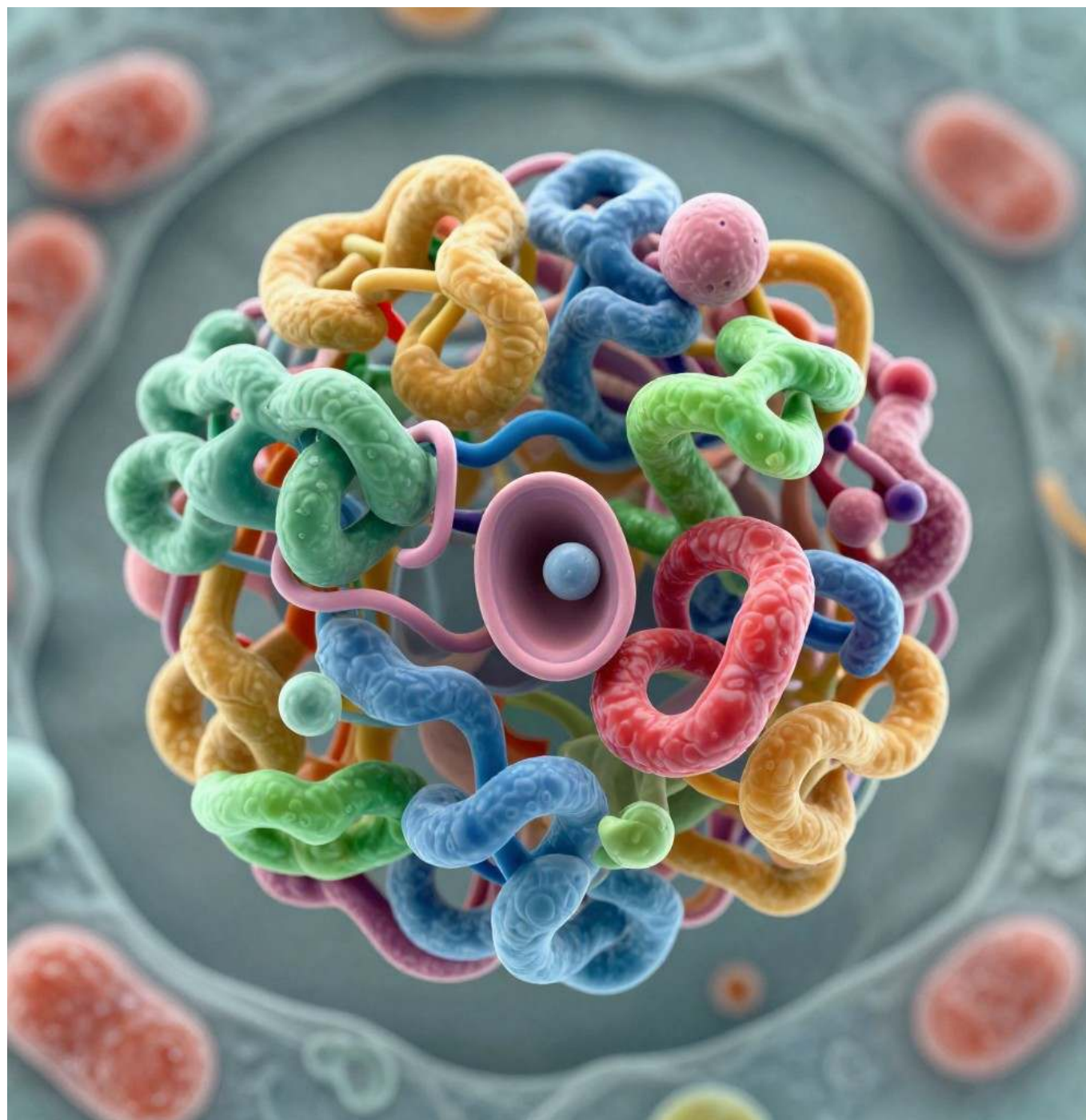




Обзор и ключевые темы: биологические катализаторы

Ферменты — ускорители реакций в живых организмах, их строение и значение.

Первые шаги в изучении ферментов

В XIX веке ученые начали раскрывать природу биологических катализаторов. Диастаза стала первым выделенным ферментом, а открытия Бухнера и рибозимов углубили понимание их роли вне клеток.



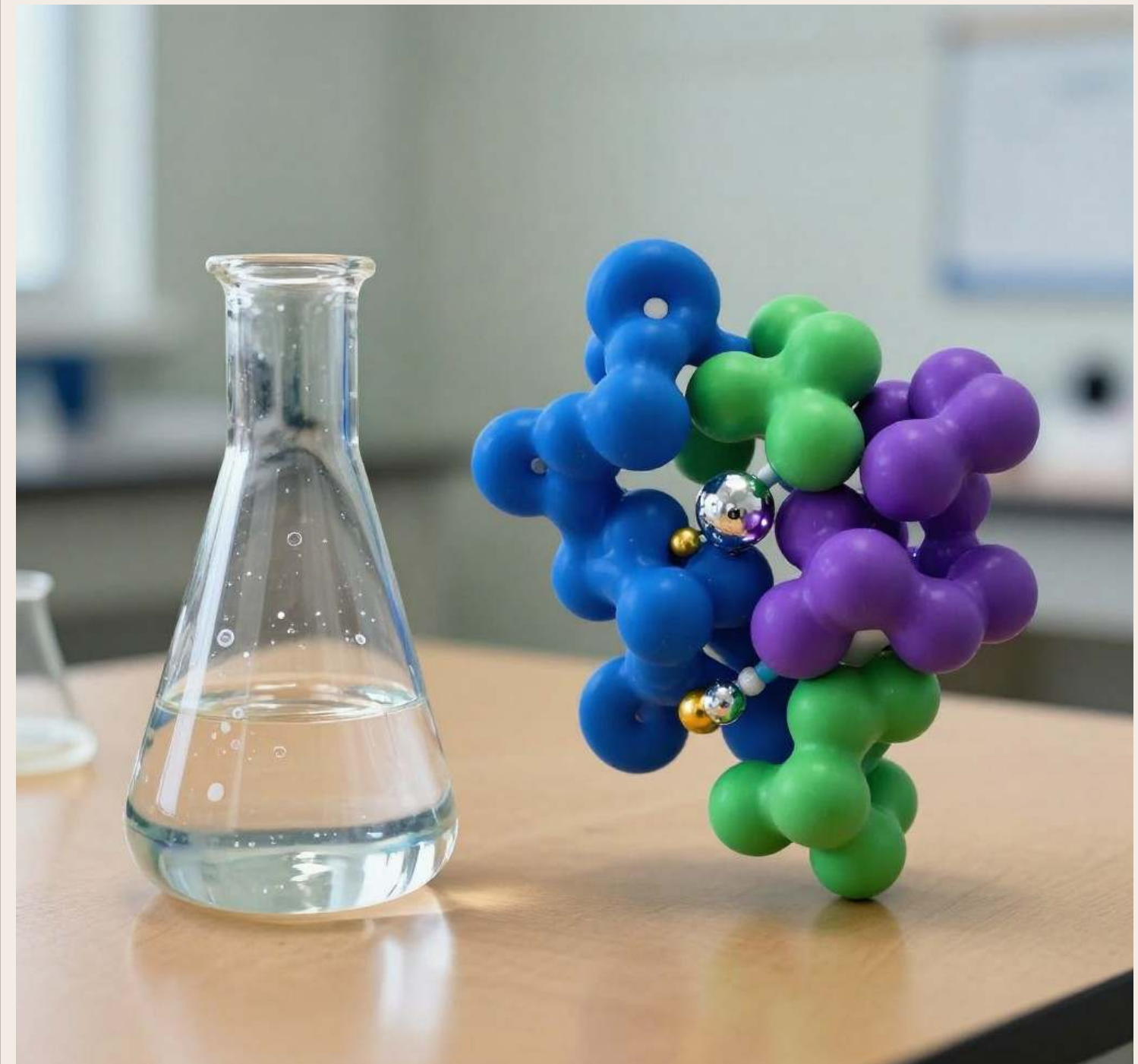
Катализ и катализаторы: основные определения

1

Катализ — это ускорение реакции за счёт катализатора, который не расходуется в процессе. Он обеспечивает повышение эффективности химических превращений.

2

Катализаторы бывают неорганическими и биологическими. Ферменты — природные биологические катализаторы, обеспечивающие ускорение реакций в живых организмах.



Ферменты как главные биологические катализаторы

1

Ферменты — это белки, которые способны увеличивать скорость реакций в клетках до миллионов раз, обеспечивая жизненно важные процессы.

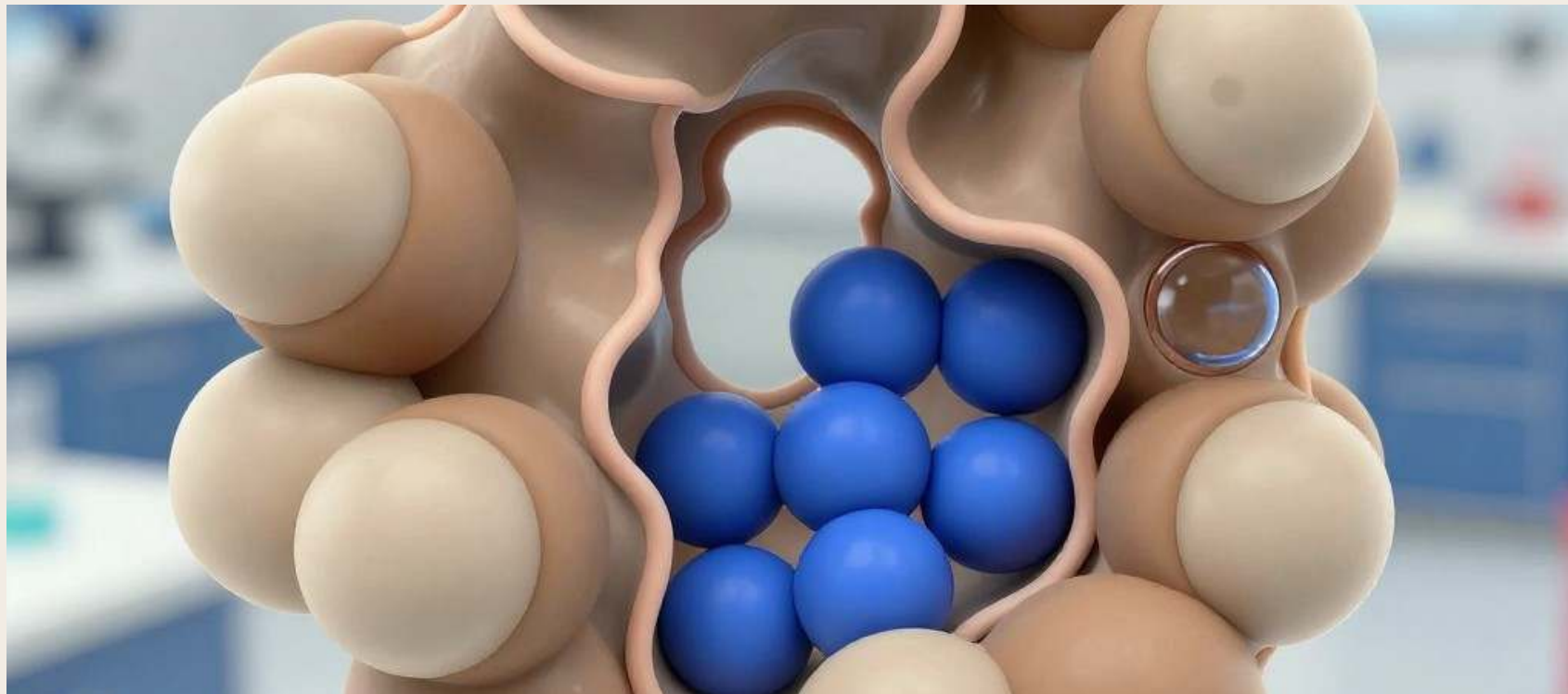
2

Последовательность аминокислот формирует трёхмерную структуру фермента, определяющую его функциональные особенности и каталитическую активность.

3

Каждый фермент действует специфично, взаимодействуя лишь с определёнными молекулами-субстратами, что исключает нежелательные побочные реакции.

Строение фермента: белковая и небелковая части



Апофермент — белковый каркас фермента

Белковая часть фермента содержит активный центр, отвечающий за связывание субстрата и катализ. Она обеспечивает правильное пространственное положение ключевых остатков аминокислот.



Кофактор — помощник катализа

Кофактор может представлять собой ион металла или органическую молекулу, например, витамин. Он участвует в химической трансформации субстрата, дополняя функции апофермента.

Скорость химических реакций с ферментом и без него



Ферменты снижают время реакции с лет или часов до нескольких секунд, обеспечивая эффективный обмен веществ.

Ферментативный катализ ускоряет биохимические процессы в миллионы раз, делая их жизненно возможными.

Современные учебники биохимии, 2023

Механизм действия ферментов

Сначала фермент связывается с молекулой субстрата, формируя комплекс. Это снижает энергию активации и подготавливает субстрат к реакции.

1



После химического превращения продукт отделяется, а фермент остаётся неизменным, готовым к следующему циклу катализа, поддерживая постоянную активность.

2

Классы ферментов по типу катализируемых реакций



Оксидоредуктазы

Катализируют реакции переноса электронов, участвуют в дыхании и фотосинтезе, обеспечивая окислительно-восстановительные процессы.



Трансферазы

Переносят функциональные группы между молекулами, важны для обмена аминокислот, углеводов и липидов.



Гидролазы

Расщепляют химические связи с помощью воды, участвующие в пищеварении и распаде макромолекул.



Лиазы

Разрывают связи без участия воды, обеспечивая образование ненасыщенных соединений и циклов.



Изомеразы

Переконфигурируют молекулы, меняя их пространственную структуру для дальнейших реакций.

Примеры ферментов из разных классов

Класс	Пример	Субстрат	Функция
Гидролазы	Амилаза	Крахмал	Расщепление углеводов в ротовой полости
Оксидоредуктазы	Каталаза	Перекись водорода	Защита клеток от токсинов
Лигазы	ДНК-лигаза	Разорванные цепи ДНК	Ремонт генетического материала

Таблица демонстрирует связь класса фермента с его субстратом и функцией в организме.

Разнообразие ферментов позволяет выполнять широкий спектр биохимических реакций, необходимых для жизнедеятельности.

Специфичность ферментативных реакций



1

Модель «ключ-замок»

Активный центр фермента точно соответствует форме и химическим свойствам субстрата, обеспечивая строгое распознавание и связывание. Это исключает взаимодействия с нежелательными молекулами.

2

Примеры специфичности в организме

Например, лактаза расщепляет исключительно молочный сахар — лактозу. Такая специфичность гарантирует правильное протекание пищеварения и других жизненно важных процессов.

Факторы, влияющие на активность ферментов

1

Оптимальная температура для ферментов человека обычно находится в диапазоне 35-40°C; при отклонении от этой температуры активность снижается из-за изменения структуры белка.

3

Концентрация субстрата влияет на скорость реакции: увеличение субстрата ускоряет реакцию до достижения максимума, после чего активность стабилизируется.

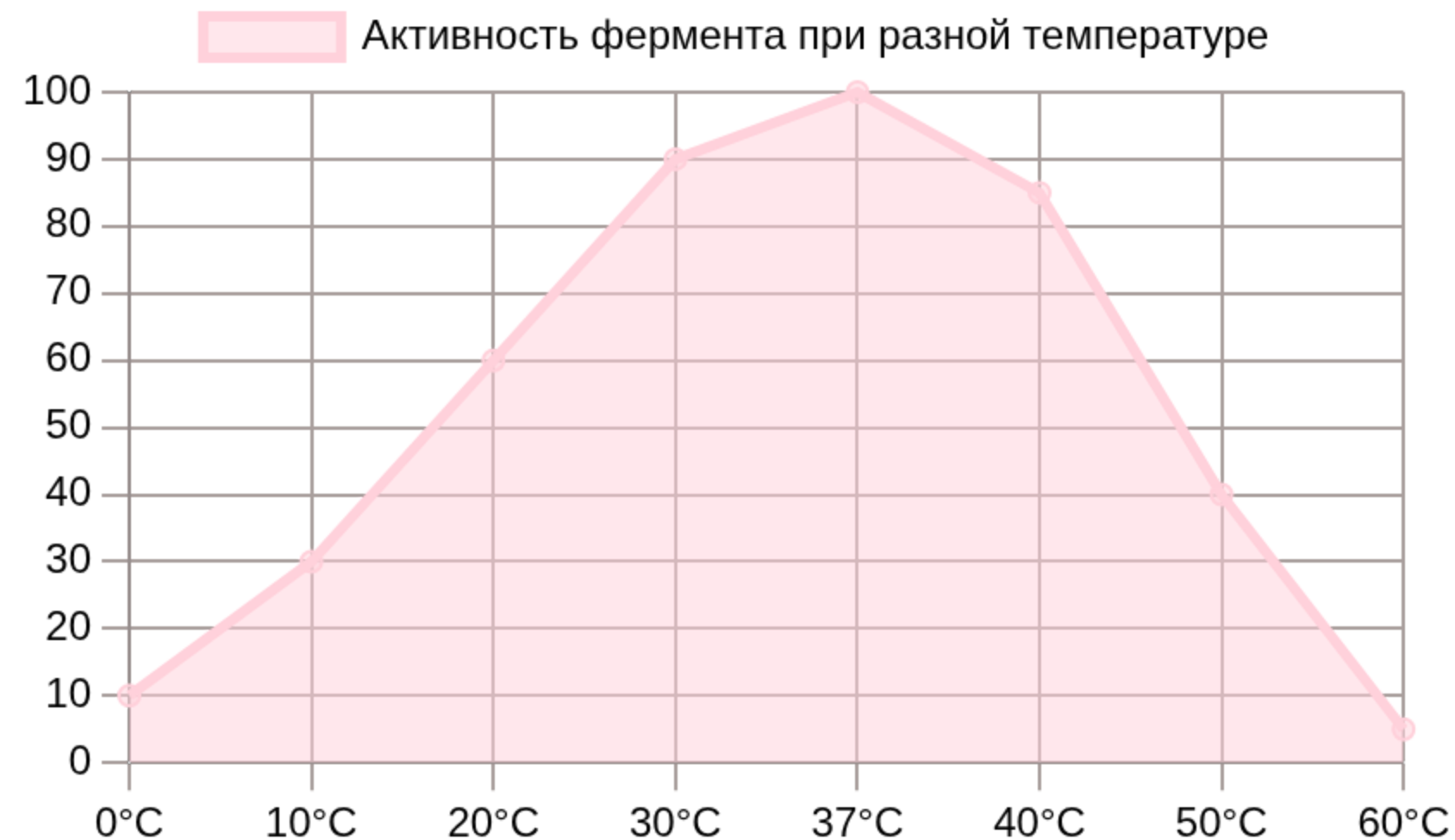
2

Важным фактором является pH среды: большинство ферментов работают при нейтральном pH, но например, желудочная пищеварительная система функционирует при сильноокислой среде, около pH 2.

4

Наличие ингибиторов и активаторов регулирует активность: ингибиторы замедляют, связываясь с ферментами, а активаторы усиливают каталитическую способность, изменяя состояние молекулы.

Температурная зависимость активности ферментов



При температуре выше 40°C начинается денатурация белков, что вызывает быструю потерю активности. Некоторые ферменты адаптированы к иным условиям, но большинство чувствительно к температурным изменениям.

Максимальная активность ферментов у человека достигается при 37°C. Перегрев приводит к разрушению структуры и снижению каталитической способности.

Учебник биохимии, 2023

Ингибиторы и активаторы: регулирование ферментативной активности

Конкурентные ингибиторы связываются с активным центром фермента, препятствуя связыванию субстрата и снижая скорость реакции.

1

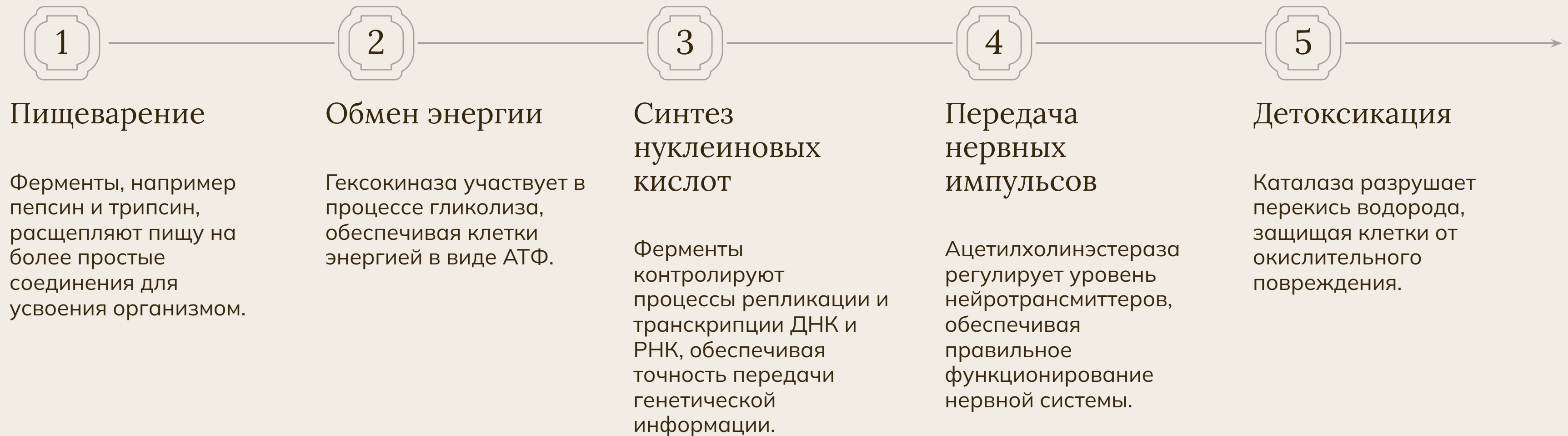
Неконкурентные ингибиторы изменяют пространственную структуру фермента вне активного центра, уменьшая его функциональность.

2

Активаторы, такие как ионы металлов и витамины, усиливают ферментативную активность, стабилизируя структуру и способствуя эффективному катализу.

3

Биологическая роль ферментов в организме человека

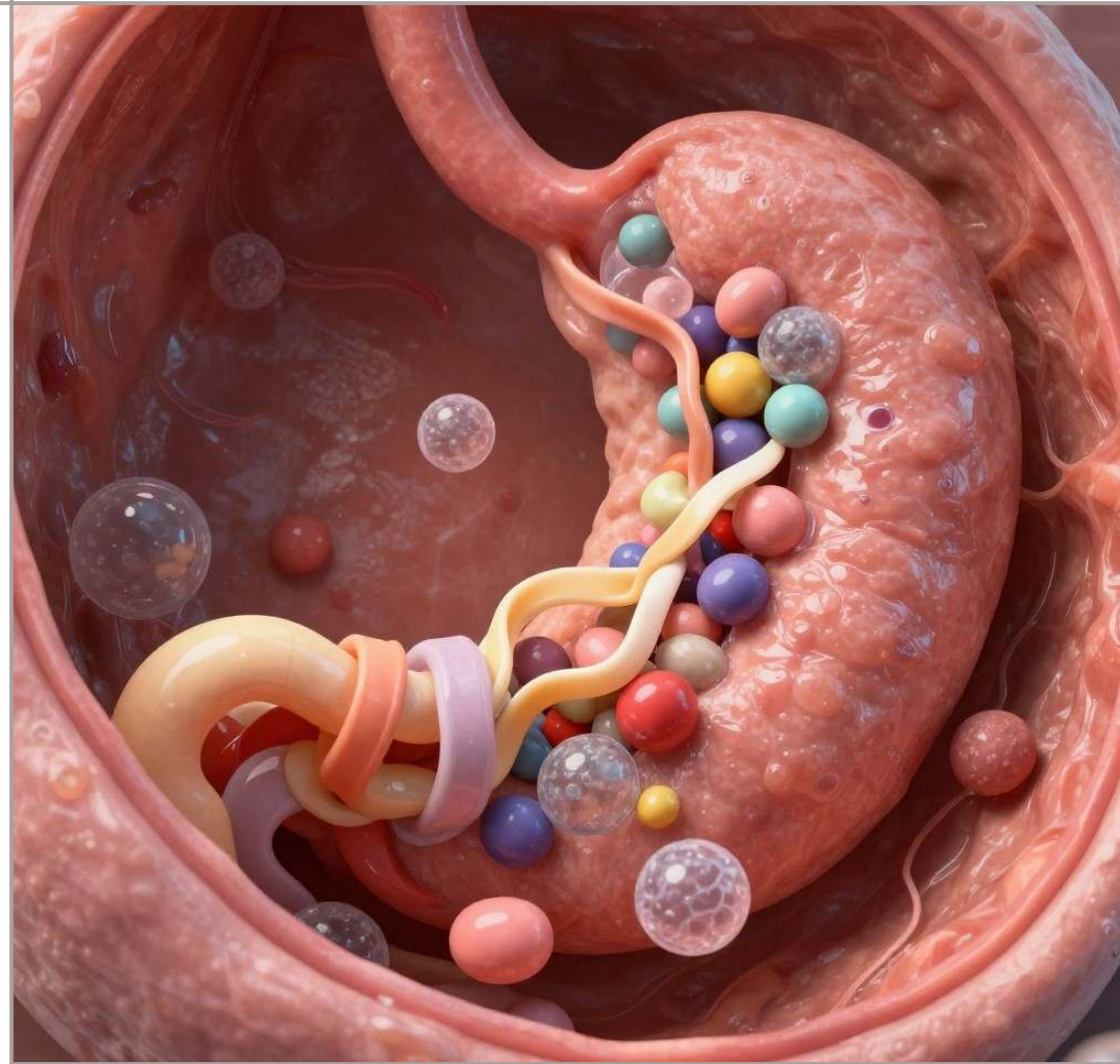


Роль ферментов в пищеварительной системе человека



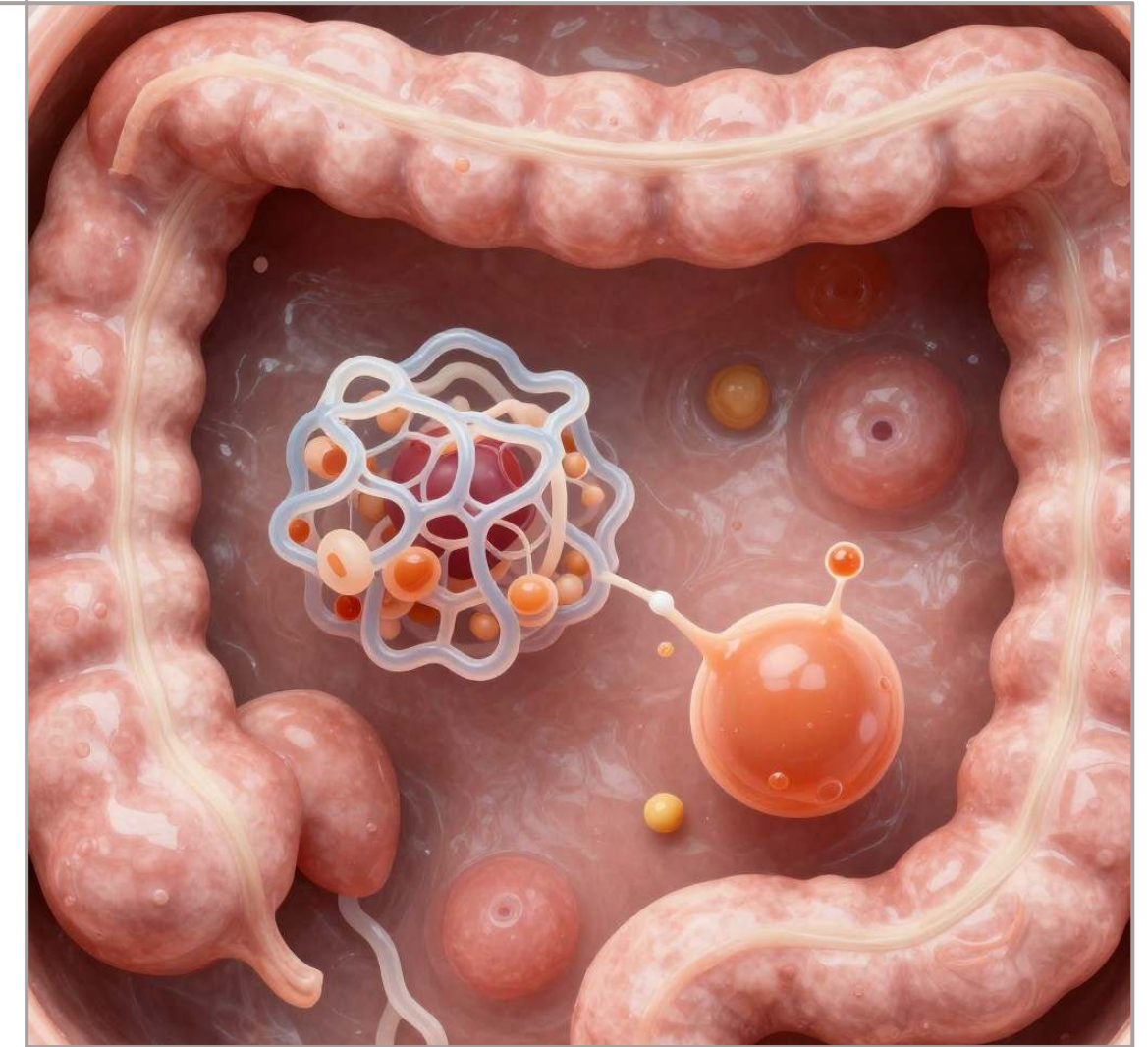
Амилаза — первый шаг переваривания крахмала

Амилаза, содержащаяся в слюне, начинает расщепление крахмала уже во рту, облегчая дальнейшее пищеварение в кишечнике.



Пепсин и его активность в кислой среде желудка

Пепсин действует в желудке при низком pH, разрывая белковые связи и преобразуя пищу в усвояемые пептиды.



Функция трипсина и липазы в кишечнике

Трипсин расщепляет белки, а липаза — жиры, обеспечивая поступление питательных веществ в тонкий кишечник для всасывания.

Использование ферментов в промышленности и медицине

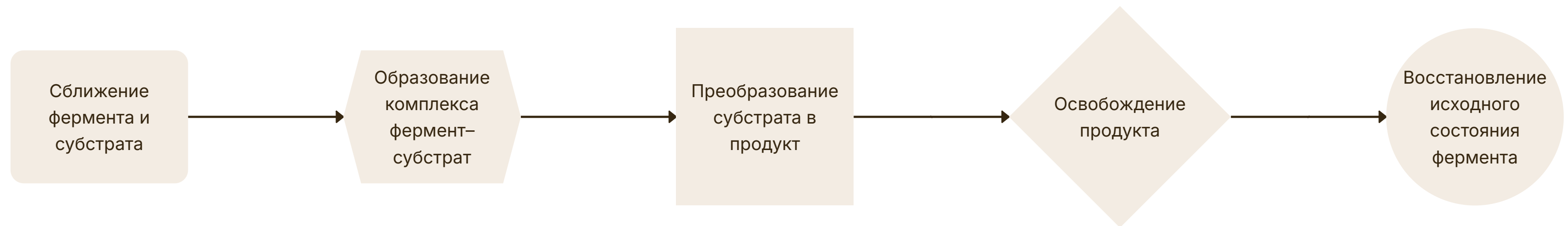
В пищевой промышленности амилаза помогает расщеплять крахмал при выпечке хлеба, улучшая текстуру и вкус продукции.

Реннин используется для свертывания молока при производстве сыра, создавая основу для формирования сырной массы.

В медицине ферменты применяются для диагностики заболеваний, а также для замещения дефицита эндогенных ферментов в терапии.

Последовательность работы фермента с субстратом

Основные этапы каталитического цикла фермента



Эволюция и разнообразие ферментов у живых организмов

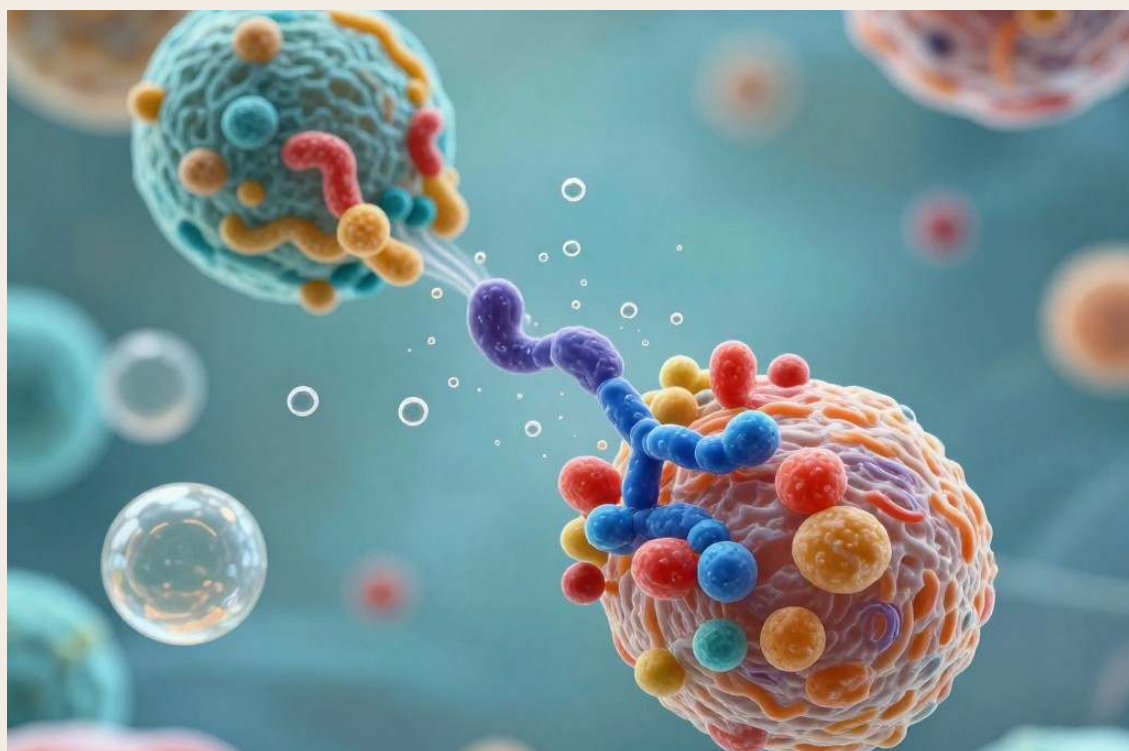
Ферменты эволюционировали вместе с организмами, приспосабливаясь к разнообразным экологическим условиям и биохимическим потребностям.

Термофильные бактерии обладают ферментами, способными функционировать при экстремальных температурах, например, Taq-полимераза используется в ПЦР.

Растения и микроорганизмы развили ферменты для нейтрализации токсинов и адаптации к неблагоприятным средам.

Биохимическое разнообразие ферментов отражает эволюционные стратегии выживания и специализацию в различных экосистемах.

Интересные и необычные факты о ферментах



Каталаза — супербыстрый фермент

Каталаза способна расщеплять миллионы молекул перекиси водорода за одну секунду, обеспечивая защиту клеток от повреждения.



Особенности амилазы у новорожденных

У младенцев уровень амилазы в слюне значительно ниже, что связано с особенностями раннего питания и постепенно изменяется с возрастом.



Непереносимость лактозы и фермент лактаза

У части взрослых людей снижается выработка лактазы, что приводит к затрудненному перевариванию молочного сахара и вызывает неприятные симптомы.



Роль ферментов в поддержании жизни и научных открытиях

Ферменты обеспечивают высокую скорость и точность биохимических реакций, играя незаменимую роль в здоровье и технологиях, открывая новые возможности в медицине и промышленности.