

ŽIVILSKA KEMIJA

1. Kaj je aktivnost vode? Definicija; katero lastnost vode opišemo s tem parametrom.

a_w je parameter, s katerim kvantitativno ovrednotimo dostopnost vode v živilu (je merilo za hlapljivost molekul vode).

a_w je podana kot razmerje med delnim tlakom vodne pare nad živilom pri določeni temperaturi in delnim tlakom vodne pare nad čisto vodo pri isti temperaturi.

2. Kaj je sorpcijska izoterma?

Je krivulja, ki prikazuje odvisnost vsebnosti vode od aktivnosti vode pri konstantni temperaturi. Pove, kako se bo obnašal substrat živila v celotnem območju vrednosti za relativno vlago okolja, v katerem se bo med skladiščenjem nahajal.

3. Histereza!

Procesa adsorpcije in desorpcije nista popolnoma reverzibilna (imamo desorpcijsko - zgoraj in adsorpcijsko izotermo - spodaj).

Kapilare so pri adsorpciji vode – pri polnjenju bolj zaprte, kapilare so med sušenjem – med praznjenjem bolj odprte → za enak učinek (enako vsebnost vode) je potreben nižji parni tlak vode.

Nekatere sestavine (npr. škrob) so med procesom sprejemanja vode v drugačnem fizikalnem stanju kot med procesom oddajanja vode.

Če pri različnih temperaturah spremljamo odvisnost vsebnosti vode od a_w , dobimo več sorpcijskih izoterm.

4. Pri opisovanju značaja vode v živilu in s tem povezane gibljivosti molekul vode, se pojavljajo številni izrazi. V zadnjem časuse je uveljavil način, ki vodo, glede na njeno stanje v živilu, razvrsti v 4 skupine (zvrsti vode!). Opiši jih.

- voda v monomolekulski plasti: plast molekul vode, ki so v živilu vezane neposredno napolarne skupine oziroma na ionske skupine in ione. Iz substrata je ne moremo popolnoma odstraniti. Je nezmrzljiva do $T -40^{\circ}\text{C}$, ne deluje kot topilo, voda ni dostopna MO in reakcijam.

- večplastni sloj vode: voda, ki tvori nekaj naslednjih plasti okoli hidrofilnih skupin molekul v živilu. Večinoma ne zmrzne pri -40°C , sploh ne pri -20°C . Ima omejeno sposobnost raztapljanja, gibljivost narašča z oddaljenostjo. Možno jo je odstraniti iz živila.

- kapilarna voda: v kapilarah in porah tkiva, omejena pri pretakanju in ima znižano točko zmrzlišča.

- prosta voda: voda, ki je po svojih lastnostih podobna čisti vodi, je na živilu in med posameznimi plastmi tkiva ter v porah. Predstavlja 30-40% vode v mesu.

5. Vpliv aktivnosti vode na hitrost avtooksidacije maščobe v živilu.

V območju $0,3 < a_w < 0,4$ je oksidacija najnižja. Voda se veže na primarne produkte (hidroperoksidi), reagira s prostimi radikali in hidratira kovinske ione.

Če je a_w manjši od 0,3 so lipidi polj izpostavljeni in zmanjšana je hidratacija.
Če je a_w večji od 0,5 je povečana difuzija in nabrekanje.

6. Površinska aktivnost proteinov.

Določa njihovo emulgativno aktivnost, penilnost ter sposobnost vezave arom in pigmentov.

Proteini se zbirajo na meji med dvema fazama, spontano migrirajo na površino vode ali na mejno površino. Delujejo kot površinsko aktivne snovi in stabilizirajo emulzije in pene

Proteini:

1. V nekaj stavkih pojasni kompleksnost vloge proteinov v živilih (prehranska vrednost, strukturna funkcija, encimska aktivnost, reaktivnost funkcionalnih skupin na aminokislinskih preostankih). Za vsako od naštetih vlog navedi konkretne primere in jih na kratko pojasni.

Prehranska vrednost: so vir E, esencialnih AK, substituti za bioaktivne peptide, so potenciali alergeni, nekateri so lahko inhibitorji prebavnih encimov.

So ključni za definiranje strukture živil.

Kot encimi katalizirajo zaželjene in nezaželjene reakcije v živilih. Encimsko in neencimsko porjavenje: nekatere AK reagirajo z OH in nastanejo rjavo obarvani produkti, encimsko porjavenje pa pride zaradi aktivnosti polifenol-oksidge. Funkcionalno tvorijo gele, emulzije, vežejo vodo, vplivajo na viskoznost in teksturo.

2. Biološka funkcija proteinov je povezana z njihovo trodimenzionalno strukturo. Na kratko za vsak primer pojasni zakaj lahko pride pri spremembi pH, povišani temperaturi in povečani hidrofobnosti topila do izgube nativne strukture, ki vodi v denaturacijo proteinov.

Izguba nativne strukture privede do izgube biološke funkcije, slabše topnosti in obarjanja (hidrofilni), boljše topnosti fibrilarnih, slabše vezave vode in večje dostopnosti za proteinaze.

pH: sprememba naboja karboksilnih in amino skupin vpliva na elektrostatske interakcije

Visoka T: destabilizira H vezi (denaturacija)

Povečana hidrofobnost: pride do hidrofobnih interakcij z nepolarnimi AK iz notranjosti proteina in topilom

Kemijsko: Vzpostavitev nenativnih disulfidnih vezi, oksidacija nekaterih AK, deaminacija nekaterih AK, hidroliza peptidnih vezi

3. Pri termični denaturaciji proteinov imajo aminokislinska sestava proteinov, vsebnost vode in prisotnost nekaterih topljencev velik vpliv na stabilnost. Pojasni vpliv teh dejavnikov na stabilnost.

Manj Asn in Gln (deaminacija)-slabša stabilnost

Manj Cys, Met, Trp (možnost oksidacije) –slabša stabilnost

Več Pro (večja rigidnost)-boljša stabilnost

Veliko število ionskih vezi v notranjosti proteina-boljša stabilnost

Relativno veliko kemijsko vezane v vode v notranjosti proteinov-boljša stabilnost

Proteini so v dehidrirani obliki bolj termostabilni, bolj so stabilni pri manjši aw.

Za denaturacijo proteinov je potreben daljši čas, če je temperatura nizka in krajši čas, če je temperatura visoka.

4. Mišične celice vsebujejo različne proteine, ki se razlikujejo v svoji biološki funkciji. Naštej nekaj takšnih proteinov in pojasni kakšna je njihova biološka funkcija.

- Miofibrilarni proteini:

≈60% vseh mišičnih proteinov

tvorijo miofibrile in sodelujejo v procesu krčenja mišic

fibrilarni, topni v raztopinah z veliko ionsko jakostjo

- Sarkoplazemski proteini:

≈30% vseh mišičnih proteinov

encimi, mioglobin, hemoglobin

globularni, topni v vodi

- Protreini vezivnega tkiva:

≈10% vseh mišičnih proteinov

kolagen, elastin, mitohondrialni proteini, netopni encimi

različnih oblik, ekstracelularni in intacelularni, topni šele v kislinah in bazah

- Miozin

30% vseh mišičnih proteinov (50 %-miofibril)

Mr = 500 kDa

60-70 % α -vijačnice

topen v raztopinah z veliko ionsko jakostjo

- Aktin

13 % vseh mišičnih proteinov

Mr monomera = 46 kDa

tvori polimere z Mr nekaj milijonov kDa

slabše topen kot miozin

- Tropomiozin

- Troponin

5. Pojasni kaj je to želatina. Kakšne so strukturne posebnosti želatine v smislu aminokislinske sestave. Pojasni tudi kako hitrost ohlajevanja in koncentracija vplivata na tvorbo gelov.

Vir želatine so kosti in koža, nastane pri kisli/bazični/encimski hidrolizi kolagena (nekaj tudi pri termični obdelavi) zaradi cepitev nekaterih peptidnih vezi in kovalentnih povezav v kolagenu.

Želatine ločimo glede na dolžino peptidnih vezi in stopnjo zamreženosti med verigami ter glede na molekularno maso (α, β, γ); α - ima najmanjšo Mr (80 kDa) in je najvalitetnejša.

Delno hidroliziran in denaturiran kolagen, se pri povišani temperaturi raztopi (ribji kolagen pri $T \approx 45$ oC; sesalski kolagen pri $T \approx 60-65$ oC). Po ohlajevanju se vrne v manj urejeno strukturo in tvori gel (veže zelo velike količine vode)

Pri hitrem ohlajanju verige zavzamejo neurejeno strukturo in tvori se bolj zamrežena oblika. Pri počasnem ohlajanju se lahko kolagen povrne v prvotno strukturo, učinek je še bolj opazen pri višjih koncentracijah.

6. Pojasni kaj so to kazeini in kakšno strukturo tvorijo v mleku. Pojasni tudi kako vplivajo pH, prisotnost kalcijevih ionov, fosforilacija serinskih preostankov kazeinov in kimozin na strukturno organizacijo kazeinov v mleku.

Kazeini so mlečni proteini, ki se tvorijo v vimenu. So termostabilni, obrojijo se pri pH 4.6. So fosforilirani na AK serinu. Tvorijo micela: komplicirano kvarterno strukturo. Pomembno vlogo pri stabilizaciji micel imajo hidrofobne interakcije (nepolarne AK proteinov) in elektrostatke interakcije-fosforilirani proteini in Ca^{2+} .

7. Pojasni kakšna je sestava jajčnega beljaka. Proteini v jajčnem beljaku imajo različne biološke funkcije (navedi nekaj bioloških funkcij in jih poveži z ustreznimi

proteini). Pojasni tudi katero tehnološko lastnost proteinov jajčnega beljaka pogostokrat izkoriščamo pri pripravi živil.

Beljak (55-60% mase jajca): 11% proteinov, 1% OH, 0,5% mineralov

Ovoalbumin: hitro denaturira (stresanje, termično relativno stabilen), vsebuje SH, skladiščni protein, fosforiliziran in glikoziran

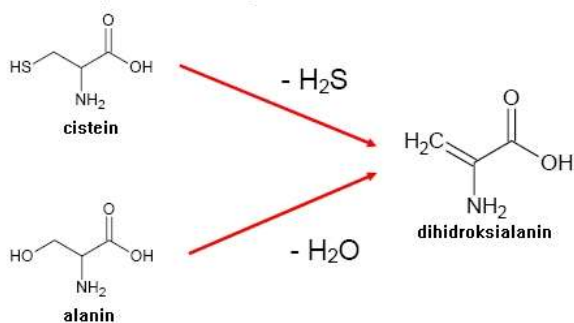
Konalbumin: ima kompleksno vezano Fe in druge ione, deluje antimikrobno, termično nestabilen

Ovomukoid: inhibitor tripsina, se dobro peni

Lizocim: katalizira razkroj peptidoglikanske stene MO

8. Nariši strukturo dehidroalanina in pojasni iz katerih aminokislin nastane.

Dehidroalanin, ki je vključen v polipeptidno verigo, je kemijsko reaktiven. Pojasni na kakšen način reagira in katere toksična spojina lahko pri tem nastane.



Dihidroksialanin nastane iz cisteina in alanina ob eliminaciji vode v alkalnem pri povišani temperaturi.

Če je dihidroksialanin vključen v polipeptidno verigo lahko reagira z amino in tiolno skupino iz druge verige. Nastane lahko lizinoalin. Ta povzroča ledvične okvare pri glodalcih.

9. Pojasni kaj pomeni pojem racemizacija aminokislin. Pri katerih pogojih poteka in kakšne so posledice za prehransko vrednost živil.

Racemizacija je nastanek D-AK iz L-AK pri termični obdelavi v alkalnih raztopinah in pri peki živil nad 200°C . Tak proteini so slabše prebavljivi, ker proteinaze določenih vezi ne morejo hidrolizirati. Če se absorbirajo v telo, jih telo ne more uporabiti za biosintezo proteinov. Nekatere (D-prolin) so lahko toksične.

10. Proteini so zaradi vsebnosti esencialnih AK pomemben del prehrane. Kljub temu lahko so nekateri proteini v določenih razmerah lahko antinutriitivni dejavniki. Navedi nekaj takšnih primerov in jih na kratko opiši.

Inhibitorji proteinaz: stročnice vsebujejo inhibitorje proteinaz (tripsina), zato je potrebna termična obdelava, ki denaturira inhibitorje.

Alergeni: protitelesa lahko zaznajo določena polipeptidna zaporedja. Pogosti alergeni so jajca, oreščki, pšenica, soja, ribe (tudi v majhnih količinah).

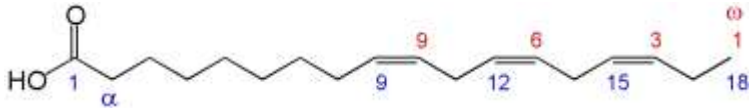
Celiakija: peptid, ki nastane iz pšeničnega prolamina (in drugih žit) sproži imunski odziv v celicah sluznice tankega črevesja. Dovolj so majhne koncentracije.

Lipidi:

1. Različni lipidi imajo pomembno funkcijo v prehranskem in tehnološkem smislu. Navedi nekaj primerov takšnih funkcij in jih na kratko pojasni in poveži z ustreznimi lipidi.

MK dajejo energijsko vrednost, nekatere AK so esencialne (linolna, linolenska, arahidonska), so prekursorji vitaminov ADEK. Hlapne aromatične snovi se topijo v maščobah (prispeva k okusu in aromi). Karotenoidi dajejo barvo živilom (oranžno-rdeči odtenki), tokoferol ali vitamin E je antioksidant. Kot emulgatorji delujejo fosfolipidi, monoacil in diacil glicerol.

2. trans-9, trans-12, trans-15-oktadekantrienojska (18:3 Δ9,12,15)-primer
Nariši strukturno formulo omenjene maščobne kisline. Pojasni ali jo uvrščamo med ω-3 MK. Ali to MK pogostokrat najdemo v živilih. Kakšna je prehranska vrednost te MK. **Kakšna je kalorična vrednost v primerjavi z oktadekanojsko kislino-pojasni.**



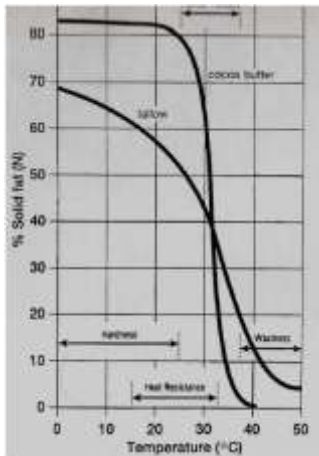
Spada med n3 MK, ker ima prvo dvojno vez (gledano od zadaj) na 3. mestu. Je esencialna AK, najdemo jo predvsem v lanu, soji, sardelah, lososu, polenovkah...

3. Maščobno kislinska sestava triacilglicerolov nekaterih mastih in olj ima določene posebnosti. Pojasni kakšne so posebnosti mlečnih maščob, kokosove masti, goveje masti v primerjavi s svinjsko in ribjega olja.

Mlečne maščobe

Kokosova mast ima dosti nasiščenih MK, malo enkrat nenasičenih in nič večkrat nenasičenih, ker je rastlinskega izvora ne vsebuje holesterola.

4. Maščobno kislinska sestava kakavove in svinjske masti je zelo podobna. Vendar se talilni krivulji teh dveh masti precej razlikujeta. Skiciraj talilni krivulji in pojasni zakaj sta različni. (Morda bom poleg vprašanj priložil tudi tabelo)



Na različne talilne krivulje vpliva sestava TAG

Kokosova mast ima 2 SSS, 81 SUS, 1 SSU, 15 SUU

Svinjska mast ima 29 SSS, 33 SUS, 16 SSU, 18 SUU

5. Tališče triacilglicerolov je odvisno od MK sestave in razporeditve MK. Na tališče TAG glicerolov lahko vplivamo na različne načine tako s pridelavo kot predelavo živil. Naštej nekaj takšnih pristopov in jih na kratko (v stavku komentiraj).

Mešanje različnih TAG,

Prehrana živali (dodamo jim več ne/nasičenih TAG, pri prežvekovalcih ne deluje zaradi bakterij v vampu).

Genska modifikacija: npr. stročnice, ki imajo v semenih več oleinske kisline

Frakcionacija: pri nižji T pride do delne kristalizacije, odfiltrira se trdni del masti.

Ključno je za olja, ki se uporabljajo v emulzijah.

Hidrogeniranje: katalitsko uvajanje H ob prisotnosti Ni pri visokih T povzroča ukinitvev dvojnih vezi in MK so bolj nasičene.

Transestrifikacija: pride do spremembe profila tališča brez spremembe v sestavi MK. Poteka kemijsko pri povišani T ali encimsko z lipazami.

6. Pojasni pojem oksidativna žarkost. Zakaj do nje pride in kako se izraža v prehranskem in tehnološkem smislu.

Oksidativna žarkost je posledica reakcije O₂ s nenasičenimi MK v TAG. Na hitrost oksidacije vpliva delež nasičenih, prisotnost pro/antioksidantov, parni tlak O₂, temperatura, svetloba, a_w, površina.

Odstrani se H atom in dobimo prosti radikal, nanj se adira O₂ in dobimo peroksidni radikal, ta reagira z MK in dobimo hiperperoksid + še en prosti radikal. To se ponavlja dokler 2 prosta radikala ne reagirata v neradikalni produkt.

Posledica je nezaželeni aroma, sprememba barve, zmanjšana prehranska vrednost (esencialne MK, vitamini), nastanek toksičnih produktov.

7. Slika iniciacije, propagacije in terminacije MK (priložena bo slika –prosojnica 20). Pojasni kaj pomeni iniciacija v procesu oksidacije MK.

Kateri zunanji dejavniki pospešujejo iniciacijo?

Ali struktura MK vpliva na verjetnost, da bo nastal radikal v procesu iniciacije-pojasni.

Pojasni zakaj so reakcije v sklopu propagacije oksidacije MK najbolj problematične v »kvantitativnem smislu«.

Pojasni kakšna je vloga terminacije v mehanizmu radikalne oksidacije MK.

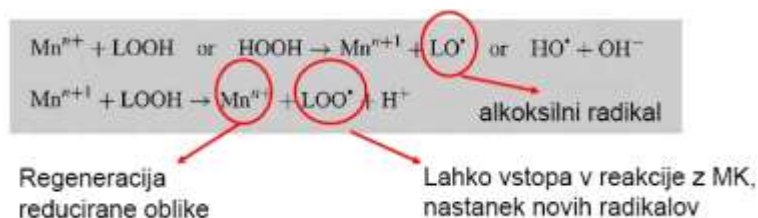
Na hitrost oksidacije vpliva delež nasičenih, prisotnost pro/antioksidantov, parni tlak O₂, temperatura, svetloba, a_w, površina.

Za odcep H, ki je na začetku dvojne vezi je potrebna manjša E, zato se hitreje oksidirajo tiste MK, ki so bolj nenasičene.

V propagaciji iz peroksidnega radikala nastane hiperperoksid in dodaten prosti radikal. Ta se ponovno oksidira do peroksidnega radikala in cikel se nadaljuje. Ko nastopi terminacija 2 prosta radikala reagirata v neradikalni produkt.

8. Redoks aktivni kovinski ioni (baker, železo) imajo veliko vlogo pri razpadu hidroperoksidov na nezaželje produkte. Z reakcijama prikaži kako poteka razpad hidroperoksidov na alkoksilne radikale ter kako se regenerira reducirana oblika

kovinskih ionov. Nastali alkoksilni radikali so nestabilni in razpadejo predvsem na kratkoverižne MK in aldehide, ki imajo nekatere nezaželjene lastnosti-katere.



Krajše kisline, alkoholi in aldehidi so dobro hlapne in imajo neprijeten vonj, dajejo žarkost mačobam.

9. Oksidacijo maščob lahko upočasnimo na več načinov. Naštej nekaj pristopov in jih na kratko pojasni (v stavku).

Odstanimo kisik: pakiramo v modificirano atmosfero ali pa vakuumsko pakiramo.

Zmanjšamo svetlobo z uporabo temne embalaže.

Odstranimo kovine s kelatorji (EDTA, citronska kislina).

Izogibamo se povišani temperaturi.

Uporabimo manj nenasičenih MK, ker manj dvojih vezi zmanjša možnost za oksidacijo. Pomagamo si lahko s hidrogeniranjem.

Uporabimo snovi, ki tvorijo stabilne radikale – antioksidante.

10. Oksidativne poškodbe lipidov lahko ugotovljamo na več načinov. Katere metode so primerne za ugotavljanje prisotnosti hidroperoksidov in katere za razpadne produkte (na kratko pojasni).

Merjenje produktov primarne oksidacije: dieni imajo pri 234nm višjo A, trieni pa pri 270nm. Merimo lahko peroksidno število (I- → I2 → tiosulfat).

Iz peroksidov nastanejo razpadni produkti. Hlapne lahko analiziramo s plinsko kromatografijo, hlapne vodimo v vodo in gledamo spremembo prevodnosti (rancimat), določanje karbonilov (C=O), določanje malondialdehida s tiobarbiturno kislino.

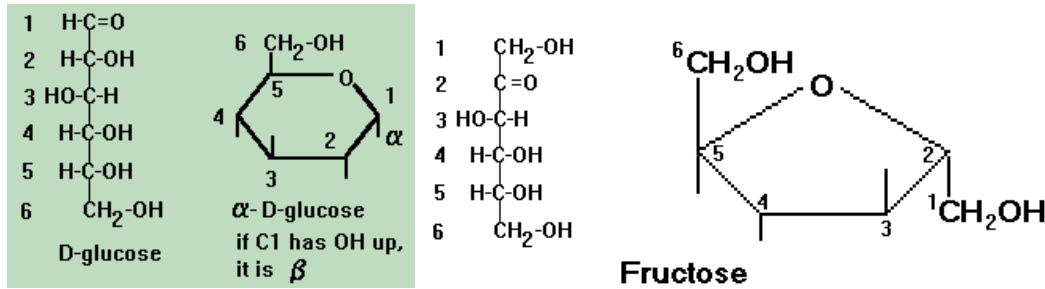
11. Pojasni pojem esencialne MK. Katerih esencialnih MK v današnji hrani najbolj primanjkuje in s kakšno hrano lahko njihovo pomankanje najbolj nadomestimo.

Kakšne so najbolj izrazite pozitivne lastnosti teh MK na naše zdravje.

Človeško telo ne more sintetizirati n3 in n6 MK (razmerje bi moglo bit 5:1). Viri n3 so semena stročnic, lan, morska hrana... n3 zmanjšujejo nastanek kardiovaskularnih bolezni, vplivajo na kognitivne sposobnosti in imunski sistem. n3 dodajajo v določena živila (mleko, jajca), dobi se jih tudi v obliki prehranskih dodatkov.

Ogljikovi hidrati 1:

1. Nariši kateroikoli aldoheksozo in ketoheksozo v linerani in ciklični obliki. Pojasni na kaj se nanašajo oznake α in β pri cikličnih oblikah monosaharidov.



α in β sta oznaki za pozicijo OH na 1. C atomu. Če je OH obrnjen navzdol gre za α obliko, če je obrnjen navzgor pa za β obliko.

2. Molekule monosaharidov imajo zanimivo lastnost, da lahko prehajajo med keto in aldehidno obliko. Ravnotežje pa se vzpostavlja tudi med različnimi cikličnimi in linearnimi oblikami. Pojasni kakšne praktične posledice ima ta lastnost na reaktivnost monosaharidov (izpostavi predvsem aldehidno skupino).

3. Ogljikovi hidrati vstopajao v reakcije oksidacije, redukcije in esterifikacije. Navedi nekaj produktov omenjenih reakcij, ki so relevantni v živilih in jih na kratko komentiraj.

D-glukoza se oksidira v glukonsko kislino in se uporablja za specifično določanje glukoze. Iz galaktoze z oksidacijo nastane galakturonska kislina, ki je ključna za nastanek pektina.

Pri redukciji monosaharidov iz glukoze nastane sorbiol, iz manoze mantinol in iz ksiloze ksilitol (sladila).

Estri monosaharidi z vezanim fosfatom so intermedianti metaboličnih reakcij, del glukoze je fosforiliziran tudi v škrobu. Metoksi estri sodelujejo pri tvorbi pektina. Vezava sulfatov na karagenu se uporablja pri tvorbi gelov. Iz škroba pridobivajo acetat in sukcinat.

Etri: tvorba agarja, če se povečeta C3 in C6. Iz sorbitola etrifikacijo dobijo neionske detergente.

4. Pojasni kaj je to karamelizacija. Katere spojine in pri kakšnih pogojih karamelizirajo. Pojasni kako lahko z ustreznimi dodatki vplivamo na potek karmelizacije in tvorbo ustreznih produktov.

Pri segrevanju sladkorjev nad 160°C potekajo kompleksne reakcije dehidracije, fragmentacije in polimerizacije. Nastanejo polimeri s konjugiranimi dvojnimi vezmi in manjše, hlapne molekule.

Poznamo več vrst karamel:

Tip 1: brez dodatkov, včasih le kislina/baza

Tip 2: dodatek sulfita, včasih tudi kisline/baze pred segrevanjem. Dobi rdeče rjavo barvo, v vodi ima pH med 3 in 4, negativen naboj. Se uporablja za barvanje piva in drugih alkoholnih pijač.

Tip 3: dodatek amonijevih ionov, včasih tudi kisline/baze pred segrevanjem. Dobi rdeče rjavo barvo, v vodi ima pH med 4.2 in 4.8, pozitiven naboj. Uporablja se za barvanje pekovskih izdelkov, pudingov in sirupov.

Tip 4: dodatek amonijevih ionov in sulfita, včasih tudi kisline/baze pred segrevanjem. Dobi rjavo barvo, v vodi ima pH med 2 in 4,5. Uporablja se za barvanje kokakole, omak in sladic.

5. Primerjaj disaharida laktoza in saharoza glede na naslednje kriterije: kemijska sestava, viri v živilih, prebavljivost, sladkost in redukcijsko oksidacijske lastnosti.

Laktoza:

sestavljena iz galaktoze in glukoze. Nahaja se v mleku (sesalci do 8%). 75% odraslih ima težave s prebavljanjem laktoze. V primerjavi s saharozo ima samo 16% sladkosti.

Saharoza:

Sestavljena je iz glukoze in fruktoze. Nahaja se v sladkorni pesi in sladkornem trsu, predstavlja 10% dnevnega vnosa E. Intoleranca na saharozo je redka (inuiti). Je standard za sladkost (=100). Je nereducirajoč sladkor.

6. Pojasni kaj so ciklodekstrini in kakšna je njihova uporabnost v živilstvu. Pojasni tudi katere strukturne lastnosti jim omogočajo uporabnost.

6,7 ali 8 glukoz povezanih z α 1-4 glikozidnimi vezmi, ki jih pripravimo iz delno hidroliziranega škroba. So topni v vodi in imajo nepolarno notranjost. V hidrofobno notranjost lahko vežemo nepolarne molekule (barvila, arome, lipide, reaktivne molekule). Ohranjajo holesterol, MK, grenke komponente in nezaželjene arome.

7. Pojasni kako vplivajo naslednji strukturni parametri na lastnosti polisaharidov v vodnih raztopinah: Vpliv razvejanosti polisaharidov na viskoznost, vpliv močnih intarmolekularnih vodikovih vezi na topnost, **vpliv kovalentno vezanih nabitih skupin na topnost. Za vsako primerjavo navedi tudi ustrezne polisheride, ki jih najdemo v živilih.**

Razvejani polisaharidi zavzamejo pri isti masi manj prostora. Zaradi manjše možnosti trkov je viskoznost take raztopine manjša.

Polisaharidi se povezujejo s H vezmi in tako večajo stabilnost, pri razvejanih pride do steričnih ovir in maj H povezav.

Raztopine polisaharidov, ki so kemijsko spremenjene (oksidacija, sulfatni estri) so bolj stabilne. V takih razvejanih molekulah je več odboja zaradi enakih nabojev in so bolj stabilne.

8. Pojasni kaj razumemo pod pojmom škrob (struktura, monomerne enote, vezi, funkcija v rastlinah).

Škrob je sestavljen iz amiloze in amilopektina. Amiloza je polimer nekaj tisoč glukoz povezanih z α 1-4 glikozidnimi vezmi, je linearna molekula. Amilopektin je polimer nekaj 10tisoč glukoznih enot, ki so med sabo povezane z α 1-4 in α 1-6 glikozidnimi vezmi (na mestu razvejišča). V rastlinah se škrob shranjuje kot rezervna snov v obliki škrobnih zrn v amiloplastih. Razlikujejo se po velikosti zrn, razmerja amiloza/amilopektin, temperature zaklejitve, viskoznosti, prekristalizacije.

9. Pojasni kaj je to zaklejitev škroba in kako poteka.

Ko prenesemo škrob v vodo pride do vdiranja vode v zrno, nabrekanja in prekinjajo se medmolekulske vezi. Z višanjem temperature prihaja do prehajanja amiloze v raztopino in popolne degeneracije granul (zaklejitev). Na hitrost zaklejitve vpliva T, čas, vrsta škroba, pH, vsebnost vode...

10. *Pojasni kaj razumemo pod pojmom retrogradacija škroba. V katerih živilih je ta proces predvsem problematičen. Pojasni zakaj poteka retrogradacija amiloze drugače kot retrogradacija amilopektina. Pojasni kako lahko z dodatki določenih spojin in regulacijo temperature upočasnimo retrogradacijo.*

Retrogradacija škroba je tvorba urejenih struktur in izločanje vode. Škrob po ohlajevanju postane manj topen in delno kristalizira. Škrobi z večjim deležem amiloze so bolj nagnjeni k retrogradaciji, ker so molekole bolj linearne (traja 2 dni). Dodatek polarnih lipidov upočasnijo retrogradacijo, ker se vežejo na amilozo/amilopektin in preprečijo njihovo povezovanje. Na hitrost retrogradacije vpliva tudi temperatura.

Ogljikovi hidrati 2:

1. Škrob pogostokrat modificiramo, da izboljšamo tehnološke lastnosti. Kaj razumemo pod pojmi pregelatiniziran škrob, oksidiran škrob, acetiliran in fosforiliran škrob (kaj so takšni škrobi v strukturnem smislu, kakšne so tehnološke izboljšave).

Pregelatiniziran škrob: škrob, ki je bil hidratiziran in posušen v obliki tankega filma, da ne bi prišlo do retrogradacije.

Oksidiran škrob: z NaOCl (varikina) – uvajanje karboksilnih skupin in sterilizacija, manj viskozni in bolj mehki geli.

Acetiliran: zaestrenje OH, zmanjša temperaturo gelatinizacije in retrogradacijo (DS max 0,09 – degree of substitution).

Fosforiliran škrob: zaestrenje OH in uvajanje naboja, zniža temperaturo gelatinizacije in poveča viskoznost (DS max 0,002)

2. Čeprav celuloze ne moremo prebaviti je kemijsko modificirana celuloza uporabna v živilstvu. Naštej nekaj primerov modifikacije in uporabnost takšnih produktov.

Uporablja se jo kot nekaloričen dodatek v pekovski izdelke, ker dlje časa ohranja vlago.

Mikrokristalinična celuloza stabilizira gele in emulzije, preprečuje zlepljanje (riban sir).

Karboksimetilcelulozo uporabljajo za stabilizacijo proteinov blizu izoelektrične točke in viskoznost raztopin.

Metilceluloza ima izboljšano topnost v vodi in zato stabilizira emulzije in pene.

3. Pojasni kaj je to pektin. V grobem lahko ločimo dve vrsti pektina, HM in LM. Pojasni kakšne so strukturne lastnosti enega in drugega ter pojasni pri kakšnih pogojih tvorita gele.

Pektin je polisaharid, ki se nahaja v osrednji lameli celičnih sten in je vezan na celulozo, da jo očvrščuje.

HM pektin ima velik deleže metoksi skupin (+80%), dobro tvori gele v kislem v prisotnosti saharoze, idealen za marmelade in džeme. Pri višjem pH ne tvorijo gela, ker je prevelik odboj med deprotoniranimi metoksi skupinami. Večja kot je MR bolj je močen gel.

LM pektin ima manjši deleže metoksi skupin (pod 50%) in tvori gele le v prisotnosti Ca²⁺ (več kot ga je bolj je čvrst), ker ne potrebuje saharoze za tvorbo gela je primeren za dietetične gele. Hitrost tvorjenja gela je sorazmerna št. metilnih skupin.

4. Dobri gumiji so polisaharidi, ki močno povečajo viskoznost vodnih raztopin in/ali tvorijo gele. Na kratko opiši (struktura, ključne funkcionalne lastnosti) enega od gumijev, ki je polisaharid in enega od gumijev, ki vsebuje negativno nabite funkcionalne skupine.

Guran: povezane manoze (1-4) in glukoza (1-6) na vsako 2. manozo. Zelo viskozne raztopine pri majhnih koncentracijah.

Ksantan: β1-4 glukozne enote, vsaka 2. glukoza ima vezan trisaharid. Z galaktomamnamami tvori zelo močne gele. Topen je v topli in hladni vodi, zelo viskozno

že pri majhnih koncentracijah, skoraj neodvisno od temperature in pH, odporen na zmrzovanje in mehanske poškodbe. Uporablja se za solatne dresinge, tekoče čokolade, stabilizacijo emulzij.

Karageni: sulfatni estri 1-4 in 1-6 polimera galaktoze, 15-40% sulfata. Pri ohlajanju polimeri tvorijo dvojne vijačnice, dobro tvorijo gele v prisotnosti Ca, Na, K ionov (mleko). Uporaba v sladoledih, kremah na bazi mleka in mesnih izdelkih.

5. Pojasni katere spojine uvrščamo med prehranske vlaknine. Pojasni kakšna je vloga prehranskih vlaknin v prebavi. Ali imajo prehranske vlaknine res kalorično vrednost, ki je enaka nič.

Prehranske vlaknine so polisaharidi, ki se ne morejo razgraditi z lastnimi encimi (skoraj vsi rastlinski polisaharidi z izjemo škroba). Najpomembnejše so celuloza, hemiceluloza, pektin in lignin.

Pospešujejo prebavo, če jih zaužijemo 25/50 g/dan, ker dobro vežejo vodo.

Zmanjšujejo serumski holesterol in glikemijski indeks živil.

Bakterije v TČ hidrolizirajo vlaknine, pri tem se tvorijo kisline, ki jih lahko absorbiramo in s tem dobimo 2-3kcal/g.

Maillardova reakcija:

1. Živila lahko porjavijo zaradi različnih encimskih in nencimskih reakcij. Naštej različne tipe porjavenja in jih na kratko komentiraj (stavek).

Encimsko porjavenje zaradi polifenol-oksidge, v sveže narezanem sadju, zelenjavi in sokovih.

Karamelizacija – dehidracija in polimerizacija sladkorjev pri visoki temperaturi.

Porjavenje lipidov – reakcije oksidacije pri visokih temperaturah (cvrtje).

Maillardova reakcija – reakcija reducirajočih sladkorjev in spojin z amino skupino.

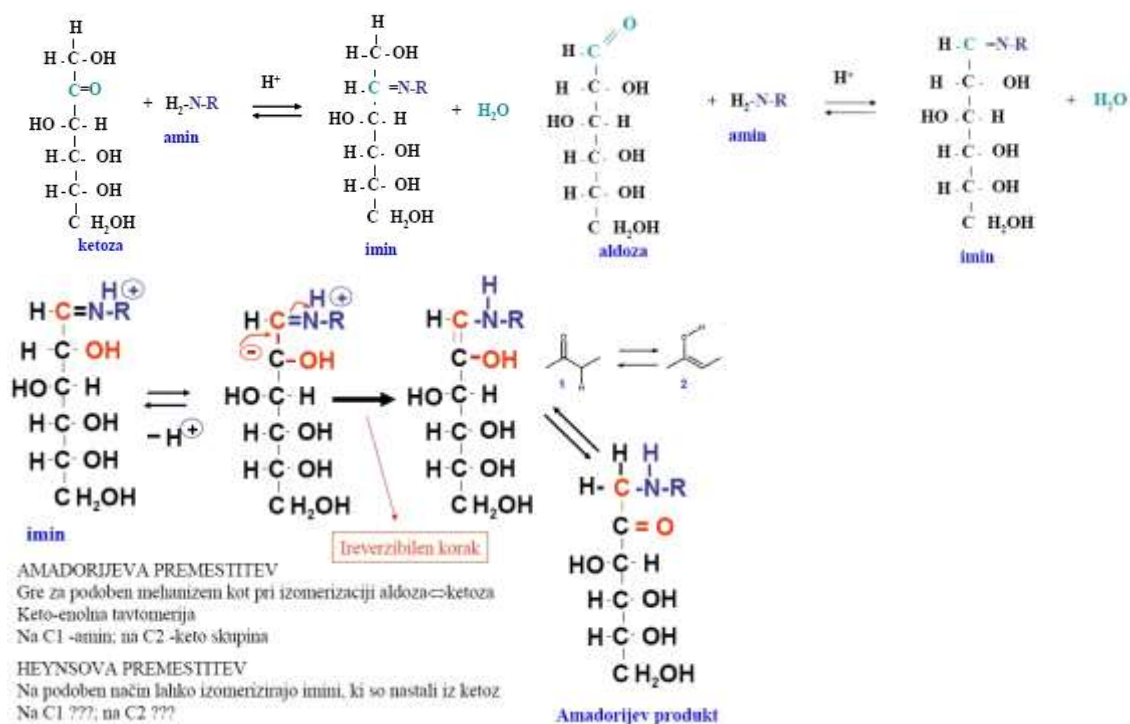
2. Maillardova reakcija ima kompleksen vpliv na lastnosti živila. Naštej nekaj teh vplivov. Komentiraj tudi realna primera, kjer je Maillardova reakcija zaželjena in kjer ni zaželjena.

Živilom daje aromo, bravo, tvorijo se antioksidativne spojine, tvorijo se toksične spojine, izguba lizina, sladkosti, vitaminov in sprememba teksture.

Zaželjeno je pri peki kruha, ker mu da značilno bravo in aromo.

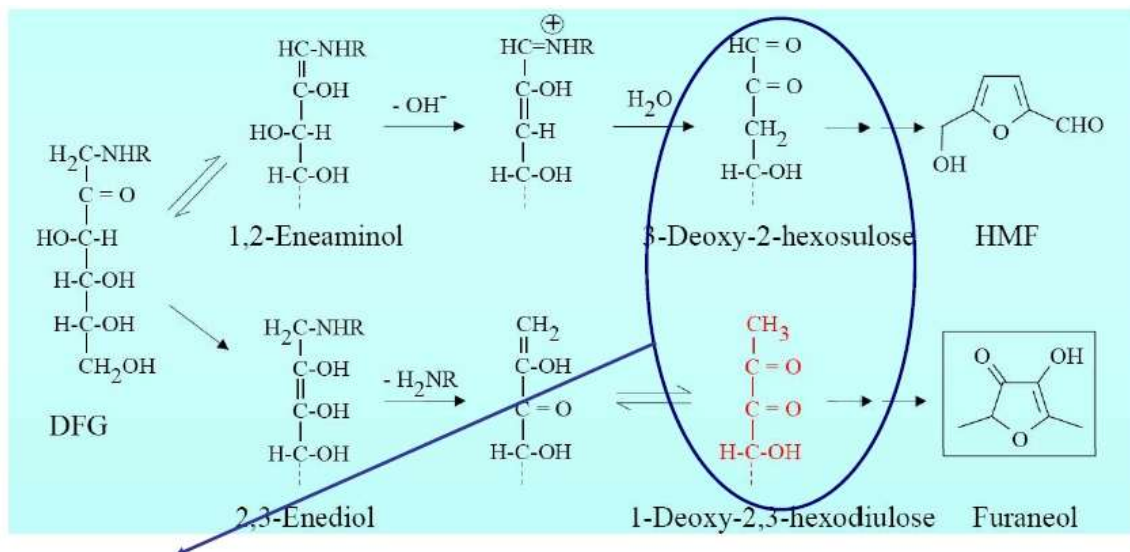
Nezaželjeno je pri termični obdelavi mleka, ker dobi rjavo barvo in zgubimo AK lizin.

3. S formulami prikaži začetne faze Maillardove reakcije (nastanek imininov in Amadorijevih produktov). Pojasni kakšne so razlike med Amadorijevimi produkti, če vstopajo v reakcijo aldoze v primerjavi s ketozami. Pojasni kakšen je vpliv pH na tvorbo iminov.



Nizek pH vodi do popolne protonizacije amino skupine, ki postane slab nukleofil. Zato reakcija poteka pri "kompromisnem" pH (blago kisel/alkalen, odvisno od reakcije).

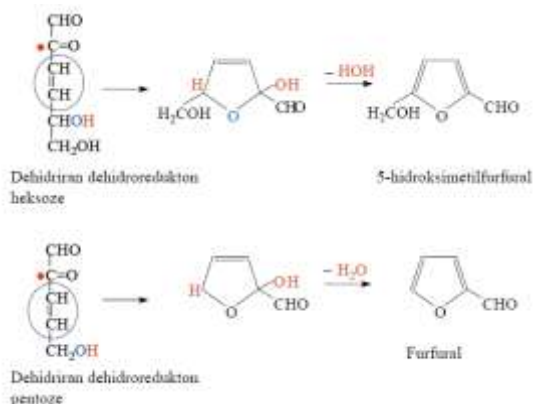
4. S formulami prikaži kako nastanejo dehidroreduktoni. Pri nastanku dehidroreduktonov se vedno odcepi ena molekula-katera. Pojasni ali so dehidroreduktoni bolj oksidirani od sladkorjev, ki vstopajo v reakcijo.



DEHIDROREDUKTONI

Nastaneta hidroksimetilfurfural in furaneol. Dehidroreduktoni so bolj oksidirani, ker imajo na C atomih samo O in ne OH in H.

5. Dehidrirani dehidroreduktoni tvorijo ciklične produkte. Kateri so ti ciklični produkti in v katere reakcije vstopajo. Kakšne posledice ima to na senzorične lastnosti živil.



Pri ciklizaciji dehidriranih dehidroreduktonov nastaneta 5-hidroksimetilfurfural in furaneol. Hidroksimetilfurfural je zelo reaktiven in vstopa v reakcije polimerizacije. Nastanejo visokomolekularni rjavi pigmenti (melanoidini). Pogosteje pride do reakcije, če je $\text{pH} > 5$.

6. Posledica začetnih faz Maillardove reakcije je nastanek dikarbonilnih spojin. Ti produkti so kemijsko zelo reaktivni in lahko reagirajo z aminokisljinami v takoimenovani Streckerjevi razgradnji. Pojasni kakšno posledico ima to za strukturo aminokisljin v primerjavi z aminokisljinami, ki sodelujejo pri nastanku dehidroreduktonov iz Amadorijevih produktov.

Med Strackerjevo razgradnjo AK iz vsake nastane različen aldehyd, ki je hlapna spojina in daje aromo. Živilu se (predvsem zaradi izgube lizina) zmanjša prehranska

vrednost, peptidne vezi se povezujejo z dikarbonili in nastajajo kancerogene substance (minimalno).

7. Pojasni pomen Streckerjeve razgradnje na prehransko vrednost in senzorične lastnosti živil.

Živilu se (predvsem zaradi izgube lizina) zmanjša prehranska vrednost, peptidne vezi se povezujejo z dikarbonili in nastajajo kancerogene substance (minimalno). Aldehidi, ki pri Streckerjevi razgradnji nastajajo so hlapni in dajejo značilno aromo.

8. *V nekaj stavkih pojasni pomen temperature, vodne aktivnosti in pH za potek Maillardove reakcije.*

Hitrost Maillardove reakcije narašča s padajočo vlažnostjo samo do določene vrednosti (cca 5% vlage). Optimum je med 10-15% vlage. Pri večjih koncentracijah vode so reaktanti razredčeni in je zato hitrost manjša. Pri manjših koncentracijah pa hitrost reakcij manjša počasnejša difuzija.

Hitrost Maillardove reakcije se poveča za 20-50%, če temperatura naraste za 1°C. Pri višji T se tvorijo produkti z večjim deležem C in so bolj temno obarvani.

Za večino AK je optimalen šibko bazičen pH. Nezaželjene arome so pogostejše pri nižjem pH, višji pH pa povzroči bolj temno obarvane produkte. Med reakcijo se pH zmanjšuje. Maillardova reakcija ne poteka, če je pH pod 3.

9. Pojasni kakšna je reaktivnost različnih aminokislin in ogljikovih hidratov v Maillardovi reakciji.

Reaktivnost pada:

pentosa>heksoza>reducirajoči disaharidi>nereducirajoči disaharidi

manosa>galaktoza>glukoza

kratkoverižne AK>dolgoverižne AK (lizin tudi, ko je v proteinu)

sirotka>kazeini>sojini proteini>gluten

10. Pojasni s katerimi fizikalno kemijskimi dejavniki lahko učinkovito upočasnimo Maillardovo reakcijo v živilih.

Nizek pH, nizka T, močno znižamo aw, reduciramo reducirajoče sladkorje, dodamo sulfit.

Naravna barvila:

1. Živila lahko porjavijo zaradi različnih encimskih in nencimskih reakcij. Naštej različne tipe porjavenja in jih na kratko komentiraj (stavek).

Encimsko porjavenje zaradi polifenol-oksidge, v sveže narezanem sadju, zelenjavi in sokovih.

Karamelizacija – dehidracija in polimerizacija sladkorjev pri visoki temperaturi.

Porjavenje lipidov – reakcije oksidacije pri visokih temperaturah (cvrtje).

Millardova reakcija – reakcija reducirajočih sladkorjev in spojin z amino skupino.

2. Razloži kaj je strukturno mioglobin. Pojasni kako različna oksidacijska stanja in in vrsta ligandov vplivajo na barvo mioglobina. Pojasni tudi na kakšne načine lahko stabiliziramo rdečo barvo mioglobina.

Mioglobin je globin iz 153 AK in globina. Fe²⁺ in voda – škrlatno rdeča barva. Fe²⁺ in O₂ – živo rdeča barva, Fe³⁺ in voda – rjavo rdeča barva.

Barva mesa je odvisna tudi od parcialnega tlaka kisika. Oksidacijo upočasnijo negativni globin, nizek pH in Cu ioni pa jo pospešijo.

Pigmente stabiliziramo z dodatkom nitritov/nitratov in pakiranjem v modificirano atmosfero.

3. Razloži kaj je strukturno klorofil. Pojasni katere so tiste strukturne spremembe na molekuli, ki vplivajo na barvo klorofila (do kakšnih sprememb prihaja). Pojasni tudi kateri fizikalno kemijski in encimski dejavniki vplivajo na strukturo klorofila (na kaj vplivajo)

Klorofil sestavljajo substituirani porfirini in Mg ion v sredini. Med skladiščenjem pride do spremembe barve zaradi: disociacije Mg, hidrolize fitola na C7, estrifikacije propanojske k na C7, odcepa karboksimetila na C10, redukcije etilenske skupine na C2.

Na strukturne spremembe vplivajo:

encim klorofilaza katalizira hidrolizo fitola C7 s klorofila, aktivira se pri termični obdelavi živil (60-80°C), pri višji tem denaturira. Zmanjša zeleno barvo.

Klorofil je bolj stabilen v bazičnem pH kot v kislem.

Kelatorji vežejo Mg in zmanjšajo zeleno barvo.

Oksidacija ciklopentanskega obroča klorofila zmanjša intenziteto.

Foto-razgradnja: razpad porfirinskega sistema in nastanek spojin z majhno molsko maso.

4. Pojasni s kakšnimi fizikalno kemijskimi pristopi lahko ohranjamo, ali celo izboljšamo barvo klorofila.

Nevtralizacija kislih raztopin z dodatkom CaO ali NaH₂PO₄ v vodo za blanširanje. Pride do izgube barve med skladiščenjem, deaminacije AK in pospešene hidrolize lipidov.

HTSP (high temperature, short time processing)

Termična obdelava pri nižji T (60°C): barva se zmanjša, a je na dolgi rok bolj obstojna.

Izolacija klorofilov in zamenjava ionov s Cu, Zn – dovoljeno barvilo v EU.

Dodatek Zn ionov v vodo za blanširanje.

5. Pojasni kaj so strukturno karotenoidi. Pojasni v katerih živilih jih najdemo in zakaj so intenzivno obarvani. Kakšna je kemijska stabilnost karotenoidov.

Najdemo jih v korenju, rdeči papriki, koruzi, lososu. Dajejo barvo, absorbirajo odvečno svetlobo, pomagajo pri fotosintezi (usmerjajo fotone na klorofil) in so signalne molekule.

6. Pojasni kaj so strukturno antocianini (antocianidini). V katerih živilih jih najdemo. Kakšna je njihova obarvanost in kao strukturne lastnosti vplivajo na obarvanost.

Antociani so flavonoidi (C₆C₃C₆). Najdemo jih v jagodah, slivah, gozdnih sadežih, grozdju, brusnicah.

Več OH imajo bolj so modro obarvani, več zaestrenih OH daje rdečo barvo.

Največkrat rastline vsebujejo več antocianov. Različna barva je tudi posledica koncentracij in pH.

7. Pojasni kako različni fizikalno kemijski dejavniki vplivajo na stabilnost antocianidinov in na njihovo obarvanost.

Hidroksilacija antocianov zmanjšuje stabilnost.

Termična obdelava premakne ravnotežje proti brezbarvnim produktom.

Oksidirajo se s kisikom (problem pri soku rdečih pomaranč – pakiran v kontrolirano atmosfero).

Fotokemično – substituenti na C5 zmanjšajo stabilnost.

Sladkorji stabilizirajo antocianide, ker je manjša a_w.

Produkti Maillardove reakcije reagirajo z antociani.

Encimi 1:

1. *Pojasni kako vpliva temperatura na hitrost encimsko kataliziranih reakcij. Pojasni povezavo časa in temperature na encimsko aktivnost. Pojasni kaj je to temperaturni optimum. Pojasni zakaj pri industrijskih aplikacijah encimov le te uporabljamo pod temperaturnim optimumom.*

Začetna hitrost kemijske reakcije s T strmo narašča, potem pa pri določeni T drastično pade zaradi koagulacije encima. Optimalna temperatura za delovanje nekega encima je pri temperaturah kjer postaja hitrost denaturacije relativno pomembna in začne prispevati k zmanjševanju koncentracije encima.

Encime uporabljamo pri T, ki je za 5-20° nižja od T optimuma, ker mu s tem podaljšamo življensko dobo.

2. *Pojasni kako različni fizikalno kemijski dejavniki vplivajo na temperaturno aktivnost in stabilnost encimov.*

Slabša topnost plinov pri višjih T. Če je kisik reaktant, bo prišlo do manjše aktivnosti tudi ko encim še ne bo denaturiran.

Nekateri proteini lahko denaturirajo pri nizkih temperaturah, ker se oslabijo hidrofobne interakcije.

Temperatura vpliva na interakcije substrata in encima in s tem na Km.

Prisotnost substratov in inhibitorjev termično stabilizira encime.

Manjši encimi, vodotopni, tisti z več disulfidnimi vezmi, tisti v naravnem okolju in ekstracelularni so pogosto bolj stabilni.

Določen delež denaturiranih encimov se po ohladitvi pod Td ponovno renaturira (odvisno od encima in fiz okolja).

3. *Pojasni zakaj ima pH velik vpliv na aktivnost encimsko kataliziranih reakcij.*

Pojasni pojma »območje pH stabilnosti« in »pH optimum encimske aktivnosti«.

Navedi primer encimov kjer območji optimalne aktivnosti in stabilnosti ne sovpadata (pojasni).

Encim in substrat (lahko) vsebujeta funkcionalne skupine, ki spreminjajo naboj v odvisnosti od pH in tako se hitrost reakcije spreminja s pH.

Območje pH stabilnosti: je tisto območje pH kjer se encim ne denaturira. Ponavadi je širše od območja pH aktivnosti.

Območje pH aktivnosti: je območje pH pri katerem lahko encim izraža svojo katalitično aktivnost.

Nekateri encimi so najbolj stabilni pri pH kjer niso aktivni, take so proteinaze.

4. *Pojasni kako vpliva vodna aktivnost na hitrost encimsko kataliziranih reakcij (splošno). Pojasni tudi katere snovi in zakaj lahko uporabimo za zniževanje vodne*

aktivnosti (povečevanje osmolarnosti in ionske jakosti). Kako te snovi vplivajo na na stabilnost in aktivnost encimov.

Encimsko katalizirane reakcije pri majhni a_w ne potekajo (pri povečanju a_w se reaktivirajo). Večina kaže aktivnost šele pri $a_w > 0,4$.

A_w lahko nižamo s snovmi kot so poliolli (glicerol), ker stabilizirajo strukturo proteinov, zaradi večje viskoznosti se močno upočasnijo reakcije. Pomembno za shranjevanje encimov.

Encime lahko v pomanjkanju vode stabiliziramo z osmoprotektanti (poliolli, sladkor, AK), ki tvorijo z encimi H vezi in elektrostatske interakcije.

Različni ioni vplivajo na strukturo proteinov: stabilizacija/denaturacija.

Halofilnim encimom se aktivnost zelo poveča s povečanjem ionske jakosti.

5. Pojasni kako vplivajo nizke temperature in zmrzovanje na aktivnost encimsko kataliziranih reakcij (dejavniki, ki upočasnijo in dejavniki, ki pospešijo). Razloži pomen blanširanja v povezavi pred zamrzovanjem.

Zmrzovanje upočasnjuje hitrost encimskih reakcij (nizka T) in zniža a_w (kristalizacija vode).

Encimske reakcije pospeši:

Višja koncentracija substratov in encimov.

Povečanja ionska jakost in osmolarnost pospeši aktivnost halofilnih encimov.

Porušenje strukture celic s kristali vode omogoči stik encima s substratom.

Encimske reakcije upočasnijo:

Nižja T.

Povečana viskoznost povzroči manjšo difuzijo encimov in substratov.

Povečana ionska jakost in osmolarnost zmanjša aktivnost večine encimov.

Majhni kristali, ki nastanejo pri hitrem zmrzovanju pospešijo površinsko denaturacijo encimov.

Encimi 2:

1. Naštej najmanj 5 različnih encimov ki so v živilih (endogeni) in za vsakega na kratko pojasni kako vpliva na strukturne, prehranske in/ali senzorične lastnosti živil.

Polifenol-oksidge: encimsko porjavenje sadja/zelenjave.

Peroksidaze, oksidoreduktaze, lipooksigenaze, hidroksiperoksid-liaze, mirozinaze, alinaze, pektinaze, proteinaze.

2. V nekaj stavkih pojasni **pristop, ki ga uporabimo pri hidrolizi škroba**. Pojasni katere encime uporabljamo in zakaj. Omeni tudi faktor temperature v teh reakcijah.

Hidrolizo škroba opravimo z α in β amilazami.

α amilaze rodu bacillus so uporabne med 80 in 110°C, β amilaze pa med 45 in 70°C.

3. Pojasni kako lahko izkoristimo endogene amilaze, oziroma uporabimo eksogeno dodane amilaze v pekarski industriji in pivovarstvu. Kakšne so ključne prednosti delovanja teh encimov.

V pekarstvu v testo dodajamo α amilaze ali pa so že endogeno prisotne v testu.

Delno hidroliziran škrob zagotavlja hrano za kvasovke med vshajanjem. Testo je manj viskozno, poveča se njegov volumen (sredica) in skorja je bolj hrustljava zaradi Maillardove reakcije z reducirajočimi sladkorji. Zaradi delne hidrolize pride do manjše retrogradacije. Pretirana hidroliza vodi v nezaželjeno strukturo, potrebno je uporabiti α amilaze, ki med peko denaturirajo.

Pri pivovarstvu so amilaze že prisotne v različnem zrnju, a se jih vseeno dodaja, da pospešijo hidrolizo škroba iz praženih in zmletih zrn. Zrnje prepojijo z vodo, da nabrekne, nato nekaj dni kali, kaleča zrnja osušijo in dehidrirajo (T sušenja vpliva na temnost obarvanja). Taka zrna zmeljejo in zmešajo z vodo na 45-65°C za nekaj ur. V tej fazi lahko dodajajo različne encime, ki pomagajo hidrolizirati škrob. Poteka tudi hidroliza proteinov z endogenimi proteinazami.

4. V živilstvu lahko uporabljamo različne encime, ki pretvarjajo sladkorje. Na konkretnih primerih (glukoza-izomeraza, glukoza-oksidge, invertaza, beta-galaktozidge) navedi kakšna je njihova uporabnost.

Glukoza izomeraza: v kolono dajo glukozni sirup in ga z encimom termostatirajo na 60°C. Dobimo sirup s 45% fruktoze.

Glukoza oksidge: oksidacija glukoze v ciklični obliki (npr za jajčni beljak, zmanjšanje kisika v embalaži, dodatek v zobne paste, ker ustvarja peroksid, dodatek v testo za bolj čvrst kruh).

Invertaza: hidroliza saharoze v glukozo in fruktozo – deluje pri visoki ozmolarnosti saharoze. Za izdelavo umetnega medu, pripravo sladice s tekočim centrom, večja MB varnost zaradi manjše aw.

β galaktozidaza: hidroliza glukoze v laktozo in galaktozo. Za povečanje sladkosti, reduktivne moči, preprečevanje kristalizacije (sladoled), zmanjšanje laktoze zaradi laktozne intolerance.

5. Pojasni katere reakcije katalizirajo različni pektični encimi in pojasni kakšna je uporabnost eksogenih encimov v živilski industriji. Pojasni tudi delovanje endogenih pektičnih encimov v povezavi s temperaturo in vpliv teh encimov na teksturo živil. Poligakturonaza hidrolizira glikozidne vezi v pektinu (uporabno za bistrenje sokov in vina). Stabilen je do 55°C.

Pektin-liatza: nehidrolitičen razcep glikozidne vezi dveh galakturonskih kislin/metilnih estrov.

Pektin-metilesteraza: hidroliza metilnih estrov galakturonske kisline v pektinu, termično stabilen do 70°C.

6. Pojasni kako glede na katalitični mehanizem in substratno specifičnost razdelimo proteinaze.

Serinske, cisteinske, malo proteinske in aspartanske proteinaze.

Substratno: endo/eksoproteinaze.

7. Pojasni kaj so to proteinski hidrolizati. S kakšnimi nameni jih pripravljamo (funkcionalne in prehranske lastnosti). Kateri je največji senzoričen problem proteinskih hidrolizatov in kako ga lahko rešujemo.

Izboljšava funkcionalnih lastnosti (topnost, penjenje, emulgiranje), zmanjšanje alergnosti (razgrdnja epitopov), povečanje prehranske vrednosti (bioaktivni peptidi, lažja prebavljivost).

Problem proteinskih hidrolizatov je povečana grenkost. Proteinske hidrolizate dodatno obdelamo z mešanico aminopeptidaz in karboksipeptidaz, ki skrajšajo grenke peptide in odcepijo hidrofobne AK s koncev peptidov.

8. Eksogeno dodane proteinaze imajo veliko uporabnost v živilsko predelovalni industriji. Na konkretnih primerih (sirarstvo, obdelava mesa, industrija pijač, pekarska industrija) navedi kakšna je njihova uporabnost.

Sirjenje mleka:

Aspartatna proteinaza kimozin, ki se nahaja v prebavnem traktu teličkov se uporablja za sirjenje mleka v proizvodnji sira. Najprej se doda starterske mikrobiloške kulture, ki znižajo pH mleka na 6, nato se pri 40 °C do 45 °C doda kimozin, ki po delni hidrolizi sproži obarvanje kazeina. Ostanek kimozina v siru poleg bakterijskih proteaz prispeva k razvoju arome. Uporabljajo se tudi rekombinanti (genetsko modificirani) kimozini. Za sirjenje mleka se uporabljajo tudi nekatere druge proteinaze, ki imajo manjšo hidrolitično moč, vendar tvorijo tudi manj grenkih peptidov

Obdelava mesa:

Da pospešimo mehčanje mesa zaradi endogenih proteinaz se lahko doda tudi eksogene proteaze. Uporabne so predvsem nekatere cisteinske endopeptidaze (papain, ficin). Učinkovito hidrolizirajo proteine vezivna tkiva kot sta kolagen in elastin (reduktivni pogoji - postmortem).

Encime se doda na površino v obliki praška, ali pa se jih v slanici vbrizga v notranjost tkiva.

Lahko se jih tudi vbrizga v žilo živali nekaj minut pred usmrtnitvijo (enakomerna razporeditev).

Ker so relativno termostabilne pride do mehčanja mesa tudi na začetku kuhanja.

Bistrenje pijač:

V pivu se lahko pojavijo meglice, ki so posledica kompleksov taninov in proteinov.

Tvorbo takšnih kompleksov lahko preprečimo z dodatkom proteinaz (papain, bakterijske, glivne proteinaze) pred končno filtracijo piva. Proteinaze se denaturira s pasterizacijo.

Proteaze se lahko doda tudi med drozganjem, da povečajo topnost proteinov/peptidov, ki so hrana kvasovkam med fermentacijo.

Uporaba v pekarski industriji:

V določenih primerih je zaželjena delna hidroliza glutena. Delna hidroliza rezultira v večjemu volumnu vzhajanelega testa. Pečen kruh ima večji volumen, bolj enakomerno sredico in je mehkejši. Encimi so aktivni tudi nekaj časa med peko (denaturacija). Prekomerna hidroliza rezultira v trdem kruhu, ki ne bo dovolj vzhajal (poruši se glutenska mreža).

Hidroliza je uporabna tudi pri izdelkih, kjer je zaželjeno bolj mehko testo, ki se lažje oblikuje (pica, vafli, piškoti)

9. *Pojasni katere reakcije katalizirajo lipaze. Navedi nekaj primerov kjer lahko v živilski industriji lipaze koristno uporabimo. Pojasni pa tudi v katerih primerih je encimska aktivnost lipaz nezaželjena in pojasni zakaj.*

Lipaze hidrolizirajo katalizo esterske vezi, če so ti deli koloidnih agregatov ali micel.

Uporabljajo se za sproščanje kratkoverižnih MK, premeščanje MK znotraj TAG.

Sirarstvo: Pri staranih sirih je zaželjena bolj pikantna aroma. Dodamo lahko mikrobne lipaze, ki sproščajo kratkoverižne MK (ketoni, aldehidi). Predoziranje lahko rezultira v milnatem okusu in grobi aromi.

Pekarstvo: Mikrobne lipaze se relativno pogosto doatek pri pripravi testa. Izboljša se volumen, sredica je bolj uniforma in zračni mehurčki v kruhu ostanejo večji. Izboljšani lastnosti so posledica nastanka monoacil in diacilglicerolov, ki so dobri emulgatorji ter delno hidrolizirani fosfolipidov. Zaradi nastanka emulgatorjev se upočasni tudi retrogradacija škroba (kruh ostane svež dalj časa). Manjša potreba po dodatku emulgatorjev v testo ("kupcu prijaznejša" deklaracija).

10. *Pojasni katere reakcije katalizirajo polifenol-oksidge. Ali je delovanje polifenol-oksidge v živilih zaželjeno ali nezaželjeno (navedi konkretne primere). Pojasni kateri dejavniki pri predelavi živil pospešujejo (aktivirajo) delovanje polifenol-oksidge.*

Katalizirajo oksidacijo fenolnih substratov. Za aktivnost potrebujejo Cu^{2+} ione kot kofaktor in O_2 kot reaktant. Aktivne so pri pH med 4 in 7, s temperaturnim optimumom 50°C (denaturirajo pri $T > 70$).

Encimsko porjavenje ni zaželeno pri predelavi sokov, ki porjavijo pred pasterizacijo in pri sadju in zelenjavi. Med živalskimi tkivi tako porjavenje imenujemo rak. Zaželeno pa je pri črnemu čaju, kakvu, rozniarah, suhih slivah.

11. *Encimska aktivnost polifenol-oksidadz v živilih je pogostokrat nezaželjena. S katerimi fiikalno kemijskimi dejavniki lahko zmanjšamo aktivnost teh encimov in zakaj.*

Aktivnost PPO zmanjšamo s:

Termično obdelavo pred zmrzovanjem – blanširanjem.

Z zmanjšanjem koncentracije O_2 , pakiranjem v modificirano atmosfero, obilvanje s sladkornimi sirupi. Ne smejo bit popolnoma brez O_2 zaradi anaerobnih procesov.

Dodatek reducentov, ki reducirajo kinone nazaj v fenole (askorbinska k, sulfiti, cistein)

Dodatek kelatorejv, ki vežejo Cu^{2+} in zmanjšajo njegovo koncentracijo na aktivnem mestu.

Dodatek inhibitorjev (Cl^- , F^-).

Nižanje pH – PPO so slabo aktivne pri $\text{pH} < 3$. Limonin sok ima nizek pH + askorbinsko.

12. *Pojasni katere reakcije katalizirajo lipooksigenaze. Ali je delovanje lipooksigenaz zaželeno ali nezaželeno (navedi konkretne primere). Pojasni kako lahko v živilih reguliramo encimsko aktivnost lipooksigenaz.*

Lipooksigenaze oksidirajo MK.

Zaželeno je zaradi oksidacije pigmentov (bel kruh je bolj bel, boljše viskoznične lastnosti testa). Daje zaželeno aromo svežim ribam.

Nezaželjena je zaradi razvoja nezaželjene arome zelenjave (žarkost). Zaradi oksidacije karotenoidov pride do razbarvanja.

13. *Pojasni kaj so glukozinoalti in kaj mirozinaze. Katera živila vsebujejo mnogo glukozinolatov. Pojasni nekatere pozitivne in nekatere negativne učinke razgradnih produktov glukozinolatov na zdravje.*

Glukozinolati so tioglikozidi kapusnic. Mironaza je encim, ki katalizira hidrolizo glikozidne vezi v glukozinolatih. Posledica katalize so različni hlapni produkti za zaščito kapusnic (neprijeten vonj, naravni insekticidi).

Zaželeno je, ker dajejo kapusnicam značilno aromo, nekateri produkti reakcij glukozinolatov in mirozinaze imajo antikancerogen učinek.

Nezaželjen je nastanek cianatov, ki zmanjšajo absorbcijo joda in s tem povzročajo golšavost. Zaradi jodirane soli danes ni te nevarnosti.

Minerali:

1. *V povezavi z minerali (in vitamini) najdemo oznake EAR, RDA, AI in UL. Pojasni kaj te kratice pomenijo in kakšen je njihov fiziološki pomen.*

EAR – estimated average intake (dnevni vnos hranila, ki zagotovi prehranske potrebe 50% posameznikov v skupini)

RDA – recommended dietary allowance (dnevni vnos hranila, ki naj bi zagotovil potrebe velike večine posameznikov v skupini)

AI – adequate intake (dnevni vnos hranila, ki naj bi zadovoljiv potrebe velike večine posameznikov brez raziskav)

UL – tollerable upper intake level (največji vnos hranila pri katerem še ne pričakujemo nezaželenih učinkov)

2. *Na biološko dostopnost mineralov ne vpliva le njihova vsebnost v živilih, ampak tudi fizikalno kemijski dejavniki in fiziološko stanje posameznika. Navedi nekaj konkretnih primerov.*

Na dostopnost mineralov vplivajo: kemijska struktura živila (če se ne topijo v živilu se slabše absorbirajo), ligandi v živilu (liganti, ki tvorijo netopne komponente z mineralom zmanjšajo absorbcijo), redoks aktivnost živilskih komponent (oksidanti zmanjšajo absorbcijo Fe, antioksidanti pa povečajo), interakcije med minerali (absorbicija Ca zavira absorbcijo Fe), fiziološko stanje človeka (nosečnost, starost, bolezenska stanja npr. Chronova).

3. *Primerjaj minerala natrij in kalcij glede na naslednje parametre: prehranski viri, fiziološki vplivi in ustreznost vnosa, problemi z resorpcijo, tehnološka uporaba.*

Kalcij: mleko in melčni izdelki, špinača. RDA je 1000mg, vnos je pogosto premajhen. Dodaja se ga sokom, mlečnim izdelkom in izdelkom s sojo. Sodeluje pri tvorbi gela z LM pektinom, vpliva na elastičnost sira.

Fosfat: mleko, mlečni izdelki, meso, ribe, izdelki iz polnozrnatih žit, zelenjava. RDA je 1000mg, hrana je bogata s fosforjem in ni problematičen. Uporablja se ga v pijačah, sirih, mesnih izdelkih zaradi nakisanja, puferskih, emulgatorskih lastnosti, vezave vode in antioksidante.

4. *Pojasni fiziološko vlogo železa; probleme, ki so povezani s pomanjkanjem oziroma prevelikim vnosom železa; pojasni kateri del populacije je najbolj izpostavljen; interference različnih spojin pri vnosu železa; probleme povezane z dodajanjem železa v različna živila.*

RDA moški 8mg, ženske 18mg, nosečnice 27mg (50% nosečnic ima premalo Fe, probleme imajo tudi vegeterianci, ki uživajo malo vitamina C). 2/3 za prenos kisika, celično dihanje, encimsko katalizo in 1/3 se skladišči v obliki feritina. Zaradi tvorbe prostih radikalov je lahko Fe toksično.

Dodatek Fe v živila pospeši kvar živil (oksidacija nenasičenih MK in A, C, E vitaminov). Poslabša se vonj (žarko) in barva izdelkov, še posebej če je dodano nekompleksirano Fe. Moko z dodatkom Fe je treba porabiti v 3 mesecih.

5. Primerjaj minerala cink in baker glede na naslednje parametre: prehranski viri, fiziološki vplivi in ustreznost vnosa, problemi z resorpcijo, vpliv na stabilnost živil.

Cink: v rdečem mesu, oreščkih, RDA 10mg (problem pri vegetarijancih), kofaktor encimov, regulira ekspresijo genov. Dodaja se ga v moko v obliki ZnO ali ZnSO₄.
Baker: meso, žita, zelenjava, temna čokolada, RDA 10mg, kofaktor mnogim encimom in sodeluje v dihalni verigi. Predstavlja problem pri oksidativni stabilnosti živil.

Vitamini:

1. Pojasni kaj razumemo pod pojmom vitamini. Kaj so vitamini določenega vitamina. V kateri dve osnovni skupini razdelimo vitamine in zakaj. Pojasni tudi zgodovinski razvoj poimenovanja vitaminov.

Vitamini so organske spojine potrebne v majhnih količinah, ki jih telo ne more sintetizirati.

Prvi vitamin, ki so ga izolirali je imel amino skupino. Zato so ga poimenovali življenjski amin – vitamin. Lipotopno

Vitamini so strukture, ki so podobne vitaminom in imajo lahko vitaminski učinek. Ločimo v maščobi topne (4) in v vodi topne (9) vitamine. Lipotopno frakcijo mleka so poimenovali vitamin A, vodotopno pa vitamin B (kasneje so ugotovi, da sem spada več vitaminom in jim dodali številke). Nato so po isti logiki poimenovali še vitamin C.

2. Na vsebnost vitaminov v živilih lahko vplivajo pogoji pridelovanja, fiziološko stanje plodov, pogoji procesiranja in skladiščenja, kakor tudi kemijsko in fizikalno okolje. Navedi nekaj konkretnih primerov in jih (če se da) na kratko pojasni.

Vsebnost vitamina C je odvisna od zrelosti plodu.

β karoten varira glede na vrsto korenčka.

Oba varirata glede na način gojenja in pridelave, osvetlenosti, vode, genske slike.

Na vsebnost lipidotopnih vitaminov v živilih živalskega izvora lahko vplivamo s hrano. Pri vodotopnih lahko dosežemo, da njihova količina ni premajhna.

Nekatera živila imajo encime, ki pretvarjajo vitamine med skladiščenjem. Vsebnost vitaminov lahko pade tudi zaradi oksidacije.

Pri mehanskem procesiranju živil zavržemo določene dele živila, ki imajo dosti vitaminov (lupina). Pri mletju žita in pripravi moka se vsebnost vitaminov zmanjša za 50%. Pri mehanskem procesiranju pride do mešanja vitaminov in encimov in lahko pride do pretvarjanja (v 5min se oksidira 50% vitC, če zelje narežemo).

Pri termični obdelavi razpadajo vitamini, ker pogosto poteka v vodi prihaja tudi do mešanja substrata z encimom. HTSP omogoča večji delež ohranjenih vitaminov. Pri termični obdelavi z mikrovalovko so manjše izgube, ker ni izluženja.

3. Pojasni katere molekule uvrščamo med vitamin A, kateri so osnovni viri, kakšna je fiziološka vloga, kako se odraža pomankanje in kako predoziranje. Pojasni tudi kako različni fizikalno kemijski dejavniki vplivajo na stabilnost vitamina A in kateri je ključen strukturi element nestabilnosti.

Vitamin A, njegovi vitamini so retinol, retinal in retinojska kislina, estri retinojske kisline provitamini pa β karoten in β kriptokanin.

Najdemo ga v jetrih, mesu, karotenoidnih živilih in maslu.

Za gledanje, gensko ekspresijo, imunološke funkcije in kot antioksidant. Pomanjkanje povzroči različne oblike slepote, predoziranje pa akumulacijo v maščobah (okvare ledvic, slabost, nevrolški problemi) in motnje v metabolizmu Ca. Zelo je dostopen za oksidacijo, izomerizacija iz trans v cis zmanjša učinkovitost vitamina A (termična in fototermična izomerizacija). Vitamin A kot dodatek je pri nizki aw dobro stabilen.

4. *Pojasni katere molekule uvrščamo med vitamin E, kateri so osnovni viri, kakšna je fiziološka vloga, kako se odraža pomanjkanje in kako predoziranje. Pojasni tudi kako različni fizikalno kemijski dejavniki vplivajo na stabilnost vitamina E. Vitamin E se uporablja v živilstvu ne samo zaradi vitaminskega učinka. V kateri funkciji ga lahko dodajamo živilom in zakaj.*

Vitamin E so tokoferoli in tokotrienoli. Viri so rastlinska olja, oreški, špinaca, pšenica. Je antioksidant, zmanjša verjetnost za raka in Alzheimerjevo. Pomanjkanje povzroči okvaro živcev in poškodbo eritrocitov, preveč pa krvavitev, srčno odpoved in srčne okvare plodu.

Vitamin E se hitro oksidira (pospešijo prosti radikali, redoks aktivni ioni in povišana T). Uporablja se kot antioksidant za stabilizacijo lipidnih sistemov.

5. *Pojasni katere molekule uvrščamo med vitamin C, kateri so osnovni viri, kakšna je fiziološka vloga, kako se odraža pomanjkanje in kako predoziranje. Vitamin C je eden najbolj nestabilnih vitaminov, pojasni kako različni fizikalno kemijski dejavniki vplivajo na stabilnost vitamina C. Vitamin C se uporablja v živilstvu ne samo zaradi vitaminskega učinka. V kateri funkciji ga lahko dodajamo živilom in zakaj.*

Vitamin C sta L-askorbinska in L-deaskorbinska kislina. Viri so sveža rastlinska hrana, krompir in šipek.

Vitamin C se uporablja za biosintezo kolagena, karnitina, neurotransmiterjev in kot antioksidant. Pomanjkanje povzroča skorbut, preveč pa izpuščaje in ledvične kamne. Stabilnost vitamina C: mehanske poškodbe pospešijo oksidacijo, prisotnost kelatorjev jo upočasni, pri dolgem shranjevanju tudi neencimske pretvorbe. DHA je bolj nestabilna, najpočasneje razpade v pH 2-5, vendar vseeno v nekaj dneh. Živilom ga dodajajo zaradi antioksidativnega učinka (prepreči porjavenje), preprečevanje oksidacije bioloških molekul, odvzem kisika pri pakiranju, inhibicija tvorbe strupenih nitrozaminov.

6. *Podrobneje si pogledjte B1, B2, B6, B9 in B12 (struktura, funkcija). Možne so tudi medsebojne primerjave glede kemijske reaktivnosti in stabilnosti (pH, kisik, kovinski ioni, temperatura, molekule s katerimi lahko reagirajo).*

B1: tiamin fosfat, kofaktor encimov v metabolizmu sladkorja in AK

B2: riboflavin, sestavni del oksidoreduktaz, v dihalni verigi.

B6: pirodoksal, pirodoksamin, pirodoksin, kofaktor transaminaz, sodeluje pri metabolizmu, regulaciji ekspresije genov

B9: folna kislina, kofaktor encimov za biosintezo AK in nukleotidov, prenos C1 skupine

B12: cianokobalamin, kofaktor encimov za biosintezo nukleotidov in metabolizem MK, prenaša metilne skupine.

Prehranski aditivi:

1. Pojasni kaj so prehranski aditivi in s katerimi nameni jih dodajamo živilom. Pojasni tudi v katerih primerih jih ne smemo dodajati.

Prehranski aditivi so snovi, ki jih dodamo hrani zaradi:

Izboljšanja in/ali ohranjanja okusa arome in izgleda živila.

Podaljšanja roka trajanja živil.

Izboljšanja prehranske vrednosti živil.

Lažje izvedbe tehnoloških postopkov pri predelavi živil.

Boljšega sprejemanja živil s strani kupcev.

Prehranskih aditivov ne smemo dodajati hrani z namenom da bi:

Prekrili slab postopek

Skrili poškodbe, kvar ali druge pomanjkljivosti

Zavedli kupce

Zmanjšali vsebnost pomembnih sestavin živila

Aditivov se ne sme dodajati v večjih količinah kot je minimalno potrebno.

2. V grobem pojasni razdelitev prehranskih aditivov in naštej nekaj skupin aditivov (učinki zaradi katerih jih dodajamo)

E100–E199: barvila

E200–E299: antimikrobna sredstva-prezervativi,...

E300–E399: antioksidanti, regulatorji kislosti ,...

E400–E499: zgoščevalci, stabilizatorji, emulgatorji ,...

E500–E599: sredstva za vzhajanje, sredstva za preprečevanja sprijemanja ,...

E600–E699: ojačevalci okusa

E700–E799: antibiotiki

E900–E999: razno

E1000–E1999: ostale spojine in encimi

3. Pojasni zakaj dodajamo v testo različna sredstva za vzhajanje. Pojasni v katerih lastnostih se razlikujejo (glede vpliva na vzhajanje) se razlikujejo uporabljani karbonati in hidrogenkarbonati. Pojasni zakaj dodajamo v testo poleg karbonatov in hidrogen karbonatov še različne kisline (oziroma snovi, ki generirajo kisline). Kakšne učinke lahko dosežemo z različnimi kisljinami (navedi konkretne primere).

Sredstva za vzhajanje sproščajo pline, ki naredijo luknjičasto in mehkejšo strukturo izdelka.

Amonijeve soli razpadejo pri povišani T na CO₂.

Kalijev in natrijev hidrogen karbonat pa potrebujeta še kislino, da nastane CO₂ in H₂O. Pravilno ravnotežje kisline in hidrogenkarbonata je pomembno, ker preveč hidrogenkarbonata daje milnat okus, preveč ksiline pa kislega ali grenkega. S kombinacijo kisline in sredstva za vzhajanje lahko vplivamo na hitrost sproščanja CO₂.

4. Fosfate (vključno s polifosfati) in nitrite (vključno z nitrati) uporabljamo v predelavi mesa. Pojasni s kakšnim namenom dodajamo ene in druge. Pojasni kateri so zdravju bolj škodljivi in zakaj.

Fosfate dodajamo, da dobimo mehkejše testo (veže Ca in zmanjša aktivnost aktina in miozina), povečanja volumna tkiva (ko vežejo Cl- pride do odboja). Taki mesni izdelki so nežni in mehki, vsebujejo veliko vode in imajo majhno kalorično vrednost. Nitrite dodajamo zaradi inhibicije rasti MO, fiksacije rdeče barve, kot antioksidante in za razvoj arome. Problem je, ker tvorijo rakotvorne nitrozamine (pri visoki T v kislem – tudi v želodcu). Uživanje preveč nitrov vodi do cianoze.

5. Pojasni s katerimi nameni dodajamo v živila sulfite in SO₂. Pri katerih pH-jih so v mikrobiološkem smislu najbolj učinkoviti in zakaj.

Sulfite in SO₂ dodajamo zaradi antimikrobnega učinka, preprečujejo encimsko porjavenje, inhibirajo PPO, delujejo kot antioksidanti in reducenti.

Pri nizkem pH najdemo kompleks med vodo in SO₂. V antimikrobno sta najučinkovitejša SO₂ ter neioniziran kompleks in kislina (pH <3). Ionizirana oblika prevladuje med pH 3 in pH 7 deluje na bakterije (bolje na gram-negativne), ne pa na kvasovke.

6. Primerjaj sorbate, benzoate in parabene glede mikrobiološke učinkovitosti (v smislu pH in profila antimikrobnega učinka), stabilnosti in učinkov na zdravje.

Sorbati: za preprečevanje rasti plesni in kvasovk, uporablja se v kislem (max pH 6,5), nekateri MO jo dekarboksilirajo, drugi reducirajo, reagira s prostimi SH skupinami, fotokemično nastane cis izomera.

Benzoati: za stabilizacijo pijač, marmelad, kislega zelja; učinkovita v kislem (max pH 5,5), v majhnih količinah ni toksična.

Parabeni: inhibirajo rast plesni in kvasovk, uporabljajo se lahko pri pH večjem od 7. Niso toksični, izločijo se z urinom.

7. Pojasni zakaj dodajamo v različna živila kelatorje. Katere kelatorje navečkrat uporabljamo. Kakšna je učinkovitost kelatorjev v odvisnosti od pH. Potencialni stranski učinki kelatorjev.

Kelatorje dodajamo, da zmanjšamo konc prostih kovinskih ionov. Najvčkrat dodajamo citrate, polifosfate in EDTA. Nedisociirane oblike slabo vežejo ione – boljši višji pH.

Pretirana uporaba kelatorjev lahko vpliva na absorbcijo mineralov.

8. Pojasni zakaj dodajamo v živila sintetična sladila. Predstavi sintetična sladila na osnovi sulfaminske kisline in peptidna sladila. Pojasni kakšna je stabilnost omenjenih sladil in kateri so največkrat izraženi pomisleki pri njihovi uporabi.

Sladila dodajamo, ker imajo slajši okus od glukoze in nimajo kalorične vrednosti.

Na osnovi sulfaminske kisline dodajamo:

Ciklamate (ovrgli so sum na kancerogenost, saldkost se razvija dalj časa in dlje ostane) in saharin (pri normalni uporabi ni kancerogen, sladek s kovinskim priokusom).

Peptidna sladila:

Aspartam (termično nestabilen, nestabilen v kislem; iz njega nastaja fenilalanin, ki je lahko odvajalen, pri veliki količini lahko nastane preveč metanola), uporablja se še neotam in alitam (derivata).