

Vysoká škola chemicko-technologická
Ústav konzervace potravin

Změny v potravinách a potravinářských surovinách

Přehled metod úchovy potravin

Cíle konzervačního zákroku

- Získání **zdravotně nezávadné** potraviny - zabránění ohrožení zdraví spotřebitele
- **Udržení nutriční a sensorické hodnoty** potravin ve stavu očekávaném spotřebitelem
- **Ovlivnění změn** probíhajících v potravinářských surovinách a potravinách
- Dodání tradičních sensorických vlastností (barva, chuť, vůně, konzistence) a zároveň konzervace

Změny probíhající v potravinářských surovinách a potravinách

Během zpracování a skladování

- Fyziologické
- Enzymové
- Chemické
- Mikrobiologické

Žádoucí podpoření

Nežádoucí potlačení

Projevy změn



Barva
Chuť a vůně
Konzistence
Snížení nutriční hodnoty

Fyziologické změny

- **Živá rostlinná pletiva a živočišné tkáně:**
Dynamická rovnováha
(procesy v organismu probíhají organizovaně, fyziologické reakce na sebe navzájem navazují)



- Sklizeň (ovoce, zelenina) – Porážka (maso)



⇓
Přerušení dynamické rovnováhy
(hromadění reakčních produktů, které nejsou metabolizovány)

Změny (žádoucí, nežádoucí)

Příklady žádoucích změn

- posklizňové dozrávání ovoce a zeleniny
- posmrtné změny masa

Nežádoucí fyziologické změny – ovoce, zelenina

Teplotní stres

Poškození chladem

Nedostatek vody

Anaerobní dýchání – nedostatek kyslíku

Mechanické poškození

Projevy změn

Barva

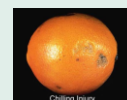
Chuť, vůně

Konzistence

Produkce stresových metabolitů

Ovoce / Zelenina	Min. bezpečná teplota (°C)	Projev poškození chladem při skladování za níže teploty
jablka	1 – 2	vnitřní hrdnutí, měknutí
banány	13	brnátnutí
okurky	7	vysychání, krabacení, tvorba jamak
pomeranč	1 – 2	
brambory	7	barvé změny dužiny
zelená rajčata	12	bledá barva po dozrání, nižší uchovatelnost
zralá rajčata	10	zkažení

Fyziologické změny – projevy poškození chladem

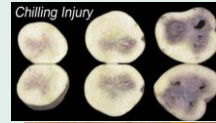


CITLIVOST OVOCE NA NEDODRŽENÍ PODMÍNEK

	T	RVV	CHLAD. POŠKOZ.	CO ₂	O ₂	CITL. ETYLEN	PROD. ETYLEN
Jablka	+	++	+	5	1	++	+++
Hrušky	++	++	-	3	1	+++	+++
Švestky	++	++	-	5	1	-	+++
Meruňky	++	++	-	3	2	-	+++
Broskve	+++	++	-	5	1	+++	+++
Třešně	++	++	-	15	3	-	-
Jahody	+++	+++	-	20	5	-	+
Ananas	++	+	+++	10	2	-	+
Banány	++	+	+++	5	2	+++	++
Citrony	+	+	-	10	5	-	+
Pomeranče	+	+	-	5	5	-	+
Grapefruit	+	++	++	10	3	-	+
Mango	++	++	+++	10	3	++	++

Fyziologické změny u skladovaných brambor

- Klíčení hlíz
- Chladové sládnutí brambor – stresová reakce buněk na chlad
- Mechanické poškození - zahojení poškozených hlíz vznikem povrchové korkové vrstvy
- Tvorba stresových metabolitů – glykoalkaloidy (světlo, klíčení)



Glykoalkaloidy v bramborách (mg/kg)	
neloupané brambory	75
slupka a očka	300-500
loupané brambory	12-50
hlízy vystavené světlu a poranění	1000
LIMIT	200

Enzymové změny

- Enzymy
 - Přírodní přítomné
 - Extracelulární produkované přítomnou mikroflórou
- Rozvoj změn
 - mechanickým porušení pletiva
 - technologické zpracování - loupání, dělení, lisování



Projevy změn

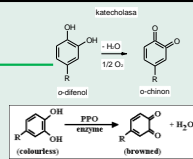
Barva
Chuť, vůně
Konzistence
Nutriční hodnota

Rozdělení enzymových změn potravin

Skupina enzymů	Důsledky změn
lipoxygenasy, lipasy a proteasy	změny chuti a vůně (cizí zápachy, chuť, nesprávně vyrobená zmrazovaná zelenina apod.)
pektolytické a celulólytické enzymy	změny konzistence (měknutí, tvorba sedimentů v citrusových nápojích apod.)
polyfenoloxidasy, chlorofylasa a částečně peroxidasa	změny barvy (enzymové hnědnutí, degradace chlorofylu)
askorboxidasa, thiaminasa, polyfenoloxidasy	snížení nutriční hodnoty (rozklad vitamínu, snížení stravitelnosti bílkovin)

Enzymové hnědnutí potravin

- enzymová oxidace fenolových sloučenin
- enzym oxidoreduktasa
- přítomnost kyslíku
- chinony → barevné pigmenty



Nežádoucí hnědnutí jablek, brambor, hub



Pozitivní čaj
kakaové boby
rozinky



Chemické změny

Chemické reakce složek potravinářských surovin a potravin :

- navzájem mezi sebou
- s exogenními látkami, které se do potravin dostávají během zpracování (kyslík, ionty kovů, aditivní látky, složky obalů, kontaminující látky apod.)

Příklady reakcí

- Komplex reakcí neenzymového hnědnutí
- Autooxidace tuků - žluknutí
- Degradáční reakce barviv – hemová barviva, antokyany, chlorofyl



Projevy změn

Barva
Chuť a vůně
Snížení nutriční hodnoty

Mikrobiologické změny

- Bakterie
 - Kvasinky
 - Plišně
 - Viry
 - Priony
- mikroorganismy s žádoucím účinkem
 - mikroorganismy s nežádoucím (škodlivým) účinkem**
- Mikroorganismy působící **kažení** potravin - změna vůně, barvy nebo konzistence potravin, snížení nutriční hodnoty, 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



Faktory ovlivňující změny potravin

- Složení potravin
- Teplota
- Obsah vody v potravinech
- Aktivita vody - a_w
- Kyselost - pH potraviny
- Oxidačně-redukční potenciál

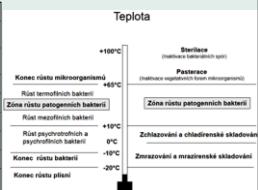
Teplota

Klasifikace mikroorganismů podle teploty růstu

Skupina mikroorganismů	Teplota (°C)		
	minimální	optimální	maximální
Psychrofilní	< 0 - 5	12 - 15	20
Psychrotrofní	< 0 - 5	20 - 30	35
Mezofilní	10	30 - 40	45
Termofilní	40	55 - 65	> 80

Nebezpečné
prodlévá potraviny při teplotách od 15 do 50 °C
nejnebezpečnější růst mikroorganismů včetně patogenních

Teplota (°C)	Projev
nad 100	Jsou usmrceny buňky mikroorganismů a podle podmínek také spory bakterií
65 až 100	Podle podmínek (doby zářivosti) jsou usmrceny buňky mikroorganismů a spory některých bakterií
65 až 80	Mikroorganismy prakticky nerostou
50 až 65	Minimální růst omezeného spektra mikroorganismů
15 až 50	Optimální podmínky pro růst mikroorganismů
0 až 15	Pomalejší růst omezeného spektra mikroorganismů
-5 až 0	Velmi pomalý růst vybraných mikroorganismů
-18 až 0	Mikroorganismy prakticky nerostou, látková výměna částečně funguje, metabolické pochody se zastaví zpravidla při -18 °C



Teplota – zpracování a skladování potravin

Psychrotrofní

schopné růst při chladniřských teplotách (od 0°C do 5°C)
optimum růstu od 10 do 30 °C

plísně, kvasinky

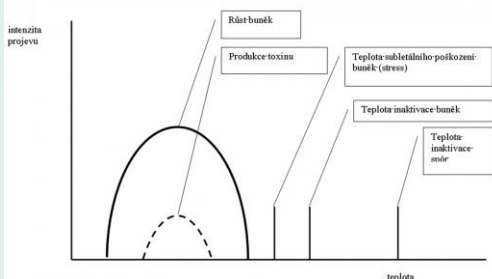
gramnegativní bakterie: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Yersinia*, *Serratia* a *Aeromonas*
grampozitivní bakterie: *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium* a *Listeria*

Termodurní (teplotvzdorné)

schopné přežít pasterizační teploty

bakterie: *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Enterococcus*.

Vliv teploty na projev mikroorganismů



pH prostředí (potravin)

mezí hodnota pH 4,0

hranice pod kterou nekličí spory
spolující bakterie *Bacillus coagulans*

Potravin **kyselé** pH < 4

Potravin **málo kyselé** pH > 4

Classification of Foods Based on pH

Group	pH	Examples
High acid	<3.7	Fruit juices, apples, berries, cherries (red sour), plums, sour pickles, sauerkraut, vinegar
Acid or medium acid	3.7-4.5	Fruit jams, fruit cocktail, grapes, tomatoes, tomato juice, peaches, pineapples, pineapples, potato salad, prune juice, vegetable juice
Low acid	4.5	All meats, fish, vegetables, mixed entries, and most soups



pH - potraviny

Skupiny potravin	Příklad potraviny	pH	Mohou růst
Kyselé	citronová šťáva	2,2	
	zelenina v sladkokyselém nálevu	< 3	kvasinky, plísně
	ovocné džemy	3,2	
	kysané zeli	3,7	
	ananas, jablka, jahody, grapefruit		
Málo kyselé	rajčata, rajský protlak, hrůšková šťáva, meruňky, broskve, ptezářské pomeranče	4,0 - 4,5	klíči spóry některých bakterií <i>Bacillus cereus</i>
	bramborový salát	5,0	hranice pH pro růst <i>Clostridium botulinum</i>
	ravioly, říčky, polévky	6,0	všechny formy mikroorganismů
	fazole, hrášek, mrkev, řepa, chřest, brambory	7,0	
	olívky, vejce, maso, mléko,		

Teplota + pH

Spore-Forming Bacteria Important in Spoilage of Food

Approximate Temperature (°C) Range for Vigorous Growth	Acidity of Food	
	Acid 3.7 < pH < 4.5	Low Acid pH ≥ 4.5
Thermophilic (55–35°)	<i>B. coagulans</i> <i>S. thermophilus</i> <i>L. bulgaricus</i>	<i>C. thermosaccharolyticum</i> <i>C. nigrificans</i> <i>B. stearothermophilus</i>
Mesophilic (40–10°)	<i>C. butyricum</i> <i>C. pasteurianum</i> <i>B. masserans</i>	<i>C. botulinum (A and B)</i> <i>C. sporogenes</i> <i>B. licheniformis</i>
Psychrophilic (35–<5°)	<i>B. polymyxa</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Micrococcus</i>	<i>B. subtilis</i> <i>C. botulinum E</i> <i>S. aureus</i>

Aktivita vody

Vyjadřuje množství využitelné vody

- Mikroorganismy
- Enzymy
- Chemické změny potravin

Závisí na druhu potraviny
Není shodná s obsahem vody

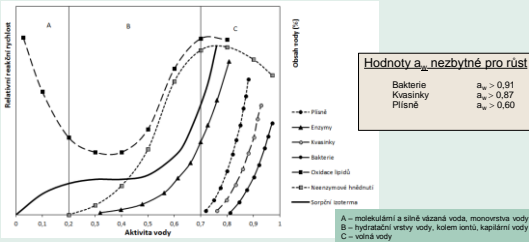
Definice

$$a_w = \frac{p_w}{p_{w,0}}$$

p_w ... parciální tlak vodní páry nad potravinou
 $p_{w,0}$... parciální tlak vodní páry nad čistou vodou konstantní teplota

$$a_w = \frac{q}{100} \cdot \varphi$$

q ... relativní vlhkost vzduchu (%)



Aktivita vody - potraviny

a_w	Potravina	Činnost mikroorganismů
0,1 - 0,2	Cerálie, cukr, krekry, sůl, sušené mléko	Přežívají Nerozmnožují se, nerostou, počet klesá
< 0,60	Med, čokoláda, špagety, nudle, sušenky	Přežívají Nerozmnožují se, nerostou
0,60 - 0,85	Džemy, rosoly, sušené ovoce a zelenina, parmezán, silně solené ryby, ořechy, sušené vaječné	Přežívají Plísně při $a_w < 0,80$ netvoří toxiny
0,85 - 0,93	Fermentované salámy, slazené kondenzované mléko, sušené maso, syrová šunka, slanina	<i>Staphylococcus aureus</i> – rozmnožuje se, netvoří toxiny Plísně – rozmnožují se, tvoří toxiny
0,93 - 0,98	Kondenzované mléko, rajský protlak, chléb, ovocné šťávy solené ryby, tepelně opracované salámy, sýry	<i>Staphylococcus aureus</i> – rozmnožuje se, tvoří toxiny Bakterie, kvasinky – rozmnožují se pomaleji, některé ukončují růst
0,98 - 0,99	Mléko, čerstvé maso, ryby, konzervovaná zelenina, ovocné kompoty, vejce	Romnožují se, rostou

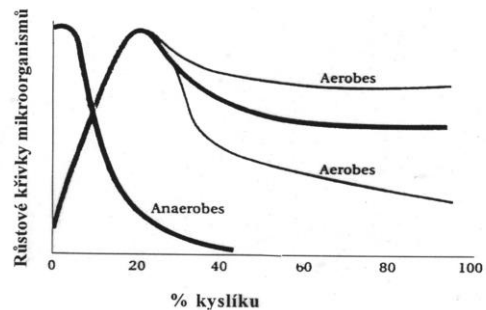
Oxidačně-redukční potenciál

- Vyjadřuje míru schopnosti redox systému převést jednoho z reakčních partnerů do oxidovaného stavu
- Vyjadřuje redukční stav systému (mV)
- Měření – elektrické napětí inerční elektrody ponořené do roztoku systému proti srovnávací elektrodě se známým potenciálem.
- Pozitivní oxidačně-redukční potenciál $E > 0$
Přítomnost oxidačních látek – množství dostupného kyslík v prostředí
- Negativní oxidačně-redukční potenciál $E < 0$
Přítomnost redukujících látek

$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{[A_{red}]}{[A_{ox}][H^+]^m}$$

E_H - určuje množství dostupného kyslíku v daném prostředí

Nároky na množství kyslíku pro růst	skupina mikroorganismů	požadavky na množství O_2	příklad
Aerobní (rostoucí v normálních podmínkách)		potřebují nutně O_2 jen oxidativní typ metabolismu	rod <i>Pseudomonas</i> , saprofytické plísňe
Fakultativně anaerobní		Rostou v přítomnosti O_2 ale i anaerobně	"stevní mikroflóra", <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Mikroaerofilní (< 20% O_2)		Nízkou koncentraci O_2 tolerují, příp. urychluje metabolismus	<i>Campylobacter</i> spp., <i>Clostridium perfringens</i>
Anaerobní ($\pm 0\%$ O_2)		O_2 působí silné toxicky	<i>Clostridium</i> spp.



Přehled metod úchovy potravin

Přehled metod úchovy potravin

$$R \text{ (intenzita rozkladu potravin)} = \frac{\text{četnost mikroorganismů} \times \text{odolnost mikroorganismů}}{\text{odolnost potravin}}$$

1. Vylučování mikroorganismů z prostředí potravin
2. Abiosa - přímá inaktivace mikroorganismů (usmrcení mikroorganismů – potravina obsahuje nižší počet mikroorganismů než před zákrokem)
3. Anabiosa - nepřímá inaktivace mikroorganismů (zvýšení odolnosti potravin, prodloužení lag fáze mikroorganismů)

Jednotlivé postupy se mohou v různých potravinářských produktech prolínat, zejména mezi anabiosou a abiosou nemusí být zcela zřetelná hranice, poté, co jsou vytvořeny pro mikroorganismus nevyhovující podmínky, ten přestává růst a po určitém čase uhynie.



1. Vylučování mikroorganismů z prostředí potravin

Přípravné kroky při výrobě potravin Obecné postupy dodržování hygieny

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

Ochuzování potravin o mikroorganismy

- praní (mytí) surovin - (voda, voda s desinfekční činnidla)
- odprašení surovin
- odstraněním frakce surovin s vyšším podílem kontaminace

Konzervační metody v užším slova smyslu

- **ultrafiltrace** – (čiré šťávy, filtrace přes polopropustnou membránu, aseptické plnění)
- **baktofugace** – (odstranění bakteriálních spor v mléce odstředěním, pasteurace)

2. Abiosa - přímá inaktivace mikroorganismů

Fyzikální metody

- **Sterilizace zvýšenou teplotou**
konvenční ohřev
odporový ohřev
dielektrický ohřev
infračervený ohřev
- **Konzervace ionizujícím zářením**
- **Sterilizace střídivým tlakem (ultrazvukem)**
- **Konzervace vysokým hydrostatickým tlakem**
- **Konzervace vysokointenzivním pulzujícím elektrickým polem**
- **Konzervace vysokointenzivními záblesky světla**

Chemické metody

- **Desinfekční činnidla**
- **Ozon**
- **Stříbrné ionty** (katadynace)
- **Fumiganty** (ethylenoxid, propylenoxid)
- **Dialkylestery anhydridu kyseliny uhličitě** (dimethyldikarbonát)

2. Anabiosa - nepřímá inaktivace mikrobů

Fyzikální Fyzikálně-chemické metody

- **Osmoanabiosa**
sušení
zahušťování v odparkách
vmrazování vody
proslazování
konzervace jedlou solí
- **Konzervace sníženou teplotou**
chlazení
mražení

Chemické metody - chemoanabiosa

- **Chemická konzervace**
konzervace rafinovanými chemikáliemi
uzení
- **Konzervace umělou alkoholizací a okyselováním**
ethanol
organické kyseliny
- **Konzervace antibiotiky**
- **Konzervace fytoncidy**

Biologické metody- cenoanabiosa

- **Konzervace kvašením sacharidů**
alkoholické kvašení
mléčné kvašení
- **Konzervace proteolýzou**