

Biologické nebezpečí
Mikrobiologické změny

Metody konzervace potravin

11.2.2009

Biologické nebezpečí

- Mikrobiologické nebezpečí

Bakterie, kvasinky, viry

Plísně

- Škůdci a parazité

Škůdci a parazité

- Přenos nález a nemocí (hlodavci, ptáci)
- Senzorické vlastnosti potravin (hmyz, hlodavci)

Obrana DDD

- Tasemnice , roupy, škrkavky, svalovci

Svalovci (paraziti třídy Nematoda), se dostanou do těla pozřením nedostatečně upraveného masa,

Mražení masa, tepelné opracování

Mikrobiologické změny

- nejvýznamnější změny možné ohrožení zdraví konzumenta
- snížení nutriční a senzorické hodnoty potravin
- znehodnocení potravin

Všeobecně o mikroorganismech

- bakterie, kvasinky, plísňe
- viry
- priony



- mikroorganismy s žádoucím účinkem
- mikroorganismy s nežádoucím (škodlivým) účinkem

Škodlivé mikroorganismy:

- **Mikroorganismy působící kažení potravin** - změna vůně, barvy nebo konzistence potravin, nemusí být nutně škodlivé pro člověka.
- **Mikroorganismy jako původci onemocnění**
– např. patogenní bakterie - infekční dávka
- **Mikroorganismy vytvářející toxiny (jedy)** - nemusí nevykazovat žádnou změnu vůně, chuti nebo vzhledu

Mikrobiologické změny

- Míra kontaminace = počet mikroorganismů ovlivňujících rychlost zkázy
- Infekční dávka – takové množství které vyvolá onemocnění
- Kontaminace, pomnožení, přežívání
- vegetativní buňka a spora



Vybrané infekční nemoci v ČR v letech 1999-2008 - absolutně

DG	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Infekce způsobené salmonelami	44845	40233	33594	27964	26899	30724	32927	25102	18204	11009
Shigelóza	519	548	354	286	381	325	278	289	349	229
Jiné bakteriální střevní infekce	1889	2196	2051	2622	2354	2824	2704	2471	2831	3305
Campylobacter	9843	16916	21653	23206	20063	25492	30268	22713	24254	20175
Jiné bakteriální otravy přenesené potravinami	519	1091	686	266	61	192	41	48	70	84
Virové a jiné specifikované střevní infekce	807	1197	1166	2381	2099	3590	3670	5597	6025	6639
Gastroenteritida susp. infekčního původu	1268	1323	1311	1384	1627	2910	2877	3223	3316	2883
Listerióza	13	23	21	20	12	16	15	78	51	37

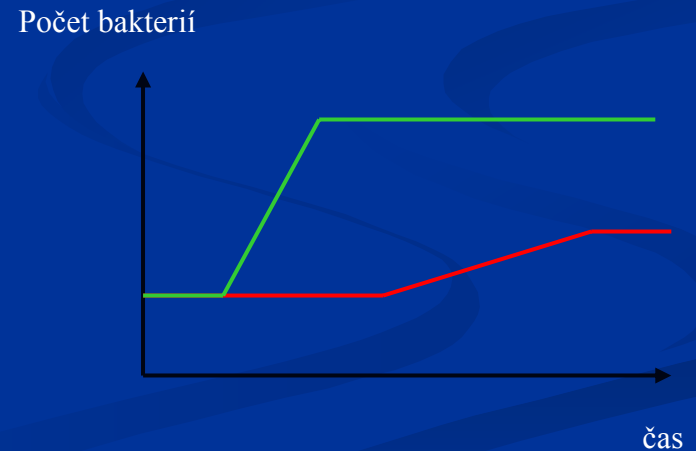
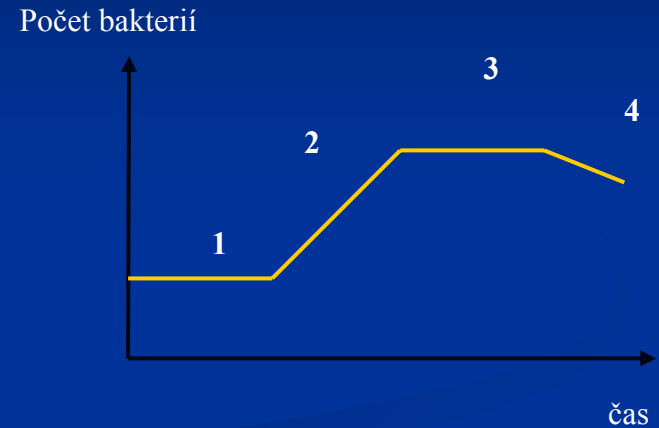
Epidat – Státní zdravotní ústav

Růstová křivka mikroorganismů

- 1 – přežívání, adaptační fáze tzv. lag fáze
- 2 - logaritmický růst (množení)
- 3 - stacionární fáze
- 4 - fáze odumírání (úhyn)

Růst

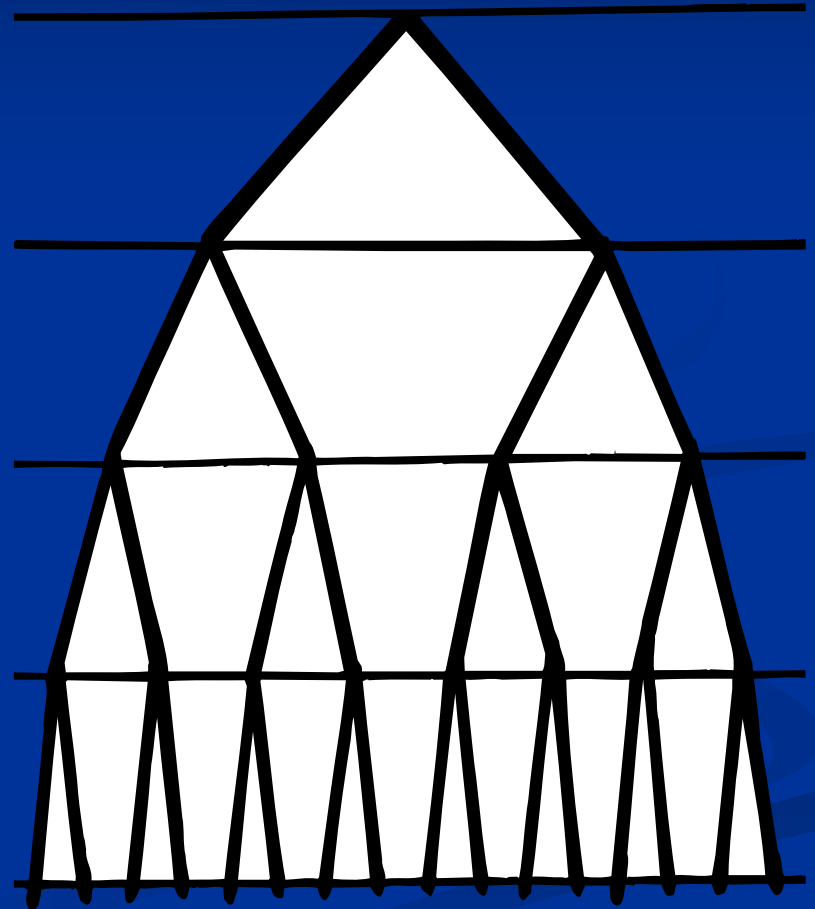
- Optimální podmínky
(—)
- Nevyhovující podmínky
(—)



Základy mikrobiologie

Rozmnožování mikroorganismů

- Logaritmická fáze růstu
- Čas růstu
 - Predikce: každých 5-20 min zdvojnásobení počtu
 - Maso – *Salmonella*
 - počátek: **10** buněk
 - po 20 min: 20 buněk
 - po 40 min: 40 buněk
 - po 60 min: 80 buněk
 - po **80** min: **160** buněk



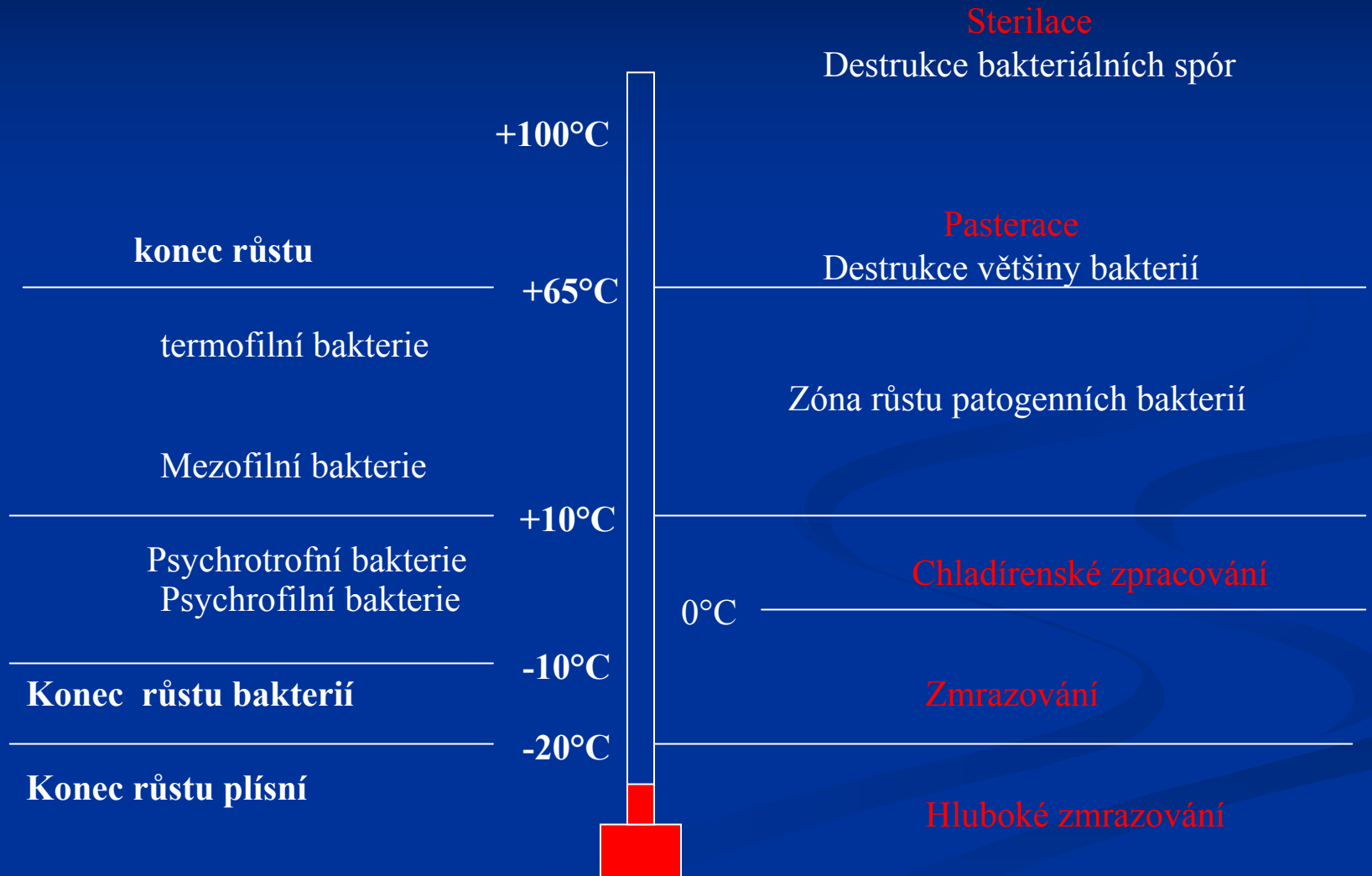
Faktory ovlivňující růst mikroorganismů

- Dostupnost živin
- Teplota
- Obsah vody v potravine – aktivita vody a_w
- pH potraviny
- Redox potenciál

Dostupnost živin

- Intenzita růstu a množení mikroorganismů je tím vyšší, čím vyšší je nabídka živin a čím jsou živiny lépe dostupné.
- Rchlejší zkáza -potraviny s pestrým složením snadno dostupných živin
(maso, mléko, vaječné hmoty atd.)

Teplota



Aktivita vody a_w

- a_w vyjadřuje množství volné vody využitelné pro mikroorganismy
- Závisí na druhu potraviny a není shodná s obsahem vody
Např. ovoce s 80 % vody a mouka s 20 % vody mají stejnou hodnotu a_w
- hodnota a_w nezbytná pro růst:
 - bakterie $> 0,91$
 - kvasinky $> 0,87$
 - plísně $> 0,70$

vodní aktivita a_w	příklady potravin	mikroorganismy schopné růstu
0,1 - 0,2	cerálie, cukr, krekry, sůl, sušené mléko	mikroorganismy se nerozmnožují, nerostou, přežívají, jejich počet postupně klesá
< 0,60	med, čokoláda, špagety, nudle, sušenky	mikroorganismy se nerozmnožují, nerostou, přežívají po dlouhou dobu
0,60 - 0,85	džemy, rosoly, sušené ovoce a zelenina, parmezán, silně solené ryby, ořechy, sušené vaječné obsahy	plísně (při $a_w < 0,80$ nedochází k produkci mykotoxinů), mikroorganismy přežívají
0,85 - 0,93	fermentované salámy, slazené kondenzované mléko, sušené maso, syrová šunka, slanina	<i>Staphylococcus aureus</i> se rozmnožuje, ale netvoří toxin, plísně se rozmnožují včetně tvorby toxinogenních (produkce mykotoxinů)
0,93 - 0,98	kondenzované mléko, rajský protlak, chléb, ovocné šťávy solené ryby, tepelně opracované salámy, sýry	<i>Staphylococcus aureus</i> se rozmnožuje a tvoří toxin, kvasinky a bakterie se rozmnožují pomaleji, e snižující se vodní aktivitou některé ukončují růst
0,98 - 0,99	mléko, čerstvé maso, ryby, konzervovaná zelenina, ovocné kompoty, vejce	všechny mikroorganismy rostou a rozmnožují se

pH prostředí

- mezní hodnota pH 4,0

hranice pod kterou neklíčí spory sporulující bakterie *Bacillus coagulans*

- Potraviny kyselé pH < 4
- Potraviny málo kyselé pH > 4

pH

Minimální a maximální hodnoty zjištěné pro různé potraviny

<u>Zelenina</u>	4,9 – 7,5	<u>Mléčné výrobky</u>	5,5 – 8,5
<u>Ovoce</u>	2,2 – 4,1	<u>Pečivo, pekařské výrobky</u>	5,3 – 8,5
<u>Maso</u>	5,3 – 6,8	<u>Vejsce</u>	6,4 - 9

Hodnota pH většiny potravin umožňuje růst mikroorganismů

Přístup vzduchu (redox potenciál)

- **oxidoredukční potenciál** (E_H) - určuje množství dostupného kyslíku v daném prostředí
- **pozitivní oxidoredukční potenciál** - přítomnost silně oxidačních látek, O_2
- **negativní potenciál** - přítomnost redukujících látek

- **obligátní nebo striktní aeroby** – pseudomonády, plísně
- **obligátní anaerobové** - stopová množství kyslíku toxická, Clostridium
- **fakultativně aerobních** - rostou jak v přítomnosti, tak nepřítomnosti kyslíku
- **mikroaerofilních mikroorganismů** - pro růst kyslík vyžadují, ale v koncentracích mnohem nižších než je ve vzduchu - např. rod Laktobacillus.

Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění Campylobacter

- Optimální teplota růstu 40 – 45 °C, nepřežívají pasterační teploty, pod 28 °C neroste
- Přežívají při chladírenských teplotách (několik týdnů) a v mražené drůbeži (několik měsíců)
- Výskyt: zažívací trakt divokých a domácích zvířat, povrchové vody
- Enterokolitidy
 - Inkubační doba 1 – 11 dní
 - 3 – 5 dnů, horečka, silné bolesti břicha, průjmy
 - Problémy působené specifickými toxiny

Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění

Listeria monocytogenes

- Roste v 0 – 42 °C
- Pod pH 5,5 ustává růst, tolerantní k NaCl (toleruje i 16 %)
- Široký výskyt v přírodě, součást gastrointestinální mikroflóry
- Inkubační doba 1 – 90 dní, obtížná identifikace potravního zdroje nákazy
- Systémová onemocnění (meningitida, sepse, záněty plodových obalů, porod mrtvého plodu, předčasný porod)
 - Projevy onemocnění od mírné chřipky po meningitidy
- Těhotné ženy – může dojít k transplacentární infekci plodu a končit potratem nebo předčasným porodem
- 20 % infekcí smrtelných nebo vede ke smrti plodu / novorozence
- Potraviny: syrová zelenina (coleslaw), mléčné výrobky (pasterizované mléko, měkké sýry), paštiky, hotové pokrmy, nedostatečně upravené kuřecí, lahůdky

Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění

Salmonella

- Růst 5 – 47 °C, optimum 37 °C
- Salmonelózy střevní
 - 6 – 48 hodin od konzumace, průběh závisí na velikosti infekční dávky a zdravotním stavu
- Salmonelózy systémové
 - Inkubace 10 – 20 dnů (ale i 56)
 - Průnik salmonell do lymfatického systému, do centrální oběhové soustavy, ve druhém stadiu se usazují ve žlučníku. Pacient se může stát bacilonosičem. Léčba antibiotiky ale i chirurgické odstranění žlučníku.
- Zoonotická infekce (hlavní zdroj nákazy je infikované zvíře)
 - Maso, mléko, drůbež, vejce při nedostatečné tepelné úpravě

Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění

Staphylococcus aureus

- Růst 7 – 48 °C, optimum 37 °C
- Výskyt: kůže, kožní žlázy, mukosní membrány teplokrevných zvířat, u člověka horní cesty dýchací (20 – 50 % zdravé populace); způsobuje hnisavé onemocnění na kůži
- Inkubační perioda 1 – 6 hodin, příznaky odezní do 2 dnů
- Příznaky: žaludeční nevolnosti, křeče, zvracení, průjmy, bolesti hlavy, pocení, pokles teploty
- Kontaminace od obslužných pracovníků (hnisavé rány)

Přehled hlavních původců alimentárních onemocnění *Escherichia coli*

- Indikátor fekální kontaminace pitné vody
- Některé sérotypy patogenní
 - 2 typy onemocnění
 - Extraintestinální onemocnění (močové cesty, infekce ran, hnisavé procesy)
 - Intestinální infekce (průjmy)
 - Enteropatogenní – volává novorozenecké průjmy (až smrt!)
 - Enterotoxigenní – kolonizace střeva, průjmy; výskyt v teplých oblastech
 - Enteroinvasivní – podobné Shigelle
 - Enterohemoragické – toxinogenní
 - Zdroj infikované hovězí maso
 - Hemoragická kolitida
 - Výskyt onemocnění v dětském věku, nejen v rozvojových zemích
 - Často smrtelné

Konzervační metody

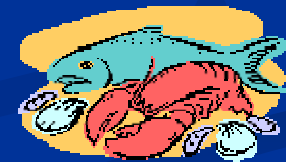
R - intenzita rozkladu potravin

četnost MO . odolnost MO

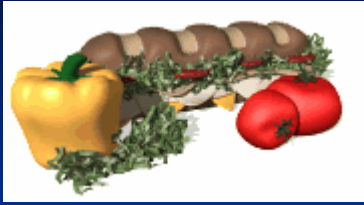
R =



odolnost potravin



Přehled metod



- **Vylučování mikroorganismů z prostředí**
- **Přímá inaktivace mikrobů (abiosa)**
(usmrcení MO – potravina obsahuje nižší počet MO než před zákrokem)
- **Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)**
(zvýšení odolnosti potraviny)

Vylučování mikroorganismů z prostředí potravin

- **Omezení kontaminace během zpracování**
 - čistota místností, strojů, nářadí (sanitace)
 - čistota vzduchu
 - čistota vody
 - čistota vedlejších surovin
 - čistota pracovníků
- **Ochuzování potravin o mikroorganismy**
 - praní suroviny (voda, voda s desinfekční činidla)
 - čiření
- **Vylučování mikroorganismů z potravin**
 - filtrace (ultrafiltrace)
 - baktofugace



Přímá inaktivace mikrobů (abiosa)

Fyzikální metody

- **Sterilace zvýšenou teplotou**

 Přívod tepla (obvyklé zahřívání)

 Odporový ohřev

 Dielektrický ohřev

 Infračervený ohřev

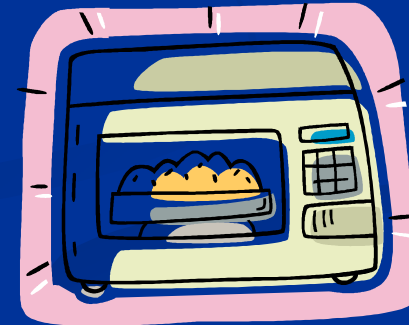
- **Konzervace ionizujícím zářením**

- **Sterilace střídavým tlakem (ultrazvukem)**

- **Konzervace vysokým hydrostatickým tlakem**

- **Konzervace vysokointenzivním pulsujícím elektrickým polem**

- **Konzervace vysokointenzivními záblesky světla**



Potraviny konzervované tepelným zákrokem

- Blanšírování
- Pasterace
- Sterilace
- Frakcionovaná sterilace (tyndalace)

- Praktická sterilita
- Absolutní sterilita

Faktory ovlivňující průběh tepelného zákroku

- Vlastnosti mikroorganismů
- Složení potraviny
- Vlhkost prostředí
- Kyselost prostředí
- **Vliv výchozí koncentrace mikroorganismů**
na počátku příliš mnoho buněk nemusí teplota stačit
- Vliv doby, po kterou teplota působí

Přímá inaktivace mikrobů (abiosa)

Chemické metody

- Desinfekční činidla
- Ozon
- Stříbrné ionty
- Dimethyl dikarbonát (velcorin)

Desinfekční činidla

- Sloučeniny chlóru
- Peroxidy
 - Peroxooctová kyselina
 - Peroxid vodíku
- NaOH
- HNO₃
- Kvarterní amoniové báze
- Neionogenní tenzidy

Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)

Fyzikální a fyzikálně chemická úprava potravin

- **Osmoanabiosa**

Sušení

Zahušťování v odparekách

Vymrazování vody

Proslazování

Konzervace jedlou solí

- snížení vodní aktivity
- zvýšením osmotického tlaku



Konzervace sníženou teplotou

Chladírenství

Mrazírenství



Konzervace sníženou teplotou (zmrazování, chlazení) může navazovat na další konzervační zákroky jako pasterace nekyselých potravin, použití látek s chemoanabiotickým účinkem apod.

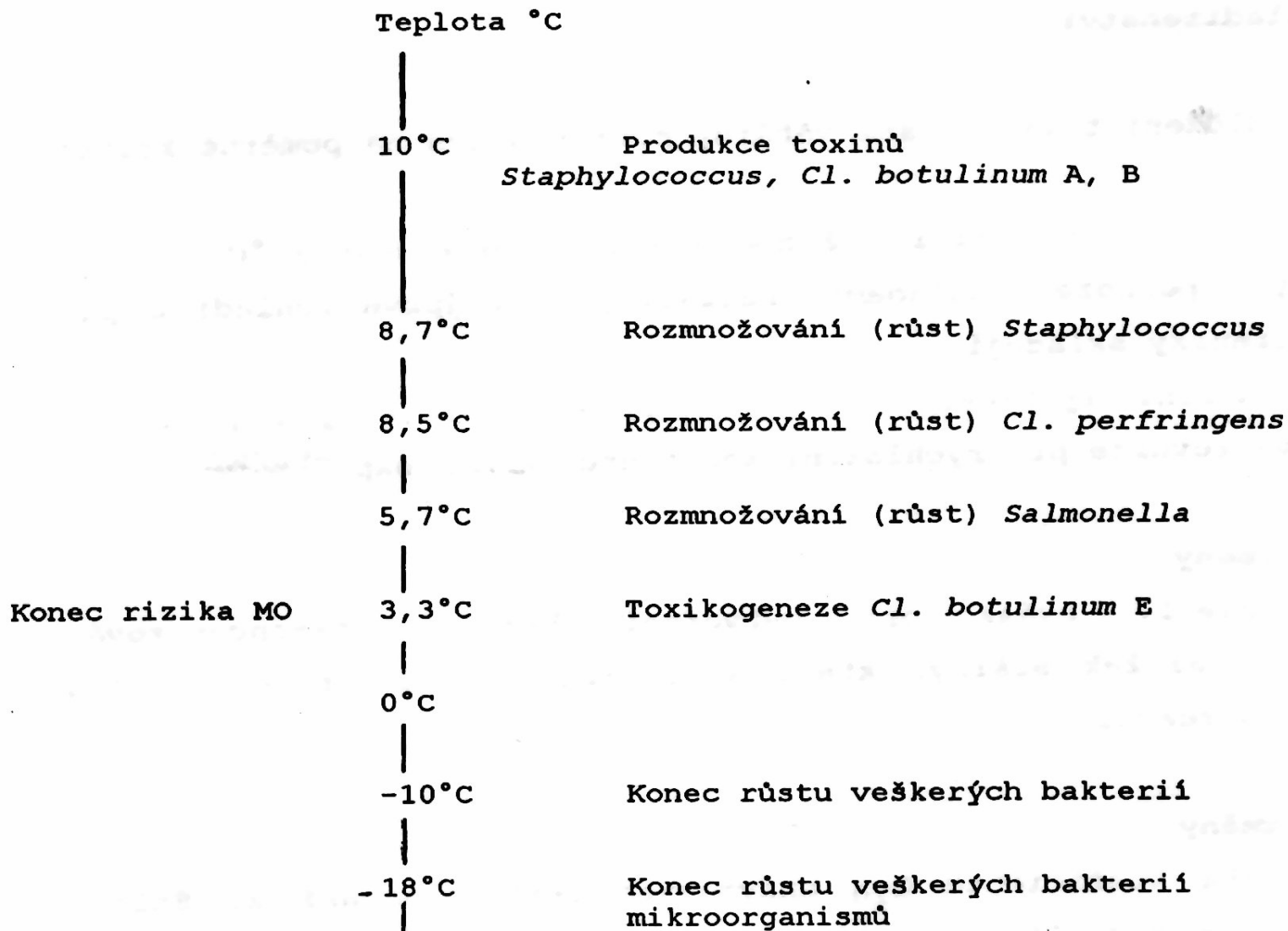
Chlazené potraviny

- Produkty rychle vychlazené na teplotu skladování
- Rychlé ochlazení - překonání teploty nejvyššího růstu mezofilních mikroorganismů a snížení teploty pod teploty růstu salmonel, listerií a dalších rizikových kontaminantů.

Classification of bacteria based on their cardinal temperatures

<i>Classification</i>	<i>Temperature (0°C)</i>		
	<i>Minimum</i>	<i>Optimum</i>	<i>Maximum</i>
Psychrophile	<0-5	12-15	20
Psychrotroph	<0-5	20-30	35
Mesophile	10	30-40	45
Thermophile	40	55-65	>80

Chlazené a mražené potraviny



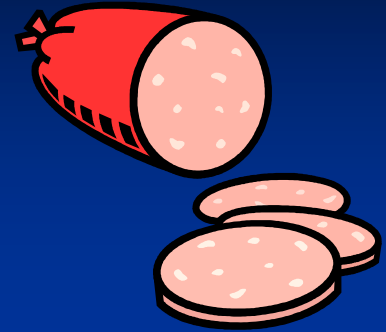
Konzervace potravin zmrazováním

Konzervační princip:

- Zpomalení nebo zastavení nežádoucích změn (teplota)
- Snížení podílu využitelné vody pro mikroorganismy
- Snížení aktivity vody v potravine

Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)

Chemická úprava potravin (chemoanabiosa)



- **Chemická konzervace**

Konzervace rafinovanými chemikáliemi

Uzení

- **Konzervace umělou alkoholizací a okyselováním**

Ethanol

Organické kyseliny

- **Konzervace antibiotiky**

- **Konzervace fytoncidy**



Chemické konzervační látky

- oxid siřičitý, siřičitany
- kyselina benzoová
- kyselina sorbová
- estery kys. Parahydroxybenzoové

- Požadavky :

účinek při nízkých koncentracích, neškodnost lidskému zdraví

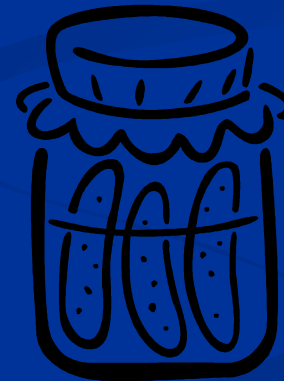
bez vlivu na sensorické vlastnosti potravin

bez příměsí (těžké kovy, meziprodukty z výroby apod.)

Nepřímá inaktivace mikrobů (anabiosa)

Biologická úprava potravin (cenoanabiosa)

- **Konzervace kvašením sacharidů**
 - alkoholické kvašení
 - mléčné kvašení
- **Konzervace proteolýzou**
- **Ochranné kultury**
- **Bakteriofágy**



Potraviny konzervované cenoanabiozou (biologickými metodami konzervace)

- Výrobky konzervované mléčným kvašením (zelí), alkoholické nápoje, kysané mléčné výrobky, sýry apod.
- Mikroorganismy cíleně pěstované vytvoří očekávané sensorické látky charakteristické pro produkt, zároveň produkují metabolity inhibující konkurenční mikrofloru (ethanol, kyselina mléčná, antibiotika)
- Finální výrobek může obsahovat živé mikrobiální buňky, mikroflora může být po vytvoření požadovaných vlastností odstraněna, nebo inaktivována.
- Cenoanabioza je kombinována s dalšími zákroky např. pasterací, chlazením apod.

Bariérová teorie

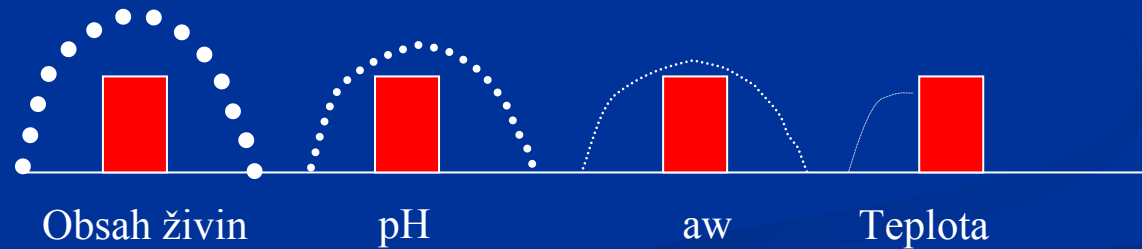
Čerstvé nebo minimálně opracované potraviny – „Překážkový efekt“

Kombinace několika konzervačních zákroků, které samotné nestačí na stabilizaci, ale společně vytváří systém překážek, bariér proti růstu mikroorganismů

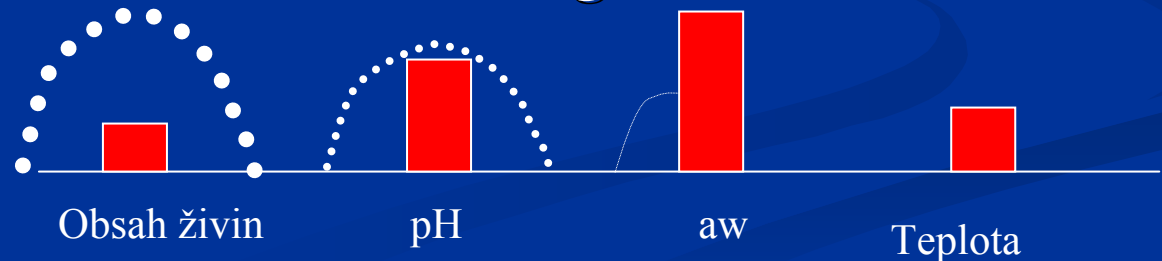
- Tepelné opracování (každý záhřev nad 65 °C vede ke snížení počtu mikroorganismů)
- Vychlazení, dodržování chladírenského řetězce, případně zmrazování, udržování mrazírenského řetězce
- Snížení pH (kde je možné)
- Snížení aktivity vody (kde je možné)
- Použití látek s konzervačním účinkem (např.sůl, cukr, kde je možné - okyselení apod.)
- Úprava přístupu vzduchu (většinou zamezení přístupu vzduchu - vakuové balení apod.)
- Použití ušlechtilé mikroflóry (např. kysané výrobky, sýry, fermentované salámy...)

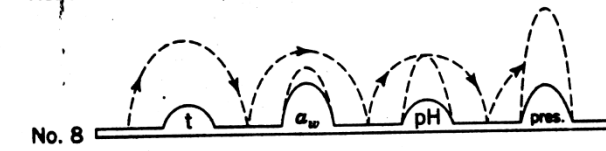
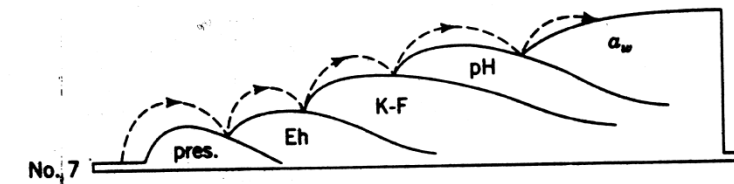
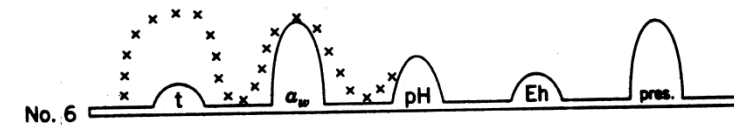
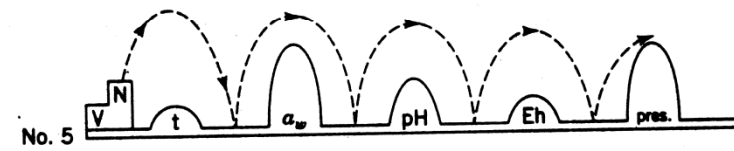
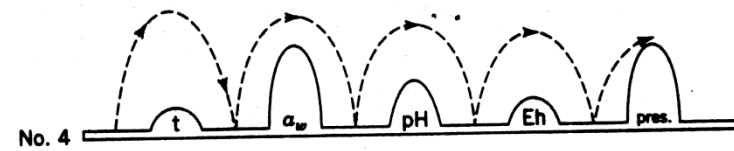
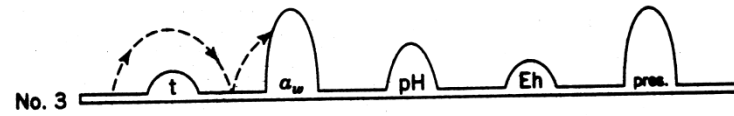
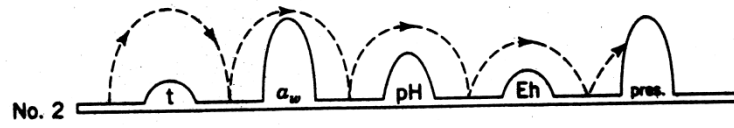
Kombinace jednotlivých faktorů – tzv. překážkový efekt

- Účinek jednotlivých parametrů se sčítá



- Význam jednotlivých překážek závisí na složení potraviny a vlastnostech mikroorganismu





■ Děkuji za pozornost