

Univerzita Pardubice  
Fakulta Chemicko-technologická

Rychlé metody pro stanovení údržnosti potravin

Pavel Sedláček

Bakalářská práce

2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Náchodě dne 14. 7. 2013

Pavel Sedláček

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá rychlými metodami stanovení údržnosti potravin. Nejprve je zpracováno téma konzervace potravin. V úvodu je nastíněn historický vývoj konzervace potravin a jsou představeny vlivy snižující údržnost potravin. Následují kapitoly o způsobu konzervování vedoucího k omezení mikrobiologického faktoru. Další kapitoly jsou věnovány klasickým metodám stanovení údržnosti potravin a metodám umožňující rychlé stanovení údržnosti potravin.

Práce se snaží přiblížit konzervaci potravin a najít způsoby šetnější k potravinaře a ke konzumentovi. Cílem práce je pak popsání současných metod stanovující údržnost potravin.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

údržnost potravin, konzervace, abióza, anabióza, eliminace, mikrobiostatika, antioxidanty, elektronický nos, Computer aided engineering, *Listerie monocytogenes*

## **TITLE**

Rapid method for determination of shelf-life of food

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis gradually processes the issue of quick methods for determination of shelf-life food. In beginning it is going throughout the preservation of groceries. At first the history context is drawn up and preservation methods are discussed from microbiological point of view. Following chapters are concerning of methods to determinate shelf-life food, including the quick methods.

The thesis is trying to approach the preservation of food, which is more considerable towards biological principal of the food a towards consumers health. The aim of this work is to describe current methods determining the shelf-life of food.

## **KEYWORDS**

Shelf-life of food, conservation, abiosis, anabiosis, elimination, mikrobiostatics, antioxidants, electronic nose, Computer aided engineering, *Listerie monocytogenes*

# OBSAH

0	ÚVOD.....	7
1	Historie .....	8
2	Vlivy způsobující změnu potravin.....	10
2.1	Mechanické vlivy .....	10
2.2	Fyziologické – enzymatické vlivy .....	10
2.3.1	Fyzikálně chemické vlivy.....	11
2.3.1	Vlhkost .....	11
2.3.2	Teplota.....	11
2.3.2	Atmosférický kyslík .....	11
2.3.4	Další fyzikálně chemické vlivy .....	12
2.4	Mikrobiální vlivy .....	12
3	KONZERVACE POTRAVIN .....	14
3.1	Vyloučení mikroorganismů z prostředí.....	14
3.1.2	Metody omezující kontaminaci.....	14
3.1.3	Odstranění mikroorganismů z potravin.....	15
3.2	Abióza – přímé usmrcení mikroorganismů.....	15
3.2.1	Fyzikální metody.....	15
3.2.2	Chemické metody - chemosterilace .....	20
3.3	Anabióza – nepřímé usmrcení mikroorganismů .....	20
3.3.1	Fyzikální metody.....	20
3.3.2	Biologické metody .....	22
3.3.3	Chemické metody.....	22
4	METODY, JEŽ MOHOU UKÁZAT NA ÚDRŽNOST POTRAVIN.....	27
4.1	Lipidy .....	27
4.1.1	Stanovení stupně žluklosti a stability tuků.....	27
4.1.2	Stanovení stability tuků proti autooxidaci metodou aktivního kyslíku.....	28

4.2	Stanovení chemoanabiotických konzervačních prostředků .....	29
4.2.1	Éterické oleje – silice .....	29
4.2.2	Stanovení antioxidantů .....	30
4.2.3	Stanovení kyseliny L-askorbové .....	31
5	RYCHLÉ METODY UMOŽŇUJÍCÍ PŘEDPOVÍDAT ÚDRŽNOST POTRAVIN .....	33
5.1	Elektronický nos ( E-nos).....	33
5.2	Neinvazivní stanovení kyslíku (NIO) .....	35
5.3	Predikce údržnosti potravin.....	36
5.3.1	Senzorická stanovení údržnosti potravin .....	36
5.3.2	Uživatelsky jednoduchý prediktivní software pro bezpečnost potravin .....	40
6	ÚDRŽNOST POTRAVIN VE VZTAHU K <i>LISTERII MONOCYTOGENES</i> .....	44
6.2.1	Metodika laboratorní studie .....	46
7	ZÁVĚR.....	47
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	48
9	PŘÍLOHY .....	52
	Příloha A <i>Výběr z Vyhlášky Č. 133 o podmínkách ozařování potravin a surovin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu označení ozáření na obalu.....</i>	53
	Příloha B <i>Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin; Konzervanty.....</i>	55
	Příloha C <i>Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin; Antioxidanty .....</i>	58

## SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Růstová křivka mikroorganismů .....	13
Obrázek 2 Grafu akceptovaného minima v průběhu uskaldnění .....	39
Obrázek 3 Vývojový diagram uživatelsky jednoduchém softwaru .....	42
Obrázek 4 Grafické rozhraní softwaru, pro jednoduché uživatelské ovládání. ....	43
Tabulka 1 Odolnost mikroorganismů při konzervaci zářením .....	18
Tabulka 2 Přežití mikroorganismu v různých substrátech.....	19
Tabulka 3 Druhy, skupiny a podskupiny potravin a surovin, které je povoleno ozářit ionizujícím zářením a nejvyšší přípustné celkové průměrné absorbované dávky záření (NPD) .....	54
Tabulka 4 Příloha č. 6 k vyhlášce č. 4/2008 Sb.;.....	56
Tabulka 5 Příloha č. 7 k vyhlášce č. 4/2008 Sb.;.....	58

## 0 ÚVOD

Mnoho starších způsobů zpracování potravin mění chuť, vzhled nebo strukturu jídla. Například mražení přes nesporné výhody může změnit strukturu a chuť potravin působením krystalů ledu při rozmrazování.

Dvacáté století klade vzrůstající důraz na čerstvost, vzhled a nepřítomnost různých přísad. Obchodníci se snaží, aby jejich zboží vypadalo a chutnalo, jako kdyby bylo právě sklizeno a připraveno. Způsoby jako toho dosáhnout, jsou různé: zahřívání, chlazení, balení v kontrolované atmosféře, ozařování a další.

Ozařování – kontrolované použití gama nebo beta paprsků – je nejúčinnější proti mikrobiální technika, která zachovává jakost potravin, ale v Evropě ani v Americe se nepoužívá ve větším měřítku, protože existují obavy, že není dostatečně bezpečná. Jsou proto rozvíjeny jiné, spotřebitelům bližší, způsoby zvyšování údržnosti potravin, jako je použití přírodních mikrobiostatik. Ty přinášejí zajímavou alternativu ke konvenčním metodám, ale ani jejich použití není bez omezení. Častokrát mění chuť potravin a nedosahují takové účinnosti.

# 1 Historie

Francouzský kuchař a cukrář Nicola Appert (1749 –1841) položil základy současnému uchovávání potravin. Všiml si skutečnosti, že potraviny, které byly ve skleněné nádobě uzavřeny korkem, zapečetěny voskem a přivedeny k varu, jsou i po delší době uskladnění požitelné. Doba varu tenkrát závisela na úsudku experimentátora a zavařováno bylo ledasco. Jednalo se tedy o sterilizaci nebo také appertizaci. Appert začal s experimenty v roce 1795 a v roce 1810 metodu patentoval, obdržel peněžní odměnu 12 000 franků od Napoleona, který tím vyřešil problém se stravováním vojsk daleko od domova.

V roce 1810 britský obchodník a vynálezce obdržel patent na konzervaci potravin v plechovce. Způsob se dočkal celosvětového použití až po roce 1855, kdy byl vynalezen otvírák na plechovky a nebylo tak již více zapotřebí používat kladívko a dlátko. Plechovky jsou využívány k manipulaci a skladování potravin dodnes.[1,2]

Další Francouz, tentokrát chemik a biochemik, Louis Pasteur (1822 – 1895) otevřel lidstvu mikrobiologii a přinesl poznání příčin nemocí. V roce 1864 popsal, že kvašení v pivu a vínu pochází z činnosti mikroorganismů, postuloval tím zákon biologického vzniku; *Omne vivium ex vivo* (všechno živé je ze živého). Do té doby se věřilo v samovolný vznik mikroorganismů bez přičinění rodičovské podstaty. Tuto teorii samoplození navrhl Aristoteles, dnes známou jako naivní abiogeneze<sup>1</sup>. Teorie samozřejmě provokovala a provokuje myšlení dodnes a před Pasteurem se jí podařilo vyvrátit i jiným. Například italský vědec Francesco Redi (1626 – 1697) udělal jednoduchý pokus s šesti sklenicemi, kdy pozoroval nárůst respektive žádný nárůst masových červů<sup>2</sup>. Položil tak určité základy ochrany potravin. Dalším italským vědcem, který pro Pasteura připravil pole k vyvrácení Aristotelovi teorie, byl Lazzaro Spallanzani (1729 – 1799). Jeho experiment prokázal pohyb mikroorganismů vzduchem a také jejich zneškodnění varem<sup>3</sup>. Pasteur dále popsal inhibici mikroorganismů teplotou - odtud pasterizace, tím upřesnil a vysvětlil appertizaci. Pasteurovy důležité objevy jsou

---

<sup>1</sup> Abiogenesis. Wikimedia Foundation, Inc. *Wikipedia.com* [online]. 2012 [cit. 2012-06-07].

Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis>

<sup>2</sup> Francesco Redi. Wikimedia Foundation, Inc. *Wikipedia.com* [online]. 2012, [cit.2012-07-60].

Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Francesco\\_Redi](http://en.wikipedia.org/wiki/Francesco_Redi)

<sup>3</sup> Lazzaro Spallanzani. Wikimedia Foundation, Inc. *Wikipedia.com* [online]. 2012 [cit.2012-07-60].

Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Lazzaro\\_Spallanzani](http://en.wikipedia.org/wiki/Lazzaro_Spallanzani)



zásadním milníkem, protože mikroorganismy představují největší zdravotní riziko pro konzumenty [3].

V roce 1912 tentokrát jiný francouzský chemik a lékař Louis Maillard (1878 – 1936) započal studium zvláštního typu degradace biologické struktury, takzvané neenzymového hnědnutí. Principem je tvorba vazby redukujících cukrů s volnými amino skupinami biomolekul bez katalického působení enzymů, tento jev je nazýván glykace nebo také Maillardova reakce. Sám Maillard pozoroval hnědnutí bílkovin při zahřívání s cukry. Při těchto reakcích dochází k tvorbě nejen heterocyklických sloučenin a vysokomolekulárních pigmentů melanoidinů (sloučenin žádoucích sensorických vlastností), ale také k tvorbě různých mutagenů a karcinogenů například akrylamidy [4,5].

## **2 Vlivy způsobující změnu potravin**

Na trvanlivost potravin působí soubor fyzikálních, chemických a mikrobiologických činitelů prostředí. Podstatný je význam vlastní skladby biologické hmoty. Příčiny degradace lze dělit do čtyř skupin:

- 1) mechanické vlivy
- 2) fyziologické – enzymatické vlivy
- 3) fyzikálně chemické vlivy
- 4) mikrobiální vlivy

### **2.1 Mechanické vlivy**

Jde o druhy poškození, kdy je narušen přirozený tvar a struktura suroviny. Je to například poškození živočišnými škůdci, pomačkání a otlučení ovoce při sběru, dovozu a nakonec i při vlastním zpracování. Taktéž při bourání masa dochází ke změnám struktur ovlivňující údržnost potravin. Mechanickým vlivům se lze vyhnout opatrností při manipulaci.

### **2.2 Fyziologické – enzymatické vlivy**

Změny fyziologické navazují na procesy v živých pletivech a tkáních. Ty obsahují vodu, kyslík, soli, kyseliny, třísloviny, enzymy a další látky, podléhajícím přirozeným nenávratným metabolickým procesům. Dochází tak k hydrolytickým a oxidačně-redukčním reakcím. Nežádoucí fyziologické a biochemické změny bývají spuštěny během skladování:

- ✓ při nedostatečném prodýchávání (tkáňové dušení)
- ✓ při poškození chladem (pokles odolnosti k rozkladu)
- ✓ při neodpovídající vlhkosti

Na druhou stranu fyziologické procesy v již neživých pletivech a tkáních vedou ke zrání ovoce, zeleniny ale i masa.

Změny enzymatické jsou reakce katalyzované intracelulárními a extracelulárními enzymy. Jedná se o procesy žádoucí, ale i nežádoucí. Žádoucí jsou při fermentaci čaje, kakaových bobů, dozrávání datlí, výrobě černých oliv, hrozinek, vín typu sherry a zrání červených vín.

Nežádoucí je enzymové hnědnutí při zpracování a skladování jablek, banánu, brambor nebo hub. Toto hnědnutí představuje změnu senzorických a organoleptických vlastností.

### **2.3.1 Fyzikálně chemické vlivy**

#### **2.3.1 Vlhkost**

Voda je jednou ze základních podmínek pro biochemické reakce. Suroviny obsahující vodu nebo suroviny uložené ve vlhku podléhají proto biochemickým změnám snadněji než suroviny uložené v suchu. Požadavek vlhkosti odpovídá skladované potravíně, vnitřní vlhkost je vždy v rovnováze s vnější vlhkostí. Velká skladovací vlhkost vede ke zvětšení vlhkosti zboží a k urychlené nežádoucím procesům, měnícím barvu, chuť, vůni a konzistenci, popřípadě i mikrobiologickou jakost výrobku.

#### **2.3.2 Teplota**

Teplota prostředí má značný vliv na průběh chemických a mikrobiologických procesů. Procesy může zrychlovat, zpomalovat nebo zastavovat. Při běžné teplotě okolo 20 °C vznikají různé změny podnětené mikrobiální činností, barevné změny způsobené aktivací enzymů a oxidační změny. Tyto přeměny je možno brzdit nízkými teplotami. Proto je vhodné skladovat suroviny při teplotách od 0 do 4 °C. Vytvoří se tak nepříznivé podmínky pro rozvoj mikroorganismů, které snižují nebo zastavují svojí činnost.

#### **2.3.2 Atmosférický kyslík**

Atmosférický kyslík (případně ozon, atomární kyslík nebo látky, které kyslík uvolňují) vyvolává mnohé reakce, které vedou k nežádoucím změnám barvy, chuti, vůně a nutriční hodnotě potravin.

Oxidační změny neúdržných potravin jsou poměrně rozmanité, jsou vyvolané několika faktory, mají různorodý charakter, odvozený od vlastností oxidovaných složek i od typů katalýzy oxidačních procesů. Může docházet k oxidaci fenolů (hnědnutí brambor), oxidaci kyseliny L-askorbové (hnědnutí ovoce), oxidací lipidů (žluknutí tuků) a oxidace myoglobinu a hemoglobinu (ztráta červené barvy masa).

V živém organismu probíhají aerobní reakce, jimiž organismy získávají z rezervních látek potřebnou energii. Jedná se o dehydrogenační pochody. V biologicky aktivních tkáních a pletivech fungují redoxní systémy, které udržují dynamickou rovnováhu, mezi oxidovanou a redukovanou formou látek. V neživém biochemickém systému jsou oxidativní reakce již

nevratné. Mohou být iniciovány jednak spontánními faktory oxidace nebo nebiologickými faktory oxidace (např. zahřátí, osvětlení).

#### 2.3.4 Další fyzikálně chemické vlivy

- ~ Světlo vyvolává radikálové reakce.
- ~ Kovy (Ca, Fe, Cu, Sn) způsobují barevné změny, aktivují redoxní reakce a vytvářejí sraženiny poškozující konzistenci tkáně a pletiv, popřípadě vytvářejí zákaly.
- ~ Cukr, sůl a kyseliny mění barvu, chuť a popřípadě vůni.

#### 2.4 Mikrobiální vlivy

Mikroorganismy jsou hlavní a nejčastější příčinou zkázy potravin. Navenek se toto kažení projevuje různě, např. změnou čirosti kapalin, konzistence hmoty, barvy, chuti a vůně, vznikem tepla, tvorbou plynů apod. Přitom se mění smyslové vlastnosti i látkové složení potravin. Mikrobiální rozklad nelze pokládat vždy za nežádoucí, naopak některé konzervářské technologie jsou založeny na využití tohoto procesu (mléčné a etanolové kvašení). Původci mikrobiálních změn potravin se vesměs řadí mezi tajnosnubné rostliny (Protophyta), a to mezi bakterie (Schizomyteces) a pravé houby (Mycophyta, Fungi).

Každým rokem onemocní mnoho lidí v důsledku konzumace potravin kontaminovaných mikroorganismy. Zejména se jedná o potraviny živočišného původu (maso, masné výrobky, vejce, mléko a mléčné výrobky), které mohou obsahovat nebezpečné bakterie, jako jsou *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria*, *Shigella*, *Campylobacter*; dále se může jednat o kontaminované ovoce, tropické oříšky nebo koření apod. Tyto bakterie nejsou většinou nebezpečné bezprostředně, ale až v momentě, kdy se dostanou do vhodného prostředí. Většina lidí se uzdraví, přesto nové, virulentnější kmeny bakterií, jako např. *Escherichia coli*, které byly neznámé před 30 lety, mohou být dnes osudné pro děti, seniory nebo jinak oslabené osoby.

Mikroorganismy (bakterie, kvasinky a plísně) způsobují kažení potravin svými enzymy a toxiny. Intenzita rozkladu potravin mikroorganismem ( $R$ ) je přímo úměrná na četnosti

mikroorganismů a na virulenci<sup>4</sup> a nepřímo úměrná na odolnosti prostředí. Z těchto závislostí plynou konzervační metody (viz dále).

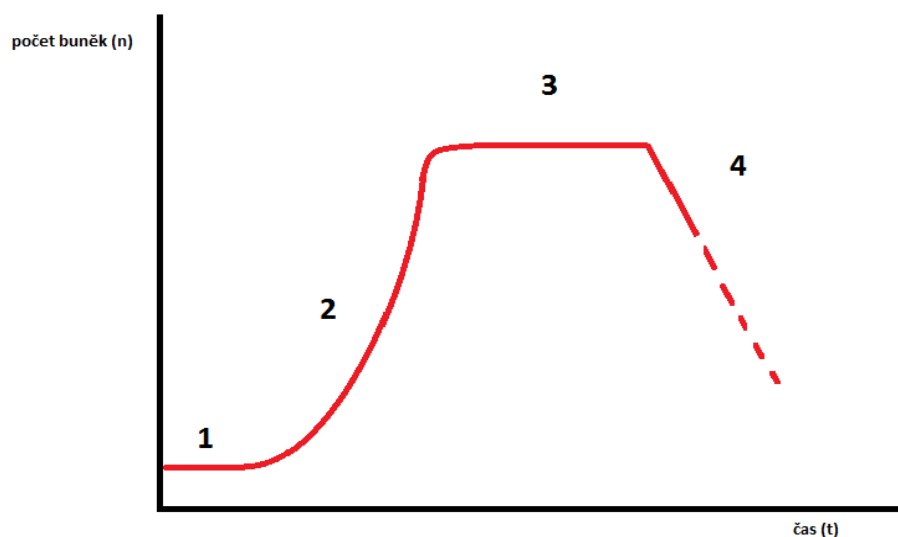
$$R = \frac{\text{četnost mikrobů} \times \text{virulence}}{\text{odolnost prostředí}}$$

Mikroorganismy potřebují pro svoji existenci příznivé podmínky, jako je teplota, pH, dostupnost živin, vodní aktivita, redoxní potenciál a další.

Obvyklé formy mikrobiálního rozkladu potravin rozdělujeme (podle Kyzlinka) zpravidla na povrchové změny, kvašení, tlení a hnití.

Růst a úmrtí mikroorganismů probíhá ve čtyřech stupních:

1. Adaptační fáze (lag fáze) => prodloužení trvanlivosti potravin
  - Manipulací
  - Technologickou úpravou
  - Skladováním
2. Fáze logaritmického růstu (log fáze) – dělení buněk => kažení potravin
3. Stacionární fáze – zastavení dělení buněk, akumulace metabolitů => zkáza potravin
4. Fáze odumírání buněk – sporulace



Obrázek 1 Růstová křivka mikroorganismů

<sup>4</sup> Virulence je individuální vlastnost, která vyjadřuje stupeň patogenity určitého mikrobiálního kmene ve srovnání s ostatními kmeny daného druhu.

### 3 KONZERVACE POTRAVIN

Jako konzervaci označujeme každý úmyslný zákrok nebo úpravu surovin, která prodlouží jejich skladovatelnost déle, než dovoluje jejich přirozená údržnost. Potraviny nejvíce ohrožuje rozkladná činnost mikroorganismů. Z toho důvodu jsou uvedené konzervační metody rozděleny podle ovlivnění mikrobiální činnosti. Znemožněním nežádoucího působení mikroorganismů obvykle chráníme potraviny i před ostatními škodlivými vlivy.

Cílem konzervačních metod je chránit čerstvé potraviny před zkázou. Je velmi důležité, aby výchozí konzervační surovina byla po stránce mikrobiologické co nejméně znehodnocena, nikoliv činit zdravotně závadné potraviny nezávadnými.

Rozdíl mezi nekonzervovanými a konzervovanými výrobky spočívá v rozsahu úpravy a zejména v době skladování. V případě nekonzervovaných výrobků je skladovatelnost významně kratší a jsou přísněji definovány podmínky zacházení.

Konzervační metody ovlivňující mikrobiální působení (dělení podle Kyzlinka)

- Vyloučení mikroorganismů z prostředí – eliminace četnosti
- Usmrcení mikroorganismů – eliminace virulence = abióza
- Zvyšování odolnosti prostředí – prodlužování lag fáze = anabióza

#### 3.1 Vyloučení mikroorganismů z prostředí

Tato metoda zahrnuje základní přístupy zabráňující šíření nákaz a nežádoucích mikroorganismů.

##### 3.1.2 Metody omezující kontaminaci

Jedná se vlastně o provozní hygienu. Důležitá je čistota výrobních prostorů a ploch, čistota vzduchu, vody, nástrojů, použitých surovin a polotovarů, k čemuž se vztahuje správné skladování a omývání surovin. V provozní hygieně je i zahrnuta důkladná likvidace odpadů. Zvláště důležité je dodržování správné osobní hygieny pracovníků. Soubory preventivního opatření jsou formulovány v systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) a hygienických normách, u nás zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a na zákon navazující novela č. 045/2010 Sb. .

### 3.1.3 Odstranění mikroorganismů z potravin

Jedná se o metody snižující počet mikroorganismů částečně nebo úplně. Praní a mytí je základní technologickou operací při jakémkoliv zpracování. Čiřením šťáv a vín jsou mikroorganismy odstraněny částečně. Membránové filtrace přes speciální filtry a odstředivá separace (baktofugace) odstraňují mikroorganismy významnou měrou. Mikrobiologické čištění a rychlost dělení jsou ovlivněny rozdílnou měrnou hmotností, velikostí a tvarem bakterií. Účinnost baktofugace dosahuje 90-95 %, pro sporotvorné bakterie a jejich spory 95-99 %.

## 3.2 Abióza – přímé usmrcení mikroorganismů

### 3.2.1 Fyzikální metody

- **3.2.1.1 Konzervace zvýšenou teplotou**

Jde o tepelnou denaturaci mikrobiálních a enzymových bílkovin. Potřebné zahřátí potravin nejen uskutečňuje požadované koagulační reakce, ale urychluje i nežádoucí nemikrobiální a neenzymové procesy, které by jinak probíhaly velmi pozvolně. Z tohoto důvodu je potřeba pracovat s vhodným teplotním režimem.

- **Blanšírování**

Nejjednodušší úprava teplem představuje blanšírování. Jedná se o krátký var a následné zchlazení na ledu ať už zeleniny, ovoce, ořechů, hub či masa. Slovo pochází z francouzského blanchir v překladu bělení, kdy maso získá bílou barvu. Dnes je v kuchyni tato předúprava využívána pro snadnou manipulaci s potravinou (lehké odstranění slupek), pro uzavření povrchu potravin uchovací lépe svoji barvu, chuť a vitamínovou hodnotu. Blanšírování tedy nejen udržuje potraviny z pohledu organoleptického, ale tím že potravina projde varem, odstraní se mikroorganismy a inaktivují se enzymy a zvýší se tak údržnost.

- **Pasterace**

Pasterace inaktivuje vegetativní stadia mikroorganismů, ale spory zásah přežívají. Zastaven je růst termofilních bakterií, tedy většiny patogenních bakterií převážně *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Staphalococcus*, *Salmonella*. Používá se teplota v rozmezí 70 - 100 °C,

upravují se tak potraviny kyselé<sup>5</sup> povahy. U potraviny nekyselé povahy je vhodné konzervaci doplnit dalším krokem, například mražením nebo opakovanou pasterací tzv. tyndalizací<sup>6</sup>.

- Sterilizace

Potraviny nekyselé povahy je lépe upravit sterilací, v nekyselém prostředí totiž mikroorganismy tvoří odolnější spory. Sterilizace odpovídá záhřevu na vyšší teploty 115 - 125 °C, kdy jsou usmrceny i spory rodů *Bacillus*, *Clostridium* a *Desulfotomaculum*. Pro dobrou inaktivaci mikroorganismů je volena vhodná kombinace teploty a doby. Uperace je metoda kdy měníme podmínky, zvýšením tlaku a snížením teploty.

Konzervace potravin zvýšenou teplotou je prováděna v uzavřených nádobách na vodních či parních lázních. Záhřev může být klasický elektrický odporový, mikrovlnný, indukční či infračervený. Důležitým momentem při úpravě potravin zvýšenou teplotou je jejich chlazení, kdy může dojít k zpětné aktivaci mikroorganismů, nejzávažnější je teplotní v rozmezí mezi 40 – 20 °C.

- **3.2.1.2 Konzervace zářením**

- Ionizující záření

Radioaktivní látky vyzařují tři druhy záření –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Záření  $\alpha$  se pro ozařování potravin neuvažuje, neboť neproniká do ozařovaných potravin. Větší pronikavost má záření  $\beta$ , jsou to proudy elektronů pro potravinářské účely o energii 0,5 až 5 MeV. Tyto „energetické proudy“ mají rozdílné penetrační schopnosti, jeví se pro ozařování potravin jako nejpoužitelnější. Záření  $\gamma$  v potravinářství musí být do 10 MeV, je mnohem účinnější, má smrtící účinek i na odolné formy mikroorganismů. Nedostatkem je, že v potravinách se absorbují jenom určité

---

<sup>5</sup> Kyselé potraviny < 4,0 < Málo kyselé potraviny

Nad pH 4 klíčí spory *Bacillus coagulans* proto je stanovena hranice kyselosti potravin na tuto hranici. Kyselost potraviny předurčuje vliv na odolnost mikroorganismů a spor k účinku dalších konzervačních metod, například požadavek na tepelné opracování.

<sup>6</sup> Tyndalizace je typ přerušované pasterace, kterou v roce 1877 popsal britský lékař John Tyndall. Je určena pro sterilaci termolabilních roztoků bílkovin. Roztok bílkovin je zahříván ve vodní lázni po 30-60 minut při teplotě 56-58 °C. Tento postup je opakován. Při opakovaném zvýšení teploty se uplatňuje inaktivace vyklíčených spor. V současnosti se tato metoda moc nepoužívá a je nahrazena spíše filtrací, která je rychlejší a nehrozí zde ani riziko denaturace bílkovin.



části záření, zbytek proniká do okolí, které musí být chráněno. Z toho vyplývají vysoké provozní náklady.

Obecně platí, čím mají paprsky kratší vlnovou délkou, tím hlouběji pronikají do hmoty a rychleji usmrcují i odolné formy mikroorganismů. Mnohdy buňka nemusí ihned odumřít, ale ztrácí schopnost množit se. Na místo zásahu okolí buňky, jsou přímo narušeny nukleové kyseliny mikrobiální buňky. Nedochozí k vzestupu teploty ozařované potraviny. Vyvolání letálního účinku absorbovanou energií z ionizujícího záření činí jen 3 % ve srovnání s absorbovanou energií při termosterilaci.

Ionizace zpomaluje zrání a klíčení, takže výrobky je možno déle skladovat. Brambory, česnek a cibule zastavují klíčení úplně; jahody, banány, mango a další ovoce pomaleji dozrávají, takže dlouhým transportem nedochází k přezrání a následnému kažení.

Účinky ionizace:

- i. zamezit dělení (rozmnožování) živých buněk, jako jsou bakterie a buňky vyšších organismů, tím, že změní jejich strukturu DNA.
- ii. zpomalit proces zrání nebo dozrávání některých druhů ovoce a zeleniny tím, že se ionizací vyvolají biochemické reakce ve fyziologických procesech tkání rostlin.

Ozařování potravin, tak jako každá jiná konzervářská metoda, je spojeno s vedlejšími nežádoucími účinky. Mohou být vyvolány oxidační změny, smyslové změny, druhotná radioaktivita a dezorganizují biochemické systémy v potravinách. Změny jsou spojeny s velikostí dávky a druhem potraviny. Ionizace v daném povoleném množství do 10 MeV by neměla zvýšit běžnou úroveň radioaktivity potravin. V úvahu se musí brát přirozená radioaktivity přítomná v potravinách.

Dávkování záření je velmi přísně regulováno, monitorováno a údaje o ošetření jsou dlouhodobě archivovány pro potřeby pozdějších kontrol. Informace o ionizaci je nutno uvést na obalu. Bezpečnost potravin ošetřených ionizací byla prokázána mnohými studiemi, tato technologie je podpořena organizacemi EFSA (European Food Safety Authority) tak FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/ World Health Organization). Vyhláška o podmínkách ozařování viz Přílohy.

V potravinářství se stává běžnějším postupem sterilizovat ionizací pouze obaly. Je to praktičtější cesta z provozního i ekonomického hlediska.

Účinná dávka se měří množstvím zářivé energie absorbované jednotkou ozářené hmoty:

1 Gy [„gray“] – absorpce zářivé energie 1 Joul jedním kg ozářené hmoty,

1 Gy = J/kg (SI)

**Tabulka 1** Odolnost mikroorganismů při konzervaci zářením

Mikroorganismus	Letální dávka
kvasinky	0,3 – 2 kGy
plísně	2 – 5 kGy
Bakterie gramnegativní, enterobakterie (Escherichia, Enterobacter, Salmonella)	< 5 kGy
Bakterie, sporulující bakterie při pH nad 4,5	40 – 50 kGy
Bakterie, sporulující bakterie u kyselějších potravin	25 – 30 kGy
patogenní viry	odolnější než nejodolnější bakterie
enzymy	odolávají nejvíce, peroxidasa a katalasa odolávají zásahu i 66 kGy tvrdého záření

Průkazný vliv na destrukci ozařovaných mikroorganismů má složení prostředí, zejména bílkoviny a koloidní látky. V potravinách jsou mikroorganismy všeobecně odolnější než v čistých roztocích, jak ukazuje následující příklad.

**Tabulka 2** Přežití mikroorganismu v různých substrátech

Procento buněk Staphylococcus aureus přežívajících ozáření v různých substrátech, při dávce záření 200 G.	
Voda	12%
Roztok želatiny	22%
Maso zeleninová polévka	42%

- UV-záření

Je neúčinnější v oblasti 228-265 nm. Vykazuje nízkou proti mikrobiální účinnost a způsobuje iniciace oxidačních procesů v potravinách. UV-záření se ke konzervaci potravin nehodí, používá se k povrchovým dezinfekcím a dekontaminacím.

Ultrafialové paprsky lze použít k ošetření kojenecké vody, balené pitné vody (pokud se nezmění jejich základní složky, které jim propůjčují jejich vlastnosti) a vody používané k výrobě potravin.

UV záření je jedinou metodou, kterou lze ošetřit kojeneckou vodu. Žádné jiné úpravy nejsou povoleny. V souladu se právem na informace, je povinností každého výrobce označit na obalu takto ošetřenou kojeneckou vodu.

- **3.2.1.3 Konzervace dalšími fyzikálními metodami**

- Ošetření ultrazvukem

Vychází z poznatku, že mikroorganismy špatně snášejí v tekutém prostředí tlaky, které se velmi rychle střídají. Tyto tlaky lze vyvolat v kapalinách ultrazvukovými generátory, které vzbuzují ultrakrátké zvukové vlny s kmitočtem větším než 20 000 kmitů za sekundu.

Ultrakrátké zvukové vlny způsobí střídavým zrychlením částic v prostředí značné síly. Tím dochází k rozrušení buněčné blány mikroorganismů a k vylití buněčné plazmy do prostředí.

Účinek ultrazvuku je zvyšován přidáním plynu do prostředí a vhodnou volbou kmitočtu vibračního zařízení. Účinek ultrazvuku je zmenšován vyšší viskozitou kapaliny a hydrofilností mikroorganismů.

- Ošetření plazmou<sup>7</sup>

Kyslíkové a dusíkové ionty vznikající ionizací vzduchu jsou pro bakterie velmi toxické. Působíme-li plazmou na vodu, vzniká směs reaktivních chemikálií, které ji udrží čistou i nějakou dobu po aplikaci. Koncentrace těchto chemikálií musí být však taková, aby nepoškozovaly lidské zdraví i při požití. Jednoduchý a levný generátor plazmy, použitelný i v polních podmínkách, by se mohl uplatnit hlavně v rozvojových zemích. Důležité je, že plazma hubí i priony, které jsou vůči jiným metodám velmi odolné [18].

Mikroorganismy mohou být také usmrceny vysoko intenzivním pulsujícím elektrickým polem, vysokým tlakem nebo vysoko intenzivními záblesky světla.

### 3.2.2 Chemické metody - chemosterilace

Potraviny jsou stabilizovány přidávkem látky usmrcující mikroorganismy. Nejvyšší účinek je dosažen při konzervaci kyselých potravin (do pH 4). Využíván je aktivní kyslík, peroxid vodíku, ionizované stříbro, ozon, dimethyl- a diethylester kyseliny diuhličité, ethylenoxid a propylenoxid. Žádná z uvedených látek není u nás výslovně povolena, spíše se hodí k povrchové dezinfekci některých potravin a k povrchové úpravě obalů.

Další chemická činidla zvyšující stabilitu potravin, ale působící nepřímo na usmrcení mikroorganismů jsou probrána v kapitole níže. Hranice mezi abiotickým a anabiotickým působením chemických látek je nejasná a třídění je v tomto případě spíše orientační.

## 3.3 Anabióza – nepřímé usmrcení mikroorganismů

### 3.3.1 Fyzikální metody

- 3.3.1.1 Konzervace sníženou teplotou

Konzervace sníženou teplotou je zmrazování. Chlazení zvyšuje uchovatelnost potravin, ale není v pravém slova smyslu konzervárenskou metodou.

Chlazení, které většinou navazuje na předešlé úpravy potravin, udržuje potraviny v teplotním rozmezí od +8 do -1 °C. U skladovaných potravin je chlazením omezen růst mezofilních<sup>8</sup> mikroorganismů jako *Salmonelly* a *Listerie*, tím že se inaktivují jejich enzymatické pochody.

---

<sup>7</sup> Plazma je ionizovaný plyn iontů a elektronů. Představuje čtvrté skupenství: vykazuje kolektivní chování a kvazineutralitu.

Zmrazování rychle ochladí potraviny pod teplotu -18 až do -30 °C (hluboké zmrazování). Je zastaven růst psychofilních bakterií a plísní. Zmrazování je v mrazírenství (průmyslové odvětví) uskutečňováno několika technologickými způsoby, jako zmrazování proudícím vzduchem, zmrazování v deskových zmrazovačích a zmrazování v přímém kontaktu s chladicím médiem (tekutý dusík, pevný oxid uhličitý a led s příměsí solí a plynů. Rozmrazené potraviny je potřeba co nejdříve zpracovat, protože je u nich vyšší riziko mikrobiální kontaminace. Při zmrazování se mikroorganismy odolné vůči mrazu nelikvidují, ale je jen zastaven jejich růst. Po opětovném nastolení příhodných podmínek jako je teplota, vlhkost a pH začne bujný růst mikroorganismů. Množení mikroorganismů je dvojnásobné počtu výchozímu, hrozí tím během krátké chvíle vysoká kontaminace, proto je také nezbytné s potravinou při rozmrazování zacházet s velkou opatrností a dodržovat aseptický přístup.

- **3.3.1.2 Konzervace osmoanabiózou**

Při této metodě jsou potraviny postupně zbavovány vody, je snižována aktivita vody a zvyšován osmotický tlak. Mezi tyto metody patří sušení, zahušťování, vymrazování, proslazování či solení (tzv. osmoaktivní látky). K odstranění vody jsou používány i membrány.

Množství odstraněné vody je závislé na druhu potravin. V procesu odstraňování vody nesmí dojít k poškození potravin.

Voda v údržnosti a v kvalitě potravin hraje snad největší roli. Mikroorganismům se v její přítomnosti daří a organoleptická kvalita je značně ovlivněna jejím nadbytkem respektive nedostatkem. Důležitý je původ vody v potravině. Měřítkem je aktivita vody označovaná jako  $a_w$ , představující poměr parciálních tlaků nad potravinou a čisté vody.

$$a_w = p/p_{H_2O}; (0,1); (f(T))$$

Aktivita vody určuje dostupnost vody pro mikroorganismy a chemické reakce. Hraniční hodnota představuje  $a_w = 0,6$  kdy již přežívají osmofilní kvasinky; plísně preferují  $a_w = 0,8$ ,

---

<sup>8</sup> Psychofilní mikroorganismy žijí v prostředí s teplotou do 20 °C.

Mezofilní mikroorganismy žijí v teplotním rozmezí asi mezi 15 a 40 °C.

Termofilní mikroorganismy žijí asi v prostředí s teplotou nad 40 °C.

kvasinky  $a_w = 0,88$  a bakterie  $a_w = 0,91$ ; vyšší hodnoty již představují ohrožení kontaminace mikroorganismy<sup>9</sup>.

- **3.3.1.3 Konzervace změnou atmosféry**

Je metoda, založená na výměně vzduchu nad potravinou směsí plynů s inhibičním účinkem na přítomnou mikroflóru. Odstraněním kyslíku se zastaví biologické pochody mikroorganismů. Dostačující aerobní podmínky pro většinu mikroorganismů jsou ještě při koncentracích do 3 % O<sub>2</sub>. Při důsledném odebrání kyslíku vzniká *anoxické prostředí*.

Využívá se nejen vakuového balení, ale také ochranné atmosféry, kde převažuje dusík, oxid uhličitý a zanedbatelné množství kyslíku. Balení v ochranné resp. modifikované atmosféře nachází stále širší uplatnění v potravinářském průmyslu.

### **3.3.2 Biologické metody**

Biologické metody využívají přirozených pochodů k tvorbě konzervačních činidel. Takovou biologickou metodou je konzervace kvašením sacharidů a konzervace proteolýzou. Ojedinele se používají ochranné kultury bakteriofágů.

- **3.3.2.1 Konzervace cenoanabiózou**

O mikroorganismech, které svým metabolickým pochodem upraví potraviny natolik, že u nich změní chuť, barvu a výživovou hodnotu a jichž sekundární metabolity zabraňují růstu patogenní mikroflóry, hovoříme jako o kulturních druzích. Využívají se pro mléčné kvašení, alkoholové kvašení, kysané mléčné výrobky a úpravy sýrů, vytváří tak kýžené organoleptické vlastnosti konkrétních poživatin a zároveň tím prodlužují jejich spotřebitelnost. Finální produkt bývá dále upravován a uchován dalšími konzervačními metodami. Pokud tomu tak není, výrobek zůstává ve velmi "živém" stavu a je nutno s ním v tomto ohledu zacházet.

### **3.3.3 Chemické metody**

Při chemo-anabióza je rozvoji mikroorganismů bráněno, při chemo-abiózy (chemosterilace) jsou mikroorganismy hubeny. Chemoanabióza má poměrně široký rozsah uplatnění, často

---

<sup>9</sup> MŠMT ČR. *Integrovaný systém elektronických studijních opor VŠCHT Praha: adsorpční hystereze* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2005 [cit. 2012-07-15]. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-001/hesla/adsorpcni\\_hystereze.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/adsorpcni_hystereze.html)

v kombinaci s jinými konzervačními metodami. Chemické látky (chemická konzervovadla) používané k chemoanabióze činnost mikroorganismů pouze potlačují. Při dostatečné době působení a v dostatečné koncentraci, může dojít také k částečnému zahubení přítomných mikroorganismů čili k chemosterilaci.

Chemická konzervovadla působí na buněčný obal, na enzymy mikroorganismů nebo mohou vytvářet nevhodné prostředí pro mikroorganismy. Podle stupně účinku na mikroorganismy a podle zdravotní neškodnosti pro člověka dělíme chemická konzervovadla do třech skupin.

1. Uměle vyrobená
2. Přirozené složky
3. Produkty mikroorganismů

### ***3.3.3.1 Konzervace uzením***

Kouř nejenže potravinu dotváří chuťově a požitelně, ale hlavně prodlužuje její skladovatelnost. V kouři jsou obsaženy mnohé látky působící mikrobiostaticky a mikrobicidně. Způsoby uzení jsou předávány po generace. Udí se horkým (80 – 90 °C) teplým (55 – 65 °C) či studeným (20 – 25 °C) kouřem. Spalovaným materiálem, bývá jakostní dřevo, sláma nebo rašelina. Účinek kouře při uzení bývá spojován s chemickými látkami jako alkoholy, aldehydy, ketony, fenoly, terpenické uhlovodíky, aromatické uhlovodíky, heterocyklické uhlovodíky, estery, ethery, karboxylové kyseliny a jiné. Tyto látky nejenom mění organoleptické vlastnosti potravin, ale rovněž působí proti mikroorganismům. Na konzervačním účinku se také podílí snížená aktivita vody vysušením potravin a vytvoření ochranné tukové krusty. Při spalování však vznikají volné radikály a karcinogenní látky se zdravotními riziky.

### ***3.3.3.2 Konzervace za použití chemických látek***

K potravinám jsou přidávány různá mikrobiostatická činidla, spadající pod potravinářská aditiva. Představující alkohol, organické kyseliny, rafinovaná činidla, ale i alternativy přírodního původu jako antibiotikum mikrobiálního, antimikrobiální činidla zvířat a v poslední řadě činidla pocházející z rostlin.

- Rafinovaná činidla

Sloučeniny síry, především siřičitany (E221-228)<sup>10</sup> se používají k inhibici růstu bakterií například ve víně, sušeném ovoci, zelenině naložené v octu nebo ve slaném nálevu. Natamycin (E235) je převážně používán k ošetření povrchu sýrů. Další důležitou skupinu představují dusitanové a dusičnanové sloučeniny (E249-252) používané jako aditiva v masných výrobcích (párky a šunky) k zabránění růstu bakterií, které jsou příčinou botulismu (*Clostridium botulinum*).

Kyselina sorbová (E200) může být použita konzervaci výrobků z brambor, sýrů a džemů. Kyselina benzoová a její vápenaté, sodné nebo draselné soli (E210-213) jsou používány jako antibakteriální a protiplísňová činidla v nakládaných okurkách, džemech a rosolech s nízkým obsahem cukru, nálevech a kořeních.

- Organické kyseliny

Použití organických kyselin (octová, citronová, jablečná, mléčná a vinná) slouží buď k okyselení potravin anebo k jejich marinování. Nižší pH než 4 nesnáší většina bakterií, zejména hnilobné sporulující bacily a klostridia.

Z organických kyselin je nejúčinnější kyselina octová, má však nejvýraznější chuť, čímž je její použití značně omezeno. Tradičně se používá v roztoku s jedlou solí k marinování ryb.

Kyselina mléčná nabízí vhodné použití v masném průmyslu, vzniká v jatečném mase přirozenou cestou procesem postmortální glykogenolýza. Ze sensorického hlediska je výhodnější pro svoji méně výraznou chuť.

---

<sup>10</sup> Kontrola a značení konzervačních prostředků je nezbytná pro zajištění skutečnosti zvyšující bezpečnost potravin. Použití chemosterilačních látek podléhá přísným pravidlům stanovení bezpečnosti a schvalování.

Na evropské úrovni je hlavním orgánem pro stanovení nezávadnosti, schvalování, kontrolu a značení všech aditivních látek Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA - European Food Safety Authority), dále pak Evropská komise, Parlament a Rada. Na mezinárodní úrovni to je Společný výbor expertů pro potravinářská aditiva (JECFA) v rámci Food and Agriculture Organization (FAO) a World Health Organization (WHO).



### 3.3.3.3 Konzervace přírodními mikrobiostatiky

- Bakteriociny

Podle dřívější terminologie byly nazývány antibiotiky. Jsou to biologicky aktivní látky, produkované mikroorganismy. Jejich účinky jsou bakteriocidní a bakteriostatické, podobně jako v humánní medicíně. Použití podléhá přísným legislativním normám.

Hlavním představitelem této skupiny je povolený a v potravinářství využívaný nisin. Malý, teplu odolný peptid, produkovaný *Lactococem lactis* působí antimikrobiálně. Jeho účinek je poměrně úzký, nejúčinněji působí na termofilní bacily a klostridia. Jeho přídavek do potravin umožňuje šetrnější sterilaci.

Lze do této skupiny zahrnout enzymy Lactoperoxidasa z mléka a lysozom z mléka a vajíčka. Z důvodů možné alergické reakce je jejich použití omezeno. Dále přírodní chitin a jeho derivát, komerčně vyráběný chitosan. Považuje se za neškodné biokompatibilní aditivum, může vyvolávat alergické reakce a není vhodný pro těhotné a kojící ženy.

- Fytoncidy

Jsou to z rostlin izolované aromatické látky s mikrobiostatickým účinkem Jsou obsaženy v pupenech, květech, semenech, plodech, listech, kořenech a ve větvičkách. Vlastně jsou jakýmsi obranným mechanismem rostlin. Získávají se fermentací, extrakcí a nejčastěji destilací. Účinné látky představuje mix terpenů, alkoholů, ketonů, aldehydů, estery fenolů a kyselin.

Představují výhodný způsob konzervace, jsou účinné již v malých dávkách, jsou přírodní povahy. Odnedávna využívají jako empiricky odzkoušená spolu konzervovadla. Omezení použití je hlavně z ekonomického hlediska a z aromatické povahy, která není vždy žádoucí.

Příklady chemických látek

- ~ Éterické oleje – citrusy, skořice a rostlin.
- ~ Aldehydy a eugenoly – skořice a vanilka
- ~ Anethol – anýz a fenykl
- ~ Linalool – koriandr
- ~ Allicin – česnek a cibule
- ~ Allylisothiokyanatan – křen a hořčice

- ~ Jasmin a jeho přírodní derivát methyl ester je lipidem v membránách rostlinné buňky.
- ~ polyfenolické látky, flavonoidy, terpenoidy – hluchavkovité byliny

Do řádu hluchavkovité (*Lamiales*) patří máta, levandule, bazalka, tymián, šalvěj, oregano, rozmarýn, majoránka, saturejka (balkánská bylina)<sup>11</sup>. Hluchavkovité byliny a z nich zhotovená koření obsahují a další těkavé látky, které působí jako antioxidační činidla.

### 3.3.3.4 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látkové inhibitory oxidačních dějů. Mohou být přirozeně obsažené v potravinách, nebo mohou být látkami cizorodého charakteru, které lze přidávat k potravinám.

Ty nejdůležitější přírodní zástupce antioxidantů lze nalézt v ovoci, zelenině, kávě, zeleném čaji, červeném víně, koření a ovesné mouce. Mezi nejúčinnější koření patří majoránky, šalvěj a rozmarýn.

Efektem aktivity antioxidantů je ochrana struktur a funkcí biomolekul, udržování fyziologické rovnováhy mezi iniciátory oxidací (volné radikály, reaktivní formy kyslíku, dusíku aj.) a systémem antioxidační ochrany. Při zvyšování údržnosti potravin působí jako inhibitory radikálových reakcí a autooxidací nenasycených mastných kyselin. Degradační oxidace ovlivňuje kvalitu potravin, ztrácí se nutriční hodnota, vitamíny a barva.

Antioxidační účinek je vyvolán chemickými látkami jako tokoferoly, thiaminy, flavonoidy, třísloviny, pektiny a kyselinou L-askorbovou.

Antioxidantům se v potravinářství a výživě věnuje velká pozornost, z hlediska jejich biologické účinnosti, konzervářského efektu a také z hlediska jejich výskytu v různých potravinách. Bez nadsázky řečeno blahodárny efekt antioxidantů na zdraví člověka byl již několikrát prokázán. Tyto látky i v lidském organismu eliminují nebo redukují látkové i enzymatické oxidační činidla. Předchází ateroskleróze, gastrointestinálním nemocem a rakovinám. Legislativní povolení antioxidantů viz Příloha.

---

<sup>11</sup> Hluchavkovité. Inc *Wikipedia* [online]. 2012 [cit. 2012-07-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hluchavkovit%C3%A9>

## 4 METODY, JEJICHŽ VÝSLEDKY MOHOU UKÁZAT NA ÚDRŽNOST POTRAVIN

### 4.1 Lipidy

Po mikrobiálním růstu je oxidace lipidů v potravinách nejzávažnější příčinou kažení. Proces oxidace je však komplexní. Vedle samotného složení mastných kyselin a lipidů určuje rychlost oxidace chemické složení matrice potraviny, podmínky skladování a typ obalu. Existují metody, které poskytují informaci o oxidační stabilitě potravin při vysokých teplotách, avšak neumožňují předpovědět údržnost potravin při pokojové teplotě.

#### 4.1.1 Stanovení stupně žluklosti a stability tuků

Nejprve je potřeba lipidy vyextrahovat šetrnou metodou, např. chloroformem nebo směsí chloroformu a methanolu, při pokojové teplotě tak, aby se nerozložily peroxidy nebo nedošlo k další oxidaci nebo naopak ke ztrátám těkavých oxidačních produktů.

Zřídka stačí k hodnocení žluklosti jedna metoda. Zpravidla se stanoví obsah primárních oxidačních produktů pomocí peroxidového čísla. Stanovení sekundárních oxidací probíhá pomocí karboxylových derivátů např. benzidinovým nebo dinitrophenylhydrazinovým [22,23].

- **4.1.1.1 Stanovení peroxidového čísla (PČ)**

Hydroperoxidy nenasycených lipidů uvolní v kyselém prostředí z jodidu jód, který se stanoví titračně. Metoda je nevhodná pro oxidované tuky při vysoké teplotě. Výsledek se vyjadřuje v mikrogramech aktivního kyslíku na jeden gram vzorku[.

- **4.1.1.2 Stanovení benzidinového čísla (BČ)**

Benzidin reaguje s aldehydy přítomnými v oxidovaných tucích za vzniku žlutě zbarveného produktu. Metoda je vhodná pro posouzení stupně oxidace tuků s nízkým peroxidovým číslem. V modifikaci v prostředí chloroformu a metanolu nebo kyseliny octové se dosáhne lepší citlivosti. Intenzita zbarvení se poměřuje při 350 nm proti čistému rozpouštědлу. Výsledek se vyjadřuje v miligramech vhodného standardního aldehydu.

- **4.1.1.3 Stanovení thiobarbiturového čísla (TČ)**

Kyselina 2-thiobarbiturová reaguje s aldehydem za tvorby červeně zbarveného komplexu, alkeny dávají žluté zbarvení. Metoda je vhodná ke sledování počátečních stadií žluknutí tuku, pokud obsahují polyenové mastné kyseliny.

Podle Sedláčka je stanoveno TČ v tucích a olejích destilační metodou, kde se ke vzorku přidá kyselina chlorovodíková, roztok je predestilován do zkumavky. K destilátu je přidáno činidlo a kyselina fosforečná. Zkumavka je zahřáta na vodní lázni a intenzita červeného zbarvení je poměřena při 530 nm. Kalibrační křivka se sestrojí s použitím diacetalu malondialdehydu.

Stejným destilačním způsobem je stanoveno TČ i v mase. Je možno použít i přímou metodu bez destilace, kdy tuk je rozpuštěn v chloroformu, přidá se kyselina trichloroctová a 2-thiobarbiturová. Po 24 hodinovém záhřevu na 60 °C se změří intenzita zbarvení při 530 nm.

#### **4.1.2 Stanovení stability tuků proti autooxidaci metodou aktivního kyslíku**

Tuk zahříváný na konstantní teplotu se oxiduje proudem vzduchu a stanoví se doba potřebná k dosažení určeného stupně oxidace. K odhadu skladovatelnosti tuků je vhodný postup podle Schalla [22,23].

Tuk se roztaví při bodu tání. Odebere se vzorek do zkumavky, která je umístěna do lázně k teplotě na 90,8 °C nebo 110 °C (glycerinová lázeň). Ventilem je přiváděn proud vzduchu tak, aby každou zkumavkou procházelo 2,33 ml/s. Vzorky jsou odebírány v určitých intervalech. Konec indukční periody je dosažen při peroxidovém čísle 100 mg aktivního kyslíku/kg vzorku. Měřítkem aktivity inhibitoru je protekční faktor, který je vypočten dle vzorce:

$$PF = \frac{t_s - t_0}{t_0}$$

$t_s$  ... indukční perioda vzorku obsahující inhibitor

$t_0$  ... indukční perioda kontrolního vzorku bez antioxidantu

- **4.1.2.1 Schaalův test**

Délka indukční periody je úměrná stabilitě tuku u skladování při zvýšené teplotě (60 °C). Test je vhodný pro tuky neobsahující vodu a jiné nelipidové složky. Stanovuje se stupeň

autooxidace a to buď změnou peroxidového (PČ), benzidinového čísla (BČ) nebo thiobarbiturového čísla (TČ).

- **4.1.2.2 Dělení polymerových a oxidovaných lipidů kapalinovou chromatografií**

Vzorek se rozdělí na sloupci organického gelu na frakce, které se zaregistrují Pyeovým drátovým detektorem. Frakce se stanoví spektrálně nebo jinými metodami. V mnoha případech lze využít ultrafialového spektrometru. Přesný program eluce se zvolí podle typu analyzovaného vzorku a parametru kolony. Dělení je zpravidla ukončeno do 30 minut. Metoda je spíše vypracována pro analýzu tuků použitých k dlouhodobému smažení a zahřívání, ale lze ji použít i obecně.

## **4.2 Stanovení chemoanbiotických konzervačních prostředků**

### **4.2.1 Éterické oleje – silice**

Jsou-li éterické oleje v surovině zastoupeny ve velkém množství, stačí k jejich získání destilace s vodní párou. Množství destilátu se stanoví vázkově nebo objemově. Pokud jich přítomno jen malé množství, je citlivější použití aromového čísla, při němž se obsah těkavých složek stanoví titračně ze spotřeby oxidačního činidla.

K sensoricky aktivním látkám modifikujícím účinky silic patří pryskyřice, což je chemicky velmi heterogenní skupina látek. Od éterických olejů se oddělí na základě menší těkavosti nebo odlišné rozpustnosti v organických rozpouštědlech [22,23].

- **4.2.1.1 Stanovení aromového čísla – AČ**

Silice se z materiálu vydestilují vodní párou a v destilátu zoxidují manganistanem. Obsah silic se vypočte pomocí empirických přepočítacích faktorů z úbytku oxidačního činidla. Aromové číslo se vyjádří v ml rozdílu spotřeby při vlastním stanovení a při slepém pokusu. Stanovení aromového čísla za zvýšené teploty je jednodušší, ale je nebezpečí, že výsledky nebudou kvantitativní.

- **4.2.1.2 Stanovení pryskyřic**

Metoda je obecně použitelná ke stanovení přímo v rostlinném materiálu. Těkavé složky se oddestilují a pryskyřice ve zbytku nebo přímo v původním rostlinném materiálu se získají

extrakcí ethanolem. Výsledek poskytuje jen hrubou informaci o skutečném obsahu pryskyřic, praktický význam tak mají pro srovnávání surovin.

#### **4.2.2 Stanovení antioxidantů**

V oblasti chemické analýzy a biologického hodnocení potravin byly v posledním desetiletí vypracovány početné metody, které umožňují stanovit tzv. celkovou antioxidační aktivitu vzorku, spíše často používaná zkratka TAC tj. total antioxidant capacity. Jsou principiálně značně navzájem odlišné a postupně se vyvíjejí jejich modifikace. Jejich základním smyslem je charakterizovat v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí jejich antioxidační popřípadě redukční účinnost jako souhrnnou vlastností potravin.

Samostatným metodickým problémem stanovení TAC potravin je zpracování vzorku (především vlastní extrakce účinných látek, zahušťování popř. předčištění extraktů, jejich spolehlivé uchování) a použití standardů, pomocí nichž se TAC vzorků vyjadřuje. Stanovení TAC potravin lze souhrnně hodnotit jako snahu o určení fyziologicky interpretovatelnou antioxidační kapacitu vzorku, a to způsobem, který by byl metodicky, materiálově a instrumentálně dostupný a použitelný k početným sériovým analýzám.

Osvědčují se metody neuvěřitelně jednoduché, kde se určuje množství redukované formy vytvořené potravními antioxidanty. V témže vzorku se zpravidla souběžně zjišťuje obsah vitamínu C, karotenoidů, tokoferolů, fenolických látek a flavonoidů [22,23].

- **4.2.2.1 Metoda TEAC - (Trolox equivalent antioxidant capacity)**

Metoda využívá činidel, která iniciační akcí jiné látky přecházejí ve svou barevnou a relativně stabilní radikálovou formu. V přítomnosti antioxidačně aktivních složek extrahovaných ze vzorku potravin se redukuje, a tím odbarvuje. Rychlost a míra odbarvení jsou úměrné antioxidační aktivitě vzorku. Aby vyjádření této kvality vzorku bylo standardní, stanovuje se shodným postupem TEAC v přítomnosti pouhého askorbátu, troloxu, galátu, epikatechinu nebo jiných klasických antioxidantů. Nejčastěji používaným prekursorem radikálu je tzv. ABTS, tj. 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin)-6-sulfonát (uměle připravená látka, kterou je nutno generovat), iniciátorem, který ji přeměňuje na modrozelený radikál ABTS<sup>+</sup>, je látka AAHP, tj. 2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihydrochlorid, ale také peroxid vodíku, ferrokyanid, persíran nebo peroxidas z křenu ve směsi s peroxidem vodíku aj.. Je vhodná pro lipofilní i hydrofilní antioxidanty.

- **4.2.2.2 Metoda FRAP - (Ferric reduction ability of plasma) nebo FOX (Ferrous oxidation assay)**

Stanovení je založeno na redukci železitých komplexů jako je TPTZ (2,4,6- tripyridyl-S-triazin), ferrikyanid aj., které jsou téměř bezbarvé a po redukci a eventuálně reakci s dalším činidlem vytváří barevné produkty, jakým může být např. berlínská modř. Není vhodná pro thioly a karoteny, látky přenášející  $H^+$  ionty a dále je nevhodná pro látky s oxidačně-redukčními vlastnostmi.

- **4.2.2.3 Metoda DPPH• - (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)**

Jedná se o stabilní komerčně dostupný radikál. Který tvoří růžovo-žlutý roztok, při kontaktu s antioxidantem klesá absorbance.

- **4.2.2.4 Metoda ORAC - (Oxygen radical absorbance capacity)**

spočívá ve vytvoření peroxylového radikálu fykoeritrinu, a to jeho oxidací činidlem ABAP (2,2' - azobis-2-methyl-propionamidin). Radikál se určuje kvantitativně fluorimetricky a hodnotí se rychlost úbytku signálu po přidání testovaného vzorku.

### **4.2.3 Stanovení kyseliny L-askorbové**

- **4.2.3.1 Titrační stanovení kyseliny askorbové**

Jako oxidační činidlo nalezl uplatnění 2,6-dichlorfenolyndofenol. Je-li vzorek barevný, používají se potenciometrické indikace bodu ekvivalence za použití platinové indikační a kalomelové referentní elektrody. Interferujících reduktony jsou stíněny indofenolem. U tepelně zpracovaného vzorku je předpoklad vyšší koncentrace interferujících látek. V takových případech se použijí 3 titrace. Při první titraci se použije běžný 2,6-dichlorfenolyndofenol, při druhé titraci se zkondenzují sulfhydrylové látky s formaldehydem a stanoví se kyselina askorbová a reduktony. Při třetí titraci se zkondenzuje kyselina askorbová a sulfhydrylové látky a stanoví se reduktony. Metoda je vhodná pro většinu potravinářských výrobků. Není nijak specifická, na druhou stranu je velmi rychlá a vhodná především pro sledování úbytku kyseliny askorbové během technologického procesu [22,23].

- **4.2.3.2 Spektrofotometrické metody stanovení kyseliny askorbové**

Kyselina dehydroaskorbová reaguje s 2,4-dinitrofenylhydrazinem za vzniku osazomu, který se stanoví spektrofotometricky. V druhé části vzorku se kyselina askorbová zoxiduje na dehydroaskorbovou a stanoví souhrnně s kyselinou gulonovou. Ve třetím podílu vzorku se kyselina dehydroaskorbová zredukuje na kyselinu askorbovou a stanoví se jen kyselina gulonová. Interferující látky jsou především cukernaté a ketokyseliny. Postup není specifický a je nutno kombinovat s chromatografickým čištěním příslušných hydrazonů. Metoda našla větší uplatnění ve stanovení vitamínu C v živočišných tkáních a klinických materiálech [22,23].

- **4.2.3.3 Polarografické stanovení kyseliny askorbové a dehydroaskorbové**

Kyselina askorbová je zoxidována 2,6-dichlorfenolyndofenolu. Kyselina dehydroaskorbová je v mírně kyselém prostředí kondenzována fenyldiaminem za vzniku chinoxalinu. Vzniklý kondenzační produkt je redukován na rtuťové elektrodě. Metoda je vhodná pro většinu potravin, pouze u barevného ovoce je potřeba předřadit čištění extraktu. Metodu lze použít na stanovení kyseliny askorbové a dehydroaskorbové v ovoci, zelenině, bramborách (v syrových i tepelně upravených), v mase a masných výrobcích. Je značně specifická [22,23].

- **4.2.3.4 Přímé polarografické stanovení kyseliny askorbové**

Kyselina je oxidována na rtuťové kapkové elektrodě v slabě kyselém prostředí [22,23].

- **4.2.3.5 Chromatologické stanovení kyseliny askorbové**

Kyselina askorbová se oddělí chromatograficky od ostatních rušivých látek a stanoví se kolorimetricky z úbytku absorbance modrého zbarvení 2,6-dichlorfenolyndofenolu. Absorbance se proměří při 600 nm. Absorbance slepého pokusu se získá měřením pufrovaného roztoku 2,6-dichlorfenolyndofenolu a 1% roztoku kyseliny šťavelové. Metoda je vhodná pro analýzu vzorků s vysokým obsahem interferujících látek. Je však velmi náročná [22,23].



## 5 RYCHLÉ METODY UMOŽŇUJÍCÍ PŘEDPOVÍDAT ÚDRŽNOST POTRAVIN

### 5.1 Elektronický nos ( E-nos)

Elektronický nos je chemický sensor, který napodobuje smysl čichu. Rozeznává a určuje určitý pach z předloženého vzorku. Potraviny jsou komplexním biologickým materiálem, proto i jejich vůně pocházejí od různých činitelů. Pro detekci takto složitěho materiálu je používána chromatografie, která je značně náročná na práci, odbornost a čas, naproti tomu e-nos je komerčně vyráběný a uživatelsky dostupný.

Lidský nos představuje jedinečný a přesný detektor molekul pocházejících z pevných, plyných a kapalných látek. Pachový vjem odpovídá biologické a biochemické struktuře celého čichového smyslu, kde receptory jsou specificky selektivní na danou molekulu. Vnímání lidského nosu zastupuje významnou část hodnocení kvality potravin. Proto je jeho napodobení předmětem studia již déle než dvacet let.

Elektronický nos je tvořen řadou chemických plynových sensorů s širokou a z části se překrývající selektivitou pro stanovení těkavých komponent ze vzorku v kombinaci se softwarovým vyhodnocením. Elektronický nos je v principu podobný nosu lidskému. Molekula se uchytí na konkrétním receptoru (primární neuron), ten vyšle zprávu skrze synapse nadřazeným neuronům a ty vysílají signál do kortexu. V kortexu je informace vyhodnocena neurální sítí a přiřazena k určitému pachu, což vnímáme jako čichový vjem. Primární neurony odpovídají chemickým sensorům, které při aktivaci dávají elektrický signál, který je registrovaný instrumentem podobným sekundárním neuronům. Následný signál je vyhodnocen s více proměnným vzorem a tím je určen výsledek. Elektronický nos na rozdíl od lidského zaznamená těkavé látky, které nevytváří žádný pach. Má také velký rozsah v sensitivitě a selektivitě.

Chemický sensor je schopen měřit výskyt a koncentraci specifických chemických částic a převést tuto skutečnost na elektrický signál. V současné době komerčně dodávané elektronické nosy, mají čtyři typy chemických sensorů: polovodičové oxidy kovů především  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{WO}_3$  a  $\text{ZnO}$  (metal oxide semiconductors = MOS); polovodiče oxidy kovů s polem přenosu (metal oxide semiconductor field effect transistors = MOSFET); vodivé organické polymery (conducting organic polymers = CP) a peizoelektrické

krystaly (piezoelectric crystals (bulk acoustic wave = BAW)).

Data z výstupu chemického senzoru jsou normalizovaná tak, aby odpověď na chemickou látku byla použitelná pro vyhodnocení komplexní metodou (předloha rozpoznání - pattern recognition = PARC). Základní struktura PARC je většinou klasifikována jako parametrická, neparametrická, kontrolovaná, nekontrolovaná anebo lineární analýza.

Nejdůležitější částí elektronického nosu je závěrečný výstup, zajištěný inteligentním softwarem (PARC engine). Je to dynamický adaptabilní systém, který je schopen se přizpůsobit vnějšímu podnětu na základě předešlé zkušenosti. Těkavé organické látky předložené sensorické chemické řadě vytvoří funkční databázi látek, s kterou je porovnáván vzorek. Příkladem takového softwaru je často používaný ANN (artificial neural network - umělá neuronová síť). Software s rychlou analýzou, která velmi přesně porovnává neznámé částice s těmi, jež jsou nahrané v paměti. Je to proces napodobující lidský mozek. Analytická metoda vyhodnocující data je nelineární a neparametrická [24,25].

Použití:

- Maso

Stanovit údržnost masa pomocí těkavých látek spojených s růstem mikroorganismů je časově náročné. Stejně tak identifikace kmenu, která vyžaduje čas na inkubaci a zkušeného laboranta.

Pro stanovení údržnosti masa je důležitá detekce oxidu uhličitého. Pomocí absorpce infračerveného paprsku, je nejrychlejší metodou stanovující údržnost masa. Kromě rybího masa, to při stárnutí vytváří zápach, který e-nos lehce detekuje.

- Mléko a mlékárenství

Použití e-nosu v mlékárenství byl věnován rozsáhlý výzkum zaměřený převážně na detekci kontaminantů a falšování v mléce a určení geografického původu sýrů.

Pančování mléka vodou je možno rozpoznat různými laboratorními testy (určení bodu tuhnutí, stanovení sedimentu a další), ty jsou ale časově náročné. Proto použití e-nosu je vyhovující způsob určování přímo na místě (s jistotou jen u mléka skladovaného podobu 1 až 4 dnů). Velmi přesného výsledku dosahuje e-nos při stanovení alfatoxinů. E-nos je také schopen rozpoznat mléčné těkavé látky a tím stanovit stáří mléka. Senzor bez problému rozpozná ošetřené mléko pasterací nebo sterilací.

- Vejce

U vajec se nestanovuje údržnost, ale čerstvost. Ta se stanovuje dle váhy, velikosti a tvaru vejce, stavu skořápky, velikosti vzduchové bubliny, kvality bílku a žloutku a poměru váhy bílku k váze vejce (Haughova jednotka). Čerstvost vejce lze stanovit pomocí sulfidických sloučenin, které se vypařují a přímo souvisí s čerstvostí vejce. Použití e-nosu v drůbežím průmyslu má nesmírný přínos, pro zjednodušení, zrychlení a zpřesnění stanovení kvality. Tradiční systém hodnocení vajec představuje vizuální examinaci, která je časově náročná a zatížená častou chybou.

- Zrna

Alfatoxiny a deoxynivalenoly jsou vysoce toxické a karcinogenní metabolity produkované plísněmi, zvláště *Aspergillus* a *Fusarium*. Kvůli nesourodému rozmístění toxinů v jednom objemu je potřeba otestovat více vzorků z jednoho objemu. Komerčně dodávaný E-nos tak představuje dostupné a časově nenáročné měřicí zařízení se 100% účinností.

- Ovoce a zelenina

Převážná část těkavých látek pochází ze sekundárního metabolismu různých biosyntetických pochodů s účastí enzymů. Charakteristické aroma ovoce a zeleniny je důležitý faktor kvality. Po mnoho let lidský čich, byl primárním „instrumentem“ v hodnocení kvality. Dnes se v laboratořích používá plynová chromatografie s hmotnostní spektrofotometrií. Pro praktičnost provedení je využíván elektronický nos. V krátkém čase je určen stupeň zralosti plodiny a tak stanovena údržnost potraviny.

- Další suroviny

E-nos je používán v testování údržnosti ořechů, čerstvé nakrájené zeleniny a (extra-) panenského oleje, u kterého lze rozpoznat i pančování [24,25].

## 5.2 Neinvazivní stanovení kyslíku (NIO)

Ve výzkumném ústavu výživy a potravin v Nizozemí vytvořili neinvazivní metodu ke stanovení kyslíku pro potraviny obsahující tuk. Metoda NIO je založena na měření fluorescence pomocí senzorů citlivých na kyslík umístěných uvnitř obalu. Touto metodou lze měřit hladinu kyslíku, jak ve výrobku, tak v prostoru nad potravinou, přičemž se nemusí obal otevírat. V závislosti na použitém systému je stanovení poklesu kyslíku poměrně rychlé. Výsledky lze

vztáhnout ke koncentracím různých meziproduktů, které vznikají během oxidace a také k výsledkům sensorických testů. Z poklesu kyslíku měřeného NIO-metodou je údržnost potravin při pokojové teplotě určena během několika dnů.

### **5.3 Predikce údržnosti potravin**

Termín údržnost potravin (v angličtině shelf-life), znamená skladovatelnost, trvanlivost nebo doba použitelnosti. Údržnost potravin bývá většinou definována jako čas, při kterém si potravina udrží svou zdravotní nezávadnost v souladu s nutričními hodnotami deklarovanými na etiketě a zachová si potřebné sensorické, chemické, fyzikální a mikrobiální vlastnosti, pokud je skladována při doporučených podmínkách.

Údržnost potravin se stanovuje z několika perspektiv. Hodnotí se změny v sensorických vlastnostech potravin a změny v bezpečnosti potravin.

Údržnost potravin je funkcí času, faktoru prostředí a mezi změny kvality produktu. V mnoha případech změny sensorických vlastností předcházejí změnám, které by mohly ohrozit zdraví konzumentů. Údržnost potravin je tedy limitována převážně sensorickými vlastnostmi, jejichž studiu je věnována velká pozornost. Predikce údržnosti sensorických vlastností potravin je velmi důležitým nástrojem managementu prodeje výrobku. Hledá se mez změny potravin, kterou jsou zákazníci ještě stále ochotni akceptovat a výrobek si zakoupit. Datum trvanlivosti je jedním z faktorů rozhodování zákazníka o koupi produktu. Zkázá-li se potravina během doby trvanlivosti, nejčastěji si zákazník produkt již nekoupí.

Sensorické změny jsou způsobeny přirozenou změnou biologického materiálu (stárnutím). Bezpečnost potravin je narušena činností mikroorganismů nebo špatným zpracováním. Sensorické stanovení údržnosti vyžaduje hédonické testy potravin panelem odborníků i konzumentů. Stanovení údržnosti z hlediska zdravotní nezávadnosti vyžaduje prediktivní mikrobiologické modely a prediktivní chemické modely [27,28].

#### **5.3.1 Sensorická stanovení údržnosti potravin**

Sensorickou údržnost potravin stanovuje skupina (panel) hodnotitelů. Stanovují se sensorické vlastnosti potravin v různém čase uskladnění. Hodnotitelé mohou být experti, trénovaní hodnotitelé, konzumenti nebo kombinace skupin. Výsledky jsou statisticky vyhodnoceny, je proto dobré mít co největší skupinu. U expertů stačí od 5 do 17 osob, u dalších hodnotitelů je ideální velikost skupiny od 10 do 300 členů. Využití služeb expertů je vhodnější na popsání

senzorických znaků a na detailní analýzy, méně vhodné na chuťové hodnocení potravin. Důvodem je zavádění chyby, která vzniká vyšším hédonickým přístupem expertů, což převážně neodpovídá smyslové akceptabilitě běžných konzumentů. Ideální model je, když experti přesně popíší sensorické znaky nalezené pomocí testů s konzumenty a dále se pracuje s těmito exaktními výstupy [27,28].

#### **5.3.1.1 Strategie sensorického hodnocení potravin**

Provedení experimentu nejčastěji umožňují dvě cesty (a) elementární a (b) reverzní [27].

- Elementární provedení

Při elementárním provedení se skládají celé baterie vzorků při daných podmínkách (nejčastěji teplotě) a stanovují se sensorické charakteristiky po uplynutí stanovené doby (např. 0, 4, 8, 12 a 18 dnů). Proběhne tak několik testů s časovým odstupem. Experiment je časově a odborně náročný.

- Reverzní provedení

Reverzní provedení experimentu umožňuje stanovit vzorky s různým časem uskladnění při jednom testu. Jednotlivé vzorky jsou uskladněny ve stejných podmínkách v různém časovém odstupu před testováním celé baterie vzorků. Tento přístup k experimentu pokrývá nedostatky elementárního experimentu, přináší však s sebou problém jednotnosti baterie vzorků. Je potřeba zajistit, aby jednotlivé vzorky měly stejný původ, aby pocházely ze stejné výrobní řady. Řešením je uskladnění baterie vzorků v podmínkách hlubokého zmrazení, kdy nedochází k žádným změnám a následně postupné rozmrazení jednotlivých vzorků podle časové posloupnosti a jejich uskladnění v podmínkách daných experimentem. Reverzní experiment je proto nevhodný pro potraviny, u kterých nelze nastavit podmínky tak, aby zastavily jejich biologickou degradaci, nebo aby nebyly poškozeny (např. ovoce, zelenina).

- **5.3.1.2 Metodologie sensorického hodnocení**

Senzorická údržnost potravin je chápána jako stanovení doby, po kterou se mohou potraviny skladovat a nabízet k prodeji, aniž by bylo dovršeno stupně zkázy, za kterým jsou již potraviny neprodejně. Všechny metody sensorického hodnocení směřují ke stanovení kritéria nevhodnosti (selhání) kvality potraviny a mezního bodu údržnosti potraviny [27].

- Metoda založená na kvalitě

Je nejčastější využívanou metodou k hodnocení kvality po dobu skladování pomocí trénovaných hodnotitelů nebo skupiny expertů. Stanovuje se doba konce trvanlivosti, kdy celková kvalita nebo specifický sensorický znak dosáhne předdefinované hodnoty nebo je stanoveno kritérium nevhodnosti. V úvahu přicházejí tři různá měření: (1) celkový rozdíl v porovnání s čerstvým vzorkem, (2) celková kvalita a (3) intenzita sensorických znaků. K měření je možno použít: diskriminativní (vymezuující) test, stupnici intenzity, stupnici kvality, numerická měřítka, nestrukturovaná měřítka (používání 10 nebo 15 centimetrů dlouhých čár) a konsenzuální popis.

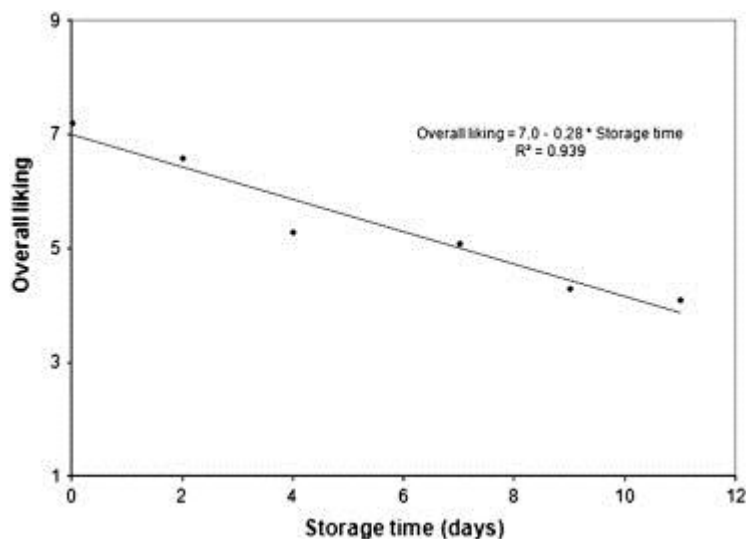
- Metoda akceptovaného minima

Podle Hougha<sup>12</sup> potraviny nemají vlastní sensorickou údržnost, tu získávají až při interakci s konzumentem. Jinými slovy sensorickou údržnost defínuje spotřebitel. Pokud produkt má nižší kvalitu, než spotřebitel očekával, s největší pravděpodobností si potravinu již nekoupí. Proto tato metoda, na základě chování spotřebitele, hledá akceptovatelné minimum sensorické změny potravin.

Nejjednodušším způsobem, jak získat informace o spotřebitelských preferencích, je přímo se jich dotázat. Lze použít desetistupňového chuťového žebříčku: 9 - velmi chutná až 1 – velmi nechutná. Výsledkem může být graf (obrázek 2), kde je na ose x doba uskladnění a na ose y celkové hodnocení.

---

<sup>12</sup> G. Hough, K. Langohr, G. Gómez, A. Curia; Survival analysis applied to sensory shelf life of foods; Journal of Food Science, 68 (2003), pp. 359–362



**Obrázek 2 Grafu akceptovaného minima v průběhu uskladnění**

Nepřímé faktory ovlivňující výsledek senzoričského hodnocení: (I) jakým způsobem jsou hodnotitelé dotazováni, (II) z jakého demografického a sociálního prostředí pocházejí a (III) jak velká je referenční skupina. Je třeba brát na zřetel, že zákazníci se nerozhodují jen podle senzoričských vlastností, ale také podle ceny (a to často ad primum) a dále dle jejich zkušenosti s potravinou a dle znalosti potravin.

- Metoda bodu minima

Metoda bodu minima vyžaduje hodnotící popis senzoričských vad, objevujících se při skladování potravin. Vychází se z analýzy spotřebitelských nároků (Metoda akceptovaného minima) popsanych a korigovaných expertním panelem, senzoričskou nebo analytickou metodou. Cílem je najít kritický bod v čase a v kvalitě, při kterém je čerstvost potravin již narušena a spotřebitel takovýto produkt nebude akceptovat (bod minima). Následná hodnocení údržnosti dané potravin je pak možno stanovit pomocí tohoto bodu minima a vylučuje tak náročné opětovné testy s konzumenty. Analytické metody lze úspěšně použít všude tam, kde se měří změny textury, barvy a chuti díky oxidaci lipidů. Na změny chuti a vůně (nevyvolané oxidací lipidů) se využívá malý panel trénovaných hodnotitelů – cca. 6 osob.

- Analýza přežívání

Jde se o statistickou metodu. Analýza přežívání modeluje časový průběh, než se objeví očekávaná změna (v původním použití analýzy to byla smrt, odtud název) ve sledovaném

souboru. Metoda se zaměřuje na senzoričnou údržnost potravin v domácím prostředí. Vychází se ze skutečnosti, že konzument se rozhoduje jinak při nákupu a jinak doma před samotnou konzumací. Hodnotitelům jsou předloženy vzorky v rozdílném stupni údržnosti a ke každému položena otázka "Jedl/a byste normálně toto" a odpověď "ano" nebo "ne".

Při stanovení údržnosti čerstvých potravin pomocí analýzy přežívání musí každý hodnotitel otestovat všechny vzorky s různou dobou uskladnění. Je dobré použít reverzní strategii přípravy vzorků. Jelikož se jedná o test se spotřebiteli, bude panel hodnotitelů značně rozsáhlý. To staví tuto efektivní metodu do nevýhody. Tu však lze obejít, použijí-li se pro každý vzorek, odpovídající určité době uskladnění, jiní hodnotitelé<sup>13</sup>.

### **5.3.2 Uživatelsky jednoduchý, víceúčelový, prediktivní software pro bezpečnost potravin**

Použitelný prediktivní software pro údržnost potravin by měl zahrnovat komplexnost potravin a složitost procesů, kterým potraviny podléhají při technologickém zpracování a distribuci a zároveň by měl být uživatelsky dostupný. Tak, aby obsluha nemusela mít fyzikální a mikrobiologické vzdělání, ale stačilo by zaškolení k používání softwaru.

V této části bakalářské práce je krátce představen obsáhlý software, který zahrnuje sofistikovaný pohled na procesní a mikrobiologické aspekty potravin. Je to univerzální software s jednoduchou užitností, který byl v roce 2011 ve své první fázi prezentace.

Počítačová technická pomoc – Computer aided engineering (CAE) je nástroj používaný při modelování "co když" situací v mnoha odvětví. Fyzikální realita je nahrazena rovnocenným počítačovým modelem. Představuje příležitost pro potravinářství ke zlepšení bezpečnosti a kvality potravin, snížení ceny potravin a zvýšení rychlosti dodávky na trh. Pomalý vývoj sofistikovaného softwaru je v nejednotnosti společných potřeb potravinářského průmyslu. Bylo by potřeba spustit několik nezávislých výzkumů soustředujících se na řešení problémů důležitých pro počítačovou modelaci. Další komplikací k vytvoření sofistikovaného softwaru je skutečnost velmi specifických fyzikálních vlastností potravin, jako přeměna tepla a hmoty při vypařování, výrazné změny vlastnosti materiálu při technologickém zpracování, různé

---

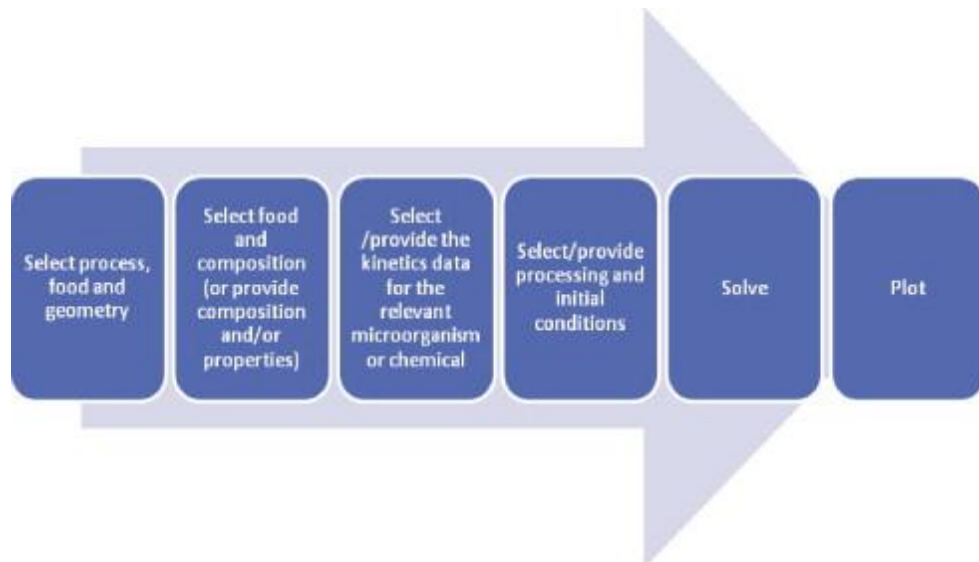
<sup>13</sup> M. Araneda, G. Hough, E. Wittig de Penna; *Current-status survival analysis methodology applied to estimating sensory shelf life of ready-to-eat lettuce (Lactuca sativa)*; *Journal of Sensory Studies*, 23 (2008), pp. 162–170



variance v materiálu díky biologickému původu a další.

Základ potravinového CAE softwaru vychází z fyzikálních nebo mechanických modelů procesu a je postaven na platformě softwaru COMSOL Multiphysics 3.5a. Rozvoj počítačové techniky napomáhá rozvoji fyzikálních modelů. Výhody fyzikálních modelů jsou: (1) snížení počtu experimentů - ušetření času a nákladů (2) poskytující vhled do procesů, které nelze zjistit experimentálně (3) optimalizace procesů (4) schopnost predikce "co když" scénářů a za (5) zlepšení kontroly. Nevýhodou fyzikálních modelů je zaměření se na procesy v potravinách, než na celkovou kvalitu a bezpečnost potravin. Fyzikální modely potřebují přesný popis vztahů mezi kvalitou/bezpečností a procesem, takové popisy procesů jsou většinou těžko dostupné. Opozitem fyzikálních a mechanických modelů jsou modely vycházející z pozorování, tedy empirické modely. Nepotřebují přesný popis akcí a reakcí při zpracování potravin. Přesto, nebo právě proto, empirické modely neposkytují vhled a nelze z nich vytvořit softwarovou šablonu potřebnou pro vícenásobné procesy.

Vyvinutý software je schopen simulovat velké množství potravinových procesů a propojovat procesní modely s mikrobiologickou a chemickou bezpečností. Uživatel vybere typ potraviny, buď ze zabudované databáze, nebo vloží přímo složení potraviny. Dále uživatel v grafickém rozhraní vybere technologii, kterou daná potravina bude procházet a zadá či vybere geometrii a rozměry potravinářského produktu, jehož vlastnosti mají být modelovány. Ze složení jsou určeny tepelné vlastnosti potraviny (hustota, konduktivita, specifické teplo). Uživatel na závěr zadá data mikrobiologické a/nebo chemické bezpečnosti a podmínky technologie. Výsledkem je predikce ze zadaných dat, hodnot a podmínek. Jedná se o model procesů "co když". Modeluje situace týkající se bezpečnosti a kvality potravin. Z hlediska údržnosti potravin je v zájmu predikce mikrobiální.



**Obrázek 3 Vývojový diagram procesu zadávání, řešení a výstupu v uživatelsky jednoduchém softwaru**

Výstupem mohou být dva modely procesů: jednoduchý a komplexní.

Jednoduchý model obsahuje řešení pouze pro teplo respektive difúzi vlhkosti. Zahrnuje chladírenské uskladnění, transport a všeobecně ohřívání a chlazení, sušení a sterilizaci homogenních potravin. Pro jednoduchý model se předpokládá, že potraviny jsou v pevné fázi a jediná výměnná substance je voda, ať už na povrchu nebo uvnitř potraviny. Fyzikální proměnné jsou teplota a vlhkost a od nich se odvíjí bezpečnost potravin.

Komplexní model popisuje potravinu jako vícefázové porézní médium. Pro modelování se vychází ze zákonů zachování hmoty, energie a hybnosti. Fyzikální modely jsou zatím popsány pro mikrovlnný ohřev<sup>14</sup> a fritování<sup>15</sup>. [29,30]

- **5.3.2.1 Predikce mikrobiální údržnosti potravin**

Kvantitativní mikrobiologie nepředpokládá prostorovou odchylku (teploty, vlhkosti, pH) potravin během procesů zpracování, skladování a úpravy. V typickém procesu potravin se

<sup>14</sup> H. Ni, A.K. Datta, K.E. Torrance; Moisture transport in intensive microwave heating of biomaterials: a multiphase porous media model; International Journal of Heat and Mass Transfer, 42 (8) (1999), pp. 1501–1512

<sup>15</sup> A. Halder, A. Dhall, A.K. Datta; An improved, easily implementable, porous media based model for deep-fat frying. Part 1: model development and input parameters; Transactions of IChemE, 85 (C3) (2007), pp. 1–11

prostorová odchylka odvíjí od mnoha faktorů, jakými mohou být např. teplotní historie potraviny, způsob zpracování nebo místo uskladnění. Pro správnou funkci CAE softwaru byl vyvinut prediktivní mikrobiální model tak, aby byl software uživatelsky dostupný i pracovníkům se základními znalostmi mikrobiologie a technologie potravin.

**Obrázek 4 Grafické rozhraní softwaru, pro jednoduché uživatelské ovládání.**

Pro software byla přejata databáze potravinových produktů z USDA National Nutrient Database a ke každé potravine přřazeny mikrobiální patogeny. Potraviny se stejnou kompozicí, vnitřním uspořádáním a stejnými patogeny byly seřazeny do společných skupin a dále rozděleny v rámci skupiny. Potraviny tak v rámci skupiny mají stejné růst/inaktivní kinetické parametry. [29]

## 6 ÚDRŽNOST POTRAVIN URČENÝCH K PŘÍMÉ SPOTŘEBĚ VE VZTAHU K *LISTERII MONOCYTOGENES*

V souvislosti s evropským potravním právem a jeho uváděním do praxe je zdůrazněna odpovědnost provozovatelů potravinářských podniků za vysoký stupeň bezpečnosti jejich produktů a tím i za vysoký stupeň ochrany veřejného zdraví. Kromě jiného je povinností provozovatele potravinářského podniku předkládat výsledky prováděných studií trvanlivosti, které jsou nutné k ověření zdravotní nezávadnosti (bezpečnosti) výrobku po celou dobu jeho údržnosti.

Je třeba zmínit především nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 (1) ze dne 15. listopadu 2005, o mikrobiologických kritériích pro potraviny. V tomto nařízení jsou stanovena mikrobiologická kritéria pro určité mikroorganismy a podmínky, které musí provozovatelé potravinářských podniků dodržovat při provádění obecných a zvláštních hygienických opatření podle článku 4 nařízení (ES) č. 852/2004 (2).

Z hlediska obecné bezpečnosti potravin je důležitý odstavec č. 2 nařízení Komise (ES) č. 2073/2005, kde je uvedeno: „Potraviny nesmějí obsahovat mikroorganismy nebo jejich toxiny či metabolity v množstvích, která představují nepřijatelné riziko pro lidské zdraví“.

Podle článku 3 (obecné požadavky) odstavce č. 2 je uvedeno, že provozovatelé potravinářských podniků jsou odpovědní za výrobu produktu a musejí v případě potřeby provádět studie, podle přílohy II, s cílem prověřit, zda jsou po celou dobu údržnosti dodržována příslušná kritéria. To se týká zejména potravin určených k přímé spotřebě, které podporují růst *Listeria monocytogenes* a které mohou představovat riziko *Listeria monocytogenes* pro veřejné zdraví.

Potravinářské podniky mohou při provádění těchto studií spolupracovat.

Studie údržnosti potravin podle přílohy II zahrnují [31]:

- ***Stanovení vlastností výrobku***

Stanovením fyzikálně-chemických vlastností výrobku (např. pH, vodní aktivita ( $a_w$ ), skladovací teplota, obsah soli, koncentrace konzervantů, druh obalového systému, reálná teplota skladování) může výrobce určit, které mikroorganismy včetně patogenních mohou ve výrobku přežít a růst. Výrobce by měl stanovovat fyzikálně-chemické vlastnosti výrobků

pravidelně, čímž zohlední variabilitu jednotlivých šarží a v případě *L. monocytogenes* by měl být schopen, pomocí získaných údajů, dozorovým orgánům doložit, zda výrobek podporuje nebo nepodporuje růst *L. monocytogenes*. Nařízení (ES) 2073/2005 jasně definuje kategorii potravin nepodporující růst *L. monocytogenes*: výrobky s dobou údržnosti < 5 dnů, pH ≤ 4,4 nebo aw ≤ 0,92, kombinace pH ≤ 5,0 a zároveň aw ≤ 0,94 a pokud všechny zjištěné hodnoty poukazují na nepřítomnost této bakterie.

- ***Konzultace dostupné vědecké literatury a údajů z výzkumu, které se týkají vlastností dotčených mikroorganismů, pokud jde o jejich růst a přežívání***

Po zjištění fyzikálně-chemických vlastností výrobku by měl výrobce získané hodnoty porovnat s údaji z vědecké literatury a výzkumu ve vztahu k přežití a růstu patogenních mikroorganismů. Srovnáním s údaji z literatury umožňuje výrobcovi stanovit, které patogeny mohou přežít a/nebo růst ve výrobku, provést změny ve výrobní technologii, změny surovin/složek, aplikovat přídavek konkurenční mikroflóry (startovací kultury) nebo dalších látek, které zpomalují růst patogenů a tím zvyšují bezpečnost výrobku a prodlužují jeho trvanlivost. Pokud pro zamýšlenou kombinaci matrice, typ balení, skladování a pravděpodobný výskyt mikroorganismu *L. monocytogenes* nejsou v literatuře uvedeny údaje, které by umožnili odhadnutou délku doby údržnosti výrobku, měly by být provedeny další upřesňující studie.

- ***Analýza údajů z předcházejícího období***

Uchovávání některých záznamů výrobcem vyplývá z legislativy, další záznamy může mít výrobce z vlastních kontrol prováděných v rámci systémů managementu bezpečnosti potravin. Údaje z předcházejícího období mohou poukázat na úroveň kontaminace prostředí a zařízení výroby, surovin a z nich vyrobených potravin, také mohou být výrobcem využity k analýze trendů např., zda je úroveň kontaminace *L. monocytogenes* u potravin určených k přímé spotřebě na konci údržnosti trvale nízká či žádná a že žádný ze zjištěných výsledků nepřekročil právní limity. Nicméně pokud údaje z předcházejícího období nejsou z pohledu dozorových orgánů dostatečně průkazné, aby demonstrovaly, že limity stanovené pro *L. monocytogenes* nebudou na konci doby údržnosti překročeny, je nutné provést laboratorní studie.

- **Laboratorní studie trvanlivosti**

Předkládaný dokument zpracovaný Národní referenční laboratoří (NRL) pro *Listeria monocytogenes* se zabývá metodikou provádění laboratorních studií trvanlivosti, který vychází z materiálu EU Community Reference Laboratory for *Listeria monocytogenes* „Technical guidance document on shelf-life studies for *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods“, Version 2, November 2008, corrected 2009 29/04/2009.

### **6.2.1 Metodika laboratorní studie**

Provádění laboratorních studií trvanlivosti pro *Listeria monocytogenes* (Lm) u potravin určených k přímé spotřebě. Tato metodika je přeložena a upravena podle materiálu „TECHNICAL GUIDANCE DOCUMENT on shelf-life studies for *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods“. Dokument rozlišuje dva základní mikrobiologické postupy: „Challenge test“ (expoziční test) nebo Studie trvanlivosti [31].

- **„Challenge test“ (expoziční test):**

Poskytuje informace o chování Lm v uměle kontaminovaných potravinách či surovinách za předem daných podmínek uložení. I když tento test zahrnuje variabilitu matic (použití různých výrobních šarží) i specifickou kontaminaci potraviny (inokulace kmenů izolovaných přímo z potravin), je těžké imitovat úroveň, heterogenitu kontaminace a fyziologický stav bakterií.

- **Studie trvanlivosti**

Pomocí této metody se testuje růst Lm v přirozeně kontaminovaných vzorcích potravin během jejich uložení podle předem daných podmínek. Studie trvanlivosti odráží lépe realistické podmínky v potravině než testování uměle kontaminovaných vzorků, ale interpretace výsledků, tak aby byl dodržen limit  $\leq 100$  KTJ/g po celou dobu trvanlivosti, je poměrně obtížná vzhledem k velmi nízké úrovni kontaminace potraviny v den výroby, k heterogenitě této kontaminace a k náhodnému výběru vzorků pro testování.

## 7 ZÁVĚR

Zkáza potravin může být vyvolána četnými vlivy biologickými, fyzikálními, chemickými, enzymatickými anebo mikrobiálními. Nejčastěji se jedná o současné působení více vlivů, které lze ovlivnit například skladováním za vhodných podmínek, ovlivněním redoxního prostředí, změnou pH prostředí nebo použitím antioxidantů.

Nejzávažnější příčinou degradace potravin je mikrobiální činnost. Vyplývá to z podstaty mikroorganismů; plísně, kvasinky a bakterie se vyskytují všude kolem nás, mají jednoduchý metabolismus, systém reprodukce, často vysokou přizpůsobivost. Patří vůbec mezi nejstarší organismy na naší planetě a životu potřebné látky získávají z biologického materiálu vyskytujícího se v jejich okolí. To dává mikroorganismům značnou stabilitu.

Všem možným formám mikrobiálního rozkladu lze poměrně úspěšně předcházet širokou škálou konzervačních metod, které jsou buď prevencí napadení potravin mikroorganismem, inhibicí růstu mikroorganismů nebo je přímo usmrcují. Různé metody zvyšující údržnost potravin mohou být aplikovány samostatně i v kombinacích.

Nejvyšší riziko kontaminace potravin mikroorganismem je v produkčním řetězu, začíná u prvotního zpracování, přes technologické procesy a úpravy a končí uskladněním a prodejem. Ve správné praxi je každý článek produkčního řetězu vystavován kontrolním bodům, aby byla zajištěna kvalita a bezpečnost finálního výrobku. Nicméně konečným článkem majícím vliv na údržnost potravin je domácnost, která potraviny uskládá a zpracovává. Doba údržnosti potravin, tak odráží nejen dodržování stanovených výrobních postupů, ale i správné nakládání s potravinou v domácnostech.

V dnešní době mají domácnosti zájem o potraviny s co největším přirozeným charakterem, s vysokou kvalitou a nutriční hodnotou. Dosažení takovýchto požadavků je možno dosáhnout: (a) snížením mechanického poškození produktu při zpracování; (b) používáním přesnějších a kontrolovatelnějších výrobních a zpracovatelských postupů; (c) balením do modifikované atmosféry; (d) použitím mikrobiostatik přírodního charakteru a (e) možná nejjednodušším způsobem k dosažení zdravých a kvalitních potravin je podpora lokální produkce, kdy je snížena doba "z pole na talíř" a potraviny jsou co nejméně zpracovány. Tomuto směru nasvědčuje nejen pozitivní ekologický a sociální dopad, ale i fakt, že stanovení údržnosti potravin je složitý proces, který je mnohdy časově a finančně náročný.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VŠCHT. Přehled metod úchovy (konzervace) potravin. Praha. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/ktk/www\\_324/studium/KP/KP2.pdf](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/KP/KP2.pdf)
- [2] Nicolas Appert. Wikimedia Foundation, Inc. *Wikipedia.com* [online]. 2012, [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Appert](http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Appert)
- [3] Louis Pasteur. Wikimedia Foundation, Inc. *Wikipedia.com* [online]. 2012, [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Louis\\_Pasteur](http://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur)
- [4] Glykace proteinů a fosfolipidů: Maillardova reakce IN VIVO. *Chemické listy* [online]. 1997, č. 11 [cit. 2012-06-06]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997\\_08\\_558-569.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_08_558-569.pdf)
- [5] Bezpečnost potravin: A-Z slovník pro spotřebitele. ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2010 [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92038>
- [6] ADAM, Martin. *Konzervárenství* [pdf]. 1.3.2010, 15 s. [cit. 29.4.2012].
- [7] Konzervační prostředky zajišťují vyšší trvanlivost a bezpečnost potravin: POTRAVINY DNEŠKA. *European Food Information Council* [online]. 2004, č. 05 [cit. 2012-07-14]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/cs/food-safety-quality/food-additives/artid/konzervacni-prostredly-zajistuji-trvanlivost-bezpecnost-potravin/>
- [8] *Biologické nebezpečí mikrobiologických změn: Metody konzervace potravin*. Praha, 2009. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/02.pdf>. Přednáška. VŠCHT.
- [9] *Biologické nebezpečí mikrobiologických změn: Metody konzervace potravin*. Praha, 2009. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/02.pdf>. Přednáška. VŠCHT.
- [10] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie: Pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Praha: Academia, 2002. 4946. ISBN 80-200-1024-6.



- [11] Prodloužit potravinám život znamená zbavit je bakterií. Státní zemědělská a potravinářská inspekce: Informace pro spotřebitele, Potravinový koutek [online]. 31.5.2010, 1. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz>
- [12] VOTAVA, Miroslav. Lékařská mikrobiologie obecná. [s.10l.] : Neptun, 2001
- [13] INGR, Ivo. Základy konzervace potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN 80-7157-849-5.
- [14] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. Chemie Potravin II. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9
- [15] REYNISSON, Eyjo´lfur, He´le`ne LIETTE LAUZON, La´rus THORVALDSSON, Bjo´rn MARGEIRSSON. Effects of different cooling techniques on bacterial succession and other spoilage indicators during storage of whole, gutted haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Eur Food Res Technol. 2010, č. 231, s. 10. DOI: 10.1007/s00217-010-1273-z.
- [16] MICHALOVÁ, Irena a Libor Dupal. Potraviny Ošetřené Ionizací. Publikace České technologické platformy pro potraviny [online]. 2008, č. 3, s. 6 [cit. 2012-07-14]. DOI: 978-80-903930-7-3 Dostupné z: [http://www.konzument.cz/publikace/soubory/pruvodce\\_spotrebitel/Brozura\\_SCS\\_Ionizace\\_screen-rozlozena.pdf](http://www.konzument.cz/publikace/soubory/pruvodce_spotrebitel/Brozura_SCS_Ionizace_screen-rozlozena.pdf)
- [17] Konzervace a balení potravin. ČR, 2007. Distanční text. Operační Program Rozvoje lidských zdrojů, Dostupné z: <http://www.zdravapotravina.cz>
- [18] Sterilizace plazmou. In: AKADEMON: Server pro technologické inovace [online]. 2011 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.akademon.cz/clanekDetail.asp?name=Sterilizace%20plazmou&source=1111>
- [19] RAYBAUDI-MASSILIA, Rosa M., Jonathan MOSQUEDA-MELGAR, Robert SOLIVA-FORTUNY a Olga MARTÍN-BELLOSO. Control of Pathogenic and Spoilage Microorganisms in Fresh-cut Fruits and Fruit Juices by Traditional and Alternative Natural Antimicrobials. Comprehensive reviews. 2009, č. 8, s. 24.

- [20] LATIF ABDEL-ALIM, Souzan Saad, Andrea LUGASI, Judit HOVARI a Erno DWORSCHAK. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 1999, č. 79, s. 9.
- [21] ZLOCH, Z., J. ČELAKOVSKÝ a A. OUJEZDSKÁ. Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu. In: Ústav hygieny Lékařské fakulty UK, Plzeň [online]. 2004 [cit. 2012-06-15]. Dostupné z: <http://www.institut-danone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-03.pdf>
- [22] HOLZBECHER Závaš, Jaroslav Churáček, a kolektiv, Analytická chemie. Praha: SNTL, 1987. ISBN L16-C3- IV31f/68095
- [23] DAVÍDEK Jiří a kolektiv, Laboratorní příručka analýzy potravin. 1.L18-E1-IV-41/81999. Praha: SNTL, 1977.
- [24] KVASNIČKOVÁ Alexandra, Stanovení údržnosti potravin. Ústav zemědělské ekonomiky a informací [online]. 2002, č. 8 [cit. 2012-07-20]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=15&typ=1&val=5814&ids=203>
- [25] GUOHUA, YULING, Ye DANDAN, Wenwen LINSHAN a Wang LVYE. Study of peach freshness predictive method based on electronic nose. *Food Control* [online]. 2012, č. 28 [cit. 2013-07-13].
- [26] GHASEMI-VARNAMKHAŠTI, MOHTASEBI, SIADAT a BALASU BRAMANIAN. *Meat Quality Assessment by Electronic Nose (Machine Olfaction Technology)* [www.mdpi.com]. 2009 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1424-8220/9/8/6058>
- [27] GIMÉNEZ, Ana, Florencia ARES a Gastón ARES. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food Research International* [online]. 2012, č. 1, s. 14 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>
- [28] MANZOCCO, Lara a Corrado LAGAZIO. Coffee brew shelf life modelling by integration of acceptability and quality data. *Food Quality and Preference* [online]. 2009, č. 1, s. 5 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>.
- [29] HALDER, Amit, DHALL, Ashim K. DATTA, D. Glenn BLACK, P.M. DAVIDSON, Jiajie LI a Svetlana ZIVANOVIC. A user-friendly general-purpose predictive software

package for food safety. *Journal of Food Engineering* [online]. 2011, č. 2, s. 8 [cit. 2013-06-25]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>.

- [30] OTLES, Semih a Ata ONAL. Computer-aided engineering softwares in the food industry. *Journal of Food Engineering*[online]. 2004, č. 2 [cit. 2013-06-25]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>.
- [31] BRYCHTA, Josef a Hana BULAWOVA. Státní Veterinární Ústav Jihlava. *Metodika provádění studií trvanlivosti pro Listeria monocytogenes u potravin určených k přímé spotřebě*. 2012, 24s. [cit. 2013-07-10] Dostupné z: [www.bezpecnostpotravin.cz](http://www.bezpecnostpotravin.cz)

## 9 PŘÍLOHY

Příloha A *Vyhláška Č. 133 o podmínkách ozařování potravin a surovin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu označení ozáření na obalu*

Příloha B *Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin*

*§ 9 Konzervanty*

Příloha C *Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin*

*§ 9 Antioxidanty*

**Příloha A** *Výběr z Vyhlášky Č. 133 o podmínkách ozařování potravin a surovin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu označení ozářených na obalu*

Tato vyhláška stanoví v souladu s právem Evropských společenství podmínky pro použití ultrafialových paprsků a ionizujícího záření k ošetření potravin a surovin, nejvyšší celkové průměrné přípustné dávky záření, kterým mohou být jednotlivé druhy potravin a surovin vystaveny, a způsob označení ozářených potravin a surovin na obalu.

Vyhláška se nevztahuje na ozářením, které je způsobeno diagnostickými nebo měřicími přístroji používanými ke kontrole potravin, pokud absorbovaná dávka není vyšší než 0,01 Gy pro inspekční zařízení, která používají neutrony, a 0,5 Gy v dalších případech, při použití maximální radiační energie 10 MeV v případě rentgenového záření, 14 MeV v případě neutronů a 5 MeV v ostatních případech, nebo ošetření ozářením potravin pro spotřebitele, kterým je podávána sterilizovaná strava pod lékařským dozorem. Požadavky na zdroje ionizujícího záření stanoví zvláštní právní předpis.

Potraviny a suroviny lze ionizujícím zářením ozářit, jen pokud:

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

Za uvedených podmínek může být ionizující záření použito pouze k:

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

Maximální celková průměrná přípustná absorbovaná dávka ionizujícího záření může být aplikována jednorázově nebo v opakovaných dílčích dávkách až do výše stanovené v tabulce č. 3

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

**Tabulka 3** Druhy, skupiny a podskupiny potravin a surovin, které je povoleno ozářit ionizujícím zářením a nejvyšší přípustné celkové průměrné absorbované dávky záření (NPD)

<b>Skupina potravin</b>	<i>NPD v kGy*</i>
1. Sušené byliny, koření, kořenící přípravky	10,0
2. Zmrazené byliny	10,0
3. Brambory	0,2
4. Sladké brambory	0,2
5. Cibule, šalotka	0,2
6. Česnek	0,2
7. Luštěniny, sušená zelenina, čerstvá zelenina 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 klíčků určených pro mléčné výrobky	1,0
11. Vločky a klíčky 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, holubi, křepelky, krocani)	7,0
15. Drůbeží droby, drůbeží separát	5,0
16. Mražená žabí stehýnka	5,0
17. Sušená živočišná krev, plasma, koaguláty	10,0
18. Ryby, ostatní mořští živočichové s výjimkou mražených krájených nebo dekapitovaných krevet a mražených žabích stehýnek	3,0
19. Mražené, krájené nebo dekapitované krevety	5,0
20. Vaječný bílek	3,0
21. Kasein, kaseináty	6,0

**Příloha B** *Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití  
přídavných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin*

*§ 9 Konzervanty*

(1) Konzervanty povolené při výrobě potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou vyskytovat, a další podmínky použití konzervantů stanoví příloha č. 6 (tabulka č. 4) k této vyhlášce. Nejvyšší povolené množství upravené v příloze č. 6 k této vyhlášce je vztaheno na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce.

(2) Kyselina benzoová, kyselina propionová a její soli mohou být přirozeně přítomny v určitých fermentovaných výrobcích jako důsledek fermentačního procesu při zachování zásad správné výrobní praxe. V takovém případě se tyto látky nepovažují za látky přídavné.

(3) Oxid siřičitý a jeho sloučeniny upravené v příloze č. 6 k této vyhlášce lze použít rovněž jako antioxidanty.

(4) Nejvyšší povolená množství oxidu siřičitého a jeho sloučenin jsou vyjádřena jako oxid siřičitý v  $\text{mg.l}^{-1}$  nebo v  $\text{mg.kg}^{-1}$  a vztahují se k celkovému obsahu oxidu siřičitého bez ohledu na jeho původ. Obsah oxidu siřičitého  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  nebo  $10 \text{ mg.l}^{-1}$  a nižší se považuje za nulový.

(5) Nisin může být jako výsledek fermentační činnosti přirozeně přítomen v sýrech nebo dalších mléčných kysaných výrobcích. V takovém případě se tato látka nepovažuje za látku přídavnou.

(6) Dusitan draselný a dusitan sodný se mohou použít k výrobě potravin pouze ve směsi se solí nebo s náhradou soli.

**Tabulka 4** Příloha č. 6 k vyhlášce č. 4/2008 Sb.;

Seznam dalších konzervantů povolených při výrobě potravin nebo skupiny potravin a podmínky jejich použití

Číslo E	Konzervant	Potravina nebo skupina potravin	NPM mg.l <sup>-1</sup> resp. mg.kg <sup>-1</sup>
E 234	nisin*	puđinky ze semoliny a tapioky a podobné výrobky	3
		zrající sýry a tavené sýry	12,5
		Clotted cream	10
		Mascarpone	10
		tekutá pasterizovaná vejce (bílek, žloutek nebo celá vejce)	6,25
E 235	natamycin (synonymum: pimaricin)	sýry přírodní tvrdé, polotvrdé, poloměkké - jen k ošetření povrchu	1 mg.dm <sup>-2</sup> nepřítomnost v hloubce 5 mm
		trvanlivé salámy a trvanlivé masné výrobky sušené studeným kouřem -jen k ošetření povrchu	1 mg.dm <sup>-2</sup> nepřítomnost v hloubce 5 mm
E 239	hexamethylentetramin	sýr „Provolone“	25 zbytkové množství jako formaldehyd
E 242	dimethyldiuhličitan	ochucené nealkoholické nápoje	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být detekovatelná
		tekuté čajové koncentráty	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být detekovatelná
		nealkoholické víno	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být detekovatelná
		jablečné víno (cider), hruškové víno (poiré), ovocná vína	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být detekovatelná
		vína s nízkým obsahem alkoholu	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být



			detekovatelná
		ochucené nápoje na bázi vína a výrobky z oblasti působnosti nařízení Rady (EHS) č. 1601/91 <sup>2)</sup>	250 dávkování při výrobě, residua nesmí být detekovatelná
E 280	kyselina propionová	balený plátkový chléb s trvanlivostí delší než 5 dnů a žitný chléb	3000 jako kyselina propionová
E 281	propionát sodný	chléb se sníženým obsahem energie s trvanlivostí delší než 5 dnů	2000 jako kyselina propionová
E 282	propionát vápenatý	předpečený balený chléb s trvanlivostí delší než 5 dnů	2000 jako kyselina propionová
E 283	propionát draselný	balené jemné pečivo, cukrářské výrobky z mouky s trvanlivostí delší než 5 dnů s vodní aktivitou vyšší než 0,65 a balené výrobky „rolls“, „buns“ a „pitta“	2000 jako kyselina propionová
		balený chléb s trvanlivostí delší než 5 dnů	1000 jako kyselina propionová
		„Christmas pudding“	1000 jako kyselina propionová
		balený „pøsebrod“, „boiler“ a „dansk flutes“	2000 jako kyselina propionová
		sýr a analogy sýra (pouze k ošetření povrchu)	NM
E 284	kyselina boritá	kaviár	4000
E 285	tetraboritan sodný	kaviár	4000 jako kyselina boritá
E 1105	lysozym	sýr přírodní zrající	NM
		víno v souladu s nařízením Komise (ES) č. 606/2009 <sup>2)</sup>	NM

Poznámka:

\* Tato látka se může nacházet v některých sýrech v důsledku procesu fermentace.

**Příloha C** Předpis č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití  
přídavných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin

§ 9 Antioxidanty

(1) Antioxidanty povolené při výrobě potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou vyskytovat, a podmínky použití antioxidantů stanoví příloha č. 7 (tabulka č. 5) k této vyhlášce.

(2) Jako antioxidanty lze při výrobě potravin v nezbytném množství použít i přídavné látky E 304 (Estery mastných kyselin s kyselinou askorbovou (askorbyl palmitát)) a E 306 (tokoferoly) až E 309(delta-tokoferoly).

**Tabulka 5** Příloha č. 7 k vyhlášce č. 4/2008 Sb.;

Seznam antioxidantů povolených při výrobě potravin a podmínky jejich použití

Číslo E	Antioxidant	Potravina nebo skupina potravin	NPM mg.kg <sup>-1</sup>
E 310	Propylgalát	tuky a oleje pro výrobu tepelně opracovaných potravin	200* (galáty, TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)100* (BHA) obojí vyjádřeno na tuk
E 311	Oktylgalát	oleje a tuky na smažení, kromě oleje z olivových výlisků	
E 312	Dodecylgalát	sádlo; rybí tuk; hovězí lůj, drůbeží tuk a skopový lůj	
E 319	Terciární butylhydrochinon (TBHQ)		
E 320	Butylhydroxyanisol (BHA)		
E 321	Butylhydroxytoluen (BHT)	směsi pro přípravu moučnicků	200
		snacky na bázi obilovin	(galáty, TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci) vyjádřeno na tuk
		sušené mléko pro prodejní automaty	
		sušené polévky a vývary	
		omáčky	
		sušené maso	
		zpracovaná ořechová jádra	
		předvařené obiloviny	
		kořenící a ochucovací přípravky	200 (galáty, a BHA jednotlivě nebo v kombinaci) vyjádřeno na tuk
		sušené brambory	25

			(galáty, TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)
		žvýkačky	400 (galáty, TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb.	400 (galáty, TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)
		vonné silice	1000 (galáty, TBHQ, BHT a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)
		látky určené k aromatizaci jiné než vonné silice	100* (galáty jednotlivě nebo v kombinaci) 200 (TBHQ a BHA jednotlivě nebo v kombinaci)
E 315	Kyselina erythorbová (synonymum: kyselina isoaskorbová)	masné výrobky nasolené či naložené do solící směsi a masné konzervy	500 (jako kyselina erythorbová)
		rybí konzervy a polokonzervy	1500 (jako kyselina erythorbová)
E 316	Erythorban sodný (synonymum: isoaskorbát sodný)	zmrazené a hluboce zmrazené ryby s červenou kůží	1500 (jako kyselina erythorbová)
E 392	Rozmarýnové extrakty	rostlinné oleje (kromě panenských olejů a olivových olejů) a tuky s obsahem polynenasycených mastných kyselin vyšším než 15 % hmotnostních z celkového množství mastných kyselin pro použití v tepelně neošetřených potravinářských výrobcích	30 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
		rybí oleje a olej z mořských řas	50 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
		hovězí a ovčí lůj, drůbeží a vepřový tuk	50 (jako součet

		karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	tuky a oleje pro profesionální výrobu tepelně ošetřených potravin	50 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	fritovací oleje a fritovací tuk, kromě olivového oleje a oleje z výlisků oliv	50 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	snacky na bázi obilovin, brambor nebo škrobu	50 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	omáčky	100 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	jemné pekárenské výrobky	200 (jako součet Karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb.	400 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	sušené brambory	200 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	vaječné výrobky	200 (jako součet karnosolu a karnosolové

		kyseliny)
	žvýkačky	200 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	mléko v prášku pro použití v prodejních automatech	200 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	koření a ochucovadla	200 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	zpracované ořechy	200 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	dehydrované polévky a vývary	50 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	sušené maso	150 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	masné a rybí výrobky, kromě sušeného masa a sušených masných výrobků	150 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny) vyjádřeno na tuk
	sušené masné výrobky	100 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
	potravinářská aromata	1000 (jako součet

			karnosolu a karnosolové kyseliny)
		sušené mléko pro výrobu zmrzliny	30 (jako součet karnosolu a karnosolové kyseliny)
E 586	4-hexylresorcinol	čerství, zmrazení a hluboko zmrazení korýši	2 zbytkové množství v mase korýšů

Poznámka:

Pokud jsou galáty, TBHQ, BHA a BHT použity v kombinaci, musí být jejich jednotlivá množství úměrně snížena tak, aby jejich celkové množství nepřekročilo nejvyšší povolené množství.