

„МАГИЯТА“ ЗА ХРАНОСМИЛАТЕЛНИТЕ ЕНЗИМИ


г-р Лиля Груева
МУ-Варна, УМБАЛ
„Света Марина“,
гр. Варна

Нашето тяло съдържа над 3 000 ензима, които постоянно се възстановяват. Представяват големи протеинови молекули, увеличаващи скоростта на химичните реакции. Те са специфични, функционират само с един реагент и притежават триизмерна структура.

Субстратът е реагент в ензимно-каталитичната реакция. Тази част от молекулата, отговорна за каталитичното действие на ензима, се означава като активно място (Фиг. 1).

Характеристика на ензимите

- Притежават голяма каталитична активност.

Ензимите са мощности, които са състояние да изпълняват различни функции в човешкото тяло. Те представляват химически вещества от естествен произход. Всеки жив организъм се нуждае от ензими за функционирането си. Храносмилателните ензими са тези, които улесняват химическото разграждане на храната до по-малки абсорбируеми молекулни компоненти. Химическите реакции, въввлечени в процеси като растеж, дишане, размножаване, съсирване на кръвта, храносмилане, се катализират от ензими.

- Високоспецифични са.
- Всички ензими са протеини.
- Подобно на протеините могат да се коагулират чрез алкохол, топлина, концентрирани киселини и алкални реагенти.

Ензимите имат оптимален диапазон на рН, в който да функционират.

Неорганичните вещества, известни като активатори, повишават активността на ензимите.

Инхибиторите пък са вещества, които намаляват активността на ензима или го инактивират.

Конкурентните инхибитори са вещества, които се обвързват обратимо с активното място на ензима, като по този начин блокират свързването на субстрата с ензима.

Неконкурентните инхибитори са вещества, които се свързват към всяко място на ензима, различно от активното място, което прави ензима по-малко активен или неактивен.

Настоящата класификация на ензимите използва името на субстрата или типа на участващата реакция и завършва на „аза“. Пример „maltase“ – субстрат е малтозата. Хидролизата е типът реакция на хидролазата.

Ензимите се класифицират въз основа на реакциите, които катализират:

- Трансферази
- Хидролази

- Изомеразы
- Лиазы
- Лиази

Като белтъчни структури ензимите съдържат вериги от аминокиселини (АК), свързани заедно. Характеристиката им се определя от последователността на АК подредбата.

Ензимите са силно селективни, катализират само специфични реакции. Повечето от тях се състоят от белтъчна и небелтъчна част, наречена кофактор. Протеиновата част е известна като „апоензим“. Заедно апоензимът и кофакторите са известни като „холоензим“ (Фиг. 2).

Една от най-важните роли на ензимите е участието им в процеса на храносмилане. Храносмилането представлява комплекс от реализиращи се в стомашно-чревния тракт процеси, превръщащи сложните химични вещества, които влизат в състава на храните, в прости съединения, способни да се транспортират в съдовата стена на организма. Процесите на пренасяне на веществата във вътрешната среда на организма се наричат „всмукване“ (транспорт, резорбция).

Основният орган на храносмилателната система е тънкото черво. Практически тук завършват процесите на смилане и всмукване на хранителните вещества. Според класическите представи процесите

на храносмилане завършват почти изцяло в лумена на тънкото черво. В него храносмилателните ензими, постъпили с панкреатичния и чревния сок, се смесват с химуса на червото. Заедно с постъпилата жлъчка, тези ензими разграждат хранителните вещества до прости мономери, които се всмукват от чревната стена.

С откриването на мембранното храносмилане в началото на 60^{те} години на миналия век от Уголев, се доказва, че междинните и заключителни етапи на хидролиза за повечето нутриенти се осъществява от апикалната повърхност на мембраните на чревните епителни клетки (ентероцити). Ето защо, доскоро храносмилането на висшите организми се разделяше на:

- Извънклетъчно.
- Мембранно.
- Вътреклетъчно.

Храносмилането започва в устната кухина, благодарение на слюнчената амилаза, която се секретира от 3^{ме} чифта слюнчени жлези. Счита се, че амилазата е основен храносмилателен „играч“. Слюнчената амилаза иницира началното разграждане на термично обработеното нишесте. За съжаление обаче, тя бързо се инактивира от киселия стомашен сок. Началните етапи на белтъчната хидролиза се реализират в стомаха под въздействието на пепсина, който атакува някои пептидни връзки на белтъците. Най-нови проучвания при хора доказват присъствие в стомаха и на стомашна липаза. Последната хидролизира масните киселини с къси и средни вериги и има значение за хидролизата на млякото. Съставът на храната повлиява количеството и концентрацията на стомашния сок. Стомашната секреция е по-голяма при прием на месо, по-малка при прием на зърнени про-

дукти и най-ниска при консумация на мляко.

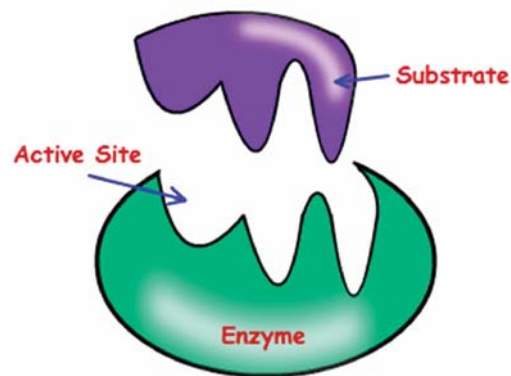
При естествени условия по време на смилане на храната, киселото стомашно съдържимо (pH 1.8-2.2) се евакуира на порции в лумена на дуоденума, където pH е слабо алкално (pH 7.1-7.6). Там храната се подлага на действието на изливащите се ензими на панкреаса и жлъчния мехур. Панкреатичният сок съдържа натриев бикарбонат и различни храносмилателни ензими, които се обособяват в четири групи: протеолитични, липолитични, гликолитични и нуклеази. Основните панкреатични протеази се секретират под формата на проензими-трипсиноген и химотрипсиноген. Последните (след активирането си в трипсин и химотрипсин) продължават действието на стомашния пепсин. Гликолитичните ензими, представени от панкреатичната алфа-амилаза, разграждат нишестето до декстрин и малтоза. Панкреатичната липаза хидролизира триглицеридите до моноглицериди, глицерол и мастни киселини.

Една част от панкреатичните ензими атакуват съответните субстрати в дуоденума и чревния лумен, а друга част се абсорбират върху лигавицата на тънкото черво, където продължават следващите етапи на тяхната хидролиза. Действието на протеолитичните и гликолитичните ензими е главно в горните и средните отдели на тънкото черво, докато липолитичните ензими осъществяват своето действие в дуоденума. Секретираната жлъчка благоприятства разграждането на липидите от липазата в лумена на дуоденума. Жлъчката спомага и за резорбцията на мастноразтворимите витамини А, Д, Е и К.

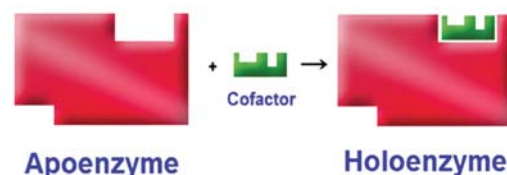
В тънкочревния лумен се осъществяват началните етапи на хидролиза, докато междинните и крайни

етапи на хидролиза, както и всмукването на нутриентите се реализира от структурите на чревната лигавица.

Хранителните вещества, които постъпват в лумена на тънкото черво, са частично разградени от ензимите на панкреатичния и в по-малка степен от ензимите на чревния сок. Следващите етапи на хидролиза се реализират в чревната лигавица. Това е мястото на действие на повече от 20 ензима, които финализират хидролизата на всички хранителни вещества. Тези ензими са представени от две групи: адсорбирани от панкреатичен произход и собствено-чревни. Различават се по произход и специфични функции. Адсорбираните са главно ендихидролази и разграждат нутриентите до крупни фрагменти. Собствено-чревните са екзоензими и осъществяват хидролизата на предварително разградените биополимери. Те са



фигура 1:
Активно място на ензима



фигура 2

трайно свързани с мембраните на ентероцитите и се подразделят на карбохидрази, пептидази и други ензими. Карбохидразите са представени от гама-амилазата, лактазата, малтазата и захаразата.

Смилането на белтъците от храната започва с участието на ендопептидазите (пепсин, трипсин и химотрипсин), продължена благодарение на екзопептидазите от панкреатичния сок (карбопептидази А и В). В следващите етапи участват чревните аминопептидази и в крайните фази на храносмилане се включват ентералните олиго- и дипептидази. Пептидазите осъществяват хидролиза на огромен брой различни пептиди. Само при тетрапептидазите броят им възлиза на 160 000. Поради тази причина се смята, че в чревната лигавица на човека съществуват между 2-6 броя пептидази, но те пък имат широк спектър на действие.

Докато за олиго- и дисахаридите е доказано, че хидролизата им завършва на апикалната повърхност на ентероцитите, то точната локализация на хидролизата за олиго- и дипептидите все още се обсъжда. Повечето автори смятат, че вътреклетъчните пептидази нямат реално значение в храносмилателния процес. Една част от тях са проензими, а другите участват в катаболизма на плазмените белтъци. Редица проучвания показват, че в апикалния гликокаликс и на повърхността на ентероцитните мембрани се съдържат не повече от 10% дипептидази, поради което основно място на тяхното оптимално действие би трябвало да бъдат самите липопротеинови мембрани.

Концепцията за интрамембранна локализация на някои дипептидази, формулирана от *Б. Попов, 1995 г.*, се потвърждава от съвременната мо-

лекулярна структура на мембранните ензими.

От другите собствено-чревни ензими значение имат моноглицеридлипазата, която реализира финалните етапи на мембранното смилане на триглицеридите.

Освен описаните механизми на трансцелуларно всмукване на нутриенти в тънкото черво, съществува и парацелуларен транспорт, който се осъществява между латералните межклетъчни пространства на ентероцитите. Съвременни методи доказват наличие на ензими по латералната повърхност на ентероцитните мембрани. Допуска се, че при парацелуларния транспорт част от нутриентите са в комплекс със съответстващите ензими, които въвличени от водния поток, навлизат в интерцелуларните пространства и там се реализира частично или напълно тяхната хидролиза (*Б. Попов, 1995 г.*).

Поради важността на храносмилателните ензими в абсорбцията на хранителните вещества и факта, че тяхната наличност често е компрометирана, добавката на ензимни препарати може безспорно да бъде полезна.

Ензимната суплементация е широко използвана за лечение на панкреатит, глутенова ентеропатия, метаболитни заболявания, затлъстяване, възпалителни болести на червата, синдром на гразнимо дебело черво и др.

Изследванията показват, че при многобройните модели за хранене с опитни животни, допълването с храносмилателни ензимни смеси подпомага храносмилането и абсорбцията на хранителните вещества и в крайна сметка допринася за цялостното здраве. При хората успешно са разработени ин витро системи за

изследване разграждането на хранителните вещества. Например ензимът алфа-амилаза, който е доминиращ при хидролизата на нишестето е показал, че действа синергично с алфа-глюкозидазния ензим. В действителност, скоростта на повишаване на въглеродатната хидролиза до 10 пъти е типична за гликозидазите, поставяйки ги сред най-добрите ензими. Протеолитичният ензим бромелаин, съдържащ се в екстракта от суров ананас, демонстрира противовъзпалителни, антитромботични и фибринолитични свойства, които му определят достойно място на мощно фитотерапевтично средство. Подобно на бромелаина, друг ензим, съдържащ се в папаята, също спомага за смилането на белтъците. Папайнът разцепва протеиновите вериги на месото.

Амилазата в мангото спомага за разграждането на нишестето до дисахариди. Ензимите, открити в пчелния мед (амилаза, захараза и протеази), помагат да се разгради захарозата. Не за подценяване е фактът, че в природата съществуват храни, богати на естествени ензими: ябълки, кайсии, череша, смокини, грозде, аспержи, авокадо, банани, боб, цвекло, броколи, зеле, моркови, краставици, джнджифил. Ето защо е за предпочитане ежедневната консумация на непреработени храни.

В сложните механизми за запазване на ежедневните нива на храносмилателните ензими се крие тайната на дълголетието. ■

книгопис:

1. Б. Попов. Матрице и системи за храните, храненето и диетите, издателство Визел – 4, 2012.
2. Di Stefano M, Venito G, Maltervisi S, et al. Lactose malabsorption and intolerance in the elderly. *Scand J Gastroenterol*. 2001;36(12):1274-8.
3. Keller J, Layer P. Pancreatic enzyme supplementation therapy. *Curr Treat Options Gastroenterol* 2003;6:369-374.
4. Kelly GS. Bromelain: a literature review and discussion of its therapeutic applications. *Altern Med Rev* 1996;1:243-257.
5. Ekham, Yari. "Health Benefits of Fasting." *Eating for Energy Blog*. Yari Ekham. 22 Oct 2009. Web. 2 Aug 2010.
6. Larque E, Sabater-Molina M, Zamora S. Biological significance of dietary polyphenols. *Nutrition*. 2007;23(1):87-95.
7. Carey MC, Herrell D. Digestion and absorption of fat. *Semin Gastrointest Dis*. 1992;3:189-208.
8. Carey MC, Small DM, Bliss CM. Lipid digestion and absorption. *Annu Rev Physiol*. 1983;45:651-677.
9. Mulheiser M. Human digestive and metabolic issues – a brief review. *J Mol Catal B: Enzym*. 2003;22:369-376.
10. Birari RB, Bhutani KK. Pancreatic lipase inhibitors from natural sources: unexplored potential. *Drug Discov Today*. 2007;12:879-889.

ФАКТ

Езикът ни има
10 000 вкусови
рецептори

