

# Minimalizace rizik při tepelné sterilaci potravin

Irgl Lukáš

---

Bakalářská práce  
2017/2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav environmentální bezpečnosti  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Irgl**  
Osobní číslo: **L15365**  
Studijní program: **B3953 Bezpečnost společnosti**  
Studijní obor: **Řízení environmentálních rizik**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Minimalizace rizik při tepelné sterilaci potravin**

Zásady pro vypracování:

1. Specifikujte pojem potravina a jejich údržnost.
2. Popište použití a skladbu potravin při mimořádných událostech a krizových situacích. Zvláštní důraz položte na tepelně sterilované potraviny.
3. Přehledně charakterizujte technologii tepelně sterilovaných potravin v kontextu bezpečnostních rizik.
4. Na základě výsledků měření proveďte vyhodnocení modelového případu při výrobě tepelně sterilované potraviny.
5. Získané poznatky vyhodnoťte, diskutujte a formulujte závěry a doporučení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KYZLINK, Vladimír. **Základy konzervace potravin. 2., přeprac. vyd.** Praha: SNTL, 1980.

[2] INGR, Ivo. **Základy konzervace potravin. Vyd. 3., přeprac.** V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-110-4.

[3] VALÁŠEK, Pavel, ROP, Otakar. **CD Základy konzervace potravin – doplňkové texty k základnímu kurzu.** Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2007, 174 s. ISBN 978-80-7318-587-9.

[4] PIPEK, Petr. **Technologie masa I. a II., VŠCHT Praha 1995.**

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.**

Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání bakalářské práce:

**3. listopadu 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**15. května 2018**

V Uherském Hradišti dne 10. listopadu 2017



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
*děkan*



L.S.



doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.  
*ředitel*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE


Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti ..... 7.5. 2018

  
.....  
podpis studenta

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, jíž se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výisk práce k uchování ministerstvu.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídkne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.



## **ABSTRAKT**

Práce má za úkol přehledně charakterizovat sterilaci potravin s důrazem na tepelné zpracování a sterilaci potravin v kontextu bezpečnostních rizik a krizových situací. Při mimořádných událostech je potřeba správné skladby a použití potravin pro obyvatelstvo. Tato skladba potravin bude v práci popsána s důrazem na tepelně sterilované potraviny. Na základě teoretické části a výsledků v části praktické budu vyhodnocovat modelový případ při výrobě tepelně sterilované potraviny. Vyhodnocení a poznatky budu následně diskutovat a formuluji závěry a doporučení.

Klíčová slova: sterilace, potravina, konzervace, údržnost, riziko

## **ABSTRACT**

The aim of the work is to clearly characterize food sterilization with and emphasis on heat treatment and sterilization of food in the context of safety risks and crisis situations. Emergencies require proper composition and food usage for citizens. This composition of food will be described in the work with and emphasis on thermally sterilized food. Based on theoretical part and the results in practical part I will evaluate the model example which will be showing the process of heat sterilization. Then I will discuss the evaluations and formulate conclusions and recommendations.

Keywords: sterilization, food, preservation, maintenance, risk

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto formou poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlovi Valáškovu, CSc. za poskytnuté materiály, vstřícný a odborný přístup a vzácné rady, které mi pomohly k vypracování této práce.

Také děkuji mé rodině, přítelkyni a přátelům, kteří mi po celou dobu studia byli oporou a za jejich poskytnutou pomoc, rady a motivaci.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY.....</b>	<b>13</b>
1.1 HLAVNÍ SLOŽKY POTRAVIN.....	14
1.1.1 Bílkoviny (proteiny).....	14
1.1.2 Sacharidy (cukry).....	14
1.1.3 Lipidy.....	15
1.2 DALŠÍ SLOŽKY POTRAVIN.....	15
1.2.1 Vitamíny.....	15
1.2.2 Voda.....	16
1.2.3 Minerální látky.....	16
1.3 ÚDRŽNOST POTRAVIN.....	16
<b>2 ČINITELÉ OVLIVŇUJÍCÍ ÚDRŽNOST POTRAVIN.....</b>	<b>18</b>
2.1 MECHANICKÉ VLIVY.....	18
2.2 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLIVY.....	18
2.2.1 Vlhkost a teplota prostředí.....	18
2.2.2 Atmosférický kyslík.....	19
2.3 MIKROBIÁLNÍ VLIVY.....	19
2.3.1 Bakterie.....	20
2.3.2 Pravé houby.....	20
<b>3 KONZERVAČNÍ METODY.....</b>	<b>21</b>
3.1 PŘÍMÉ KONZERVAČNÍ METODY.....	21
3.1.1 Metody regulující četnost mikroorganismů.....	21
3.1.2 Metody regulující virulenci.....	22
3.2 NEPŘÍMÉ KONZERVAČNÍ METODY.....	22
3.2.1 Osmoanabióza.....	22
3.2.2 Xeroanabióza.....	23
3.2.3 Konzervace působením nízkých teplot.....	23
3.2.4 Chemoanabióza.....	23
3.2.5 Cenoanabióza.....	24
<b>4 STERILACE.....</b>	<b>25</b>
4.1 STERILACE ODPOROVÝM OHŘEVEM.....	25
4.2 STERILACE VYSOKOFREKVENČNÍM OHŘEVEM.....	25
4.3 PASTERACE.....	26
<b>5 TEPELNÁ STERILACE.....</b>	<b>27</b>
5.1 TECHNOLOGIE TEPELNĚ STERILOVANÝCH KONZERV – MASOVÉ KONZERVY.....	28
5.2 VÝROBA.....	29



5.2.1	Suroviny pro výrobu.....	29
5.2.2	Mělnění.....	29
5.2.3	Příprava díla.....	30
5.2.4	Plnění do obalů.....	30
5.2.5	Sterilace.....	30
5.2.6	Skladování konzerv.....	31
5.2.7	Zdroje rizik při výrobě tepelně sterilované konzervy.....	32
5.3	STERILAČNÍ REŽIM.....	34
5.4	METODY KONTROLY TEPELNÉ STERILACE.....	36
5.4.1	Přímky letality.....	36
5.4.2	Hodnota W.....	37
5.4.3	Termostatová zkouška.....	38
5.4.4	Inkubační sklad.....	39
<b>6</b>	<b>POTRAVINOVÉ DÁVKY TEP. STERILOVANÝCH POTRAVIN PŘI MIMORÁDNÝCH UDÁLOSTECH.....</b>	<b>40</b>
6.1	BDP.....	40
6.2	IMRE.....	40
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>INAKTIVACE ENZYMŮ.....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEPELNOU STERILACI.....</b>	<b>43</b>
8.1	Vliv vlhkosti.....	43
<b>9</b>	<b>VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI STERILAČNÍHO EFEKTU.....</b>	<b>45</b>
<b>10</b>	<b>PRAKTICKÉ STANOVENÍ HODNOTY W GRAFICKOU INTEGRACÍ.....</b>	<b>46</b>
10.1	VÝPOČET HODNOTY D PRO JABLEČNÝ KOMPOT.....	46
10.2	VÝPOČET HODNOTY W PRO JABLEČNÝ KOMPOT.....	50
10.3	VÝPOČET HODNOTY D PRO STERILOVANÉ ZELÍ.....	50
10.4	VÝPOČET HODNOTY W PRO STERILOVANÉ ZELÍ.....	53
10.5	DISKUZE.....	53
10.6	OPATŘENÍ A DOPORUČENÍ.....	54
<b>11</b>	<b>MORFOLOGIE MIKROORGANISMŮ.....</b>	<b>55</b>
11.1	MAKROSKOPICKÉ METODY.....	55
11.1.1	Růst mikroorganismů v tekutinách.....	55
11.1.2	Vzhled kolonií na pevné půdě.....	55
11.2	MIKROSKOPICKÉ METODY.....	56
11.2.1	Výpočet počtu mikroorganismů.....	56
<b>12</b>	<b>ZDROJE KONTAMINACE POTRAVIN.....</b>	<b>58</b>
<b>13</b>	<b>MIKROBIOLOGICKÉ VYŠETŘOVÁNÍ POTRAVIN.....</b>	<b>59</b>
13.1	STANOVENÍ SHIGATOXINŮ <i>ESCHERIA COLI</i> .....	60
13.2	<i>CLOSTRIDIUM BOTULINUM</i> .....	61

<b>14</b>	<b>FORMY MIKROBIÁLNÍHO ROZKLADU POTRAVIN.....</b>	<b>62</b>
14.1	PLESNIVĚNÍ.....	62
14.2	KVAŠENÍ.....	63
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>73</b>

## ÚVOD

Již od nepaměti si lidé všímali, že potraviny, nutné pro obživu podléhají nežádoucím změnám, které mění jejich kvalitu a trvanlivost. Lidé se snažili zabránit těmto nežádoucím změnám velmi dlouho a jejich techniky pro zvýšení trvanlivosti potravin se dědily z generace na generaci a každou generací se zdokonalovaly. Díky tomu dokážeme v dnešní době ochránit potraviny před nežádoucími změnami a zvýšit jejich dobu trvanlivosti na několik let.

Aktuální dění ve světě nás utvrzuje v tom, že důležitost konzervářského průmyslu je velice důležitá. Přírodní, ale i antropogenní mimořádné události se dějí všude ve světě a v takových chvílích je potřeba skladovat potraviny ve správné kvalitě po dlouhou dobu, aby i v krizové situaci mělo civilní obyvatelstvo obživu.

Nejpoužívanější metodou pro konzervaci potravin je tepelná sterilace. Vzhledem k důležitosti konzervářského průmyslu je nutné brát velký ohled na možnost rizik, které mohou při procesu vzniknout. Je nutné dělat preventivní opatření a mnoho kontrol tepelné sterilace, protože se jedná o konzervaci mnoha potravin pro celé obyvatelstvo. Obyvatelstvo má málo informací o tom, jaké problémy jim může kontaminovaná potravina způsobit a proto konzervářskému průmyslu musí věřit.

Cílem práce je tedy stručně popsat konzervářský průmysl, jeho nejpoužívanější metodu a vyjmenování kontrolních mechanismů při procesu.

Nejdříve bude v práci popsána skladba potravin. Následně budou rozděleny a charakterizovány všechny konzervační metody. Dále bude popsána tepelná sterilace a možnost vzniku rizik při procesu. Budou charakterizovány metody kontroly tepelné sterilace, aby se předešlo změnám v nutričních vlastnostech potraviny a tím pádem byly obyvatelům vyráběny v té nejlepší kvalitě. V praktické části budou vytvořeny názorné příklady kontrolní metody při tepelné sterilaci. Příklady budou porovnány a diskutovány.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY

*Výživa* je hlavní podmínkou existence živých organismů. Zahrnuje soubor fyziologických a biochemických pochodů, kterými organismus z vnějšího prostředí přijímá a zužitkovává látky pro svůj život nezbytné. Podle způsobu výživy a vlastností přijímaných látek z vnějšího prostředí dělíme organismy na autotrofní a heterotrofní. [1]

Potravu určenou k lidské výživě nazýváme *poživatiny*. Ty se dále dělí na *potraviny*, které obsahují látky nutné pro výživu – mají tedy určitou energetickou a nutriční hodnotu a na *pochutiny*. Pochutiny nemají velkou energetickou ani nutriční hodnotu, avšak jsou svým vzhledem a vůní velice lákavé. Poživatiny, které mají vlastnosti potravin i pochutin se označují jako *lahůdky*. Jako zvláštní skupina se někdy uvádí *nápoje*. Mají za úkol přivést do organismu vodu. Potraviny, které byly nějakým způsobem upraveny se nazývají *pokrm*. Soubor denních jídel je *strava*. Skladba stravy by měla být taková, aby zajišťovala existenci, stavbu, obnovu a ochranu organismu. *Výživová hodnota stravy* udává zda je strava vhodná. O výživové hodnotě stravy nebo jednotlivých potravin rozhodují *živiny*, které jsou v nich obsaženy. [1]

Živiny se dělí na:

- hlavní živiny – bílkoviny (proteiny), cukry (sacharidy) a tuky – tyto živiny dodávají organismu energii,
- esenciální (pro život nezbytné) faktory – látky, které si člověk nemůže sám vyrobit, ale musí je přijímat z vnějšího prostředí. Jde zejména o vitaminy a minerální látky. K esenciálním faktorům patří také některé složky živin – např. esenciální aminokyseliny v bílkovinách a esenciální mastné kyseliny v tucích.

Výživová hodnota potravin je dána jejich energetickou a biologickou hodnotou. *Energetická hodnota* poukazuje na množství energie v kJ, které je schopna potravinu organismu dodat. Zjišťuje se spálením v kalorimetru nebo ji lze určit výpočtem. K výpočtu je nutné znát obsah hlavních živin v potravině. Vychází se z toho, že 1 g tuku uvolní 39 kJ energie, 1 g bílkovin 17 kJ energie a 1 g sacharidů také 17 kJ energie. *Biologická hodnota* ukazuje kvalitu potravinu a to hlavně z hlediska obsahu esenciálních faktorů. Tato složka se vyjadřuje obtížně a proto je ve většině případů vztažena na některou složku výživy (bílkoviny, vitamín C apod.). [1]

## 1.1 Hlavní složky potravin

Úlohou výživy není pouze dodávání energie organismu, zajištění jeho obnovy a budování jeho tkání. Dalším důležitým úkolem je zabezpečení proti různým infekcím i jiným pochodům, které ohrožují existenci organismu. Mezi ochranné složky patří bílkoviny, vitamíny, minerální látky, voda a dodatečně tuky a sacharidy. [1]

### 1.1.1 Bílkoviny (proteiny)

Bílkoviny jsou organické látky, jejichž makromolekuly jsou tvořeny řetězci aminokyselin. Aminokyseliny jsou organické kyseliny, které ve své molekule obsahují nejméně jednu aminovou skupinu ( $-NH_2$ ). V bílkovinném, tzv. peptidovém řetězci jsou aminokyseliny navzájem vázány peptidovou vazbou ( $-CO-NH-$ ).

Bílkoviny se dělí na jednoduché a složené. Jednoduché bílkoviny obsahují v peptidovém řetězci pouze aminokyseliny. Složené bílkoviny mají mimo aminokyseliny i další látky. Chemicky jsou proteiny složeny z nerozvětvených peptidových řetězců o určitém neměnném a pro daný protein charakteristickém pořadí aminokyselin, která se podle návrhu Linderstrøma-Langa nazývá primární struktura proteinu. Některé bílkoviny jsou rozpustné ve vodě, jiné zase v roztocích soli a některé jsou zcela nerozpustné. Přirozené vlastnosti bílkovin se mohou změnit denaturací, což je nevratná změna ve struktuře bílkovinné molekuly. Avšak změny nepostihují složení a pořadí aminokyselin v peptidovém řetězci. Denaturaci může způsobit záhřev na vyšší teplotu či působení jiných látek. [1-2]

### 1.1.2 Sacharidy (cukry)

Jedná se o nejrozšířenější složku potravy. Jsou to organické sloučeniny uhlíku, vodíku a kyslíku. Sacharidy jsou vytvářeny cukernými jednotkami. Chemickým složením jsou sacharidy polyhydroxyaldehydy nebo polyhydroxyketony nejméně se třemi alifaticky vázanými uhlíkovými atomy. Vznikají v zelených rostlinách při fotosyntéze. Vytvářejí těla rostlin (celulóza) a jedná se o zásobní látky (glykogen, škrob).[1-2]

Sacharidy se dělí na monosacharidy, disacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Monosacharidy jsou jednoduché cukry. Jedná se o jednu samostatnou cukernou jednotku. Nejdůležitější z nich jsou glukóza, fruktóza a galaktóza. Ze dvou molekul monosacharidů se vytvoří disacharid čili sacharid tvořený spojením dvou monosacharidů. Oligosacharidy jsou tvořeny 2 až 10 cukernými jednotkami.[1-2]

Polysacharidy jsou tvořeny více jak 10 cukernými jednotkami. Nejrozšířenějším polysacharidem v přírodě je celulóza. Vyztučuje stěny rostlinných buněk a je tím pádem stavebním materiálem rostlin. Člověk nedokáže celulózu strávit. K důležitým polysacharidům patří ještě škrob a glykogen. [1-2]

### 1.1.3 Lipidy

Lipidy jsou skupina chemicky nespojitelných látek, která je definovaná společnou fyzikální vlastností, kterou je nerozpustnost ve vodě a zároveň rozpustnost v organických rozpouštědlech. Hlavní stavební složkou lipidů jsou vyšší mastné kyseliny. Chemicky se jedná o deriváty mastných kyselin jednosytného nebo trojsytného alkoholu – glycerolu. Často se k lipidům přiřazují i jiné netěkavé lipofilní látky (dříve nazývané lipoidy). Jsou to organické kyseliny s otevřeným a většinou nerozvětveným řetězcem. K nejdůležitějším lipidům patří tuky a oleje. [1-2]

## 1.2 Další složky potravin

Mezi ostatní výživové složky patří vitamíny, voda a minerální látky.

### 1.2.1 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny různého chemického složení, které jsou nezbytné pro život organismu. Jedná se o organické exogenní esenciální biokatalyzátory heterotrofních organismů. Organismus samotný si je, ale nedokáže sám vyrobit a proto je musí přijímat potravou. Některé vitamíny produkuje střevní mikroflóra. Vitamíny nejsou stavebním materiálem ani zdrojem energie, ale jedná se o katalyzátory biochemických reakcí tj. urychlují biochemické procesy v těle. Jsou nutné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka.[1-2]

Jsou označovány velkými písmeny a dělí se na rozpustné v tucích (vitamín A, D, E, K) a rozpustné ve vodě (C, B-komplex). Při nedostatku některého z vitamínů dochází k hypovitaminóze a pokud zcela vitamín chybí jedná se o avitaminózu. Nadbytku vitamínů se říká hypervitaminóza a může být škodlivá u vitamínů A a D. Při technologických procesech a kuchyňské úpravě potravin dochází k jejich ztrátě. Proto technologické postupy výroby potravin musí být vedeny tak, aby co nejvíce vitamínů zůstalo zachováno. [1-2]



### 1.2.2 Voda

Stálou složkou všech tkání a orgánů v organismu je voda. Tvoří 60 až 70 % hmotnosti organismu. Voda je nezbytná pro přeměnu látek i energie v organismu. Již při ztrátě 2 % tělesné tekutiny dochází k pocitu žízně. Voda je dále prostředím pro většinu reakcí v živém organismu a proto ve většině případů katalyzuje biochemické reakce potravy a usnadňuje jejich kažení. Dále se dělí na vodu volnou a vázanou. K vodě volné počítáme vody spodní, povrchové a vlhkost vzduchu. Voda vázaná má vazby fyzikální (sorpce a kapilární síly) a chemické. Voda v potravinách se také nalézá ve formě volné i vázané. Obsahem vody se mohou potraviny lišit, a proto je dělíme na potraviny s vysokým, středním a malým obsahem vody. [1-3]

### 1.2.3 Minerální látky

Jsou prvky obsažené v jejích popelu. Minerální látky včetně prvků stopových jsou integrujícími složkami všech živých organismů. Proto se s nimi setkáváme ve všech potravinách rostlinného i živočišného původu. Většinou zaujímají 0,5 až 3 hmotnostní procenta potravin. Dělí se na:

- Majoritní prvky (makroelementy) - v potravinách se vyskytují ve větším množství. Do této skupiny patří sodík, draslík, hořčík, vápník, chlór, fosfor a síra.
- Minoritní prvky – v potravinách se nevyskytují ve velkém množství. Jedná se například o železo nebo zinek.
- Stopové prvky (mikroelementy) – vyskytují se v potravinách ve velmi malém množství. Z potravinářského hlediska jsou důležité hlavně hliník, arzén, kadmium, kobalt ad. [1-2]

## 1.3 Údržnost potravin

Novodobé poznatky z přírodních věd a zkušeností denního života nás přesvědčují o tom, že život je stálým proudem změn regulovaných živou hmotou organismů. Při tom se jedná o vzájemně se prolínající a doplňující reakce různě utvářených, a tedy i různě reaktivních látek.

O jednotlivých procesech ani jednotlivých organismech nemůžeme uvažovat jako o jednotkách izolovaných z prostředí pokud chceme dojít k oprávněnému úsudku. Jejich projevy a procesy je třeba pozorovat a hodnotit jako výsledek akcí a reakcí vůči jiným

organismům. Pokud připočítáme vlivy vlhkosti, teploty, a jiných neživých činitelů musí se tyto projevy hodnotit jako výsledek souhry organismů s prostředím. Jinak řečeno prostředí svým působením na potravinu vytváří vliv na její údržnost tj. její trvanlivost. [4]

Údržnost potravin se odvíjí od čtyř základních principů:

*Eubióza* je princip založen na přirozeném protimikrobiálním stavu živého organismu. V takovém stavu je surovina, pokud je neoddělitelnou součástí rostlinného nebo živočišného těla (plod stromu),

*Hemibióza* je princip, kdy biologický život byl již ukončen, ale biochemické reakce v něm stále pokračují a svými projevy brání mikrobiálnímu kažení (sklizeň). Tato odolnost může být různá podle druhu suroviny a její odrůdě,

*Abióza* je princip působící přímo proti mikroorganismům. Mikroorganismy se tím pádem buď inaktivují, odstraňují, případně se snižuje jejich virulence. Jedná se o záměrně vyvolaný a uplatňovaný princip,

*Anabióza* je princip, který se snaží upravit podmínky prostředí tak, aby byly pro mikroorganismy krajně nežádoucí, aniž by došlo k jejich usmrcení. [4- 6, 8]

## 2 ČINITELE OVLIVŇUJÍCÍ ÚDRŽNOST POTRAVIN

Potraviny jsou neustále v kontaktu s různými činiteli v prostředí, které mohou ovlivnit jejich trvanlivost. Kromě biochemických procesů, které v potravinách probíhají zde sehrávají svou nezaměnitelnou úlohu i vnější vlivy, které se rozdělují do tří hlavních skupin:

- mechanické vlivy
- fyzikálně chemické vlivy
- mikrobiální vlivy

Mezi nejrozsáhlejší patří mikrobiální změny potravin, které se ještě dále rozdělují na nežádoucí, ale i užitečné. Těchto mikrobiálních změn potravin lidstvo využívá již od historie v přípravě potravin, jako jsou kvasné procesy, pivovarství, kvašení zeleniny aj. V konzervaci potravin se však zabýváme především nežádoucími změnami potravin a obranou proti nim. [4-6]

### 2.1 Mechanické vlivy

Jedná se o druhy poškození, kdy je mechanickým vlivem pozměněn tvar suroviny, čímž se mohou spustit další chemické či mikrobiální vlivy. Je to například pomačkání, pád na zem či poškození suroviny při jejím dodání nebo vlastním zpracování. K eliminaci těchto vlivů se používají různé ochrany proti škůdcům, někdy stačí vyšší opatrnost při manipulaci. [4-6]

### 2.2 Fyzikálně chemické vlivy

Mnoho chemických reakcí závisí na teplotě, vlhkosti, prostředí ve kterém se potravina nachází a na enzymové aktivitě, která je závislá na pH.

#### 2.2.1 Vlhkost a teplota prostředí

Voda je základní podmínkou pro biochemické reakce. Proto vlhké, vodnaté nebo ve vlhku uložené suroviny jsou více náchylné na různé biochemické reakce než suroviny suché a uložené v suchu. Tohle ovšem nelze zevšeobecnit. Vždy záleží na skladovacích podmínkách a na typu výrobku. Podle toho se určuje v jakém prostředí ji bude nejvhodnější konzervovat. Na vlhkost jsou nejvíce náchylné právě suché a sušené potraviny, ale také potraviny v papírových či plechových obalech, protože u nich jsou právě nežádoucí změny

brzděny sníženým obsahem vlhkosti. Vlhkost skladované suroviny je vždy v rovnováze s vlhkostí skladovacího prostředí, což může vést ke zvýšení vlhkosti skladovaného zboží a následné náchylnosti k urychlení nežádoucích procesů, měnících barvu, chuť či konzistenci. [4-6]

Teplota prostředí má značný vliv na chemické a mikrobiální procesy. Ty se můžou při určitých teplotách snižovat či zvyšovat. Při běžné teplotě dochází k barevným změnám, oxidačním změnám atp., způsobující změnu jakosti potraviny. Tomu je možné se vyhnout např. nízkými teplotami. Proto je vhodné některé potraviny skladovat v chladném prostředí (0°- 4°C). Díky tomu se vytvoří nepříznivé podmínky pro vývoj mikroorganismů, které mohou za nepříznivé změny na potravinách. [4-6]

### 2.2.2 Atmosférický kyslík

Atmosférický kyslík vyvolává mnohé enzymové i jinak katalyzované oxidační reakce, které mohou vést k nežádoucím změnám barvy, chuti a vůně potravin. V živé tkáni mohou vznikat tyto procesy vlivem atmosférického kyslíku jen v malé míře, protože je v tzv. „fyziologické rovnováze“. Jakmile je ovšem tato tkáň porušena, dochází k rychlému rozvoji reakcí, které vyvolávají nežádoucí změny a snižují jakost potravin. Množství kyslíku, které se rozpustí za normálních podmínek může u mnoha druhů ovoce stačit k rozsáhlému odbarvení anthokyanů nebo také ke zřetelnému zbarvení tříslovin. Také může docházet k úplné oxidaci kyseliny L-askorbové. V konkrétních případech je rychlost a kvalita oxidačních procesů dána specifickými vlastnostmi potraviny. [4-6]

## 2.3 Mikrobiální vlivy

Mikroorganismy mají největší podíl na rozklad potravin. Takový druh rozkladu se projevuje různě, např. změnou čírosti kapalin, konzistence, barvou, chutí, vznikem tepla, tvorbou plynů apod. Také se mohou změnit smyslové vlastnosti i látkové složení potravin. Ovšem všechny mikrobiální procesy nejsou nežádoucí, naopak některé konzervářské technologie využívají těchto procesů (mléčné a ethanolové kvašení). [5-7]

### 2.3.1 Bakterie

Bakterie, které se v konzervárenství výrazně uplatňují, jsou většinou z řádu *Eubacteriales*. Mají kulovitý nebo tyčinkovitý tvar, jsou grampozitivní i gramnegativní. Jejich charakteristickým znakem je schopnost vytvářet v příznivém prostředí odolná stádia (spory), která umožňují přežít i nepříznivé podmínky v prostředí.

Spory jsou fyziologicky suché a proto velmi odolné proti vnějším vlivům. Charakteristickou vlastností většiny bakterií je to, že vegetativní formy nesnášejí kyselé prostředí a zvýšený osmotický tlak, zatímco spory jsou vůči těmto vlivům odolné. [5-6]

### 2.3.2 Pravé houby

V konzervárenské praxi se dělí na plísně a kvasinky, které se od sebe liší nároky na prostředí a svou odolností vůči technologickým zákrokům. Jejich společným znakem je schopnost vegetovat v kyselých prostředích s převahou sacharidů a také schopnost přizpůsobit se teplotním podmínkám prostředí. [5-6]

Plísně mají charakteristické bělavé, rozvětvené podhoubí, které v pozdějších stádiích produkuje spory. Plísně jsou aerobní, nenáročné na přítomnost živin, a proto přizpůsobivé na různá prostředí.

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy tvořené cytoplazmou, jádrem a dalšími buněčnými útvary. Je obalena cytoplazmatickou membránou polysacharidového typu. Rozmnožují se dělením, pučením nebo sporulací. Jsou náročnější na živiny než plísně, vyžadují kyselé prostředí a přítomnost kyslíku. [5-6]

### 3 KONZERVAČNÍ METODY

Konzervace je úmyslný zákrok, který prodlouží skladovatelnost potravin než dovoluje jejich přirozená údržnost. Jak již bylo řečeno, potraviny jsou nejvíce náchylné na činnosti mikroorganismů a znemožněním tohoto vlivu chráníme potraviny před většinou ostatních škodlivých vlivů. Proto se při rozdělování konzervačních metod bere největší ohled na jejich protimikrobiální účinnost.

Intenzita rozkladných procesů závisí na virulenci, počtu mikroorganismů a na odolnosti prostředí:

$$R (\text{rozklad}) = \frac{\text{virulence} \cdot \text{počet mikroorganismů}}{\text{odolnost prostředí}} \quad (1)$$

Je-li jmenovatel vyšší než číselník, rozklad nemůže nastat nebo může být velmi pomalý. Konzervační metody v praxi zmenšují nebo úplně inaktivují činitele uvedené v číselníku, nebo naopak zvyšují hodnotu jmenovatele. [4-5,7]

#### 3.1 Přímé konzervační metody

Metody, které ve vzorci intenzity rozkladných procesů regulují četnost mikroorganismů a jejich virulenci.

##### 3.1.1 Metody regulující četnost mikroorganismů

###### 1. Odstředování

Neboli baktofugace, se osvědčila hlavně v sýrařství a mlékárenství. Využívá rozdílu hustoty kapaliny a hustoty mikrobiálních spor, které jsou v kapalině obsaženy k tomu, aby je odtud rychle vyloučila odstředivou silou. Je významná zvláště na spolurující mikroorganismy a hlavním cílem je úplné odstranění veškerých mikroorganismů schopných vegetace.

Postupuje se tak, že se mléko předeřeje na 65 – 75 °C, čímž se usnadní vylučování spor. Následně se mléko nechá protékat speciální centrifugou, kde na něj působí odstředivé zrychlení. Za těchto podmínek se mléko rozdělí na 97 % čistého mléka a na 3% zbytek se spory. [4-6]

2. Při mikrobiální filtraci se zpracovávaná kapalina vede odstředujícím filtrem, kde se zachytí mikroorganismy. Je-li filtrace provedena správně, a zabrání se další kontaminaci, kapalina nemůže znovu podlehnout rozkladu.

Mikroby se ve filtrech zachycují buď tak, že neprojdou úzkými póry filtru, nebo adsorpcí na kladně nabitou hmotu filtru. [5-6]

### 3.1.2 Metody regulující virulenci

1. Radiokonzervace

Po velkém rozšíření poznatků o účincích ionizovaného záření a o jeho nových, levných zdrojích se léta zkoumají možnosti prodloužení potravin ozařováním. Vhodně zvolené dávky ionizujícího záření usmrcuje mikroby, a to prakticky současně ve všech vrstvách materiálu. [4]

## 3.2 Nepřímé konzervační metody

Metody, které regulují ve vzorci intenzity rozkladných procesů odolnost prostředí.

### 3.2.1 Osmoanabióza

Jedná se o konzervační metodu, která zvyšuje osmotický tlak v potravině pomocí přídavku vhodné osmoaktivní látky. Nejčastěji se používá sacharóza (řepný cukr) a NaCl (chlorid sodný – kuchyňská sůl).

1. Konzervace cukrem

Vysoce koncentrovaný cukerný roztok je prostředí, které je zcela nevhodné pro život mikroorganismů. Čím vyšší je koncentrace cukru, tím se více zastavuje rozvoj mikrobů a spory přestanou klíčit. Při velmi vysoké koncentraci dochází k usmrcování mikroorganismů.

2. Konzervace kuchyňskou solí

Zde se využívá vysokého osmotického tlaku NaCl ve vodných roztocích. Při velmi vysokých koncentracích soli může dojít u nehalofilních mikroorganismů až k jejich usmrcení. Na sůl jsou zejména citlivé patogenní bakterie. Např. *Clostridium botulinum*, vytvářející toxickou látku botulin. [5-6]



### 3.2.2 Xeroanabióza

Voda je nezbytnou podmínkou pro vznik života mikroorganismů a také se jedná o katalyzátor biochemických reakcí. Zbavováním potravin vody se zhorší životní podmínky mikroorganismům. S postupným vysušováním se mikroorganismy přestanou množit. Tato konzervace je založena na tom, že se odejme takové množství vody, aby její zbytek již nemohl být dostačující pro rozvoj mikroorganismů. [5-6]

Nesmí ovšem dojít k přesušení. Přesušené potraviny ztrácejí schopnost nabobtnat před vlastním použitím. Při odnímání vody se více koncentrují rozpuštěné látky a zvyšuje se rychlost vzájemných interakcí a projevují se nežádoucí nemikrobiální změny. [5-6]

### 3.2.3 Konzervace působením nízkých teplot

Konzervační principy při konzervaci potravin nízkými teplotami se rozdělují na:

Psychroanabiózu – spodní hranice teploty je bod mrznutí potravin,

Kryoanabiózu – spodní hranice teploty je hluboko pod bodem mrznutí potravin.

Chlazení potravin není v zásadě obecně považováno za konzervační metodu, ale spíše jako zásah nebo opatření, které umožňuje dosáhnout krátkodobé uchovatelnosti neúdržných potravin v rozsahu několika dnů.

Zmrazování potravin je naopak konzervační metoda v plném smyslu slova a zvyšuje uchovatelnost potravin na měsíce a nebrání-li tomu jiné okolnosti, pak i na roky. [5-6]

Nízké teploty celkově snižují rychlost biochemických reakcí mikroorganismů a látkových systémů vůbec. Ochlazená potravina je tedy nežádoucím prostředím pro mikroorganismy, které však nemusí být inaktivovány natrvalo. Při hlubokém ochlazení potravin se z jejího kapalného podílu tvoří led a proto je při zmrazování potravina fyziologicky suchá, takže mikrobiologické procesy se v ní zastavují. Při chlazení se snižují. [4-7]

### 3.2.4 Chemoanabióza

U chemické konzervace nedochází k úplnému usmrcení mikrobů, ale pouze zastavuje jejich množení a více či méně inaktivují i jejich jiné životní funkce a to podle druhu mikrobů, druhu použitého chemického činidla a podle vnějších podmínek, které na činidlo působí. [4]

### 3.2.5 Cenoanabióza

Při cenoanabióze vznikají konzervační činidla biologickou cestou. Nejčastěji to bývá ethanol nebo organické kyseliny. Vždy se jedná o produkty mikrobiálního kvašení potravin. Vzniklé konzervační látky zastavují na delší dobu vegetaci mikroorganismů, ale ne vždy je usmrcují. [5-6]

Uplatňují se dva druhy biologické konzervace:

*Ethanolové kvašení* - Jedná se o přeměnu cukru, rozpuštěného ve kvasící tekutině, kvasinkami na ethanol a oxid uhličitý. Podle sumární rovnice:



(2)

Cukerné roztoky jsou vhodným prostředím pro kvasinky, které produkují ethylalkohol. S rostoucí koncentrací ethanolu se postupně zastavují životní funkce jednotlivých mikroorganismů. [5-6]

*Mléčné kvašení* - Některé potraviny obsahující cukry mohou podlehnout mléčnému kvašení, které může být nežádoucí (zkysnutí mléka), ale i žádoucí (výroba kysaných mléčných výrobků). Mléčné kvašení je proces, v němž bakterie mléčného kvašení vytvářejí z cukru kyselinu mléčnou, která má inhibiční účinek na nežádoucí mikroorganismy. [5-6]

## 4 STERILACE

Jedná se o proces probíhající při teplotách vyšších než 100 °C. Vede k inaktivaci vegetativních forem mikroorganismů a také většiny bakteriálních spor. Jakmile se inaktivují všechny formy přítomných mikroorganismů, dosáhne se tzv. absolutní sterility produktu, která, ale není kvůli vysokému teplotnímu namáhání běžná a využívá se spíše k mikrobiologickému vyšetření, u lékařských nástrojů atd. [9]

V potravinářství se využívá spíše tzv. praktická sterilita, kdy dojde ke snížení mikrobiální kontaminace na takovou úroveň, aby zaručovala jeho zdravotní nezávadnost. Což znamená, že produkt sice není sterilní, ale přítomné mikroorganismy nemohou v tak malém počtu ohrozit produkt. [9]

Sterilace zahříváním je velmi obvyklý, pohodlný a osvědčený způsob konzervace potravin. Nevyžaduje nákladné investice a lze ji aplikovat v mnoha variantách.

### 4.1 Sterilace odporovým ohřevem

Při sterilaci odporovým ohřevem se využívá tepla, které se vyvine při průchodu elektrického proudu vodičem, jímž je sterilovaný materiál. Hodí se pouze pro neviskózní, vysloveně kyselé potraviny. K vývoji tepla se využívá střídavý proud, jelikož stejnoměrný proud by ovocnou šťávu rozkládal. Smrtící účinek zahřívání na mikroorganismy je obdobný jako u běžných záhřevů. [5]

Je velmi důležité dodržování bezpečnostních zásad, během elektroinstalace se nikdo nesmí dotýkat nádoby ani přístroje. [5]

### 4.2 Sterilace vysokofrekvenčním ohřevem

Na rozdíl od odporového ohřevu elektrickým proudem je možné zahřívát podstatně rychleji vysokofrekvenčním ohřevem a to dielektrickým nebo elektrodočným. [5]

Dielektrický ohřev má dvě možné modifikace ovšem obě se zásadně liší. První modifikace využívá toho, že dipóly látkových složek potravin mají snahu měnit v rytmu frekvence svou orientaci a takto dochází k molekulárnímu tření a niternému ohřevu potraviny. Dielektrický ohřev se děje v celé hmotě materiálu. [5]

K rozšíření mikrovlnného ohřevu dochází u nás až v osmdesátých letech a uplatnění našlo v domácnostech a v podnicích společného stravování k ohřevu hotových pokrmů, nikoli ve výrobě potravin. Mikrovlnný ohřev je rozdílný v rychlosti časového vývoje

lokálních teplot v ohřivaném materiálu. Teplo je generováno přímo v potravine jako důsledek absorbování mikrovlnného záření, které proniká do hloubky potraviny. [5]

### 4.3 Pasterace

Pasterace je tepelné ošetření potravin záhřevem, obvykle při použití teplot do 100 °C. Jedná se o usmrčení jen vegetativní formy mikroorganismů. Většinou slouží ke stabilizaci surovin, nebo k prodloužení trvanlivosti. [9]

Pasterací se vyrábějí tzv. polokonzervy, které mají údržnost nejvýše 6 měsíců. Polokonzervy jako takové nesplňují požadovaný sterilační účinek, proto se mohou skladovat pouze při nižších teplotách a kratší dobu, která je uvedena výrobcem na obale. Důvodem kratší doby skladování je častější výskyt bakteriálních spor a termorezistentních bakterií, které se při nízkém sterilačním účinku nezničí. Použitá teplota je odvislá od charakteru a vlastnosti suroviny resp. potraviny, kdy například smetana pro vysoký obsah tuku má nižší tepelnou vodivost a proto je nutné při pasteraci užít vyšší teploty. [9]

V praxi rozeznáváme řadu pasteračních postupů o různých modifikacích a názvech. Např. šetnou pasteraci mléka na výrobu sýrů s teplotním rozmezím (72 – 75 °C) po několik sekund. [8]

## 5 TEPELNÁ STERILACE

Tepelná sterilace se využívá pro inaktivování mikroorganismů, které jsou v potravině obsaženy. Jakmile teplota zahřívání potravin přesáhne teplotní maximum mikroflóry, která v potravině žije, prostředí pro tuto mikroflóru přestane být prospěšné a mikroflóra začne hynout. Jakmile se zahříváním potravin dosáhne trvalé inaktivace všech forem mikroorganismů, které zde mohou vegetovat, můžeme potraviny považovat za sterilované. [4]

Výše teploty a doba, ve které je možno mikroorganismy zahříváním inaktivovat se mění na základě prostředí jiných činitelů. Mění se např. podle povahy prostředí, podle druhu nebo kmene mikrobů, vliv vlhkosti, kyselosti prostředí mikrobů... [4]

Jakmile chceme usmrtit vegetativní stádia určitých mikroorganismů nikoliv inaktivovat spory, mluvíme o tzv. pasteraci, ale takto tepelně zpracované potraviny mají omezenou uchovatelnost. V praktickém životě si s pasterovanými potravinami vystačíme obzvláště, když jsou dále kombinované s dalším konzervačním zákrokem nebo opatřením (balení v ochranné atmosféře, skladování v nízkých teplotách). [4]

Technické provedení termosterilace je velice rozmanité, závisí na druhu potravin, na jejím skupenství, kyselosti, kvalitě, na velikosti kusů potravin atd. Vzhledem k tomu, že nelze úplně zničit všechny kontaminující organismy, je třeba určit a navrhnout provozní stupeň sterility. Sterilace normálním zahříváním se provádí dvěma způsoby, ale zařízení a technika provedení bývá různorodá: [5]

1. Potravina se naplní do obalu, v němž se hermeticky uzavře (vzduchotěsnost) a zahřívá se tak, aby se usmrtily všechny přítomné organismy a spory, které by se mohly v náplni obalu začít množit, [5]
2. Potravina se zahřívá mimo obal a asepticky (zbavený choroboplodných zárodků) se plní do sterilních obalů, ty se po naplnění asepticky uzavírají a nezahřívají, ale naopak chladí. [5]

V praxi se pro termosterilaci nejvíce využívají tato zařízení:

- průtokové sterilátory (trubkové nebo deskové)
- periodicky pracující sterilátory kyselých balených potravin (sterilační vany, skříňové a sprchové sterilátory...)
- speciální trubkové sterilátory pro bleskovou sterilaci [5]

Dále se z technologického hlediska při konzervaci teplem rozdělují potraviny na:

- kyselé -  $\text{pH} < 4$ ; steriluje se do  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (okurky, kompoty, džusy ...)
- středně kyselé -  $\text{pH} 4 - 6,5$ ; steriluje se nad  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (zeleninové protlaky, zeleniny v mírně kyselých nálevech ...)
- nekyselé -  $\text{pH} > 6,5$ ; steriluje se nad  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), (hotová jídla, cestovní občerstvení ...) [10]

Kyselé potraviny se tepelně sterilují nejjednodušeji, protože v kyselých prostředích vegetují mikroorganismy, které jsou citlivé na teplotu a hynou během krátké doby při teplotách od  $60$  do  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Plísně se ničí teplem velmi snadno. Je však nutné zajistit vodnaté prostředí, protože plísně jsou obtížně smáčitelné. V praxi se plísně vyskytují pouze v hotových výrobcích a to na tak dlouho, dokud nespotebují zbylý kyslík. [7]

Nekyselým nebo málo kyselým potravinám je potřeba dávat velkou pozornost. V nekyselých nebo málo kyselých potravinách se vyskytuje velké spektrum různých druhů sporotvorných i nesporotvorných organismů. Obzvláště nebezpečné jsou sporotvorné anaerobní termofilní mikroorganismy. [7]

## 5.1 Technologie tepelně sterilovaných konzerv – masové konzervy

První zmínky o konzervě, která byla stabilizována teplem a podobala se té dnešní, je z konce 18. století, kdy Nicolas Appert plnil jídlo do lahví pro napoleonskou armádu. Uzavíral je korkovými zátkami a ohříval ve vroucí vodě. Zapsal se tedy do dějin jako objevitel konzervace potravin teplem, ale nebyl jejich vynálezce. Vynálezcem se až Peter Duran, který roku 1810 jako první použil na uchování potravin nádobu z pocínovaného plechu – konzervu. [9]

Podle vyhlášky č. 326/2001 Sb., konzervou rozumíme výrobek, který je neprodyšně uzavřený v obalu a sterilovaný, dále polokonzervu jako výrobek neprodyšně uzavřený v obalu a pasterovaný. Mezi výhody konzerv mimo jiné patří: [10]

- dlouhodobá údržnost a bezpečnost v neotevřeném a nepoškozeném stavu,
- jednoduché skladování,
- snadný transport a distribuce na dlouhé vzdálenosti. [10]

Díky takovým vlastnostem se stávají ideálními pro:

- vytváření hmotných rezerv,
- zajištění nouzového stravování obyvatelstva při mimořádných událostech a krizových situacích,
- stravování účastníků při misích a expedicích. [10]

## 5.2 Výroba

Obecně je výroba založena na principu hermetického uzavření potraviny do obalu a následné tepelné inaktivaci enzymů, mikroorganismů a spor. Aby bylo možné konzervy dlouhodobě skladovat i při pokojové teplotě. Používají se vysoké sterilační teploty. Zároveň, ale mají tyto teploty vliv na vlastnosti a kvalitu konzervované potraviny. Konzervy musí být tepelně ošetřeny ve všech částech na teplotu, jejíž účinky odpovídají účinkům teploty 121 °C, působící nejméně po dobu 10 minut.

Masové konzervy se vyrábějí na míchárenských linkách. Míchárenská linka je pojem zahrnující technologické operace jako přípravu masa, jeho zrnění, rozměňování, míchání a plnění masa do obalů. Samotný pracovní postup vyžaduje důkladnou přípravu, materiál, plechovky, čisté potřebné nářadí a dobře organizovaný průběh výroby. Důležitá je také čistota pracujících osob a masa aj. Musí se dbát na čerstvost masa a výběr suroviny. [11]

### 5.2.1 Suroviny pro výrobu

Při konzervování je nutné používat suroviny po všech stránkách nejlepší jakosti. Maso musí být minimálně mikrobiálně kontaminované, jakostně vytríděné a vychlazené. Je třeba brát ohled na méně údržné suroviny jako droby, ořezy aj. Péči vyžadují i přísady, které mohou zanechat mikroorganismy do produktu. Sterilační teploty sice přítomné organismy zničí, ale čím vyšší je kontaminace surovin, tím vyšší je riziko jejich přežití. [11]

### 5.2.2 Mělnění

Většina masných výrobků je vyrobeno z několika druhů rozmělněného masa, smíchaného s kořením. Dochází k přímému řezání, strouhání, hnětění a drcení masa. Při mělnění dochází ke zmenšení masa na kousky až mikroskopické částice. Mícháním a mělněním masa dochází k vyrovnání jeho chemických vlastností. Mezi nejčastější mělnicí



zařízení patří řezačky a kutry. [11,12]

### 5.2.3 Příprava díla

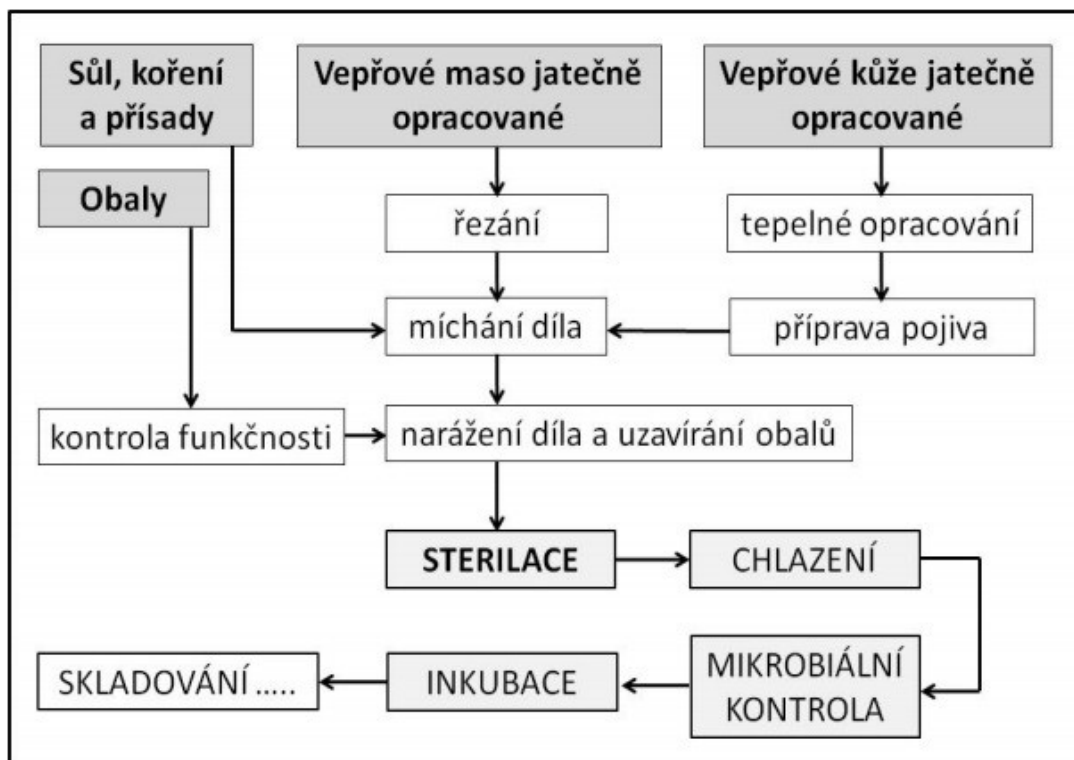
Produkt se připravuje smícháním několika druhů masa, tukové tkáně, vody a přísad, jako jsou sůl, koření, mouka aj. Míchání se využívá k vyrovnání jakosti. Postupuje se podle konkrétních receptur, která je vypracovaná pro daný výrobní podnik. Před plněním do konzerv je obsah upraven vařením nebo uzením či pečením, aby výrobek byl zbaven syrovosti. Tím se zvýší trvanlivost a docílí se potřebné chuti. [11]

### 5.2.4 Plnění do obalů

Je nutné, aby plechovky byly vymyté, aby nedošlo k další kontaminaci. Je nutné plnit plechovky s minimální prodlevou, protože jakékoliv zdržování připravených náplní je z hygienického hlediska nežádoucí. Tekuté a pastové náplně jsou přepravovány pomocí čerpadel. Ve velkých konzervárnách jsou automatizované plničky, které samočinně naplňují plechovky. Náplň nesmí přetékat přes okraj, kvůli nedokonalému uzavření a netěsnosti. Vyžaduje se však zpracovat náplň se standardní měrnou hmotností. Měrná hmotnost je snižována podílem tuku, ale hlavně vzduchem, který se do pastových výrobků dostane mělněním, mícháním a plněním. Množství vzduchu je možné snížit při manipulaci s výrobkem pod vakuem. [11]

### 5.2.5 Sterilace

Uzavřené obaly se musí co nejdříve sterilovat, aby obsah nepodlehli nežádoucí změně. Masové konzervy jsou technologicky nekyselé, proto se musí sterilovat nad 100 °C. Ke sterilaci se využívá autokláv. Při sterilaci je nutné dosáhnout sterilačního efektu v celém objemu náplně. Výsledkem sterilace je konzerva, udržitelná několik let. [11]



Obr. 1: Technologické schéma výroby masových konzerv ve vlastní šťávě [10]

### 5.2.6 Skladování konzerv

Pro zajištění kontroly všech výrobků před expedicí je nutná zkušební skladovací doba ve skladech hotových výrobků nebo-li tzv. inkubační doba. Během této doby se projeví různé závady konzerv, které při technologickém procesu vznikly. U výrobků sterilovaných do 100 °C je inkubační doba 28 dní. U výrobků sterilovaných nad 100 °C je inkubační doba 35 dní. Konzervy se skladují v čistých, větratelných a suchých skladech s teplotou do 15 °C a musí být chráněny před přímým slunečním zářením a světlem. [11]

V dnešní době mají konzervy své nezaměnitelné místo v potravinářství, přičemž se můžeme setkat dokonce s několika druhy konzerv.

Tab. 1: Mikrobiologické třídění masových konzerv [9]

Značení	Maximální skladovatelnost	Teplota skladování	Teplotní opracování	Záhřevem jsou devitalizovány
Polokonzervy	6 měsíců	< 5 °C	65 – 75 °C, v jádře	většina vegetativních mikroorganismů
Tříčtvrtěkonzervy	6 – 12 měsíců	< 15 °C	$F_0 = 0,65 - 0,80$	všechny vegetativní mikroorganismy, spory mezofilních druhů <i>Bacillus</i>
Normální konzervy	4 roky	< 25 °C	$F_0 \geq 5,0$	všechny vegetativní mikroorganismy, spory mezofilních druhů <i>Bacillus</i> , spory mezofilních klostridií
Konzervy do tropů	1 rok	> 40 °C	$F_0 \geq 15 - 20$	všechny vegetativní mikroorganismy, spory mezofilních druhů <i>Bacillus</i> , spory mezofilních klostridií a spory termofilních druhů <i>Bacillus</i> a <i>Clostridium</i>
Shelf-stable-products	1 rok	20 °C	75 – 80 °C $a_v < 0,95$	vegetativní mikroorganismy a přežívající mikroorganismy jsou ve vývoji brzděny
F-SSP	Několik měsíců	25 °C	$F_0 > 0,4$ $pH < 6,5$ $a_v < 0,96$	viz. výše, dále psychrotrofní sporotvorné bakterie a přežívající sporotvorné bakterie jsou inhibovány

### 5.2.7 Zdroje rizik při výrobě tepelně sterilované konzervy

Kvalitní produkt lze vytvořit pouze z kvalitních surovin a proto je nutné, aby suroviny, přísady a pomocné látky používané k výrobě konzervy byly v dobrém stavu. Suroviny mohou podléhat různým nežádoucím fyzikálně – chemickým změnám, mikrobiálnímu zamoření nebo nejrůznějším druhům kontaminace. Pokud by se vyrobila konzerva z kontaminované suroviny, mělo by to fatální následky pro celý produkt. Vzhledem k tomu, že fyzikálně – chemické změny byly již popsány bude se tato část specializovat na možnost kontaminace z obalů. [10]

Dalším zdrojem rizika jsou obaly. Pouze hermetický obal je funkční součástí výrobku a pokud se otevře tepelně sterilovaná konzerva už přestává být konzervou. Proto je nutné, aby byl vybrán správný druh obalu. Musí být neporušený jak na vnitřní, tak i vnější

straně a samotné hermetické provedení uzávěru musí být dokonalé. Prakticky vždy při kontaktu potravin s obalem dochází ke vzájemnému ovlivňování. [10, 13]

Obecně lze interakce mezi obalem a potravinou rozdělit do pěti základních skupin:

1. Přenos složek obalu do baleného produktu

V důsledku koroze obalových materiálů působením potravin nebo migrací se do potravin uvolňují jen složky obalového materiálu, ale vizuálně se obalový materiál nemění.[13]

2. Přenos složek potravin do obalu

Z hlediska poškození kvality potravin je možnost absorpce aromatických složek obalem. [13]

3. Pronikání složek potravin obalem do okolního prostředí

Kvalita potravin může být ovlivňována zejména vysycháním, snižováním obsahu CO<sub>2</sub>, ztrátami aromatických látek apod. [13]

4. Pronikání složek z prostředí do potravin

Významný je zejména přístup kyslíku, vlhkosti, světla, toxinů nebo mikrobů. Funkce obalu v takovém případě spočívá v zamezení kontaktu potravin s okolím. [13]

5. Nehmotné interakce

Podstatou takových interakcí není sdílení hmoty, ale vliv záření, mechanických vlivů, ovlivnění tepelných procesů obalem atd. [13]

Obaly jsou také ekologickým zatížením životního prostředí. Podle prováděných studií tvoří obalové materiály 20 až 30 % odpadu z domácností a 8 % z průmyslové činnosti. Menšího ekologického zatížení pro životní prostředí je přitom možno dosáhnout:

1. Funkčním způsobem balení – nepoužívat obaly tam, kde jsou funkčně opodstatněné (přebalování čerstvého ovoce do fólií apod.).
2. Snižováním spotřeby obalových materiálů a obalů na technicky zdůvodnitelné minimum vhodnou konstrukcí obalů.
3. Využíváním vratných obalů, případně zajištěním recyklace a opětovného zpracování použitých obalových materiálů a obalů. [14]

Také samotný sterilační zákrok musí být přesně provedený proces, který zaručí mikrobiální bezpečnost a skladovatelnost konzervy. [10]

### 5.3 Sterilační režim

Aby byla celková sterilace úspěšná je nutné vyhřát sterilované potraviny na požadovanou teplotu. Teplo však nepronikne do sterilované potraviny naráz. Je nutné tedy znát časový průběh teplot ohřívacího média a časový průběh prostupu tepla do sterilované potraviny. Průběhu teplot při sterilaci v závislosti na čase říkáme sterilační režim. Při sterilaci potravin nad 100 °C se sterilační režim ještě doplňuje průběhem tlaku ve sterilačním zařízení. [7]

Sterilační režim má tři základní fáze:

1. dobu vzestupu teploty na sterilační hodnotu,
2. dobu výdrže,
3. dobu chlazení.

Doba vzestupu je doba potřebná k ohřátí sterilační lázně na sterilační teplotu. U skleněných obalů je doba k ohřátí delší než u obalů plechových, protože se musí respektovat teplotní rozdíl lázně a náplně obalu (sklenice při prudkém zahřátí mohou praskat). U plechových obalů je doba k ohřátí značně kratší. [7]

Doba výdrže je čas, při kterém udržujeme teplotu na požadované sterilační teplotě. Teplota ohřívacího prostředí je jiná během výdrže od teploty uvnitř obalu.

Doba chlazení je čas nutný ke zchlazení obsahu konzervy na vnitřní teplotu, která je kolem 30 °C. Doba chlazení by měla být krátká, aby prodleva sterilačních teplot nezpůsobila zhoršení nutričních vlastností potraviny. Při sterilaci středně kyselých a nekyselých potravin (sterilace nad 100 °C) musí být chlazení rychlé, aby nedošlo k přemnožení termofilních anaerobních mikroorganismů při teplotě 60 °C. [7]

Pro sterilaci do 100 °C vyznačujeme sterilační režim vzorcem:

$$\frac{a - b - c}{T}$$

(3)

Kde:

- **a** = doba stoupání teploty,
- **b** = doba výdrže,
- **c** = doba chlazení,
- **T** = teplota ve °C

Při sterilaci nad 100 °C u konzerv uzavíraných do skleněných obalů se doba vzestupu doplňuje o nutnou dobu exhaustace. Doba exhaustace je doba, kdy dochází k odplynění konzervy, a tím k snížení vnitřních tlaků během sterilace. [7]

Exhaustace se provádí při teplotách 85 – 90 °C. Průběh této sterilace se vyznačuje vzorcem: [7]

$$\frac{a' - b'}{T_1} + \frac{a - b - c}{T_2} \cdot p$$

(4)

Kde:

- **a'** je doba vzestupu teploty na exhaustační teplotu,
- **b'** je doba exhaustace
- **T<sub>1</sub>** je exhaustační teplota
- **T<sub>2</sub>** je sterilační teplota
- **p** je tlak ve sterilačním zařízení během sterilace. [7]

## 5.4 Metody kontroly tepelné sterilace

Kontrolní metody, které budou popsány nijak neovlivňují kvalitu sterilačního procesu. Jedná se pouze o následnou kontrolu správnosti jeho provedení a odhalení technologických či kvalitativních závad. [10]

### 5.4.1 Přímký letality

Přímký letality se používají ke stanovení sterilačních režimů a k vyhodnocení jejich účinnosti. Při tepelné sterilaci jsou použity veličiny – doba sterilace i teplota. Tyto veličiny jsou na sobě závislé. Pro jednotlivé druhy organismů byly vypracovány čáry letality (smrtivosti), které vycházejí ze vztahu:

$$\log D = - \frac{1}{k} \cdot (t-q) \tag{5} [7]$$

Pro upřesnění těchto vztahů byly zavedeny tyto definice:

- **T** je nejnižší kritická teplota, při níž během 10 minut dochází k inaktivaci všech mikroorganismů určitého druhu nebo skupiny ve sterilované hmotě.
- **D** je nejkratší kritický čas, při kterém dochází za dané teploty rovněž k inaktivaci všech mikroorganismů určitého druhu nebo skupiny ve sterilované hmotě.
- **k** a **q** jsou konstanty určené experimentálně pro jednotlivý druh nebo skupinu mikrobů. [10]

Přímký letality jsou znázorňovány na semilogaritmických souřadnicích. Na logaritmické stupnici je uvedena smrtící doba *D* v minutách a na dekadické stupnici ve °C. Ke stanovení přímků letality se používají různé metody. K nejsnadnějším z nich patří metoda ampulková. [7]

**Ampulková metoda:** Do malých skleněných ampulek se nasaje stejné množství mikrobiální suspenze (jeden druh mikroorganismu vyskytující se v určitém prostředí). Ampulky se následně zataví a ponoří do sterilační lázně vyhřáté na požadovanou teplotu na přesně stanovený čas. Po sterilaci se ampulky okamžitě zchladí a obsah ampulky se naočkuje na připravenou živnou půdu. Při jednotlivých sterilačních teplotách se zvolí několik sterilačních časů. Následně se mikrobiologickým rozbořem zjistí při každé teplotě doba, při níž mikroorganismy nevyrostly. Získané teploty a jim odpovídající časy se

vepíšou na semilogaritmický papír. Spojnice bodů, při nichž nedošlo k růstu mikroorganismů tvoří přímku letality. [7]

#### 5.4.2 Hodnota W

Součet inaktivačních účinků všech teplot, které se na sterilačním zákroku podílejí nazýváme hodnota W. Ke stanovování sterilačních režimů a k vyhodnocování jejich účinnosti se používají přímky letality. Při vyhodnocování účinnosti sterilačního režimu se nejdříve musí stanovit časový průběh prostupu tepla do sterilovaného obalu. [7, 10]

Hodnota účinnosti sterilačního zákroku ( W ) je právě dostačující, jestliže sterilační doba t odpovídá při zvolené smrtící kritické teplotě době D. V tomto případě platí: [7,10]

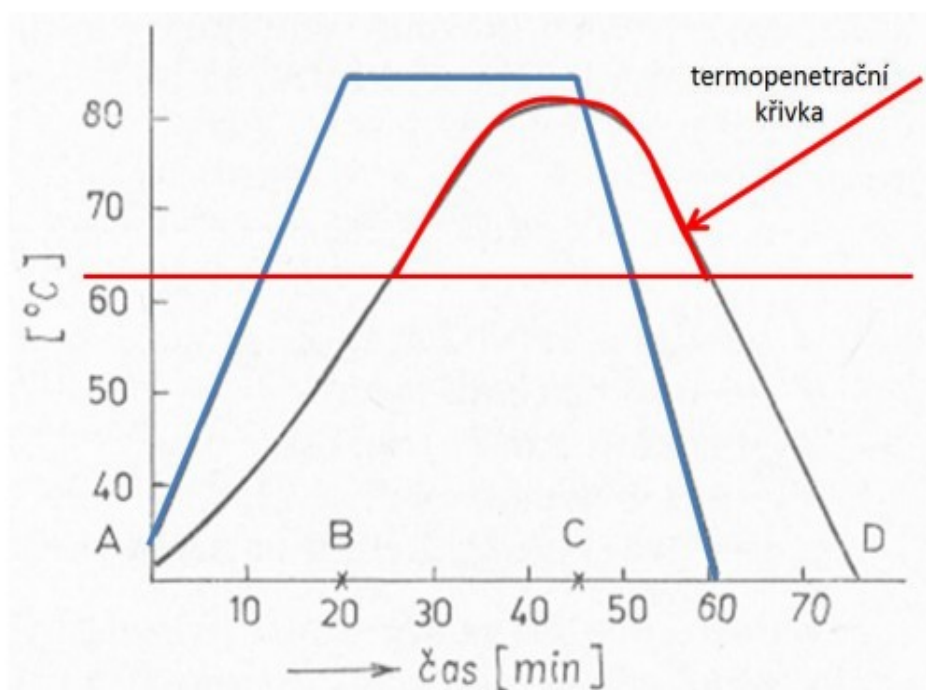
$$W = \frac{t}{D} = 1$$

(6)

Pokud je tedy:

- 1) Hodnota W menší než 1, sterilační zákrok je nedostačující a konzerva není z mikrobiálního hlediska bezpečná,
- 2) Hodnota W se rovná 1, sterilační zákrok je dostačující a konzerva je z mikrobiálního hlediska bezpečná,
- 3) Hodnota W je větší než 1, sterilační zákrok je předimenzovaný, konzerva je sice z mikrobiálního hlediska bezpečná, ale dochází ke zbytečnému ovlivnění náplně teplem. [10]





Obr. 2: Průběh sterilačního režimu (sterilace do 100 °C) AB – doba vzestupu teploty, BC – doba výdrže, CD – doba chlazení, modrá čára – teplota ve sterilační lázni, červená čára – průběh teploty v konzervě [7]

Údaje o tepelné inaktivaci jsou však obecně stanoveny v nastavených podmínkách pro vodní aktivitu ( $A_w$ ), pH a tlak. Nová éra výzkumu identifikuje potenciální synergie mezi těmito provozními parametry. Tyto synergie jsou obzvláště zajímavé, protože kombinace těchto procesů je slibným prostředkem pro zvýšení bezpečnosti pro zachování kvality potravin. [16]

#### 5.4.3 Termostatová zkouška

Termostatová zkouška vystavuje konzervy optimální teplotě pro rozvoj organismů v termostatu po určitou dobu. Musí se provádět u nekyselých konzerv, které jsou sterilovány teplotou nad 100 °C. Z každé vyrobené partie konzerv se odeberou vzorky, které se označí datem a směnou výroby. Tato partie se potom uloží do termostatu. [10]

- Pokud se výrobek steriluje za teploty do 100 °C, skladuje se v termostatu při 37 °C po 10 dní.
- Pokud se výrobek steriluje za teploty nad 100 °C, skladuje se při teplotě 37 °C a 55 °C.

Termostátové zkoušky jsou souběžně doplňovány mikrobiologickým rozbořem konzerv, které byly termostátové zkoušce podrobeny. [10]

#### **5.4.4 Inkubační sklad**

Všechny výrobky nemohou projít termostátovou zkouškou. Pro zajištění kontroly všech výrobků se předepisuje technologický postup pro zkušební skladovací dobu tj. inkubační dobu. [10]

Během této doby se projeví všechny případné závady v údržnosti konzervy, které vznikly při technologickém procesu. U výrobků sterilovaných při teplotě do 100 °C je inkubační doba 28 dní. U výrobků sterilovaných nad 100 °C je inkubační doba 35 dní. [10]

## 6 POTRAVINOVÉ DÁVKY TEP. STERILOVANÝCH POTRAVIN PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH

Potravinové dávky jsou vyvíjeny, aby zajistily plnohodnotnou stravu pro jednotlivce, kteří se nachází v podmínkách neumožňujících zajistit stravu standardním způsobem. Takové podmínky vznikají při živelných pohromách, válkách a dalších mimořádných událostech. Potravinová dávka musí obsahovat potraviny v takovém složení, aby zajistily denní nutnou energetickou a nutriční spotřebu jednotlivce, vykonávajícího fyzicky i duševně náročnou činnost. [17-18]

### 6.1 BDP

Nebo-li bojová dávka potravin byla speciálně vyvinuta pro vševojskové použití. Splňuje armádní požadavek na kvalitu konzervovaných dávek potravin. Tato potravinová dávka je použitelná jak ve stavech branné pohotovosti, tak i při válečných stavech nebo živelných pohromách. BDP je kompatibilní s potravinovými dávkami používanými armádami NATO. Zabezpečuje stravovací potřeby jednotlivce po dobu 24 hodin. Umožňuje jeho opakované používání, ale nejdéle na dobu 30 po sobě následujících dnů. [17-18]

### 6.2 IMRE

Nebo-li individuální dávka potravin je navržena na základě zkušeností uživatelů BDP. Sestava IMRE odpovídá vojenským požadavkům na skladbu a nutriční parametry dávky pro zajištění jednotlivce během 8 hodin aktivního výkonu. Potraviny není nutné ohřívat. Je také vhodná pro extrémní outdoorové aktivity jako Airsoft, Adventure nebo turisty, ale také v nouzi při záplavách nebo sněhových kalamitách pro chataře. [17-18]



Obr. 3: Potravinové dávky BDP (vlevo) a IMRE (vpravo)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 INAKTIVACE ENZYMŮ

Enzymy jsou útvary složené z vlastního specifického činitele, který se nazývá koenzym a z nosné bílkoviny, zvané apoenzym. Apoenzym má významný vliv na rychlost enzymem katalyzovaných reakcí, ale také i na jeho povahu apod. Proto se enzymy inaktivují tak, že se zpomalí nebo zastaví funkce koenzymu a nebo tak, že se termicky zasáhne do apoenzymu. K termickému zasažení apoenzymu dochází i spontánně při zahřívání potravin. [4]

Pro inaktivaci enzymů se uplatňuje takový zásah, který způsobuje denaturaci bílkovin. Denaturace poruší bílkovinnou strukturu apoenzymu a tím pádem reakce katalyzované enzymem. [4, 19]

Pro každý faktor, který ovlivňuje reakční rychlost enzymu je možné nalézt optimum, kdy enzym za určitých podmínek reaguje nejrychleji a nebo mez, při které se jeho účinnost zastavuje. Z toho plyne, že prakticky můžeme enzymové reakce snadno regulovat pouhými kvantitativními změnami jako úpravou teploty nebo pH. [4]

Pokud tedy zahříváme aktivní koncentraci enzymů na určitou kritickou teplotu, dojde k bodu, kdy bude enzym inaktivován. Jakmile vyneseme do grafu teploty při termoinaktivaci určitého enzymu a k nim odpovídající kritické doby, kdy dojde k inaktivaci enzymu, dostaneme spojením těchto bodů termoinaktivační křivku (přímku letality). [4]

## 8 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEPELNOU STERILACI

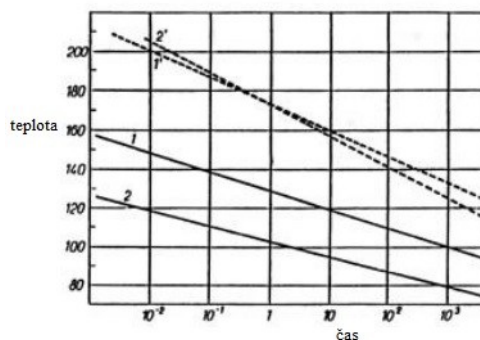
Při praktické sterilační práci existuje mnoho poznatků o vlivech výšky teplot na některé činitele ovlivňující množení mikrobů, prostředí vyhovující pro mikroby, ale také na konzervační účinnost a na látkové složení zpracovávané potraviny. Proto je nutné být před sterilací informován o charakteru potraviny a dalších faktorech, které mohou ovlivňovat množení mikrobů a podpořit tak jejich usmrcení. [4]

### 8.1 Vliv vlhkosti

Voda usnadňuje destrukci živé hmoty při jejím zahřátí. Proto dochází k inaktivační reakci ve vodnatém prostředí. Spory bakterií nekyselých potravin lze za vlhka lépe inaktivovat půlhodinovým zahříváním než v suchém prostředí, při kterém by bylo zapotřebí alespoň 180 °C. [4]

Mikroorganismy mají v suchém prostředí mnohem vyšší odolnost. Tato odolnost se projevuje tak, že se vytváří tzv. „suché úkryty“. Jedná se o mikroskopickou nečistotu, která mikroby chrání před smáčením. [4]

Dalším příkladem odolnosti mikroorganismů v suchém prostředí jsou závady při špatném oprání zeleniny. Spory hub dokážou přežít v zaschlých zbytcích zemních koloidů na povrchu špatně oprané zeleniny. Po špatném oprání se mohou ze špíny uvolnit a po určité době zkazit konzervu. [4]



Obr. 4: Odolnost spor bakterií ve vlhké přehřáté páře [20]

1, 1' - *Bacillus stearothermophilus*

2, 2' - *Bacillus polymyxa*

přerušovaná čára = přehřátá pára

celá čára = vlhká pára

Dále může mít vliv na tepelnou sterilaci kyselost prostředí sterilované potraviny. Rozdělení kyselosti potravin bylo popsáno v teoretické části. Mezní hodnota kyselosti je pH 4. Jedná se o hranici, pod kterou neklíčí sporulující bakterie *Bacillus coagulans*. [4, 20]

Tab. 2: pH potravin [20]

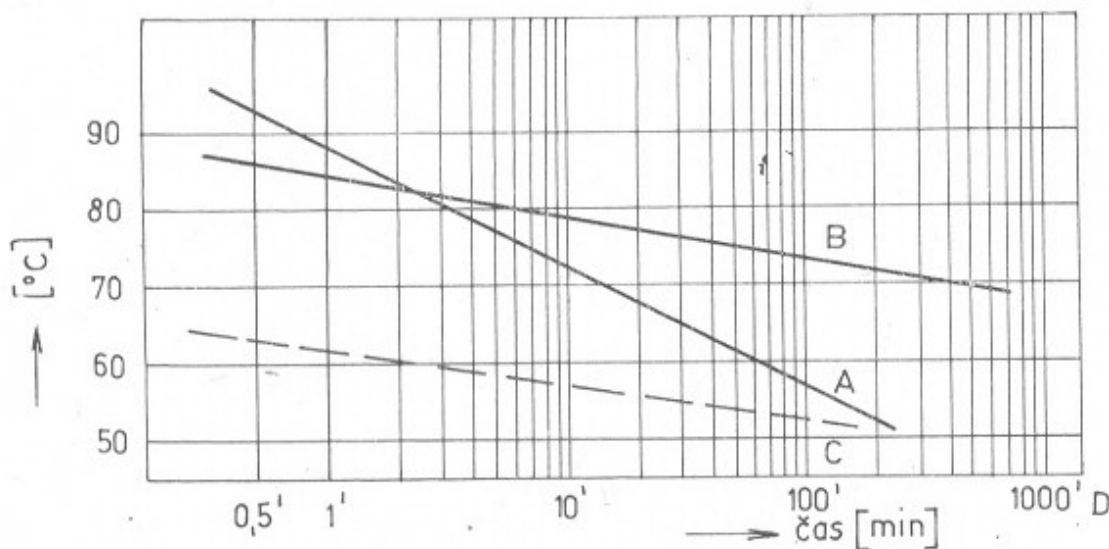
Potravina	Minimální a maximální pH
Zelenina	4,9 – 7,5
Ovoce	2,2 – 4,1
Maso	5,3 – 6,8
Vejce	6,4 - 9
Mléčné výrobky	5,5 – 8,5
Pečivo, pekařské výrobky	5,3 – 8,5

## 9 VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI STERILAČNÍHO EFEKTU

Vyhodnocení účinnosti sterilačního režimu je důležité, protože nedostatečná sterilace způsobuje ztráty na výrobcích a naopak nadměrná sterilace vede ke zhoršení nutričních vlastností cílového produktu a brzdí výrobní cyklus. Sterilační režimy se v jednotlivých provozech od sebe liší a nemají proto všeobecnou platnost. Pro každé sterilační zařízení musí být sterilované potraviny proměřeny a na základě proměření stanoveny. Průměr sterilačních režimů je závislý na mnoha činitelích.

Pro praktické účely byly vypracovány přímky letality pro skupiny mikroorganismů, které se v daném prostředí vyskytují. Jen u zcela nekyselých potravin se musí vždy vycházet z letální přímky pro *Clostridium botulinum*, protože vždy musí být dosaženo naprosté destrukce tohoto mikroba. [10]

Na obrázku č. 5 jsou uvedeny přímky letality mikroorganismů vyskytujících se v kyselých potravinách.



Obr. 5: Přímky letality mikroorganismů kyselých potravin, A – čára pro veškerou mikroflóru kyselých potravin, B – přímka letality *Paecilomyces varioti*, C – přímka letality pro bakterie kyselých potravin [7]



## 10 PRAKTICKÉ STANOVENÍ HODNOTY W GRAFICKOU INTEGRACÍ

V této části se bude prakticky vyhodnocovat sterilační efekt kyselých potravin grafickou integrací. Celý popis analýzy bude sepsán zároveň s jejím prováděním. Hodnocenými potravinami bude jablečný kompot a sterilované zelí. Vzhledem k tomu, že se jedná o ovocnou směs a kyselou potravinu bude použita sterilace do 100 °C. Záhřev celkově probíhá ve vakuu, aby byly uchráněny biologicky cenné složky potravin. Po záhřevu se směs vychladí na teplotu cca 30 °C.

Postup:

1. Nejprve je nutné proměřit prostup tepla do nejhůře prohřívajícího místa v konzervě (přes termopenetrační křivku).
2. Pomocí letálních čar se určí pro naměřené teploty příslušné hodnoty D a vypočítáme jejich převrácené hodnoty 1/D.
3. Následně se provede grafická integrace tak, že se do grafu vynese na osu x čas  $t$  a na osu y odpovídající hodnoty 1/D.
4. Spojením bodů získáme pod křivkou plochu  $S_1$ , která se porovná s plochou  $S_0$ .
5. Plochu  $S_0$  dostaneme vynesáním jakékoli hodnoty D na osu x a jí odpovídající hodnotu 1/D na osu y. [10]

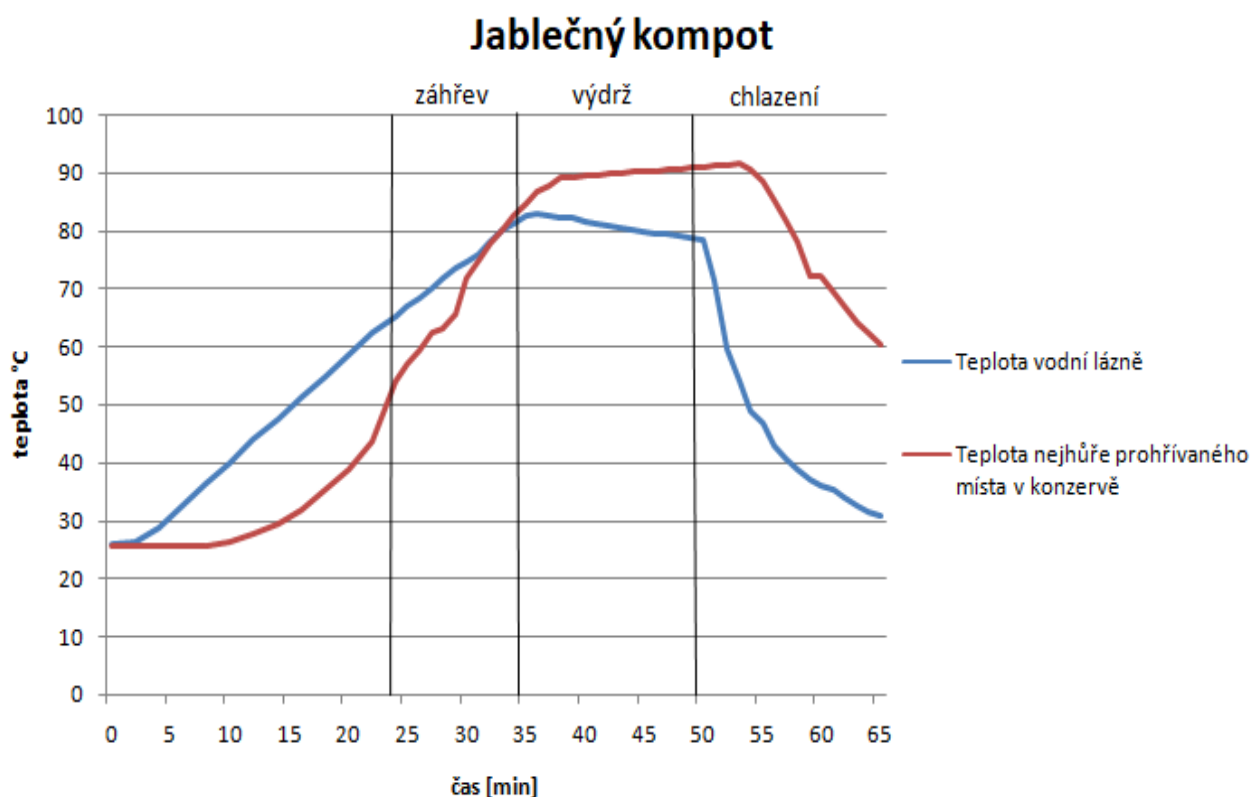
Hodnoty D se budou zjišťovat z přímky letality pro veškerou mikroflóru v kyselých potravinách na obr. č. 5.

### 10.1 Výpočet hodnoty D pro jablečný kompot

Hodnota D (decimal reduction time), je doba potřebná k tomu, aby použitá (konstantní) teplota snížila četnost živých mikroorganismů obsažených v zahřívání potraviny o jeden řád tj. na 1/10 nebo-li o 90 %. Má vztah k výchozí koncentraci mikrobů v použité surovině a k účinnosti sterilačních zákroků. [5]

Nejdříve je nutné naměřit prostup tepla do nejhůře prohřívajícího místa v konzervě. Jedno teplotní čidlo se vloží do lázně a druhé se zavede do obalu do nejhůře prohřívajícího místa v konzervě. Hodnota D se vypočítá z teplot v nejhůře prohříváném místě konzervy.

Grafické znázornění sterilačního režimu pro jablečný kompot:



Obr. 6: Grafické znázornění sterilačního režimu pro jablečný kompot

V příloze č. 1 je znázorněna tabulka se sterilačním režimem pro jablečný kompot.

Každou minutu se odečítala teplota v lázni i obalu. Všem naměřeným teplotám od 54 °C bude přiřazena hodnota  $D$ , která se odečítá z letální přímky. K hodnotě  $D$  bude potom vypočítána její převrácená hodnota  $1/D$ , což je inaktivační podíl.

Hodnota  $D$  se pro naměřené teploty počítá pomocí letálních přímek. Vypočítává se z grafu letálních přímek, kde zjistíme čas a k němu příslušnou teplotu v obale. Tyto souřadnice se spojí a najde se tento bod na termopenetrační křivce  $A$ . Na ose  $x$  se následně zjistí hodnota  $D$  a vypočítá se převrácená hodnota  $1/D$ .

- Žlutá část tabulky = doba záhřevu
- Červená část tabulky = doba výdrže
- Modrá část tabulky = část chlazení
- TL = Teplota vodní lázně
- TK = Teplota nejhůře prohřívajícího místa v konzervě

Všem teplotám nad 54 °C byla přiřazena hodnota D a její převrácená hodnota 1/D.

Tab. 3: Tabulka s výpočtem hodnoty D a 1/D pro jablečný kompot

t [min]	TL [°C]	TK [°C]	D	1/D
0	26,1	25,7		
2	26,6	25,8		
4	29	25,8		
6	32,6	25,8		
8	36,4	25,8		
10	40,1	26,5		
12	44	27,7		
14	47,7	29,5		
16	51,6	32		
18	55	35,3		
20	58,6	38,9		
22	62,6	43,8		
24	65,3	54,4	150	0,006
25	66,9	56,9	100	0,01
26	68,3	59,6	65	0,015
27	70,2	62,5	50	0,02
28	71,8	63,2	47	0,021
29	73,6	65,8	30	0,033
30	74,5	71,9	10	0,1
31	76,2	75,2	7	0,14
32	78,2	78	4,5	0,222
33	80,1	80,3	3	0,333
34	81,4	82,9	2,2	0,454
35	82,6	85	1,6	0,625
36	83	87	1,2	0,833
37	82,8	88	1	1

38	82,4	89,2	0,9	1,111
39	82,2	89,3	0,89	1,123
40	81,6	89,7	0,85	1,176
41	81,3	89,8	0,83	1,2
42	80,9	90,1	0,8	1,25
43	80,7	90,1	0,8	1,25
44	80,3	90,3	0,78	1,28
45	80	90,4	0,76	1,3
46	79,7	90,5	0,74	1,35
47	79,4	90,7	0,7	1,42
48	79,1	90,8	0,69	1,44
49	78,8	91	0,65	1,53
50	78,5	91	0,65	1,53
51	71,4	91,3	0,6	1,666
52	59,9	91,5	0,58	1,72
53	54,2	91,8	0,55	1,818
54	49,1	90,9	0,68	1,47
55	46,9	88,6	0,95	1,05
56	43,2	85,4	1,5	0,666
57	40,8	81,6	2,8	0,357
58	39,1	78,2	4,2	0,238
59	37,3	72,4	10	0,1
60	36,2	72,4	10	0,1
61	35,3	69,7	10,6	0,094
62	34,2	67	22	0,045
63	32,6	64,4	35	0,028
64	31,8	62,6	45	0,022
65	30,9	60,5	58	0,017

## 10.2 Výpočet hodnoty W pro jablečný kompot

V příloze č. 3 je vypracovaná grafická integrace pro jablečný kompot, ve kterém vyšly plochy  $S_0$  a  $S_1$ . Plochu  $S_1$  porovnáme s plochou  $S_0$  jejich vydělením a získáme hodnotu W. Sterilační zákrok je právě dostačující, když:

$$\frac{S_1}{S_0} = 1 = W$$

(7)

Plocha  $S_1$  je  $71\text{cm}^2$  a plocha  $S_0$  je  $2,25\text{cm}^2$ . Tyto údaje vložíme do vzorce:

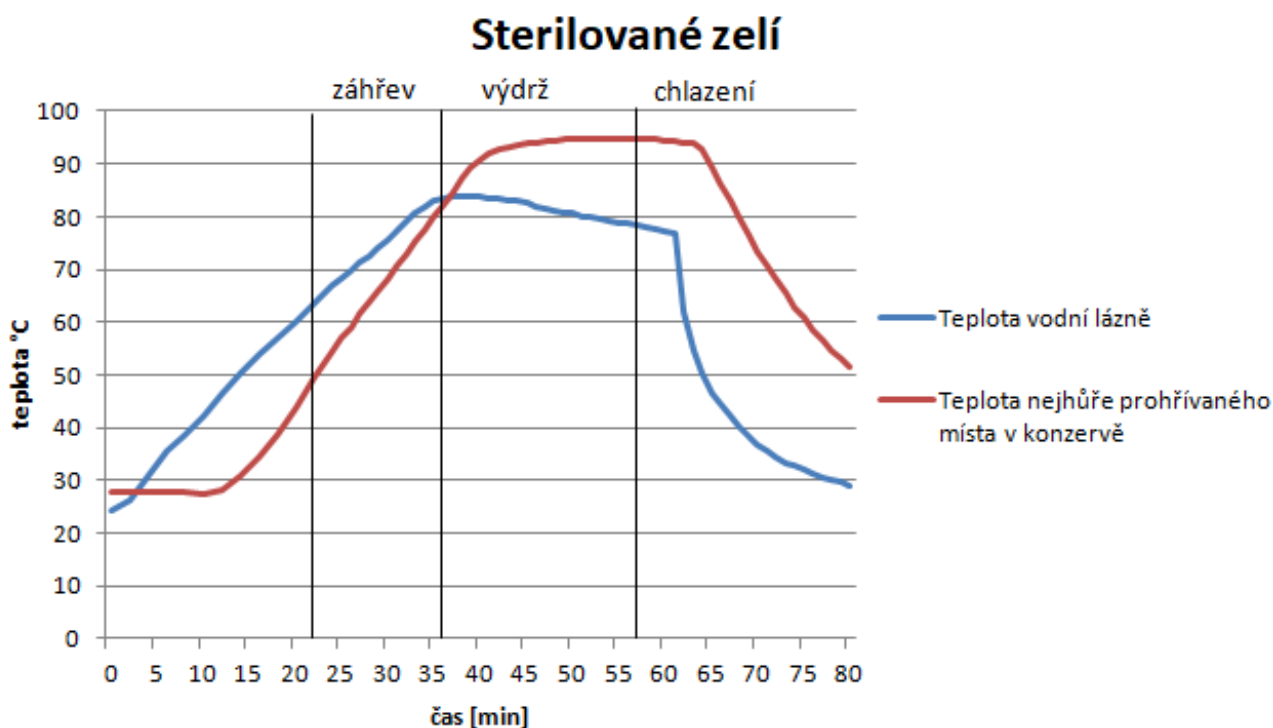
$$\frac{71}{2,25} = 31,5$$

(8)

**Hodnota W = 31,5**

## 10.3 Výpočet hodnoty D pro sterilované zelí

Grafické znázornění sterilačního režimu pro sterilované zelí:



Obr. 7: Grafické znázornění sterilačního režimu pro sterilované zelí

V příloze č. 2 je sterilační režim pro sterilované zelí znázorněn v tabulce.

Ten samý postup se prováděl u sterilovaného zelí. Oba dva postupy se budou dále porovnávat, diskutovat a popisovat. Každou minutu se odečítala teplota v lázni i obalu.

Všem teplotám nad 57 °C byla přiřazena hodnota D a její převrácená hodnota 1/D.

Tab. 4: Tabulka s výpočtem hodnoty D a 1/D pro sterilované zelí

t [min]	TL [°C]	TK [°C]	D	1/D
0	24,2	27,7		
2	26,3	27,7		
4	30,7	27,7		
6	35,4	27,6		
8	38,8	27,6		
10	42,2	27,5		
12	46,3	28,2		
14	50,5	30,7		
16	53,7	34,4		
18	56,8	38,7		
20	59,9	43,9		
22	63,6	49,4		
24	66,9	54,6		
25	68,3	57,1	91	0,01
26	69,8	59,1	69	0,014
27	71,3	61,5	50	0,02
28	72,5	63,8	40	0,025
29	74,1	66	28	0,035
30	75,6	68,2	17	0,058
31	77,2	70,5	13	0,076
32	79,2	72,8	9,8	0,1
33	80,6	75,1	6,8	0,147
34	81,8	77,5	5	0,2
35	82,9	79,9	3,3	0,303
36	83,6	82,2	2,4	0,416
37	83,7	84,4	1,9	0,526
38	83,7	87,4	1,2	0,833
39	83,8	89,2	0,94	1,063
40	83,8	91	0,82	1,219
41	83,6	92	0,72	1,388
42	83,3	92,6	0,67	1,492

43	83,1	93,1	0,65	1,538
44	82,9	93,6	0,61	1,639
45	82,6	94	0,5	2
46	81,8	94,1	0,49	2,04
47	81,5	94,4	0,48	2,083
48	81,2	94,4	0,48	2,083
49	80,9	94,6	0,47	2,127
50	80,1	94,6	0,47	2,127
51	79,9	94,6	0,47	2,127
52	79,5	94,7	0,465	2,15
53	79,5	94,6	0,47	2,127
54	79,3	94,7	0,465	2,15
55	78,9	94,7	0,465	2,15
56	78,6	94,6	0,47	2,127
57	78,3	94,6	0,47	2,127
58	78,1	94,6	0,47	2,127
59	77,6	94,6	0,47	2,127
60	77,2	94,5	0,475	2,1
61	76,8	94,4	0,48	2,083
62	62,2	94,1	0,49	2,04
63	54,8	93,9	0,59	1,694
64	50,3	92,8	0,66	1,515
65	46,6	89,3	0,9	1,111
66	44,4	86,2	1,5	0,666
67	42	83	2,2	0,454
68	40,4	79,8	3,9	0,256
69	38,4	76,4	6	0,166
70	36,9	73,5	8,1	0,123
71	35,4	70,6	13,2	0,075
72	34,4	68,1	16,8	0,059
73	33,4	65,5	25	0,04
74	32,7	63	37	0,027
75	32	60,8	57	0,017
76	31,3	58,6	79	0,012
77	30,6	56,7	105	0,009
78	30,1	54,8	150	0,006
79	29,6	53,2	190	0,005
80	29,1	51,5	230	0,004

## 10.4 Výpočet hodnoty W pro sterilované zelí

V příloze č. 4 je znázorněna grafická integrace z tabulky pro sterilované zelí, kde plocha  $S_1 = 60,5 \text{ cm}^2$  a  $S_0 = 1,4 \text{ cm}^2$ .

$$\frac{60,5}{1,4} = W$$

(9)

**Hodnota W = 45,7  $\doteq$  46**

Tabulky byly vypracovány a poskytnuty z Fakulty technologické UTB ve Zlíně.

## 10.5 Diskuze

Cílem bylo vyhodnotit účinnost sterilačního efektu na sterilované zelí a jablečný kompot. Jedná se o kyselé potraviny, kde mohou vegetovat pouze mikroorganismy citlivé na teplotu a které hynou do několika minut. Proto byl výběr termosterilace správný.

Mezi takové mikroorganismy patří nesporeující bakterie, které při teplotě nad 88 °C nebo pokud jsou po dobu 10ti minut vystaveny teplotě 64,5 °C hynou. Můžeme sem zařadit *Bacillus coagulans*. Tuto bakterii je možné usmrtit sterilačními teplotami. Také sem zařazujeme kvasinky, které hynou po 5ti minutovém zahřívání na 66 °C a plísně, které hynou za 30 minut při 65 – 70 °C. Některé plísně jsou těžko smáčitelné a zároveň jsou velmi odolné. V ovocných šťávách bývají hlavně plísně rodu *Paecilomyces*, které dokážou snést zahřívání při 75 °C až 60 minut.[4]

Tepelná sterilace se prováděla u jablečného kompotu 65 minut, ale teplota nad 75 °C byla pouze po dobu 27 minut, proto by tato plíseň mohla použitý sterilační režim přežít, ale většinou se takové plísně v kyselých konzervách nevyskytují, protože rychle vyprodukují kyslík.

Rychlost usmrcování mikroorganismů klesá tím víc, čím je nižší jejich četnost. Proto pokud je potravina tepelně sterilována krátkou dobu, snižuje to šanci na dosažení cílové praktické sterility. Průběh tepelné sterilace pro jablečný kompot byl kratší než u sterilovaného zelí, proto četnost mikrobů může být stále ve výsledku příliš vysoká a konzerva by nebyla sterilní. Také byl použit špatný předdimenzovaný sterilační režim.



Naopak výroba sterilovaného zelí byla delší. Bylo sterilováno po 80 minut, ale byl využit špatný sterilační režim. Byl příliš předdimenzovaný a zelí ztratilo na své kvalitě z hlediska organoleptických a nutričních vlastností.

Jelikož u obou případů je hodnota  $W$  opravdu vysoká, oba sterilační režimy by byly neefektivní a kvalitu potravin by spíše mnohem zhoršily než zlepšily. Nejdříve je nutné upozornit na špatně zvolené sterilační režimy. Sterilační režimy byly předdimenzované a pokud bychom chtěli vyrábět s takovými sterilačními režimy ve větším množství, mělo by to velice negativní vliv nejen na organoleptické a nutriční hodnoty potravin, ale taková výroba by byla také naprosto neekonomická.

## 10.6 Opatření a doporučení

Zjistilo se, že využití sterilační režimy byly značně předdimenzované což by mělo negativní následky na jakost sterilované potravin. Taková potravina je značně přesterilovaná.

Doporučil bych kompletní změnu sterilačních režimů, a to formou snížení sterilačních teplot anebo zkrácením sterilační doby. Ovšem zkrácení sterilační doby by mohlo být neefektivní z hlediska zničení všech druhů mikroorganismů, hlavně plísní, protože některé druhy jsou těžce smáčitelné a velmi odolné.

Jak již bylo řečeno, plísně, ale i jiné bakterie potřebují kyslík, aby bylo prostředí pro ně vyhovující. Tyto formy bakterií potlačuje odvzdušnění konzerv před sterilací, což sníží jejich aktivitu a vytváření spor. Dále je vhodné hygienicky ošetřit nástroje se kterými se manipuluje se sterilovanou potravinou, protože čisté prostředí sníží četnost mikroorganismů před sterilací.

Dále je možné využít různých antibiotik, fytoncidů a ještě dalších látek. Tyto látky mívají inhibující účinek proti mikroorganismům, ale musí se s nimi počítat již při stanovování přímek letality.

## 11 MORFOLOGIE MIKROORGANISMŮ

Morfologické znaky mikroorganismů se dělí podle použitých metod na makroskopické (viditelné okem) a mikroskopické (viditelné při pozorování ve světelném nebo elektronovém mikroskopu). [21]

### 11.1 Makroskopické metody

Pečlivým pozorováním kolonií mikroorganismů můžeme podle jejich vzhledu, konzistence a pigmentace identifikovat rod a v některých případech i druh bakterií.

#### 11.1.1 Růst mikroorganismů v tekutinách

Při růstu mikroorganismů v tekutině se všímá těchto znaků:

- vzhled povrchu – plísně se projevují vytvořením kožovitého povlaku, kvasinky se projevují ve formě křísu (bílé zvrásnělé blanky), křísu mohou utvářet i některé další bakterie;
- zákal – může být difuzní (drobné tyčinkové bakterie), vločkovitý (*Staphylococcus*), může se utvářet sedlina, která lpí na dně kultivační nádoby;
- sediment – může být zrnitý, hlenovitý, roztřepatelný atd.; některé kvasinky utváří kašovitý sediment;
- vůni nebo zápach – může být nasládlý, amoniakální, fekální atd. [21]

Růst mikroorganismů v tekutině je možné ovlivnit přidáním neionogenní povrchově aktivních látek, které zlepšují smáčitelnost buněk.

#### 11.1.2 Vzhled kolonií na pevné půdě

Při posuzování vzhledu kolonií se pozorují tyto ukazatele:

- profil, tvar a okraje;
- velikost kolonie;
- barva – mohou být žluté, krémové, bílé, černé, průhledné; je nutné odlišovat barvu kolonie od produkce pigmentu
- konzistence
- rychlost růstu [21]

Mladší kolonie bývají hladší a až později se objevuje rýhování, zdrsnění, propadlý střed.

## 11.2 Mikroskopické metody

Těmito metodami se zjišťuje tvar, velikost, uspořádání ad. v preparátu. Podle těchto morfologických znaků můžeme určit čeleď, rod nebo skupinu bakterií. Mikroskopické metody lze použít pro kvantitativní nebo kvalitativní stanovení bakterií. [21]

### 11.2.1 Výpočet počtu mikroorganismů

Nejdříve je nutné vypočítat konstantu mikroskopu a to tak, že změříme průměr zorného pole (d) pomocí mikrometru a následně podle vzorce se vypočítá plocha zorného pole (P):

$$P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (10)$$

Dále se musí zjistit kolikrát je plocha zorného pole menší než plocha, na kterou byl nanesen vzorek. Toho docílíme tak, že se plocha čtverce (dle použité šablony, obvykle 100 mm<sup>2</sup>) vydělí plochou zorného pole. Výsledek se vydělí objemem naneseného vzorku na ploše šablony (nejčastěji se nanáší 0,01 ml). [21]

Příklad:

Průměr zorného pole je 0,206 mm, na plochu 100mm<sup>2</sup> se nanese 0,01 ml neředěného vzorku, vyjde nám:

$$P = \frac{3,14 \cdot 0,0424}{4} = 0,033 \quad (11)$$

- plocha se vydělí plochou zorného pole:  $100 : 0,033 = 3\,000$
- výsledek se vydělí objemem vzorku:  $3\,000 : 0,01 = 300\,000$

Výsledná konstanta mikroskopu je 300 000. [21]

Následně se musí vypočítat průměrný počet mikroorganismů v zorném poli a to z počtu vyšetřovaných polí a počtu mikroorganismů v nich. Tento průměrný počet se pře počítá na 1 ml vzorku. Toho dosáhne tak, že se násobí vypočítanou konstantou mikroskopu a stupněm ředění vzorku. [21]

Příklad:

- Máme 5 vyšetřovaných zorných polí, ve kterých se spočítalo 12, 15, 10, 11 a 14 mikroorganismů;
- Konstanta mikroskopu je 300 000;
- Ředění vzorku je  $10^{-1}$  (0,1); [21]

Vypočítá se průměrný počet mikroorganismů:

$$(12 + 15 + 10 + 11 + 14) : 5 = 12,4$$

Pak se vypočítá počet bakterií v 1 ml vzorku (výsledek se vynásobí mikroskopickou konstantou a stupněm ředění vzorku):

$$12,4 \cdot 300\,000 \cdot 0,1 = 372\,000$$

Vzorec se upraví:

$$372\,000 = 370\,000 = 3,7 \cdot 10^5 \text{ v } 1 \text{ ml}$$

Počet mikroorganismů =  **$3,7 \cdot 10^5$  v 1 ml** zkoušeného vzorku. [21]

## 12 ZDROJE KONTAMINACE POTRAVIN

Potraviny mohou být kontaminovány primárně nebo sekundárně. K primární kontaminaci potravin dochází před dodáním do potravinářského závodu. U mléka se jedná například o dobu při jeho dojení, kdy může být mléko kontaminované již ve vemeni. Nebo může dojít ke kontaminaci z potrubí, se kterým přichází mléko do styku při jeho prvotním ošetření v závodě. Rostlinné potraviny mohou být primárně kontaminovány ještě před sklizní z prachu v ovzduší nebo mikroorganismy z půdy. [4, 22]

K sekundární kontaminaci potravin dochází většinou při jejich zpracování například při používání znečištěného nářadí. Významně se na sekundární kontaminaci podílí i nemocní lidé, kteří jsou i přes zdravotní předpisy v potravinářských závodech. Ti mohou kontaminovat potraviny z vlasů, hnisavých ran aj. Může se sem přiřadit i nevhodné skladování polotovarů nebo hotových výrobků, kdy jsou potraviny uloženy v teplotách prospěšných pro rozvoj mikroorganismů nebo jsou skladovány příliš dlouho. [4, 22]

Na základě těchto aspektů můžeme usoudit, že čistota pracovního prostředí v potravinářských závodech je jednou z nejdůležitějších prevencí proti sekundární kontaminaci potravin. Je nutná častá hygienická péče o stěny a stropy a podlahu. Stropy by měly mít ochranu proti ochlazování z venkovního prostředí, aby se zabránilo vytváření vodní páry, která je prospěšná pro vegetaci plísní. K takové ochraně můžeme dojít určitým izolačním prostorem např. dvojitým stropem. Čistoty nářadí docílíme jejich omýváním obyčejnou vodou nebo vodou s přísadami čididel, které usnadňují oddělení nečistot. Omyté předměty by rozhodně neměly být osušovány utěrkami. Předměty musí oschnout v čistém prostředí. Utěrky, které nejsou důkladně vyprané a vyžehlené, téměř vždy kontaminují. [4]

Pracovníci, kteří pracují s potravinami mají být vedeni k té nejvyšší čistotě. Pracovní oděv by měl být bílý, protože vyžaduje častější praní než oděv tmavý. K sekundární kontaminaci potravin ve většině případů dochází ve formě padání vlasů. Proto je samozřejmostí čelenka, která spolehlivě zabraňuje padání prachu a vlasů do zpracovávaných potravin. Oděv se musí vyměňovat ještě před vstupem do potravinářského závodu v čisté místnosti. Řešením pro čistotu pracovníků by mohly značně napomoci varovné značky v prostorách závodu i před vstupem do závodu. [4]

### 13 MIKROBIOLOGICKÉ VYŠETŘOVÁNÍ POTRAVIN

Pro kontrolu správnosti provádění technologických postupů je nutné dělat pravidelné mikrobiologické vyšetřování potravin. Celková mikroflóra potravin se mění na základě různých činitelů (průběh výroby, distribuce, skladování...). Ovšem není možné vyšetřovat potraviny z hlediska všech mikroorganismů. Proto se vytypovaly vybrané druhy a rody bakterií, které nás podle počtu v potravinách informují o mikrobiologickém stavu v potravině. Tyto mikroorganismy se nazývají indikátorové mikroorganismy. [23]

Mnoho potravin může obsahovat i choroboplodné zárodky, které vyvolávají různé infekce a vážné zdravotní problémy. Na choroboplodné zárodky v potravině nás upozorňují tzv. indexové mikroorganismy. Například výskyt *E. coli* ve vodě nás upozorňuje na přítomnost *Salmonella* Typhi nebo na jiné závažné střevní patogeny. [23 - 24]

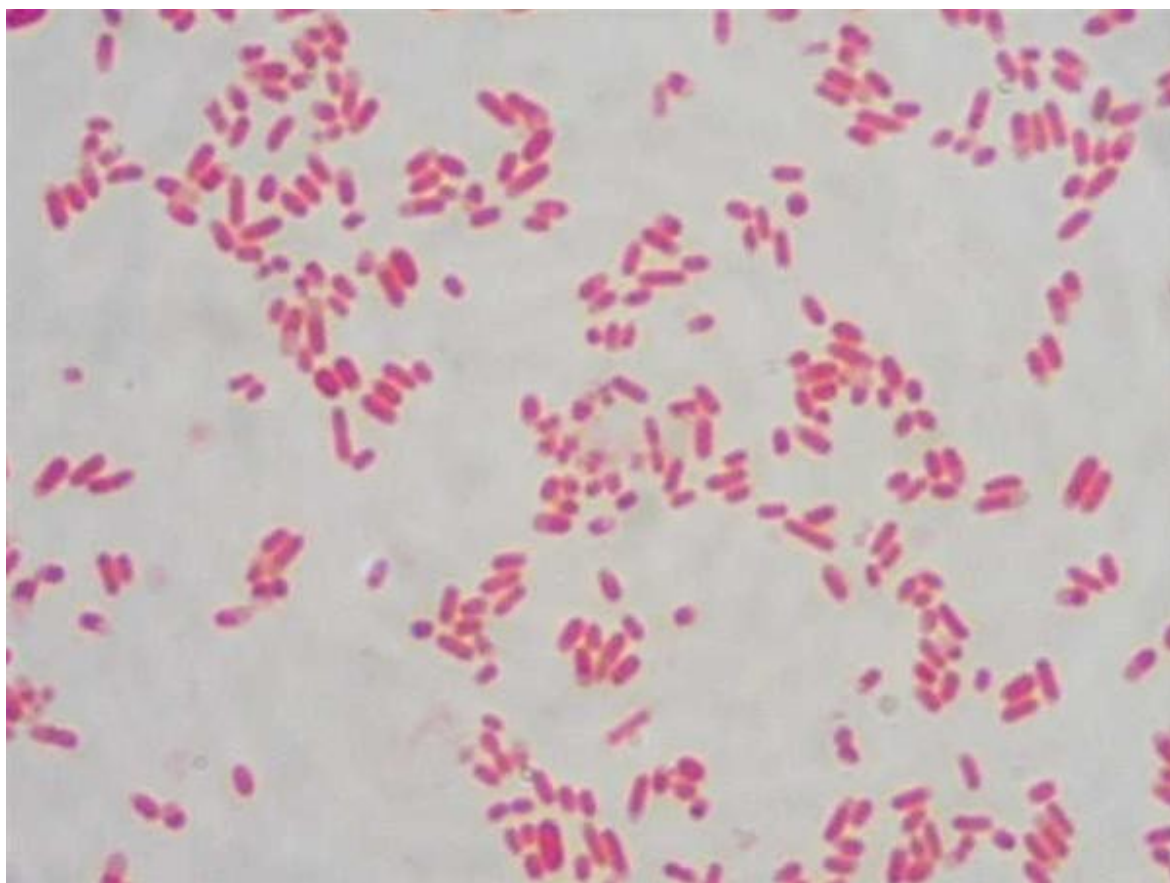
Indikátorové mikroorganismy, které nás upozorňují na kažení potravin jsou:

- počet kvasinek a plísňů;
- počet aerobních i anaerobních sporotvorných bakterií;
- bakterie rodu *Proteus*, celkový počet mikroorganismů, počty bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, počty psychotrofních a koliformních bakterií. [23]

Výhodou analýz pro stanovení indikátorových mikroorganismů je jejich rychlost a finanční nenáročnost. Ve většině případů se používají běžné plotnové metody. V praxi se nejčastěji stanovují ty indikátorové mikroorganismy, které poukazují na bezpečnost potravin. [23]

### 13.1 Stanovení Shigatoxinů *Escherichia coli*

Shiga toxin je bílkovinný jed, který produkují bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* a některé kmeny *Escherichia coli*. Toxin blokuje tvorbu bílkovin ve střevních epitelálních buňkách. Přispívá tím ke zhoršení funkce tlustého střeva a vyvolává průjmy. Pro detekci Shigatoxinů a tím pádem posouzení toxicity kmenů *Escherichia coli* se používá dostupný test založený na principu reverzní pasivní latexové aglutinace. Aglutinace je jednou z nejběžnějších sérologických metod. Principem metody je, že se bakterie v přítomnosti specifické protilátky shlukuje nebo-li aglutinuje. Reakce se nejčastěji provádí na podložním sklíčku, po smíchání specifického séra s bakterií. Následně dojde k vyjasnění původně mléčně zbarvené suspenze a vzniknou viditelné vločky (shluk bakterií obalené protilátkou – aglutinát). [22, 25 – 26]



Obr. 8: Mikroskopický obrázek *Escherichia Coli* [27]

### 13.2 *Clostridium botulinum*

Jedná se o tyčinkovitou mírně zahnutou buňku, která roste pouze za přístupu kyslíku (aerobních podmínek). Tvoří toxiny, které způsobují intoxikace jak lidí, tak i u zvířat. Botulotoxiny patří mezi nejjedovatější toxiny. Smrtelná dávka toxinu pro člověka se odhaduje mezi 0,1 až 1 µg. Jedná se o toxiny, které působí na periferní nervový systém, jsou to tedy neurotoxiny. [22]

*Clostridium botulinum* se rozmnožuje pouze v potravinách, ve kterých je zaručeno anaerobní prostředí. Vegetativní formy jsou citlivé na pasterační teploty a sterilizační proces je spolehlivě ničí. Ovšem pokud není dodržován správný teplotní režim, dochází ke klíčení spor a vytvoření buněk, které produkují botulotoxin. [22]

Po požití kontaminované potraviny se projevují příznaky od 5 hodin do 5 dnů. Nejdříve způsobí malátnost, bolesti břicha a zvracení. Následně sucho v ústech, poruchy polykání, poruchy dýchání. Neléčená intoxikace může být fatální již v průběhu 3 – 6 dnů. [22]



Obr. 9: *Clostridium botulinum* [28]



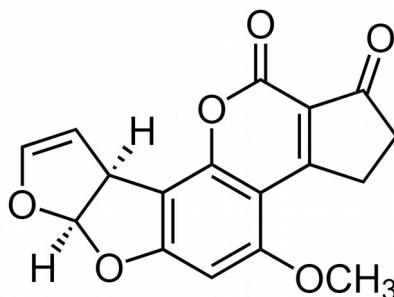
## 14 FORMY MIKROBIÁLNÍHO ROZKLADU POTRAVIN

Při mikrobiálním rozkladu nedochází pouze k jedné biochemické reakci, ale o několik současně nebo postupně probíhajících biochemických pochodů, ze kterých jeden vždy převládá. Jak již bylo řečeno, podle různých aspektů můžeme rozpoznat druh nebo rod bakterií a na základě vědeckých poznatků o bakteriích můžeme vybrat správnou metodu pro jejich zničení. [4]

### 14.1 Plesnivění

Vlhko, vlhký a klidný vzduch je prostředí, které je prospěšné pro vznik plísní. V malých prostorách s vyhovujícím substrátem mohou plísně vegetovat jen na takovou dobu, dokud nespotřebují veškerý kyslík v prostoru. Potom svůj růst po krátkém mezidobí anaerobního dýchání zastavují. Mezi produkty plísní patří například tzv. aflatoxiny, což jsou produkty plísně *Aspergillus flavus*. [4]

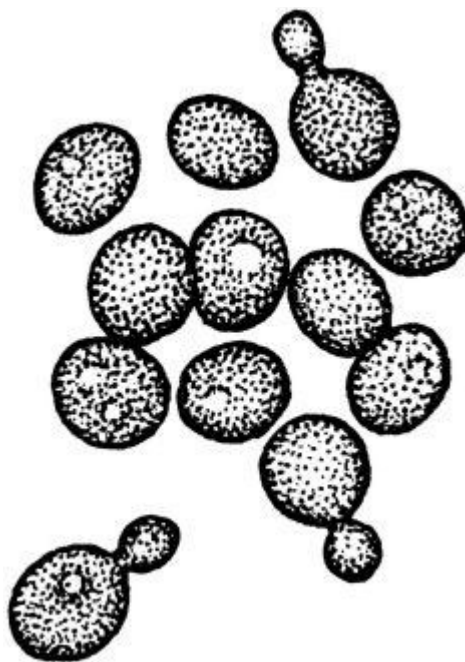
*Aspergillus flavus* vytváří rychle rostoucí kolonie. Po 7 dnech při 25°C dosahují cca 60 – 70 mm a může růst v teplotách okolo 10 - 48°C. Na základě těchto faktů víme, že této plísni se nedaří při teplotách nad 50 °C a v suchu. Proto je dobrou metodou pro zničení této plísně tepelná sterilace. [4]



Obr. 10: Aflatoxin [29]

## 14.2 Kvašení

Kvasné procesy způsobují mikroby všech skupin tj. bakterie, plísně i kvasinky. Kvasné mikroby vyžadují vodnaté prostředí, živnou složku tj. sacharid, organickou kyselinu ad. a žádoucí pH. Typické kvašení se projevuje zákalem, tvorbou bublinek, změnou chuti a vůně. [4]



*Obr. 11: Kvasinky [30]*

## ZÁVĚR

Mnoho druhů potravin podléhá rychlé zkáze, a proto je nutné tyto potraviny určitými způsoby konzervovat. Konzervářský průmysl má za cíl produkci dlouhodobě trvanlivých a zdravotně nezávadných výrobků, za co nejnižší náklady. Jednou z osvědčených metod je tepelná sterilace. Jedná se o nejpoužívanější konzervační metodu a právě proto je nutné dávat velký zřetel na možná rizika při procesu tepelné sterilace.

Dozvěděli jsme se jak probíhá tepelná sterilace a o jak složitý proces se jedná. Je nutné mít přesně stanovené přímky letality. Pracovníci, kteří provádí tepelnou sterilaci musí mít informace o jakosti suroviny, o jejich vlastnostech, pH aj.

Tepelná sterilace je velice populární konzervační metodou, kterou je možné využít ve většině případů. Popularitu této konzervační metody můžeme označit za pozitivní, ale s její popularitou se zvyšuje i množství rizik, které při procesu mohou vzniknout. Samotná příprava tepelné sterilace je závislá na mnoha faktorech, které ovlivňují průběh tepelné sterilace. Největší ohled je potřeba brát na sterilační režimy a sterilační dobu. Je také potřebná přísná hygiena pracovníků, nošení čepic, bílých pracovních oděvů a hygienicky ošetřovat náradí.

Tepelná sterilace může být ovlivněna mnoha faktory. Vzhledem k obtížnosti celého procesu a velké druhové rozmanitosti škodlivých bakterií v potravinách, je téměř nutné preventivně kontrolovat sterilační proces. Mezi takové kontrolní metody patří stanovení hodnoty W. Hodnota W je vyhodnocení účinnosti sterilačního efektu. Ukazuje nám zda byla tepelná sterilace správně provedena tj. zda byl vybrán správný sterilační režim, správná forma tepelné sterilace aj. V práci byla hodnota W spolehlivě vypočítána pro jablečný kompot a sterilované zelí. Ukázalo se, že u obou případů byl vybrán špatný sterilační režim a že taková forma tepelné sterilace není pro tyto potraviny optimální. Hodnota W se projevila jako spolehlivý způsob kontroly tepelné sterilace.

Ke kontaminaci potravin dochází dnes a denně. Kontaminace potravin škodlivými mikroorganismy může mít pro spotřebitele negativní dopad na zdraví. Dochází k ní z kontaminované půdy, hmyzu, ale i z pracovníků, kteří přímo manipulují s potravinou jak před sterilací, tak i po ní. Škodlivé bakterie mohou být pro člověka velice nebezpečné.

Ke snížení rizik se mimo jiné provádí preventivní mikrobiologické vyšetřování potravin, které stanoví, jaký druh bakterie se v potravinách nachází. Díky tomu, si mohou pracovníci před sterilací zvolit tu nejefektivnější metodu, aby co nejrychleji a nejefektivněji

byla potravina sterilována i od rezistentních mikroorganismů.

Všechny technologie prochází rychlým vývojem a tím pádem se rychleji zdokonalují. Co se konzervářské technologie týče, můžeme si všimnout modernizace obalových materiálů a strojního vybavení. Ale i přes zdokonalování technologie tepelně sterilovaných výrobků klesá jejich objem, jelikož v dnešní době lidé preferují spíše konzumaci čerstvých výrobků. Přesto je jisté, že tepelná sterilace zůstane jednou z nejvýznamnějších konzervačních metod, protože produkce některých výrobků není bez této technologie možná.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ALTERA, Jiří a ALTEROVÁ, Libuše. *Technologie: potravinář: 1. ročník SPŠ*. Vyd. 2. [Praha]: Svoboda Servis, 2005. 86 s. Edice odborných učebnic. ISBN 80-86320-45-6.
- [2] DAVÍDEK, Jiří, JANÍČEK, Gustav a POKORNÝ, Jan. *Chemie potravin: učebnice pro vys. školy chemickotechnologické*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 629 s.
- [3] VALÁŠEK, Pavel. *Chemie potravin*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2010.
- [4] KYZLINK, Vladimír. *Základy konzervace potravin*. 2. přeprac. vyd. Praha, 1980.
- [5] INGR, Ivo. *Základy konzervace potravin* [online]. Vyd. 3., přeprac. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007 [cit. 2017-04-08]. ISBN 978-80-7375-110-4.
- [6] VALÁŠEK, P., ROP, O.: CD *Základy konzervace potravin - doplňkové texty k základnímu kurzu*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2007, 174 s. ISBN 978-80-7318-587-9.
- [7] VALÁŠEK, Pavel. *Konzervace a balení potravin*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2010.
- [8] HRABĚ, Jan, ROP, Otakar a HOZA, Ignác. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005 [i.e. 2006]. 178 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-7318-372-2.
- [9] *Masné a zeleninové konzervy a polokonzervy* [online]. Brno, 2013 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://is.mendelu.cz/zp/portal\\_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=51811;download\\_prace=1](http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=51811;download_prace=1). Bakalářská. Mendelova univerzita v Brně.
- [10] *Konference: Krizové řízení a řešení krizových situací* [online]. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017 [cit. 2018-04-29]. ISBN 978-80-7454-717-1. Dostupné z: [http://www.krizoverizeni-uh.cz/doc/Sbornik\\_UH\\_2017.pdf](http://www.krizoverizeni-uh.cz/doc/Sbornik_UH_2017.pdf)

[11] *Principy výroby a sortiment masových konzerv v tržní síti ČR* [online]. Zlín, 2011 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/15588/%C5%A1krabalov%C3%A1\\_2011\\_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/15588/%C5%A1krabalov%C3%A1_2011_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Bakalářská. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

[12] PIPEK., P. *Technologie masa I. a II.*, VŠCHT Praha 1995

[13] Kurs 8 - Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmy: Vliv obalu na potravinu a potraviny na obal. *Kurs 8 - Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmy: Vliv obalu na potravinu a potraviny na obal* [online]. Hradec Králové: Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové, 2016 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/42\\_vliv\\_obalu\\_na\\_potravinu\\_a\\_potraviny\\_na\\_obal.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/42_vliv_obalu_na_potravinu_a_potraviny_na_obal.html)

[14] KADLEC, Pavel a kol. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. 536 s. Monografie. ISBN 978-80-7418-051-4.

[15] Kurs 8 - Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmy: Význam a funkce balení potravin. *Kurs 8 - Základy bezpečnosti předmětů běžného užívání určených pro styk s potravinami a pokrmy: Význam a funkce balení potravin* [online]. Hradec Králové: Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové, 2016 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/41\\_vznam\\_a\\_funkce\\_balen\\_potravin.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs8/41_vznam_a_funkce_balen_potravin.html)

[16] ZEUTHEN, P. a Leif. BØGH-SØRENSEN. *Food preservation techniques*. Cambridge: Woodhead, 2003. ISBN 0849317576.

[17] *Sborník příspěvků z konference: Krizové řízení a řešení krizových situací 2015* [online]. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015 [cit. 2018-04-29]. ISBN 978-80-7454-573-3. Dostupné z: <http://www.krizoverizeni-uh.cz/doc/sbornik.pdf>

[18] MEDIAP®, spol. s r.o.: *Potravinové dávky*. Firemní materiály, dostupné z: <http://mediap.cz/potravinove-baliky> a z: <http://www.potravinovedavky.cz/cz>

- [19] *Mikrobiologie v technologii vod* [online]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2004, s. 100 [cit. 2018-05-05]. ISBN 80-7080-534-x. Dostupné z: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_isbn-80-7080-534-X/pdf/100.pdf](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-534-X/pdf/100.pdf)
- [20] *Termosterilace*. [online prezentace]. Praha : Ústav konzervace potravin, VŠCHT, [cit.2018-05-05]. Dostupné také z: <https://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007649/0033~~MzCLD0ktys0vLkktyxJ-TE6NNzIwNAcA.pdf?redirected>
- [21] *Mikrobiologie potravin – praktická cvičení I. Obecná mikrobiologie. Revidované vydání* [online]. 2. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2004, 31 - 33 [cit. 2018-05-05]. ISBN 978-80-7305-683-4. Dostupné z: <http://www.vfu.cz/inovace-bc-a-navmgr/realizovane-klicove-aktivity/skripta/lis-2013-2014/mikrobiologie-potravin---prakticka-cviceni-i.-obecna-mikrobiologie.pdf>
- [22] *Nové metody detekce patogenů v potravinách* [online]. Brno, 2008 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: [http://is.mendelu.cz/zp/portal\\_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=22258;download\\_prace=1](http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=22258;download_prace=1). Bakalářská. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- [23] BURSOVÁ, Šárka, Lenka NECIDOVÁ a Marta DUŠKOVÁ. *Mikrobiologie potravin a mikrobiologické laboratorní metody* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014 [cit. 2018-05-05]. ISBN 978-80-7305-741-1. Dostupné z: <http://www.vfu.cz/inovace-bc-a-navmgr/realizovane-klicove-aktivity/skripta/lis-2013-2014/mikrobiologie-potravin-a-mikrobiologicke-laboratorni-metody---obecna-mikrobiologie.pdf>
- [24] LIGA PROTI RAKOVINĚ BRNO: Choroboplodné zárodky a infekce. *LIGA PROTI RAKOVINĚ BRNO* [online]. Brno: Liga proti rakovině Brno, 2014 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.onko.cz/lekar-choroboplodne-zarodky-a-infekce/>
- [25] Shiga toxin. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Shiga\\_toxin](https://cs.wikipedia.org/wiki/Shiga_toxin)
- [26] Aglutinační reakce. *Agglutinační reakce* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/alimentarni-onemocneni/uni02/uni02.html>

- [27] PHIL STRANDWITZ. *Clostridium botulinum* [online]. [cit. 11.5.2018]. Dostupný na WWW: [http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/strandwi\\_phil/images/asklfjaklsjf.bmp](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/strandwi_phil/images/asklfjaklsjf.bmp)
- [28] MEDBULLETS TEAM. *MEDBULLETS* [online]. [cit. 5.5.2018]. Dostupný na WWW: [https://upload.medbullets.com/topic/104052/images/e-coli-4798\\_3.jpg](https://upload.medbullets.com/topic/104052/images/e-coli-4798_3.jpg)
- [29] SALAMON & SEABER LTD. *SALAMON & SEABER* [online]. [cit. 5.5.2018]. Dostupný na WWW: [http://www.salamonandseaber.co.uk/images/aflatoxin\\_b1.png](http://www.salamonandseaber.co.uk/images/aflatoxin_b1.png)
- [30] LEPORELO.INFO. *leporelo.info* [online]. [cit. 5.5.2018]. Dostupný na WWW: <https://leporelo.info/pics/small.php?f=kvasinky.jpg&s=400>



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$F_0$  Délka teplotního opracování v minutách, běžícího při teplotě 121 °C.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Technologické schéma výroby masových konzerv ve vlastní šťávě [10].....	31
Obr. 2: Průběh sterilačního režimu (sterilace do 100 °C) AB – doba vzestupu teploty, BC – doba výdrže, CD – doba chlazení, modrá čára – teplota ve sterilační lázni, červená čára – průběh teploty v konzervě [7].....	38
Obr. 3: Potravinové dávky BDP (vlevo) a IMRE (vpravo).....	40
Obr. 4: Odolnost spor bakterií ve vlhké přehřáté páře [20].....	43
Obr. 5: Přímký letality mikroorganismů kyselých potravin, A – čára pro veškerou mikroflóru kyselých potravin, B – přímký letality <i>Paecilomyces varioti</i> , C – přímký letality pro bakterie kyselých potravin [7].....	45
Obr. 6: Grafické znázornění sterilačního režimu pro jablečný kompot.....	47
Obr. 7: Grafické znázornění sterilačního režimu pro sterilované zelí.....	50
Obr. 8: Mikroskopický obrázek <i>E. Coli</i> [27].....	60
Obr. 9: <i>Clostridium botulinum</i> [28].....	61
Obr. 10: Aflatoxin [29].....	62
Obr. 11: Kvasinky [30].....	63

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: Mikrobiologické třídění masových konzerv [9].....	30
Tab. 2: pH potravin [20].....	42
Tab. 3: Tabulka s výpočtem hodnoty D a 1/D pro jablečný kompot.....	46
Tab. 4: Tabulka s výpočtem hodnoty D a 1/D pro sterilované zelí.....	49

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P 1: Sterilační režim pro jablečný kompot

Příloha P 2: Sterilační režim pro sterilované zelí

Příloha P 3: Grafická integrace pro jablečný kompot

Příloha P 4: Grafická integrace pro sterilované zelí

## PŘÍLOHA P 1: STERILAČNÍ REŽIM PRO JABLEČNÝ KOMPOT

t [min]	TL [°C]	TK [°C]	D	1/D
0	26,1	25,7		
2	26,6	25,8		
4	29	25,8		
6	32,6	25,8		
8	36,4	25,8		
10	40,1	26,5		
12	44	27,7		
14	47,7	29,5		
16	51,6	32		
18	55	35,3		
20	58,6	38,9		
22	62,6	43,8		
24	65,3	54,4		
25	66,9	56,9		
26	68,3	59,6		
27	70,2	62,5		
28	71,8	63,2		
29	73,6	65,8		
30	74,5	71,9		
31	76,2	75,2		
32	78,2	78		
33	80,1	80,3		
34	81,4	82,9		
35	82,6	85		
36	83	87		
37	82,8	88		
38	82,4	89,2		
39	82,2	89,3		
40	81,6	89,7		
41	81,3	89,8		
42	80,9	90,1		
43	80,7	90,1		
44	80,3	90,3		
45	80	90,4		
46	79,7	90,5		
47	79,4	90,7		

48	79,1	90,8		
49	78,8	91		
50	78,5	91		
51	71,4	91,3		
52	59,9	91,5		
53	54,2	91,8		
54	49,1	90,9		
55	46,9	88,6		
56	43,2	85,4		
57	40,8	81,6		
58	39,1	78,2		
59	37,3	72,4		
60	36,2	72,4		
61	35,3	69,7		
62	34,2	67		
63	32,6	64,4		
64	31,8	62,6		
65	30,9	60,5		

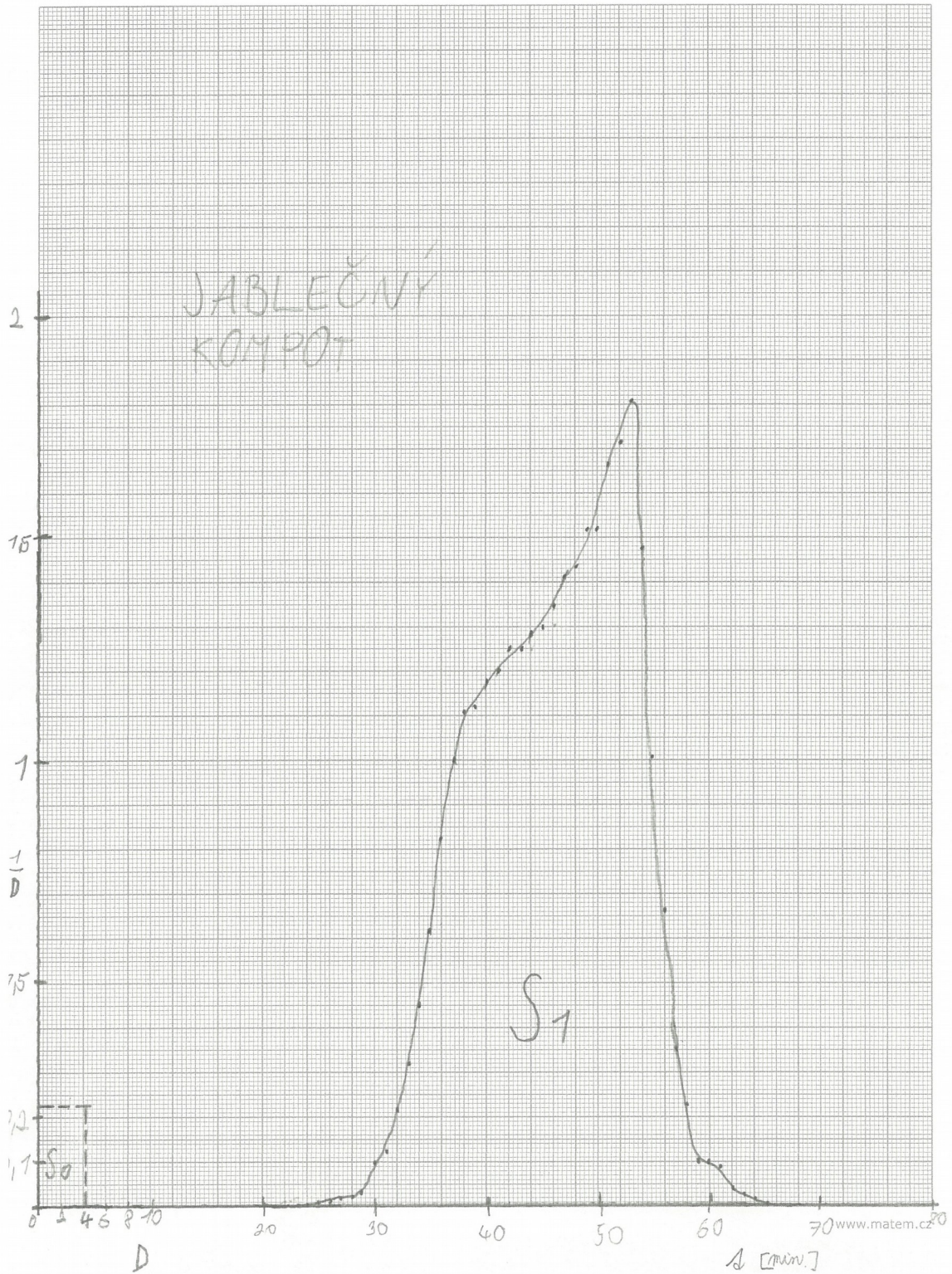
## PŘÍLOHA P 2: STERILAČNÍ REŽIM PRO STERILOVANÉ ZELÍ

t [min]	TL [°C]	TK [°C]	D	1/D
0	24,2	27,7		
2	26,3	27,7		
4	30,7	27,7		
6	35,4	27,6		
8	38,8	27,6		
10	42,2	27,5		
12	46,3	28,2		
14	50,5	30,7		
16	53,7	34,4		
18	56,8	38,7		
20	59,9	43,9		
22	63,6	49,4		
24	66,9	54,6		
25	68,3	57,1		
26	69,8	59,1		
27	71,3	61,5		
28	72,5	63,8		
29	74,1	66		
30	75,6	68,5		
31	77,2	70,5		
32	79,2	72,8		
33	80,6	75,1		
34	81,8	77,5		
35	82,9	79,9		
36	83,6	82,2		
37	83,7	84,4		
38	83,7	87,4		
39	83,8	89,2		
40	83,8	91		
41	83,6	92		
42	83,3	92,6		
43	83,1	93,1		
44	82,9	93,6		
45	82,6	94		
46	81,8	94,1		
47	81,5	94,4		

48	81,2	94,4		
49	80,9	94,6		
50	80,6	94,6		
51	80,1	94,6		
52	79,9	94,7		
53	79,5	94,6		
54	79,3	94,7		
55	78,9	94,7		
56	78,6	94,6		
57	78,3	94,6		
58	78,1	94,6		
59	77,6	94,6		
60	77,2	94,5		
61	76,8	94,4		
62	62,2	94,1		
63	54,8	93,9		
64	50,3	92,8		
65	46,6	89,3		
66	44,4	86,2		
67	42	83		
68	40,4	79,8		
69	38,4	76,4		
70	36,9	73,5		
71	35,4	70,6		
72	34,4	68,1		
73	33,4	65,5		
74	32,7	63		
75	32	60,8		
76	31,3	58,6		
77	30,6	56,7		
78	30,1	54,8		
79	29,6	53,5		
80	29,1	51,5		



# PŘÍLOHA P 3: GRAFICKÁ INTEGRACE PRO JABLEČNÝ KOMPOT





# PŘÍLOHA P 4: GRAFICKÁ INTEGRACE PRO STERILOVANÉ ZELÍ

