



Ekodizajn v pakiranju hrane

Enota 3: Koncepti degradacije in metod konzerviranja hrane

Gabriel Laslu, Dipl. Eng. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com

Gabriel Mustatea, Ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro

3.1 Razgradnja hrane	2
3.2 Načela tehnologij za omejitev razgrajevanja hrane	8

Po učenju te enote bo študent sposoben:

- Cilj 1: razumeti vzroke poslabšanja hrane
- Cilj 2: poznati načela in metode ohranjanja hrane.

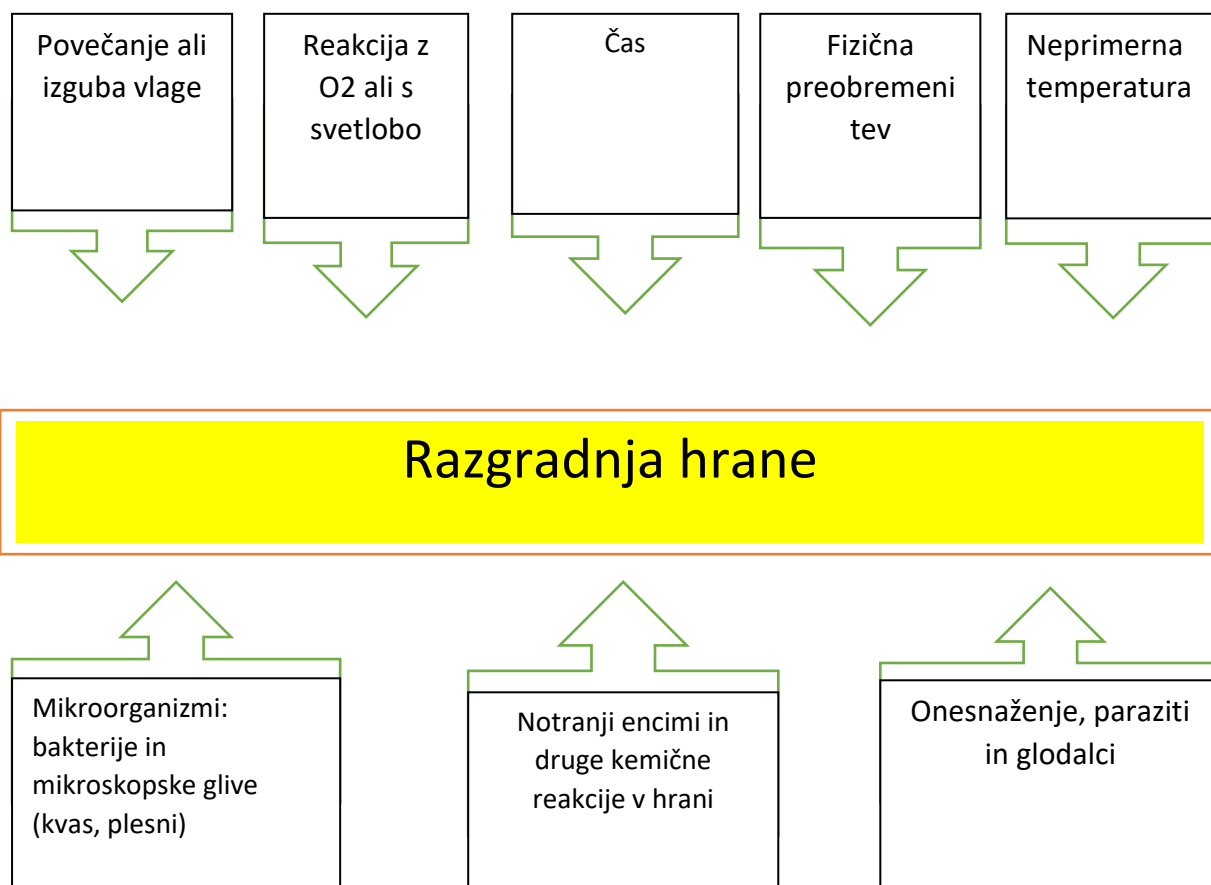


3.1 Razgradnja hrane

Kar se tiče degradacije hrane, je mogoče razlikovati več situacij:

- okužba s hrano - prisotnost tujih teles (npr. prah, dlake, steklo itd.);
- Staranje živila - proces, ki določa izgubo nekaterih hranilnih in senzoričnih značilnosti, ki jih imajo sveža živila;
- Prehajanje hrane - proces, ki določa spremembo videza in vonja hrane, zaradi česar so neužitni.

Spremembe lahko nastanejo z delovanjem nekaterih dejavnikov fizične narave (svetloba, toplota), kemičnih (kisik, voda) ali bioloških (encimi in mikroorganizmi) ali kombinacija teh. Na primer, nekateri encimi so notranji dejavniki kvarjenja svežih proizvodov, ki se aktivirajo na svetlobo, sadje in naravni sokovi vsebujejo encime, ki v prisotnosti kisika v zraku povzročajo nenormalne vonjave ali okuse.



Slika 1: Dejavniki, ki prispevajo k poslabšanju hrane (procesiranje po <http://wiki.ubc.ca/Course:FNH200> lekcija05)



Encimi

Encimi, (iz grškega „en zime“ = kvas) so globularni kompleksni proteini iz živih organizmov, ki katalizirajo pospeševanje hitrosti biokemijskih reakcij. Brez njih sadje ne bi dozorelo, semena ne bi kalila, ne bi mogli misliti, ne bi mogli prebaviti hrane in absorbirati hranljivih snovi, prisotnih v njih itd. Encimi so vključeni v tisoče biokemičnih procesov, ki potekajo v našem telesu.

Dejavnost encimov¹ se lahko uporablja s koristnimi učinki v prehrabeni industriji, na primer pri proizvodnji sira. Vendar pa je za ohranitev in podaljšanje roka uporabnosti hrane običajno potrebno inaktivirati encime, prisotne v hrani, in na površinah embalaže z uporabo toplotnih ali kemičnih sredstev. Sadje in zelenjava, ki sta glavni viri encimov, ponujajo številne primere narave in delovanja teh povzročiteljev uničenja hrane. Nekatere od teh lahko inaktivirate z zmerno toplotno obdelavo, medtem ko druge zahtevajo nekaj minut pri temperaturi sterilizacije. Med zorenjem plodov se aktivnost nekaterih encimov poveča in posledično povzroči mehčanje tkiva. V krompirju zaviralci encimov igrajo pomembno vlogo pri uravnavanju hitrosti biokemijskih reakcij, povezanih s kopičenjem sladkorja. To je pomembno za shranjevanje in kondicioniranje krompirja pred predelavo, kjer je prisotnost reducirajočih sladkorjev nezaželena, ker lahko privedejo do stopnjevanja reakcij, ki povzročajo razbarvanje s tako imenovano reakcijsko "encimsko obarvanostjo". Prav tako se pojavlja v zelenjavi in sadju zaradi poškodb ali razreza površine in izpostavljenosti zraku. Za inaktivacijo encima uporablja citronsko kislino, jabolčno, fosforno ali se izogne stiku s kisikom v zraku s potopitvijo v slanico ali pakiranjem.

Pakiranje sadja v ozračju, ki izključuje zrak, bo zmanjšalo stopnjo reakcije razbarvanja, vendar lahko povzroči težave s kakovostjo in ni sprejemljiva rešitev. Encimi se proizvajajo tudi med mikrobiološko spremembo živil in pogosto sodelujejo pri zlomu teksture. Mnogi mikroorganizmi, ki izločajo encime, so plesni. Obstajajo bakterijske vrste, ki proizvajajo amilaze, encime, ki so stabilni za ogrevanje. Amilaza degradira škrob, zmanjša viskoznost. Neučinkovitost inaktivacije encimov pogosto zmanjšuje rok uporabnosti pakirane hrane. To je redko problem za konzervirana živila, vendar je to dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri zamrznjenem sadju in zelenjavi, na katerega se nanaša le postopek blanširanja pred zamrzovanjem. Blanširanje je namenjeno inaktiviranju večine encimov, ne da bi se izognili čezmernemu termičnemu poslabšanju živil in zato za to uporabljajo zmerne temperature (90-100 ° C) in kratko trajanje segrevanja (1-10min). Za odmrzovanje lahko opazimo obnovljeno encimsko aktivnost, verjetno zaradi regeneracije notranjih encimov.

¹ FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London – 2003 by Blackwell Publishing Ltd

Mikroorganizmi

Izraz se uporablja za poimenovanje vsega živega bitja, ki ni vidno s prostim očesom, in da jih vidimo, moramo uporabiti mikroskop.



Obstaja veliko vrst mikroorganizmov, različnih oblik in struktur bolj ali manj zapletenih. Bakterije, plesni in kvasovke so tiste, o katerih se najbolj pogovarjamo pri škodi hrani. Glede bolezni, ki se prenašajo s hrano, lahko rečemo, da so glavne odgovorne bakterije. Zelo veliko dejavnikov prispeva k prisotnosti mikroorganizmov v hrani. Verjamemo, da so prisotni patogeni (mikrobi, virusi, paraziti, prioni) in navzkrižne kontaminacije² viri mikroorganizmov v hrani³.

Različne vrste mikroorganizmov lahko povzročijo spremembe v značaju živila, ki so lahko "pozitivne" ali "negativne".

– Izdelki z "pozitivnimi" mikrobiološkimi spremembami vključujejo sir, jogurt in vino, ki so lahko tudi krepitev hranilne vrednosti ali ohranjanje kakovosti izdelkov za kratek čas konzerviranja.

– Negativni vidiki rasti mikroorganizma vključujejo hrano, ki jo povzročajo propadanje in zastrupitev s hrano, ki jo večinoma povzročajo različne bakterije in manj razširjeni. Ko rastejo, mikroorganizmi sproščajo svoje encime v tekočino, ki obkroža njih, in absorbira izdelke zunanje presnove. To je glavni vzrok za spremembo živilskih mikroorganizmov, ki zmanjšuje njegovo hranilno vrednost.

Prilagajanje temperature je najpogosteje uporabljena metoda za uničenje ali nadzor števila mikroorganizmov, prisotnih v živilu in na površinah pakiranja.

- Bakterije imajo lahko različne oblike: okrogle, imenovane cocci, oblika palice, imenovane bacilli, spiralna oblika, imenovana spirocheți. Voda je bistvena za rast bakterij, ker olajša prenos majhnih molekul skozi zunanjo citoplazemsko membrano bakterijske celice zaradi osmotskega tlaka. Bakterije zahtevajo višjo raven razpoložljive vode kot kvasovke ali plesni. Pri 20% razpoložljivi vodi je njihova rast dobra, vendar je omejena, ko se zmanjša na 10%, pri 5% pa ni bakterijske rasti. Vodna dejavnost (razpoložljiva voda) - A_w , na področju hrane, je opredeljen kot delni tlak vodnih hlapov v hrani, ki se poroča za delni tlak čistih vodnih hlapov pri isti temperaturi. S to posebno opredelitvijo ima čista destilirana voda vrednost aktivnosti enote. Ker se temperatura zviša, se običajno zviša A_w (z izjemo nekaterih izdelkov, kot so kristalna sol ali sladkor). Snovi z vrednostmi A_w večje podpirajo več mikroorganizmov. Bakterije običajno zahtevajo vsaj $A_w = 0,91$ in glivice najmanj 0,7. Tabela z vrednostmi vodne aktivnosti v živilih in tista, ki jo podpirajo različni mikroorganizmi, je predstavljena v prilogi 1.⁴

- Gobe so skupina mikroorganizmov, ki jih v naravi najdemo na rastlinah, živalih in ljudeh. Različne vrste gliv se zelo razlikujejo po svoji strukturi in reproduktivni metodi. Glive so lahko edinstveni organizmi, okrogle ali ovalne, ali strukture z več celicami z nitmi. Niti lahko tvorijo omrežje, vidno golim očesom, v obliki plesni (npr. Na kruhu in siri). Glive so razdeljene na kvasovke in plesni.

-Kvas lahko ima velikosti med 2-100 μm . Razvijajo se s cvetenjem, ki je aseksualen proces. Med cvetenjem se na celični steni matične celice razvije majhen brst, ki ima citoplazmo, ki je pogosta z materjo, po kateri bo žuželka ločena od nje z dvojno steno.



Nova celica ni vedno ločena od njene matere, lahko ostane pritrjena, to pa lahko ustvari nove popke. Novo oblikovana celica lahko nato tvori blate. Na koncu lahko pride do velikih skupin celic, ki so med seboj povezane. Kvasovi lahko tvorijo spore, ki jih s tehnološkimi procesi zmerno uničijo in zmerne temperature ali sterilizacijo na zmerni temperaturi in na površinah embalaže.

- Kalupi pripadajo široki kategoriji gliv z večceličnimi vlakni. Pripirajo se v hrano, z dolgimi vlakni, ki so vegetativni del kalupa. Razmnoževanje je lahko aseksualno in povzroči nastanek velikega števila spor ali spolnosti, ki je lahko odziv na okoljske spremembe, saj je pridelava spor veliko bolj odporna, kar lahko kot bakterijske spore ostane nekaj časa mirno. Spore so zelo majhne in lahke in jih je mogoče prevažati v velikem številu na okoliških površinah, ker so ključ do onesnaženja embalaže za živila. Obdelava pokrova s pare, strmina posode takoj po zapečatenju ali pasterizaciji lahko prepreči poslabšanje konzervirane hrane. Eno izmed najpomembnejših zdravil za zdravljenje bakterijskih okužb, penicilina, izhaja iz kalupa *Penicillium*. Pojav nastajanja spor tega kalupa je označen z oblikovanjem miniaturne zelene grmke. Družina *Penicillium* plesni proizvaja encime, pretvorjene v maščobe in beljakovine, ki so ključni dejavniki pri zorenju modrih sirov (*Penicillium roquefort*) in Camembert (*Penicillium camembert*)⁵.

² Navzkrižna kontaminacija pomeni neposreden ali posreden prehod povzročiteljev iz surove onesnažene hrane na druga živila.

³ Mikroorganizmi in zastrupitve s hrano - Program vseživljenjskega učenja Leonardo da Vinci.

⁴http://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity

⁵ FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London – 2003 by Blackwell Publishing Ltd

Drugi dejavniki, ki vplivajo na rast mikroorganizmov:

- Notranji dejavniki:

- Vsebnost vlage, voda Aktivnost -Aw
- pH
- Razpoložljiva hranila
- Fizična struktura hrane
- Potencial oksidacije-redukcije (redoks)
- Prisotnost protimikrobnih sredstev. Nekatera živila same vsebujejo naravne antimikrobne spojine, ki prenašajo določeno stopnjo mikrobiološke stabilnosti. Obstajajo številne protimikrobne sestavine na osnovi rastlin, vključno z mnogimi eteričnimi olji, tanini, glikozidi in smolami, ki jih najdemo v nekaterih živilih. Posebni



primeri vključujejo klinčki, česen, cimet, gorčico, žajbelj in origano. Nekatera živila, ki temeljijo na živalih, vsebujejo tudi protimikrobne sestavine (primeri vključujejo kravje mleko, jajca, sveže meso, perutnino in morske sadeže). Običajna koncentracija teh spojin v formuliranih živilih je relativno nizka, tako da je samo protimikrobni učinek šibek. Vendar lahko te spojine povzročijo večjo stabilnost v kombinaciji z drugimi dejavniki in postopki, ki so navedeni v poglavju 3.3.

- Zunanji dejavniki (glej poglavje 3.2):

- Temperatura
- Relativna vlaga
- Ogljikov dioksid ali kisik
- Vrste in število mikroorganizmov v živilih

– **V prilogi 1** se navede nekaj vrednosti A_w . Večina svežih živil, kot so sveže meso, zelenjava in sadje, imajo vrednosti, ki so blizu optimalni rasti za večino mikroorganizmov (0,97 - 0,99). **Vpliv vsebnosti vlage** se lahko zmanjša za:

- Zmanjšanje A_w - inhibicija mikrobne rasti s sušenjem ali z dodajanjem topil (sladkorjev, začimb ali soli).
- Sušenje s hlajenjem - ekstrakcija vode iz zamrznjene hrane pod vakuumom.
- Obogatitev raztopin - sladkor za sadje in soli za meso in ribe.

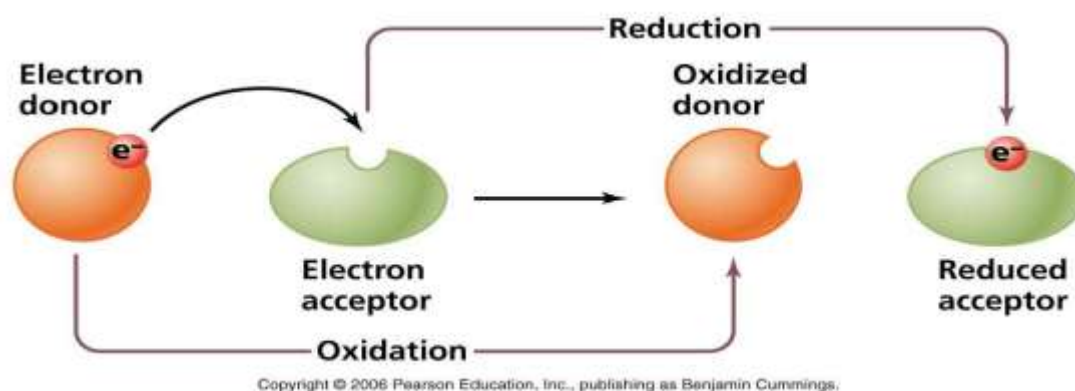
– **V prilogi 2** je prikazan vpliv pH pri razvoju mikroorganizmov za različna živila, kot sledi: Tab. 1, nivo pH6 za razvoj nekaterih mikroorganizmov, Tab. 2, približna raven pH za določena živila. Na splošno mikroorganizmi ne rastejo ali rastejo zelo počasi pri pH <4,6.

– **Razpoložljive hranilne snovi.** Mikroorganizmi zahtevajo nekatera osnovna hranila za rast in vzdrževanje metabolnih funkcij. Količina in vrsta potrebnih hranil se razlikuje glede na mikroorganizme. Ta hranila vključujejo vodo, vir energije, dušik, vitamine in minerale. Spremenljive količine teh hranil so prisotne v živilih. Meso ima bogate beljakovine, lipide, minerale in vitamine. Večina mišičnih snovi ima nizke ravni ogljikovih hidratov. Rastlinska živila imajo visoke koncentracije različnih vrst ogljikovih hidratov in različnih ravni beljakovin, mineralov in vitaminov. Živila, kot so mleko in mlečni izdelki ter jajca, so bogata s hranili. Hranljivi mikroorganizmi lahko dobijo energijo iz ogljikovih hidratov, alkoholov in aminokislin. Večina mikroorganizmov bo presnovila preproste sladkorje, kot je glukoza. Drugi lahko presnovijo bolj zapletene ogljikove hidrate, kot so škrob ali celuloza, ki jih najdemo v rastlinskih živilih ali glikogenom, najdenih v mišicah. Nekateri mikroorganizmi lahko uporabijo maščobe kot vir energije. Aminokisljine služijo kot vir dušika in energije in jih uporabljajo večina mikroorganizmov. Potrebni minerali za mikrobno rast vključujejo fosfor, železo, magnezij, žveplo, mangan, kalcij in kalij. Na splošno so potrebne manjše količine teh mineralov, zato lahko široka paleta živil služijo kot dober vir mineralov.



– **Fizična struktura živil.** Izhajajoča živila iz rastlin in živali, zlasti v surovem stanju, imajo biološke strukture, ki lahko preprečijo vstop in rast patogenih mikroorganizmov. Primeri takšnih fizičnih ovir vključujejo lupino semen in sadja, lupino zelenjave, lupino za orehe, kožo živali, lubje do jajčeca itd. Fizične poškodbe zaradi ravnanja med spravilom, prevozom ali skladiščenjem, kot tudi vdor žuželk lahko dovoli prodor mikroorganizmov. Pri pripravi hrane bodo postopki, kot so rezanje, rezanje, rezkanje, luščenje, uničili fizične ovire. Tako lahko notranjost hrane postane kontaminirana in se lahko pojavi rast mikroorganizmov, odvisno od časa in temperature shranjevanja.

– **Reakcije redukcijske oksidacije (redoks).** Reakcije, ki nastanejo s sprejemanjem ali darovanjem elektrona, se imenujejo reakcije redukcijske oksidacije. Zmanjšanje poteka s sprejemanjem elektronov in snovi se imenuje oksidant. Oksidacija nastane z izgubo elektronov in snovi se imenuje reducent. Ker v raztopini ni nobenih prostih elektronov, so vedno donirani elektroni s pomočjo vrste, ki jih drugi sprejmejo, zato reakciji oksidacije vedno sledi reakcija redukcije.



Slika 2: Ilustracija redoksne reakcije v raztopini.

⁶PH (vodikov potencial) kaže kislinski ali osnovni značaj raztopine.

Redoks potencial Eh predstavlja potencialno razliko med inertno elektrodo in raztopino, ki vsebuje dve obliki proučevanega sistema Redox (oksidiran in zmanjšan). Absolutne vrednosti potenciala ni mogoče izmeriti.

Izmeri relativno vrednost referenčne elektrode, katere potencial je definiran kot enako 0. Vrednosti so izražene v milivoltih - mV. Vrednosti se gibljejo med 0 in -800 mV, ki se lahko štejejo za koristne ali škodljive. V vrednosti 800mV je Eh lokacija premočna za človeško telo, zato ni priporočljivo, da prehrani hrano ali pijače z vrednostjo Eh v tej meji. Če je ta vrednost pozitivna (+), ima raztopina oksidacijske lastnosti. Negativna vrednost (-) pomeni zmanjšanje raztopine. Oksidacijska elektroda, standardna, v celoti oksidirana, bo imela Eh od + 810 mV pri pH 7,0, 30 ° C in pod enakimi pogoji bo vodikova elektroda, standardno, popolnoma zmanjšana, imela Eh -420 mV. Eh je odvisen od pH snovi. Meritve Eh se lahko uporabljajo v kombinaciji z drugimi dejavniki za oceno potenciala rasti patogena. V prilogi 3 so predstavljene nekaj vrednosti Eh in pH, ki ustrezajo več živilom. Na splošno je obseg, pri katerem lahko mikroorganizmi



rastejo, : aerobna + 500 - + 300 mV; fakultativni anaerobi +300 do -100 mV; in anaerobno +100 do manj kot -250 mV ⁷.

3.2 Načela tehnologij za omejitvev razgrajevanja hrane

Glavne tehnologije za omejevanje poslabšanja živil so predstavljene v poglavju 1.2 ENOTE I.

Spodaj so predstavljena načela, na katerih temeljijo tehnologije za omejevanje poslabšanja živil.

Toplotna obdelava:

- Večina bakterij uniči pri 82-93 ° C, vendar spore niso uničene.
- Da bi zagotovili sterilnost, je potrebno 15 minut mokrega ogrevanja pri 121 ° C.
- Kislinska živila, glej Prilogo 2, zahtevajo manj toplote.

⁷Vrednotenje in opredelitev potencialno nevarnih živil-poglavje 3. Dejavniki, ki vplivajo na rast mikroorganizmov - ameriška uprava za hrano in zdravila.

Pasterizacija

- Uničuje patogene snovi in znatno zmanjša število mikroorganizmov
- Različni postopki termične pasterizacije so v različnih obdobjih opisani v enoti 1. Krajši čas ogrevanja je tako izboljšal okus hrane.

Ohranjanje s hlajenjem

- Zamrznjena živila (-10 ° C) običajno nimajo vode v prostem stanju (zmanjšana je Aw)
- Zamrzovanje lahko uniči nekatere mikroorganizme, vendar ne vse
- pojavila se je metoda, ki uporablja temperature pod -10 ° C
- Ko je zamrznjena, se živila ne smejo zamrzniti.



Sušenje

- Dehidracija hrane tudi dehidrira mikroorganizme, ki vsebujejo cca. 80% vode.
- Sušenje z zmrzovanjem (zamrznjeno sušenje) je najučinkovitejša metoda sušenja hrane.

Dodajanje sladkorja ali soli

- Ena najstarejših načinov ohranjanja
- Vsak od njih se lahko doda v živilski proizvod, da poveča afiniteto hrane za vodo
- Zmanjšuje A_w v živilih
- Odstrani vodo iz mikroorganizmov z osmozo.

Dim

- Vsebuje formaldehid in druge konzervanse.
- Ogrevanje med postopkom kajenja pomaga zmanjšati populacijo mikroorganizmov in posuši hrano.
- Dim je lahko strupen za ljudi

Uporaba lesnega dima za konzerviranje hrane je skoraj tako stara kot sušenje na prostem. Čeprav se uporablja za zmanjšanje vsebnosti vlage v hrani zaradi toplote, povezane z nastankom dima, ima tudi učinek sušenja. Dim se večinoma uporablja za meso in ribe. Dim ne daje le zelenega okusa in barve določenih živil, ampak tudi nekatere sestavljene spojine med procesom kajenja imajo tudi konzervativni učinek (baktericidni in antioksidantni).

Ozračje

- zrak se odstrani za nadzor aerobnih mikroorganizmov;
- zagotavlja zrak za nadzor anaerobnih mikroorganizmov;
- dodajo se ogljikov dioksid in dušik;
- Večina sadja in zelenjave oddaja etilen; etilen pospeši postopek zorenja; Za podaljšanje roka uporabnosti je treba odstraniti etilen.

- Embalaža z nadzorovano atmosfero⁸ (MAP - modificirana atmosfera) se običajno uporablja v kombinaciji z zmrzovanjem, da se podaljša rok uporabnosti sveže hrane, pokvarljivega (meso, ribe in rezano sadje ter različni pekovski izdelki, prigrizki in druga suha živila). Številna MAP živila so pakirana v prozorne folije, da lahko potrošnikom na drobno vidijo hrano. Nепredelane sadje in zelenjava še naprej dihajo po pakiranju,



porabijo kisik in proizvajajo ogljikov dioksid. Uporaba embalaže s specifičnimi značilnostmi prepustnosti je mogoče nadzirati ravni teh dveh plinov med rokom uporabnosti hrane. Lahko pa uporabimo tudi aktivno embalažo, v katero so vključeni kemični adsorbenti (npr. Odstranitev plinov ali vodnih hlapov iz embalaže). Tudi alternativa je pakiranje v vakuumu, kjer je odstranjen ves plin iz embalaže. To je zelo učinkovita metoda za odložitev kemičnih sprememb (npr. Rancidity), vendar jo je treba preprečiti s pasterizacijo, rastjo patogena, *C. botulinum*, ki raste v anaerobnih pogojih.

Ohranjanje z nakisjanjem

Z naravnim zakisljevanjem (dekapiranje) ali umetno dokisanje (mornar). Sadje, zelenjava in meso se ohranjajo z uporabo kislin. Kisline navadno dopolnjujemo s soljo ali sladkorjem. Za svoj okus in antiinfektivno delovanje dodamo začimbe (čebula, česen, poper, nageljnovcove žbice, lovorjev listov itd.). Dodajanje olja v kisle pijače je neprepustna plast olja, ki pomaga pri preprečevanju stika z zrakom. Kumare, govedino, papriko in nekaj zelenjave lahko ohranimo s potapljanjem v posebej pripravljeno tekočino. Ta tehnika vključuje prehrambo hrane v določeno tekočo kemikalijo, ki preprečuje rast mikroorganizmov, hkrati pa ohrani užitno hrano. Uporabljene konzervne tekočine so kis, slanica, alkohol in nekatera olja.

⁸FOOD PACKAGING TECHNOLOGY- Edited by RICHARD COLES- Consultant in Food Packaging, London, DEREK MCDOWELL Head of Supply and Packaging Division Loughry College, Northern Ireland and MARK J. KIRWAN Consultant in Packaging Technology, London – 2003 by Blackwell Publishing Ltd

- **Ohranjanje hrane z vlaganjem** temelji na ustvarjanju optimalnih pogojev fermentacije ogljikovih hidratov pod vplivom mlečnokislinskih bakterij, posledično mlečne kisline, ki ima lastnost za zaviranje škodljivih bakterij in ki katalizira biokemijske procese zorenja. Za pridobivanje kislega mlečnega izdelka (jogurt, pinjenec, skuta) in konzerviranje zelenjave in sadežev (zelje, kumare, paradižnik, olive) in nekaj zelenjavnih in sadnih sokov, iz katerih se pridobivajo terapevtski izdelki, se uporablja konzerviranje hrane z vlaganjem. Za povečanje stopnje kislosti se uporablja dodajanje kuhinjske soli (NaCl). PH slanice se ohranja v razponu od 3,4 do 4,1. V vrenju s fermentacijo zadrževalno sredstvo proizvede sama hrana med postopkom fermentacije. Mnoge šibke organske kisline, lipofilne (z afiniteto za maščobne snovi), delujejo tako, da dobijo nizek pH in zavirajo rast mikroorganizmov. Tako so propionske, sorbinske in benzojske kisline zelo uporabne konzervanse za hrano. Organske kisline so učinkovitejše pri ohranjanju, v nerazsojenem stanju. Zmanjšanje pH živilskega produkta poveča učinkovitost organske kisline za ohranjanje. Tabela 3, priloga 2, prikazuje delež celotne nedisociatne kisline pri različnih pH vrednostih za izbrane organske kisline. Uporabljena vrsta organske kisline lahko bistveno vpliva na kakovost mikrobiološkega vzdrževanja in varnosti hrane.

- **Ohranjanje hrane s plovbo** (umetna zakisljevanje) je metoda umetnega konzerviranja, kjer se uporablja kis (ocetna kislina). Visoka koncentracija kisa v okolju uničuje mikroorganizme. Kalupi in kvasovke imajo večjo odpornost proti kislinam, zato so še dodatno uporabljene NaCl in sladkor, ki jih je možno dopolniti s konzerviranjem s pasterizacijo / sterilizacijo.



- **Ohranjanje hrane s kemikalijami antiseptiki** - snovi, ki imajo lastnost, da ustavijo razvoj in delovanje nekaterih mikroorganizmov (tako imata bakteriostatične lastnosti) ali jih lahko uničijo (baktericidne lastnosti). Uporabljajo se naslednje:

- benzojska kislina in njene soli - se uporabljajo za konzerviranje črnih mrtvecev, sadnih sokov, slaščic, oljk v slanici.

- žveplov dioksid, natrijev metabisulfit - se uporabljajo za konzerviranje džemov, naravnih sirupov, juhe, vina.

- natrijev format - uporablja se za ohranjanje ribjih jajc

- sorbinska kislina in njene soli - se uporabljajo za paradižnikov pire, zamrznjeno zelenjavo in sadje, slaščice.

- **Sodobne metode konzerviranja hrane:** ohranjanje s sevanjem, konzerviranje s pomočjo magnetnega polja (statični ali impulzni), ohranjanje s sterilizirano filtracijo (ultrafiltracija) za nekatere sadne sokove, ohranjanje pod pritiskom ogljikovega dioksida (za ohranjanje sadja, jajca, mesni izdelki in sadni sokovi, ki se hranijo v hermetično zaprtih posodah) in konzerviranje s pomočjo mikrovalovnih pečic (uporablja se za pasterizacijo, sterilizacijo hermetično zapakiranih izdelkov, zamrznjeno sušenje mesa, rib, sadja, sušilnih testenin, krompir, korenje, čebula itd.). 10 Nekatere od teh so bile predstavljene v UNIT I, pct.1.2.

- **Splošni vidiki tehnologije Ovire¹¹**- stabilnost in mikrobna varnost večine živil temeljijo na kombinaciji več dejavnikov (ovir), ki jih sedanji mikroorganizmi ne smejo presežati. To je razvidno iz tako imenovanega ovira (oviro), (Leistner, 1978, Leistner et al., 1981). Leistner in njegovi kolegi so ugotovili, da koncept ovira kaže le dobro znano dejstvo, da so kompleksne interakcije med temperaturo, vodno aktivnostjo, pH, redoks potencialom itd. Pomembne za mikrobno stabilnost živila. Iz razumevanja oviranega učinka je tehnologija oviro (ovira je bila izpeljana), ki omogoča izboljšave v zvezi z varnostjo in kakovostjo ter ekonomskimi lastnostmi živila s pomočjo inteligentne kombinacije ovir (npr. mogoče v proizvodni združljiv s svojo stabilnostjo) (Leistner 1985, 1987, 1992, 1994). Uporaba tega koncepta (na sinonimni način, ki se imenuje kombinirane metode, kombinirani procesi, kombinirana ohranitev, kombinacijske tehnike, tehnološka pregrada ali tehnologija oviro), se je izkazala za uspešno, saj inteligentna kombinacija ovir zagotavlja stabilnost in varnost mikroorganizmov, senzorične, prehranske in ekonomske lastnosti živilskega proizvoda.

⁹disociacija v kemiji in biokemiji je proces, v katerem so molekule (ali ionske spojine, kot so soli) ločene ali dispergirane v manjše delce, atome, ione ali radikale, navadno reverzibilno. [http://en.wikipedia.org/wiki/Dissociation_\(chemistry\)#Acids_in_aqueous_solution](http://en.wikipedia.org/wiki/Dissociation_(chemistry)#Acids_in_aqueous_solution)

¹⁰ <http://proalimente.com/conservarea-alimentelor-metode-conservare-alimentelor/>

¹¹EUROPEAN COMMISSION, FOOD PRESERVATION BY COMBINED PROCESSES, Final Report, FLAIR Concerted Action No.7, Subgroup, Lothar LEISTNER Federal Centre for Meat Research, GERMANY, Leon G.M. GORRI, Agrotechnological Research Institute (ATO-DLO), THE NETHERLANDS, 1997



Priloga 1: Izbrane vrednosti A_w glede na https://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity

Hrana		
Substanca	a_w	Vir
Destilirana voda	1.00	[5]
Voda iz pipe	0.99	[citation needed]
Surovo meso	0.99	[5]
Mleko	0.97	[citation needed]
Sok	0.97	[citation needed]
Salama	0.87	[5]
Kuhana slanina	< 0.85	[citation needed]
Nasičena raztopina NaCl	0.75	[citation needed]
Žita za zajtrk	0.65	[citation needed]
Suho sadje	0.60	[5]
Značilen notranji zrak	0.5 - 0.7	[citation needed]
Med	0.5 - 0.7	[citation needed]
Mikroorganizmi		
Inhibiran mikroorganizem	a_w	Vir
<u><i>Clostridium botulinum</i> A, B</u>	0.97	[citation needed]
<u><i>Clostridium botulinum</i> E</u>	0.97	[citation needed]
<u><i>Pseudomonas fluorescens</i></u>	0.97	[citation needed]
<u><i>Clostridium perfringens</i></u>	0.95	[citation needed]
<u><i>Escherichia coli</i></u>	0.95	[citation needed]
<u><i>Salmonella</i></u>	0.93	[6]
<u><i>Vibrio cholerae</i></u>	0.95	[citation needed]
<u><i>Bacillus cereus</i></u>	0.93	[citation needed]
<u><i>Listeria monocytogenes</i></u>	0.92, (0.90 in 30% glycerol)	[7]
<u><i>Bacillus subtilis</i></u>	0.91	[citation needed]
<u><i>Staphylococcus aureus</i></u>	0.86	[8]
Večina plesni	0.80	[8]
Mikrobiološki razvoj ni vključen	0.50	[citation needed]



Priloga 2: pH

Tabela 1 PH nivoj za razvoj mikroorganizmov

glede na, "Mikroorganizmi in zastrupitev s hrano - Program vseživljenjskega učenja Leonardo da Vinci"

Mikroorganizmi	minimalni pH	optimalni pH	maksimalni pH
Plesen	1, 5 - 3,5	4, 5 - 6,8	8 - 11
Kvas	1, 5 - 3,5	4 - 6,5	8 - 8,5
Bakterije (skoraj vse)	4,5 - 5,5	6,5 - 7,5	8,5 - 9
Mlečne bakterije	3 - 5	5,5 - 7,5	6,5 - 8

Tabela 2 Približna raven pH za določena živila

glede na, "Mikroorganizmi in zastrupitev s hrano - Program vseživljenjskega učenja Leonardo da Vinci"

Produkt	pH	Produkt	pH
Jajčni beljak	7,5 - 9	Koruza	7 - 7,5
Jajčni rumenjaki	6,1	Krompir	5,3 - 5,6
Školjke	6,8 - 8,2	Korenje	5,2 - 6,2
Ribe(večina)	6,3 - 6,8	Čebula	5,3 - 5,8
Sveže mleko	6,3 - 6,5	Paradižnik	4,2 - 5,8
Maslo	6,1 - 6,4	Pomaranče	3,6 - 4,3
Piščanec	6,2 - 6,4	Grozdje	3,4 - 4,5
Svinjina	5,3 - 6,4	Jabolka	2,9 - 3,3
	5,1 - 6,2		1,8 - 2,4



Priloga 2: pH

Govedina		Limone	
----------	--	--------	--

pH limiti:

$0 \leq \text{pH} < 7 \Rightarrow$ **kisli pH | kislinska raztopina**

$\text{pH} = 7 \Rightarrow$ **nevtralni pH | nevtralna raztopina**

$7 < \text{pH} \leq 14 \Rightarrow$ **bazični pH (alkaline) | osnovna raztopina (alkalna)**

Več informacij o pH - <https://ro.wikipedia.org/wiki/PH> ali <https://en.wikipedia.org/wiki/PH>

Tabela 3 Delež nedisocirane kisline v odstotkih za različne vrednosti pH ¹³

Acizi organici Organic Acids	Valori pH pH Values				
	3	4	5	6	7
Acetic acid	98.5	84.5	34.9	5.1	0.54
Benzoic acid	93.5	59.3	12.8	1.44	0.144
Citric acid	53.0	18.9	0.41	0.006	<0.001
Lactic acid	86.6	39.2	6.05	0.64	0.064
Methyl, ethyl, propyl parabens	>99.99	99.99	99.96	99.66	96.72
Propionic acid	98.5	87.6	41.7	6.67	0.71
Sorbic acid	97.4	82.0	30.0	4.1	0.48

Source: Table 7.3 in ICMSF 1980, p 133.

¹ [ICMSF] International Commission on Microbiological Specification for Foods. 1980. Microbial ecology of foods. Volume 1, Factors affecting life and death of microorganisms. Orlando: Academic Pr. p 311.



Priloga 3. Redoks potencial

Redox potencial Eh za nekatera živila.

FOOD	Presence of air	Eh (mV)	pH		
Milk	+	+300 to +340	NR		
Cheese	Cheddar	+	+300 to -100	NR	
	Dutch	+	-20 to -310	4.9-5.2	
	Emmenthal	+	-50 to -200	NR	
Butter	-	+290 to +350	6.5		
Egg (infertile after 14 d)	+	+500	NR		
Meats	Liver raw minced	-	-200	~7	
	Muscle	Raw, post-rigor	-	-60 to -150	5.7
		Raw, minced	+	+225	5.9
		Minced, cooked	+	+300	7.5
		Cooked sausages and canned meat		-20 to -150	~6.5
Cereals	Wheat (whole grain)	-	-320 to -360	6.0	
	Wheat (germ)	-	-470	NR	
	Barley (ground)	+	+225	7	
Potato tuber	-	~-150	~6		
Plant juices	Grape	-	+409	3.9	
	Lemon	-	+383	2.2	
	Pear	-	+436	4.2	
	Spinach	-	+74	6.2	
Canned foods	"Neutral"	-	-130 to -550	>4.4	
	"Acid"	-	-410 to -550	<4.4	

* Limone, avokado in kivi so razvrščene kot zelo alkalne plodove in so zato nesakidične. Drugo neakidično sadje so: banane, melona, jabolka, kokosovo olje, grozdje, grozdje, pomaranče in lubenico.

- NR - Ni sporočenih vrednosti

Vzeto iz: Mossel DAA, Corry JEL, Struijk CB, Baird RM. 1995. Bistvo mikrobiologije živil: učbenik za napredne študije. Chichester (Anglija): John Wiley in sinovi.

