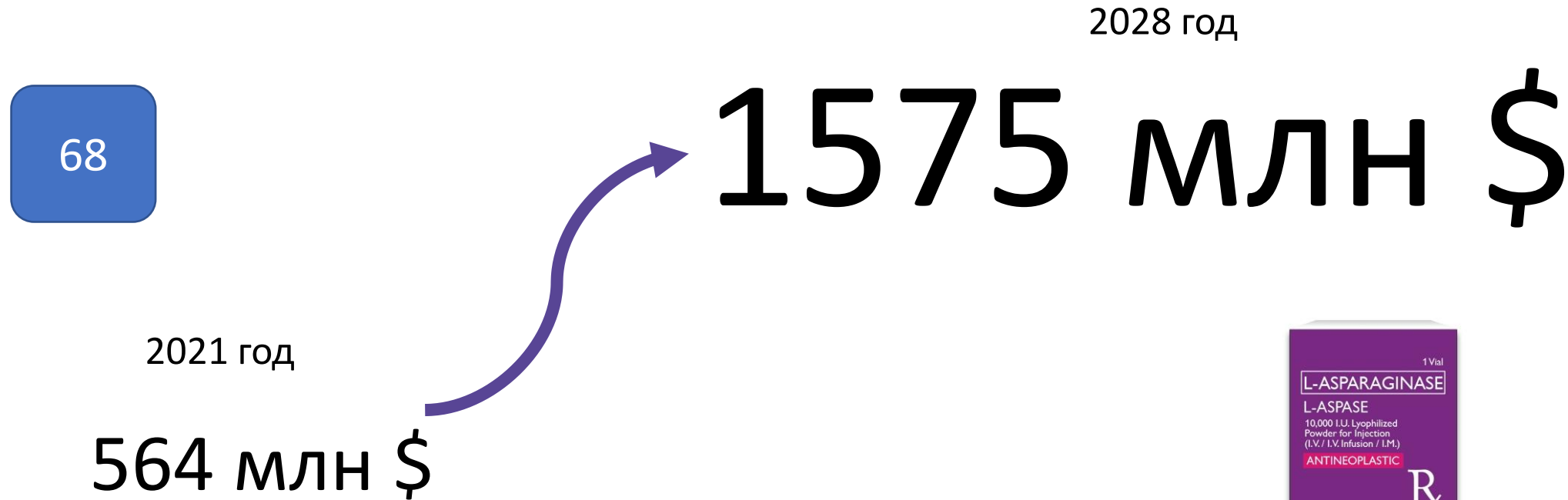


Синтезирует новый с помощью L-аспарагинсинтетазы



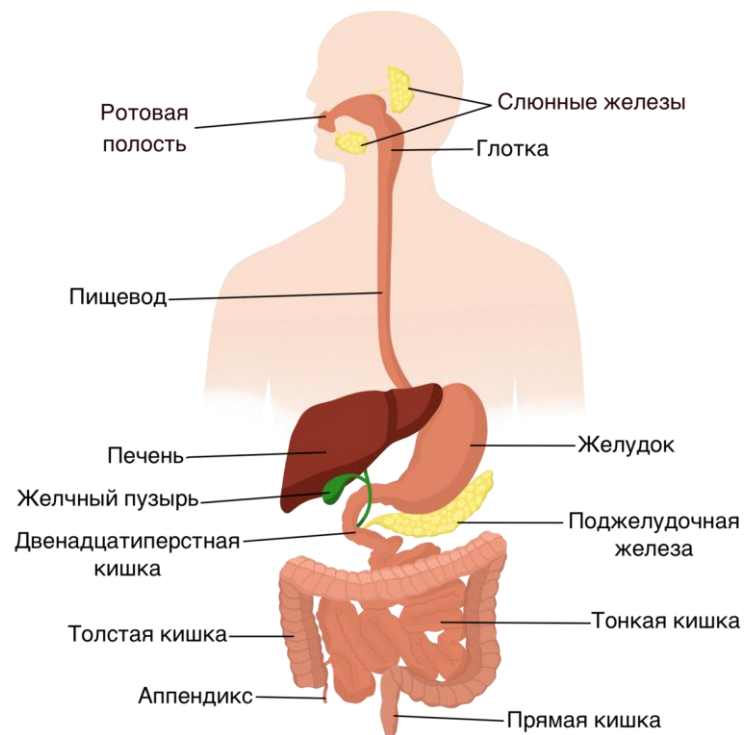
Не может синтезировать L-аспарагин и погибает

# Рынок терапевтических ферментов непрерывно растёт

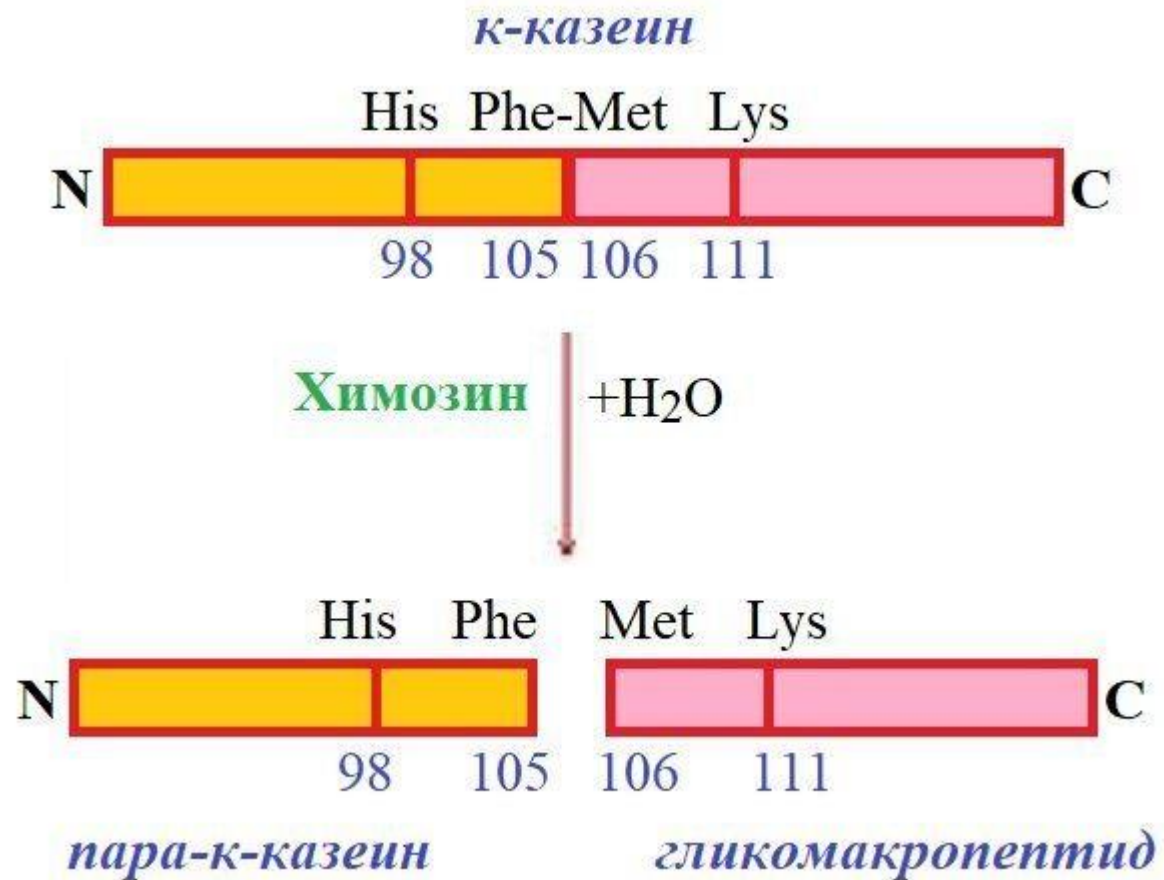




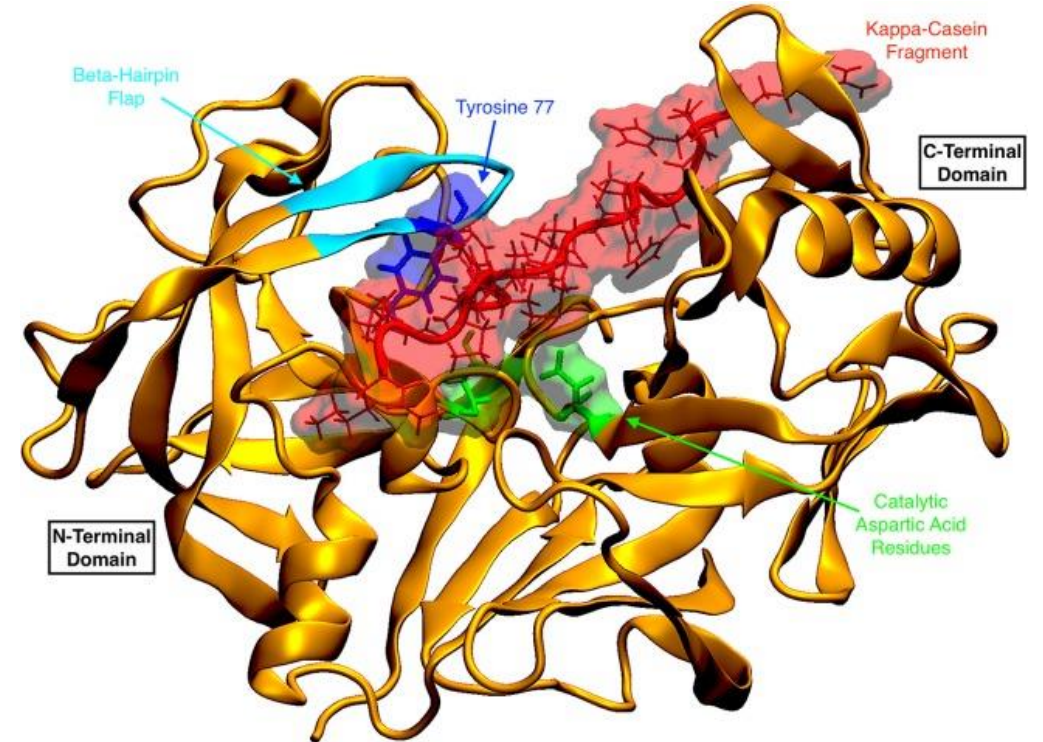
# Пищеварительные ферменты



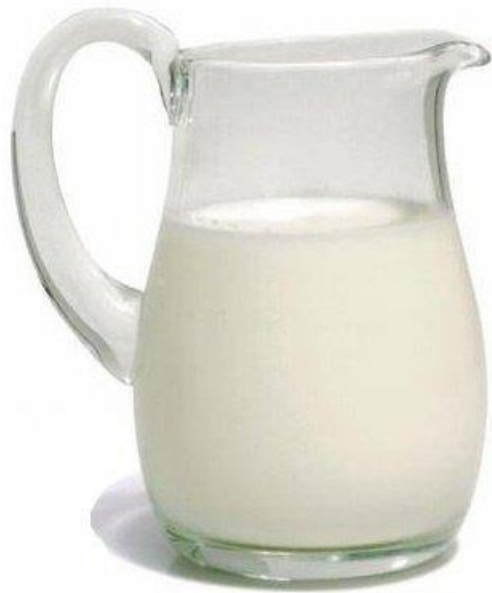
# Переваривание казеина



Химозин (сычужный фермент)



# Производство сыра



Сычужный фермент



# Иммобилизация ферментов

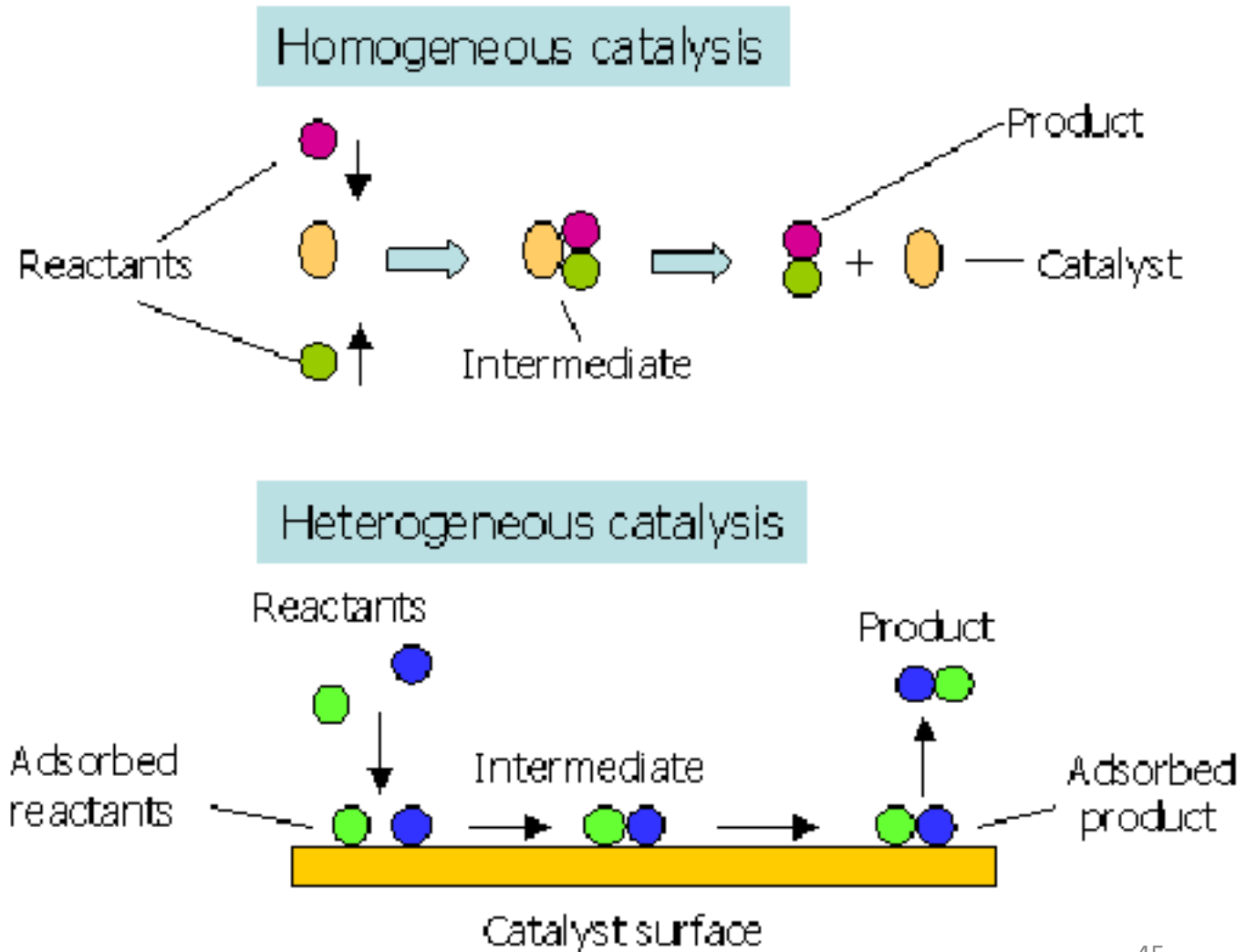
Иммобилизация белков – суть  
ограничение  
подвижности данных биомолекул



# Зачем «заковывать» фермент в носитель?

1

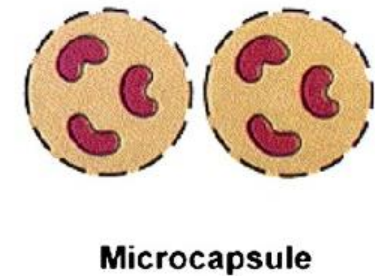
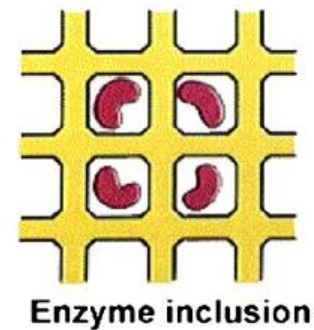
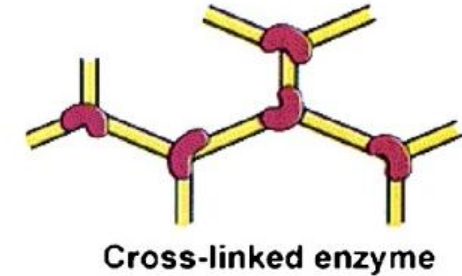
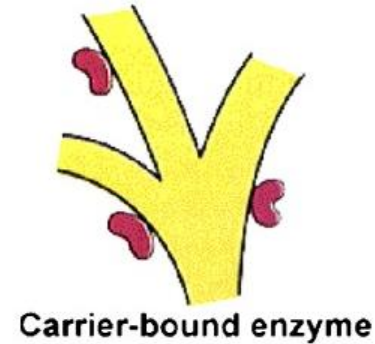
Перевод катализатора в гетерогенное состояние



# Зачем «заковывать» фермент в носитель?

# 2

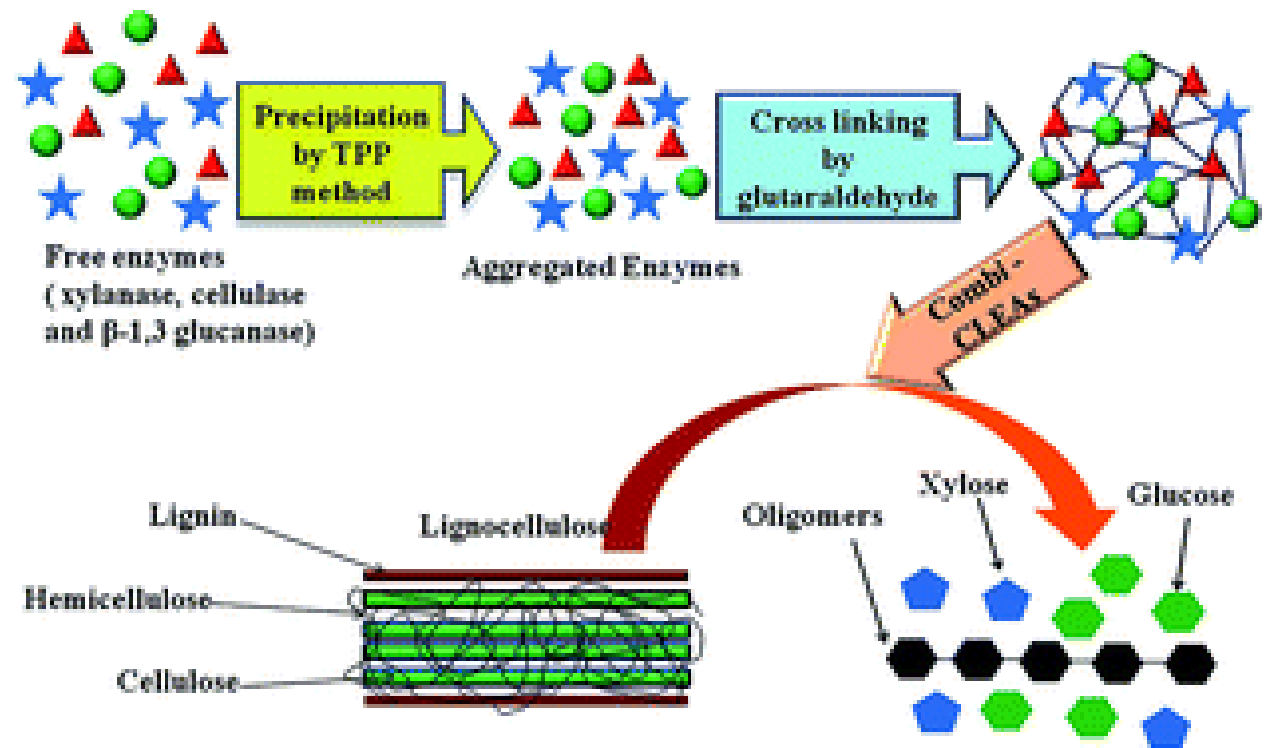
Стабилизация  
фермента  
в агрессивных  
условиях



# Зачем «заковывать» фермент в носитель?

# 3

Получение  
НОВЫХ  
СВОЙСТВ



# Преимущества иммобилизации

Пространственное  
разделение фермента и  
реагентов

Получение продукта без  
примеси фермента

Остановка реакции в  
необходимый момент

Легкая регенерация  
фермента после  
окончания реакции



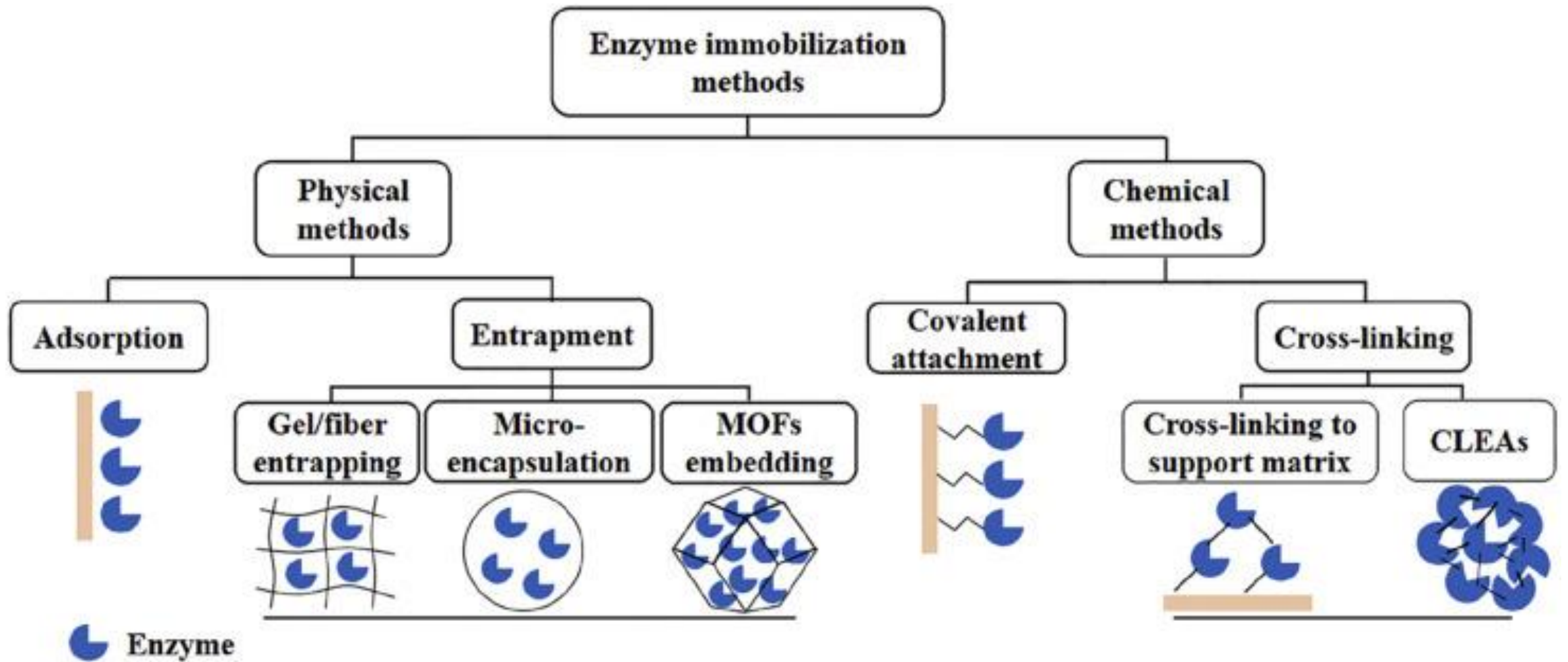
# Методы иммобилизации ферментов

## **Физическая иммобилизация**

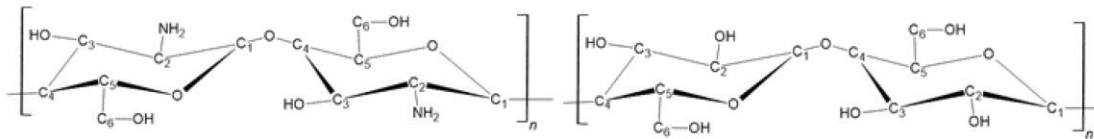
Включение фермента в  
носитель за счет  
нековалентных  
взаимодействий

## **Химическая иммобилизация**

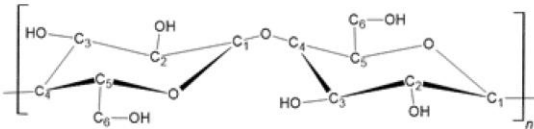
Создание ковалентной  
связи между носителем  
и ферментом



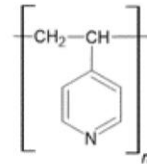
# Примеры носителей – полимеры



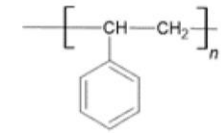
1



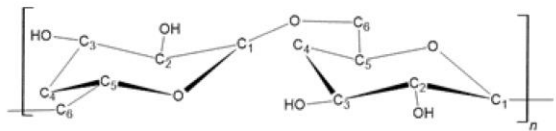
2



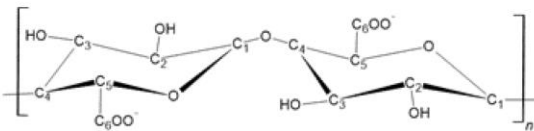
7



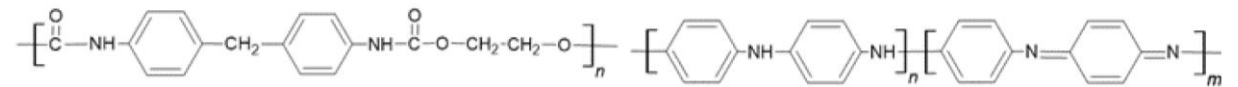
8



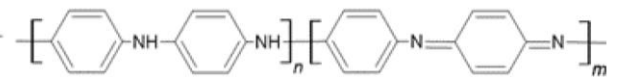
3



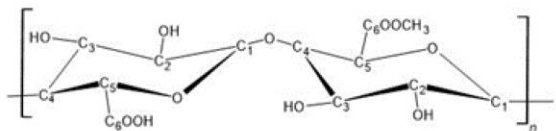
4



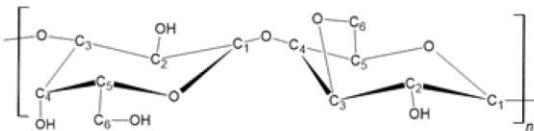
9



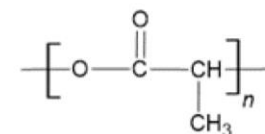
10



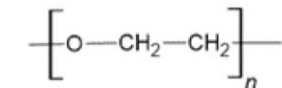
5



6



11



12

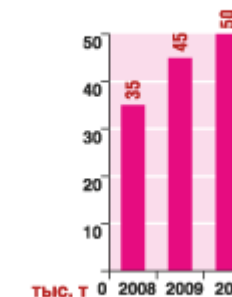
1 - 6 Chitosan, Cellulose, Dextran, Alginate, Pectin and Agarose; from 7 to 12 are the synthetic polymers: Poly(4-vinyl pyridine), Polystyrene, Polyurethane, Polyaniline, Poly(Lactic Acid) and Polyethylene glycol

# Примеры иммобилизованных ферментов в промышленности

Enzyme	Form <sup>a</sup>	Process	Product scale (ton per year)
Glucose isomerase	CWC, IME, CIE	High fructose corn syrup from corn syrup	10 <sup>7</sup>
Nitrile hydratase	CWC	Acrylamide from acrylonitrile	10 <sup>5</sup>
Lipase	IME	Transesterification of food oils	10 <sup>5</sup>
Lactase	IME	Lactose hydrolysis, GOS synthesis	10 <sup>5</sup>
Lipase	IME	Biodiesel from triglycerides	10 <sup>4</sup>
Penicillin G acylase	CIE	Antibiotic modification	10 <sup>4</sup>
Aspartase	CWC, IME	L-Aspartic acid from Fumaric acid	10 <sup>4</sup>
Thermolysin	IME	Aspartame synthesis	10 <sup>4</sup>
Lipase	IME, CIE	Chiral resolution of alcohols and amines	10 <sup>3</sup>

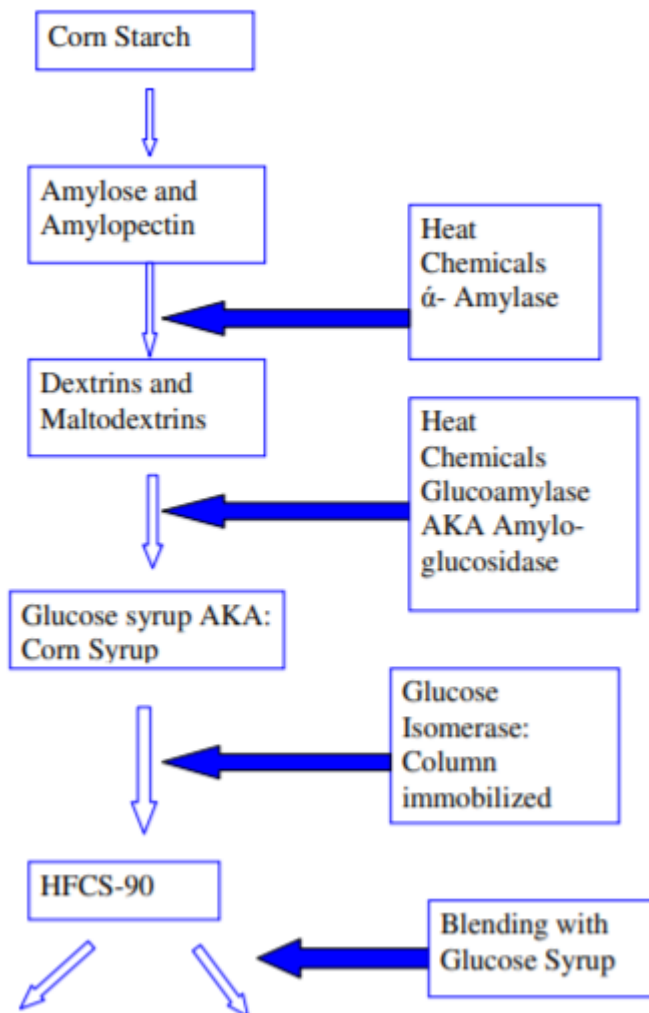
<sup>a</sup> CWC = cross-linked whole cell; IME = immobilized enzyme; CIE = covalently immobilized enzyme.

Рисунок 3. ДИНАМИКА ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНОГО СИРОПА В РОССИИ В 2008–2010 ГОДАХ, тыс. т/год



Источник: оценка «ЦИПАП».

# Технология производства глюкозо-фруктозного сиропа



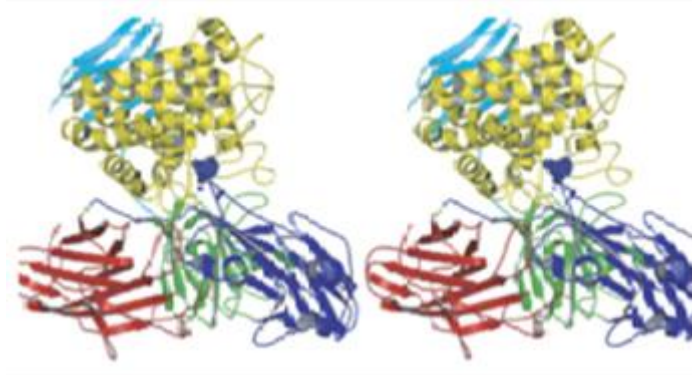
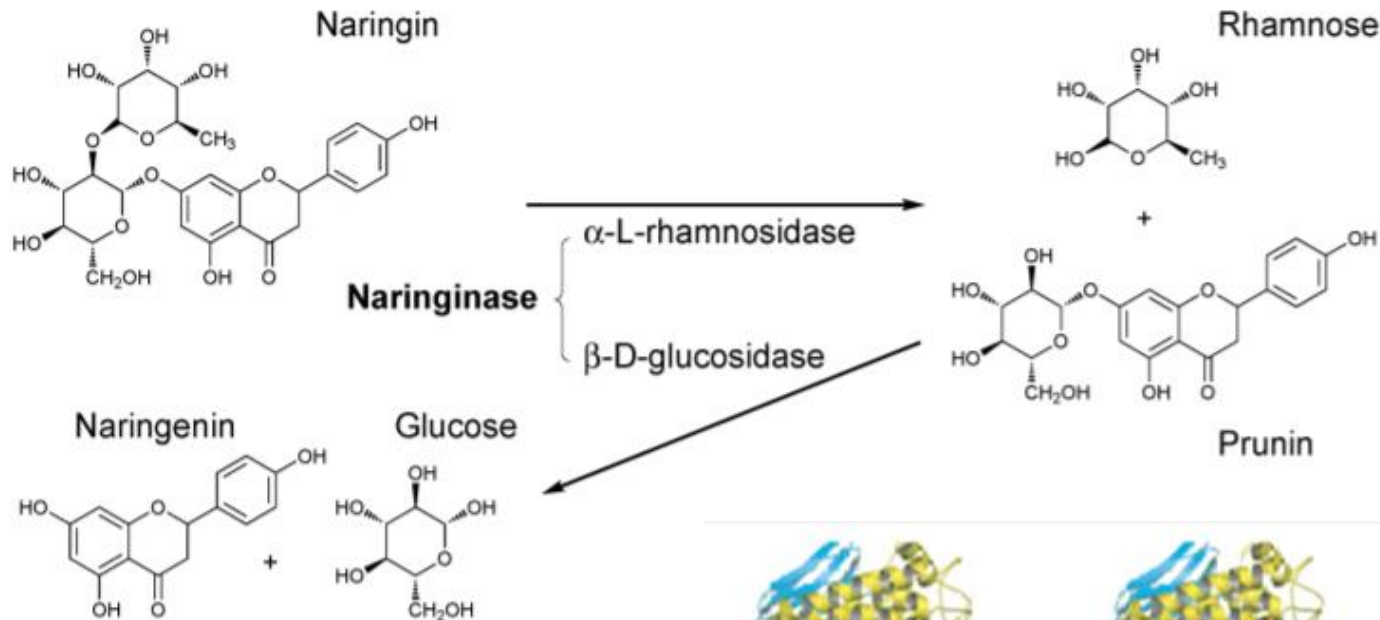
Глюкоза изомераза (D-ксилоза кетол изомераза, 5.3.1.5) – ключевой фермент!



1 кг Sweetzyme IT = 18 000 кг ГФС!

<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/548HFsyru.html>

# Улучшение вкуса фруктовых соков (debittering)

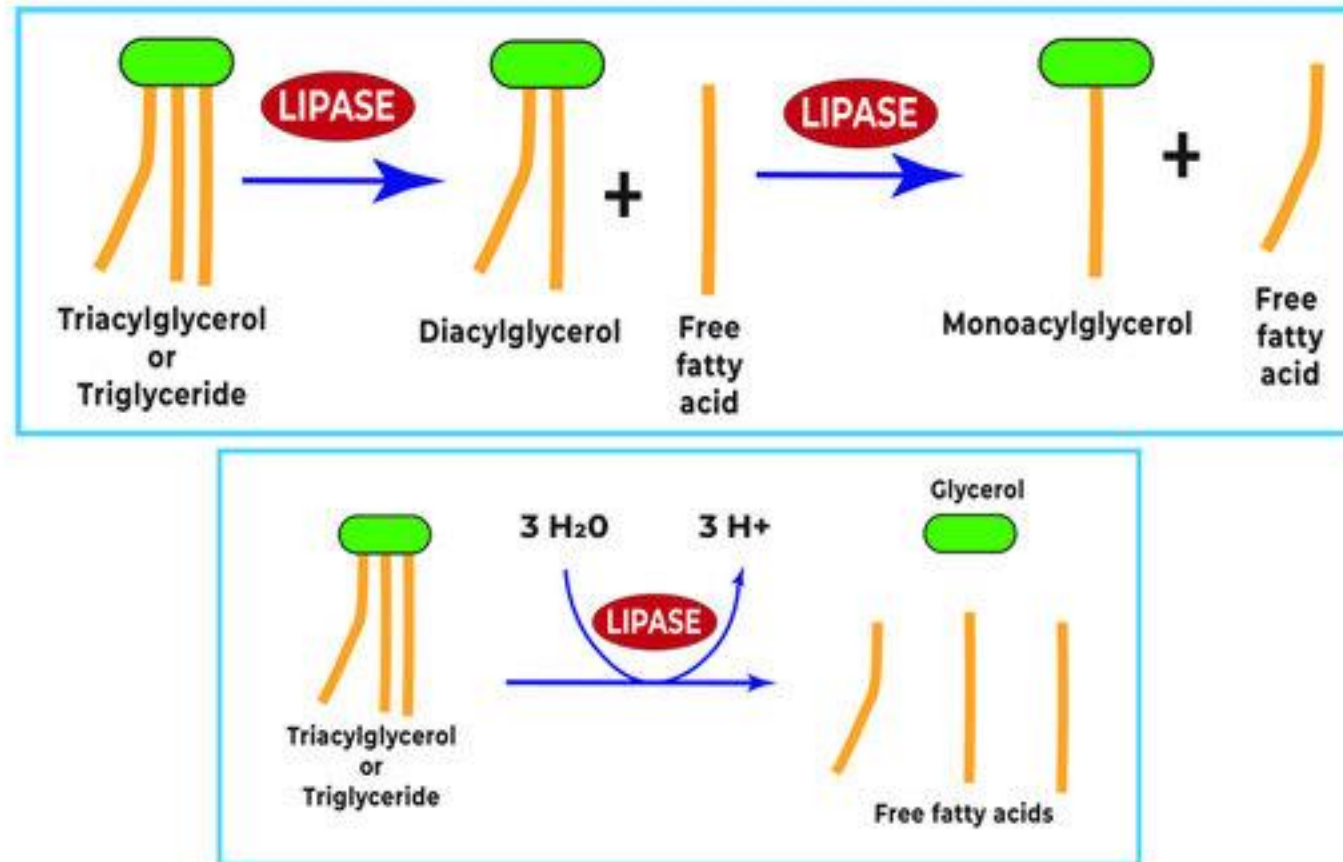


**Table 7** Immobilization methods for naringinase

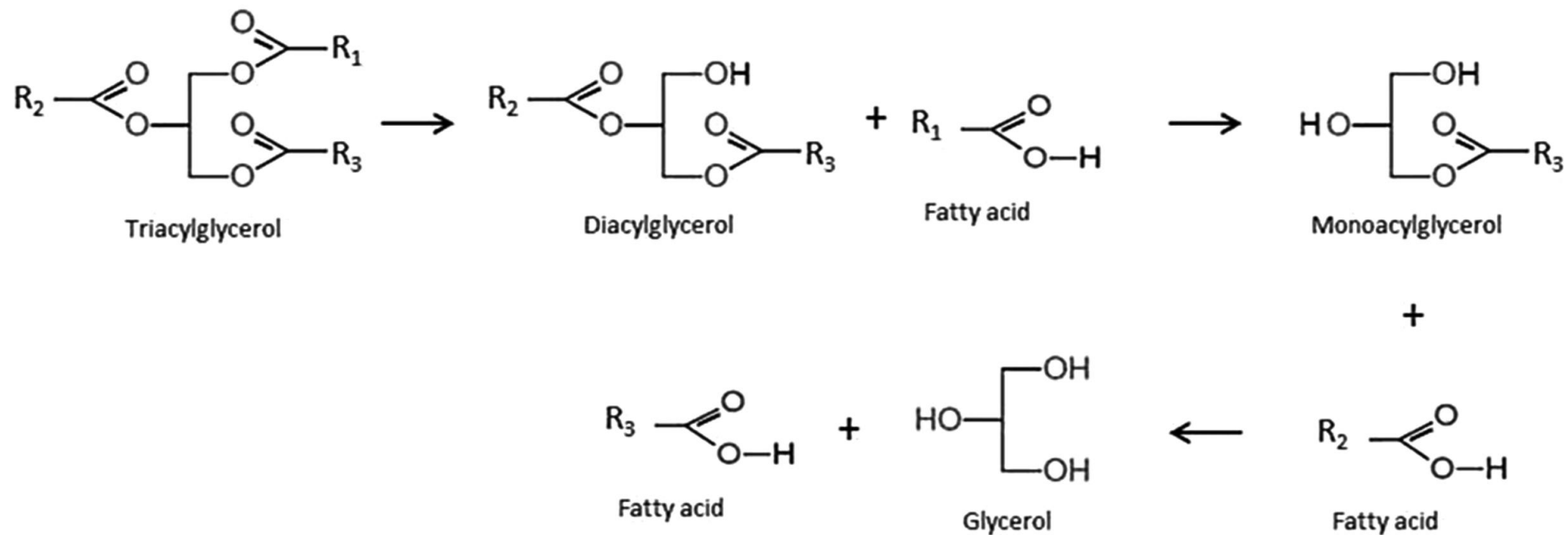
Support	Method
Ferromagnetic supports	Covalent attachment
Poly(vinylalcohol) cryogels	Entrapment
Celite	Adsorption
Styrene/maleic anhydride copolymer	Adsorption
Tannin-aminohexyl cellulose	Adsorption
Chitin/glutaraldehyde/borohydride	Entrapment/crosslinking
Hollow fiber reactor	Physical separation
Controlled pore glass	Covalent attachment
Silicate/glutaraldehyde	Covalent attachment
Glycophase-coated porous glass	Covalent attachment
Bagasse	Covalent attachment
Alginate	Entrapment
$\kappa$ -Carrageenan	Entrapment

[10.1039/C3CS35506C](https://doi.org/10.1039/C3CS35506C)

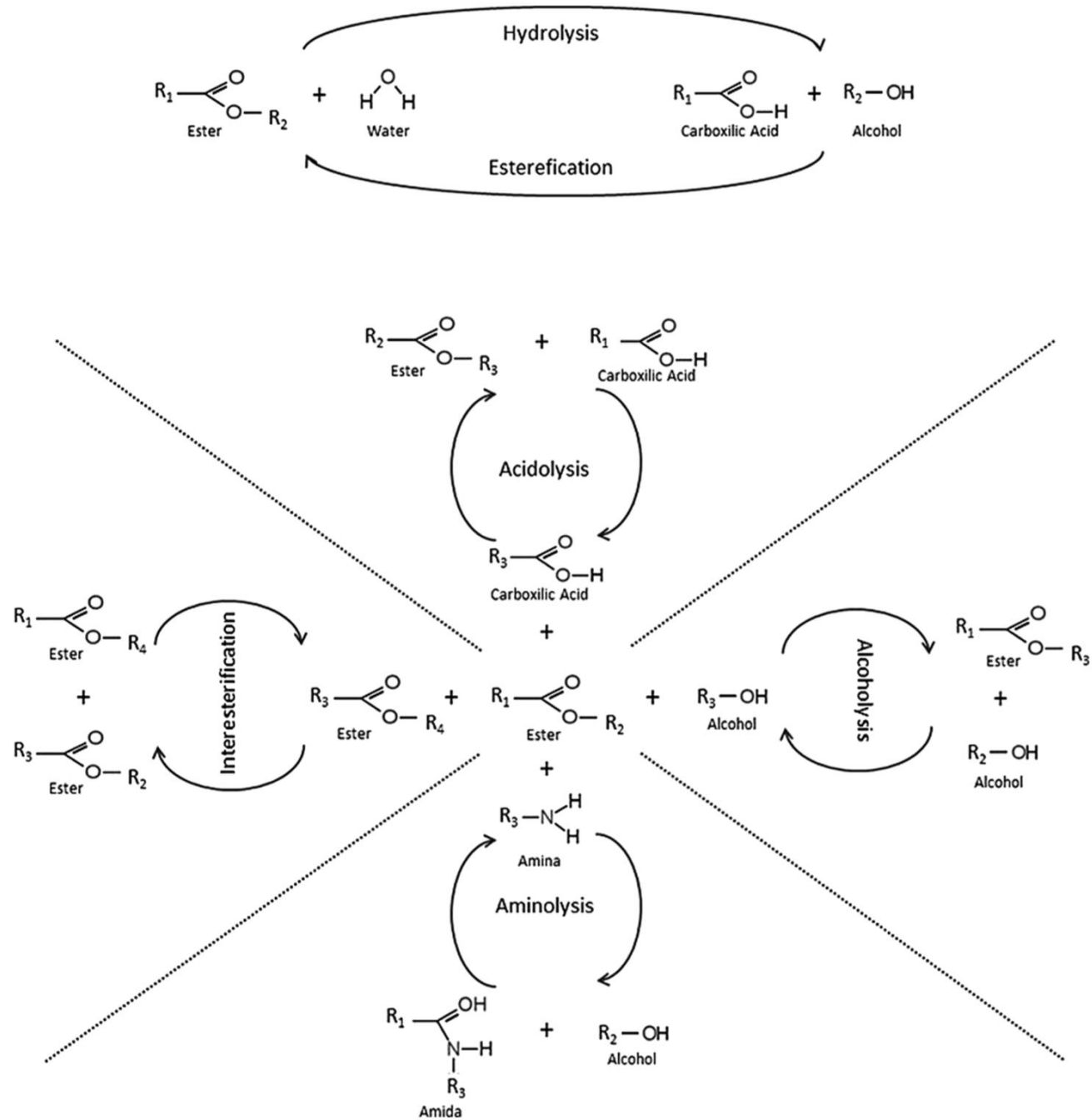
# Мыслительный эксперимент - липазы



# Мыслительный эксперимент - липазы







# Выбираем процесс

**Производство  
биодизеля**

**Производство  
искусственного какао-  
масла**

# Биодизель



# Выбираем процесс

**Неорганический  
КОМПОЗИТ**

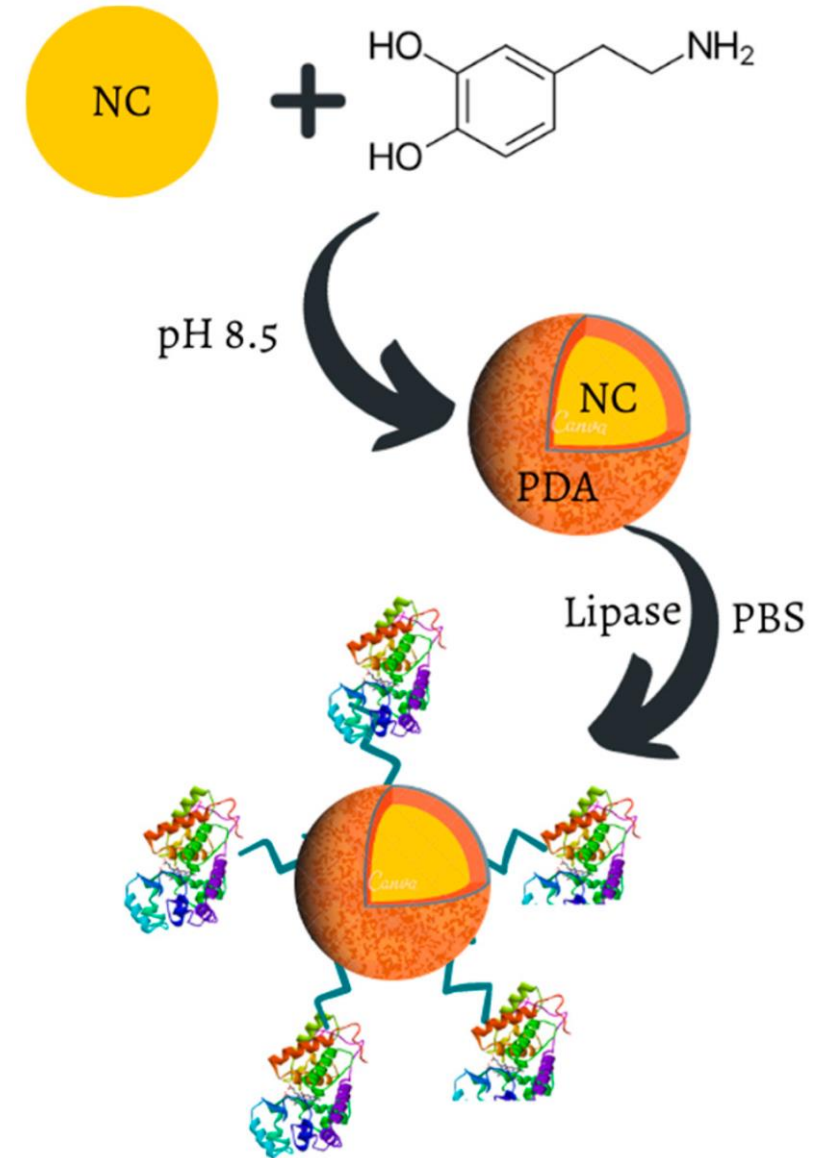
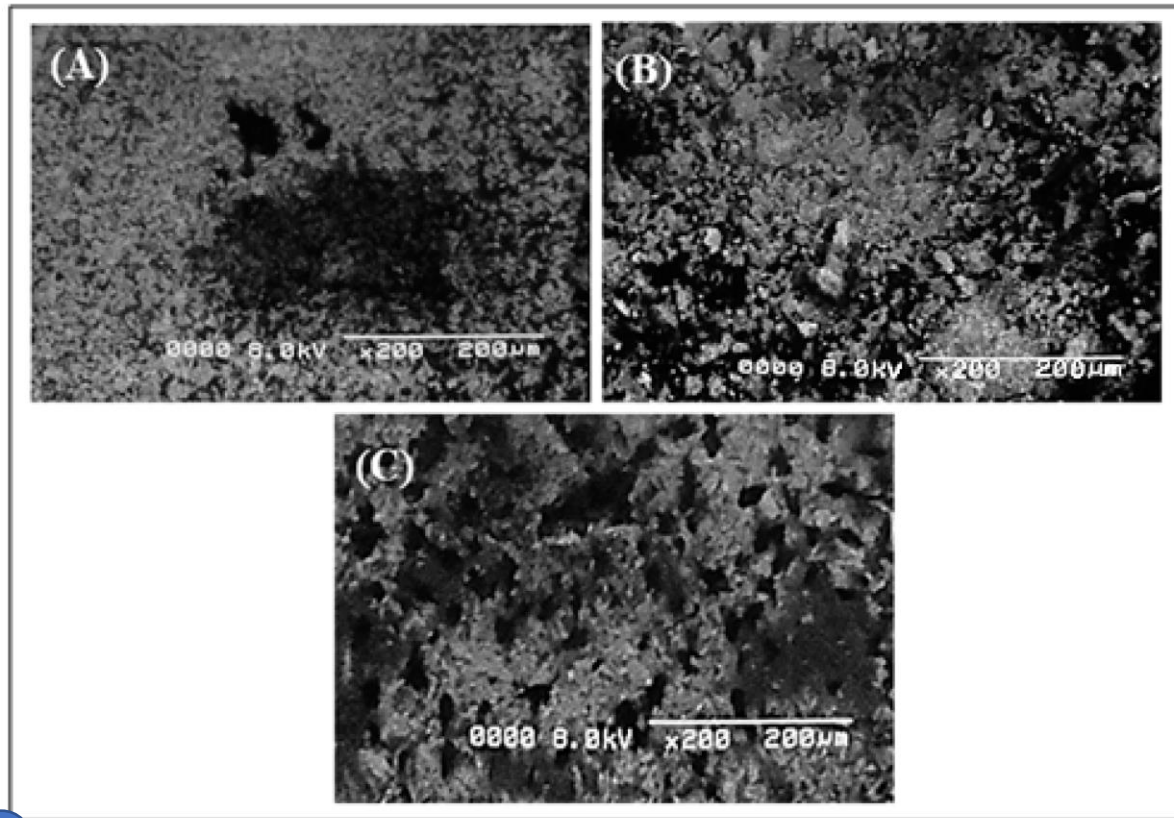
**Самособирающиеся  
наночастицы из ПАВ**

# Выбираем носитель

**Неорганический  
КОМПОЗИТ**

**Самособирающиеся  
наночастицы из ПАВ**

# Наноконкомпозит на основе оксидов церия и висмута – носитель для липазы



# Какао-масло – вкусный, но дорогой продукт!



# Состав какао-масла

## Триглицериды с содержанием жирных кислот

- Олеиновая кислота — до 43 %;
- Стеариновая кислота — до 34 %;
- Лауриновая и пальмитиновая кислоты — до 25 %;
- Линолевая кислота — 2 %;





# Заменители какао-масла

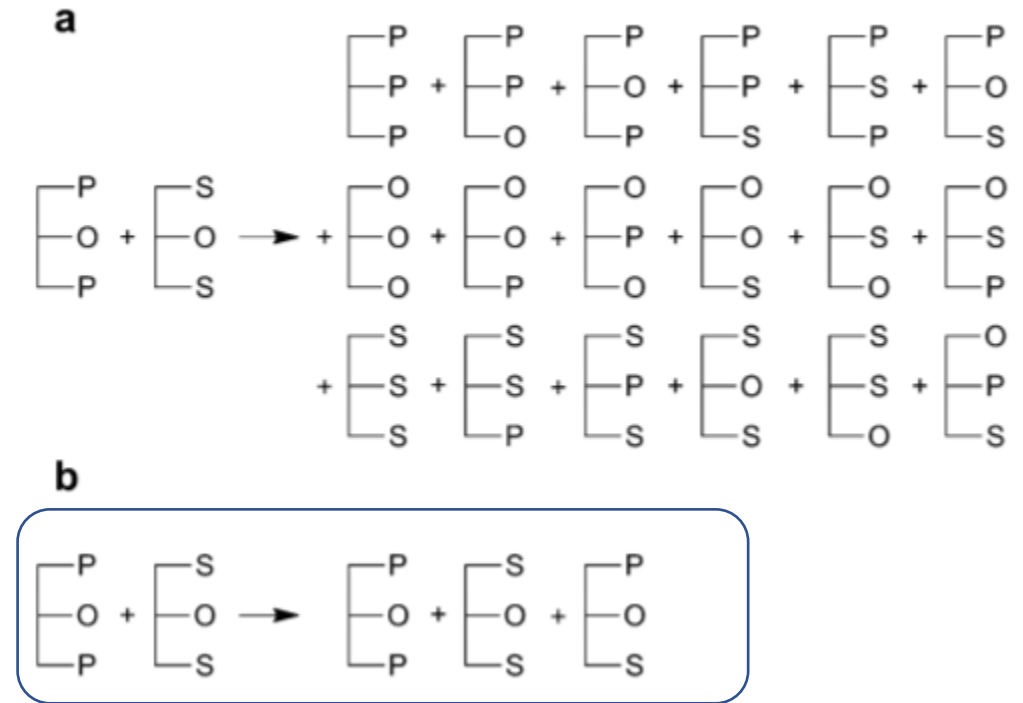
- ✓ нелауриновые нетемперируемые заменители масла какао (СВR) – содержат **трансжиры**
- ✓ лауриновые нетемперируемые заменители масла какао (СВS) – **не сочетаются** с самим какао-маслом (не более 5%)
- ✓ заменители РОР-типа (темперируемые)



А мы можем синтезировать какао-масло с помощью липаз?

# Ферментативная переэтерификация жиров

- Переэтерифицированные жиры имеют мелкокристаллическую структуру и однородную пластичную консистенцию
- Переэтерификация не влияет на степень насыщения и не вызывает изомеризации жирных кислот
- Получение специализированных жиров с «идеальным» жирнокислотным составом: содержанием насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот, отношением  $\omega$ -6/ $\omega$ -3.

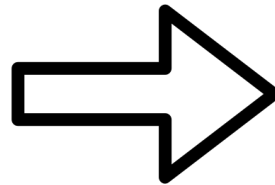


Brand	Lipase species	Carrier	Specificity	Water content (wt%)	Porosity
Lipozyme TL IM	<i>Thermomyces lanuginosus</i>	Silica granules	<i>sn</i> -1,3-Specific	6.0	0.77
TL-lab-immobilized	<i>Thermomyces lanuginosus</i>	Accurel EP 100	<i>sn</i> -1,3-Specific	5.8	
Lipozyme RM IM	<i>Rhizomucor miehei</i>	Macroporous resin	<i>sn</i> -1,3-Specific	3.2	0.45
Novozym 435	<i>Candida antarctica</i> lipase B	Macroporous polymer based on methyl and butyl methacrylic esters	Non-specific	4.1	0.65
Lipase PS-C-I	<i>Burkholderia cepacia</i>	Ceramic particles	Non-specific <sup>a</sup>	4.3	
Lipase PS-D-I	<i>Burkholderia cepacia</i>	Diatomaceous earth	Non-specific <sup>a</sup>	3.7	

<sup>a</sup> No clear claim.

# Технология искусственного какао-масла

- 1,3-специфическая липаза *Rhizopus niveus* иммобилизована на диатомовых землях
- Субстраты – 1,3-дипальмитоил-2-олеин (пальмовое масло) и этилстеарат



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B						
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий	
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон								
	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон								
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Вандий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель						
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон								
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий						
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodium Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон								
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина						
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон								
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий							
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>								
ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH									
ЛАНТАНОИДЫ*		<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прасодимий	<b>Nd</b> Neodymium Неодимий	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций		
АКТИНОИДЫ**		<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkeleyum Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеевий	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий		



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B						
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий	
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон								
3	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон								
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Вандий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель						
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон								
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий						
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон								
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина						
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон								
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий							
		ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$							
		ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ			$RH_4$	$RH_3$	$RH_2$	$RH$									
		ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прометий	<b>Nd</b> Neodymium Неодим	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций	
		АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеев	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий	



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B						
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий	
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон								
3	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон								
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Вандий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель						
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон								
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий						
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон								
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина						
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон								
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий							
		ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$							
		ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ			$RH_4$	$RH_3$	$RH_2$	$RH$									
		ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прасодимий	<b>Nd</b> Neodymium Неодимий	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций	
		АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеевий	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий	



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B						
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий	
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон								
3	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон								
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Вандий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель						
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон								
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий						
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон								
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина						
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон								
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий							
		ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$							
		ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ			$RH_4$	$RH_3$	$RH_2$	$RH$									
		ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прасодимий	<b>Nd</b> Neodymium Неодимий	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций	
		АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеевий	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий	



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B						
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий	
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон								
	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон								
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Вандий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель						
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон								
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий						
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон								
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина						
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон								
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий							
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>								
ФОРМУЛЫ ЛЕГЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH									
ЛАНТАНОИДЫ*		<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прасодимий	<b>Nd</b> Neodymium Неодимий	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лутетий		
АКТИНОИДЫ**		<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеев	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий		



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



МЕНДЕЛЕЕВ  
Дмитрий Иванович  
(1834 - 1907 г.г.)

«Свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.»

(Периодический закон Д.И. Менделеева)

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																	
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII	B								
1	1	<b>H</b> Hydrogenium Водород														<b>He</b> Helium Гелий			
2	2	<b>Li</b> Lithium Литий	<b>Be</b> Beryllium Бериллий	<b>B</b> Borium Бор	<b>C</b> Carboneum Углерод	<b>N</b> Nitrogenium Азот	<b>O</b> Oxygenium Кислород	<b>F</b> Fluorium Фтор	<b>Ne</b> Neon Неон										
	3	<b>Na</b> Natrium Натрий	<b>Mg</b> Magnesium Магний	<b>Al</b> Aluminium Алюминий	<b>Si</b> Silicium Кремний	<b>P</b> Phosphorus Фосфор	<b>S</b> Sulfur Сера	<b>Cl</b> Chlorium Хлор	<b>Ar</b> Argon Аргон										
4	4	<b>K</b> Kalium Калий	<b>Ca</b> Calcium Кальций	<b>Sc</b> Scandium Скандий	<b>Ti</b> Titanium Титан	<b>V</b> Vanadium Ванадий	<b>Cr</b> Chromium Хром	<b>Mn</b> Manganum Марганец	<b>Fe</b> Ferrum Железо	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> Niccolum Никель								
	5	<b>Cu</b> Cuprum Медь	<b>Zn</b> Zincum Цинк	<b>Ga</b> Gallium Галлий	<b>Ge</b> Germanium Германий	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> Selenium Селен	<b>Br</b> Bromum Бром	<b>Kr</b> Krypton Криптон										
5	6	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> Strontium Стронций	<b>Y</b> Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> Niobium Ниобий	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> Technetium Технеций	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> Rhodium Родий	<b>Pd</b> Palladium Палладий								
	7	<b>Ag</b> Argentum Серебро	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий	<b>In</b> Indium Индий	<b>Sn</b> Stannum Олово	<b>Sb</b> Stibium Сурьма	<b>Te</b> Tellurium Теллур	<b>I</b> Iodum Иод	<b>Xe</b> Xenon Ксенон										
6	8	<b>Cs</b> Cesium Цезий	<b>Ba</b> Barium Барий	<b>La*</b> Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> Hafnium Гафний	<b>Ta</b> Tantalum Тантал	<b>W</b> Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> Rhenium Рений	<b>Os</b> Osmium Осмий	<b>Ir</b> Iridium Иридий	<b>Pt</b> Platinum Платина								
	9	<b>Au</b> Aurum Золото	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> Thallium Таллий	<b>Pb</b> Plumbum Свинец	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут	<b>Po</b> Polonium Полоний	<b>At</b> Astatium Астат	<b>Rn</b> Radon Радон										
7	10	<b>Fr</b> Francium Франций	<b>Ra</b> Radium Радий	<b>Ac**</b> Actinium Актиний	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> Dubnium Дубний	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> Bohrium Борий	<b>Hs</b> Hassium Хассий	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий									
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>										
ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH											
ЛАНТАНОИДЫ*		<b>Ce</b> Cesium Цезий	<b>Pr</b> Praseodymium Прасодимий	<b>Nd</b> Neodymium Неодимий	<b>Pm</b> Promethium Прометий	<b>Sm</b> Samarium Самарий	<b>Eu</b> Europium Европий	<b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> Terbium Тербий	<b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> Holmium Гольмий	<b>Er</b> Erbium Эрбий	<b>Tm</b> Thulium Тулий	<b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> Lutetium Лютеций				
АКТИНОИДЫ**		<b>Th</b> Thorium Торий	<b>Pa</b> Protactinium Протактиний	<b>U</b> Uranium Уран	<b>Np</b> Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> Plutonium Плутоний	<b>Am</b> Americium Америций	<b>Cm</b> Curium Кюрий	<b>Bk</b> Berkelium Берклий	<b>Cf</b> Californium Калифорний	<b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> Fermium Фермий	<b>Md</b> Mendelevium Менделеев	<b>No</b> Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> Lawrencium Лауренсий				



s-элементы
p-элементы
d-элементы
f-элементы



*Нет **силы** более могучей, чем  
знание.*

*Человек, вооруженный **знанием**,  
**непобедим***

*Максим Горький*

Спасибо за внимание!

Пишите, буду рада 😊

