

# ZÁKLADY UCHOVÁNÍ POTRAVIN

Princip konzervace potravin, přehled  
základních metod

UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ



Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova:  
Evropa investuje do venkovských oblastí

# Základy uchování potravin

1. Princip konzervace potravin,  
přehled základních metod

# Cíle konzervačního zákroku

- udržení nutriční a sensorické hodnoty ve stavu očekávaném spotřebitelem
- udržení vlastností čerstvého materiálu (konzervace mražením), kulinární úpravy - tradiční sensorické vlastnosti (včetně úpravy konzistence) a zároveň konzervace
  - potravinářská technologie je konzervace potravin
  - cílem je potlačit nebo žádoucím směrem ovlivnit změny probíhající v potravinářských surovinách a potravinách

# Vývoj konzervačních metod

1. doba zkušenostní - empirická
2. počátek průmyslové výroby - konec 18. století
3. poznávání a zlepšování nutriční a sensorické hodnoty konzervovaných potravin
4. ekonomizační období

# Změny probíhající v potravinách během zpracování a skladování - nežádoucí změny

- potraviny a potravinářské suroviny - neúdržné materiály
- smysl technologického zpracování a skladování potravinářských surovin a potravin - vytvoření a udržení nutriční a sensorické hodnoty potraviny ve stavu očekávaném spotřebiteli
- další cíl - zabránění ohrožení zdraví spotřebitele v průběhu celého řetězce výroby potravin, tj. od produkce surovin po spotřebu konzumentem (zdravotní nebezpečí z potravin)
- během celého cyklu zpracování podléhají potravinářské materiály komplexním změnám, které zahrnují změny fyziologické, enzymové, chemické a mikrobiologické

# Změny fyziologické

- čerstvé ovoce, zelenina, maso po porážce - pochody, které navazují na fyziologické procesy v živých rostlinných pletivech a živočišných tkáních, při jejich narušení podmínkami zpracování a skladování
- nesprávný průběh posmrtných změn v mase po porážce v důsledku špatného zacházení se zvířetem
- před sklizní - všechny procesy v organismu probíhají organizovaně, fyziologické reakce na sebe navzájem navazují; po přerušení této dynamické rovnováhy dochází k hromadění reakčních produktů, které nejsou dále metabolizovány
- ovoce a zelenina - např. projevy „tkáňového dušení“ (anaerobní dýchání)
  - dalším příkladem je poškození ovoce a zeleniny chladem

# Změny enzymové

- reakce katalyzované přirozenými enzymy, případně extracelulárními enzymy produkovanými přítomnou mikroflórou
- probíhají v porušených pletivech, po rozsáhlejší destrukci buněk, ve vrstvě buněk poškozených např. řezem při krájení nebo loupání
  - po mechanickém porušení pletiva v důsledku technologických operací (loupání, dělení, lisování, ale také pomalé zmrazování vlivem tvorby velkých krystalů ledu)
- enzymové procesy jsou přerušeny inaktivací enzymů, nejčastěji záhřevem

# Změny chemické

- během zpracování a skladování - chemické reakce všech složek potravin, produktů fyziologických a enzymových procesů, látek přicházejících do potravin zvenčí (kyslík, složky obalů, kontaminující látky apod.), produkty metabolismu přítomných MO
  - A. reakce neenzymového hnědnutí
  - B. oxidační reakce, zejména autooxidace tuků
  - C. vznik zdravotních rizik, kontaminace potravin toxickými látkami - zdravotní nebezpečí produktů
  - D. degradační reakce barviv
  - E. reakce fenolů s ionty kovů
  - F. neenzymové pokračování reakcí enzymového hnědnutí



# Mikrobiologické změny

- z hlediska důsledků nejvýznamnějšími změnami, ke kterým v potravinách během zpracování a skladování dochází
- součástí každého technologického zpracování je vždy konzervační zákrok, který zastaví nebo zpomalí nežádoucí růst MO
- změny, které jsou způsobené činností MO - lze podle důsledku rozdělit:
  - a) původci onemocnění - salmonelóza, shigelóza, břišní tyf, kampylobakteriόza, listeriόza, virová hepatitida A
  - b) produkce toxických metabolitů - Staph. aureus, plísňové toxiny (mykotoxiny), bakteriální toxiny (botulotoxin)
  - c) snížení nutriční hodnoty
  - d) změny sensorických vlastností

# Mikroorganismy - bakterie, kvasinky a plísně

- všude kolem nás (trávicí trakt, povrch těla, vzduch, voda, suroviny, pokrmy)
- silné pomnožení - vytváření kolonií - zákal (tekuté potraviny), oslizlost, změna barvy (povrch masa), nadměrné kvašení (přítomnost bublinek)
- kolonie plísní - okem viditelná pouze svrchní část (fruktifikační mycelium) s rozmnožovacími částicemi (spóry), obecně se tato viditelná část označuje jako „plíseň“
- přenos MO z místa, kde se původně vyskytovaly na nekontaminované potraviny
  - jejich zavlečení („křížová kontaminace“)
- MO s žádoucím účinkem (pivo, víno, některé mléčné výrobky apod.) a s nežádoucím (škodlivým) účinkem (působící kažení potravin, jako původci onemocnění, vytvářející toxiny)

# Bakterie - buňky a spóry

- některé bakterie se mohou v potravinách vyskytovat v různých formách:
  - a) ve formě buněk (zničení záhřevem do 100 °C)
  - b) ve formě spór ochranných orgánů, které buňky vytváří pro přežití nevyhovujících podmínek (teplo, chlad, kyselost atd.)
- spóry bakterií jsou velmi odolné, běžný záhřev je obvykle nezničí, po zlepšení podmínek (např. po záhřevu) se ze spóry stává normální buňka, která se v pokrmu rozmnožuje
- některé bakterie mají schopnost vytvářet spóry při zhoršení životních podmínek
  - v potravinářství jsou významné rody sporulujících bakterií *Clostridium* (toxinogenní, původce botulismu) a *Bacillus*

# Rozmnožování mikroorganismů

- potravina musí obsahovat patogenní MO nebo toxiny v takovém množství, které je vyšší než tzv. infekční dávka (= množství, které u strávníka vyvolá onemocnění)
- adaptační fáze (tzv. lag fáze) - bakterie si zvyká na podmínky a chystá se růst, může být prodlužována podmínkami manipulace, technologickou úpravou, skladováním suroviny (udržováním v chladu, okyselením, použitím konzervačních látek a dalšími zákroky)
  - po ukončení lag fáze - bakterie se začínají dělit a nastupuje logaritmická fáze růstu, růstová rychlost je stálá a počet buněk stoupá
- po určité době růstu dochází ke změnám v prostředí - ubývá živin, hromadí se reakční zplodiny a stoupá počet buněk na jednotku objemu - snížení růstové rychlosti, klesá množství buněk vzniklých za jednotku času
- když začne docházet k úbytku počtu živých buněk, nastupuje fáze odumírání

# Faktory ovlivňující růst mikroorganismů

## **dostupnost živin**

- např. bílkoviny, tuky, cukry, minerální látky - ve vodě rozpustné

## **teplota**

- pro pomnožení nebezpečné teploty od 15 do 50 °C (největší růst velkého spektra MO včetně patogenních)
- podle požadavků na optimální teploty růstu rozdělit do tří skupin na:
  - a) termofilní MO
  - b) mezofilní MO
  - c) psychofilní MO

## **čas**

- doba, po kterou je MO vlivu teploty vystaven (rychlosti růstu, vliv záhřevu na inaktivaci MO) - co nejkratší doba uchovávání a zpracování

## **obsah vody v potravině - vodní aktivita $a_w$**

- charakterizuje množství vody využitelné MO
- závisí na obsahu vody v potravině a na jejím složení
- MO potřebují pro růst vodu, pokud obsah dostupné vody klesne pod určitou mez, MO přestávají růst
  - potraviny s nízkým obsahem vody jsou zpravidla déle údržné z hlediska mikrobiálního napadení (sušení, proslazování, solení)
- při zvlhnutí může dojít k nárůstu původních MO (optimalizace podmínek) a případně i k produkci toxinů (zejména mykotoxinů v důsledku plesnivění)

## **kyselost - pH potraviny**

- MO se většinou mohou množit pouze v oblasti mezi pH 4,5 a 8, bakterie většinou lépe rostou v rozmezí hodnoty pH od 5 do přibližně 7; plísně a kvasinky mají rozsah hodnot širší
- potraviny se dělí podle hodnoty pH na kyselé a málo kyselé, mezní hodnotou je pH 4 (hranice, pod kterou neklíčí spory sporulujících bakterií)

## **přístup vzduchu (redox potenciál)**

- množství dostupného  $O_2$  v daném prostředí určuje oxidoredukční potenciál (oxidoredukční potenciál prostředí (EH) je rozdíl potenciálu mezi Pt elektrodou umístěnou do daného prostředí a normální  $H_2$  elektrodou)
- bakterie, které pro svůj růst vyžadují přítomnost kyslíku - obligátní (nebo striktní) aeroby - pseudomonády, plísně
- bakterie, které pro svůj růst nepotřebují přítomnost kyslíku - obligátní anaerobové - *Clostridium*
- zamezení přístupu kyslíku, nebo naopak zajištění přístupu kyslíku je účinné pouze proti určité skupině MO
- nelze např. vakuové balení pokládat za absolutní konzervační zákrok (vytvoří se podmínky vhodné pro rozvoj anaerobních MO, zejména *Clostridium botulinum*)

# Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění

## ***Aeromonas hydrophila***

- růstové optimum 28 °C, roste i při chladničkových teplotách, působí průjmová onemocnění, přenášen rybami, masem, drůbeží, syrovým mlékem a salátovou zeleninou

## ***Brucella***

- růstové optimum 37 °C, usmrcován teplotami nad 63 °C (6-7 minut), nákaza je přenášena masem infikovaných zvířat, jejich syrovým mlékem, případně výrobky

## ***Bacillus cereus***

- růstové optimum 28-35 °C, průjmové onemocnění, sporotvorný MO, nejčastější výskyt - suché potraviny



## ***Campylobacter***

- *C. jejuni*, *C. coli* - optimální růst 42 - 45 °C, enterokolitidy, infikované potraviny - hlavně vnitřnosti, maso - drůbež, druhotná kontaminace mléka (fekáliemi nebo z mastitid)

## ***Clostridium botulinum***

- sporotvorný, „klobásový jed“, botulismus - nejtypičtější případ otravy z potravin, botulotoxin ovlivňuje nervy periferního nervového systému, výskyt - konzervy málo kyselé, potraviny uchovávané pod folií ve vakuu

## ***Clostridium perfringens***

- sporotvorný, růstové optimum 43-47 °C, nevolnost, potraviny živočišného původu, velmi častá jsou onemocnění v hromadných stravovacích zařízeních (školní kuchyně nebo domovy důchodců)

## ***Escherichia coli***

- nejrozšířenější obyvatel střeva nejen člověka, ale i dalších teplokrevných zvířat, růstové optimum 37 °C, do potravy se dostává fekálním znečištěním a obecně nižší hygienou přípravy jídel

## ***Listeria monocytogenes***

- patogen, nesporulující, růstové optimum 30-35 °C, symptomy: mírné chřipky až po meningitidy a meningoencefalitidy, nejčastěji napadá těhotné ženy, batolata nebo staré lidi, nejčastější potravní přenos - syrová zelenina (saláty) a mléčné výrobky

## ***Plesiomonas shigelloides***

- růstové optimum 37 °C, velmi častý v povrchových vodách a půdě, hlavním potravním zdrojem jsou mořští mlži, korýši a ryby

## ***Salmonella***

- dnes nejčastější příčina nemocí působených potravinami
  - fakultativně anaerobní, růstové optimum 37 °C
- hlavní zdroj - infikované zvíře, maso, mléko, drůbež a vejce v případě, že jsou nedostatečně tepelně upraveny
- lidští přenašeči jsou méně významní než přenos ze zvířat, avšak jakmile ustupují hygienická pravidla, nastupuje možný přenos fekáliemi

## ***Shigella***

- původce dysenterie, hlavní zdroj - infikovaný člověk, který připravuje jídlo, hlavně saláty z mořských korýšů a ryb (bez tepelné úpravy)

## ***Staphylococcus aureus***

- fakultativní anaerob, růstové optimum 37 °C, nevolnost, výskyt - v drůbeži a ostatním syrovém mase jako součást mikroflóry kůže, k řadě kontaminací dochází během technologie od obslužných pracovníků

## ***Vibrio***

- fakultativně anaerobní, růstové optimum 37 °C, *Vibrio cholerae* má na svědomí jedny z největších epidemií sužujících lidstvo
- cholera je infekce primárně rozšiřovaná vodou, v úvahu přichází i potraviny kontaminované touto vodou, *V. parahaemolyticus* se vyskytuje v rybách a měkkýších, zvláště pokud jsou konzumovány bez tepelné úpravy

## ***Yersinia enterocolitica***

- fakultativně anaerobní, růstové optimum 29 °C, gastronteritidy, *Y. pestis* - původce moru, nejznámější přenašeči - vepři, častým zdrojem infekce bývá mléko a voda, druhotně kontaminované výkaly infikovaných zvířat

# Indikátorové organismy

- bakterie, jejichž přítomnost ukazuje na možnost otravy jídlem nebo na přítomnost jiných patogenních bakterií - mají velkou roli při posuzování mikrobiologické nezávadnosti a kvality
- koliformní - *Escherichia coli* (běžně usídlen v gastrointestinálním traktu člověka a dalších zvířat) - klasickým indikátorem na přítomnost enteropatogenů, existuje přímá souvislost mezi rozsahem fekálního znečištění a přítomností *E. coli*
- enterokoky - dva druhy nalézané v lidských a zvířecích střevech - *Streptococcus faecalis* a *S. faecium*, slouží při posuzování kvality vody jako indikátory fekálního znečištění
- *Enterobacter cloacae*

# Klasifikace vybraných alimentárních patogenních MO do kategorií podle závažnosti

- původci ohrožující život - *Clostridium botulinum*, *Salmonella typhi*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*
- původci vážných nebo chronických nemocí - *Brucella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Streptococcus typ A*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolitica*, virus hepatitidy A, mykotoxiny
- původci mírných onemocnění - *Bacillus spp.*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, většina parazitů, průjmová intoxikace z mlžů (ústřic)

# Přehled metod

- použitá metoda konzervace - stanovení podmínek nakládání s potravinou (skladování, přeprava, prodej, expirace)
- potravinářské výrobky - významnější je ten z kroků, který má zásadní vliv na údržnost produktu, resp. který je přísnější ke stanovení podmínek výroby, skladování a manipulace

$$\text{intenzita rozkladu potravin} = \frac{\text{četnost mikroorganismů} \times \text{odolnost MO}}{\text{odolnost potravin}}$$

# A) Nekonzervované výrobky (čerstvé, syrové, v tržní úpravě)

- příprava výrobku - mytí, v případě masa rozbourání, zabalení
- použité technologické operace neobsahují úmyslný zákrok potlačení či vyloučení působení MO, biochemických, fyziologických a chemických změn

## Podmínky skladování, přepravy a prodeje

- zamezit kontaminaci
- při přepravě a skladování doporučit skladovací teploty
- nekonzervované x konzervované výrobky - rozsah úpravy, doba skladování, podmínky zacházení



## B) Konzervované výrobky

Údržnost výrobku je zajištěna

- úmyslným zákrokem, který potlačuje nebo vylučuje působení MO, biochemických, fyziologických a chemických změn
- tradičním způsobem zpracování (mletí, fermentace, pražení atd.), který takový zákrok zahrnuje
  - kombinací obou předchozích způsobů

# Přehled metod

1. Vylučování MO z prostředí
2. Přímá inaktivace mikrobů (abiosa)
3. Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)

# 1) Potraviny konzervované odstraněním MO

*omezení kontaminace během zpracování*

- čistota místností, strojů, nářadí (sanitace), čistota vzduchu, čistota vody, čistota vedlejších surovin, čistota pracovníků

*ochuzování potravin o MO*

- praní suroviny, čiření (operace předcházející dalšímu zpracování) - snížení počtu zárodků ve zpracovávané surovině

*vylučování MO z potravin*

- ultrafiltrace
- baktofugace

## 2) Přímá inaktivace mikrobů - abiosa

### A) Fyzikální metody

#### Potraviny konzervované tepelným zákrokem

- zahřívání, odporový ohřev, dielektrický ohřev, infračervený ohřev

*blanšírování* - tepelná úprava (ovoce a zeleniny), zákrok předchází další způsoby konzervace

*pasterace* - záhřev na teploty do 100 °C, inaktivace vegetativní formy MO, ke konzervaci kyselých potravin ( $\text{pH} \leq 4$ ), v případě pasterace nekyselých potravin (hotových pokrmů apod.) je nutné ji doplnit dalším zákrokem

*sterilace* - záhřev na teploty vyšší než 100 °C (obvykle 121,1 °C), inaktivace vegetativní formy MO včetně bakteriálních spór, konzervace nekyselých potravin ( $\text{pH} > 4$ )

*frakcionovaná sterilace (tyndalace)* - opakovaný záhřev na teploty do 100 °C provedený v průběhu jednoho až několika dnů, konzervace nekyselých potravin

## Potraviny konzervované zářením

## Potraviny konzervované dalšími fyzikálními zákroky

*konzervace ultrazvukem* - vystavení potravin působení ultrazvuku -  
usmrcení přítomných MO

*konzervace vysokým hydrostatickým tlakem* - vystavení potravin účinku  
vysokého tlaku, při kterém dojde k usmrcení MO

další fyzikální metody (*konzervace vysokointenzivním pulsujícím  
elektrickým polem, konzervace vysokointenzivními záblesky světla*)

## B) Chemické metody (chemosterilace)

- stabilizace přidavkem látek usmrcujících MO (chemosterilace) nebo zpomalující jejich životní pochody (chemoanabioza)
- desinfekční činidla, kyslík, stříbro, chemikálie (diethylester kys. pyrouhličitý)
- chemická činidla používaná pro chemickou konzervaci a podmínky jejich použití - vyhláška 298/97 Sb.
- chemická konzervovadla - pouze ke konzervaci kyselých potravin (do pH 4)

### 3) Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)

Konzervace fyzikální nebo fyzikálně chemickou úpravou potravin

Osmoanabiosa (snížení vodní aktivity, zvýšení osmotického tlaku)

*sušení* - odstranění množství vody, aby vodní aktivita produktu bránila rozvoji kazících MO, zahrnuje i další technologické operace (pečení, uzení atd.)

*zahušťování (koncentrování)*

*proslazování a solení (konzervace jedlou soli)* - snížení vodní aktivity a zvýšení osmotického tlaku přidávkem cukru nebo soli

## Odnímání kyslíku

- evakuace okolí potravin, prostředí netečných plynů, prosycení olejem

## Konzervace sníženou teplotou

*mrazírenství* - mražené potraviny skladované při  $-18\text{ °C}$  s omezením výkyvů teploty nad  $-15\text{ °C}$  stabilní, rozmražený produkt obvykle citlivější k mikrobiálním změnám než před zmrazením

*chladírenství* - rychlé ochlazení - překonání teploty nejvyššího růstu mezofilních MO a snížení teploty pod teploty růstu salmonel, listerií a dalších rizikových kontaminantů, teplota skladování v případě tepelně opracovaných výrobků od  $-1$  do  $4\text{ °C}$ , konzervace sníženou teplotou (zmrazování, chlazení) může navazovat na další konzervační zákroky jako pasterace nekyselých potravin, použití látek s chemoanabiotickým účinkem apod.



# Konzervace chemickou úpravou potravin (chemoanabiosa)

*Konzervace umělou alkoholizací, okyselováním, konzervace antibiotiky,  
konzervace fytoncidy*

- konzervovace chemicky - zpomaluje životní pochody MO
- přídavek kyselin (organických kyselin - octové, citrónové, mléčné), marinace, přídavek alkoholu, fytoncidní látky, antibiotika
- potraviny a polotovary konzervované alkoholem nad 10 % (obj.) - uchovatelné za normální teploty
  - zvýšení údržnosti, nutnost kombinace s dalšími postupy

# Konzervace biologickou úpravou potravin (cenoanabiosa)

- potraviny stabilizované činností MO
- výrobky konzervované mléčným kvašením (kysané mléčné výrobky, sýry),  
alkoholickým kvašením (alkoholické nápoje)
  - MO cíleně pěstované - tvorba očekávaných sensorických látek  
charakteristických pro produkt, zároveň produkce metabolitů inhibujících  
konkurenční mikroflóru
- kombinace s dalšími zákroky např. pasterací, chlazením apod.

# ZÁKLADY UCHOVÁNÍ POTRAVIN

Tepelná inaktivace MO, sterilace  
fyzikálními zákroky, chemosterilace

UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ



Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova:  
Evropa investuje do venkovských oblastí

# Základy uchování potravin

2. Tepelná inaktivace mikroorganismů (MO), sterilace fyzikálními zákroky, chemosterilace

# Konzervace záhřevem - termosterilace

- záhřev potravin na teploty způsobující denaturaci bílkovin (vyšší než cca 55°C) - inaktivace (usmrcení, devitalizace) MO
- může být významným konzervačním krokem technologického postupu (pasterace, sterilace apod.)

**praktická sterilita** - taková úroveň mikrobiální kontaminace produktu, která zaručuje jeho zdravotní nezávadnost a stabilitu po dobu očekávané trvanlivosti

**absolutní sterilita** - zákrokem je dosaženo absolutní sterility produktu

**blanšírování** - tepelné ošetření potravin směřující k inaktivaci enzymů, obvykle parou nebo ponořením ovoce nebo zeleniny do horkého roztoku cukru nebo soli

**pasterace** - tepelné ošetření potravin záhřevem s nižším inaktivačním účinkem, obvykle použití teplot do 100 °C - k redukci vegetativních forem MO, obvykle nedostatečný pro inaktivaci (devitalizaci) bakteriálních spór

**sterilace** - proces probíhající při teplotách vyšších než 100 °C a vedoucích k inaktivaci vegetativních forem MO a většiny bakteriálních spór  
- obvykle proces sterilace představuje záhřev s inaktivačním účinkem odpovídajícím nejméně 10 minutám při 121,1 °C (referenční teplota převzata z anglosaských zdrojů, které pracují s teplotou 250 °F = 121,1 °C)

**tyndalace** - tepelné opracování zahrnující opakovanou pasteraci, tj. opakované ošetření záhřevem na teplotu do 100 °C

# Cíl konzervace záhřevem

- inaktivace vegetativních buněk a spór MO, tj. plísní, kvasinek, bakterií a virů
- inaktivace nežádoucích enzymů, které mohou negativně ovlivnit vlastnosti produktu
  - inaktivovace mikrobiálních toxinů

## Vliv záhřevu na mikroorganismy

- se zvyšující se teplotou vzrůstá rychlost růstu (množení) - maximum při optimální teplotě růstu - snížení rychlosti růstu MO - přestává množení MO
- k inaktivaci buněk dochází po dosažení inaktivační teploty, tj. teploty která vede k přerušení vitálních funkcí

# Faktory ovlivňující průběh termosterilace

## Vlastnosti MO

- málo kyselá pasterovaná potravina (konzervační zázrak postaven na dalších konzervačních bariérách, např. chladiřenství) - masné výrobky, lahůdky, hotové pokrmy, produkty z vajec - salmonela, listerie, neproteolytické kmény klostridií, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* a další
- málo kyselá sterilovaná výrobky - masové konzervy, sterilovaná zelenina ve slaném nálevu - vždy je uvažován rod *Clostridium botulinum*, z kazící mikroflóry termorezistentní sporující bakterie (*Bacillus stearothermophilus* a *Clostridium thermosaccharolyticum*), které kazí výrobky při skladování v teplotách vyšších než 35 °C
- kyselá potravina - ovocné kompoty, pomazánky - často kontaminovány termorezistentními plísněmi (*Byssoschlamys fulva*), kečupy - hrozí *Bacillus coagulans* a bakterie mléčného kvašení (laktobacily)



## **Vliv potravin**

- složení potravin (obsah cukrů, bílkovin, tuků a dalších složek), aktivita vody, pH a obsah složek s antimikrobiálním účinkem (přirozeně se vyskytující nebo přidaný) ovlivňuje průběh termoinaktivace MO
- posuzování účinku záhřevu - nezbytné zabývat se situací v nejhůře ohřívaném místě výrobku

## **Vlhkost prostředí**

- v nevodném prostředí (naschlé zbytky ve špatně umyté lahvi, pasterace sypkých suchých směsí) jsou MO a jejich spory podstatně odolnější než v prostředí vlhkém

## **Kyselost prostředí**

- rozdělení potravin na málo kyselé a kyselé vychází z požadavků na podmínky tepelného opracování
- nejodolnější potravinářsky významný sporulující MO je *Bacillus coagulans*, může v závislosti na počtu a dalších vlastnostech potravin y růst ještě při hodnotě pH blížící se 4 - proto je jako hraniční hodnota uvažováno pH 4

## **Vliv výchozí koncentrace MO**

- výchozí počet přítomných MO v potravine před konzervačním zákrokem, případně podmínky zacházení s produktem ve vztahu k možnému pomnožení přítomné mikroflóry (prodlevy kontaminovaného materiálu při teplotách, za kterých probíhá růst přítomné mikroflóry) ovlivňuje průběh konzervace záhřevem

## **Vliv doby, po kterou teplota působí**

- vlastním inaktivačním faktorem je vystavení mikrobiálních buněk a spor účinku vyšší teploty po určité době
- pro nejhůře prohřívané místo konzervy, vzhledem k heterogenitě obvykle sterilovaných potravin (kusy v nálevu, plyny v pletivech) je objektivní hodnocení obtížné

# **Způsoby provedení termosterilace**

## **Nekyselé potraviny**

- a) v obalech - teplosměnné médium voda, za norm. tlaku (0,1 MPa vře při 100°C), po sterilaci je nutné chladit (termofilní sporulující bakterie) pitnou nezávadnou vodou (riziko nasátí chladicí vody)
- b) mimo obal - UHT (mléko apod.) - tlakové výměníky, ohřívání přehřátou parou - bleskový záhřev malého objemu homogenního materiálu (kapaliny, kaše, drobné kousky v kapalině), po průtokové sterilaci musí následovat aseptické plnění

## **Kyselé potraviny**

- a) v obalu - vsádkové sterilátory („domácí“ zavařovací hrnec), kontinuální sterilátory
- b) mimo obal - jako nekyselé, jednodušší systémy bez nutnosti vyšších tlaků, horký rozliv, pára pod víčko

# Odporový (ohmický) ohřev

- ohřev potravin průchodem střídavého elektrického proudu
  - elektrický odpor potravin způsobuje, že elektrická energie je transformována na teplo
  - samotná potravina je součástí „odporového ohříváče“, její elektrické vlastnosti
    - její odpor - přímo ovlivňují ohřev
  - odporový ohřev je účinnější než mikrovlnný ohřev, téměř všechna energie, která vstupuje do potravin, v potravine zůstává
- 
- výhody odporového ohřevu
    - potraviny jsou zahřívány rychle stejnou rychlostí v celém objemu
    - při ohřevu neexistují horké povrchy jako u klasického ohřevu, tím není žádné riziko přehřívání nebo připalování
    - technologie je vhodná pro kontinuální zpracování

- optimalizace procesu ohřívání je komplikovaný proces, obecně musí být uvažovány faktory:
  - velikost a tvar částic
  - obsah vlhkosti v částicích
  - poměr tuhého a kapalného podílu
    - viskozita kapalného podílu
  - množství a charakter elektrolytů
    - pH
    - měrné teplo složek
    - tepelná vodivost složek
- je nutné uvažovat také změny vlastností během procesu zpracování

# Dielektrický a infračervený ohřev

- dielektrická energie (mikrovlny a radiové frekvence) a infračervená energie jsou dvě formy elektromagnetické energie
- vyzařovány jako vlnění, které proniká do potravin, je absorbováno v potravíně a transformováno na teplo
- dielektrický ohřev patří mezi přímé metody, kterými je teplo vytvářeno přímo v potravíně, při infračerveném ohřevu je teplo generováno vně potraviny, působí na povrch potraviny zejména sáláním

## **Hlavní rozdíly mezi dielektrickým a infračerveným záhřevem**

- dielektrická energie indukuje molekulární tření zejména molekul vody v potravíně, kterým dochází ke vzniku tepla, infračervený ohřev spočívá v absorpci povrchem potraviny a jeho přeměně na teplo
- dielektrický ohřev je používán ke konzervaci potravin, infračervený ohřev se používá spíše ke zlepšení vlastností produktu - ke změně barvy, chuti a vůně

# Dielektrický ohřev

- většina potravin obsahuje vodu, ta se skládá z negativně nabitého kyslíku a pozitivně nabitých vodíků a vytváří elektrický dipól
- potravina je vystavena elektromagnetickému vlnění o frekvenci mikrovln nebo radiových vln, molekuly vody a další složky s podobnou strukturou, které vytváří dipóly např. soli, snaží se orientovat podle elektrického pole (podobně jako kompas v magnetickém poli)
- rychle oscilující elektrické pole se mění z pozitivního na negativní a zpět více než milionkrát za sekundu, dipóly se snaží sledovat změny pole a tím dochází ke tření a ke tvorbě tepla

# Mikrovlnný ohřev

- hloubka průniku mikrovln závisí na ztrátovém faktoru a frekvenci mikrovln
- led absorbuje málo energii mikrovln, jejich pronikavost klesá se změnou skupenství z pevného na kapalné, dosahuje minima při teplotě kolem 20 °C a pak s dalším ohříváním vody pronikavost vln vzrůstá, čím je voda teplejší, tím méně energie absorbuje
- led má nižší ztrátový faktor než voda - významné zejména při použití mikrovln k rozmrazování a ohřevu mražených potravin
- mikrovlnný ohřev - v závislosti na složení potraviny absorbována stejná energie na povrchu i uvnitř potraviny, ztráty tepla z povrchu do okolního prostředí jsou větší než uvnitř potraviny



# Ohřev radiovými vlnami

- ohřev vlněním o frekvenci radiových vln - stejný princip jako mikrovlnný ohřev, používají se nižší frekvence EM vlnění
  - potravina je umístěna mezi elektrody, na elektrody je zavedeno napětí o uvedené frekvenci radiových vln, střídavé napětí mění polaritu elektrod, které vyvolávají rychlé změny orientace dipólů v potravíně a tím dochází k rychlému záhřevu v důsledku tepla vytvořeného třením

# Faktory ovlivňující absorpci energie

- hloubka průniku mikrovln i radiových vln je dána dielektrickou konstantou a ztrátovým faktorem potraviny (jsou tabelovány)
  - čím nižší je ztrátový faktor (tj. vyšší prostupnost pro mikrovlny) a nižší frekvence, tím vyšší hloubka průniku
- většina potravin má vysoký obsah vody (vysoký ztrátový faktor), velmi snadno absorbují mikrovlnnou energii a energii radiových vln a nehrozí přehřátí nebo vzplanutí, ale v případě sušení produktů s nízkým obsahem vody je toto nebezpečí reálné a musí tomu být přizpůsobeny podmínky ohřevu

## Rozmrazování a ohřívání

- obvyklý způsob rozmrazování mražených potravin - díky nižší teplotní vodivosti vody ve srovnání s ledem je zpomalen prostup tepla a rozmrazování se zpomaluje s narůstáním množství vody směrem od povrchu rozmrazovaných potravin do jejich středu
- mikrovlnný a dielektrický záhřev využíván k rychlému rozmrazování malých dávek potravin a pro rozpouštění tuků (např. másla, čokolády, fondánových hmot)

## Sušení

- záření selektivně ohřívá vlhké oblasti zatímco vysušené části s nízkým obsahem vody nejsou zahřívány
- při dosušování obilí jsou mikrovlny levnější, účinnější a méně hlučné a méně prašné, kratší doby sušení také snižují riziko pomnožení kontaminující mikroflóry

## Sublimační sušení

- pro zrychlení procesu sublimačního sušení (lyofilizace), při použití mikrovln je energie dodávána přímo na povrch ledu
- sušení musí probíhat za přesného řízení procesu, aby nedocházelo k lokálnímu tání ledu, protože jakákoliv voda, vytvořená během procesu, se bude ohřívat v důsledku vyššího ztrátového faktoru rychleji než led a proces sublimace nebude pokračovat

## Pečení

- účinnost pečení je zlepšena dielektrickým ohřevem nebo mikrovlnným dopečením, hlavně v případě tenkých produktů (extrudované cereálie, výživa pro děti, kreky, křehký chléb, piškoty)
- obvykle je obtížné sladit požadavky na propečenost středu pečiva a odpovídající světlost povrchu - radiové vlnění nebo mikrovlnné ohříváče se instalují na konec tunelové pece, aby byl snížen podíl vody v pečivu a dokončen proces pečení bez dalšího tmavnutí povrchu

## **Škvaření, smažení**

- ve srovnání s klasickým škvařením mikrovlnné škvaření tuků snižuje náklady o 30 %, nevyvolává vznik nepříjemných zápachů
  - mikrovlnné smažení může být použito při smažení v mělkých miskách, ve kterých se potravina rychle zahřeje
- výhodou použití je také šetrnost k vlastnostem oleje, který pomaleji degraduje

## **Blanšírování**

- blanšírování pomocí mikrovlnného záhřevu je zatím příliš nákladné v porovnání s klasickým parním blanšírováním

## **Sterilace**

- pro sterilaci s využitím mikrovln jsou používány produkty balené v laminovaných sáčcích vyrobené z PE/EVOH nebo PVdC/PP
  - sáčky jsou průchodné pro mikrovlny, produkt prochází systémem lázni zahříváných na 90 °C a konečná teplota sterilace je 130°C

# Vliv mikrovlnného a dielektrického záhřevu na potraviny

- mikrovlny a radiové frekvence nemají přímý vliv na MO, všechny změny jsou vyvolány pouze teplem, které je generováno v důsledku absorpce energie vlnění potravinou
- vlivem rychlejšího přestupu tepla při použití mikrovlnného a dielektrického ohřevu jsou sníženy ztráty nutričních a sensorických látek oproti klasickým metodám záhřevu

# Infračervený ohřev

- EM vlnění vyzařované horkými objekty, v ozářeném objektu je energie záření opět transformována na teplo
  - rychlost přenosu energie závisí na
    - a) teplotě povrchu ohříváných předmětů
    - b) povrchové vlastnosti obou materiálů (zářícího i absorbujícího)
    - c) tvaru zářícího i přijímacího předmětu
- část záření je absorbována, část je potravinou odražena, množství absorbované energie potravinou se nazývá absorptivita ( $\alpha$ )
  - záření, které není absorbováno, je odraženo, množství odraženého záření se nazývá reflexivita ( $1-\alpha$ )

## Vliv na potraviny

- rychlý záhřev povrchu potraviny vede k uzavření vlhkosti a sensoricky aktivních složek (chuťových a aromatických) látek uvnitř potraviny

# Konzervace zářením

- elektromagnetická záření: ultrafialové světlo (UV), Rentgenovo záření (paprsky X), gama záření (ionizující, tvrdé, velmi pronikavé)
- korpuskulární emise: beta záření (katodové záření), elektronová emise(méně pronikavé, povrchová konzervace)
- z praktického hlediska mají ve vztahu ke zpracování potravin význam pouze UV záření - má malou energii, malou pronikavost, usmrcuje MO jen na povrchu, podporuje oxidační procesy
- prakticky se používá k ošetření povrchů, sterilaci vzduchu - ošetření prostor, mikrobiální filtrace vzduchu apod., ošetření vody apod.
- záření (zejména gama záření) je povoleno použít k ošetření potravin ve 38 zemích



# Výhody použití záření

- zpracování nevyžaduje záhřev potravin, proto dochází pouze k nepatrným změnám chuti a vůně
  - mohou být ošetřovány potraviny v obalu
- změny nutriční hodnoty jsou porovnatelné s dalšími metodami konzervace potravin

# Nevýhody použití záření

- vysoká cena zařízení
- při ozařování může docházet ke ztrátám nutričně významných složek potravin
  - dosud neexistují spolehlivé postupy k detekci ozářených potravin
- spotřebitelé použití záření špatně přijímají - z důvodů obav i indukované radioaktivity nebo vzhledem na zkušenosti s problémy

# Vliv na mikroorganismy

- reaktivní ionty a radikály vznikající zářením v potravině způsobují poškození mikrobiálních buněk (změna struktury jejich membrán, ovlivnění aktivity enzymů)
- významný vliv mají na DNA a RNA a tím na rozmnožování buněk a jejich růst
- podobně jako u termosterilace - účinek záření je závislý na řadě faktorů, jako jsou vlastnosti MO (některé MO mají opravné mechanismy pro nápravu změn DNA, MO se liší složitostí své genetické výbavy apod.) – proto není závislost logaritmu počtu přežívajících na dávce záření lineární

# Metody konzervace zářením

- potřebná dávka záření závisí na odolnosti přítomné mikroflóry, míře kontaminace a charakteru produktu
- obecně jsou doporučovány průměrné dávky 10 kGy - dávky záření, které nejsou spojeny se žádnými zdravotními riziky, ani nepředstavují nebezpečí významného ovlivnění sensorických a nutričních vlastností většiny potravinářských materiálů

## Radiosterilace (radapertizace)

- ošetřování koření a sušených bylin, které jsou obvykle vysoce kontaminovány MO - pro některé aplikace koření (pro výrobu lahůdek a jiných citlivých produktů) je nezbytné zajistit dostatečně nízké hladiny kontaminující mikroflóry ve všech vstupech, včetně koření
- pro sterilaci koření postačí dávky 8-10 kGy, vedou k dostatečnému snížení počtu přítomných MO při minimálním vlivu na vlastnosti koření, ztráty esenciálních olejů apod.

## Radiopasterace

- použití nižších dávek záření, které stačí na snížení obvykle přítomných počtů vegetativních forem kazících a zejména patogenní mikroflóry
- nesporulující patogenní MO (např. *Salmonella typhimurium*) a vegetativní buňky jsou méně odolné k záření než jiné sporulující bakterie, obvykle se použije záření v rozmezí 3 až 10 kGy pro dosažení požadovaného snížení úrovně kontaminace
- radiopasterace obecně může vést k prodloužení doby uchovatelnosti celkovým snížením počtu vegetativních buněk (bakterií, kvasinek, plísní) v potravině

## Vliv záření na senzoričké a nutriční vlastnosti potravin

- obvykle používané dávky záření nemají prakticky žádný vliv na stravitelnost proteinů nebo na složení aminokyselin
- vyšší dávky záření způsobují částečnou hydrolyzu a oxidaci polysacharidů, v závislosti na dávce záření může docházet ke štěpení polysacharidů, změny však neovlivňují využitelnost sacharidů a jejich nutriční hodnotu
- lipidy vlivem záření podléhají reakcím podobným autooxidaci, vznikají hydroperoxy a dochází k nežádoucím změnám senzoričkých vlastností, oxidační změny mohou být potlačeny, pokud jsou ozařovány potraviny ve zmrazeném stavu
- potraviny s vysokým obsahem tuku nejsou vhodné pro ošetření zářením

# Vysoký hydrostatický tlak

- ošetření je používáno hlavně ke snížení počtu nebo inaktivaci přítomných MO

- hlavní oblastí aplikací je konzervace potravin, která spočívá v ošetření potravin, většinou zabalené do flexibilního obalu, tlakem 100 - 1000 MPa po dobu několika minut

- při ošetření se uplatňují dva základní principy:

## **Le Chatelierův princip**

*Každý jev (fázový přechod, přeměna molekul, chemická reakce), který je doprovázen změnou objemu, je ovlivňován tlakem.*

## **Pascalův zákon**

*Tlak je přenášen okamžitě ve všech směrech a v celém objemu vzorku.*

# Vliv tlaku na složky potravin, na mikroorganismy

- působení tlaku není zcela bez vlivu na složky potravin, stlačením pletiv obsahujících dýchací plyny dochází k destrukci struktury, k úniku šťávy
- ošetření je zpravidla prováděno za nižších teplot, nejsou zastaveny enzymové procesy, naopak dochází k jejich zintenzivnění jednak v důsledku zlepšení kontaktu enzym - substrát a také v důsledku přechodného zvýšení aktivity enzymů v průběhu tlakového ošetření
- plísně a kvasinky jsou velmi citlivé, bakteriální spóry snesou působení velmi vysokých tlaků, dokonce vyšších než 1000 MPa
  - podobně také viry jsou zřejmě velmi odolné účinkům tlaku
- inaktivační účinek tlaku roste s teplotou, je zvyšován přítomností chemických konzervačních látek (např. přísad kyseliny sorbové, benzoové, ethanolu, extraktů z koření, lysozymu a dalších látek)

# Konzervace potravin ultrazvukem

- ultrazvukové vlny jsou podobné zvukovému vlnění, ale mají vysokou frekvenci, vyšší než 20 kHz (vyvolává periodické tlaky až stovky kPa) a nemohou být detekovány lidským uchem
- při dopadu ultrazvukového vlnění na povrch materiálu vzniká síla - pokud je kolmá na povrch, vede ke vzniku kompresní vlny, která se šíří potravinou, zatímco je-li síla paralelní s potravinou, vzniká stříhová vlna
- oba typy vlnění postupně slábnou a jsou postupně absorbovány v potravine
- ultrazvuk vyvolává velmi rychlé lokalizované změny tlaku a teploty, které způsobují stříhové porušení, "kavitace" (vytváření bublin v kapalných potravinách), zeslabení buněčných membrán, místní záhřev, tvorbu volných radikálů, které mají letální účinek na MO



# Chemosterilace

- k úplné inaktivaci MO (usmrcení) dochází přidáním chemických látek
- používají se: aktivní kyslík, peroxid vodíku, stříbrné ionty, dialkylestery anhydridu kyseliny uhličitě, fumiganty (ethylenoxid, propylenoxid)
- ozonizace - uvolňování atomárního kyslíku, který má silné mikrobicidní účinky, nežádoucím jevem je oxidační efekt
- konzervace stříbrnými ionty (katadynace) - 3 způsoby - přidavek koloidního stříbra, filtrace přes media obsahující stříbro a elektrolytické ukládání stříbra v nápoji
- použití dialkylesterů anhydridu kyseliny uhličitě (pyrouhličitě) - diethyl (DEDC - diethyl-dikarbonát) nebo dimethyl (DMDC - dimethyldikarbonát) esterů - po přidání do nápoje usmrtí MO, rozkládají se na příslušný alkohol a CO<sub>2</sub>

# ZÁKLADY UCHOVÁNÍ POTRAVIN

Nepřímé konzervační metody, konzervace  
sníženou teplotou

UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

  
**UniConsulting**

Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova:  
Evropa investuje do venkovských oblastí

# Základy uchování potravin

## 3. Nepřímé konzervační metody, konzervace sníženou teplotou

# Konzervace potravin osmoanabiosou

- osmoanabiosa zahrnuje konzervační metody založené na snižování obsahu využitelné vody v potravině (snižování aktivity vody) a na zvyšování osmotického tlaku

1) sušení - horkým vzduchem

- kontaktním sušením

- sublimačním sušením

2) zakonzentrování - odpařováním

- membránovými procesy

- vymražováním

3) proslazování

4) solení

# Princip osmoanabiosy

- potraviny s nižším obsahem vody jsou údržnější a vydrží déle
- zkazitelnost potraviny nezávisí na celkovém obsahu vody, ale na obsahu tzv. volné vody, kterou mohou MO využívat
- MO potřebují vodu pro transport živin, k odstraňování metabolitů z buněk, voda přítomná v potravinaě je volná a vázaná
  - vázaná voda je navázána na molekuly hydrokoloidů, na rozpuštěné látky, případně je poutána ve struktuře potraviny kapilárními silami
- volná voda není v potravinaě vázána, je využitelná pohybuje se v potravinaě a její množství vyjadřuje hodnota aktivity vody  $a_w$
- princip osmoanabiosy spočívá v cíleném snižování obsahu volné vody (ve snižování aktivity vody v potravinaě)

# Sušení

- přivádění tepla k sušenému materiálu a odvádění vlhkosti
- sušení vzduchem - vzduch přivádí teplo a odvádí vodní páru
- sušení kontaktní - přívod tepla sušenině zajišťuje vyhřívaný povrch (např. válcové sušárna)
- při sušení je možné přivést teplo také prostřednictvím mikrovlnné energie, nebo energie radiových vln
  - sušení sublimační (kryosikace, nebo lyofilizace)

# Sušení vzduchem

- schopnost vzduchu absorbovat vodní páru závisí na:
  - množství vodní páry obsažené v sušícím vzduchu
    - teplotě sušícího vzduchu
    - objemu vzduchu omývající sušené potraviny
- teplo přiváděné vzduchem je absorbováno sušenou potravinou a odpovídá jednak teplu potřebnému k ohřevu potraviny na teplotu sušení a zejména představuje výparné teplo nutné ke změně skupenství vody
- teplota sušícího vzduchu je charakterizována teplotou suchého teploměru (obvykle teploměr v proudu sušícího vzduchu) a teplotou tzv. mokrého teploměru (teploměr s vlhkým návlekm), jehož teplota je snižována odnímáním tepla potřebného k odpařování vody

- další významný údaj je rosný bod (teplota rosného bodu) - teplota, při které je vzduch nasycen vodní parou a jeho relativní vlhkost je 100 %, další ochlazování vede ke kondenzaci vodní páry
- dalším faktorem ovlivňujícím rychlost sušení kromě teploty vzduchu a jeho relativní vlhkosti je rychlost proudění vzduchu
  - když horký vzduch proudí kolem vlhké potraviny, vodní pára difunduje malou vrstvou nepohyblivého vzduchu, který ji obklopuje a je unášena proudícím vzduchem
  - mezi nepohyblivou vrstvou vzduchu obklopující potravinu a proudícím vzduchem se vytváří gradient v koncentraci vodní páry, který urychluje sušení



- vrstva nepohybujícího se vzduchu tvoří bariéru pro přenos tepla i vodní páry, její šířka závisí na rychlosti proudícího vzduchu - pokud je rychlost proudění nízká, je bariéra větší a zpomaluje jak transfer tepla, tak i vodní páry

- vodní pára zůstává u povrchu potravin, zvyšuje vlhkost vzduchu obklopujícího potraviny a tím snižuje gradient koncentrace vodní páry a rychlost sušení

- čím rychleji sušící vzduch proudí, tím tenčí je bariéra nepohybujícího se vzduchu a vyšší rychlost sušení

- v souhrnu tři hlavní vlastnosti sušícího vzduchu pro úspěšné sušení vlhkých potravin jsou:

- přiměřeně vysoká teplota vlhkého teploměru

- nízká relativní vlhkost

- vysoká rychlost proudění

# Fáze sušení

- fáze konstantní rychlosti sušení - umístění potraviny do sušárny, teplota povrchu potraviny za krátký čas dosáhne teploty vlhkého teploměru = začíná sušení, při kterém rychlost odvádění vodní páry z povrchu potraviny sušícím vzduchem je stejná jako rychlost, jakou se voda dostává na povrch potraviny
- sušení pokračuje do jistého kritického obsahu vody, po celou dobu je teplota povrchu potraviny blízka teplotě vlhkého teploměru, v důsledku ochlazování odpařující se vody
- fáze klesající rychlosti sušení - obsah vody sníží pod kritický obsah vody, rychlost sušení začíná zvolna klesat a dosahuje nuly při rovnovážném obsahu vody v potravíně (tj. vlhkost potraviny je v rovnováze s vlhkostí sušícího vzduchu)
- poklesne rychlost pohybu vody k povrchu potraviny pod rychlost odpařování vody z povrchu do okolního vzduchu a povrch potraviny se vysušuje (za předpokladu, že teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu jsou konstantní)

# Přehled zařízení

## **Kontaktní sušárny**

- kašovitě potraviny (válcové kontaktní sušárny)
- teplo přiváděno z horkého povrchu válce do potraviny, obsažená voda se odpařuje z povrchu
- hlavní odpor proti vedení tepla představuje teplotní vodivost potraviny, další překážky vznikají v důsledku ulpívání částečně suchých potravin na povrchu válce a vytváří vrstvu vzduchu mezi potravinou a válcem

## **Horkovzdušné sušárny**

- hlavním faktorem ovlivňujícím náklady na sušení je cena energie, proto jsou komerční zařízení navrhovány s ohledem na optimalizaci její spotřeby

# Sublimační sušení - lyofilizace

- první fází sublimačního sušení je zmrazení potravin v obvyklých zařízeních
  - malé kousky potravin určené k sušení jsou rychle zmrazeny tak, aby se minimalizovalo poškození struktury potravin krystaly ledu
  - další fází je sušení, při kterém je z potravin odstraňována voda
- jakmile je překonán trojný bod fázového diagramu - tj. tlak při teplotě  $0^{\circ}\text{C}$  a méně je nižší než  $610,5\text{ Pa}$  a voda je v pevném skupenství - zmrzlá v led - při dodávání tepla dochází k sublimaci ledu, ke změně skupenství z pevného na plynné bez tání na kapalnou vodu
- u některých kapalných potravin dochází ke vzniku sklovité struktury, která brání sdílení tepla i odvádění vodní páry, proto se kapalně potraviny k lyofilizaci zmrazují ve formě pěny

# Expanzní sušení

- záhřev sušené potraviny v tlakovém zařízení nad teplotu varu při normálním tlaku (100°C), poté je přetlak uvolněn a voda se z přehřáté potraviny okamžitě odpaří
- při tomto úniku dochází zejména v produktech bohatých na škroby ke vzniku „nafouknuté“ struktury (burizony apod.)
  - kromě vsádkových zařízení se uvedeného efektu dosahuje také horkou extruzí, při které je sušenina v extrudéru tlačena dopravníkem do zužující se vyhřívané hlavy extrudéru a po vytlačení do normálního tlaku dojde k odpaření části vody, na extruzi může navazovat ještě dosoušení, obvykle horkým vzduchem
  - expanzním sušením v extrudérech se vyrábí např. tzv. pufovaná zelenina používaná do instantních polévek, cukrovinky, cereální produkty jako snídaně, křupinky, texturizované proteiny apod.

# Zakoncentrování

- snížení aktivity vody lze u kapalných potravin s vyšším obsahem osmoaktivních látek (cukrů nebo soli) dosáhnout také jejich zakoncentrováním

# Odpařování

- snižuje objem a hmotnost surovin před transportem, umožňuje získat produkt určitých požadovaných vlastností
- při přípravě pokrmů v domácnostech, kde je využíváno ke konzervaci (sváření ovocných pomazánek)
- přivedení výparného tepla vody do potravin a odvedení vodní páry z potravin, na rozdíl od sušení je proces ukončen při významném podílu vody v produktu
- údržnost koncentrovaných produktů se obtížně vymezuje, kromě aktivity vody závisí také na dalších vlastnostech potravin, zejména na pH a jejich složení, případně musí být produkty konzervovány dalšími zákroky (chladiřenství, zmrazování, tepelné ošetření - pasterace, sterilace apod.)

# Zařízení pro odpařování

- spektrum různých zařízení, liší se vnitřním uspořádáním, způsobem ohřevu a atd., mohou pracovat za normálního nebo sníženého tlaku

## **Otevřené kotle**

- odpařování za atmosférického tlaku v otevřených nádobách
- nevýhodou postupu je riziko poškození produktu tepelným namáháním, připalování, ztráta nutriční hodnoty

## **Bleskové odparky**

- přivedení přehřáté páry přímo do kontaktu s potravinou
- do kapalné potraviny určené k odpařování je vstřikována přehřátá vodní pára o teplotě kolem 150 °C, potravina i přehřátá pára jsou vedeny do odpařovací trubice, která ústí do separátoru, ve kterém je dnem odváděna zakoncentrovaná potravina a v horní části je odsávána vodní pára obohacená o vodu a další složky odpařené z potraviny

## **Filmové odparky**

- zahušťovaný materiál čerpán do válcových nádob, které jsou vybaveny rotorem roztírajícím potravinu v tenké vrstvě po stěnách nádoby
- stěny odparky jsou vyhřívány parou v plášti, voda je bleskově odpařena z tenké vrstvy potraviny a spolu s koncentrátem je vedena do separátoru, ze kterého je odváděna pára a čerpán koncentrát

## **Vakuové odparky**

- pracuje za sníženého tlaku, jednak pro usnadnění odpařování vody, ale zejména pro ochranu nutričních a sensorických vlastností potravin
- většinou se využívají zařízení pracující za sníženého tlaku, kdy je možné odpařovat vodu při nižších teplotách



# Koncentrace membránovými procesy

- ke koncentraci kapalných potravin se využívají také membránové procesy - reverzní osmóza (neboli hyperfiltrace) a ultrafiltrace
- pro oba procesy platí, že hnací silou je tlak, kterým je čerpána zahušťovaná potravina na příslušnou polopropustnou membránu

## reverzní osmóza

- zakoncentrování syrovátky, koncentrování ovocných šťáv, rostlinných olejů, koncentrování roztoků škrobů, kyseliny citrónové, kyselin, vaječných hmot, mléka, sirupů, extraktů
- čiření vína, piva, demineralizace vody, odsolování mořské vody

## ultrafiltrace

- separace a koncentrace enzymů, bílkovin, polysacharidů, odstranění bílkovin a dalších vysokomolekulárních složek z medu, sirupů
- odstranění mikroorganismů

# Koncentrace vymrazováním vody

- zakoncentrování kapalných potravin spočívá ve frakční krystalizaci vody v led a v následném odstranění ledu ze zakoncentrovaného roztoku
- zmražení kapalné potravin a mechanické separační techniky, které umožní odstranit ledové krystaly
  - šetrnost zpracování umožňuje dosáhnout vysoké retence senzory významných složek potravin, z důvodů vysokých nákladů za zařízení i vysokých provozních nákladů (zmrazování) není technologie příliš rozšířena, používá se pouze ke koncentraci vysoce hodnotných šťáv a extraktů

# Proslazování

- aktivita vody může být snížena přidávkem látek (sacharóza, další cukry), které na sebe vodu váží a tím snižují podíl volné využitelné vody pro růst MO
  - v případě ovocných sirupů, kondenzovaného slazeného mléka, proslazovaného ovoce, proslazené citrusové kůry, ovocných pomazánek - džemů a marmelád a dalších produktů
- údržnost potravin je zajištěna také dalšími faktory - zejména v souvislosti se zpracováním ovoce a ovocných šťáv je pro údržnost výrobku významná kyselost
  - pH prostředí
- technologickým problémem je možná krystalizace cukrů v produktu - jako prevenci před krystalizací sacharózy je dobré, aby při technologickém zpracování do určité míry proběhla inverze - hydrolýza sacharózy, pokud proběhne příliš, vede to obvykle ke vzniku bílého sedimentu glukózy na dně

# Solení

- ke snížení aktivity vody vede také přídavek soli
- nevýhodou solení je výraznější chuť kuchyňské soli, proto je takový přídavek soli, který by sám o sobě přinesl dostatečný konzervační účinek omezen pouze na technologické aplikace při konzervaci polotovarů a na omezený počet typických produktů
- tradičně konzervovány solením - ryby a rybí výrobky, často se proces solení kombinuje také se sušením, nebo uzením, při kterém dojde k odstranění části obsažené vody
- solení se v kombinaci se sušením a použitím konzervačních látek (dusitanů, kyseliny sorbové aj.) uplatňuje i u dalších typů masných výrobků jako jsou fermentované salámy (obsah soli do 5 %), masné snacky (jerky) s obsahem soli do 6%
- vysoký obsah soli je také v různých ochucovadlech jako jsou polévková koření, sojové omáčky, worcester (16 až 20 %), apod.

# Konzervace sníženou teplotou

## Vliv na mikroorganismy

- metabolické aktivity MO, enzymové reakce a rychlost jejich růstu je maximální při optimální teplotě, podobně jako při zvyšování teploty také při jejím snižování od optima se postupně rychlost procesů zpomaluje
- při zmrazování potravin kromě nízké teploty působí také postupné zmražení volné vody, dochází k zakoncentrování zbývající vody v kapalném skupenství (zvyšuje se osmotický tlak, klesá pH, snižuje se aktivita vody)
- podobně jako v případě vlivu záhřevu také při nízkých teplotách dochází k subletálnímu poškození buněk

# Klasifikace MO podle teploty růstu

Skupina	Podmínky
termofilní mikroorganismy	optimální teplota růstu je kolem 55 C rozsah růstů v rozmezí 45 až 70 C minimální teplota růstu 30-40 C
mezofilní mikroorganismy	optimální teplota růstu je kolem 35 C rozsah růstu mezi 10 a 45 C minimální teplota 5-10 C
psychrotrofní mikroorganismy	optimální teplota 20-30 C minimální teplota <0 až 5 C
psychrofilní mikroorganismy	optimální teplota růstu je 12 až 18 C rozsah růstu mezi -5 až 20 C minimální teplota <0 až 5 C

# Konzervace potravin uchováním v chladu

- zchlazování, uchovávání v chladu, dodržování chladírenského řetězce nebo chladírenství zahrnují všechny metody použití nižších teplot do bodu mrazu, resp. do teploty mrznutí potravin, tj. asi  $-1^{\circ}\text{C}$
- zchlazování se obvykle používá v kombinaci s dalšími postupy, jako je zejména pasteurace, různé formy balení (balení v modifikované nebo řízené atmosféře), snižování aktivity vody, chemická konzervace apod.
- proces obvykle zahrnuje rychlé zchlazení, snížení teploty potravin mimo rozsah optimálních teplot mezofilní mikroflóry, pozvolnější dochlazení na teploty kolem  $0^{\circ}\text{C}$  a chladírenské skladování

- chlazené potraviny lze rozdělit podle skladovacích teplot do tří skupin:

teplota skladování  $-1^{\circ}\text{C}$  až  $+1^{\circ}\text{C}$

(syrové ryby, syrové maso, mleté maso, polotovary ze syrového masa)

teplota skladování  $0^{\circ}\text{C}$  až  $5^{\circ}\text{C}$

(tepelně opracované maso, mléko, smetana, jogurt, majonézové saláty, sendviče, syrová těsta, pizza)

teplota skladování  $0^{\circ}\text{C}$  až  $8^{\circ}\text{C}$

(trvanlivé salámy, tepelně opracovaná masa, máslo, tuky, tvrdé sýry, vařená rýže, ovocné šťávy, ovoce)

- významnějším hlediskem pro členění podmínek skladování při konzervaci chladem je charakter produktu, tj. zdali je nutné při skladování ovlivňovat kromě mikrobiologických změn produktu také fyziologické procesy živého plodu, nebo zdali se jedná o opracovaný produkt, u kterého jsou podmínkami úchovy tlumeny zejména základní mikrobiologické procesy



# Zařízení

- chladicí zařízení je možné rozdělit podle způsobu odebrání tepla na mechanická chladicí zařízení a kryogenní systémy
- oba typy umožňují jak vsádkové tak i kontinuální způsoby použití, oba také umožňují dostatečně rychlé ochlazení z kritické teploty (50 - 10°C) maximálního růstu mezofilních MO
- mechanická chladicí zařízení se skládají ze čtyř částí: výparníků, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu
  - požadavky na chladiva používaná v chladicích zařízeních jsou:
    - nízký bod varu a vysoké výparné teplo
    - nízká toxicita a nehořlavost
    - nízká mísitelnost s olejem v kompresoru
    - nízká cena
- používá se:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , freony (sloučeniny chloru, fluoru a uhlíku - přispívají ke vzniku skleníkového efektu a ke globálnímu oteplování), na základě mezinárodních dohod jsou postupně nahrazovány méně nebezpečnými částečně halogenovanými uhlovodíky - hlavními chladivy používanými v současné době jsou Freon 22 ( $\text{CHClF}_2$ ) a amoniak, používá se také propan

# Další metody chlazení

## Hypobarické chlazení

- potraviny s velkým povrchem (např. hlávkový salát, zelí a další listová zelenina) mohou být chlazeny hypobarickým chlazením
- po umytí se vlhké produkty umístí do prostoru s nižším tlakem (cca 0,5 kPa), za nižšího tlaku dochází k rychlejšímu odpařování vody z povrchu potraviny, výparné teplo potřebné k odpaření je odebíráno z produktu

## Imerzní chlazení

- sklizené ovoce a zelenina jsou ochlazovány ponořením do chlazené vody (hydrocooling), imerzní chlazení vodou využívá mlékárenské technologie pro chlazení sýrů, které jsou namáčeny do chlazeného solného nálevu
- vychlazená voda je využívána také jako chladivo ve výměnících, například v kontinuálních pasterech nebo ve výměnících se stíraným povrchem, které se používají např. při výrobě másla nebo ztužených tuků

## Kryogenní chlazení

- kryogenní chladivo je chladivo, které mění své skupenství a čerpá skupenské teplo z ochlazované potraviny
- jako kryogenní chladiva jsou používány tuhý CO<sub>2</sub> (suchý led), kapalný oxid uhličitý a kapalný dusík
- z praktických důvodů je pro chlazení výhodnější CO<sub>2</sub>, který má vyšší bod varu nebo vyšší sublimační teplotu než je bod varu dusíku, a větší část tepla je odebrána změnou skupenství než ohřevem plynu
- tuhý CO<sub>2</sub> může být použit ve formě pelet, případně kapalný CO<sub>2</sub> je vstříkovan do proudu vzduchu a vytváří „sníh“, který rychle sublimuje
- zlomky suchého ledu mohou být prosypány zabalené produkty, chladivem je zajištěno udržení chladírenských teplot i během transportu

# Konzervace potravin zmrazováním

- konzervační princip zmrazování je stejně jako v případě chladiřenství založen na zpomalení nebo zastavení nežádoucích změn
  - dalším faktorem, který působí proti rozvoji MO, je snížení podílu pro MO využitelné vody jejím převedením do pevného skupenství
    - při překonání bodu mrazu dochází ke tvorbě krystalů ledu a k zakoncentrování zbývajících „matečného“ roztoku, tím dochází také ke snižování aktivity vody v potravine
  - zmrazování je doprovázeno pouze minimálními změnami nutričních a senzorických vlastností potraviny
- při zmrazování je nejprve potravina ochlazena na bod mrazu, v případě zmrazování dýchajících produktů odebrané teplo musí zahrnout také teplo vyprodukované dýcháním
  - velikost krystalů je dána rychlostí jejich zmrazování, zejména závisí na rychlosti překonání tzv. kritické zóny tvorby ledu, vysoká rychlost zmrazování vede ke vzniku velkého počtu krystalků ledu malých rozměrů
- počet a velikost krystalů ledu závisí také na vlastnostech potraviny

## Zařízení

- ke zmrazování se používají zařízení pracující na stejných principech jako v případě chladírenství, jen s vyššími výkony vzhledem k většímu množství odebíraného tepla

obecně je možné rozlišit

a) mechanické chladicí stroje, která jako chladicí medium využívají ochlazovaný vzduch, ochlazovanou vodu nebo povrchy, media jsou v kontaktu s potravinou a zprostředkovávají transport tepla

b) kryogenní zmrazovací zařízení, která využívají podobně jako v případě chladírenství tuhý nebo kapalný  $\text{CO}_2$ , kapalný dusík nebo kapalně freony

- všechny typy mrazících zařízení jsou důkladně izolovány expandovaným polystyrenem, polyuretanem a dalšími materiály s nízkou tepelnou vodivostí, zařízení zahrnují čidla umožňující monitorování a řízení procesu

## **Zmrazování chlazeným vzduchem**

- vzduch je ochlazován stěnami mrazícího boxu a dochází k jeho pomalé samovolné cirkulaci uvnitř zařízení
- teploty v mrazících boxech jsou mezi -20 až -30 °C a jsou-li používány ke zmrazování, probíhá proces pomalu (3 až 72 hodin)
- mrazící boxy jsou spíše používány ke skladování zmražených potravin, které byly zmrazeny jinými účinnějšími způsoby
- podobně jako u chladiřů je velkým problémem namrzání kondenzované vody na dveřích, stěnách, na výparníku, na produktech

## **Imerzní zmrazování**

- chladícím médiem mohou být kapaliny, zmrazované potraviny procházejí zabalené lázní chlazeného propylenglykolu, solného roztoku, glycerolu nebo roztoku chloridu vápenatého

## **Kontaktní zmrazování**

- deskové zmrazovače se skládají z vertikálních nebo horizontálních dutých desek, kterými je čerpáno chladivo o teplotě  $-40\text{ °C}$
- potraviny (např. rybí filety, rybí prsty, hamburgery apod.) jsou v jedné vrstvě skládány na desky, po naplnění se jednotlivé vrstvy mírně stlačí mezi deskami

## **Kryogenní zmrazovače**

- kryogenní zmrazovače jsou charakteristické tím, že produkty jsou ochlazovány změnou skupenství chladiva (jako u kryogenního chlazení)
- kryogenní zmrazovače využívají také kapalný nebo tuhý  $\text{CO}_2$ , kapalný dusík, dříve se používal také freon 12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ )

# Rozmrazování

- nejprve teplota ledu poměrně rychle stoupá do dosažení teploty tání, poté následuje poměrně dlouhá doba, při které je teplota rozmrazovaného produktu těsně pod teplotou tání, v této fázi dochází k uvolnění buněčných šťáv a dalších tekutin z ledem porušených tkání nebo pletiv
- ztráty tekutin jsou hlavní příčinou nutričních změn zmrazovaných potravin, např. u vitaminů mohou dosahovat až 30 % původního obsahu, kromě uvedených ztrát je šťáva vhodným prostředím pro nežádoucí enzymové a zejména mikrobiologické procesy
- proces rozmrazování ovlivňuje kvalitu potravin stejně jako způsob zmrazování a podmínky mrazírenského skladování - je nezbytné rozmrazovat tak, aby se minimalizovaly ztráty tekutin
- obecně by rozmrazování mělo být vedeno co nejpomaleji, je výhodné využití mikrovlnného ohřevu, při kterém na rozdíl od klasického rozmrazování vodou nebo vzduchem je energie absorbována také uvnitř potraviny



# Konzervace chemoanabiozou

- přídavek chemických látek, které nemusí způsobit usmrcení přítomných MO, ale zabrání jejich pomnožení, vyklíčení spór, omezí jejich metabolismus, zabrání produkci toxinů (např. mykotoxinů)
- účinek chemických konzervačních látek je často ovlivňován prostředím potravin, velkou skupinu chemických konzervačních látek tvoří kyseliny, kdy jejich účinek klesá se zvyšujícím se pH potravin
  - stejně jako u dalších anabiotických metod je přídavek chemických konzervačních látek pouze jednou z možných překážek, k dosažení stabilního produktu musí být kombinováno více konzervačních kroků (např. také tepelné opracování v nějaké fázi výroby potravin, úprava pH, použití chladírenských podmínek, balení v MA apod.)
- metody chemoanabiozy zahrnují: přídavek chemických konzervačních látek, přídavek antibiotik (případně složek nebo preparátů s obsahem antibiotik a bakteriocinů), přídavek fytoncidů (přídavek složek nebo preparátů s obsahem fytoncidů), úpravu potravin zahrnující chemoanabiotický účinek (uzení, nakládání, marinace atd.)

# Chemické konzervační látky a antibiotika

- platná legislativa definuje podmínky použití vybraných konzervačních látek a antibiotik, antimikrobní účinky mohou mít i další složky potravin, pokud se obecně vyskytují v potravinářských surovinách, není použití takové suroviny v receptuře chápáno jako přídavek aditivních látek

## Chemické konzervační látky

**Kyselina sorbová** - je dostupná většinou jako draselná nebo sodná sůl, může podléhat oxidačním změnám, spektrum antimikrobiálního účinku pokrývá spíše kvasinky a plísně

**Kyselina benzoová** - používá se ve formě sodné nebo draselné soli, je účinná pouze v kyselém prostředí

**Estery 4-hydroxybenzoové (parabeny)** - parabeny jsou účinné zejména proti kvasinkám a plísním

**Oxid siřičitý a jeho sloučeniny** - v plynné formě k ošetření sudů, jako konzervant se používá k chemické konzervaci polotovarů z ovoce a zeleniny, ze kterých je při zpracování odstraněn varem (po okyselení), bělidlo mouky

## Antibiotika

- u nás povoleny nisin a natamycin pouze pro omezené aplikace
- nisin je polypeptidické antibiotikum produkované bakterií *Streptococcus lactis*, působí proti bakteriím, inhibuje druhy rodů *Bacillus* a *Clostridium*, používá se jako konzervační látka obvykle v kombinaci s dalšími zátky
  - nisin může být přirozeně přítomen v sýrech, případně některých mléčných kysaných výrobcích jako výsledek fermentační činnosti, v takovém případě se tato látka nepovažuje za látku přídatnou
- antibiotikum natamycin působí proti plísním, proto je používán k povrchovému ošetření sýrů, klobás apod.
  - kromě antibiotik se jako aditiva používají ještě bakteriociny, tento pojem označuje proteiny nebo peptidy produkované různými bakteriemi, které působí proti jiným bakteriím, příkladem bakteriocinu je právě antibiotikum nisin, který je také nejlépe prozkoumán

# Dusitany, dusičnany

- dusitany jsou používány jako součást nakládacích solí při zpracování masa, jsou významné pro barvu masných výrobků, jejich konzervační účinky mimo synergistický vliv na další látky spočívá v inhibici klíčení spór klostridií, zejména nebezpečné bakterie *Clostridium botulinum*
- dusitany jsou také schopny reagovat s aminy za vzniku nitrosaminů, které jsou potenciálně karcinogenní

# Přídavek fytoncidů

- fytoncidy - přirozené látky obsažené v rostlinách, mají antimikrobní vlastnosti
- obvykle jsou do potravin přidávány jako součást surovin, kořenících látky apod.
  - případná údržnost produktu závisí na koncentraci fytoncidní látky, která je během technologického procesu vytvořena (např. allylisoithiokyanát v hořčici, allicin vznikající z aminokyseliny aliinu z mechanicky porušeného česneku aj.)
  - konzervační účinky mají také složky koření (silice např. skořicový aldehyd; anethol - fenykl, anýz; linalool - např. koriandr; citrusová silice)

# Úprava potravin zahrnující chemoanabiotický účinek

## Uzení

- uzení masných výrobků je komplexním konzervačním zákrokem, který obvykle zahrnuje ještě další konzervační kroky: působení teploty, sušení, solení
  - chemoanabiotická součást zákroku spočívá v produkci složek kouře a jejich ulpívání na povrchu uzeneho produktu, případně difuze do povrchových vrstev
- mezi složkami kouře s antimikrobiálními vlastnostmi jsou fenoly, formaldehyd, acetaldehyd, kyselina octová a další

## Konzervace ethanolem

- ethanol v koncentracích od 5 do 20 % má konzervační účinky, které spočívají ve snížení aktivity vody potraviny
  - vyšší koncentrace ethanolu způsobují koagulaci bílkovin, na přítomnost alkoholu jsou citlivé hlavně bakterie
  - bobule, ovoce nakládáno do lihovin apod., koncentrace lihu u stabilního produktu nesmí klesnout pod 20 %

## **Nakládání na kyselo**

- nakládání do octa, případně použití dalších kyselin např. kyseliny mléčné
  - mechanismus účinku kyselin - snižování pH prostředí, nedisociované kyseliny mohou pronikat buněčnou stěnou dovnitř buněk a způsobovat denaturaci buněčných proteinů

## **Marinování**

- tradiční středoevropský postup nakládání rybího masa do slaného a octového roztoku, marinační lázeň obvykle obsahuje 3 až 12 % soli a o něco méně kyseliny octové, marinace probíhá několik dní v závislosti na teplotě
  - během marinace dochází k autolýze masa, k měknutí a vytvoření očekávané chuti a vůně

# Konzervace biologickými zásahy (cenoanabioza)

- podpora rozvoje jedné skupiny MO, tím se nastaví bariéra proti nežádoucím MO (není to absolutní metoda) - metabolity jedné skupiny MO brání rozvoji jiných - nezabíjí, ale potlačí růst - ethanol, kyselina mléčná, antibiotika

## Konzervace kvašením

- kvašení - utilizace cukerného substrátu
- úplná oxidace substrátu - na vodu a oxid uhličitý
- částečná oxidace - ethanolové, mléčné, máselné kvašení apod.

## **Fermentované salámy**

- startovací kultury
- streptokoky, laktobacily
- produkce kyseliny mléčné - snížení pH

## **Konzervace mikrobiální proteolýzou (mikrobiální rozklad potravin)**

- čínská vejce - vejce se uloží do alkalizovaných směsí hlíny, rýžových slupek, vápna - kvašení
- surstroming - ryby v hermeticky uzavřených plechovkách, zraje to, uplatňují se i laktobacily
- sojové omáčky - fermentované pokrmy ze sóji



# ZÁKLADY UCHOVÁNÍ POTRAVIN

Konzervace jednotlivých komodit

UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ



Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova:  
Evropa investuje do venkovských oblastí

# Základy uchování potravin

## 4. Konzervace jednotlivých komodit

# Konzervace masa

## Chladírenské skladování masa

- max. několik týdnů při teplotách kolem 0 °C
- maso vychlazeno pod 7 °C (hovězí, vepřové), pro jeho delší údržnost je třeba ho uchovávat při teplotách kolem 0 °C
- maso začíná tuhnout při -1,5 °C, nemělo by být uchováváno při teplotách pod touto hranicí
- účelem uchování masa při chladírenských teplotách je umožnit správný průběh posmrtných změn a dostatečné zrání masa
  - zabránit růstu psychrofilních mikroorganismů

# Mrazírenské skladování masa

- po dlouhou dobu, při běžné teplotě v mrazírnách  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (nekolísavá teplota) - hovězí maso 1 rok, vepřové půl roku
- dochází ke zhoršení jakosti (sublimace vody z povrchových vrstev), popř. namrzání při rychlém chlazení, ke změně barvy v důsledku oxidace hemových barviv a ke změně aromatu při oxidaci tuků
  - pro kvalitu mrazírensky skladovaného masa má význam rychlost zmrazování (vliv na tvorbu krystalů ledu) - co nejrychlejší překonání zóny maximální tvorby ledu ( $-1$  do  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) tak, aby vznikl co nejvyšší počet malých krystalků ledu a nedošlo k poškození tkáně
- rozmrazování masa by mělo probíhat při nízkých teplotách ( $0 - +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
  - při rozmrazování masa se uvolňuje určité množství masové šťávy - exudátu, na povrchu masa se pak snáze množí mikroorganismy, dochází k hmotnostním ztrátám a ztrácejí se nutričně i sensoricky cenné látky

# Masná výroba

- produkce různých druhů salámů, párků, klobás, uzených mas a dalších masných výrobků
- údržnost je zajištěna komplexem několika zákroků, které se vzájemně doplňují a zesilují: sterilace (pasterace), snížení aktivity vody nasolením popř. sušením, snížení pH u fermentovaných salámů, chemický účinek některých složek kouře a dusitanů, snížená teplota při skladování - překážkový efekt
- rozhodující zákrok - termoinaktivace - u salámů se požaduje, aby bylo dosaženo pasteračního účinku, který je minimálně ekvivalentní záhřevu na 70 °C v celém objemu výrobku po dobu 10 minut
  - snížení aktivity vody pod určitou mez vede k zastavení růstu mikroorganismů (přídavkem soli, sušením u trvanlivých salámů, syrových šunek)
  - k údržnosti významně přispívá uchovávání zboží v chladu

# Ovlivnění údržnosti masných výrobků

- NaCl - snížení aktivity vody
- dusitan sodný (dusitanová solící směs) - vybarvení, zároveň konzervuje, brání růstu klostridií
- kyselina askorbová - redukční činidlo při vybarvovacích reakcích
- mléčnan sodný, octan sodný - snižuje vodní aktivitu
- koření - pro vytvoření, popř. zvýraznění chuti a aromatu, některá koření mají i antioxidační účinky

# Operace masné výroby

## **solení a nakládání masa**

- solení - zasypávání na sucho solí, skladování bez zalití lákem
  - nakládání masa - skladování masa zalitého předem připraveným solným lákem - již se nedělá

## **nastříkování masa lákem**

- jedlá sůl (NaCl), k ní 0,5-0,6 % dusitanu sodného
- vytvoření typické červené barvy, která je po tepelném opracování stálá, vytvoření specifického aroma a chutě nakládaného masa

## **konzervace masa teplem**

- snížení obsahu vody v mase, zničení většiny přítomných MO, zastavení činnosti enzymů (při teplotě 60-70 °C), denaturace bílkovin, vytvoření charakteristických smyslových vlastností

### vaření

- ve vodě, páře, vlhkém vzduchu, maso se vaří při teplotě asi 95 °C

### uzení

- současně působí tepelný zákrok (omezení či zneškodnění MO), osušení povrchu a konzervační látky z kouře (např. formaldehyd)

### sušení

- při výrobě trvanlivých masných výrobků - tepelně opracovaných (turistický salám, vysočina), tak i fermentovaných (uherský salám, lovecký salám, poličan)

### fermentace

- činností MO (bakterie mléčného kvašení - laktobacily a streptokoky, pediokoky apod.) jsou zkvašovány cukry na organické kyseliny, zejména na kyselinu mléčnou



# Přehled masných výrobků

1. tepelně opracované
2. tepelně neopracované určené k přímé spotřebě bez další úpravy
3. trvanlivé tepelně opracované
4. fermentované
5. masné polotovary
6. masné konzervy
7. polokonzervy

# **Skladování zvěřiny**

- po ulovení rychle zchlazeny na teplotu nepřevyšující 7 °C, v případě drobné zvěře na 4 °C
- může se skladovat v kůži nebo peří, aby se zabránilo nadměrnému vysychání masa

## **Skladování a konzervace ryb**

### **chlazení**

- co nejdříve po výlovu, rychlé zchlazení po výlovu, zabití a jejich skladování kolem 0 °C - 1-2 týdny

### **zmrazování**

- pro skladování, pro dopravu

### **vakuové balení**

- po vylovení a zabalení zchlazeny nebo zmrazeny

## **konzervace antibiotiky**

- technická antibiotika (ne léčiva), v kombinaci s chlazením, přidává se do ledu, až 20 dní

## **solení ryb**

- hlavně u tučných ryb před uzením, kombinace s chlazením nebo sušením

## **sušení ryb**

- vykuchaná ryba, naříznutá, slabě posypaná solí, občas se přesolí a přeloží, po měsíci se omyje a suší venku ve stínu

## **uzení ryb**

- teplý kouř, uzení za studena (losos), kombinace s předchozím solením ryb

# Konzervace ovoce

## Přípravné kroky

- *doprava*
- *čištění* - kovy, minerální látky, nepoživatelné části rostlin, nepoživatelné živočišné produkty, chemikálie, MO, produkty činnosti MO
  - *třídění*
  - *odpeckování*
  - *odstopkování*
    - *loupání*
- *dělení* - plátkování, kostkování - nože

# Chlazení ovoce

- k omezení ztrát odpařením vody
- chladírenské skladování - prodloužení skladování suroviny před vlastním technologickým procesem

# Zmrazování ovoce

- nejrozšířenější způsob konzervace ovoce
  - teploty  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , optimální  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , až 10 měsíců
- ovoce se zmrazuje volné nebo v cukerném roztoku (30-50%)
  - ten brání přístupu kyslíku, vyrovnává koncentraci v mezibuněčných prostorech, zabraňuje vysychání
- zabránit změnám teploty - růst krystalů - trhání pletiva

# Výroba kompotů

- sterilované ovoce celé nebo dělené, obvykle zalité cukerným roztokem, konzervované tepelnou sterilací

## Sušené ovoce

- odebírá se voda, aby byl produkt stabilní, omezení enzymových reakcí ovoce bohatého na cukry - obsah vlhkosti 15-20%, ovoce nebohaté na cukry - 6-10% vlhkosti
  - suší se tak, aby to po namočení zase rychle nabobtnalo
- skladování poměrně dlouho, při vyšší relativní vlhkosti přijímá vlhkost, plesniví a kazí se
- omezení enzymové aktivity - šíření materiálu, procukření, přídavek cukru - kandované ovoce, blanšírování

# Proslazené ovoce (kandované) - zvýšení sušiny přidavkem cukru

- postupné proslazování až je koncentrace sušiny 70 % a má tuhou konzistenci

## Výroba rozmělněných ovocných polotovarů - protlaků

- rozmělněný ovocný materiál
- konzumní výrobky - mírně slazený protlak (pyré) sterilovaný teplem (dětská výživa) nebo zmrazovaný
- polotovar k další výrobě - konzervovaný - dužnina (hrubě rozmělněné ovoce), měl či pulpa (hrubě rozmělněné povařené ovoce), protlak či dřeň (povařené a pasírované ovoce - přes síto)

# Výroba klasických ovocných pomazánek

- konzervace ovocné dužniny, měli, protlaku nebo šťávy zvýšením obsahu sušiny, a to jednak odpařením části vody, jednak přidavkem cukru
- džem - ovocná dužnina nebo měl jednoho druhu ovoce konzervovaná v zásadě přísadou dostatečného množství cukru, obsahuje kousky ovoce
- marmeláda - ovocný protlak (většinou směs různých druhů) svařený s cukrem, obsah rozpustné sušiny nižší než u džemů, podle nynějších EU předpisů je marmeláda pouze z citrusů
- ovocná pomazánka - jemně protřený protlak, většinou směs, 80% bývá jablečný protlak, 10% ušlechtilý protlak (např. meruňky, višně, rybíz), 10% libovolný ovocný protlak
- povidla - švestkový protlak svářený do polotuhé konzistence, bez přidavku cukru



# Výroba lisovaných, čiřených nápojů, nealko nápojů

- ovocné šťávy - získané z ovoce mechanickými procesy, koncentrát - odstraněním specifického podílu vody
- ovocný mošt - mírně nakvašená šťáva, u které se probíhající kvasné procesy zastavují konzervací - sterilací
  - dělení - podle legislativy:
    - ovocné šťávy (džusy) - 100% ovocný podíl bez dalších přísad
    - ovocné nektary - 30-60 % ovocného podílu, přidaná voda, cukr
    - ovocné nápoje - minimálně 10 % ovocný podíl, často doplnění vitamíny, menší balení (250 ml)
    - ovocné limonády - nejméně 3 % ovocného podílu, plní se do kartonových obalů nebo do PET láhví

# Konzervace zeleniny

## Přípravné kroky

- *doprava*
- *čištění* - kovy, minerální látky, nepoživatelné části rostlin, nepoživatelné živočišné produkty, chemikálie, MO, produkty činnosti MO
  - *třídění*
  - *odpeckování*
  - *odstopkování*
  - *loupání*
- *dělení* - plátkování, kostkování - nože

# Chlazení zeleniny

- vede k omezení ztrát odpařením vody
- chladírenské skladování - prodloužení skladování suroviny před vlastním technologickým procesem

# Zmrazování zeleniny

- nejrozšířenější způsob konzervace ovoce
  - nakrájená na kousky, protlaky
  - teploty  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , optimální  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , až 10 měsíců
- zmrazování předchází blanšírování - zabránění změnám (barvy, kvality)
  - zabránit změnám teploty - růst krystalů

# Mléčně kysané výrobky – konzervace působením bakterií mléčného kvašení

- mléčné kvašení: cukry obsažené v zelenině se změny v kyselinu mléčnou - homofermentativní (kyselina mléčná) a heterofermentativní (kyselina mléčná, octová, ethanol, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>)
  - *zelí (nakrouhané)* - odstranění povrchových listů, praní, vykrojení košťálu, krájení na jemné plátky, míchání se solí (1,5-2,5%), dokonalé promíchání (uvolní se šťáva)
    - *okurky (celé)* - omytí, vložení do láku, zalití, uzavření
    - kontrola mléčného kvašení, nízká teplota (10-20 °C) při skladování, vlastní kvašení 2-4 týdny, musí vzniknout dostatečné množství kyseliny
  - vady zelí - máselné kysání, hnití, osliznutí, růžovění, hnědnutí (žloutnutí - nedokonalé ponoření)
    - vady okurek - měkkost, kontaminace plísněmi

# Sterilovaná zelenina

- sterilovaná zelenina celá nebo dělená, obvykle zalitá slaným nebo sladkokyselým roztokem, konzervovaná tepelnou sterilací - analogie kompotů
- dva základní typy - kyselé konzervy (okurky) a nekyselé konzervy (hrášek, fazolové lusky)

# Sušená zelenina

- odebírá se voda - produkt stabilní, omezení enzymových reakcí
  - suší se tak, aby to po namočení zase rychle nabobtnalo
  - skladování poměrně dlouho, při vyšší relativní vlhkosti přijímá vlhkost, plesniví a kazí se
- omezení enzymové aktivity - blanšírování, - antioxidační máčení - 1% roztok kyseliny citronové (sušení petržele, celeru)

# Výroba rozmělněných polotovarů - protlaků

- řídká až kašovitá konzistence s případnými jemnými nebo hrubšími kousky použitých surovin, vyrobená z jedlých částí zeleniny propasírováním, konzervovaná snížením obsahu vody, přidáním soli, sterilací, přidáním konzervačního prostředku

# Konzervace mléka a mléčných výrobků

## Mlékárenské ošetření mléka

- mechanické vyčištění mléka a jeho tepelné ošetření pasterací nebo sterilací
  - a) třídění mléka a příjem v mlékárně
  - b) čištění mléka - mechanické nečistoty
  - c) tepelné ošetření mléka
- použitím rozdílných kombinací teploty a doby působení tepelného záhřevu se omezuje počet nežádoucích MO a zajišťuje zdravotní nezávadnost a prodloužení trvanlivosti mléka
  - **termizace, pasterace, sterilace**

# Termizace

- tepelné ošetření mléka odpovídající účinku při zahřátí na teplotu 57-68 °C po dobu nejméně 15 sekund - tato forma nízké pasterace se používá jako součást technologického procesu pro výrobu některých sýrů
- podle legislativy se takto ošetřené mléko nesmí uvádět do oběhu a nesmí se ani jako pasterované označovat, neboť způsob tepelného ošetření nevyhovuje definici uvedené pro pasteraci ve vyhlášce



# Pasterace

- pasterace = tepelné ošetření mléka a mléčných výrobků zahřátím mléka na teplotu nejméně 71,7 °C po dobu nejméně 15 sekund nebo jinou kombinací času a teploty za účinkem dosažení rovnocenného účinku
  - podle výšky teploty a doby působení se rozeznávají tři druhy:
    - 1) vysoká (mžiková) pasterace - zahřátí mléka na teplotu nejméně 85 °C po velmi krátkou dobu
    - 2) šetrná pasterace - 72 °C po dobu 15 sekund nebo srovnatelný účinek, používá se pro výrobu sýrů
    - 3) nízká (dlouhodobá) pasterace - mléko zahříváno na teplotu 60-65 °C po delší dobu (63 °C, 30 minut)
  - na druhou stranu umožňuje přežít většinu kulturních MO, což je výhodné pro výrobu některých speciálních mléčných výrobků

# Sterilace

- používají se teploty nad 100 °C
- syrové mléko se předeheřívá, čistí na odstředivce, předeheřívá se na vyšší teplotu (60-70 °C) a steriluje při teplotách 110-150 °C a opět chladí

## UHT (ultra high temperature) - vysokotepeelné ošetření

- krátkodobé zahřátí proudu mléka na vysokou teplotu odpovídající účinku zahřátí na teplotu nejméně 135 °C po dobu nejméně 1 sekundy, s následným aseptickým balením (bez přístupu vzduchu) do neprůsvitných obalů tak, aby chemické, fyzikální i smyslové změny byly sníženy na minimum
- současně se provádí homogenizace a dezodorizace (odstranění nežádoucích pachů)

# Kysané mléčné výrobky (jogurty, kysaná smetana, podmáslí)

- používají se zákysové kultury - pro jogurty - termofilní (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium*), pro kysané smetany, podmáslí se používá základní smetanová kultura mezofilní (*Lactococcus*, *Leuconostoc*), které vytvářejí typickou chuť výrobku
- bakterie mléčného kvašení - produkují kyselinu mléčnou (kyselá chuť), vyvolávají srážení mléčných bílkovin (vytvoření typické krémovité konzistence), obohacují mléko o řadu biologicky aktivních látek
- do některých výrobků jsou bakterie přidávány ještě navíc po ukončení kvašení jako dietetický doplněk = probiotické výrobky

# Zahuštěné (kondenzované) mléko

- z pasterovaného mléka odpařením vody (zakonzentrování)

## Sušené mléko

- v rozprašovacích sušárnách, obsahuje 4-7 % vody a 14 % tuku u polotučného a 28 % u plnotučného

## Mražené krémy

- podstatnými částmi jsou mléčný tuk, tukuprostá mléčná sušina, cukr, příchuťové látky, stabilizační a emulgační přípravky, ovocné složky, vejce, kakao, čokoláda, oříšky apod.
- příprava směsi, homogenizace, pasterace (65-70 °C po dobu 30 minut), fyziologické zrání (12-48 hodin), ochucení nehomogenními přísadami (oříšky...), našlehání a zmrazení (-3 -6 °C), formování, ztužování, balení (-20 °C), skladování

# Konzervace vajec

- skladování čerstvě snesených vajec se má provádět ihned po sběru a základním přetříděním, při němž se oddělují vejce silně znečištěná a zjevně poškozená
- vlhkost ve skladech musí vyhovovat požadavkům podle skladovací teploty - při teplotách 10-15 °C se má pohybovat v rozmezí 70-75 %, maximálně 80 %
- konzervace - účelem je zabránění pronikání MO do vaječného obsahu a jejich pomnožení - buď se posiluje ochranná funkce skořápky - tím se snižuje možnost pronikání MO a plísni do vaječného obsahu (např. olejování) - nebo se zhoršují životní podmínky pro mikroby obecně (např. snížením teploty)

# Chlazení vajec

- v chladírnách při teplotách těsně nad 0 °C, pro delší skladování se používají teploty i pod 0 °C, např. do -1,5 °C, za vymezených skladovacích podmínek někdy až -2 °C
  - bylo prokázáno, že vejce může snést i teplotu -2,5 °C aniž zmrzne, ovšem v závislosti na tloušťce skořápky
- při skladování vajec v chladírnách vydrží vejce několik měsíců, nevýhodou delšího skladování vajec jsou poměrně značné ztráty na hmotnosti vajec v důsledku vysychání v závislosti na hodnotě relativní vlhkosti ve skladě - doporučeno 85 %, při nižší vlhkosti se ztráty hmotnosti zvyšují, při vyšší je nebezpečí pomnožení MO a plísní, které způsobují ztráty nepřímé kažením vajec

# Skladování vajec v plynech

- používá se málo, v chladírnách s umělou atmosférou, tvořenou např. směsí dusíku a oxidu uhličitého
- tento způsob hlavně v kombinaci s chlazením značně prodlužuje trvanlivost vajec při dobré jakosti - až na 9 měsíců

## Olejování vajec

- naolejováním skořápek se dosahuje její utěsnění, takže se snižuje vysychání vajec a tím i ztráty na hmotnosti a dále se zabraňuje pronikání MO do vaječného obsahu
- rostlinný olej o teplotě kolem 80 °C, do kterého se vejce ponoří na 1-2 sekundy nebo se používá olej o nižší teplotě mezi 40-50 °C a doba ponoření se prodlouží

# Parafinování vajec

- podobně jako u olejování, ponoření do rozehřátého vosku

## Nakládání ve vápenné vodě

- hlavně ke skladování pro další průmyslové zpracování
  - vápenná voda se připravuje z roztoku čerstvého nehašeného vápna v pitné vodě přídatkem NaCl - ten snižuje osmotický tlak v prostředí



# Konzervace vyšší teplotou

- tepelné ošetření skořápky vejce ponořením na krátkou dobu do horké vody, např. při teplotě vody 60 °C na 5 minut, při teplotě 82 °C na 2-3 sekundy
  - tím dojde k pasteraci skořápky a snížení počtu MO na povrchu, popř. těsně pod skořápkou
- nesmí se použít taková teplota a doba ponoření, kdy by mohlo dojít ke změnám obsahu vejce - zejména bílku vlivem teploty
- hygienicky hodnocena tato metoda jako riziková, při ponoření do vody může dojít ke vniknutí části povrchových MO do vaječného obsahu

# Průmyslové zpracování vajec

- část konzumních vajec se zpracovává na vaječnou hmotu - buď jako samotný žloutek nebo bílek, nebo tzv. melanž (směs bílků a žloutků), nebo na další vaječné výrobky různého druhu

## Vytloukání vajec

- ručně nebo za pomoci strojů - náročné na hygienu
- před vytloukáním se musí vejce třídit a prosvěcovat, aby se vyřadila vejce s vadami nebo silně zašpiněná
- těsně před vytloukáním se vejce ještě dezinfikují (např. 0,5% roztok chloraminu s pitnou vodou a nechají se osušit) a myjí (speciální myčky)
  - speciální oddělovače žloutků

# Ošetřování a konzervace vaječné hmoty

- malá trvanlivost vaječné hmoty, je nutné ji co nejdříve po vytlučení zchladit na teplotu nejméně 10 °C - takto zchlazená hmota vydrží bez následné konzervace maximálně 24 hodin a ještě jen za předpokladu trvalého skladování v chladírně
- pokud potřebujeme delší údržnost vaječné hmoty, je nutné ji dále konzervovat
  - pasterace - podle legislativy povinná
- před vlastní pasterací se obvykle provádí filtrace - odstranění zbytků a úlomků skořápek z vytloukání
- maximální hranice pro melanž a žloutek je 65 °C, pro bílek 57 °C po dobu 2,5 minut u melanže a 3 minuty u žloutku a bílku
  - po pasteraci chlazení, nejprve na 10-15 °C, pak na 2-4 °C
  - doporučuje se zpracovat nejdéle do 48 hodin

## mražení

- při teplotách -35-50 °C
- zmrazené vaječné obsahy po rozmrazení je nepřípustné opět mrazit

## sušení

- tradičním způsobem ve sprejových sušárnách konstrukčně přizpůsobených konzistenci a specifitě vaječné hmoty tak, aby při sušení nedocházelo k jejímu připalování nebo nežádoucímu srážení a zhoršení jakosti

vaječné hmoty získané vytloukáním se nejčastěji používají pro další zpracování

- 1) výrobky z vajec - přímo pro trh - majonézy, omáčky a krémy
- 2) vaječné hmoty tekuté pasterované bez přísad či s přísadami - do pekáren a cukráren včetně výroby trvanlivého pečiva
- 3) vaječné hmoty sušené - potřeby čokoládoven, cukrářských výroben a pro výrobu dehydrovaných polévek a omáček
- 4) vaječné hmoty zmrazené - většinou do pekařských výroben
- 5) dále může být hmota používána i v dalších potravinářských oborech, např. tukovém průmyslu, masném průmyslu, při výrobě likérů

# ZÁKLADY UCHOVÁNÍ POTRAVIN

Praktické ověření získaných znalostí

UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ



Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova:  
Evropa investuje do venkovských oblastí

# Základy uchování potravin

## 5. Praktické ověření získaných znalostí

# Faktory ovlivňující průběh termosterilace

## Vlastnosti MO

- při úvahách o dostatečnosti inaktivace uvažovány hlavní patogenní MO, které představují největší riziko v daném typu potraviny
  - pasterované málo kyselé potraviny - salmonela, listerie, neproteolytické kmeny klostridií, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus a další
  - málo kyselé sterilované výrobky - Clostridium botulinum, Bacillus stearothermophilus, Clostridium thermosaccharolyticum
- kyselé potraviny - Byssochlamys fulva, Bacillus coagulans a bakterie mléčného kvašení (laktobacily)

## Vliv potraviny

- složení potravin (obsah cukrů, bílkovin, tuků a dalších složek), aktivita vody, pH a obsah složek s antimikrobiálním účinkem (přírodně se vyskytující nebo přidaný) ovlivňuje průběh termoinaktivace MO



## Vlhkost prostředí

- v nevodném prostředí (naschlé zbytky ve špatně umyté lahvi, pasterace sypkých suchých směsí) jsou MO a jejich spory podstatně odolnější než v prostředí vlhkém

## Vliv výchozí koncentrace MO

- výchozí počet přítomných MO v potravine před konzervačním zákrokem, případně podmínky zacházení s produktem ve vztahu k možnému pomnožení přítomné mikroflóry (prodlevy kontaminovaného materiálu při teplotách, za kterých probíhá růst přítomné mikroflóry) ovlivňuje průběh konzervace záhřevem
- doba záhřevu potřebná pro redukci počtu přítomných MO o 90 % (o jeden řád) vyjádřená v minutách je definována jako decimální redukční podíl **D** (v minutách při teplotě, ke které se vztahuje)
- hodnoty **D** slouží k posouzení termorezistence jednotlivých MO, jsou využívány pro hodnocení inaktivačního účinku pasteračního nebo sterilačního záhřevu

<b>Počet přežívajících buněk (spór)</b>		<b>Doba záhřevu při teplotě t</b>
1000000 = $10^6$		0 minut
100000 = $10^5$		D minut
10000 = $10^4$		2D minut
1000 = $10^3$		3D minut
100 = $10^2$		4D minut
10 = $10^1$		5D minut
1 = $10^0$	1 buňka (spóra) v konzervě	6D minut
0,1 = $10^{-1}$	1 buňka (spóra) v 10 konzervách	7D minut
0,01 = $10^{-2}$	1 buňka (spóra) v 100 konzervách	8D minut
0,001 = $10^{-3}$	1 buňka (spóra) v 1000 konzervách	9D minut

## Vliv doby, po kterou teplota působí

- vlastním inaktivačním faktorem je vystavení mikrobiálních buněk a spor účinku vyšší teploty po určitou dobu
- úvahy o účinku sterilačního záhřevu musí být vedeny pro nejhůře prohřívané místo konzervy, vzhledem k heterogenitě obvykle sterilovaných potravin (kusy v nálevu, plyny v pletivech) je objektivní hodnocení sterilačního účinku obtížné
- empiricky - závislosti doby **D** pro jednotlivé významné MO na teplotě, tzv. **D-t** inaktivační křivky - nejsou uváděny formou grafů, ale pro jednotlivé MO je kromě hodnoty **D** při určité referenční teplotě uváděna směrnice inaktivační křivky **z** (°C)
- empirické termoinaktivační čáry jsou tabelovány pro vegetativní buňky, pro bakteriální spóry a pro inaktivaci enzymů
  - pro tyto účely jsou tabelovány také hodnoty **D** a směrnice pro různé termodestrukční reakce, hodnota **D** znamená dobu v minutách záhřevu, po které dojde ke snížení obsahu látky o jeden řád (o 90 % původního obsahu)

# Hodnocení sterilačního záhřevu

- při optimalizaci sterilačního režimu při nastavení sterilátoru s cílem zajistit spolehlivou sterilaci a zároveň nevystavovat potravinu přílišnému působení tepla (nežádoucí chemické změny)
  - při hodnocení sterilačního záhřevu se přepočítává inaktivační účinek jednotlivých úseků sterilačního záhřevu při různých teplotách na celkový inaktivační účinek **F<sub>s</sub>** při konstantní teplotě působící na vybraný MO, poté se porovná skutečná hodnota **F** s inaktivačním účinkem požadovaným **F<sub>s</sub>**
- někdy se o 1F hovoří jako o jednotce inaktivačního účinku, který odpovídá účinku jedné minuty záhřevu na referenční teplotu 121,1 °C (250 °F)

# Postup výpočtu inaktivačního účinku záhřevu

## 1) Výběr MO, podle kterých se účinek záhřevu hodnotí

- sterilace málo kyselých potravin - spóry *Clostridium botulinum*, v konkrétních případech to mohou být i spóry termofilních bakterií (*Cl. thersmosaccharolyticum* a *Bacillus stearothermophilus*)
  - pasterace málo kyselých potravin - *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, neproteolytické kmeny *Cl. botulinum*, indikátory používané pro salmonelu a další patogeny jako např. *Enterococcus faecium* a další
- kyselé potraviny - běžná mikroflóra kyselých potravin, termorezistentní plísně, např. *Byssochlamys fulva*, *Neosartoria fischeri* a další
- posuzování inaktivačního účinku může být zaměřeno na inaktivaci enzymů nebo na posuzování tepelného namáhání ve vztahu k destrukci významných složek potraviny - je-li vybrán MO, enzym nebo změna nějaké složky, další potřebné údaje jsou hodnota **D** při referenční teplotě a směrnice inaktivační nebo destrukční čáry **z**

## 2) Výpočet požadovaného účinku $F_s = D_t \cdot (\log C_0 - \log C_1)$

- posouzení, zda má záhřev požadovaný inaktivační účinek - vypočte se  $F_s$
- potřebná doba záhřevu v minutách při konstantní (referenční) teplotě  $t_r$ , která povede k požadovanému snížení počtu přítomné mikroflóry (požadovaný počet řádů krát doba pro inaktivaci jednoho řádu)
- míra snížení se volí podle výsledků mikrobiologických rozborů, podle odhadu míry pomnožení před záhřevem, podle stupně jistoty, jaký chce výrobce dosáhnout apod., v případě výpočtu na *Cl. botulinum* se vždy pracuje se snížením o 12 řádů

### 3) Obvykle je k dispozici záznam průběhu záhřevu

- nemá charakter doby v minutách při konstantní teplotě, výpočet zahrnuje přepočítání – numerickou integraci záhřevu s kolísající teplotou na dobu při konstantní teplotě

- pro výpočet inaktivačního účinku konkrétního záhřevu, tj. vyjádření inaktivačního účinku v minutách záhřevu při referenční teplotě  $t_r$  se použije vztah:

$$F = \int_{\tau_1}^{\tau_2} 10^{\frac{t-t_r}{z}} d\tau$$

- vypočtená hodnota  $F$  je porovnána s požadovanou hodnotou  $F_s$ , případně z vypočtené hodnoty dělením příslušným  $D$  je odhadována míra snížení počtu mikroflory posuzovaným zákrokem

## Letální podíl – další metoda hodnocení inaktivačního účinku

- různé kombinace teploty a doby záhřevu mají stejný inaktivační účinek, inaktivační účinek záhřevu s různou teplotou může být vypočten jako suma jednotlivých dílčích inaktivačních účinků – tzv. letálních podílů (lethal rate)
- letální podíl (**L**) je bezrozměrné číslo, které je obrácenou hodnotou inaktivačního účinku (obvykle označovaného **F**, vyjadřovaného v minutách záhřevu při referenční teplotě **t<sub>r</sub>**)
- letální podíl je příspěvek určitého zlomku sterilačního záhřevu - doby záhřevu při jiné teplotě než referenční



# Detekce ozářených potravin

- zářením při obvyklých dávkách nejsou produkovány žádné chemické látky, nedochází k žádným významnějším změnám potravin, které by detekci umožnily
- v současnosti existuje nebo je vyvíjeno několik postupů, ale žádný z nich není obecně použitelný pro všechny druhy ozářených potravin

## *Fyzikální metody detekce ozářených potravin*

### 1) elektronová spinová rezonanční spektroskopie

- možná detekce volných radikálů, které se vlivem ozáření vytvořily v pevných součástech potravin, např. v kostech
- použita při prokazování ozáření u masa s kostmi, ryb, korýšů, techniku je možné využít také pro potraviny obsahující celulózu s nízkým obsahem vody (např. pistáciové oříšky, sušená paprika apod.)

## 2) termoluminiscence

- uvolnění energie zachycené při ozáření v krystalických mřížkách záhřevem
- minerální látky jsou z potravin izolovány, řízeným způsobem jsou zahřívány a absorbovaná energie je uvolněna ve formě světla, které je měřeno
- řada nevýhod - pracné, časově náročné, destruktivní, náročné na prostředí, ve kterém se provádí, zařízení je investičně náročné a další

## 3) fotostimulovaná luminiscence

- k uvolnění energie používáno pulzní infračervené světlo místo záhřevu

## 4) měření impedance

## 5) sledování změn viskozity elektrického potenciálu

## 6) techniky NMR, NIR

## *Chemické metody detekce ozářených potravin*

- chemické postupy jsou omezeny malým rozsahem chemických změn, ke kterým dochází při použití obvyklých dávek záření

1) analýza uhlovodíků vznikajících v důsledku radiolýzy tuků

2) detekce produktů štěpení DNA elektroforetickými technikami

## *Biologické metody*

- založeny např. na sledování vlivu záření na MO, testem jsou vyhodnoceny mrtvé i přežívající buňky, pokud je počet mrtvých buněk vyšší o  $10^4$  a více než přežívajících buněk, pak byla potravina ozářena

# Stanovení peroxidového čísla oleje

## princip

- olej reaguje s roztokem jodidu draselného v roztoku kyseliny octové a chloroformu, uvolněný jód se titruje standardním roztokem thiosíranu sodného

## vyjádření výsledku

- peroxidové číslo se vyjádří v milimolech aktivního kyslíku na 1kg oleje

# Stanovení zastoupení mastných kyselin pomocí GC/FID

## princip

- provede se hydrolýza tuku a esterifikace uvolněných mastných kyselin, pomocí plynové chromatografie s plamenově ionizačním detektorem se provede procentuální zastoupení jednotlivých mastných kyselin na základě porovnání chromatogramů známých olejů

## podmínky analýzy GC/FID

- kolona CP-WAX 57 CB (25 m x 0,32 mm x 1,2  $\mu$ m)
  - teplota nástřiku 250 °C
- teplotní program: 150 °C 1 minuta, nárůst 5 °C/min do 230 °C, 5 minut, nárůst 20 °C/min do 260 °C, 10 minut
  - teplota detektoru 280 °C
    - nástřik 1  $\mu$ l
  - mobilní fáze dusík, průtok 1,5ml/min

# Stanovení vitamínu C v ovoci pomocí HPLC/UV

## princip

- vitamín C se extrahuje kyselinou metafosforečnou, extrakt se zfiltruje a analyzuje na HPLC/UV

## podmínky analýzy HPLC/UV

- kolona Purospher RP-18 (5  $\mu\text{m}$ ), 125 x 4 mm
- předkolona Purospher RP-18 (5  $\mu\text{m}$ ), 4 x 4 mm
- mobilní fáze: 5% MeOH v 95 % destilované vodě, průtok: 0,8 ml/min
  - teplota kolony 35 °C
  - nástřik 20  $\mu\text{l}$
  - detekce UV 251 nm

# Titrační stanovení kyselin ve víně

## princip

- stanovení titrační kyselosti je stanovení veškerých kyselin, tyto kyseliny se neutralizují hydroxidem sodným do bodu ekvivalence

## vyjádření výsledků

- výsledek titrační kyselosti se vynásobí příslušným koeficientem a přepočítá na kyselinu vinnou nebo citrónovou
  - po vynásobení se pak výsledek uvádí v g dané kyseliny na 100 ml neředěného vzorku

# Stanovení obsahu alkoholu ve víně a destilátech pomocí GC/FID

## princip

- vzorek vína nebo destilátu se naředí podle očekávaného obsahu ethanolu a přímo analyzuje na plynovém chromatografu
- v případě barevných vín či destilátů je možné provést filtraci vzorku před vlastní analýzou

## podmínky analýzy GC/FID

- kolona CP SIL 5CB (60 m x 0,32 mm x 1,0  $\mu$ m)
  - teplota nástřiku 200 °C
- teplotní program: 50 °C, nárůst 5 °C/min do 150 °C, nárůst 50 °C/min do 250 °C, 2 minuty
  - teplota detektoru 280 °C
    - nástřik 1  $\mu$ l
  - mobilní fáze dusík, průtok 1,5ml/min