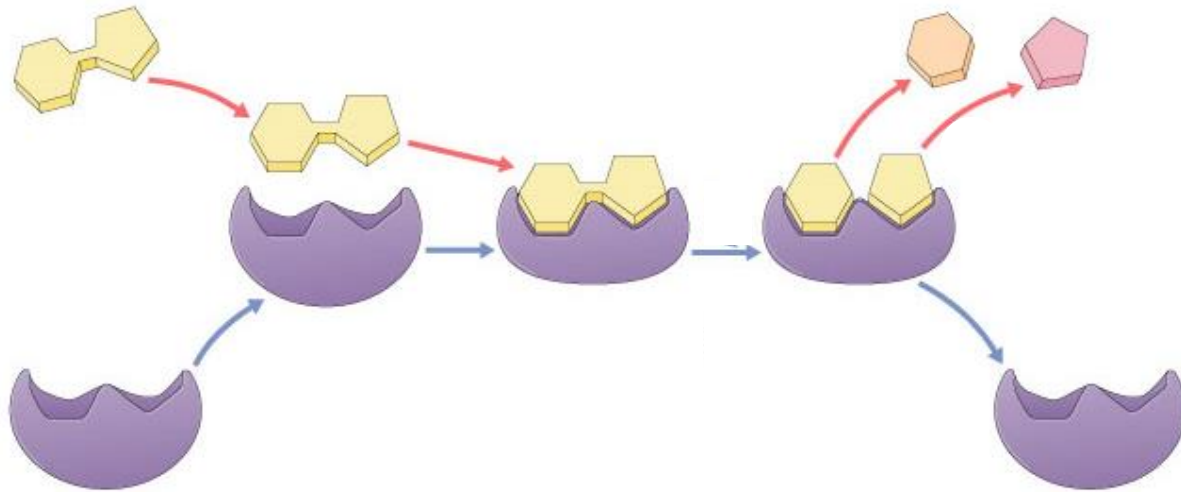


# Фермент (энзим)

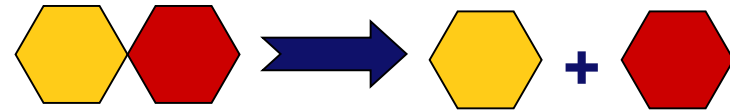
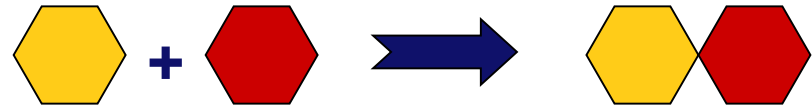
## Лекц 6



# АМЬДРАЛ БОЛ ХИМИЙН УРВАЛ ЮМ

## ○ Амьдралын процесс

- Молекул үүсгэх
  - нийлэгжүүлэх
- Молекул задрах
  - Задрах



# ФЕРМЕНТ ГЭЖ ЮУ ВЭ

- Фермент нь биокатализатор бөгөөд биологийн гаралтай , химийн урвалыг түргэсгэдэг үйлчлэлтэй.
- Амьд эс болгон өөрийн гэсэн ферментүүдтэй (1 эс дотор  $10^4$ -тэй тэнцэх ферментийн молекул агуулагдана) байх ба түүний үйлчлэл нь маш хүчтэй.
- Ферментийн оролцоогүй явагдах нэг ч урвал эсэд байхгүй.
- *Одоогоор 2000 гаруй фермент мэдэгдээд байгаагаас (5000 гаруй урвал) 150 орчим ферментийг цэврээр гарган авч байгаа ба ихэнх ферментүүд нь уургийн гаралтай бодис юм гэдэг нь тодорхой болсон.*

# FERMENTUM

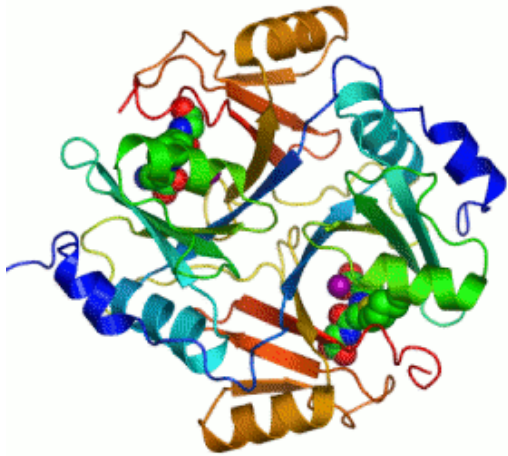


*Фермент нь латины- fermentum эсгэх хөрөнгө гэсэн утгатай үг .*

*Анх фермент гэдэг санааг 1780-1825 оны хооронд ходоодонд явагддаг хоол боловсруулалтыг судлах явцад илрүүлсэн бөгөөд францийн эрдэмтэн Луй Пастер сахарыг дрожж исгэхэд энзим хурдасгадаг гэсэн дүгнэлтэнд хүрсэн.*

**1897 онд Э.Бюхнер дрожжиос энэхүү энзимийг ялгасан.**





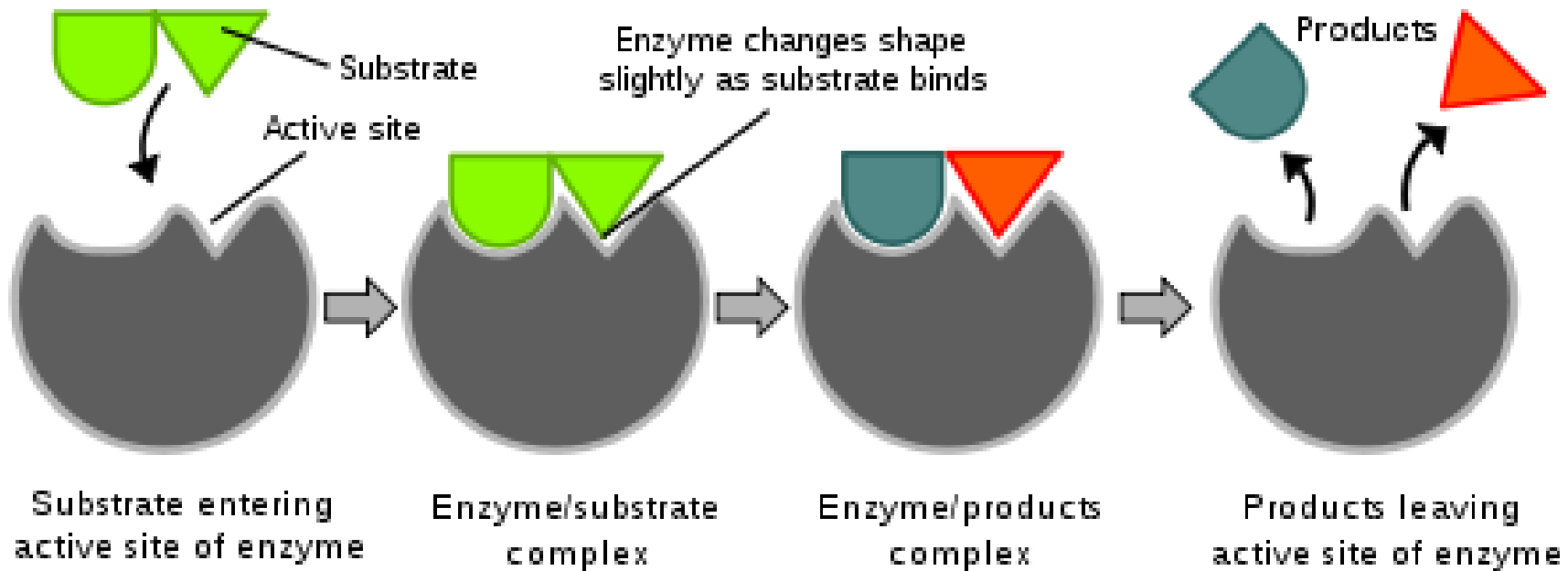
Фермент нь  
өвөрмөц  
уураг мөн

> *ЭНГИЙН ФЕРМЕНТ* - ДАН  
АМИНХҮЧЛИЙН ҮЛДЭГДЛЭЭС  
ТОГТСОН ФЕРМЕНТ  
ХАРИН НЬ УУРГИЙН  
*НИЙЛМЭЛ ФЕРМЕНТ- УУРГИЙН*  
(АПОФЕРМЕНТ) БА УУРГИЙН БУС  
(КОФЕРМЕНТ) 2 ХЭСГЭЭС  
ТОГТСОН ФЕРМЕНТУҮДИЙГ ГЭНЭ.  
ХАМТАТ НЬ **ХОЛОФЕРМЕНТ** ГЭЖ  
НЭРЛЭДЭГ.



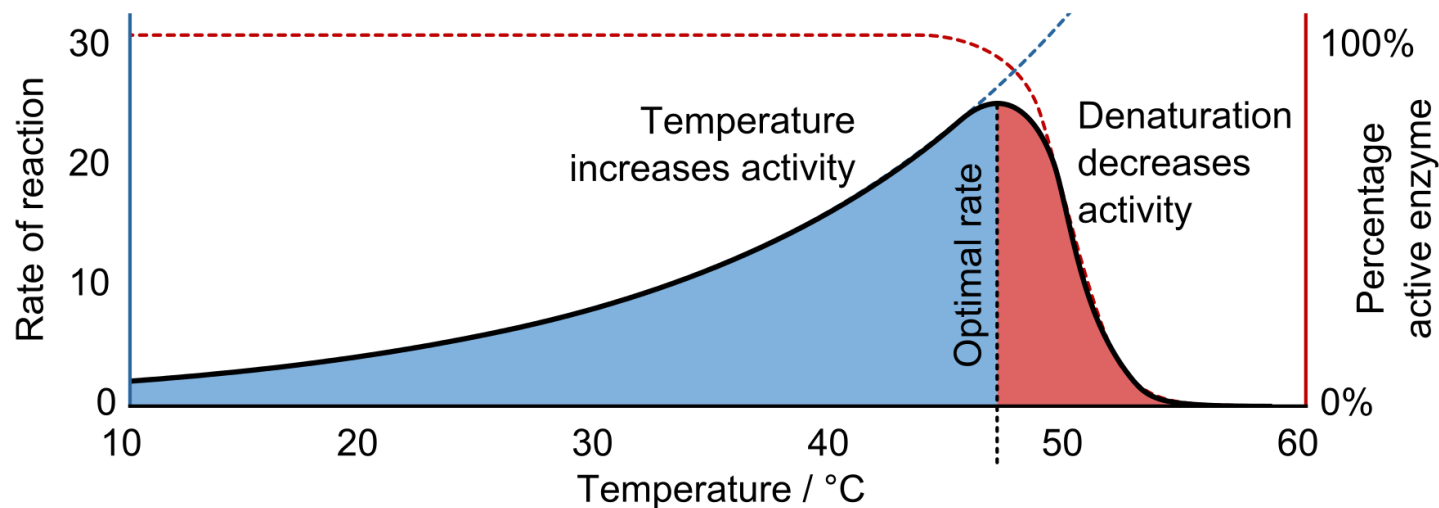
# ФЕРМЕНТ- ШИНЖ ЧАНАР

- Ферментийн орон зайн байршилтай хэсгийг идэвхтэй төв А гэх ба тэнд ферментийн үйлчлэлээр хувиралд орох бодис субстрат (S) холбогддог.



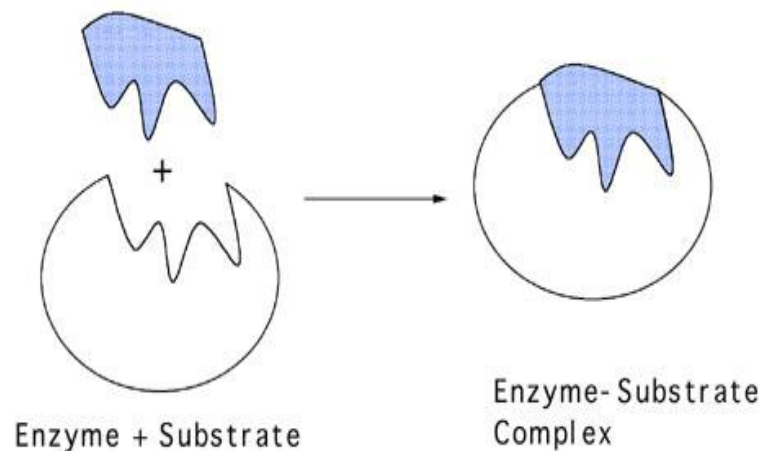
# ФИЗИК-ХИМИ ШИНЖ ЧАНАР

- Уурагт бодис учир уургийн бүх шинжийг (молекул масс ихтэй, уураг уургийн бус хэсгээс тогтоно, коллойд, цахилгаан цэнэгт, тундасжих, уусах, 1.2.3.4-зохион байгуулалтай, уургийн бус хэсэгтээ металтай, г.м) хадгална.
  - Тохиромжтой орчин - рН
  - Тохиромжтой температур - **37°C-40°C**



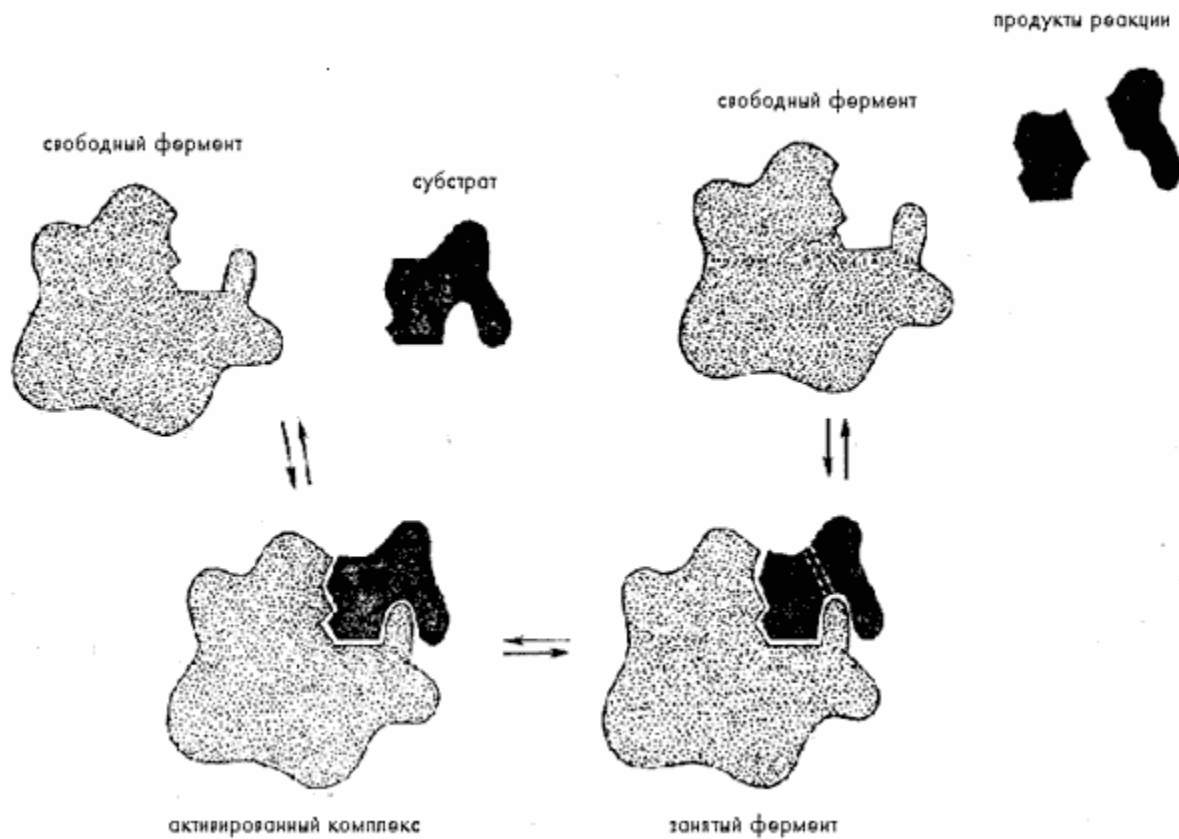
# ФЕРМЕНТИЙН ҮЙЛЧЛЭЛ

- Фермент бүр өөртөө сонгон авсан тодорхой нэг бодист үйлчилдэг ба энэ чанарыг ферментийн сонгомол чанар гэнэ.





# ФЕРМЕНТИЙН ҮЙЛЧЛЭХ МЕХАНИЗМ



# ФЕРМЕНТИЙН ҮЙЛЧЛЭХ МЕХАНИЗМ

- 1. Субстрат ферментэд нэвтрэн орж, фермент субстратын комплекс (**ES**) үүсгэх ба маш богино хугацаанд явагдана.
- 2. Фермент субстратын бүрдэл нэгдэл нь нэг ба хэд хэд үүсч болно (**ES\*** - **ES\*\***) аажим явагдана.
- 3. Ферментийн идэвхитэй төвд байгаа субстрат задралд орж эцсийн бүтээгдэхүүн болон сална. (**EP = > E+P**)
- Фермент нь бараг бүх биологийн шингэнүүдэд (цусны ийлдэс, сийвэн) чөлөөтэй, эс , эд, эрхтэнд чөлөөт ба бэхлэгдсэн байдлаар агуулагдана.



# ФЕРМЕНТИЙН ИДЭВХИЙН НЭГЖ

- Ферментийг илрүүлэхдээ субстратыг хувиргаж байгаа идэвхийн харьцангуй нэгжээр тодорхойлно.
- Ферментийг гаргаж авахдаа бага температурт , ферментийн идэвхийг хамгаалах, тогтворжуулах бодис нэмж, тухайн эд, эс, эрхтнийг эвдэж ферментийг нь чөлөөлнө.
- Ферментийн идэвхийн нэгжийг **катал** гэх ба энэ нь өгөгдсөн нөхцөлд 1 секундын хугацаанд 1 моль субстратыг хувиргах ферментийн хэмжээ юм.



# ФЕРМЕНТИЙН АНГИЛАЛ

- Ферментийн урвалын хурд нь субстрат ба ферментийн хэмжээнээс хамаарна.
- Эсийн дотор явагдах химийн урвалууд нь хурдасах (идэвхжүүлэгч) ба удааширдаг (саатуулагч -ингибитор) билээ.
- **Ферментийг –аза нөхцөлтэйгээр дууддаг.**
- **Ферментийн ангилал:** Ферментийг 1961 онд олон улсын биохимичдын холбооноос 6 анги болгон хуваасан бөгөөд энэ ангилалаа мөрдөж байна.



# ФЕРМЕНТИЙН АНГИЛАЛ

Class	Reaction type	Important subclasses
1 Oxidoreductases	<p>○ = Reduction equivalent</p> <p>A<sub>red</sub> + B<sub>ox</sub> ⇌ A<sub>ox</sub> + B<sub>red</sub></p>	Dehydrogenases Oxidases, peroxidases Reductases Monooxygenases Dioxygenases
2 Transferases	<p>A-B + C ⇌ A + B-C</p>	C <sub>1</sub> -Transferases Glycosyltransferases Amino transferases Phosphotransferases
3 Hydrolases	<p>A-B + H<sub>2</sub>O ⇌ A-H + B-OH</p>	Esterases Glycosidases Peptidases Amidases
4 Lyases ("synthases")	<p>A + B ⇌ A-B</p>	C-C-Lyases C-O-Lyases C-N-Lyases C-S-Lyases
5 Isomerases	<p>A ⇌ Iso-A</p>	Epimerases <i>cis trans</i> Isomerases Intramolecular transferases
6 Ligases ("synthetases")	<p>A + B + XTP ⇌ A-B + XDP</p> <p>X = A, G, U, C</p>	C-C-Ligases C-O-Ligases C-N-Ligases C-S-Ligases



# 1.ОКСИДРЕДУКТАЗА БУЮУ ИСЭЛДҮҮЛЭН АНГИЖРУУЛАХ ФЕРМЕНТҮҮД

- 80 гаруй фермент багтана. Бодисууд 3 замаар исэлддэг. 1. $O_2$ -той нэгдэж, 2. $H_2$ -өө алдаж, 3.Валентууд нь солигдон исэлдэнэ. Анаэроб дегидрогеназууд исэлдэж байгаа субстратаас  $H_2$  салгаж аваад  $O_2$ -оос бусад нэгдлүүдэд өгдөг. (лактатдегидрогеназа, глутаматдегидрогеназа г.м) Оксидазууд нь субстрат  $O_2$  хооронд явагдах урвалыг түргэсгэдэг. (глюкозооксидаза, о-дифенолоксидаза, каталаза-бүх амьтны, ургамлын эд эрхтэн, бичил биетэнд агуулагдах ба 0,09% Fe –тэй  $O_2$ -той орчинд үүссэн хортой нэгдэл болох Устөрөгчийн хэт исэл  $H_2O_2$ -ийг задалж хоргүйжүүлнэ )



## 2. ТРАНСФЕРАЗА

- 170 гаруй фермент 8 бүлэг болон багтана.
- Янз бүрийн нэгдлүүдийн хооронд атом буюу бүлэг атомуудын
- (**метил-бүлэг, карбоксил-бүлэг, формил-бүлэг, альдегид, кетон, хүчлийн үлдэгдэл, алкиль, амин-бүлэг, фосфор агуулсан-бүлэг, хүхэр агуулсан бүлэг г.м**) хооронд
- зөөгдөх урвалыг түргэсгэхдээ амжуулагч-донор, хүлээн авагч-акцептор хоёрын оролцоотой явагдана.



## 3.ГИДРОЛАЗА , 4.ЛИАЗА

- **3.Гидролаза** - 160 гаруй фермент 9 бүлэг болон багтана.
- Нийлмэл бодисуудыг (**нийлмэл эфир, спиртийн бүлгүүд, пептид холбоо, амидын холбоо, хүчил ангидридын холбоо, г.м**) устай нэгдүүлэх замаар энгийн нэгдлүүд болгон задлах ферментүүд бөгөөд гидролизын урвалыг түргэсгэдэг.
- **4. Лиаза**- Янз бүрийн холбоог гидролизын бус замаар задалдаг үйлчлэлтэй бөгөөд ямар атомуудын холбоонд үйлчилж байгаагаар нь
- (C-C, C-O, C-N, C-S г.м) бүлэг болгон ангилдаг.





## **5. ИЗОМЕРАЗА- 6. ЛИГАЗА БА СИНТЕТАЗА**

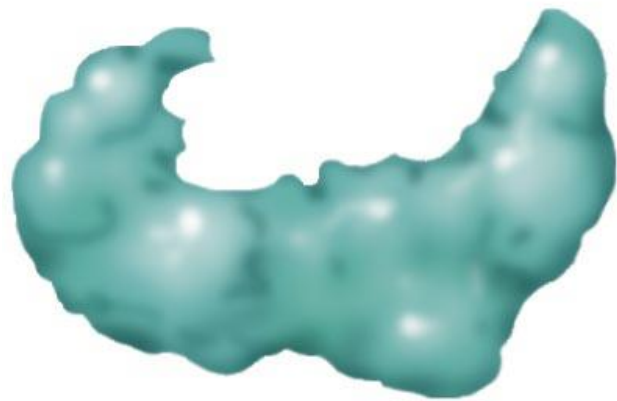
- **5. Изомераза - 30 гаруй фермент 5 бүлэг болон багтана.**
- Бодисын молекулын дотор явагдах ба бүлэг атомууд нь байр солих урвалыг түргэсгэнэ.
- **6. Лигаза ба синтетаза- 40 гаруй фермент 4 бүлэг болон багтана.**
- Химийн холбоог бий болгох урвалыг түргэсгэнэ.



# КОФЕРМЕНТ

- *Коферментэд янз бүрийн органик нэгдэл орох бөгөөд ихэвчлэн амин дэм, аминдэмийн фосфот эфир, нуклеотидууд байдаг.*
- Мөн ферментийн идэвхитэй төвд холбогдож, салж нийлж үйлчлэлийг сайжруулж байдаг кофактор гэдэг бодис байх ба кофермент, кофактор 2 нь нэгдмэл нэгдэл юм гэж үздэг
- *. Кофакторуудад витаминууд, ихэнхдээ металлын ионууд , зарим нэгдлүүд багтана.* Металлын ионуудтай нэгдэж, химийн урвалыг түргэсгэгч биокатализаторуудыг металлофермент гэнэ.





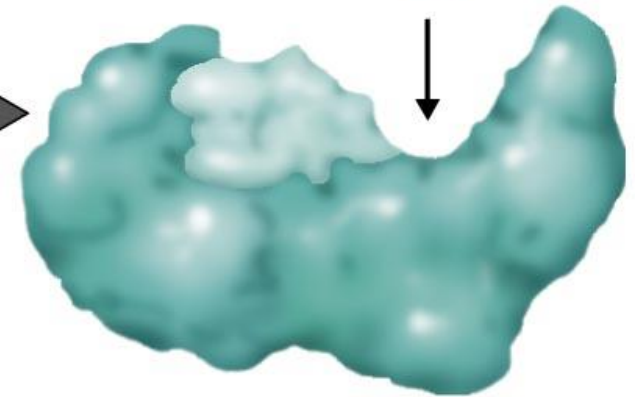
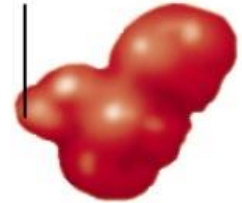
**Apoenzyme  
(protein  
portion),  
inactive**

+

**Coenzyme**



**Substrate**



**Holoenzyme  
(whole  
enzyme),  
active**



# КОФЕРМЕНТ

- **Холофермент:** Кофермент апофермент хоёрыг нэгтгээд. /2 бүрдэлт гэнэ/
- **Кофермент**
  - **Нуклеотид фермент:** трансфераза ферментийн бүрэлдэхүүнд орж фосфат, пирофосфат, аденилат, аденозин зөөхөд оролцдог. АТФ аминхүчлийг идэвхжүүлэхэд, ГДФ, УДФ сахар хувирах, изомержих, нийлэгжихэд
  - **Аминдэм-кофермент:** Амин дэмийн гаралтай бодисууд бодисын солилцооны явцад хувираагүй байдлаар эсвэл хувирсныхаа дараа ферментийн кофермент болох замаар урвалд оролцдог.
- **Тетрапирроль- кофермент:** Төмрийн ионуудыг агуулсан цитохромоксидаза, цитохром, каталаза пероксидаза ферментүүдийн кофермент болж электрон зөөх урвалд оролцдог.



- **Кофактор:** Хүн амьтны хэвийн өсөлт, хөгжилт, биологийн үйл ажиллагаанд амин дэм/кофермент/ -ээс гадна органик биш элемент/кофактор/ хэрэгтэй.
- Хүнсэнд 15 бичил элемент зайлшгүй оролцдог ба ферментийн энгийн бүлэг буюу кофактор болж үндсэн 3 үүрэг:
  - Ферментийн уурагтай нэгдэж урвалын хурдыг нэмэгдүүлдэг.
  - Субстрат, ферментийн идэвхтэй төвтэй комплекс үүсгэнэ.
  - Идэвхтэй хэлбэрт шилжинэ.
  - Ферментэн урвалын тодорхой шатанд электроны хүчтэй акцепторын үүрэг гүйцэтгэнэ.



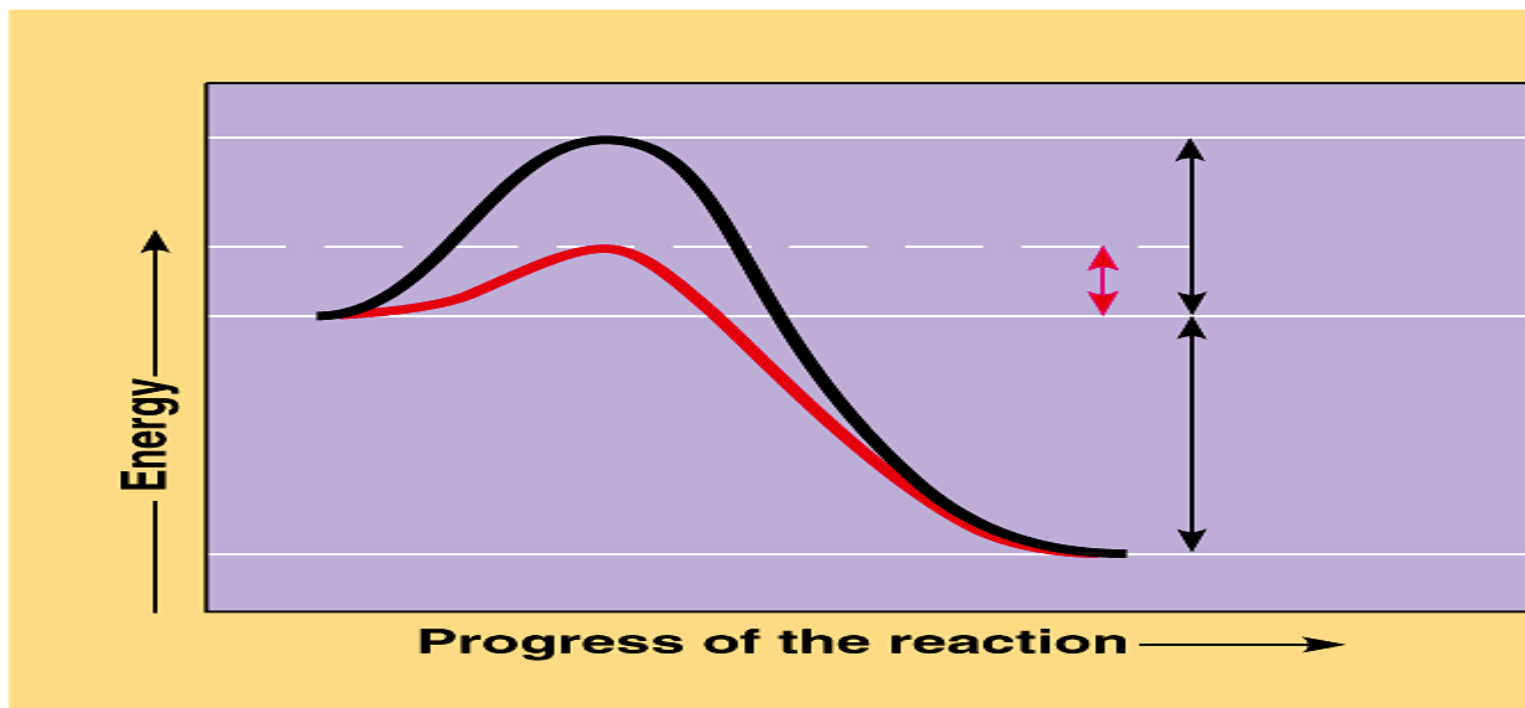
# КОФАКТОР БОЛДОГ ЗАРИМ МЕТАЛЛЫН ИОН

- Цитохром “С”, глутатионпероксидаза – **Селен**
- Аргиназа, пируваткарбоксилаза – **Марганец**
- Аминоксидаза ферментүүд, цитохромоксидаза – **Зэс**
- Ферродоксингидрогеназа, пируксидаза-**Төмөр**
- Нитритредуктаза – **Молибден**
- Дегидрогеназа – **Цайр**
- Уреаза – **Никель**



# ФЕРМЕНТИЙН КАТАЛИЗ

- Катализатор нь идэвхжлийн энергийг буруулж химийн урвалыг хурдасгадаг.



# СКОРОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ





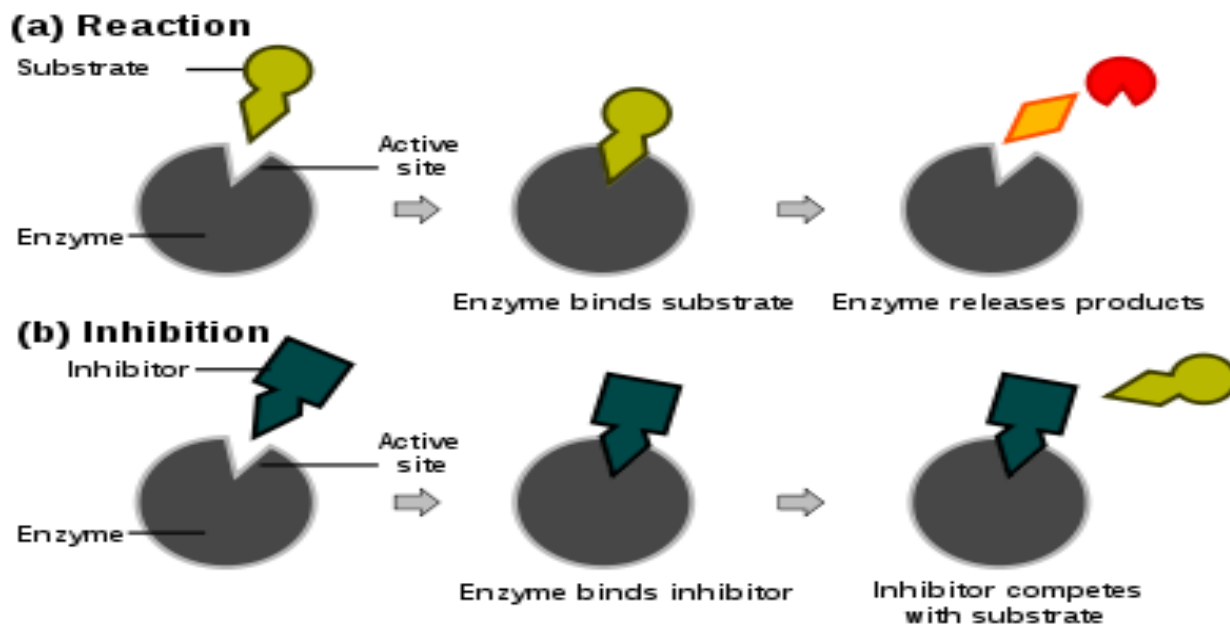
## ФЕРМЕНТЭН УРВАЛЫН ЭФФЕКТОР

- Эффектор гэдэг нь ферментийн урвалын явцыг саатуулагч/**ингибитор**/, идэвхжүүлэгч/**активатор**/ химийн нэгдлүүд ба бие махбодийн бодисын солилцоог зохицуулна.

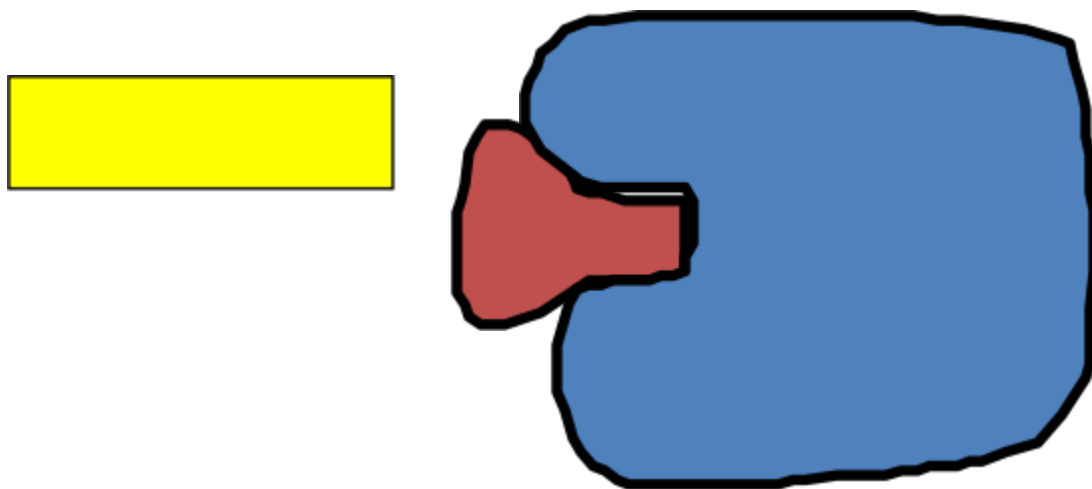


# СААТУУЛАГЧ - ИНГИБИТОР

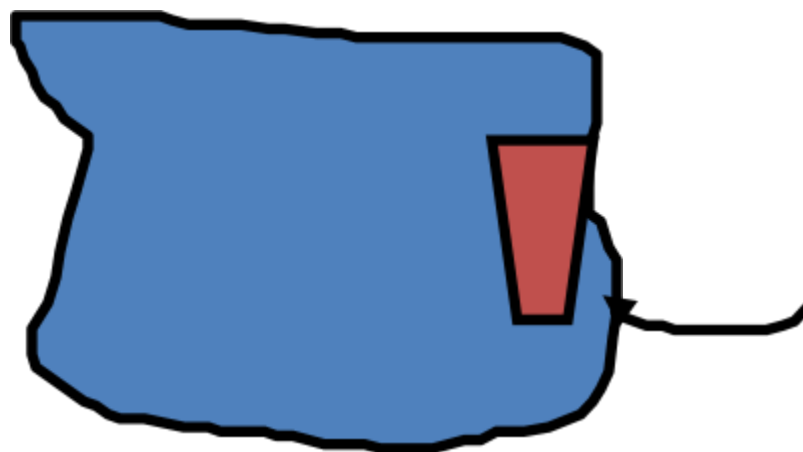
- **Фермент идэвхээ алдах механизм:**  
Урвалын хурдыг саатуулж буй механизмаас хамааруулж саатуулагчдыг өрсөлдөөнт, өрсөлдөөнт бус гэж ангилна.



- **Ферментийн өрсөлдөөнт саатал:** Зохион байгуулалтаараа төстэй бодисууд ферментийн идэвхтэй төвд нэгдэж, түүний идэвхийги саатуулах.
- **Ж:** Параминобензоины хүчлийн аналог, сульфаниламидын бэлдмэлүүд микробын өсөлтөнд зайлшгүй шаардлагатай фолийн хүчлийн нийлэгжилтийг саатуулна.

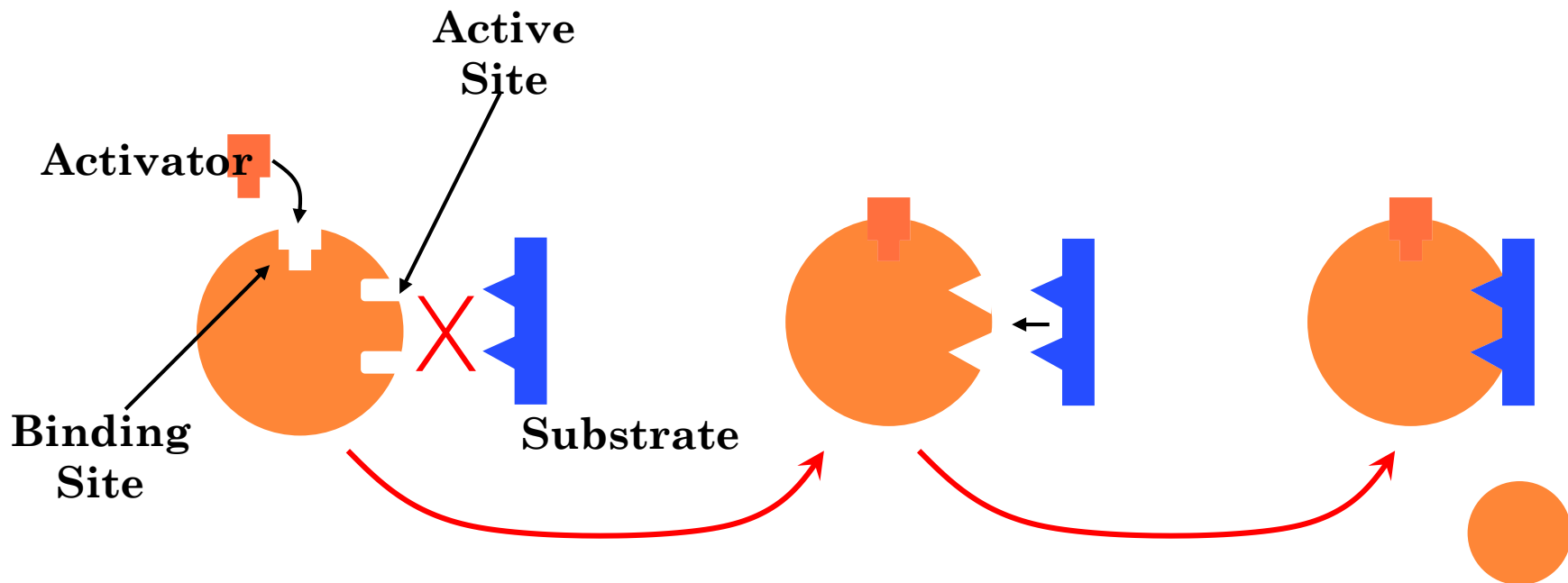


- **Өрсөлдөөнт бус саатулагчид:** Өгөгдсөн ферментийн урвалын субстраттай бүтцийн хувьд төсөөгүй нэгдлүүд. Ферментийн идэвхтэй бүлэгтэй нэгддэггүй харин чөлөөт ферменттэй нэгдэх замаар саатуулна.



# ИДЭВХЖҮҮЛЭГЧ

- Энзимийг идэвхжүүлдэг химийн бодис.
- Идэвхжүүлэгчид нь энзимийн хэвийн ажиллагааг хангадаг.



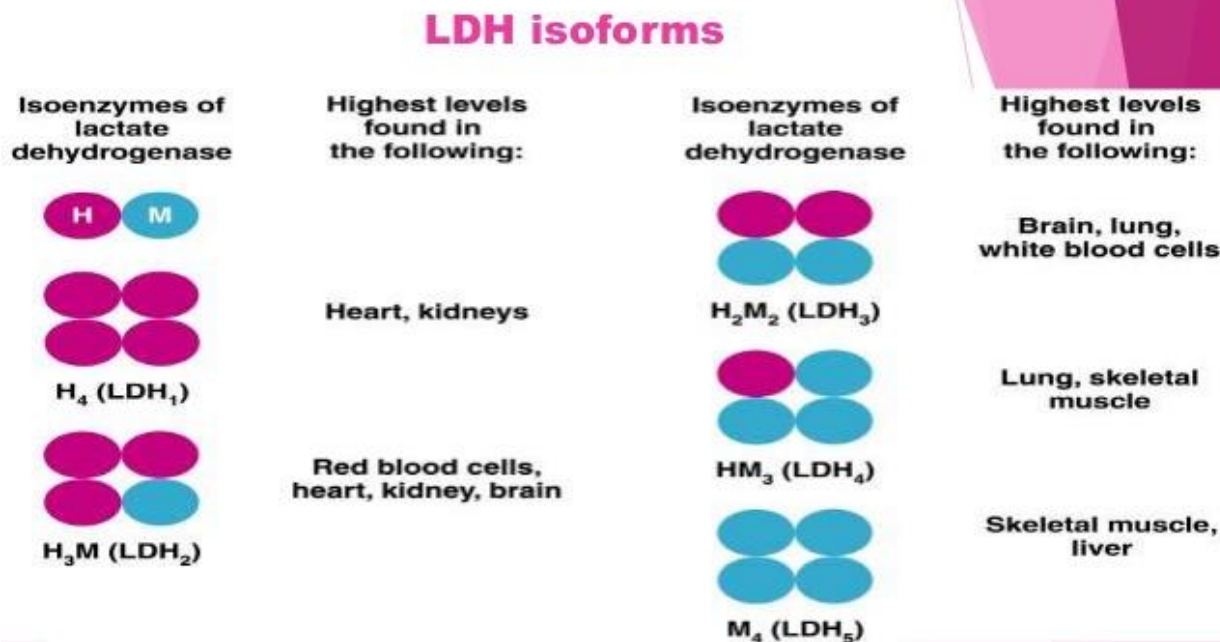
## УРЬДАЛ ФЕРМЕНТ /ПРОФЕРМЕНТ/:

- Зарим ферментүүд идэвхгүй хэлбэрээр эсээс гарах ба үүнд гол төлөв хоол боловсруулах замын уураг задлагч болон цусны бүлэгнэлтэнд оролцогч ферментүүд багтана. Эдгээр нь тодорхой үед идэвхжин жинхэнэ фермент болно.



# ИЗОФЕРМЕНТ

- Молекул бүтцээрээ ялгаатай боловч нэг үйл ажиллагаа гүйцэтгэдэг ферментүүд.
- Лактатдегидрогеназа – 5 өөр хэлбэрээр оршдог.
  - Н-гинж, М – Гинж тогтсон байна.



# ФЕРМЕНТИЙН ЭМГЭГ- (ЭНЗИМОПАТИИ)

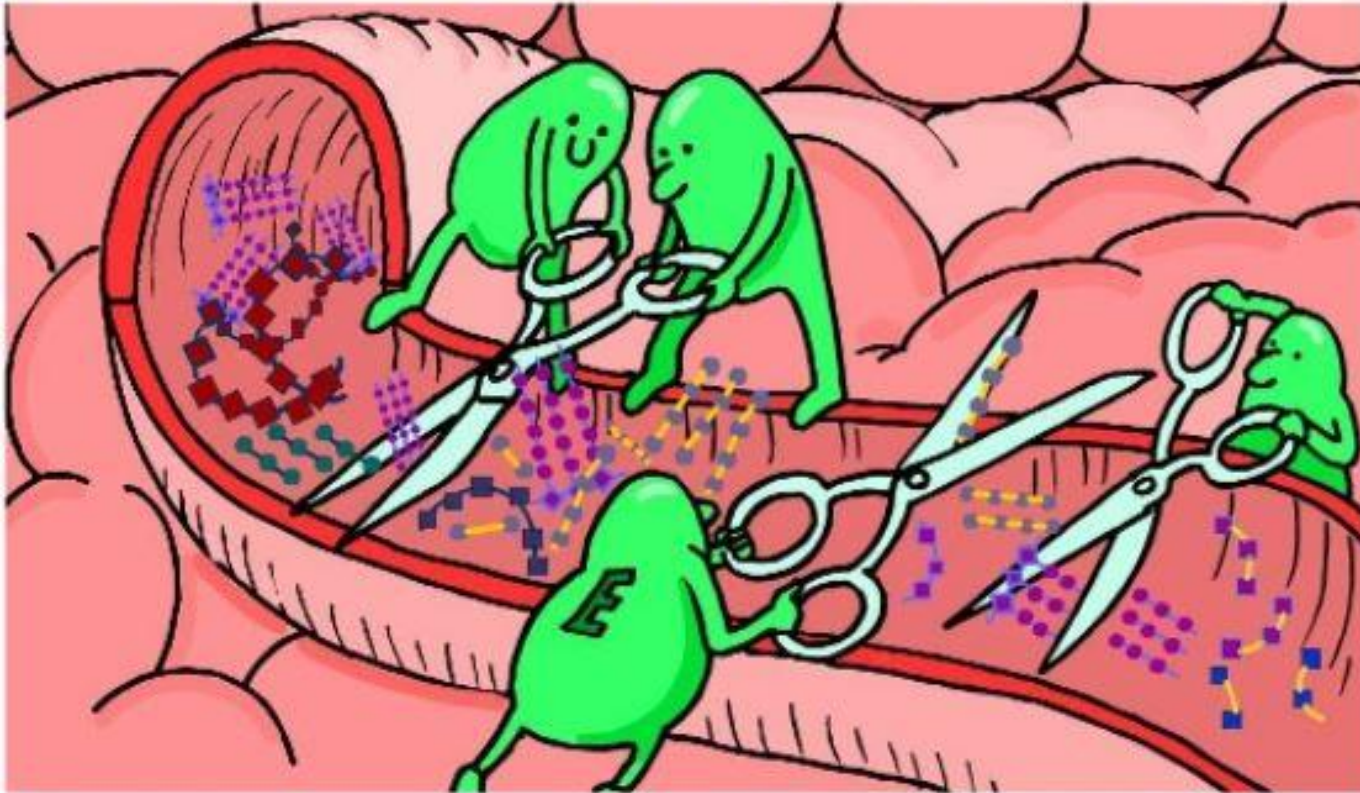
- Эрүүл бие махбодийн дотор ферментийн тохируулга алдагдан үүсэж байгаа эмгэгийг ферментийн эмгэг гэнэ.
- Эмгэг янз бүрийн шалтгаанаар үүсч болно ( Удмын өөрчлөлт, хорт бодис, аминдэмийн дутагдал, гормоны дутагдал г.м).
- Тийм учраас эмнэлэгийн биохимийн шинжилгээнд шингэн эд , эсийн доторхи ферментийн идэвхийг тодорхойлдог ба энэ нь өвчин үүсэх шалтгааныг тодорхойлох, харьцуулах зэрэгт ашигладаг.





# АНХААРАЛ ТАВЬСАНД БАЯРЛАЛАА

How do **digestive enzymes** help the process of digestion?



**Digestive enzymes** are the chemicals that **break** large insoluble food molecules into smaller soluble molecules.

