

Ферменты

Ферменты – это биологические катализаторы белковой природы, ускоряющие химические реакции в живых организмах и вне их.

Дж. Самнер впервые получил фермент уреазу в чистом виде и доказал, что действие ферментов не связано с клеткой.

Кроме него, в *ферментологию*, или *энзимологию*, учение о ферментах – значительный вклад внесли как

отечественные (К.С. Кирхгоф, И.П.Павлов, С.Е. Северин, В.А. Энгельгард и др.), так и

зарубежные (Э. Фишер, Дж. Нортрон, А. Спаланцини, М. Дюкло и др.).

Строение ферментов

ферменты

```
graph TD; A[ферменты] --> B[однокомпонентные  
(простые белки)]; A --> C[двухкомпонентные  
(белок + активная группа)]; C --> D[кофермент каталитическую]; C --> E[простетическая группа  
(определяет активность, белковая часть)];
```

однокомпонентные
(*простые белки*)

двухкомпонентные
(*белок + активная группа*)

активная группа

кофермент
каталитическую

простетическая группа
(определяет
активность, белковая часть)

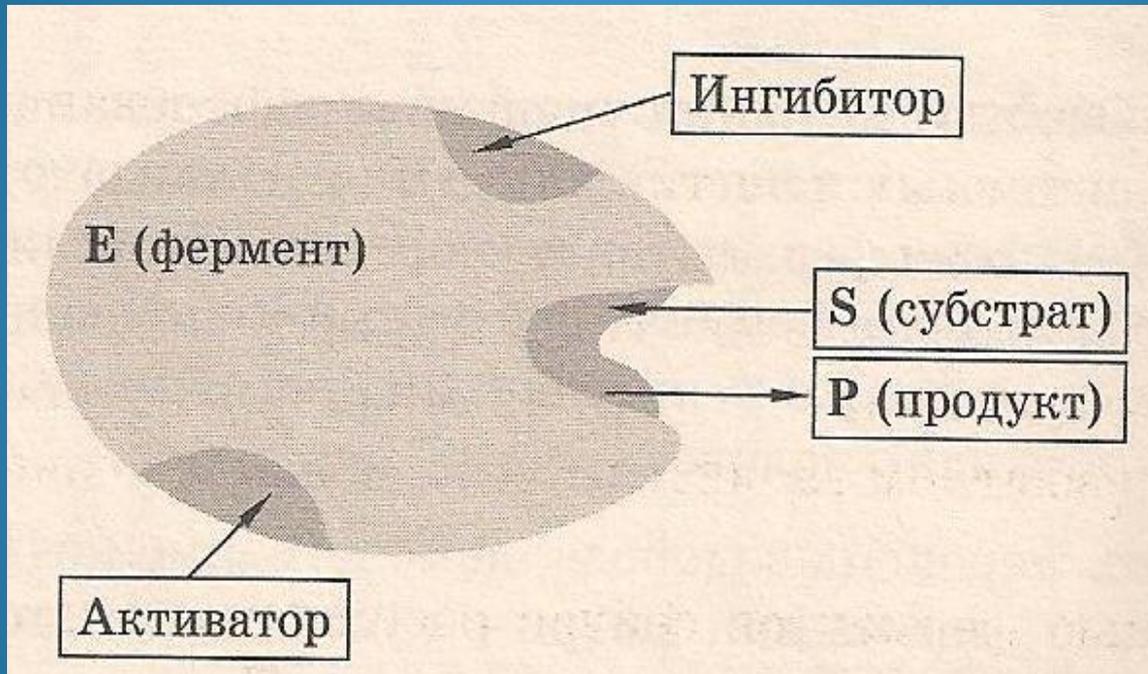
ФЕРМЕНТЫ

(по типу катализируемой реакции)

- Оксидоредуктазы- окислительно-восстановительные ферменты.
- Трансферазы – ферменты переноса. Переносят отдельные группы, радикалы и атомы, как между отдельными молекулами, так и внутри их.
- Гидролазы – ферменты, ускоряющие реакции гидролиза, т.е. процесс расщепления сложных веществ на более простые с присоединением молекулы воды.
- Лиазы – ферменты, отщепляющие от субстратов гидролитическим путем различных групп.
- Изомеразы – ферменты, ускоряющие изомеризацию органических соединений (внутримолекулярные перегруппировки).
- Лигаза – ферменты, ускоряющие синтез сложных соединений из более простых за счет распада пирогосфатных связей (АТФ).

Свойства ферментов

- **Селективность** (избирательность их действия)



Определяется способностью фермента превращать только данный тип субстратов в определенных реакциях и условиях.

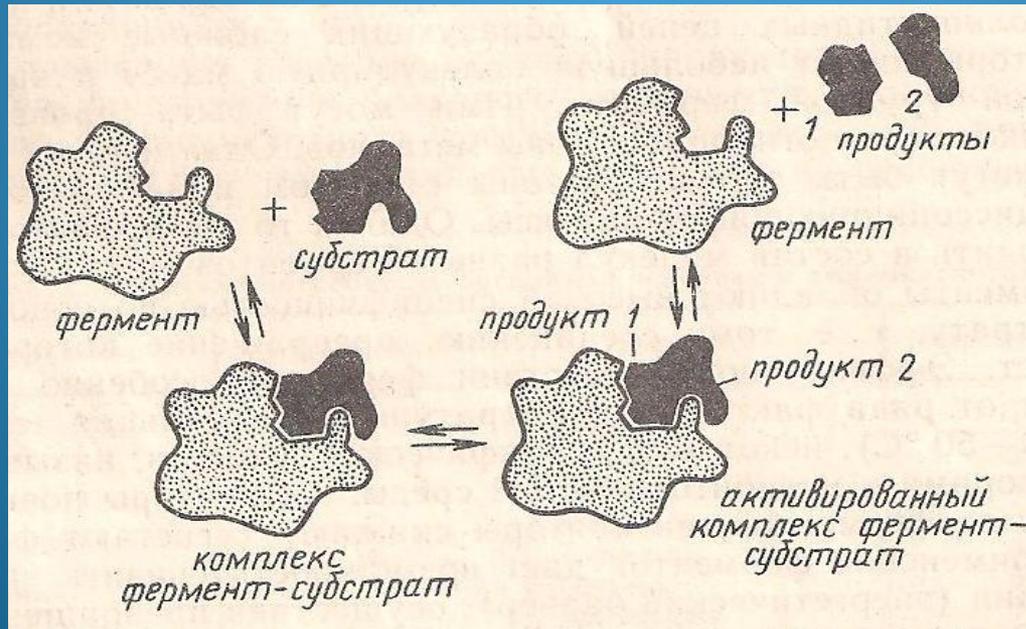
● Высокая каталитическая активность

Добавка незначительной концентрации фермента ускоряет превращение субстрата в $10^8 - 10^{12}$ раз.

● Стабильность

Способность сохранять каталитическую активность

● Специфичность



● Зависимость от температуры

Многие ферменты обладают наибольшей эффективностью при температуре человеческого тела, т.е. приблизительно при

Человек погибает при более низких и более высоких температурах не столько из-за того, что его убила болезнь, а столько из-за того, что перестают действовать ферменты, а следовательно прекращаются обменные процессы, которые и определяют существование организма.

● Зависимость от pH среды

Ферменты наиболее эффективно действуют на субстрат при строго определенной среде раствора.

Значения рН физиологических жидкостей

Среда	Значение рН	Возможные отклонения
Желудочный сок	1,7	0,9-2,0
Желчь печеночная	7,4	6,2-8,5
Желчь пузырная	6,8	5,6-8,0
Кровь (плазма)	7,4	7,25-7,44
Моча	5,8	5,0-6,5
Пот	7,4	4,2-7,8
Слезная жидкость	7,7	7,6-7,8
Слюна	6,8	5,6-7,9
Спинномозговая жидкость	7,6	7,4-7,8
Сок верхнего отдела толстого кишечника	6,1	-
Сок поджелудочной железы	8,8	8,6-9
Сок тонкого кишечника	6,5	5,1-7,1

Некоторые примеры использования ферментов в промышленности

фермент	промышленность	использование
Амилазы (расщипляют крахмал)	Пивоваренная	Осахаривание содержащегося в солоде крахмала
	Текстильная	Удаление крахмала, наносимого на нити во время шлихтования
	Хлебопекарная	Крахмал - глюкоза. Дрожжевые клетки, сбразивая глюкозу, образуют углекислый газ, пузырьки которого разрыхляют тесто и придают хлебу пористую структуру. Хлеб лучше подрумянивается и дольше не черствеет.

Протеазы (расщепляют белки)	Папаин	Пивоваренная	Этапы процесса пивоварения, регулирующие качество пива
		Мясная	Умягчение мяса. Этот фермент достаточно устойчив к повышению температуры и при нагревании мяса какое-то время продолжает действовать. Потом он, конечно, инактивируется.
	Фицин	Фармацевтическая	Добавка к зубным пастам для удаления зубного налета.
		Фотография	Смывание желатина с использованной пленки для того, чтобы извлечь находящееся в нем серебро.
	Пепсин	Пищевая	Производство готовых каш.
		Фармацевтическая	Препараты, способствующие пищеварению (в дополнение к обычному действию пепсина в желудке)

	Трипсин	Пищевая	Производство продуктов для детского питания
	Ренин	Сыроделие	Свертывание молока (получение сгустка казеина)
	Бактериальные протеиназы	Стирка белья	Стиральные порошки с ферментативными добавками
		Кожевенная	Отделение волос – способ, при котором не повреждается ни волос, ни шкура
		Текстильная	Извлечение шерсти из обрывков овечьих шкур
		Пищевая	Получение белковых гидролизатов (в частности, для производства кормов)

Глюкозооксидаза	Пищевая	Удаление глюкозы или кислорода
Каталаза	Пищевая	Удаление пероксида водорода
	Резиновая	Получение (из пероксида водорода) кислорода, необходимого для превращения латекса в губчатую резину
Целлюлозы	Пищевая	Осветление фруктовых соков
Пектиназы		

Ежесекундно в человеческом организме происходят тысячи и тысячи ферментативных реакций.

- Фермент **амилаза**, который содержится в слюне и в соке тонкого кишечника, помогает **превращению крахмала в мальтозу**.
- Затем **мальтоза превращается в глюкозу** в тонком кишечнике с помощью фермента **мальтазы**.
- В желудке и тонком кишечнике такие ферменты, **как пепсин и трепсин, превращают белки** в более простые соединения – **пептиды**.
- **Пептиды растворяются** в тонком кишечнике **до аминокислот** под действием ферментов – **пептидаз**.
- На **жиры (липиды)** в тонком кишечнике действует фермент **липаза, расщепляющий их до глицерина и жирных кислот**.

Вопросы и задания

1. Что такое ферменты?
2. Чем отличается действие ферментов от действия неорганических катализаторов?
3. Перечислите факторы, которые влияют на скорость ферментативной реакции.
4. При какой температуре ферменты проявляют наибольшую активность: 26, 36, 56 С?
5. Укажите оптимальные значения рН для действия амилазы и пепсина.
6. Как классифицируют ферменты и как образуют их тривиальные названия?
7. Назовите области применения ферментов в промышленности.
8. Лимонную кислоту в промышленности получают при микробиологическом (ферментативном) брожении раствора сахарозы согласно уравнению

Сколько кг лимонной кислоты при выходе 62% от теоретически возможного можно получить из 520 кг 15%-ного раствора сахарозы?

9. Для производства молочной кислоты путём микробиологического (ферментативного) брожения в промышленности используют крахмал и кормовую патоку. Сколько килограммов молочной кислоты при выходе 75% от теоретически возможного можно получить из 640 кг кормовой патоки, если массовая доля сухих веществ в ней составляет 80%, из которых на долю сахарозы приходится 45%?