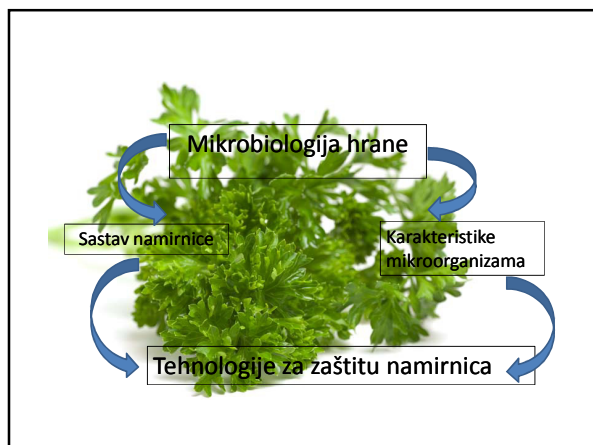






Hrana kao ekosustav

- Složeni ekosustav
- Ekosustav=okoliš + organizmi
- Na prehrambeni okoliš djeluju:

- » Unutarnji čimbenici
- » Vanjski čimbenici



Unutarnji čimbenici	Vanjski čimbenici
pH vrijednost, sadržaj vode (aw-vrijednost), oksidacijsko-redukcijski potencijal, sadržaj nutrijenata, antimikrobne tvari, biološke strukture	temperatura skladištenja, relativna vlažnost okoliša, prisutnost i koncentracija plinova, osmotski tlak, prisutnost i djelovanje dr. mikroorg.

Metode čuvanja hrane

- ✓ Niska temperatura
- ✓ Visoka temperatura
- ✓ Sniženje aw
- ✓ Acidifikacija
- ✓ Modificirana atmosfera
- ✓ Kemijski konzervativi
- ✓ Ionizirajuće zračenje



Niska temperatura

- Rashladivanje, hladna distribucija i skladištenje
- Zamrzavanje, zamrznuta distribucija i skladištenje



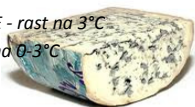
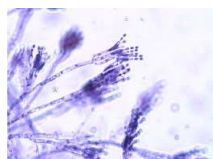
Niska temperatura

- Usporavanje kemijskih i enzimskih reakcija u hrani
- Usporavanje ili prekid rasta i aktivnosti mikroorganizama (temp. niže od 5°C-usporavanje rasta mnogih patogena)



Niska temperatura

- *Clostridium botulinum* tipa E - rast na 3°C
- *Yersinia enterocolitica* - rast na 0-3°C
- Plijesni - rast na - 6.7°C
- Kvasci - rast na -34°C



Hlađenje

- Korištenjem leda ili posebnih uređaja
- Čuvanje kvarljivih namirnica (jaja, mliječni proizvodi, meso, riba, voće i povrće) određeni vremenski period



Hlađenje

- Temperatura - ovisi o namirnici: 0-10°C
- Relativna vlažnost – ovisi o namirnici
- Brzina strujanja zraka
- Sastav atmosfere u prostorima skladištenja



Zamrzavanje

Pakirana hrana

- Povrće – odabir, pranje, rezanje, blanširanje, pakiranje
- Meso, piletina, plodovi mora, jaja itd. – čišćenje, pakiranje



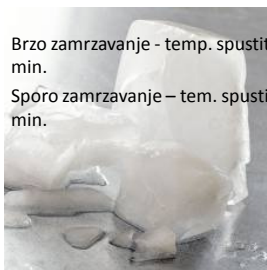
Zamrzavanje

- Inaktivacija biljnih enzima
- Smanjenje broja mikroorganizama i do 99%
- Očuvati zelenu boju graška, prokulica i špinata
- Smežurati lisnato povrće radi lakšeg pakiranja te ukloniti zrak iz biljnog tkiva



Zamrzavanje

- Brzo zamrzavanje - temp. spustiti na -20°C tijekom 30 min.
- Sporo zamrzavanje – tem. spustiti na -20°C tijekom 30-72 min.



Prednosti brzog zamrzavanja

- Stvaranje manjih kristalića- mehanički manje oštećuju stanice namirnica
- Solidifikacija je kraća- kraće vrijeme difuzije otopljenih tvari, kraća je separacija leda
- Sprečavanje mikrobnog rasta
- Djelotvornije kočenje enzimske aktivnosti



Visoka temperatura

- Nicolas Appert – 1810. godine razvio metodu spremanja hrane u staklene boce, zatvaranja i prokuhavanja u kipućoj vodi

“Kvarenje hrane nastaje nakon dodira sa zrakom”

- Apertizacija



- Pasteur (50. ili godina) - otkrio značaj mikroorganizama u nastanku putrefakcije

- Pasterizacija



Toplinski procesi u zaštiti hrane



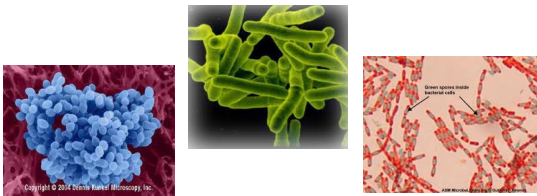
Toplinski procesi	Temperatura	Svrha
Kuhanje -pečenje -vrenje -prženje -grilanje	≤100°C	Poboljšanje probavljivosti (npr. želatiniranje škroba, cijepanje kolagena pri kuhanju mesa) Poboljšanje okusa Uništavanje patogenih mikroorganizama
Blanširanje	< 100	Istiskivanje kisika iz tkiva Inaktivacija enzima
Sušenje/koncentriranje	< 100	Odstranjenje vode radi poboljšanja kvalitete čuvanja
Pasterizacija	60 - 80	Eliminacija ključnih patogena i kvaritelja
Apertizacija	>100	Eliminacija mikroorganizama i postizanje "komercijalne sterilnosti"

Metode pasterizacije mlijeka (toplinska obrada)

- Low temperature holding (LTH) 62,8 °C/30 min
- High temperature short time (HTST) 71,7 °C/15 sek
- Ultra high temperature (UHT) 135 °C/1 sek
- "Sterilizacija" >100 °C /20-40 min

Visoka temperatura

- Gram pozitivni vegetativni oblici rodova
- *Enterococcus*, *Mycobacterium* i *Arthrobacter* te spore preživljavaju temperature pasterizacije



Čimbenici koji utječu na otpornost mikroorganizama

Odnos temperatura/vrijeme

- Početna koncentracija mikroorganizama
- Prethodno stanje mikroorganizama
 - medij
 - temperatura inkubacije
 - faza rasta/starost kulture
 - stanje isušivanja

Sastav supstrata u kome se zagrijava

- vlažnost
- pH
- ostali sastojci hrane



Smanjenje a_w



- Sušenje
- Koncentracija



Sušenje

- Hladno sušenje – liofilizacija
- Vruće vakumsko sušenje
- Vruće sušenje s dotokom zraka
- Na suncu



- Ovisi o temp. i atm. pritisku

Utjecaj sušenja na mikroorganizme



aw	mikroorganizmi	Vrijeme kvarenja na sobnoj temp.
>0.9	Bakterije	sati
0.80-0.85	Plijesni i kvasci	1-2 tjedna
>0.65-0.7	Plijesni i kvasci	mjeseci
0.60-0.65	Plijesni i kvasci	Više od 2 godine
<0.60	Nema kvarenja	

Koncentracija

- Dodaci hrani
 - sol (sušena riba)
 - šećer (sirupi, želei)
- Dodaci hrani i eliminacija vode
 - karamelizirano kondenzirano mlijeko



Acidifikacija

- Smanjenje pH
- Organske kiseline



Acidifikacija



- Fermentirana hrana
- Zakiseljena hrana

Zakiseljena i fermentirana hrana



Modifikacija atmosfere

- Kontrolirana atmosfera
- Modificirana atmosfera
- Vakumsko pakiranje



Kontrolirana atmosfera

- Zamjena zraka mješavinom zraka
- Kontrolirana konc. plinova tijekom čuvanja hrane
- Obično uključuje CO₂
 - inhibicija rasta mikroorganizama
 - produženje trajnosti proizvoda
- Može utjecati na kvalitetu proizvoda (crveno meso)



Modificirana atmosfera

- Zamjena zraka smjesom zraka
- Vakumska pakiranja
- Ne otklanja se sav kisik
- CO₂ se producira metaboličkom aktivnošću



Mikroorganizmi u vakumski pakiranom mesu

- *Brochothrix thermosphacta* i *Laktobacili*
- *Clostridium laramie*



Ozračivanje hrane:

- obrada ionizirajućim zračenjem u svrhu:
 - odlaganja dozrijevanja i sprečavanja klijanja
 - kontrola i zaštita od:
 - insekata
 - parazita
 - patogenih bakterija i bakterija koje uzrokuju kvarenje hrane
 - gljiva
 - sterilizacija
 - omogućavanje skladištenja i čuvanja namirnica tijekom dužeg perioda izvan rashladnih uređaja

Fizikalni princip ozračivanja

- temeljni princip ozračivanja hrane:
 - apsorpcija kvanta energije elektromagnetskog zračenja od strane obrađivane hrane
- tipovi zračenja koja se koriste:
 - kontinuirani izvori zračenja
 - ^{60}Co i ^{137}Cs - *γ-zračenje* (emisija zračenja tijekom njihovog radioaktivnog raspada)
 - diskontinuirani izvori zračenja
 - X-zračenje
 - emisije zračenja iz linearnih elektronskih akceleratora

Osobitost procesa ozračivanja:

- temperatura obrađivane hrane se ne povećava tijekom procesiranja
 - *“hladni” procesiranje* - alternativa kada se konvencionalne metode ne mogu primijenjivati
 - ✓ povećana temperatura nepoželjna - primjeri:
 - zamrznuta hrana
 - svježe voće i povrće
 - sprečavanje proklijavanja krumpira i luka
 - uklanjanje štetčina u zrnevlju i sušenim začinima

Tipovi zračenja

- ✓ elektromagnetsko zračenje pogodno za ozračivanje hrane:
 - ionizirajuće zračenje (atome i molekule prevodi u ionizirane oblike)
 - γ -zračenje (^{60}Co , ^{137}Cs)
 - x-zračenje generirano energetskim razinama $< 5 \text{ MeV}$
- ✓ svi tipovi ionizirajućeg zračenja nisu pogodni za ozračivanje hrane:
 - ne prodiru dovoljno duboko u ozračivani materijal
 - ozračivani materijal čine radioaktivnim

- eV - elektronvolt
 - mjerna jedinica za označavanje energije elektrona i drugih oblika zračenja
 - 1 eV: kinetička energija elektrona kod ubrzanja potencijalnom razlikom od jednog volta
- apsorbirana doza
 - apsorbirana energija nakon ulaska ionizirajućeg zračenja u određeni medij (pr.: ozračivana hrana)
 - mjerna SI jedinica: gray (Gy)
 - 1 gray (Gy) = 1 J/kg hrane

Učinci ozračivanja hrane na mikroorganizme

- svrha ozračivanja hrane u većini slučajeva
 - postizanje bioloških učinaka:
 - uništavanje mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje hrane
 - oboljenja u čovjeka
- ciljna mjesta toksičnog djelovanja ionizirajućeg zračenja:
 - DNA u kromosomima - najkritičnije mjesto djelovanja
 - citoplazmatska membrana

- razlike u osjetljivosti mikroorganizama na ozračivanje
(kao i na povišene temperature, sušenje i zamrzavanje)
- slijed otpornosti:
virusi > bakterijske spore > bakterijske stanice > kvasci > plijesni
- provođenje postupaka ozračivanja
 - uglavnom na pakiranim namirnicama

Primjene ozračivanja hrane

- podijela u tri kategorije obzirom na doze i svrhu ozračivanja:
 - visoke doze 10 - 45 kGy
 - srednje doze 1 - 10 kGy
 - niske doze < 1 kGy
- visoke doze
 - sterilizacija namirnica
- srednje doze
 - učinak pasteurizacije
 - produžena trajnost namirnica
 - uništenje ili smanjenje populacije većine patogenih mikroorganizama
- niske doze
 - uništenje insekata i drugih štetočina
 - odlaganje dozrijevanja voća i povrća, sprečavanje klijanja

Primjena i svrha ozračivanja hrane

Ozračivanje niskim dozama (do 1 kGy)		
Svrha	Namijena	Vrsta hrane
produženje trajnosti tijekom skladištenja	sprečavanje klijanja	krumpir, luk, češnjak
osiguranje i produženje trajnosti u trgovinama	odlaganje sazrijevanja i starenja	svježe voće i povrće
uništavanje insekata i parazita	ubijanje ili spolna sterilizacija insekata, uništavanje parazita kao <i>Trichinella spiralis</i> i <i>Taenia saginata</i> (trikavica)	žitarice, mahunarke, brašna, svježe i sušeno voće, orašasti plodovi, sušena riba i meso, svježi svinjetina

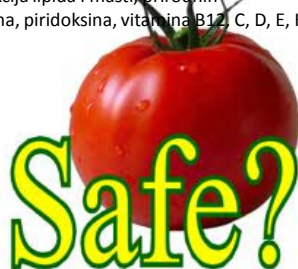
Ozračivanje srednjim dozama (do 1 - 10 kGy)		
Svrha	Namijena	Vrsta hrane
osiguranje / produženje trajnosti u trgovinama	pasterizacija u svrhu smanjenja populacija bakterija, plijesni i kvasaca	pojedino voće i povrće, narezani kruh
osiguranje skladištenja u rashlađenim uvjetima	smanjenje populacije mikroorganizama sposobnih za rast pri temperaturama rashlađivanja	meso, perad, riba
sprečavanje trvanja hranom	uništavanje <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Listeria</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Yersinia</i> i drugih nesporiformnih patogenih vrsta	meso, perad, jaja, jaja u prahu, žabljaci, zamrznuti plodovi mora, druga hrana koja prenosi patogene mikroorganizme
poboljšanje tehnoloških svojstava hrane	omekšavanje	grožđe (povećanje prinosa soka), dehidrirano povrće (smanjenje vremena kuhanja)
sprečavanje kontaminacije hrane kojoj su dodavane primjese	smanjenje populacije mikroorganizama u primjesama	začini, sušeno povrće, druge primjese hrani

Ozračivanje visokim dozama (do 10 - 45 kGy)		
Svrha	Namijena	Vrsta hrane
komercijalna sterilizacija bez rashlađivanja	uništavanje patogena i organizama koji izazivaju kvarenje	meso, perad, plodovi mora, gotova jela, sterilizirana bolnička hrana
dekontaminacija određenih aditiva hrane i primjesa	uništavanje organizama koji izazivaju kvarenje i patogena	začini, enzimi pripremi, prirodne gume

Mogući nedostaci ozračivanja hrane	
- previsoke doze ozračivanja - mogućnost utjecaja na boju i komponente hrane - osjetljivost karakteristika mirisa i okusa - nastanak radiolitičkih produkata	- sprečavanje promjena izazvanih ozračivanjem: - korištenje kombinacija u tretmanima: - ozračivanje uz hlađenje - ozračivanje uz blago povišene temperature - ozračivanje u vakuumu - kombinirani tretmani omogućuju korištenje nižih radijacijskih doza i nižih temperatura procesiranja

Učinci na hranu

- Promjena boje, okusa, mirisa, povećanje H_2S , metilmerkaptana, destrukcija lipida i masti, prirodnih antioksidansa, tiamina, piridoksina, vitamina B12, C, D, E, K, riboflavina



Mikrovalovi

- Elektromagnetski valovi u spektru između infracrvenih i radiovalova
- Prolaskom kroz hranu dolazi do snažnih energetske uvjetovanih oscilacija molekula hrane te zagrijavanja – baktericidni učinci