

Konzervace zářením

Princip

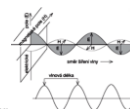
Nezabíjí zářeví!

Přímý vliv záření na složky živých organismů

- vliv přímo na DNA
- produkce volných radikálů

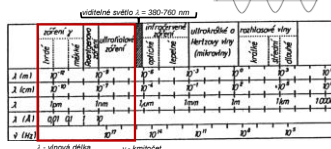
ovlivnění enzymových reakcí
SH a S-S skupin proteinů apod.

Elektromagnetické záření
Složka elektrická a magnetická



Korpuskulární záření

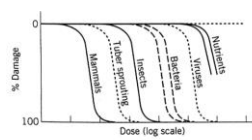
proud rychlých částic, které se rychle pohybují jedním směrem a stejnou rychlostí – elektrony, protony



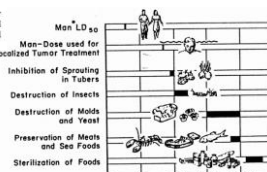
Porovnání vlastností elektromagnetických záření

Záření	Vlnová délka (nm)	Přímý účinek na mikroorganismy
makrovlny, mikrovlny	velmi dlouhá	žádný
infrachervené záření	800 a více	může dojít k nárůstu teploty ozařovaného tělesa, přímý účinek žádný
viditelné světlo	400 – 800	malý nebo žádný
UV záření	13,6 – 400 320 – 400 280 – 320 200 – 280 100	fotografie, fluorescence tmavnutí pokožky, antirachitický vitamin D nejvyšší germicidní účinek v rozsahu UV záření tvorba ozonu, nepřímý germicidní účinek
Rentgenovo záření	199 – 150	malý
γ záření	méně než 100	germicidní
Kosmické záření	velmi krátké	pravděpodobně germicidní

Vliv záření na živé organismy



Schematic representation of dose response curves for inactivation of viability or other functionality in various biological systems. Differential dose response underlies the benefits of food irradiation.



Approximate dosages in rads of ionizing radiation for specific effects. *LD₅₀ is the whole-body radiation dose which is lethal to 50% of the people exposed.

Legislativa

EU

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 1999/2/ES 22. 2. 1999 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se potravin a složek potravin ošetřovaných ionizujícím zářením.
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 1999/3/ES 22. 2. 1999 o stanovení seznamu Společnosti potravin a složek potravin ošetřovaných ionizujícím zářením.

ČR

Vyhláška č. 133/2004 Sb.
Vyhláška o podmínkách ozařování potravin a surovin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu označení ozařování na obalu

Záření

Elektromagnetické záření

Ultrafialové záření (UV)

Rentgenovo záření (paprsky X, 1896 Roentgen)

Ionizující γ-záření

Korpuskulární – elektronové záření

β-záření (katodové záření, proud elektronů)

Označení potravin

„Ionizováno“
„Ošetřeno ionizací“
„Ošetřeno ionizujícím zářením“

Mezinárodní symbol Radura



Ultrafialové záření

Vlastnosti:

elektromagnetické záření

vlnová délka 10 – 400 nm

neionizuje, malá energie, malá pronikavost, usmrcuje mikroorganismy jen na povrchu, podporuje oxidační procesy

Použití:

ošetření povrchů

sterilizace vzduchu – ošetření prostor, mikrobiální filtrace vzduchu

ošetření vody

Zařízení:
obloukový výboj např. rtuťová výbojka

Vyhláška č. 133/2004 Sb.

§ 2

UV záření o vlnové délce 250 – 270 nm a plošné hustotě dopadající energie 400 J/m² s tím, že nejméně 85 %

radičního výkonu musí být emitováno při vlnové délce 253,7 nm

UV záření o vlnové délce v rozmezí 200 – 400 nm a plošné hustotě dopadající energie 400 J/m² (pro polychromatické stredotaké lampy).

§ 3

Podmínky ozařování potravin ultrafialovými paprsky

Ultrafialové paprsky lze použít k ošetření

a) vody určené k výrobě balené kopecské vody a balené pitné vody, pokud se nezmění její základní složky, které ji

propoučují její vlastnosti,

b) vody používané jako surovina k výrobě potravin.

Ionizující záření

Rentgenovo záření (paprsky X, 1896 Roentgen)
 $\lambda = 1,0$ až $0,1$ nm

γ -záření

$\lambda = 0,1$ nm až 1 pm
 energie max. 10 MeV
 zářiče s kobaltem 60 (^{60}Co) nebo cesium 137 (^{137}Cs)

β -záření (katodové záření, proud elektronů)

energie $0,5$ až 5 MeV
 urychlovač elektronů – katoda (zdroj elektronů) a evakuované trubice (elektrony jsou urychlovány elektrostatickým polem o vysokém napětí)

Vyhláška č. 133/2004 Sb.

§ 5

K ošetření potravin a surovin ionizujícím zářením lze použít pouze tyto druhy ionizujícího záření:

- gamma záření radionuklidů ^{60}Co nebo ^{137}Cs ,
- rentgenové záření o energii nepřevyšující 5 MeV,
- urychlené elektrony o energii nepřevyšující 10 MeV.

(3) Dávka ionizujícího záření musí být omezena na nejvyšší nutnou míru, která je přiměřená ukazatelům, pro který je potravina nebo surovina ošetřena ozářením, uvedenému v příloze č. 1.

Používané jednotky

• **Gray (Gy)** – jednotka absorbovaného záření, která odpovídá absorpci 1 J na kilogram potravin. 1 Gy = 100 rad

• **Rad – (rad)** jednotka absorbovaného záření, která odpovídá ekvivalentu absorbované ionizační energie 10^{-5} J na gram materiálu

• **Elektron volt (eV)** – energie potřebná ke vzniku iontového páru, pro vznik páru iontů v suchém vzduchu je zapotřebí přibližně $32,5$ eV, 1 eV odpovídá energii $1,6 \cdot 10^{-19}$ J

• **Roentgen (r)** – záření ekvivalentní množství záření vyzářeného za 1 hodinu z 1 g radia ve vzdálenosti 1 yardu, nebo také záření, které vyprodukuje $2,08 \cdot 10^9$ iontových párů v suchém vzduchu o objemu 1 cm³

• **Becquerel (Bq)** – jednotka štěpení za sekundu, Curie (Ci) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq

Podmínky ozáření potravin a potravinových surovin ionizujícím zářením

Vyhláška č. 133/2004 Sb.

§ 4

(1) Ozářit lze pouze potraviny a suroviny uvedené v příloze č. 1, a to jen do výše nejvyšší celkové průměrné přípustné absorbované dávky. V době ozáření musí potravina a surovina splňovat požadavky na zdravotní nezávadnost potraviny s výjimkou ukazatele, pro který je ozářování prováděno. Způsob výpočtu celkové průměrné absorbované dávky záření je uveden v příloze č. 2.

- pro to existuje dostatečná technologická nutnost, např. případy uvedené v odstavci 3,
- nevnikne zdravotní riziko pro spotřebitele a ozáření je provedeno za dodržení podmínek stanovených touto vyhláškou,
- je to příznivé pro spotřebitele,
- není ozáření použito jako náhrada hygienických a zdravotních opatření nebo správné výrobní a zemědělské praxe.

(3) Za podmínek stanovených v odstavci 2 může být ionizující záření použito pouze k

- zničení patogenních organismů, a tím snížení nebezpečí nákazy přenášené potravinami,
- omezení kažení potravin zpomalením nebo zastavením rozkladných procesů zničením organismů přispívajících k těmto rozkladným procesům,
- redukcí ztrát vznikajících předčasným zráním, rašením nebo klíčením, nebo
- zničení škodlivých organismů obsažených v rostlinných produktech a rostlinách.

Maximální celková průměrná přípustná absorbovaná dávka ionizujícího záření může být aplikována jednorázově nebo v opakovaných dávkách až do výše stanovené v příloze č. 1.

(5) Ošetření potravin a surovin ionizujícím zářením nesmí být použito v kombinaci s chemickým ošetřením, které má stejný účel.

Vyhláška č. 133/2004 Sb., o podmínkách ozářování potravin a surovin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu označení ozáření na obalu
 Příloha 1

Skupina potravin	NPĐ* (kGy)
1 Sušené byliny, koření, kofenici přípravky	10
2 Zmrazené byliny	10
3 Brambory	0,2
4 Sladké brambory	0,2
5 Cibule, šalotka	0,2
6 Česnek	0,2
7 Čerstvé ovoce, čerstvé houby, rebarbora s výjimkou cibule, šalotky, česneku, rebarbory	1,0
8 Čerstvé ovoce, čerstvé houby, rebarbora	2,0
9 Sušené ovoce	1,0
10 Mlýnské obilné výrobky s výjimkou rýžové mouky, vloček a kuliček určených pro mléčné výrobky	1,0
11 Vločky a kuličky pro mléčné výrobky	10,0
12 Rýžová mouka	4,0
13 Arabská guma	3,0
14 Kuřecí maso, drůbeží maso (kur domácí, husy, kachny, perličky, holuby, křepelky, krocani)	7,0
15 Drůbeží droby, drůbeží separát	5,0
16 Mražené žabi stehýnka	5,0
17 Sušená živočišná krev, plasma, koaguláty	10,0
18 Ryby a ostatní mořští živočichové s výjimkou mražených krájených nebo dekapitovaných	3,0
19 Mražené krájené nebo dekapitované krevety	5,0
20 Vaječný bílek	3,0
21 Kasein, kaseináty	6,0

* Dávka se vypočítá v jednotkách gray (Gy). Stanovené hodnoty platí pro maximální celkovou průměrnou, jednorázovou i kumulovanou absorbovanou dávku.

Balení a způsob označení potravin a surovin ozářených ionizujícím zářením

Vyhláška č. 133/2004 Sb.

§ 6

(1) Materiály použité k balení potravin a surovin určených k ošetření ionizujícím zářením musejí odpovídat požadavkům stanoveným zvláštním právním předpisem⁶⁾.

(2) Potraviny a suroviny ošetřené ionizujícím zářením včetně ozářených složek potravin a surovin, které nejsou ošetřeny ionizujícím zářením, určené pro konečného spotřebitele a společné stravování, musí být označeny podle zákona.

(3) Potraviny a suroviny ošetřené ionizujícím zářením, které nejsou určeny pro konečného spotřebitele a společné stravování, musí být označeny údajem "ošetřeno ionizujícím zářením" nebo "ošetřeno ionizací" i v případě potravin nebo surovin, která je složkou potravin a surovin, které nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento údaj se uvede na obalu vedle názvu složky potravin. Současně se na obalu uvede název a adresa ozářování provádějící ošetření nebo její referenční číslo přidělené při schválení jejího provozu.

(4) Ošetření potravin a surovin ionizujícím zářením musí být vyznačeno ve všech dokumentech doprovázejících ozářenou potravinu nebo s ní souvisejících.

⁶⁾ Vyhláška č. 38/2001 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmami, ve znění vyhlášky č. 186/2003 Sb.

Praktické způsoby použití záření

- Radiosterilizace
- Radiopasterace
- Inaktivace enzymů
- Inaktivace virů
- Řízení dozrávání
- Hubení hmyzu
- Inhibice klíčení



100kGy	10 ⁶ rad	Inaktivace enzymů
80kGy	8x10 ⁵ rad	Inaktivace virů
60kGy	6x10 ⁵ rad	Sterilizace potravin
10Gy	10 ⁴ rad	Pasterace potravin
80kGy	8x10 ⁵ rad	Potlačování klíčení (trhliny, lupy)
60kGy	6x10 ⁵ rad	Zabíjení klíček (cibule a j.)
10Gy	10 ⁴ rad	Snižování škody pro škůdce a vlny škůdců
1Gy	10 ³ rad	

Použití záření při zpracování potravin

Účel použití	Dávka (kGy)	Příklady potravin	Země s komerčním využitím
Sterilizace	7 - 10	koření byliny	Belgie, Kanada, Chorvatsko, Česká republika , Dánsko, Finsko, Izrael, Jižní Korea, Mexiko, Jihoafrická rep., USA, Vietnam
Sterilizace obalového materiálu	10 - 25	korkové uzávěry	Maďarsko
Destrukce patogenních mikroorganismů	2,5 - 10	koření, mražená drůbež, maso, krevety	Belgie, Kanada, Chorvatsko, Česká republika , Dánsko, Finsko, Francie, Irán, Nizozemsko, Jihoafrická rep., USA, Thajsko, Vietnam
Inaktivace plísní	2 - 5	prodloužení uchovatelnosti	Čína, Jihoafrická rep., USA
Inhibice klíčení	0,1 - 0,2	brambory, česnek, cibule	Česká republika , Alžír, Bangladéš, Čína, Kuba

13

Dávky záření pro ošetření potravin

Dávka (kGy)	Cíl ošetření	Příklady použití
0,05 - 0,15	Prodloužení uchovatelnosti inhibicí klíčení	brambory, cibule, česnek, sladké brambory
0,1 - 0,3	Zničení parazitů	maso
0,1 - 0,5	Hubení hmyzu	obilniny, boby, mouka, sušené ovoce, datle, kávové boby
0,075 - 1,1	Ošetření proti hmyzu a chorobám rostlin	mango, boby
0,5 - 1,5	Zpomalení dozrávání	houby, ovoce
1,0 - 5,0	Prodloužení uchovatelnosti při normální teplotě snížením počtu bakterií, kvasinek, plísní	ovce, zelenina, škrob
0,5 - 10	Prodloužení uchovatelnosti při chladírenském skladování	maso, drůbeží maso, ryby
2,5 - 10	Zvýšení stravitelnosti, zkrácení doby vaření	sójové boby, luštěniny, sušená zelenina
3,0 - 13	Zničení specifických patogenů, např. salmonel	mražené maso, krmivo, drůbež, vejce, kokosové ořechy, koření
35 - 60	Sterilizace potravin umožňující dlouhodobé skladování za normální teploty	maso

14

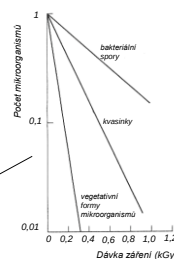
APPROXIMATE MINIMAL DOSES OF GAMMA IRRADIATION FOR THE DESTRUCTION OF SPECIFIC MICROORGANISMS AND TOXINS OF PUBLIC HEALTH SIGNIFICANCE

Microorganisms or Toxin	Medium	Inactivation Factor	Dose (Mrad)
<i>C. botulinum</i> , type A	canned meat	10 ⁶	4.3
<i>C. botulinum</i> , type E (toxic strain)	broth, minced lean beef	10 ⁶	1.3
<i>C. botulinum</i> , type E (non-toxic strain)	broth, minced lean beef	10 ⁶	1.8
Toxin (<i>C. bot.</i> , type A)	cheese	10 ⁶	>7.0
Toxin (<i>C. bot.</i> , type A and B)	broth	(based on mouse-units)	>3.0
Staphylococci (8 phage patterns)	broth, minced lean beef	10 ⁶	0.25
Toxin (Staph. emetic-factor)	pork sausage	7	<3.0 <1.0
Toxin (Staph. emetic-factor)	water	7	0.71
Toxin (Staph. alpha lysin)	pork sausage	32	2.1
<i>Salmonella</i> (<i>pullorum</i> anatum, <i>hiredilly</i> , <i>manhattan</i> , <i>oreum-burg</i> , <i>tennessee</i> , <i>thompson</i> , <i>typhimurium</i>)	broth	10 ⁶	0.16
<i>Aerobacter</i>	broth, minced lean beef	10 ⁶	0.18
<i>E. coli</i>	broth, minced lean beef	10 ⁶	0.18
<i>E. coli</i> , adapted strain	broth	10 ⁶	0.18 >1.1
<i>M. tuberculosis</i>	broth	10 ⁶	0.14
<i>Streptococcus faecalis</i>	broth, minced lean beef	10 ⁶	0.36
<i>Streptococcus faecalis</i> (adapted strain)	broth	10 ⁶	0.6-1.3
<i>Streptococcus faecalis</i>	broth	10 ⁶	0.08-0.34
<i>Streptococcus faecalis</i>	broth	10 ⁶	0.17-0.63
<i>Viruses</i> : <i>Hepes</i> , <i>mumps</i> , <i>influenza</i> A and B, <i>polio</i> , type 2, <i>vaccinia</i>	tissue extracts	10 ⁶	1.0
<i>Polio</i> , type 2	tissue-culture medium	10 ⁶	2.0
<i>Mumps</i>	0.5% albumen	10 ⁶	1.5
<i>Influenza</i> A	saline	50% reduction from 10 ⁶	1.0
<i>Influenza</i> A	saline + 1% tryptophan	0	1.0
<i>Polio</i> , encephalitis	brain tissue	10 ⁶ (L.D. 50)	3.5-4.0
<i>Vaccinia</i>	buffer	10 ⁶ (L.D. 50)	1.5-3.0

¹ Virus particles in suspension at a concentration of 10⁶ per ml.

Faktory ovlivňující průběh radiosterilizace

- Odolnost mikroorganismů**
vegetativní formy × spory
- Výchozí koncentrace mikroorganismů**
jako u termosterilizace
- Vliv záření na enzymy**
enzymy jsou velmi odolné
- Prostředí v potravině**
složení, hustota
- Distribuce záření v potravině**
pronikavost záření
energie záření
postupná absorpce záření (vrchní vrstvy absorbují největší podíl záření)
hloubka průniku záření do potravin je nepřímo úměrná hustotě



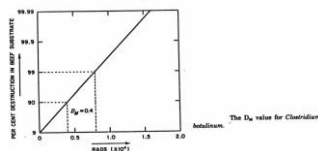
$$\log(C_2) = -k \cdot r + \log(C_0)$$

C_2 - počet mikroorganismů po ozáření
 C_0 - počet mikroorganismů před ozářením
 k - konstanta odumírání
 r - velikost dávky záření

15

Hodnota D₁₀

Dávka záření potřebná k redukci počtu mikroorganismů o jeden řád



6. Hodnoty D₁₀ pro specifické patogeny v masu a vaječ

Cílový organismus	Teplota (°C)	Výrobek	Hodnota D ₁₀ (kGy)
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	krávi maso - prsa	0.45
	30		0.16
<i>Campylobacter jejuni</i>	5	krávi maso - mléko	0.19
	30		0.29
<i>Salmonella Heidelberg</i>	0	drůbež (balení do atmosféry vakuum)	0.24
	0	drůbež (balení do vakua)	0.19
<i>Salmonella Enteritidis</i>	3	mléko vejce	0.6
<i>Salmonella spp.</i>	5	krávi maso - mléko	0.55-0.78
	5	krávi maso - prsa	0.71
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	hovězí	0.45
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	5	karbanátky z vnitřního hovězího	0.77-0.98

17

Výhody použití záření

- Zpracování **nevyžaduje zářev potravin** ⇒ nepatrné změny chuti a vůně.
- Mohou být ošetřovány potraviny **v obalu**.
- Čerstvé potraviny mohou být ošetřeny pouze **jednou operací**, není nutné použití dalších metod (včetně chemické konzervace).
- Proces automaticky **řízen, málo náročný na energii** a na provozní náklady.
- Změny nutriční hodnoty** jsou porovnatelné s dalšími metodami konzervace potravin.

Porovnání energetických nároků různých postupů při konzervaci kuřecího masa

Proces	Energie (kJ/kg)
Chladírenské skladování (udržnost několik dnů)	17 760
Zmrazování a mrazírenské skladování (udržnost 3 - 5 týdnů)	46 600
Konzervace (sterilizace v obalu)	20 180
Ozářování a chladírenské skladování (udržnost několik týdnů)	17 860

18

Nevýhody použití záření

- Indukovaná radioaktivita
- Nemusí působit absolutně proti veškeré mikroflóře a všem jejím formám
- Inaktivace toxinných bakterií až po kontaminaci potravin toxiny
- Vytvoření mikroorganismů rezistentních k záření
- Ztráty nutričně významných složek potravin
- Neexistují spolehlivé postupy k detekci ozářených potravin
- Spotřebitelé špatně přijímají použití záření
- Zdravotní účinky produktů radiolýzy
- Vliv záření na senzorické a nutriční vlastnosti potravin
- Vliv záření na obaly

19

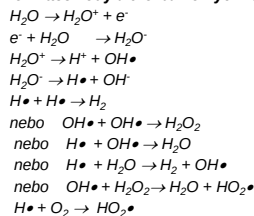
Vliv záření na obalové materiály

Materiál	Maximální dávka (kGy)	Vliv záření nad maximální dávku
polystyren	5000	-
polyethylen	1000	-
PVC	100	hnědnutí, uvolňování chlorovodíku
papír a lepenka	100	ztráty mechanické pevnosti
polypropylen	25	křehnutí
sklo	10	hnědnutí

20

Radiolýza vody

Ionizace vody a tvorba volných radikálů:



Radikály:

- extrémně krátká životnost (méně než 10^{-5} s)
- způsobují destrukci bakteriálních buněk
- zapojení do reakcí se složkami potravin

Reakce iontů a volných radikálů

Záření γ a β (elektronové)
 Štěpení chemických vazeb – ionizace

↓
 Ionty nebo volné radikály

↓
 Reakce se složkami ozařovaného materiálu

↓
 Další změny

- negativní ovlivnění chemických složek v potravině
- ztráty nepolárních oxilabilních látek
- zrychlení oxidačních reakcí
- vznik žluklých příchutí a pachutí
- přítomnost kyslíku v potravině urychluje oxidační změny vyvolané ozářením

Zamezení přístupu kyslíku

- ozařování potravin vakuově zabalených
- ozařování potravin zabalených do obalových materiálů nepropustných pro kyslík
- ozařování potravin ve zmrazeném stavu

22

Detekce ozářených potravin

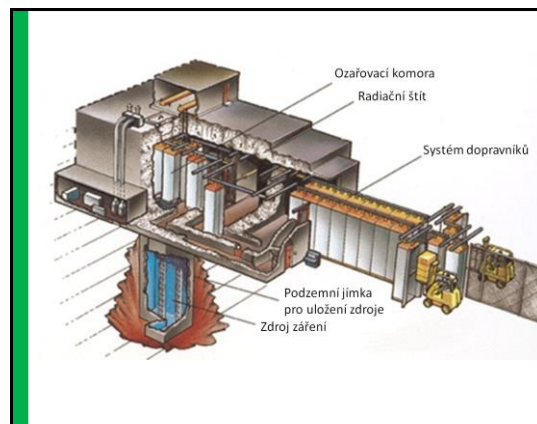
Fyzikální metody

Chemické metody

Biologické metody

Standardizované analytické metody k detekci ozářených potravin

Metoda	Princip
EN 1784:2003	Detekce ozářených potravin obsahujících tuk – analýza uhlovodíků pomocí plynové chromatografie
EN 1785:2003	Detekce ozářených potravin obsahujících tuk – plynová chromatografie/hmotnostní spektrometrie 2-alkylcyclobutanů
EN 1786:1996	Detekce ozářených potravin obsahujících kosti – metoda elektronové spinové rezonance (ESR) spektroskopie
EN 1787:2000	Detekce ozářených potravin obsahujících celulózu ESR spektroskopii
EN 1788:2001	Termoluminiscenční detekce ozářených potravin, ze kterých lze izolovat křemíkové minerály
EN 13708:2001	Detekce ozářených potravin obsahujících krystalický cukr ESR spektroskopii
EN 13751:2002	Detekce ozářených potravin pomocí fotoindukované luminescence
EN 13783:2001	Detekce ozářených potravin pomocí DEFT/APC (Direct Epifluorescent Filter Technique/Aerobic Plate Count) – skríningová metoda
EN 13784:2001	„DNA comet assay“ pro detekci ozářených potravin – skríningová metoda
EN 14569:2004	Mikrobiologický skríning ozářených potravin pomocí LAL/GNB (Limulus Amoebocyte Lysate/Gram Negative Bacteria)



Konzervace střídavým tlakem (ultrazvukem)

25

Princip

Ultrazvukové vlny, frekvence > 16 kHz
vznik **silný**
síla kolmá na povrch - kompresní vlny
síla paralelní s potravinou - střihová vlna

absorbována v potravine.

Rychlé lokalizované změny tlaku (až stovky kPa) a teploty

- střihové porušení
- "kavitace" (vytváření bublin v kapalných potravinách)
- zeslabení buněčných membrán
- místní zděhnutí
- tvorbu volných radikálů (letální účinek na mikroorganismy).

nízkointenzivní ultrazvuk (< 1 W cm⁻²), který se využívá jako nedestruktivní analytická metoda při posuzování struktury nebo průtoku potravin

vysokointenzivní ultrazvuk (10 – 1000 W cm⁻²) o vysoké frekvenci (do 2,5 MHz) k fyzikálnímu rozrušení tkání nebo pletiv, vytváření emulzí, čištění zařízení nebo k rozběhnutí chemické reakce (např. oxidace).

Účinek na mikroorganismy

Tlakové pulsy - vysoká frekvence umožní rozdíl tlaků působících na různých místech jediné buňky
Kavitace - porušení homogenity kapalin

Usmrcení mikroorganismů - buněčná lýze
(Ochranný účinek mají všechny látky, které snižují kavitaci - zahušťující látky, látky zvyšující viskozitu apod.)
Denaturace bílkovin

Snižování odolnosti mikroorganismů k zářevu jejich fyzikálním poškozením →
kombinace ultrazvuku a termosterilizace, pH, sušení

Účinek na enzymy

různý podle enzymů
snížení aktivity
aktivace (invertasy)

Použití

omezené - velká odolnost mikroorganismů k účinku ultrazvuku
průtokové systémy

27

Konzervace vysokým hydrostatickým tlakem (Paskalizace) (High Pressure Processing – HPP Technology)

29

Princip

Izostatický tlak (100 - 1000 MPa)

Pascalův zákon

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

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

Účinek na mikroorganismy

Velmi citlivé:
vegetativní formy mikroorganismů
plísňe a kvasinky

Odolné:
bakteriální spory ($p > 1000$ MPa)
viry

Inaktivizační účinek tlaku roste:

s teplotou
s přítomností chemických konzervačních látek

D_p - doba stlačení na tlak p při konstantní teplotě, která vede ke snížení počtu mikroorganismů o jeden řád

29

Vliv tlaku na mikroorganismy

Mikroorganismus	Prostředí	Tlak (MPa)	Teplota (°C)	D_p (min)
Listeria monocytogenes	Mleté vepřové maso	414	25	4,17
Listeria monocytogenes	Mleté vepřové maso	414	50	0,63
Salmonella typhimurium	Vepřové maso	414	25	1,48
Staphylococcus aureus		450	2	20
Staphylococcus aureus		450	25	16,7
Pseudomonas fluorescens	Mléko	300	2 – 50	23,3 – 2,8

30

Vliv tlaku na složky potravin a reakce

Bílkoviny

tlak < 300 MPa vratné změny
tlak > 300 MPa nevratné změny

Enzymy

částečná nebo úplná inaktivace
inaktivovány – lipasy, aminopeptidasy, karboxylasy
rezistentní – polyfenoloxidas, peroxidasa, lipoxygenasa

Potravinářský významné reakce

kyselá hydrolyza bílkovin tlakem 50 - 500 MPa – urychlována
inverze sacharosy při 25 °C tlakem 150 MPa - inhibována
reakce Maillardova hnědnutí – inhibována

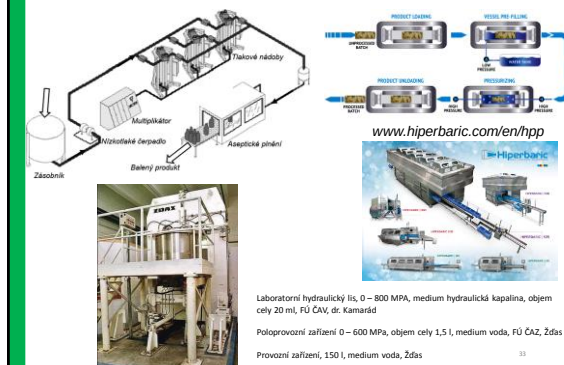
11

Praktické použití vysokého tlaku

Vliv vysokého tlaku	Ovlivňovaná složka	Aplikace
Pasterace za studena	Mikroorganismy	Čerstvá ovocná šťáva Ovocné saláty a kompoty Vaječné výrobky Sýry, jogurty
Prodloužení uchovatelnosti	Mikroorganismy	Hotové pokrmy
Sterilizace za studena, inaktivace hmyzích škůdců	Vajíčka hmyzu, larvy	Koření, byliny
Texturace, ztvrdování	Bílkoviny	Ryby, maso, surimi
Denaturace	Bílkoviny	Nové výrobky, úprava emulgačních vlastností zvýšení stravitelnosti
Inaktivace enzymů	Enzymy	Ovocné šťávy, ovocné saláty, vinny mošt
Zvýšení bodu tání	Tuky	Čokoláda
Želování	Hydrokoloidy	Dezerty, marmelády, džemy, omáčky
Snížení bodu tání	změna skupenství voda/led	Zmrzliny, zmrazované potraviny, hotové pokrmy apod. Rychlé šetné rozmrazování. Rychlé šetné zmrazování. Mrazirenské skladování bez tvorby ledu.
Impregnace	Osmotický tlak	Prosazované ovoce

12

Zařízení



13

Výrobky



HPP COMMERCIAL PRODUCT EXAMPLES



Kofola a.s.
www.ugo.cz
nápoje UGO



Beskyd Frydovice, a.s.
www.beskyd.cz
zeleninové šťávy REFIT

Zpracování potravin světelnými pulzy

Princip

- **vysoce intenzivní záblesky světla**
- **velmi blízký průběh vlnových délek ke slunečnímu světlu**
- **světelné pulzy – široké spektrum světla:**
UV záření od 200 nm po IČ světlo 1000 nm (maximální intenzita mezi 400 – 50 nm)
světlo je neionizující, nevyvolává ionizaci malých molekul

Vliv na mikroorganismy

kombinace **fototermálního a fotochemického** (UV složka) inaktivačního účinku

Staphylococcus aureus
Listeria monocytogenes
E. coli E157:H7
Bacillus pumilus
Aspergillus niger
Klebsiella
Cryptosporidium

Zařízení

Kondenzátory (nabýjí el. energii o normálním napětí)
 ↓
 Uvolnění energie (v tisících vteřin)
 ↓
 Rozsvícení výbojky s inertním plynem
 ↓
 Intenzivní záblesky světla v rychlých pulzech (desítky pulzů za vteřinu)
 ↓
Povrch potravin nebo obalového materiálu

K dosažení povrchové dezinfekce je zapotřebí pouze několik záblesků

Proces je vhodný pro potraviny s hladkým povrchem, které neobsahují na povrchu žádné potenciální skryše, kde by mikroorganismy mohly být chráněny před účinkem světla.

Použití

- Dosažení významného **prodloužení doby trvanlivosti**
- Ošetření balených a nebalených potravin
- Ošetření světelnými záblesky nemá žádný vliv na nutriční a senzorycké vlastnosti potravin.

Příklady:

- chléba, pečivo, pizzy a bagety balené do fólií: prodloužení trvanlivosti až na 11 dní při normální teplotě
- chlazené garnáty: trvanlivost asi 7 dní
- syrové maso: snížení počtu kontaminující mikroflóry na povrchu masa o 1 až 3 řady



Chemosterilace

Legislativa

Legislativa EU

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1331/2008, kterým se stanoví jednotné povolení řízení pro potravinářské přídatné látky, potravinářské enzymy a látky určené k aromatizaci potravin
- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, o potravinářských přídatných látkách

Legislativa ČR

- nařízení (ES) č. 1331/2008 a nařízení (ES) č. 1333/2008
- vyhláška č. 4/2008 Sb., druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin
- vyhláška č. 235/2010 Sb., požadavky na čistotu a identifikaci přídatných látek.

Konzervanty

látky, které prodlužují trvanlivost potravin tím, že je chrání proti akce způsobené mikroorganismy, nebo které potraviny chrání před růstem patogenních mikroorganismů;

ADI - Akceptovatelný denní příjem (Acceptable daily intake)
 mg příslušné látky na kg tělesné hmotnosti na den.
 množství určité látky v potravinách nebo nápojích (včetně vody), které může být během celého života přijímáno bez zřetelného rizika pro zdraví

Chemosterilanty

Inaktivace mikroorganismů – reakce 1. řádu = nevratná reakce činidla s jedinou mikrobiální buňkou

Ozon

povrchová sterilace
 neproniká do vnitřních vrstev pevných potravin
 neproniká pod hladinu kapalin

Použití:

pro potraviny neobsahující oxylabilní látky
 10 až 40 mg O₃/m³ - ochrana hladiny kapalin (cukerné roztoky, pektinové roztoky)
 skladování ovoce (hroznové víno) – povrchová dekontaminace - 2 až 3 mg O₃ na 1 kg vzduchu/několik hodin denně

Kyselina peroxooctová = persteril

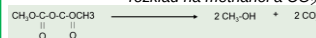
dezinfekce ovoce a zeleniny (10 vteřin ponoření, oplach); maso (5 vteřin postřik bez oplachu); vejce skořápka (5 vteřin postřik bez oplachu);
 rozklad na kyselinu octovou, peroxid vodíku, .



Dimethyldikarbonát

Dimethyldihličitan (DMDC, Velcorin, E242)

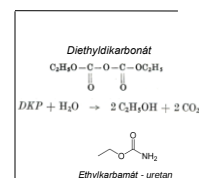
nápoje, povolená koncentrace 200 - 250 mg/kg,
 rozklad na methanol a CO₂



Kyselina dihlíčitá

vyhláška č. 4/2008 Sb.

	NPM mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
pochucené nealkoholické nápoje	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná
tekuté čajové koncentráty	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná
nealkoholické víno	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná
jablečné víno (cider), hrůškové víno (poire), ovocná vína	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná
vína s nízkým obsahem alkoholu	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná
pochucené nápoje na bázi vína a výrobky z oblasti působnosti nařízení Rady (EHS) č. 1831/2003	250 dávkováni při výrobě, residus nesmí být detekovatelná

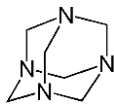


Hexamethylenetetramin

- Předpisy EU $\Rightarrow$ nové látky
- Neúčinný
- Rozklad na **formaldehyd** – kyselé prostředí
- Proti laktobacilům

- Sýr Provolone – tvrdý italský sýr
- Ryby, mořské plody

- Zdravotní výhrady
Kožní problémy
Urologické problémy
Žaludeční, střevní problémy (formaldehyd)
ADI = 0-0,15 mg/kg/den



			NPM mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
E 239	hexamethylenetetramin	sýr „Provolone“	25 zbytkové množství jako formaldehyd

43

Bifenyl

- Fungicid – proti plísním (*Penicillium*)
- Povrchové ošetření ovoce (citrusy)
- Zdravotní výhrady
ADI = 0-0,05 mg/kg/den

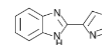


Fungicid – proti plísním
Povrchové ošetření ovoce
(citrusy)

Zdravotní výhrady
ADI = 0-0,3 mg/kg/den
Deformace plodů u krys

Ortofenylfenol

Proti bakteriím a plísním
Povrchové ošetření ovoce
Zdravotní výhrady
ADI = 0-0,2 mg/kg/den



44