

VRSTE PROCESOV V C:

ASIMILACIJSKI ALI AVTOTROFNI: (anabolični-procesi izgradnje); organizem dobi iz okolja CO_2 , H_2O +anorg. snovi in E, iz teh snovi izgradi vse potrebne org. mol.; CO_2 -vir C atomov za org. mol.; anorg. snovi so vir številnih el., pomembne so tudi za izgradnjo N encimov; 2 procesa: fotosinteza (FS): organizmi uporabljajo svetl. E; FS bakterij: vir vodika je H_2S ; FS modrozelenih bakterij, alg, mahov, praprotnic-vir H je H_2O ; kemosinteza: samo N skupine bakt.; vir E je E iz redoks reakcij; veliko razl. tipov kemosintez;

Fotosinteza: poznamo več tipov; poteka v bakterijah, ki imajo tilakoide (strukture), v modrozelenih bakterijah, ki imajo fotosintetske membrane, v algah, mahovih, praprotnicah in semenkah, ki imajo v svojih C kloroplaste; zeleni listi semenovk: so povečana zunanja površina, imajo znač. sestavo: **0.**: C povrhnjice izločajo kutikulo, ki je izloček; njena debelina je odvisna od pogojev v okolju; preprečuje izhlapevanje vode; **1.**: C zgornje povrhnjice so zelo tesno druga ob drugi, nimajo kloroplastov; **1a.**: C spodnje povrhnjice; ni kloroplastov, v to so večinoma vključene listne reže s posebno sestavo, v C listnih rež so kloroplasti; **2.**: C tvorijo stebričasto ali paliasdno tkivo; so podolgovate, postavljene so tesno druga ob drugi, omajo veliko kloroplastov; **3.**: gobasto tkivo: to so kroglaste C med katerimi so veliki medC-prostori; pri večini vrst so C v dveh do sedmih plasteh; imajo tudi kloroplaste, ki pa jih je manj, kot v stebričastem tkivu; med C prostori tega tkiva se odpirajo navzven skozi odprtine listnih rež; v gobastem tkivu so listne žile; ksilemski del žile: proti stebričastemu tkivu (voda+anorg. snovi) proti spodnji povrhnjici je fluemski del; listne reže so večinoma v spodnji povrhnjici, N vrste jih imajo tudi (ali samo) v zgornji povrhnjici; vsaka listna reža je zgrajena iz dveh C zapiralk, v katerih so kloroplasti; imata zelo debeli C steni ob osrednji odprtini (porusu), vsaka reža ima še dve C spremljevalki; vsak list nastane iz meristematskega tkiva-zgradba: pecelj, listna ploskev; zgodovina odkrivanja FS: 1772: Priestley-rastl. naj bi obnovljale zrak; 1779: Ingen Housz-pomen svetlobe za FS; svetl. naj bi vezala barvila; kasneje so tudi kemiki dokazali prisotnost večje količ. CO_2 v slabem in O_2 v dobrem zraku; 1796: Ingen trdi, da CO_2 rastl. rabi za izgradnjo org. mol., O_2 naj bi izhajal iz CO_2 , kar ni res; 1804: de Saussure-pri fotosintezi sodeluje voda: $\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2 \rightarrow$ (rastl., svetl. E) org. mol. + O_2 ; 1830: v ZDA van Niel proučuje FS bakterij: $\text{H}_2\text{S}+\text{CO}_2 \rightarrow$ (bakt., svetl. E) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{S}$; sklepal je, da je O_2 produkt vode, kjer je ta donator vodika; 1882: Engelmann-poskus za dokaz katere valovne dolžine so pomembne za FS, dokazal je, da se porabi največ E valovnih dolžin vijolične in modre svetlobe, ter na oranžnem delu; osrednji del (zelena) je neizrabljen; 1905: Blackmann-vpliv jakosti svetl. E na procese FS; kasneje so raziskovali proces na biokemijskem (molekularnem) nivoju, je največji proces, ki teče v narav, letno nastane $10 \cdot 10^{10}$ ton biomase; FS teče največ v morju (fitoplankton), tudi na kopnem-tropski in ostali gozdovi; če bi FS tekla teko intenzivno kot danes, bi v 4000 letih obnovili O_2 , če bi ga popolnoma odstranili; FS-pigmenti (barvila): $6\text{CO}_2+12\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ (svetl. E, FS-pigmenti) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6+6\text{O}_2+6\text{H}_2\text{O}$; klorofili: poznamo več vrst, pri bakterijah je bakterioklorofil, pri modrozelenih bakterijah je klorofil A, pri zelenih algah, praprotnicah, mahovih, semenkah, sta A in B; alge imajo še C in D; Kl so makromolekule; Kl A: $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$; vsak Kl je zgrajen iz štirih pirolovih obročkov (C-org. spojina), ki so povezani s kem. vezmi; v osrednjem delu je Mg ion; ta del molekule je hidrofilen del; na ta del je vezana mol. fitola (org. alkohol); ta del molekule je hidrofoben, vstavljen je v biološko membrano tilakoid, ki tvorijo granume; Kl so netopni v vodi, topijo se v določenih org. topilih; A in B imata razl. absorpcijska spektra, razl. imajo tudi drugi Kl; Kl-mol. imajo v hidrofилnem delu več dvojnih vezi; N od teh el. so sposobni sprejeti fotone, svetl. E jih dvigne na višji energetski nivo-fotofosforilacija; el. se prenašajo preko prenašalcev tako, da postopno oddajajo E, ki se veže v ATP mol. pri teh procesih nastajajo tudi NADPH_2 mol.; pri višjerazvitih rastl. je delež različen: na sončnih: A:B=5:1, na senčnih: 2:1; druge vrste Kl imajo drugačno zgradbo stranskih skupin in drugačni sposobnost absorpcije; vsi Kl nastanejo iz protoklorofila, ki še ne absorbira svetl. E; ta je potrebna, da nastane pravi Kl; jeseni se Kl razgrajujejo, Mg in druge sestavine pa se hranijo v koreninskem sistemu do

spomladi; posledica razgradnje je, da so listi v drugih barvah; v zelenih listih imamo tudi druga barvila: oranžno rumeni karoten, rumeni ksantofil (ta pomaga pri sprejemanju fotonov, pri algah je še serija drugih barvil (rdeča, rjava,...); vsaka ima značilen absorpcijski spekter; potek procesov FS: **1**: fotokemijske reakcije ('svetlobna faza' ali primarni procesi); svetl. E se spreminja v ATP in NADPH_2 ; tu ne sodelujejo encimi, razen pri izgradnji ATP in NADPH_2 ; te reakcije potekajo s pomočjo barvil in prenašalcev, ki so vstavljeni v notr. membrano; **2**: nefotokemijske reakcije ('temna faza' ali sekundarni procesi) to se asimilira CO_2 in se veže v org. mol.; porablja se ATP in NADPH_2 ; pri vseh reakcijah sodelujejo encimi, vsak je specifičen, reakcije so odv. od temp.; potekajo v stromi ali matrixu Kl;

Fotokemijske reakcije: izkoriščajo se dol. valovne dolžine svetl. E; potekajo lahko po dveh poteh: ciklična fosforilacija: nastanek mol. ATP na račun svetl. E; sodeluje fotosistem 1: v njem je veliko pigmentov, vsa ta barvila so v biološki membrani, večina jih sodeluje lovljenju in usmerjanju fotonov; v enem sistemu je centralna mol. Kl, ki sprejema te fotone; ta ima maximum absorpcije pri 700nm in pri modrem delu; ko ta mol. sprejme svetl. E, se njen valenčni el. dvigne na višji energetski nivo, potem pa se preko prenašalcev vrača na isto Kl mol.; pri tej ciklični fotofosforilaciji nastaja samo ATP mol.; ciklična je zato, ker se el. vrne nazaj na isti nivo; prenašalci se razl. org. mol., npr. feredoksin (belj. v katero so vezani ioni Fe), druge belj. mol. z ioni Cu, pa tudi citokromi-so podobno zgrajeni kot klorofili (4 pirolove obročje povezane v purifinski obroč, vmes je ion Fe^{2+} ali $3+$ in proteinska mol.) poznamo različne citokrome (BC , B_6) vsi ti prenašalci so urejeni v FS enote, tako da so z belj. deli vstavljeni v membrano; neciklična fotofosforilacija: sodeluje fotosistem 2; večje št. pigmentov in barvil, ki lovijo fotone in jih usmerjajo v centr. mol.; max absorpcije je pri 680 in 490 nm; e^- se spet dvigne na višji nivo, ko centr. mol. sprejme svetl. E; prenaša se preko prenašalcev (transportne verige)-razl. citokromi in belj. mol. z ioni e^- se ob koncu ne vrne v isto mol., pač pa gre na NADPH_2 ; vzporedno poteka fotoliza vode (protona iz vodika vode gresta na NADP) nastane NADPH_2 ; el. iz vode gre v centr. mol., ostane O_2 , ki se sprošča; tu nastajajo ATP (ko se e^- prenašajo preko prenašalcev, pri neciklični nastajajo tudi NADPH_2 mol.); feredoksin je eden od prenašalcev, je kretnica, ki odloča o razmerju ciklična : neciklični;

Nefotokemijske reakcije: (sekundarne-temotna faza); izraz: Calvinov cikel-snov se obnavlja; poznamo več tipov teh ciklusov; C_3 cikel ima večina rastlin-bistvo je vezava CO_2 , ki je vir C atomov za org. spojine, ki nastajajo pri FS; porablja se ATP, NADPH_2 oddaja H atome, porablja se E iz primarnih reakcij; ključna reakcija je vezava CO_2 ; ta se veže na že pripravljeno spojino, ki ima v osnovi 5 C atomov in je aktivirana z dvema fosfatnima skupinama; nastane spojina C_6 , ki je zelo neobstoja, v trenutku razpade na dve triozi (fosfoglicerata); za temi triozami se org. mol. samo preoblikujejo s pomočjo encimov, ATP in NADPH_2 ; iz ciklusa izstopajo trioze, se vključujejo v druge cikle, da nastanejo monosaharidi, aminokislina, maščobne kisl. (v posebnih procesih); nekaj trioz ostaja v ciklusu in se preoblikuje tako, da dobimo pentoze (5 C atomov), ki reagirajo z ATP in se aktivirajo, na ta način se obnovi izhodna C_5 molekula, ki bo reagirala z novo mol. CO_2 ; za mol. glukoze se mora vezati 6 mol. CO_2 (6 obratov cikla); za mol. enega CO_2 se porabijo 3 mol. ATP in 2 mol. NADPH_2 ; v Calvinovem ciklu nastaja tudi nekaj mol. vode in H atomov; ko se org. mol. preoblikujejo, nekaj vodika z NADPH_2 mol. tvori vodo; razen C_3 poznamo še C_4 in CAM (rastl. suhih in vročih rastišč-tu je manj vode in CO_2); Calvinovi cikli so se prilagodili na te posebne pogoje; C_4 rastl. vežejo mol. CO_2 na že pripravljeno org. mol. s C_3 , nastanejo C_4 ; CAM rastl. vežejo CO_2 na mol. org. kisl.; C_3 , C_4 , CAM-različnost na nivoju procesov; pri tem ciklusu nastanejo monosaharidi (molekule glukoze); z encimi v Kl se spreminjajo v asimilacijski škrob (škrob ozmotsko ni aktiven); ponoči se škrob spet pretvori v glukozo, prenaša se v plodove, veže se na rezervni škrob; AK nastajajo iz org. ketokislina, na katere veže amonijev ion, na katerega veže...; višje rastl. so za ta proces sposobne izkoriščati samo NH_4^+ in NO_3^- ione; v posebnih procesih iz trioz iz Calvinovega procesa

rastl. razgrajujejo tudi lipide in predvsem olja-rezervna org. snov; evolucija FS: avtotrofni procesi so se v evoluciji razvili za C-vrenjem; s procesom FS so prvič začele biogeno nastajati org. mol., zaradi FS se je v atmosferi začel kopičiti O₂-ko ga je nastalo dovolj, je nastala ozonska plast: 3O₂↔2O₃-te mol. so nestabilne, prehajajo nazaj v O₂, pri tem se sprošča topl. E; ozonska plast škodljive UV žarke spreminja v neškodljivo toplotno E; ozon je od 10-40 km nad površjem; ko je nastala ozonska plast, so organizmi prešli iz vode na kopno;

DISIMILACIJSKI ALI HETEROTROFNI: procesi razgradnje; heterotrofen org. mora iz okolja dobiti org. molekule z kem. E, lahko en, lahko pa več tipov org. molekul; iz okolja sprejema vodo in anorg. snovi potrebne za izgradnjo dol. encimov ali drugih molekul; heterotrofen org. iz snovi iz okolja gradi sebi lastne org. mol.; 2 procesa: **anaerobna C-vrenja**: tečejo brez prisotnosti prostega O₂; več vrst; **C-dihanje**: anaerobno: vir E so org. mol. iz redoks reakcij; aerobno: vir E so org. mol., tu se uporablja prosti O₂;

Danes imamo največ org. s FS in anaerobnim C-dihanjem; organizmi lahko izjemoma vršijo 2 tipa heterotrofnih procesov, npr. C-vrenje ali C-dihanje: fakultativni anaerobi; vrsta procesa je odvisna od pogojev v okolju-primer-glivice kvasovke, človeško mišično tkivo; vsa vrenja so heterotrofni anaerobni procesi, substrat je vedno monomera (org. molekula-največkrat glukoza), ki se razgradi do manjše org. mol. in pri tem se sprosti nekaj E; vsi encimi za vrenja so v citoplazmi;

Alkoholno vrenje: dve ATP mol. sta na razpolago C, ki vrši alk. vrenje; v reakciji **1.** se mol. glukoze aktivira z eno mol. ATP; encim prenese fosfatno skup. iz mol. ATP in prenese tudi E ene E-bogate vezi; na ta način aktivira glukozo; v reakciji **2.** se mol. glukoze preoblikuje, nastane fruktoza; v reakciji **3.** se aktivira še z eno fosfatno skup.; v reakciji **4.** in **5.** se mol. razdeli na dve triozi; pri nastanku trioz se je kem. vez razcepila; sproščena E se porabi za sintezo ATP, v tem primeru fosfatna skup. pride iz citoplazme; pri nastanku teh dveh trioz se odcepi nekaj H atomov, ki jih prevzame NAD prenašalec; sledi več reakcij (**6.-10.**); molekule se preoblikujejo, v reakciji nastane iz vsake mol. še en ATP; v tem primeru se z mol. odcepi samo fosfat z E; do piruvične kisl. nastanejo 4 moli ATP, 2 se porabita, etanol nastane z reakcijami po piruvični kisl. in eni od mol. v teh reakcijah NADPH₂ odda H atome; akceptor H je mol. za piruvat; proces razgradnje od glukoze do piruvata je glikoliza, ki poteka v citoplazmi anaerobno; teoretično je možno, da bi tekel proces v obratno smer (encimska reverzibilnost)-glukoneogeneza; v organizmih se to odvaja izjemoma; produkti reakcije, ki so substrat naslednjega encima se nenehno porabljajo; alkoholno vrenje povzroča pivska kvasovka (*Saacharonyces Cerevisiae*); pogoji za potek alk. vrenja: pivska kvasovka je občutljiva na višje temp (od 25°C), zato je to hladno vrenje; to vrenje poteka počasneje, vendar nastane več etanola; konc. sladkorja ne sme biti večja od 15% v vodni razt. glukoze ali saharoze (višja konc. predstavlja hipertonično okolje za kvasovke); konc. etanola mora biti manj kot 15% (tu se vrenje ustavi) etanol je C-strup, membrane ga dobro prepuščajo, zmanjšuje površ. napetost; CO₂ se sprošča, uhaja iz sistema; kvasovka se uporablja tudi pri peki kruha (važen je CO₂); med alk. vrenje ko se glive kvasovke delijo, sintetizirajo razl. belj. v svojih C;

Druga vrenja: mlečno kisl. vrenje: 2 ADP+C₆H₁₂O₆↔2 CH₃CHOHCOOH+2 ATP; pri tem vrenju se CO₂ ne sprošča, dobimo 2 mol. ATP; te vrste bakterij uporabljajo mlečno kisl.; mlečno-kisl. vrenje poteka tudi v mišicah človeka (ko mišice ne dobijo dovolj O₂-pri anaerobnih športih); znana so še vrenja: masleno-kisl., jantarsko-kisl., itd.; pri vseh vrenjih je akceptor vodika org. mol. za piruvat, vsak tip vrenja vrši druga vrsta organizmov; ocetno kisl. vrenje: C₂H₅OH+O₂↔CH₃COOH+H₂O; to ni vrenje, čeprav so ga tako imenovali; raziskoval ga je Pasteur (tudi alk. vrenje); glive kvasovke se uporabljajo v biotehnoloških postopkih za razl. namene; tako pridobivajo dol. C-metabolite (produkti teh vrenj, presnove)-etanol, org. kisl., vitamini, proteini, ...; ti organizmi potrebujejo za te snovi več pogojev: substrat za alk. vrenje; rastne faktorje (snovi iz katerih sintetizirajo vitamine), elemente v sledovih (ki jih vgradijo v svoje encime); optimalni pogoji okolja (temp., pH,

konc. substrata, itd); C-vrenja so razvojno prvi proces na zemlji, za ta vrenja so se uporabljale abiogeno nastale org. mol.; vrenja so tekla anaerobno;