

ПРИРОДНЕ НАУКЕ III

БИОХЕМИЈА ЋЕЛИЈЕ

3. предавање

MMXXV

Проф. др Данијела Петровић

Педагошки факултет – Сомбор
Универзитет у Новом Саду

МЕТАБОЛИЗАМ

- Под метаболизмом се подразумева низ хемијских реакција које се одвијају у живом систему и при том обезбеђују сам живот датом организму.
- Посебна научна дисциплина – **биохемија** проучава метаболичке процесе који стоје у основи живота, и то примењујући законе хемије и физике на жив организам.
- Сви метаболички процеси (метаболизам) се манифестују кроз **промет материје и протицање енергије**. Све ове биохемијске процесе карактеришу програмирана координација, повезаност и организованост у одређеним метаболичким циклусима.
- Савршено функционисање биохемијских процеса (у простору и времену) омогућено је присуством **биокатализатора**.
- Метаболизам се дели на две категорије:
 - **катаболизам**, када долази до разградње органске материје и ослобађања енергије
 - **анаболизам**, када се уз утрошак енергије изграђују сложена органска једињења

Биокатализатори (гр.bios -живот, katalisis-разградити)

- Познати још и као ензими или ферменти.
- То су протеини синтетисани у самој ћелији који каналишу биохемијски процес утичући на кинетику хемијске реакције.
- Према месту синтезе и деловања разликујемо:
 - 1) **ендоензиме** – они који су настали у одређеној ћелији у којој и испољавају своје дејство
 - 2) **егзоензими (ектоензими)** – они који своје дејство испољавају изван ћелије у којој су настали
- Према хемијској грађи деле се на:
 - 1) **просте** – сачињени су од простих протеина,
 - 2) **сложене (холоензими)** – сачињени су из два дела:
 - а) **апоензим** (колоидни носилац) – протеински део
 - б) **кофактор** – непротеински део, који може бити неорганског порекла, као нпр. јони метала Fe, Zn, Mn, итд. или пак органско једињење, и у том случају кофактор је означен као **коензим**
- Ако је кофактор за апоензим везан ковалентном везом назива се **простетична група**.

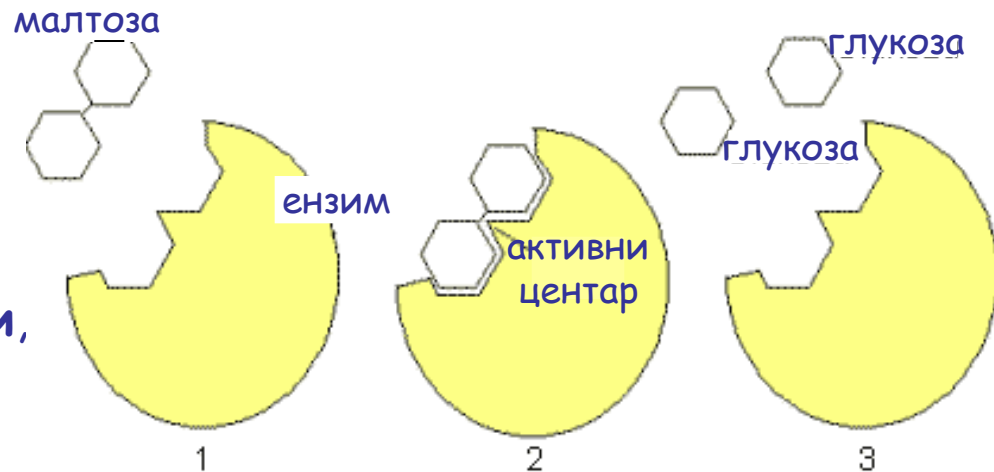
- Чести кофактори су и деривати витамина, који су органска једињења различите хемијске структуре и есенцијални нутриенти које људски организам не може стварати, те их мора уносити храном.
- Кофактори служе за транспорт електрона, атома или функционалних група са ензима на циљни молекул или обрнуто.
- Према типу реакције коју катализују ензими су подељени на:
 - **оксидо-редуктазе** (дехидрогеназе, пероксидазе, оксидазе, оксигеназе, хидроксилазе) - учествују у реакцијама оксидо-редукције
 - **трансферазе** - катализују преношење различитих група
 - **хидролазе** - врше увођење молекула воде
 - **лиазе** (карбоксилазе, дехидратазе, алдолазе, итд.) - катализују одвајање или увођење одређених група у једињења на које делују
 - **изомеразе** (цис-транс изомеразе, епимеразе, итд.) - катализују прелажење једног изомера у други
 - **лигазе** - катализују реакције успостављања хемијске везе

- У основи деловања већине ензима лежи њихова способност да снижавају енергију активације која је потребна да би отпочела дата хемијска реакција.
- Ензиме карактерише велика специфичност како за хемијску реакцију коју катализује, тако и за супстрат тј. једињење на које делује.
- Та велика специфичност је по принципу **комплементарности** у **геометријском смислу** и често је означен као модел по принципу **"кључ-брава"**.
- Специфичност може бити **апсолутна** (1 ензим-1 супстрат) или **релативна** (више ензима-1 супстрат).



- Део ензима одговоран за његово дејство је **активни центар**. После спајања супстрата и активног центра ензима, од супстрата настаје одређени производ(и), а ензим излази из реакције непромењен.

- Многи фактори утичу на активност ензима, а најважнији су: **температура**, (за сваки ензим постоји оптимална T), **активатори - инхибитори**, (материје које активирају или коче ензиме), **pH вредност** (мора бити оптимална за сваки ензим), **концентрација** (познато је да ензими делују у минорним количинама, а регулисани су бисинтезом која зависи од потреба ћелије).



АНАБОЛИЗАМ

- Анаболизам обухвата сет метаболичких реакција које учествују у **синтези** сложених молекула од мањих јединица, уз **утрошак енергије**.



- Конструктивни метаболизам или **биосинтеза**.
- Анаболички процеси учествују у изградњи ткива, и самим тим организма (нпр. повећање мишићне масе, раст и минерализација костију, репликација ДНК, фотосинтеза, итд.).
- Анаболизам и катаболизам су **антагонистички процеси** и одвијају се симултано у ћелијама, али су њихове хемијске реакције контролисане независно једне од других (различити ензими учествују у овим процесима).

КАТАБОЛИЗАМ

- Подразумева низ метаболичких путева који учествују у **разградњи** макромолекула, при чему се они разлажу у мање молекуле а при том се **ослобађа енергија**.



- Део ове ослобођене хемијске енергије се користи као **топлота**, а део за изградњу високоенергетског једињења **аденозинтрифосфата (АТР)**.
- АТР се састоји од пуринске базе **аденина**, пентозног шећера **рибозе** и **три фосфатне групе**. У процесима када је ћелији потребна енергија врши се ензимска хидролиза АТР-а и при томе се ослобађа енергија потребна ћелији за различите процесе.



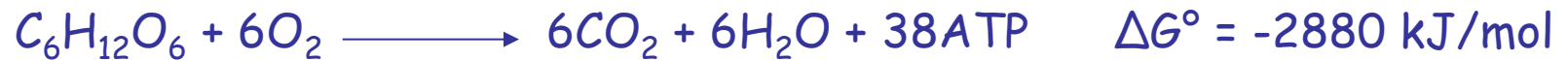
Дисање

- Једна од најзначајнијих одлика живих бића.
- То је биохемијски катаболички процес који се одвија у свим ћелијама живих организама. Два круцијелна разлога за одвијање овог процеса су:
 - 1) **дисање је извор енергије** (неопходне за одвијање свих животних процеса)
 - 2) **дисање је извор градивних молекула** (неопходних за раст, развиће, регенерацију тј. изградњу структурних и функционалних биомолекула који учествују у овим процесима)
- Често се назива и **сагоревање**, пошто се сложена органска материја (храна) потпуно разлаже (тј. сагорева) на просту, градивну материју.
- Најчешће се термин дисања употребљава за **физиолошку размену гасова** или **респирацију** (биљке обављају преко стома и аеренхима, док се код животиња обавља преко шкрга или трахеја или плућа). Организми који из спољашње средине удишу O_2 а у њу избацују CO_2 , називају се **аеробни**; док су они за чији живот не треба O_2 сврстани у **анаеробне** организме (неки микроорганизми и неки паразити, као плљоснати и ваљкасти црви).

- Дисање, као катаболички процес, је у зависности од присуства/одсуства кисеоника подељено на:
 - 1) **аеробно дисање**
 - 2) **анаеробно дисање**

1) **Аеробно дисање** (оксидативни метаболизам)

- Дешава се у свакој ћелији и често се означава као **ћелијско дисање**.
- Катаболички процес који представља низ сукцесивних, координисаних и синхронизованих биохемијских реакција разградње сложених молекула, уз поступну акумулацију ослобођене енергије.
- Сложени молекули, угљени-хидрати, се прво разлажу до глукозе ($C_6H_{12}O_6$), а глукоза даље на воду (H_2O) и угљеник-IV-оксид (CO_2), наравно уз ослобађање енергије.



- Глукоза је најважнији извор енергије за ћелију. Разлагање глукозе се одвија у две фазе: прва је разградња глукозе на **пирогрожђану киселину**, у цитоплазми уз одсуство кисеоника, која се назива **гликолиза**; а друга је низ од десет реакција које се називају циклус лимунске киселине тј. **Кребсов циклус**, и он се одвија у митохондријама уз присуство кисеоника.

2) Анаеробно дисање

- Ово је тип дисања у којем ћелија производи енергију без учешћа, односно присуства кисеоника.
- У смислу производње енергије мање је ефикасан од аеробног дисања.
- Најчешће га користе прокариотски организми (бактерије) које расту у анаеробним условима.
- За оба типа дисања заједничка је прва фаза, гликолиза. Разлика је у другој фази када у аеробном типу наступа Кребсов циклус а у анаеробном уз помоћ ензима (фермената) настају различити продукти.
- Због учешћа различитих фермената процес је назван **ферментација** или **врење**.
- Ова способност микроорганизама широко се користи у индустрији:
 - 1) **алкохолно врење** (квашчеве гљивице) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$
супстрат је разно воће, житарице итд. (вино, пиво, ракија итд.)
 - 2) **млечно-киселинско врење** (лактобацилус) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHONCOOH$
супстрат је млеко (јогурт, кефир, кисело млеко итд.)
 - 3) **обновљив извор енергије** (метаногене бактерије) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_4 + 3CO_2$
метаногене бактерије разлажу главне као и интермедијарне продукте анаеробног дисања, и том приликом настаје метан и угљеник-IV-оксид који су корисни као извори енергије и замењују фосилна горива (угаљ)
- Труљење је такође вид анаеробног дисања.

НАЧИНИ ИСХРАНЕ ЖИВИХ БИЋА

- По типу исхране сви живи организми се деле на:

1) **Аутотрофне** организме (гр. autos - сам, самосталан; trofikos - који се односи на храну) - то су све више биљке, алге и фотосинтетичке бактерије које све имају способност да саме себи производе храну из неорганске материје. Имају посебан значај за планету, јер производе храну за сав живи свет, и то процесима **фотосинтезе** и **хемосинтезе**.

2) **Хетеротрофне** организме (гр. heteros - различит, другачији) - овде спадају човек, животиње, неки микроорганизми и неке биљке који немају способност производње хране, него је конзумирају готову, добијену од аутотрофа. Према извору хране животињски хетеротрофи могу бити: **хербиворе** (лат. herba - биљка, vorare - гутати, јести; биљоједи), **карниворе** (лат. carnis - месо; месоједи) и **омниворе** (лат. omnis - све; сваштоједи). Неки хетеротрофи хране се на рачун других организама и називају се **паразити** (нпр. разне бактерије; црви; инсекти; биљке из рода водењача које паразитирају на корењу сунцокрета, конопље, дувана; имела - полупаразитска биљка која живи у крошњама топола и храстова). **Сапрофити** су организми који у својој исхрани користе неживу и распаднуту материју пореклом од домаћина на/у којима живе (нпр. неке бактерије; неке гљиве; каћуни).

3) **Миксотрофне** организме (гр. *mixis* – мешавина, микстура) – то су она жива бића која комбинују аутотрофни и хетеротрофни начин исхране. Има их међу прокариотима (нпр. неке бактерије) као и еукариотима (нпр. карниворне биљке, које саме производе храну, али се такође хране и инсектима или мањим животињицама, пошто су прилагођене за њихово хватање и варење; лишајеви који су симбиоза зелене алге-аутотроф, гљиве-хетеротроф сапрофит и бактерије-аутотроф азотофиксатор; врста оријенталне осе која својим жутим штрафтама може конвертовати сунчеву светлост у енергију).



ФОТОСИНТЕЗА

- **Фотосинтеза** (гр. photo – светлост, synthesis – спајање) је процес у којем се угљеник-IV-оксид (CO_2) конвертује у органску материју, посебно угљене хидрате, користећи енергију сунчеве светлости.
- Пошто се током процеса фотосинтезе ослобађа кисеоник, фотосинтеза је витална за опстанак аеробног живота на Земљи.
- Суштински, фотосинтеза је круцијелни услов опстанка живота на Земљи, јер обезбеђује храну за све хетеротрофне и миксотрофне организме, као и кисеоник за све аеробне облике живота.
- Фотосинтеза је типична анаболичка реакција:



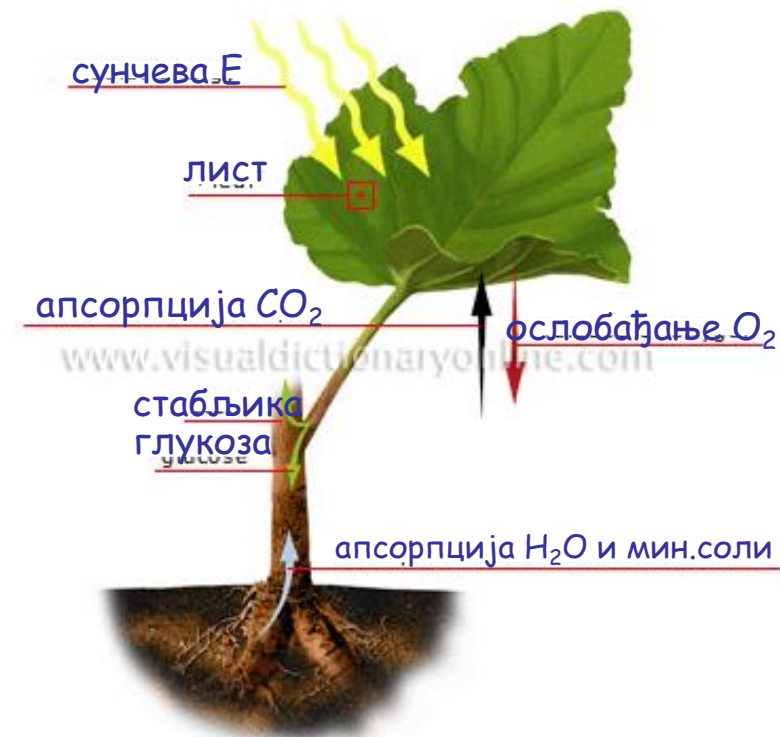
- Фотосинтеза се одвија у биљкама, алгама и цијанобактеријама; код биљака и алги у органелама хлоропластима, док код цијанобактерија у високо организованом систему унутрашњих мембрана (сличан тилакоидима у хлоропластима).

- Биљке апсорбују светлост првенствено помоћу пигмента хлорофила, али такође користе и пигменте као што су каротени и ксантофили. Зелене алге користе **хлорофил**, **фикоцијанин**, **каротен**, **ксантофил**, црвене алге **фикоеритрин**, а браон алге **фукоксантин**.
- У моменту када пигменти апсорбују фотоне видљивог дела сунчевог спектра, отпочиње врло комплексан процес фотосинтезе, који се састоји од низа високо-синхронизованих реакција, које се могу сврстати у две фазе:

1) светла (фотохемијска) фаза -

која се одвија уз присуство светлости, када се сунчева енергија претвара у хемијску уз **фотолизу воде**, приликом чега настају **протони водоника H^+** и ослобађа се **O_2** .

2) тамна (биохемијска) фаза - која је независна од светлости, и у њој новонастали H^+ протони бивају укључени у **Калвинов циклус**, који представља низ комплексних биохемијских реакција у којима уз асимилацију CO_2 долази до синтезе моносахарида.



- Моносахариди настали процесом фотосинтезе даље служе као основа за синтезу дисахарида и сложенијих угљених хидрата (скроб, целулоза) као и масти и протеина.
- На процес фотосинтезе утичу одређени **унутрашњи фактори**, као нпр. *старост лишћа, здравствено стање биљке, способност регулације стома преко којих се врши апсорпција CO_2* . Такође утичу и неки **спољашњи фактори**, као нпр. *влажност земљишта и ваздуха, температура* (оптимум $20^\circ\text{--}30^\circ\text{C}$), *концентрација CO_2* ($\uparrow$ конц. CO_2 , $\uparrow$ конц. производа фотосинтезе, али само до одређене границе), *интензитет светлости* (при слабој светлости фотосинтеза је спора, повећањем интензитета светлости, убрзава се и процес фотосинтезе, али опет до одређене границе).

