

Mikrobiologie ovoce a zeleniny

- **Zelenina**: jedlé části kulturních rostlin, rostlina bylinného charakteru, kterou lze převážně konzumovat celou nebo z větší části
- **Ovoce**: plody víceletých rostlin (stromů, keřů, polokeřů či jahodníku)
- **Ovocná (zeleninová) šťáva**: obsahuje 100% podíl ovocné nebo zeleninové složky
- **Fermentovaná zelenina**: vzniká biotechnologickým procesem, při kterém se sacharidy postupně přeměňují za účasti mikrobiálních enzymů na jednodušší látky

1

MUNI
MED

Fyzikální konzervace

- **chlazení**: blízká 0 °C u všech druhů ovoce a zeleniny, z tropických oblastí kolem 10 °C
- **relativní vlhkost**: nad 90 %, výjimka cibule a česnek (česnek 40 %, cibule maximálně 65 %)
- **složení atmosféry**: CO₂ do 10 %
- **ionizace**: potlačení počáteční kontaminace
- **tepelné ošetření** (jablka, citrusy, paprika)
 - krátkodobá x dlouhodobá expozice

2

MUNI
MED

Chemická a biologická konzervace

Chemické ošetření

- syntetické chemikálie s fungicidním účinkem (plynný chlor, oxid chloričitý, kyselina mléčná, kyselina peroctová, ozon či H_2O_2)
- legislativní limity

Biologické ošetření

- antagonistické mikroorganismy (povrch)
- bakterie mléčného kvašení (*Lactobacillus casei*)
- *Pseudomonas cepacia* (omezuje produkci pyrrolnitrinu růst plísní *Penicillium expansum* a *Botrytis cinerea*)
- bakteriociny, bakteriofágy

MUNI
MED

3

Fermentace zeleniny

- jeden z nejstarších způsobů konzervace
- činností bakterií mléčného kvašení vzniká z cukrů kyselina mléčná a další látky bránící rozkladu (rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* a *Streptococcus*)
- anaerobní prostředí, snížení hodnoty pH
- sensorické vlastnosti potraviny, zvýšení nutriční hodnoty a prodloužení trvanlivosti
- kvašené zelí, okurky, olivy, atd.

MUNI
MED

4

Mikrobiální kažení zeleniny

- půda (cca 10^8 – 10^9 mikroorganismů/g půdy)
- zelenina má vyšší pH než ovoce
- dominantní mikroflóru zdravé zeleniny tvoří bakterie

Povrchová kontaminace (10^7 KTJ/g i více):

- gramnegativní bakterie (*Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp.)
 - bakterie mléčného kvašení (rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*)
 - sporotvorné bakterie (rody *Bacillus* a *Clostridium*)
 - kvasinky
- obranné mechanismy a faktory (povrchová pletiva, antimikrobiální látky)

5

MUNI
MED

Mikrobiální kažení zeleniny

- bílá hniloba zeleniny (*Erwinia carotovora*) – pektinolytické enzymy
 - hniloba způsobená plísněmi (např. rody *Botrytis*, *Rhizopus*, *Alternaria* či *Fusarium*)
- přirozené obranné mechanismy (povrchová pletiva, organické kyseliny, éterické oleje, fytoncidy)
- kažení bakteriemi málo významné
 - typickou mikroflóru tvoří kvasinky (nižší pH)
 - růst plísní při poškození povrchových pletiv (rody *Rhizopus*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Mucor*, atd.)

6

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v ovoci a zelenině

Zdroje kontaminace:

- při růstu, sklizni, další manipulaci, při konečné úpravě v domácnosti
- nejvýznamnějšími zdroji jsou půda (sporulující bakterie), hnojení organickými hnojivy (střevní bakterie) a zavlažování plodin (střevní bakterie, viry, parazité)
- křížová kontaminace
- skladování pod 5 °C

- sekundární kontaminace: *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*
- listová zelenina: patogenní kmeny *Escherichia coli*
- ovoce: mykotoxin patulin
- parazité: rody *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Giardia*
- virus hepatitidy A, noroviry

7

MUNI
MED

Legislativní a normativní požadavky na ovoce a zeleninu

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005

- *Listeria monocytogenes*
- nepasterizované ovocné a zeleninové šťávy: salmonely a *Escherichia coli*
- předkrájené ovoce a zelenina: *Escherichia coli*

ČSN 56 9609

- pro jednotlivé druhy, skupiny a podskupiny výrobků jsou stanoveny doporučené tolerované hodnoty u řady ukazatelů

8

MUNI
MED

Mikrobiologie cereálií a cereálních výrobků

- **Obilí:** zrna (semena, obilky, cereálie) obilovin pěstovaných, šlechtěných a využívaných za účelem získání surovin pro lidskou výživu.
- **Mouka:** rozmělněná vnitřní část zrna (obilky) s menším podílem otrubnatých částic.
- **Chléb a pečivo:** vyrábí se z obilných mouk s přídavkem vody, kuchyňské soli, kypřících a jiných přípravků.
- **Těstoviny:** potraviny vyrobené z mouky, sušených vajec a vody.

9

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

Obilí

- sklizeň, skladování obilí
 - nepřítomnost živočišných škůdců
 - nízká kontaminace mikroorganismy
 - nízký obsah vlhkosti (max. 14 %, aktivita vody max. 0,65)
 - dobrá klíčivost
 - teplota 10 až 15 °C
 - relativní vlhkost max. 75 %
- ošetření γ -zářením, plynování (některé státy)

10

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

Mouka

- příjem, předčištění, třídění a čištění zrna, povrchové opracování obilek, hydrotermická úprava zrna a vlastní mletí
- příjem – deklarace mikrobiologické kvality zrna
- skladování – sucho (max. RV 75 %), cirkulace vzduchu
- třídění a čištění – suchá technologie, zvlhčování a kondicionování
- Triér - důlkované pláště, slouží k vybírání příměsí a nečistot, které se tvarem a délkou liší od dané plodiny
 - zabránění výskytu plísni *Claviceps purpurea*

11

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

- **Rýže**
- loupání, profukování proudem vzduchu, leštění
- surové rýžové zrno x rýžové zrno parboiled (odlišné další zpracování a vlhkost)
- náchylnost na výskyt plísni
- skladování – stejné požadavky jako v případě obilí

12

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

Pekárenské výrobky

- přímé (všechny složky dávkuje současně a ihned se vymíchává a vyhněte těsto) **x** nepřímé vedení těsta (předchází vedení omládku/poliše)
- pečení: 200 – 250 °C, v jádru 100 °C
- devitalizace kvasinek, plísní a vegetativních forem bakterií
- přežívají spory – např. *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* (nitkovitost chleba)
- sekundární kontaminace: chladnutí, krájení, balení
- balené výrobky: pasterizace, konzervační látky, atmosféra oxidu uhličitého

13

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

Kynutí těsta

- kvasinkami produkováný CO₂
- těsto z **žitné mouky**: okyselující prostředky (kyselina mléčná nebo octová), homo- a heterofermentativní *Lactobacillus* spp. a kvasinky (*Lactobacillus brevis* a *L. fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida crusei*, *Torulopsis holmii* a *Saturnispora saitoi*)
- těsto z **pšeničné mouky**: vznik ethanolu a CO₂

14

MUNI
MED

Technologie zpracování obilovin

Těstoviny

- sušení: teploty optimální pro množení bakterií!
- aktivita vody těsta před sušením 0,93
- eliminace stafylokoků: 0,25% kyseliny mléčné
- skladování nesušených těstovin: při teplotě nejvýše 8 °C, balené vakuově nebo v inertní atmosféře nejvýše 10 °C

15

MUNI
MED

Mikrobiální kažení obilovin

Obilí

- plísně rodu *Fusarium*, *Alternaria* (typické polní plísně), *Aspergillus* a *Penicillium* (typické plísně prostředí skladů)
- žito: *Claviceps purpurea*

Mouka

- plísně
- kysnutí těsta (heterofermentativní laktobacily, kvasinky)
- hniloba kvasu (*Enterobacteriaceae*)

Pečivo

- plesnivění povrchu
- nitkovitost pečiva (*Bacillus cereus*)

Rýže

- plísně
- bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*

16

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v obilovinách

Obilí

- Mikroflóra obilí: u čerstvého obilí převažují gramnegativní laktozo negativní enterobakterie (*Erwinia herbicola*, *Enterobacter* a jiné), méně časté jsou grampozitivní koky (*Micrococcus*, *Staphylococcus*), další, často se vyskytující jsou gramnegativní tyčinky rodu *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes* a *Flavobacterium*, sporotvorné (*Clostridium* a *Bacillus*) a BMK
- bakterie patogenní pro rostliny – *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Erwinia* a další
- velké riziko představují plísňe a mykotoxiny

Těstoviny

- koagulázopozitivní stafylokoky, spory *Bacillus cereus*

17

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v obilovinách

Claviceps purpurea (Paličkovice nachová, námel)

- především žito a rýže
- alkaloid ergotoxin
- ergotismus (chronická otrava): 3 formy – vaskulární, psychotropní, teratogenní

18

MUNI
MED

Legislativní a normativní požadavky na obiloviny a výrobky z obilí

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005

- *Listeria monocytogenes* (pravidelné vyšetření se v případě chleba, sušenek a podobných výrobků nevyžaduje)

– ČSN 56 9609

- chléb a běžné pečivo: považovány za potraviny mikrobiologicky nerizikové
- pro další druhy výrobků jsou stanoveny doporučené tolerované hodnoty u řady ukazatelů

19

MUNI
MED

Mikrobiologie ořechů a semen rostlin

- **Ořech:** prostý, suchý plod s jedním semenem (jen výjimečně dvěma), u něhož po dozrání stěna semenného pouzdra velmi ztvrdne.
- **Semena rostlin:** jedná se o jedlé rozmnožovací orgány semenotvorných rostlin určené k přímé spotřebě (semínka sezamová, slunečnicová, lněná, atd.).

20

MUNI
MED

Významné kroky při zpracování ořechů, semen

- důležité je správné usušení ořechů (zabránění rozvoje plísní)
- legislativou stanovený požadavek na vlhkost:
 - 7 – 14 % pro ořechy ve skořápce,
 - 5 – 8 % pro nepražená jádra,
 - nejnižší hodnoty pro pražené oříšky

21

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v oříšcích a semenech

Ořechy

- mykotoxiny (*Aspergillus flavus* – aflatoxiny)
- dovoz suchých skořápkových plodů – kontrola SZPI

Semena rostlin

- salmonely či *Escherichia coli* (včetně patogenních sérotypů)
- zdroj: kontaminovaná voda, hnojivo organického původu, trus volně žijících zvířat a sekundární kontaminace
- epidemie: Německo a Francie (2011), Shigatoxin-produkující *E. coli* v naklíčených semenech

22

MUNI
MED

Legislativní a normativní kritéria pro oříšky a semena rostlin

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005

- *Listeria monocytogenes*
- naklíčená semena: nepřítomnost salmonel ve 25 g produktu
- klíčky: vyšetření na průkaz STEC

ČSN 56 9609

- suché skořápkové plody: *E. coli* a potenciálně toxigenní plísně *Aspergillus flavus*
- strouhaný kokos: *Salmonella* spp. a potenciálně toxigenní plísně *Aspergillus flavus*
- semena rostlin: *E. coli* a plísně; u naklíčených také *Salmonella* spp. a *L. monocytogenes*

23

MUNI
MED

Mikrobiologie koření

- **Koření:** rostlinné produkty (části rostlin jako kořeny, oddenky, kůra, listy, nať, květy, plody, semena či jejich části) nebo jejich směsi, prosté cizorodých látek, v nezbytné míře technologicky zpracované a užívané k ovlivňování chutě a vůně potravin.

24

MUNI
MED

Zpracování koření

- sklizeň, čištění, fermentace, sušení (do 40 °C), mletí, ošetření, balení a expedice
- chemické ošetření : zastaralý způsob (plyny – ethylenoxid, fosfin)
- ionizující záření: vyhláška č. 133/2004 Sb. (celková průměrná absorbovaná dávka 10 kGy)
- ultrafialové záření: vlnová délka 250–270 nm (malá pronikavost)
- vodní pára: snížení celkového počtu mikroorganismů, ovlivnění kvality produktů (barva a aroma)
- extrakty koření: často používaný způsob

25

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v koření

Kontaminace koření

- vliv sklizně a veškerých fází zpracování až po balení, dále skladování
- kritické především hnojení fekáliemi, sušení na volném prostranství (trus)
- proměnlivé množství kontaminujících mikroorganismů (od 10^1 KTJ/g do cca 10^9 KTJ/g)
- skupina *Bacillus subtilis/mesentericus*, sporulující anaerobní bakterie, mikrokoky, streptokoky, pseudomonády a flavobakterie

26

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v koření

Antimikrobiální látky

- rostlinné silice (hřebíček, skořice, anýz, dobromysl, ...)
- např. eugenol, thymol, anethol

Patogenní mikroorganismy

- ojedinělé případy onemocnění
- *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* a *Bacillus cereus*
- *Aspergillus flavus* (aflatoxiny, ochratoxin A)

27

MUNI
MED

Legislativní a normativní požadavky na koření

ČSN 56 9609

- *Escherichia coli*
- bakterie rodu *Salmonella*
- koagulázopozitivní stafylokoky
- *Clostridium perfringens*
- potenciálně toxigenní plísně *Aspergillus flavus*

28

MUNI
MED

Mikrobiologie kakaa a kávy

- **Kakaový prášek (kakao):** potravina získaná z pražených kakaových bobů zbavených slupek, upravených do formy prášku, obsahující nejméně 20 % kakaového másla (tuk získaný z kakaových bobů) v sušině a nejvýše 9 % vody
- **Káva:** prášek z plodů kávovníku (*Coffea* spp.) získávaný mletím pražených semen kávovníku
- *Coffea robusta*, *Coffea arabica*

29

MUNI
MED

Zpracování kakaa

- otevření plodů, oddělení bobů se zbytky dužniny, fermentace (2 – 8 dní), sušení
- fermentace
 - tvorba správného aroma
 - nejprve kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida rugosa*, *Kluyveromyces marxianus*), bakterie (laktobacily, streptokoky, *Acetobacter* spp. a *Gluconobacter* spp.)
 - špatný postup: chuťové vady a zápach kakaa
- pražení při 100 – 130 °C po dobu 20 – 120 minut
- skladování (teplota, vlhkost)

30

MUNI
MED

Zpracování kávy

- čištění kávovníkových plodů a získávání semen (suchá nebo mokrá cesta), sušení, fermentace
- fermentace
 - správná teplota a délka fermentace (18, 40 nebo 64 h)
 - snažší loupání zrna
 - pektinolytické mikroorganismy a bakterie mléčného kvašení (*Saccharomyces apiculatus*, *Hanseniaspora uvarum*, *Pseudomonas fluorescens* a *Erwinia carotovora*)

31

MUNI
MED

Mikrobiální kažení kávy

Vady kávy

- nedodržení podmínek fermentace
- **káva kyselá** (octové kvašení, dlouhá doba fermentace)
- **káva fermentovitá s ovocným aroma** (vysoký obsah alkoholů a ketonů, kvasinky)
- **káva zatuchlá** (*Bacillus brevis*)

32

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v kakau a kávě

- plísně, zejména jejich spory (*Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *A. carbonarius*) + mykotoxiny (ochratoxin A)
- kvasinky, bakterie (některé nepatogenní druhy jsou důležité pro správnou fermentaci)
- kontaminace kakaového prášku bakteriemi rodu *Salmonella*

33

MUNI
MED

Legislativní a normativní kritéria pro kakao a kávu

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005

- *Listeria monocytogenes* (pravidelné vyšetření se nevyžaduje)

ČSN 56 9609

- pražená káva a kávoviny: považovány za potraviny mikrobiologicky nerizikové
- kakaový prášek: *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* spp., plísně

34

MUNI
MED

Mikrobiologie piva a vína

- **Pivo:** kvašený pěnivý alkoholický nápoj hořké chuti vyrobený zkvašením mladiny připravené z obilného sladu, vody a chmele pomocí pivovarských kvasinek.
- **Rékové víno (víno):** alkoholický nápoj vyrobený kvašením rmutů nebo moštů získaných z hroznů révy vinné.

35

MUNI
MED

Zpracování piva

- **výroba mladiny:** příprava sladu, šrotování, vystírání, rmutování, scezování a chmelovar (vaření sladiny s chmelem)
- **výroba piva:** zchlazování mladiny, hlavní kvašení, zrání, filtrace, pasterizace
 - Svrchní kvašení:**
 - *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae*
 - 2 – 8 dní při 18 až 22 °C
 - většina pšeničných piv
 - Spodní kvašení:**
 - *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *uvarum*
 - 7 – 12 dní při 7 až 15 °C
 - piva typu ležák
- pasterizace piva: blesková (72 °C) nebo tunelová (60 °C)
- ³⁶ – filtrace piva

MUNI
MED

Zpracování vína

- spontánní fermentace vinného moštu (kvasinky)
- s hrozny z vinice 1 až 3 % žádoucích kvasinek
- divoké druhy – např. *Kloeckera apiculata*, *Candida* spp.
- ušlechtilé vinné kvasinky – *Saccharomyces carlsbergensis*

37

MUNI
MED

Mikrobiální kažení piva a vína

Pivo

- vznik nežádoucího zákalu, zvýšení kyselosti a nepříjemný pach
- BMK, gramnegativní bakterie, kvasinky, plísně

Víno

- senzorické znehodnocení
- rody *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Lactobacillus* a *Pediococcus*

38

MUNI
MED

Patogenní mikroorganismy v pivu a vínu

- mykotoxiny
- biogenní aminy (histamin) – prekurzory potenciálně karcinogenních N-nitroso sloučenin
- ethylkarbamát – vznik při fermentaci, ovocné destiláty

39

MUNI
MED

Legislativní a normativní požadavky na pivo a víno

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005

- *Listeria monocytogenes* (pravidelné vyšetření se nevyžaduje)

ČSN 56 9609

- pivo a víno jsou pokládány za potraviny mikrobiologicky nerizikové

40

MUNI
MED