

Aplikace sterilizačních technik v potravinářském průmyslu a v obalové technice

Michaela Bartončíková

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michaela Bartončíková**
Osobní číslo: **T17910**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Aplikace sterilizačních technik v potravinářském průmyslu a v obalové technice**

Zásady pro vypracování

Řešení práce

1. Zhodnoťte současný stav techniky v oblasti fyzikální a chemické sterilizace obalových materiálů pro potravinářské a biomedicínské aplikace.
2. Proveďte srovnání výhod/nevýhod jednotlivých typů sterilizačních technologií pro aplikace v potravinářském průmyslu, zhodnoťte jejich investiční a ekonomickou náročnost.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] KOTLÍK J.: Sterilizace polymerů pro veterinární transferní sety, Materiálově – technologická studie, CMA Chemie, Brno, 2005 (14 p.).
- [2] BOLEK, S. a kol. Dezinfekce, sterilizace a režim v prevenci nozokomálních nákaz. Avicenum. Praha 1984.
- [3] BARTOVSKÁ, Lidmila a Marie ŠÍŠKOVÁ. Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav. Vyd. 5., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 244 s. ISBN 80-7080-579-x.
- [4] PŘÍVORA, M.: Dezinfekce, dezinfekce, defatizace. Avicenum, Praha, 1980.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Lubomír Lapčík, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou 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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji 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 práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Abstrakt česky

V bakalářské práci je popisována problematika sterilizace obalových materiálů využívaných v potravinářském průmyslu. Důraz je kladen na vývoj, typy, kladné a záporné vlastnosti jednotlivých druhů obalů, dále na možné způsoby sterilizačního procesu, jeho popis a kontrolu a v neposlední řadě na legislativní požadavky platné jak pro EU, tak Českou republiku, které se k této problematice vztahují. Obaly, ve kterých jsou potraviny uchovávány či přepravovány se mohou stát zdrojem mikroorganismů, které jsou schopny negativně ovlivnit senzorické nebo mikrobiologické vlastnosti dané potraviny a potažmo naše zdraví jako finálních konzumentů.

Klíčová slova: sterilizace, legislativa, obalové materiály, mikroorganismy, potravinářský průmysl

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The Bachelor thesis describes the sterilization of packaging materials used in the food industry. Emphasis is placed on the development, types, positive and negative characteristics of individual types of packaging, as well as possible ways of the sterilization process, its description and control, and last but not least on the legislative requirements applicable to both the EU and the Czech Republic. Packaging in which food is stored or transported can become a source of microorganisms capable of adversely affecting the sensory or microbiological properties of the food and hence our health as final consumers.

Keywords: sterilisation, legislation, packaging materials, microorganisms, food industry

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu prof. Ing. Lubomíru Lapčíkovi, CSc. za jeho cenné rady, připomínky a materiály, které mi poskytl v průběhu zpracování této práce. A zároveň bych chtěla poděkovat mé rodině, která mne podporovala a poskytla mi ničím nerušený čas k dokončení mé práce.

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

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| 1 HISTORIE | 10 |
| 1.1 LOUIS PASTEUR..... | 11 |
| 2 VÝVOJ OBALŮ | 12 |
| 2.1 DŘEVO | 14 |
| 2.1.1 Obalové materiály ze dřeva..... | 15 |
| 2.1.1.1 Bedny | 15 |
| 2.1.1.2 Sudy a kádě..... | 15 |
| 2.2 PAPÍR | 16 |
| 2.2.1 Obalové materiály z papíru | 16 |
| 2.2.1.1 Fóliový materiál..... | 17 |
| 2.2.1.2 Hotové obaly..... | 17 |
| 2.3 SKLO | 18 |
| 2.3.1 Výroba skla | 18 |
| 2.3.2 Obalové materiály ze skla | 18 |
| 2.3.2.1 Nápojové obaly | 19 |
| 2.3.2.2 Konzervové obalové sklo..... | 20 |
| 2.4 PLAST..... | 20 |
| 2.4.1 Obalové materiály z plastů..... | 20 |
| 2.5 KOV | 21 |
| 2.5.1 Obalové materiály z kovu | 22 |
| 2.5.1.1 Konzervované plechovky | 22 |
| 2.5.1.2 Hliník | 22 |
| 3 STERILIZACE | 24 |
| 3.1 ZPŮSOBY STERILIZACE | 25 |
| 3.1.1 Sterilizace teplem | 25 |
| 3.1.2 Sterilizace parou..... | 25 |
| 3.1.3 Sterilizace suchým teplem..... | 26 |
| 3.1.4 Filtrace..... | 26 |
| 3.1.5 Radiační sterilizace | 26 |
| 3.1.6 Chemická sterilizace | 27 |
| 3.2 KŘIVKA PŘEŽITÍ A D – HODNOTA | 27 |
| 3.3 TEPelná ODOLNOST MIKROORGANISMŮ | 30 |
| 3.4 KONTROLA STERILIZACE | 31 |
| 3.4.1 Mechanické indikátory..... | 31 |
| 3.4.2 Biologické indikátory..... | 32 |
| 3.4.3 Chemické indikátory | 33 |
| 4 PRÁVNÍ PŘEDPISY | 34 |
| 4.1 NAŘÍZENÍ (ES) Č. 1935/2004 | 34 |
| 4.1.1 Směrnice 2007/42/ES..... | 34 |
| 4.1.2 Směrnice rady 84/500/EHS..... | 34 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 4.1.3 | Směrnice komise 93/11/EHS | 34 |
| 4.1.4 | Nařízení Komise (ES) č. 450/2009 | 35 |
| 4.1.5 | Směrnice komise 2002/72/ES | 35 |
| 4.1.6 | Směrnice komise 97/48/ES | 35 |
| 4.1.7 | Nařízení komise (ES) č. 1895/2005 | 35 |
| 4.1.8 | Směrnice rady 78/142/EHS | 36 |
| 4.2 | NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) Č. 2023/2006 | 36 |
| ZÁVĚR | | 37 |
| 5 ZDROJE | | 39 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | | 47 |

ÚVOD

V půdě, vodě a ve vzduchu můžeme trvale najít mikroorganismy, které jsou rizikem ve vzniku a šíření infekcí, které v dnešní době stále trvá a dokonce stoupá. Díky rozvoji zemědělství, vysazování nových porostů, výstavbě měst, rozvoji průmyslu a v neposlední řadě zavádění nových technologií ve výrobě se neustále vytvářejí vhodné podmínky pro různé mikroorganismy. Díky těmto změnám a jejich rychlosti dochází k opakovanému výskytu a nekontrolovatelnému šíření infekcí jako např. černý kašel, tuberkulóza, cholera atd. V prostředí, ve kterém žijeme můžeme najít mnoho mikroorganismů, které jsou pro nás, zvířata a také rostliny neškodné nebo jsme dokonce schopni s nimi žít v symbióze. Ale v životním prostředí můžeme najít také mikroorganismy, které jsou pro nás naopak škodlivé a mohou vyvolat velmi závažná onemocnění nebo v krajním případě způsobit smrt či trvalou invaliditu, znehodnotit suroviny, materiály potažmo i výrobky. Mezi základní protiepidemická opatření, která mají za úkol zabránit šíření a škodlivému působení těchto mikroorganismů se řadí sterilizace, dezinfekce, sanitace, konzervace, dezinfekce a deratizace. První dvě zmíněné metody, tedy sterilizace a dezinfekce patří mezi základní opatření a způsob ničení mikroorganismů, které by mohly být škodlivé pro člověka, zvířata či výrobky. Ve zdravotnických zařízeních jsou nepostradatelnou součástí ochrany veřejného zdraví, při provozech a činnostech, které jsou epidemicky závažné jsou součástí technologických postupů.

[1]

Bakalářská práce se zabývá obalovými materiály v potravinářském průmyslu, potažmo možnostmi jejich sterilizace. Nejprve je věnována pozornost Louis Pasteurovi jakožto objeviteli pasteurizace. Poté jsou popisovány druhy obalů, se kterými je možné se setkat v potravinářství, popřípadě ve velkoobchodní a maloobchodní síti. Společně s charakteristikou jednotlivých druhů je stručně popsán i jejich vývoj a konkrétní typy obalů z dílčích materiálů. Následně je charakterizována sterilizace a její možné způsoby. Pozornost je věnována také způsobům vyjádření účinnosti sterilizačního procesu a metodám ověření jeho kvality, tedy indikátorům sterilizace. V závěru práce je věnována pozornost legislativním požadavkům vztahujícím se na obalové materiály v potravinářském průmyslu, které jsou závazné jak pro celou Evropskou unii, tak pro Českou republiku.

1 HISTORIE

Na začátku naší existence se i mezi naprosto primitivními národy vyvíjely způsoby, jak zvýšit odolnost vůči škodlivým vlivům, chorobám a jejich původcům. Karantény, vykuřování a spalování patřili mezi úplně prvními opatřeními k zabránění šíření infekcí, protože lidé si uvědomovali, že nejlepší prevencí proti infekčním onemocněním je zabránění jejich šíření. Ve starověké literatuře můžeme najít zmínky o prvních základních principech a pravidel hygieny při konzumaci potravin jako např. solení, uzení, sušení, mrazení potravin a uchovávání vody a vína ve stříbrných nádobách.

V letech 1905–1915 položil základ dezinfekce lékař německého původu Paul Ehrlich. K plynárenskému a uhelnému průmyslu byla tato doba přívětivá a jejich nový produkt – fenol, se stal součástí prvních dezinfekčních prostředků. Jeho typický karbolových zápach doprovázel každou návštěvu nemocnice, vojenského lazaretu či jiného zdravotnického zařízení. Mezi další dezinfekční prostředky té doby patřili jodová tinktura, chloroform, kafr, alkohol, brom, amoniak. Ačkoliv je dezinfekčních látek k dispozici v dnešní době mnoho, stále se hledají nové, vůči kterým by mikroorganismy nebyly odolné.

Historie a vývoj v používání sterilizačních přístrojů, které se využívaly ke sterilizaci opakovaně používaných nástrojů nesahá daleko. Robert Koch v roce 1871 zavedl vůbec první parní sterilizátor, Kochův hrnec, který se používá ke sterilizaci v proudící páře, měl v mikrobiologické laboratoři důležité místo a firma Johnson – Johnson v roce 1889 uvedla do prodeje první parní sterilizátor pro lékařské účely. Kochův autokláv funguje na velmi podobném principu jako Arnoldův přístroj a používají se současně ke sterilizaci proudící parou.

Všechna tato zařízení se používají za standartních podmínek a pouze v mikrobiologických laboratořích, ale jak postupoval vývoj vědy, tak se současně musel posouvat i vývoj těchto zařízení a hledání nových metod sterilizace. V 90. letech se na trhu objevila novinka ve formě plazmového sterilizátoru, který byl díky své krátké expoziční době a nízkoteplotním procesům předurčen k použití ve zdravotnictví, jelikož právě díky těmto vlastnostem bylo možno používání moderních diagnostických, terapeutických nástrojů a přístrojů. Tato metoda je označována jako sterilizace 21. století. [1]

1.1 Louis Pasteur

Francouzský chemik a mikrobiolog Louis Pasteur se narodil 27. prosince 1822 ve městě Dole ve francouzském regionu Jura. Pasteur během svých studií získal titul bakaláře umění (1840) a titul bakaláře vědy (1842) na královské vysoké škole v Besançonu a doktorát (1847) na École Normale v Paříži.

V roce 1849 se pokoušel vyřešit problém, který se týkal povahy kyseliny vinné, která se vyskytovala v sedimentech vína. Při studiu krystalů zjistil, že pokud roztokem rozpouštěné kyseliny vinné prochází polarizované světlo, tak se otáčí úhel roviny světla. Vědci tedy používali rotaci polarizovaného světla ke studiu krystalů. Pasteur při výzkumu zjistil, že sloučenina, která se také vyskytuje ve víně, zvaná kyselina paratartarová má stejné složení jako kyselina vinná. Většina vědců v té době předpokládala, že tyto dvě látky jsou identické. Pasteur však podotknul, že kyselina paratartarová na rozdíl od kyseliny vinné neotáčí rovinu polarizovaného světla z čehož usoudil, že ačkoliv mají obě sloučeniny stejné chemické složení, musí mít odlišné struktury.

Při pohledu mikroskopem zjistil, že existují dva typy krystalů, a ačkoliv jsou na pohled identické, tak to jsou ve skutečnosti zrcadlové obrazy což dokázal jednoduchým experimentem, kdy oběma typy krystalů prošlo polarizované světlo a každý z nich stočil rovinu polarizovaného světla opačným směrem. Tento experiment vedl k objevení stereochemie.

V roce 1854 se stal profesorem chemie a děkanem na univerzitě v Lille. [2]

V roce 1857 publikoval první příspěvek o fermentaci ve kterém uvedl, že kvašení cukru na kyselinu mléčnou, je způsobeno mikrobiálním růstem. O pár let později v návaznosti na jeho dosavadní vědeckou činnost oznámil objev mikroorganismu, který mohl žít pouze v anaerobním prostředí a produkoval kyselinu butylovou a současně uvedl, že kvasinky jsou schopné žít v aerobním i anaerobním prostředí.

Dalším odvětvím, kterému se Pasteur po objasnění fermentace věnoval, bylo víno. Zabýval se mikrobiologickým původem u chorob vinné révy a vývoji vytápěcí techniky, která měla za úkol zničit nežádoucí kvasinky přítomné ve víně, které by mohly narušit jeho kvalitu. Tato metoda je nyní známá jako pasterizace. [3]

2 VÝVOJ OBALŮ

Obaly jsou nedílnou součástí většiny potravin, se kterými přicházíme do styku. Jsou v naší společnosti všudypřítomné a nezbytné. Jedním z hlavních úkolů obalu je prodloužit údržnost potravin a ochránit je před vnějšími mechanickými, chemickými, fyzikálními nebo biologickými vlivy.

Vývoj balení potravin je možné považovat za jeden z ukazatelů míry vyspělosti společnosti. Sektor balení představuje asi 2 % hrubého národního produktu ve vyspělých zemích a asi polovina všech obalů se používá k balení potravin. Počátky průmyslové výroby obalů sahají do 19. století, kdy se mimo materiálů jako bylo dřevo nebo sklo, které se v té době už hojně využívaly, začaly vyrábět také obaly ve formě plechovek. Dá se říct, že nezbytnost obalů v potravinovém průmyslu vzrůstala společně se změnou životního stylu lidí.

Je třeba říct, že dnešní vysoce sofistikované průmyslové obaly, které se používají, jsou vzdálené obalům z dřívější doby. I přes důležitou roli, kterou dnes obalové materiály hrají, jsou často považovány za nezbytné zlo, popřípadě zbytečné náklady. Životnost obalu je krátká, jeho práce je v mnoha případech u konce v době, kdy přijde do kontaktu se spotřebitelem.

Hlavním úkolem obalu je zajištění dodání zboží spotřebiteli v jeho nejlepším možném stavu pro jeho použití. Mezinárodní institut pro balení definuje obal jako sáček, krabici, kelímek, podnos, plechovku, zkumavku, lahve nebo jinou nádobu, která plní řadu úkolů: chrání obsah před kontaminací a znehodnocením, usnadňuje přepravu a skladování zboží a poskytuje jednotná měření obsahu. Avšak ne všechny typy obalů jsou vhodné pro jakoukoliv potravinu nebo nápoj. Určitý typ materiálu, ze kterého je obal vyroben, může být vhodný pro jednu konkrétní potravinu, avšak pro jinou se může stát škodlivým. Z toho tedy vyplývá, že výběr správného materiálu pro balení potravin je velmi důležitý. [4] [5]

Jakkoliv je tento popis jasný, pro ty, kteří zodpovídají za vývoj a návrh potravinových obalů, je nedostatečný. Proto byly popsány primární funkce obalů:

Ochrana

Ochrana produktu obalem, je považována za jednu z jeho hlavních funkcí, chrání jeho obsah před vnějšími vlivy jako je např. voda, vlhkost, plyny, prach ale také před případnou biologickou kontaminací, která může mít původce jak v lidech samotných, tak v mikroorganismech, drobných hlodavcích a jiných škůdcích např. hlodavcích nebo hmyzem.

U většiny potravinářských výrobků je ochrana poskytována obalem nezbytnou součástí konzervačního procesu. Například asepticky balené mléčné a ovocné šťávy v lepenkových kartonech zůstávají aseptické pouze tak dlouho, dokud obal poskytuje ochranu, jakmile je porušena celistvost obalu, produkt již není chráněn.

Balení také chrání nebo šetří hodně energie spotřebované během výroby a zpracování produktu. Například výroba, přeprava, prodej a skladování 1 kg chleba vyžaduje 15,8 MJ energie. Tato energie je uložena ve formě dopravního paliva, tepla, energie a chlazení v zemědělství a mletí pšenice, při pečení a maloobchodním prodeji chleba a při distribuci surovin i hotového výrobku. Výroba nízko hustotního polyethylenového sáčku pro balení 1 kg chleba vyžaduje 1,4 MJ energie. To znamená, že každá jednotka energie v balení chrání 11 jednotek energie ve výrobku. Odstranění obalu by mohlo ušetřit 1,4 MJ energie, ale také by to vedlo ke znehodnocení chleba a následnému plýtvání energií 15,8 MJ. [6] [7]

Obal jako takový by měl také chránit před ztrátou nebo přijímáním vlhkosti z vnějšího prostředí a upravovat pronikání plynů např. kyslíku, oxidu uhličitého nebo dusíku, dovnitř balení. Pokud by obal nereguloval pronikání těchto plynů, může dojít k oxidaci, která má za následek ovlivnění barvy, chuti nebo vůně a k množení mikroorganismů, následnému kažení potravin a vzniku patogenů. [7]

Komunikace

Mimo to, že obal chrání obsah uvnitř, tak také funguje jako prodavač daného produktu. Spotřebitelé jsou schopni podle obalu dané zboží identifikovat. Mimo obecné údaje, které jsou na obalu uvedeny jako jsou: výrobce a množství, jsou uváděny také požadavky na označení, které jsou dané státními nebo nadnárodními požadavky a liší se v závislosti na typu produktu. Mezi tyto označení lze zařadit např. informace o bezpečném použití, manipulaci a vhodném skladování, alergeny, konzervační látky, složení produktu a s tím spojený nutriční štítek, který udává množství jednotlivých makroživin vztažených na jednotku hmotnosti. [4] [6]

Použitelnost

V neposlední řadě je mimo všechny předchozí funkce důležitá použitelnost obalu, která zahrnuje snadné otevírání, zavírání, skladování nebo případné opětovné použití. Jedním z hlavních důvodů v nárůstu spotřeby obalů je lidská pohodlnost a neustále se zrychlující životní styl. Náročnost spotřebitelů stoupá, a tak jsou ať už primární nebo sekundární obaly potravin

doplňovány o opětovně uzavíratelné uzávěry, dávkovacích uzávěrů nebo se jedná o obaly vhodné k uchovávání potravin při mrazírenských teplotách či k mikrovlnnému ohřevu. [6]

Ačkoliv se výrobci a vývojáři obalových materiálů snaží o to, aby byly obaly co nejvíce odolné, může při nevhodném zacházení či skladování dojít k jejich poškození.

Poškození obalu a potažmo produktu může být způsobeno dvěma způsoby:

Fyzické poškození

Zahrnuje škody na výrobku způsobené vibracemi při přepravě včetně silnic, železnic, námořní nebo letecké dopravy. Dále poškození způsobené stlačováním při stohování během přepravy nebo následném skladování ve skladech, maloobchodních podmínkách a v domácím prostředí. [4]

Poškození způsobené okolním prostředím

Prostředí, které obklopuje produkt není vždy ideální, tudíž i působením nevhodných podmínek okolního prostředí může být výrobek poškozen, což může být způsobeno plyny (zejména O_2), vodní parou, světlem (hlavně UV), nevhodnou teplotou a dále mikroorganismy (bakterie, plísně, viry) a makroorganismy (hmyz, ptáci, roztoči), které jsou přítomné v mnoha skladech a maloobchodních prodejnách. Pokud obal nepůsobí jako účinná bariéra, může dojít k proniknutí např. výfukových plynů z automobilů, nečistot a prachu do produktu. [4]

2.1 Dřevo

Dřevo je velmi starý a tradiční obalový materiál, který je dnes spíše na ústupu z důvodu především poměrně vysoké ceny a snahy výrobců o jeho nahrazení a odlehčení obalů zejména použitím plastů. V současné době se dřevěné obaly používají hlavně pro vyvolání dojmu luxusu. Výhoda dřeva je jeho dobrá mechanická pevnost, a přitom nízká specifická hmotnost, dobré tepelně izolační vlastnosti, nízký koeficient tepelné roztažnosti a chemická odolnost. Avšak jeho značnou nevýhodou je nasákavost, díky které dochází ke změnám objemu podle obsahu nasáklé vody, dále poměrně nízká odolnost proti působení mikroorganismů a díky obsahu pryskyřičnatých látek (zejména jehličnany), tříslovin (způsobují trpkou

chut') nejsou vhodné pro přímý styk s potravinou, kvůli riziku přechodu těchto látek do potravin. [8]

2.1.1 Obalové materiály ze dřeva

2.1.1.1 Bedny

Bedny je možné využít na balení různých výrobků od zelenina nebo nápojů až k např. těžkým produktům strojího průmyslu. Samotné bedny se zpevňují pomocí pásů z ocele nebo plastu (polypropylen). Dovnitř beden je pak možné vkládat např. polystyrenové díly nebo plastové sáčky naplněné vzduchem pro větší stabilitu přepravovaného produktu. [9]

2.1.1.2 Sudy a kádě

Při přepravě a uchování tekutin (víno, destiláty) byly dřívě obaly ze dřeva řazeny mezi jedny ze základních. Dnes se využívají především obaly z jiných materiálů jako je ocel a dřevo je používáno hlavně pro speciální výrobky, především lihoviny (sudy pro bourbon, whisky, brandy) nebo víno (barrique sudy) [9] [10]



Obrázek 1 Sudy na whisky [11]

2.2 Papír

Papír je jeden z nejdéle používaných materiálů k balení potravin. První, kdo zjistili a odhalili tajemství složení papíru byli Arabové v 8. století před Kristem. Poté došlo k válečnému konfliktu, při kterém čínští válečníci napadli město Samarkand a od zajatců zjistili princip výroby papíru. Postupně došlo k jeho dalšímu rozšíření na Sicílii a do Itálie. Ve 12. století se papír dostal do Španělska díky Maurům a odtud do Francie a pak do celé Evropy. Mezi jeho hlavní výhody patří vysoký stupeň recyklace, relativně jednoduchá výroba, biologická degradovatelnost a v neposlední řadě jsou to obnovitelné zdroje výroby. Jako papír je označována vrstva vláken, které jsou ve většinové části z rostlin. Dnes se papír vyrábí především z celulózy, která je obsažena v tělech jednoletých a víceletých rostlin, ale hlavně z jehličnatých stromů. Tato vlákna jsou v průběhu procesu výroby papíru mnoha kroky zpracována a poté lisována. [8] [12]

2.2.1 Obalové materiály z papíru

Papírové obalové materiály jako je samotný papír, lepenka nebo kartón jsou v obalové technice poměrně hojně zastoupeny, což dokazuje jejich podíl v celkové celosvětové spotřebě obalových materiálů, který tvoří zhruba 50 %. Jedná se o nejekonomičtější, nejflexibilnější a nejekologičtější materiál na trhu, který je velmi levný a snadno přizpůsobivý. Lze z něj vyrobit velkou škálu rozmanitých obalů různých tvarů a velikostí podle požadavků zákazníků a typu potravin.

Jedním ze způsobu dělení papírových obalů je rozdělení na základě plošné hmotnosti. Pokud je hmotnost menší než 150 g.m^{-2} hovoříme o papíru, pokud je v rozmezí $150\text{-}250 \text{ g.m}^{-2}$ jedná se o kartóny a v případě, že se hmotnost pohybuje v hodnotách nad 250 g.m^{-2} jde o lepenky. [5] [9]

Ačkoliv má papír poměrně dobré mechanické vlastnosti, tak je jeho použití značně omezené a to zejména díky jeho poměrně velké propustnosti pro vodu, páry, plyny, aromatické látky aj. (není tedy vhodný pro výrobky u kterých je nutné zmrazení nebo vystavení vodě). Proto při výrobě papírových obalů poměrně často dochází k jejich potažení pomocí směsi plniva např. čínský jíl, pigmentu např. uhličitan vápenatý, oxid titaničitý a pojiva tj. SBR- butadienstyrenový kaučuk, alkydové polyestery, která zlepšuje povrch obalu nebo se kombinuje poměrně finančně nenákladný papír s plasty a díky tomu získáme obalový materiál, který má vynikající funkční vlastnosti. [5] [9] [13]

Papír tedy nachází své uplatnění především jako sekundární obal při balení např. snídaňových cereálií u kterých najdeme i vnitřní plastový sáček, který má za úkol udržet potravinu déle v kondici a pravděpodobnost přechodu částic z lepenky do potraviny je poměrně nízká. Do takto využívaných papírů jsou přidávána činidla, která upravují jejich absorpční schopnosti a zvyšují pevnost, pokud přijdou do kontaktu s vodou. [13]

Nejčastější dělení papírových obalů je na:

2.2.1.1 Fóliový materiál

Mezi fóliový materiál se řadí např. nepromastitelné papíry jako je pergamen pro balení tvarohu nebo sýrů a tuků, pergamenová náhrada a pergamín, pro sušenky nebo oplatky, a také vrstvené materiály, kde dochází ke kombinaci s plasty nebo hliníkovou fólií a jsou tedy nepropustné pro tuky a nelze je rozmočit ve vodě. [8] [9]

2.2.1.2 Hotové obaly

Jako hotové obaly se označují sáčky, papírové pytle a papírové krabice, které se sestavují skládáním buď z jednoho kusu, dvou kusů nebo se jedná o hermeticky uzavíratelné krabice. [9]



Obrázek 2 Papírové sáčky [14]

2.3 Sklo

Sklo tak jak ho známe my dnes vzniklo pravděpodobně před 12 000 – 7 000 let před naším letopočtem v Egyptě, na pobřeží Sýrie nebo v Mezopotámii jako odnož keramiky a využívalo se především k výrobě šperků a amuletů. Později se začalo využívat k výrobě mís, šálků a jiného nádobí. Na přelomu letopočtu došlo k vynálezu čirého skla a v 5. století našeho letopočtu k rozšíření výroby skla do celé Evropy. Postupný vývoj výroby skla vedl ke zlepšování jeho kvality, kdy v 18. století bylo za nejkvalitnější považováno sklo Benátské, později se stalo světoznámým i sklo české a anglické. Od 18. a 19. století postupně docházelo ke snižování cen skla a mezi lety 1875–1960 začala být jeho výroba automatizována. Jedná se tedy o jeden z nejstarších typů obalu, který se využíván k uchovávání tekutin. [8] [15]

2.3.1 Výroba skla

Při výrobě skla se vychází ze základní suroviny tzv. kmene jehož základem jsou sklářské písky, které obsahují 60-80 % oxidu křemičitého, oxid vápenatý, draselný a sodný, které jsou do kmene dodávány ve formě nerostných (vápenec) nebo chemicky připravených surovin (soda). Kromě základních surovin se mohou při výrobě použít např. barviva nebo mnoho jiných pomocných látek se specifickými vlastnostmi.

Základním procesem ve výrobě je tavení skla při teplotě 1450–1550 °C a v případě borito-křemičitého skla až při 1630 °C a křemičitého skla okolo 2000 °C. Sklo vytvarované při takto vysokých teplotách je třeba ochladit, avšak ne příliš prudce, jelikož prudké ochlazení by způsobilo mechanické poškození a znehodnocení výsledného výrobku. Proto ke chlazení dochází postupně v chladících pecích. [8] [16]

Finální skleněný obal je často potahován vrstvičkami polyethylenu nebo alifatických esterů, které chrání sklo před odřením, které by mohlo snížit atraktivitu u spotřebitelů a dodává mu kluzné vlastnosti, které jsou žádoucí především v oblasti závitů a uzávěrů, avšak ve výjimečných případech může docházet k jejich rozkladu a s tím spojených žluklých pachů. [13]

2.3.2 Obalové materiály ze skla

Ve velké většině případů se jedná o obaly spotřebitelské, které se dělí na nápojové skleněné obaly a konzervové obalové sklo, ale řadí se sem i zásobní lahve nebo demižóny. Skleněné obaly mají obecně dobré mechanické vlastnosti jako je pevnost a tvrdost v tlaku, jsou sto-

procentně recyklovatelné, mají výborné bariérové vlastnosti a jsou transparentní, což u spotřebitele může vyvolat pocit nefalšovanosti. Jejich nevýhodou je však poměrně vysoká hmotnost, křehkost, při příliš prudké změně teploty může dojít k pnutí a praskání, špatná tepelná vodivost. [8] [9] [15]

2.3.2.1 Nápojové obaly

Jsou dostupné v objemech od 0,1 l do 2 l, avšak výjimečně i v objemu 5 l a různých tvarech, které se liší délkou hrdla, šířkou a odlehčením lahví. Jedná se o obaly na mléko, pivo, víno nebo ovocné šťávy aj. Uzávěry těchto lahví se dělí podle uchycení na zátky, které jsou uvnitř hrdla a kovové korunky, které jsou vně hrdla. Kovové korunky jsou vyrobeny z ocelového plechu, který je pocínovaný a jejich součástí je i odpružovací vložka a těsnící fólie. Dále se mezi uzávěry s vnější aplikací řadí polyethylenové navlékací uzávěry, smrštitelné kloboučky z plastů a recall uzávěry používané při balení olejů. Na trhu je tedy dostupné poměrně velké spektrum uzávěrů. [8] [9]



Obrázek 3 Skleněná láhev [17]

2.3.2.2 Konzervové obalové sklo

Jedná se o konzervové sklenice se širokým hrdlem v objemu od 150 ml do 5 l. Velikost sklenic je označována čísly, které vyjadřují skutečný objem v mililitrech (např. OM 460, OM 920). U tohoto typu obalu je velmi důležitá volba uzávěrů, kde je velká pozornost věnována hermetičnosti a lehké otevíratelnosti. Jako uzávěry lze použít hliníková víčka Twist Off, Omnia-dýchající uzávěry nebo Twist-Off-nedýchající uzávěry. Mimo uzávěry vyrobené z kovu je možné využít i uzávěry plastové. [8] [9]

2.4 Plast

Výroba plastů započala pravděpodobně v roce 1830, kdy Charles McIntosh vyrobil voděodolné pláště pro armádu vyrobené z tkaniny, která byla pokryta vrstvou gumy. Následoval objem polyvinylchloridu v roce 1872, využití izolace kabelů pomocí PVC v roce 1912, příprava PVdC v roce 1916, první komerční využití polystyrenu v roce 1930 a konečně výroba PET lahví pro balení nápojů v roce 1977.

Plasty jsou polymerní látky syntetického nebo polysyntetického původu, mají plastické vlastnosti a řadí se mezi nejvýznamnější a nejprogresivnější obalové materiály. Dříve byly považovány pouze za náhražku tradičních obalových materiálů, avšak dnes jsou již hojně využívány díky svým charakteristickým vlastnostem, mezi které patří velmi dobré bariérové vlastnosti (např. neprůchodnost pro plyny), jsou velmi dobře svařovatelné, avšak jedním z největších nedostatků je jejich likvidace. [8] [15]

2.4.1 Obalové materiály z plastů

Plastové obalové materiály kralují téměř všem prodejnám potravin a supermarketům. Navzdory četným výzkumům o možnosti zdravotní zavadnosti plastů se stále nepodařilo najít způsob, jak odstranit škodlivé látky z plastů nebo snížit jejich uvolňování a jejich vliv na životní prostředí. Mezi plastové obaly využívané v potravinářském průmyslu se řadí všechny polymerní lamináty. Lamináty se vyrábí spojováním jednotlivých vrstev pomocí lepidla, které však může obsahovat rozpouštědla. Finální obal je poté potištěn inkousty nebo je látka

ze které je vyroben, obohacena o přísady, které brání degradaci během zpracování na konečnou podobu obalu. Všechny tyto přídatné látky mohou poté samovolně pronikat do balené potraviny a tím snížit jakost potraviny či její sensorické vlastnosti. Mezi takto využívané látky patří polyethylen, polypropylen, polystyren, polyvinylchlorid nebo polyethylen tereftalát. To, jak snadno částice přídatných látek prochází skrze tyto polymery závisí na jejich krystalové struktuře. Čím více krystalickou strukturu daná látka má, tím lepšími bariérovými vlastnostmi disponuje. [5] [13]



Obrázek 4 Plastové obaly [18]

2.5 Kov

Počátky konzervace potravin v nádobě sahá do 90. let 20. století, kdy byl Nicolas Appert první osobou, která tento proces uvedla do praxe. Kovové materiály mají při použití v obalové technice několik výhod. Řadí se mezi ně především: mechanická pevnost a výborné bariérové vlastnosti. Právě díky těmto vlastnostem se zvyšuje bezpečnost a integrita velkého spektra potravin. V dnešní době jsou pro konzervování používány ocel, hliník nebo cín a chrom. Avšak nejčastěji je využíván pocínovaný plech, s cínovou vrstvou tlustou zhruba 0,38 μm , ocel bez cínu nebo hliník, který je zároveň využíván v největší míře díky své nízké hmotnosti, lehkosti, snadné zpracovatelnosti a v neposlední řadě nezanechává ve výrobcích kovovou pachut'. Naopak mezi nevýhody kovových obalů patří případná koroze, která může být způsobena náplní daného obalu nebo vlivem okolích podmínek. [6] [15]

2.5.1 Obalové materiály z kovu

Kromě toho, že kov slouží jako konstrukční materiál při výrobě plechovek, konzerv (ocel nebo hliník), je využíván také k výrobě hliníkové (alobal) popřípadě cínové fólie a povlaků, které chrání obaly z ocelového plechu, mezi které se řadí např. pocínované potravinářské obaly nebo pozinkované obaly pro průmyslový sortiment. Mimo to kovy ve formě fólií nebo sáčků poskytují ochranu zmrazeným nebo opakovaně ohříváním potravinám. Velkou výhodou obalových materiálů z kovu je jejich nepropustnost. [5] [15]

2.5.1.1 Konzervované plechovky

Plechovky jsou vyráběny z ocelových plechů, které mají tloušťku od 0,20 až 0,30 mm a lze je považovat za jeden z nejdůležitějších typů obalu v potravinářském průmyslu. Kvalita plechovek, konkrétně jejich odolnost proti korozi a variabilita v tvarování, je ovlivněna především při výrobě plechu. Riziko také spočívá ve využití plechovek jako obalu pro kyselé potraviny, kdy při styku s ocelovým plechem může dojít ke vzniku koroze, která je škodlivá pro potraviny uvnitř obalu, z tohoto důvodu dochází k potažení oceli vrstvou polymeru. [5] [9]



Obrázek 5 Ocelová plechovka [19]

2.5.1.2 Hliník

Jednou z hlavních předností hliníku je jeho nízká hustota $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$ a měkkost, díky které je možné hliník tvarovat za nízkých teplot do požadovaných forem (např. plechovky nebo

tuby), ale začnou nevýhodou je jeho mechanická odolnost a také jeho stálost v kyselém prostředí. Při kontaktu s kyselou potravinou dochází k interakci, která může mít negativní vliv na chuť dané potraviny. [5] [9]

3 STERILIZACE

Pod pojmem sterilizace se rozumí soubor opatření, která mají za úkol zničit všechny formy mikroorganismů, a to včetně spor. Obecně lze tedy říct, že dochází k působení extrémních podmínek jako je především vysoká teplota, ale i tlak, ultrazvuk nebo jejich kombinace na potenciálně nebezpečné mikroorganismy obsažené v potravinách. Ke sterilizaci dochází i ve zdravotnictví např. při sterilizaci lékařských nástrojů, kdy jsou podmínky pro mikroorganismy zcela devastující a dochází tedy k usmrcení všech přítomných mikroorganismů. [20]

Na rozdíl od potravinářství, kde usmrcení všech mikroorganismů není žádoucí z důvodu možného ovlivnění výsledné kvality baleného produktu z důvodu působení vysoké teploty po velmi dlouhou dobu, a proto je uvnitř obalu vytvořeno prostředí, při kterém není podporován růst mikroorganismů a je vytvořen produkt s dlouhou dobou skladovatelnosti. [21] [22]

Potraviny obsahují mnoho mikroorganismů nebo enzymů, které mají být tepelným opracováním zničeny a je tedy důležité určit typ mikroorganismu na kterém má být celý proces založen. Při tomto určení je nutné brát v úvahu několik faktorů mezi které patří např. závislost mikroorganismu na kyslíku. U produktů, které jsou vakuově baleny se cíleně dosahuje nízké hladiny kyslíku díky hermetickému uzavření obalu a nedochází tedy k množení aerobních mikroorganismů a obligátně aerobních mikroorganismů, které by mohly být potenciálně zodpovědné za znehodnocení potraviny. Avšak může docházet k růstu mikroorganismů anaerobních, u kterých je jejich růst a aktivita závislá na hodnotě pH potraviny. Potraviny se na základě jejich pH rozdělují do tří skupin:

1. vysoce kyselá jídla ($\text{pH} < 3,7$, jablko, jablečná šťáva, jablečný mošt, omáčka, okurky)
2. kyselá nebo středně kyselá jídla ($3,7 < \text{pH} < 4,5$, ovocné džemy, ovocné šťávy)
3. nízko kyselá jídla ($\text{pH} > 4,5$, všechna maso, ryby, zelenina) [21]

Z hlediska tepelného opracování potravin je nejdůležitější rozmezí kyselých a nízko kyselých potravin. Téměř všechny laboratoře specializované na rozbor potravin věnují zvláštní pozornost mikroorganismu *Clostridium botulinum*. Jedná se o vysoce termorezistentní mikroorganismus, který produkuje toxiny a vytváří spory při hodnotách $\text{pH} < 4,6$. Jeho toxiny mohou také způsobovat změny vzhledu produktu. Vzhledem k jeho vysoké termorezistenci se pro tepelné opracování potravin, u kterých hrozí jeho přítomnost používají teploty kolem $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Proto se hodnota $\text{pH} = 4,5$ považuje za dělicí hranici mezi nízko kyselými a kyselými potravinami, kterých se potenciálně nebezpečnost *C. botulinum* vzhledem k jejich

nízkému pH nemusí týkat. Avšak jsou tu i další mikroorganismy které se v prostředí s nízkým obsahem kyselin poměrně snadno rozmnožují. Patří sem *Bacillus stearothermophilus*, *B. Thermocidurans* nebo *C. thermosaccolyticum*. [21] [22]

Sterilizace se ovšem netýká pouze samotných potravin, ale i obalů ve kterých jsou expedovány a uchovávány. Obal jako takový má funkci bariéry mezi potravinou a okolním prostředím, udržuje uvnitř balení stálé podmínky a sám by tedy neměl být zdrojem kontaminace. Čistota obalů je kontrolována, ale důležité je také jejich vhodné skladování před použitím. Obalové materiály jako je např. kov a sklo jsou proti působení mikroorganismů poměrně odolné, to se však nedá říct o papíru, dřevě a různým textiliím, které mohou být vhodným prostředím pro množení mikroorganismů. [23]

3.1 Způsoby sterilizace

Účinnost sterilizačních technik je pro balení potravin nezbytná a nedbalost může mít za následek vážné zdravotní komplikace, využívá se proto několika sterilizačních metod.

3.1.1 Sterilizace teplem

Jedná se o nejběžnější metodu, kdy se působení vysoké teploty používá k usmrcení mikrobů v dané látce nebo vzorku. Rozsah sterilizace je dán hodnotou teploty a dobou, po kterou tato teplota působí. Podle použitého typu tepla se sterilizace teplem dělí na:

3.1.2 Sterilizace parou

Jedná se o nejstarší a hojně využívanou sterilizační metodu, která se provádí v autoklávech, ve kterých dochází k působení páry zahřáté na teplotu 121-134 °C za zvýšeného tlaku. Jedná se o velmi spolehlivý způsob sterilizace za použití vlhkého tepla, při kterém dochází ke zničení mikrobů, bakteriálních spor i virů. Při tomto procesu dochází k usmrcení mikrobů pomocí hydrolýzy a koagulaci buněčných bílkovin, což je dosaženo díky působení intenzivního tepla za přítomnosti vody čili páry. Avšak je velmi těžké sledovat průběh tohoto procesu, jelikož existuje mnoho proměnných, kterým je třeba věnovat pozornost jako je teplota, obsah vlhkosti, tlak a doba expozice. Tento způsob sterilizace je nejvhodnější pro skleněné a kovové obalové materiály, které jsou schopny snášet vlhké teplo. [24] [25]



Obrázek 6 Autokláv [26]

3.1.3 Sterilizace suchým teplem

V průběhu této metody je daný vzorek vystaven vysokým teplotám, kterých je dosaženo buď plamenem, spálením (průchod materiálu skrz plamen) nebo horkovzdušnou troubou. Je využíván především pro sterilizaci kovových zařízení jako např. jehly, skalpely, nůžky nebo očkovací kličky v mikrobiologických laboratořích. [24] [27]

3.1.4 Filtrace

Jedná se o nejrychlejší způsob, jak lze sterilizovat roztoky bez působení tepla. Dochází k filtrování roztoků přes tzv. absolutní filtry, které obsahují póry s průměrem přibližně 0,2 μ m, který je příliš malý pro průchod mikroorganismů a poté přes tzv. hloubkové filtry, které obsahují póry s větším průměrem než mikroorganismy, které je třeba odstranit. Je ale třeba zmínit, že viry nebo fágy jsou mnohem menší než bakterie, tudíž tato metoda není použitelná u vzorků, u kterých hrozí jejich přítomnost. [24] [28]

3.1.5 Radiační sterilizace

Tato metoda je založena na vystavení zabalených vzorků záření (UV, rentgenové záření, gama záření). Hlavním rozdílem mezi jednotlivými typy záření je jejich schopnost proniknout do vzorku a čímž je spojena i jejich účinnost. V dnešní době se rozlišují dva typy radiační energie určené ke sterilizaci. Paprsky UV záření obecně špatně pronikají skrz materiály,

tudíž jsou méně účinné, ale zároveň jsou poměrně bezpečné. Lze je použít např. ke sterilizaci povrchů nebo malých prostor. Rentgenové a gama záření mají vyšší schopnost pronikat do látek, zároveň s touto vlastností roste také jejich nebezpečnost, tudíž vyžadují zvláštní pozornost. Lze je využít pro sterilizaci větších ploch jako jsou obaly nebo palety. Gama záření se pak speciálně používá ke sterilizaci jednorázových zdravotnických potřeb jako jsou injekční stříkačky, jehly nebo kanyly. [24] [25]

3.1.6 Chemická sterilizace

Chemická sterilizace se využívá v případech, kdy není možné využít sterilizaci teplem z důvodu možného poškození vzorku nebo materiálu, který má být sterilizován. Při chemické sterilizaci se využívá jak kapalin, tak plynů, které mají za úkol zničení mikrobů, aniž by došlo k poškození vzorku. Sterilizace s použitím plynů je jedna z nejúčinnějších, protože dokáží rychle pronikat do daného materiálu. Běžně se využívá kombinace etylenoxidu a oxidu uhličitého, který se přidává z důvodu snížení rizika výbuchu. Etylenoxid je chemická látka, která ovlivňuje funkci buněk a může způsobit až jejich smrt. Dále se využívá peroxid vodíku, oxid dusičitý, glutaraldehyd, ftalaldehyd nebo kyselina peroctová. Může být využit také ethanol nebo isopropyl-alkohol, které však nejsou schopny ničit spory, ale jsou vhodné pro usmrcení mikrobiálních buněk. [24] [25]

3.2 Křivka přežití a D – hodnota

V průběhu sterilizace dochází k usmrcení vegetativních buněk mikroorganismů, a to včetně jejich spor, avšak nikdy se nejedná o jednotlivé buňky, ale populaci mikroorganismů, která se skládá z několika někdy až miliónů buněk. Destrukce jednotlivých buněk je okamžitá, smrt celé mikrobiální populace je kontinuální a nepřetržitý proces v závislosti na čase, to znamená, že její postupné umírání může být popsáno díky konečnému sečtení buněk, které proces sterilizace přežily. Kinetika odumírání buněk může být tedy popsána jako reakce prvního řádu změny počtu přeživších buněk v závislosti na čase [29]:

$$\frac{dN}{dt} = -kN$$

Kde změna počtu buněk, které přežily sterilizační proces (dN) v čase (dt) je úměrná reálnému počtu živých buněk (N). Faktor k je tzv. koeficient úmrtnosti (záporné znaménko znamená, že počet buněk se snižuje). Pokud tuto rovnici integrujeme s limity počátečního počtu buněk (N_0) a počtu přeživších buněk (N_t) za čas t , získáme základní rovnici, která popisuje smrt populací mikroorganismů:

$$N_t = N_0 e^{-kt}$$

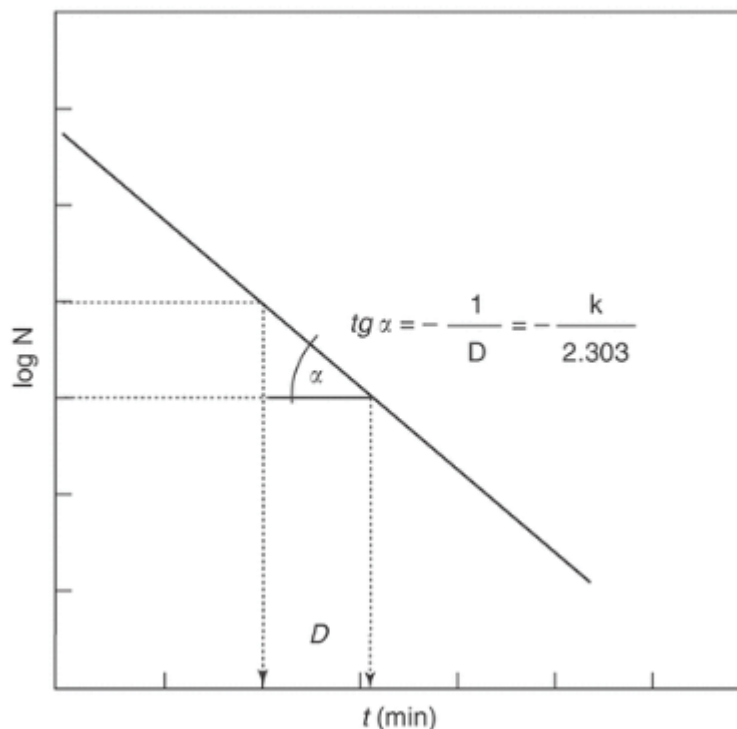
Pokud tuto rovnici zlogaritmujeme, dostaneme tzv. rovnici křivky přežití:

$$\log \frac{N_t}{N_0} = -kt$$

Z této logaritmické formy je poté možno vyjádřit koeficient úmrtnosti, který je vyjádřený jako:

$$k = 2,303/t \log\left(\frac{N_0}{N_t}\right)$$

Pokud je logaritmus přeživšího počtu buněk vyneseno proti času, získáme lineární křivku, jejíž sklon je dán koeficientem úmrtnosti. [29]

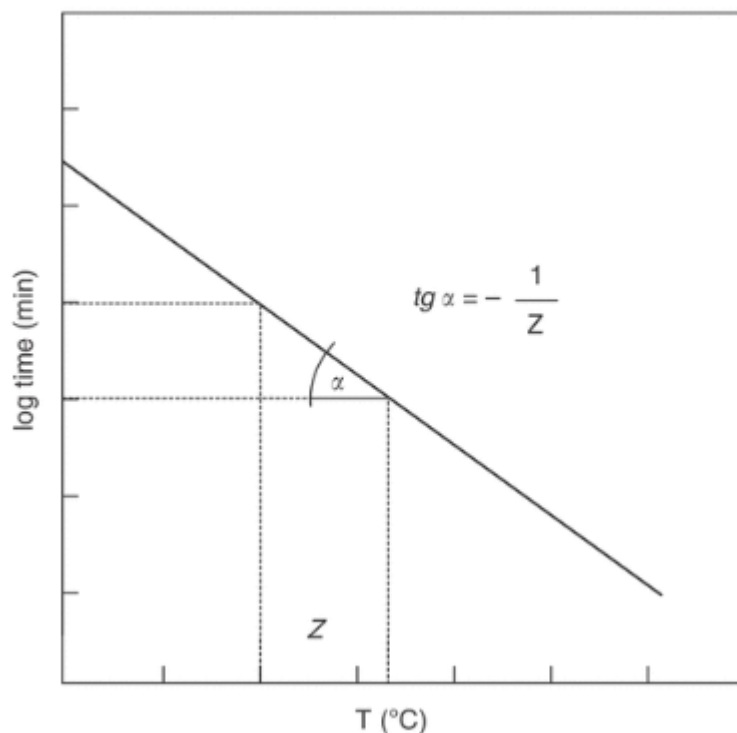


Obrázek 7 Křivka přežití a D hodnota [30]

Čas, po který se snižuje počet buněk až na desetinu jejich původního počtu se nazývá desetinná doba redukce značená jako D:

$$D = \frac{t}{(\log N_0 - \log N_t)}$$

Jejíž čas je měřítkem stupně odolnosti u dané populace mikroorganismů vůči nepříznivým podmínkám. Z toho vyplývá, že čím vyšší je hodnota D, tím odolnější je populace proti destruktivnímu faktoru (např. teplo, tlak aj.). Pokud jsou logaritmické hodnoty desetinné doby redukce vyneseny proti teplotě, získáme křivku tepelného odporu, kde sklon křivky vyjadřuje změnu odporu v závislosti na teplotě. To je vyjádřeno hodnotou Z, která znamená stupeň zvýšení teploty, díky čemuž se doba desetinné redukce sníží o jednu desetinu. [29]



Obrázek 8 Křivka tepelné smrti a Z hodnota [30]

Doba desetinné redukce D a stupeň zvýšení teploty Z jsou dva základní údaje, které popisují tepelnou odolnost mikroorganismů. Hodnota D je definována jako doba, která je potřebná ke zničení 90 % spor nebo vegetativních buněk daného organismu při působení jakékoliv teploty. [29] [31]

3.3 Tepelná odolnost mikroorganismů

Tepelná odolnost mikroorganismů je vlastnost, která je daná především geneticky, je specifická pro jednotlivé druhy mikrobů a je možná její změna v závislosti na podmínkách prostředí. Obecně se liší u vegetativních buněk a spor, které přežívají působení vyšších teplot, než které jsou běžné pro růst vegetativních buněk. Proto je na spory kladen hlavní důraz při tepelném opracování velkého množství potravin. Ačkoliv jsou vegetativní buňky, které vytvářejí spory, stejně citlivé na vyšší teploty jako některé bakterie jiného druhu, jejich endospory jsou vysoce tepelně odolné. [32] [33]

| <i>Species</i> | D_{121} (min) | z ($^{\circ}\text{C}$) |
|--|-----------------|----------------------------|
| <i>Bacillus polymyxa</i> | 0.05 | 8 |
| <i>C. botulinum</i> | 0.21 | 10 |
| <i>B. subtilis</i> | 0.7 | 8 |
| <i>Clostridium sporogenes</i> | 1.5 | 10 |
| <i>Desulfotomaculum nigrificans</i> | 2–3 | 9–12 |
| <i>Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum</i> | 3–4 | 12–18 |
| <i>G. stearothermophilus</i> | 4 | 10 |

Obrázek 9 Tepelná odolnost některých sporetvorných bakterií [32]

Prakticky lze říci, že je tepelná odolnost vztažena k růstové teplotě. Schopnost odolávat vyšším teplotám, než je teplotní optimum většiny patogenních mikroorganismů, které se mohou nacházet v potravinách je téměř shodná s odolností mesofilních bakterií a je možné docílit jejich inaktivaci při ošetření pomocí konvenční pasterace při teplotách pod 100°C . Pokud na vzorek působí konstantní teplota, předpokládá se, že snížení počtu bakteriálních buněk je exponenciální vzhledem k času. [32] [33]

3.4 Kontrola sterilizace

Jelikož jsou v praxi obaly v kontaktu s potravinou, která putuje na náš talíř, je nutné, aby byla zdravotně nezávadná. Toho lze docílit jak správným ošetřením dané potraviny nebo popřípadě jejím tepelným opracováním, tak správnou sterilizací jejího obalu. Při dodržení a správném provedení těchto postupů se značně snižuje až eliminuje riziko přenosu potenciálních patogenů k člověku nebo až do jeho trávicího traktu. Je tedy nutné dohlížet na správnost provedení sterilizace a její kontrolu. K tomuto účelu se využívají především mechanické, chemické a biologické indikátory.

3.4.1 Mechanické indikátory

Ve všech sterilizačních zařízeních se vyskytují různá měřidla, teploměry, časovače, záznamníky a jiná zařízení, která mají za úkol zaznamenávat hodnoty měřených veličin. Některá z těchto zařízení v sobě mají zabudovaný poplašný systém, který se spustí, pokud zařízení selže nebo pokud měřené parametry nedosahují požadovaných hodnot. Všechny tyto hodnoty jsou zaznamenávány a kontrolovány u každého sterilizačního cyklu. [34]

3.4.2 Biologické indikátory

Dokonalost sterilizačního procesu a jistotu, že byly splněny všechny jeho podmínky lze prokázat biologickým kontrolním testem, který zachytí případné nedostatečné podmínky ve sterilizačním zařízení. Jedná se o nosič, který obsahuje zkušební mikroorganismus ve formě endospor, které jsou nepatogenní a poměrně dobře tepelně stabilní, tudíž jsou také odolné proti sterilizačním procesům a v některých případech je dodávám i s kulturační půdou označovaný jako self-contained nebo společně s chemickým indikátorem. Mikroorganismy jsou vybírány na základě své odolnosti vůči konkrétním sterilizačním podmínkám. Odolnost populací vůči sterilizačním podmínkám, které jsou v biologickém indikátoru obsaženy se může lišit v závislosti na kulturační metodě a dalších faktorech. Při přežití mikroorganismů je důležité, aby došlo ke sporulaci a ke vzniku snadno počítatelných kolonií, pokud nejsou tyto podmínky splněny, indikátor ztrácí svou hodnotu. Nosiče jsou vyráběny v mnoha formách např. v proužcích, discích, které obsahují spory daného mikroorganismu, obálkách, uzavřených lahvičkách nebo je možné mikroorganismus naočkovat do roztoku. Mohou být vyráběny ze řady materiálů jako jsou papír, nerezová ocel, sklo nebo plast. [34] [35] [36] [37]



Obrázek 10 Příklady některých biologických indikátorů [37]

Biologický indikátor se tedy skládá ze zkušebního mikroorganismu, který je umístěn do tzv. primárního obalu, což může být ochranná obálka, váček, lahvička nebo ampule. Dále může být indikátor buď tzv. nahý nebo umístěný do ochranného obalu, který se po vystavení testovanému sterilizačnímu procesu, odstraní a vyjme se pouze primární balení s naočkovaným mikroorganismem, které je poté inkubováno za účelem stanovení přítomnosti nebo naopak nepřítomnosti životaschopných spor. [37]

Při kontrole parních sterilizátorů se inkubuje sterilizovaný vzorek společně s biologických testem po dobu 24 hodin při teplotě 55 až 66 °C pro *Bacillus stearothermophilis* a pro kontrolu sterilizace etylenoxidem se vzorky inkubují po dobu 48 hodin při působení teplot od 35 do 37 °C pro *Bacillus subtilis*. [34]

Jelikož spory při svém růstu uvolňují kyseliny např. kyselinu dipikolinovou, je možné použití barviv, které jsou indikátorem změny pH v daném médiu, ve kterém je mikroorganismus kultivován. [37]

3.4.3 Chemické indikátory

Jejich principem je změna barvy, hustoty nebo jiného vizuálního ukazatele při působení sterilizačních podmínek. Dělí se od těch nejjednodušších indikátorů, které indikují vystavení daným podmínkám jako je např. působení vysokých teplot až po ty složitější integrační nebo emulační indikátory, které svou barvu mění pouze jsou-li vystaveny více parametrům např. působení zvýšené teploty za daný čas při sterilizaci parou nebo kombinace koncentrace plynu, jeho teploty po danou dobu při sterilizaci pomocí etylenoxidu.



Obrázek 11 Příklad změny barvy chemického indikátoru [37]

Chemické indikátory jsou hojně využívány hlavně z důvodu okamžitého výsledku a také v některých případech vzájemně souvisí s výsledky biologických indikátorů.

Indikátor by měl být uložen uvnitř v místě kam nejpravděpodobněji proniká sterilační činidlo. Chemické indikátory tedy pomáhají kontrolovat podmínky uvnitř sterilizátoru a popřípadě upozornit na nedostatky, které mohou mít za následek nedostatečnou sterilizaci, mohou upozornit na závadu sterilizátoru nebo lidskou chybu. Na viditelném vnějším místě by měl být tedy umístěn dobře viditelný a čitelný indikátor, který odlišuje sterilizované a nesterilizované položky. Pokud jsou na indikátoru viditelné nevyhovující výsledky, neměla by být tato položka použita a proces sterilizace by se měl, popřípadě zopakovat. [34] [37]

4 PRÁVNÍ PŘEDPISY

Pro materiály a předměty, které přichází do styku s potravinami určuje podmínky nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 ze 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. Podmínky tohoto nařízení se vztahují na materiály a předměty, které přichází do styku s potravinami, jsou pro tento účel určeny nebo se u nich předpokládá že do styku s potravinami přijdou, včetně aktivních a inteligentních materiálů. [38]

4.1 Nařízení (ES) č. 1935/2004

V nařízení (ES) č. 1935/2004 jsou uváděny speciální opatření pro konkrétní zástupce materiálů, které jsou ve styku s potravinami jako jsou: plasty, celofán, keramika, recyklované plasty, elastomery a kaučuk a v neposlední řadě aktivní a inteligentní materiály. K jednotlivým materiálům se vztahují konkrétní směrnice. [39]

4.1.1 Směrnice 2007/42/ES

Pro celofán je stěžejní Směrnice 2007/42/ES o materiálech a předmětech vyrobených z celofánu určených pro styk s potravinami. [40]

4.1.2 Směrnice rady 84/500/EHS

Dále pro keramické předměty platí Směrnice rady 84/600/EHS ze dne 15. října 1984 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se keramických předmětů určených pro styk s potravinami. Která udává, že nesmí dojít k překročení limitů uvolněného množství olova a kadmia z keramických předmětů. [41]

4.1.3 Směrnice komise 93/11/EHS

K elastomerům a kaučuku se především vztahuje Směrnice komise 93/11/EHS ze dne 15. března 1993 o uvolňování N – nitrosoaminů a N – nitrosovatelných látek ze saviček a dětských šidítek z elastomeru nebo pryže. Tato směrnice varuje před uvolňováním toxických N-nitrosoaminů a látek schopných konverze na N-nitrosoaminy, z produktů vyrobených z elastomeru nebo pryže v nadměrném množství, které by mohlo mít za následek ohrožení lidského zdraví a zároveň doporučuje jejich udržení pod detekčním limitem. [42]

4.1.4 Nařízení Komise (ES) č. 450/2009

Pro aktivní a inteligentní materiály je závazné Nařízení Komise (ES) č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. Toto nařízení udává možnosti pro umístění aktivních a inteligentních materiálů a předmětů a také jejich možné složení, které musí být bezpečné a v souladu s požadavky, které jsou stanoveny nařízením (ES) č.1935/2004. [43]

4.1.5 Směrnice komise 2002/72/ES

A v neposlední řadě pro plasty je stěžejní Směrnice komise 2002/72/ES ze dne 6. srpna 2002 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami. Článek 2 směrnice 89/109/EHS udává, že konečné výrobky z plastů určené pro styk s potravinami nesmějí uvolňovat své složky do potravin v nadměrném množství, které by mohlo ohrozit lidské zdraví nebo působit změnu ve složení dané potravin. Směrnice Komise 2002/72/ES obsahuje také seznam povolených látek (monomerů a přísad) včetně jejich migračních limitů v článku 2 směrnice 89/109/EHS a dále také seznam aditiv. [44]

4.1.6 Směrnice komise 97/48/ES

K plastům se dále vztahují také Směrnice 82/711/EHS ze dne 18.října 1982, kterou se stanovila základní pravidla nezbytná pro zkoušení migrace složek z materiálů a předmětů z plastů určených pro styk s potravinami a směrnice 85/572/EHS ze dne 19. prosince 1985, kterou se stanovil seznam simulantů pro použití při zkoušení migrace složek materiálů a předmětů z plastů určených pro styk s potravinami. Tato směrnice byla 29. července 1997 změněna Směrníci komise 97/48/ES. [45]

4.1.7 Nařízení komise (ES) č. 1895/2005

Neméně důležité je také Nařízení komise (ES) č. 1895/2005 ze dne 18. listopadu 2005 o omezení použití některých epoxyderivátů v materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami, které udává konkrétní migrační limity pro BADGE, tj. bisfenol-A-diglycidylether, BFDGE, tj. bisfenol-F-diglycidylether a NOGE, tj. novolac-glycidylethery a jejich případné deriváty. [46]

4.1.8 Směrnice rady 78/142/EHS

A Směrnice rady 78/142/EHS ze dne 30. ledna 1978 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se materiálů a předmětů obsahujících monomerní vinylchlorid a určených pro styk s potravinami. Tato směrnice udává, že vystavení velkému množství monomerního vinylchloridu laboratorním zvířatům mělo za následek prokázání jeho škodlivých účinků, které se mohou projevit také u člověka. Obsah monomerního vinylchloridu ve polyvinylchloridu a podobných polymerech by měl být tedy snížen na co nejnižší hodnotu a v potravinách a pitné vodě by neměly být zjistitelné žádné jeho stopy. [47]

4.2 Nařízení Komise (ES) č. 2023/2006

Současně s nařízením (ES) č. 1935/2004 je závazné i Nařízení Komise (ES) č. 2023/2006 ze dne 22. prosince 2006 o správné výrobní praxi pro materiály a předměty určené pro styk s potravinami. Toto nařízení udává podmínky správné výroby, která je v souladu s obecnými a podrobnými pravidly správné výrobní praxe pro skupiny materiálů, předmětů a jejich kombinací uvedených v příloze I nařízení (ES) č. 1935/2004. Některá odvětví průmyslu vyrábějící produkty, na které se vztahuje toto nařízení, již zavedla pravidla pro správnou výrobní praxi nezávisle na tomto nařízení. Ostatní však nikoliv. Bylo tedy nutné zavést určitá pravidla pro provozovatele podniků mezi členskými státy. Tato pravidla měla za úkol zajistit účinné řízení jakosti jednotlivých výrobních procesů v závislosti na postavení výrobců a provozovatelů v dodavatelském řetězci a současně tímto nařízením příliš nezatížit malé podniky. [48]

Další samostatnou skupinou, která se řadí pod Nařízení (EU) č. 1935/2004 jsou materiály na které se dosud nevztahují zvláštní směrnice mezi které patří: laky a povlaky, papír a lepenka, kovy a slitiny, textilní výrobky, sklo, dřevo, parafínové vosky a mikrokrystalické vosky.

ZÁVĚR

Hlavní úlohou bakalářské práce bylo rešeršní zhodnocení metod sterilizace u obalových materiálů využívaných v potravinářském průmyslu.

Sterilizační proces má své nezastupitelné místo v celé řadě odvětví od zdravotnictví až po potravinářský průmysl. Slouží jako jakási prevence před vznikem onemocnění, které mohou ohrozit naše zdraví. V potravinářském průmyslu je díky sterilizačním postupům eliminován výskyt potenciálních patogenních mikroorganismů nebo jejich spor, které mohou ve příznivých podmínkách vyklíčit, a tak ohrozit nás jako konzumenty a spotřebitele. Zanedbání, neprofesionální a nedostatečné provedení sterilizačního procesu může mít závažné následky a je tedy nutností pečlivost a dostatečná kontrola. Avšak sterilizace se netýká pouze potravin samotných, technologií nebo nástrojů se kterými přicházejí do styku, ale i obalů ve kterých jsou uchovávány, popřípadě expedovány. Výběru nejvhodnějšího obalu pro konkrétní typ potravin by měla být věnována stejně velká pozornost jako sterilizaci samotné, jelikož potravině zabalené v nevyhovujícím typu obalového materiálu se značně snižuje doba její použitelnosti a její kvalita.

Jako jednou z nejspolehlivějších metod se jeví sterilizace za pomoci vlhkého tepla čili sterilizace v autoklávu, kde dochází k působení páry zahřáté na velmi vysokou teplotu za sníženého tlaku. Díky této metodě dochází ke zničení všech potenciálně nebezpečných mikro-organismů včetně jejich spor a virů, avšak některé typy obalových materiálů jsou náchylné ke kontaktu s vodou ať už v její kapalně podobě nebo ve formě páry využívané při tomto typu sterilizace. Další spolehlivou metodou je chemická sterilizace, jejíž hlavní výhodou je snadné pronikání do ošetřovaných materiálů, pro které není vyhovující vlhké prostředí jako u předchozího typu sterilizačního procesu. Následující vyhodnocovanou metodou je radiační sterilizace, která je vhodná především ke sterilizaci větších ploch jako jsou např. palety, kde se využívá především rentgenového a gama záření, kterým je však nutné věnovat zvýšenou pozornost z důvodu jejich možného negativního vlivu na lidské zdraví. Mezi další druhy sterilizačních procesů, které ale nejsou u obalových materiálů aplikovány v tak velké míře, patří sterilizace pomocí filtrace, která je využívána především pro sterilizaci kapalin a sterilizace suchým teplem, která se používá např. u kovových nástrojů.

Ekonomická stránka jednotlivých typů sterilizace nebyla v této bakalářské práci srovnána z důvodu nezískání potřebných podkladů od společnosti 3M, která jedním z největších distributorů

zdravotnických ochranných pomůcek a vybavení potřebného ke sterilizaci, na trhu z důvodu aktuálního výskytu onemocnění Covid-19 ve světě a jejich vytíženosti při řešení této situace a výrobě potřebného množství zdravotnických pomůcek nutných pro boj s touto pandemií.

5 ZDROJE

- [1] MELICHERČÍKOVÁ, VĚRA, 1951-. *Sterilizace a dezinfekce*. Druhé, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2015, (Book, Whole), s59-88. ISBN 9788074921391. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/79078>
- [2] Louis Pasteur Biography. In: *The Biography.com website* [online]. A&E Television Networks, 2014 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.biography.com/scientist/louis-pasteur>
- [3] ROBINSON, Richard K. *Encyclopedia of Food Microbiology, Volumes 1-3: Louis Pasteur (1822-1895). s1069-1070*. Elsevier, (Generic). ISBN 9780-122270703. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpEFMV0004/encyclopedia-food-microbiology/encyclopedia-food-microbiology>
- [4] ROBERTSON, GORDON L., 1946-. *Food packaging: principles and practice: principles and practice*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006, (Book, Whole), s103-285. ISBN 0849337755. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/29190>
- [5] BROWN, Kristina. The Advantages and Disadvantages of Different Food Packaging Materials. In: *ISSUU: Digital publishing platform for magazines, catalogs and more* [online]. Copenhagen: Kristina Brown, 2012 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://issuu.com/ipsgroup/docs/the_advantages_and_disadvantages_of_different_food
- [6] KUTZ, Myer. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (3rd Edition): 28.2 Functions of Packaging*. (pp. 742-745). Elsevier, (Generic). ISBN 9780-128148037. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFDFME01/handbook-farm-dairy-food/handbook-farm-dairy-food>
- [7] KROPF, D.H., J.W.S. YANCEY a E.J. YANCEY. PACKAGING | Technology and Films. *Encyclopedia of Meat Sciences* [online]. Elsevier, 2014, 2014, s. 19-25 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1016/B978-0-12-384731-7.00102-1. ISBN 9780123847348. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123847317001021>
- [8] ČURDA, DUŠAN, 1929-. *Balení potravin*. Praha: SNTL, 1982, (Book, Whole). Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/1697>

- [9] KAČEŇÁK, Igor. *Základy balenia potravín*. 1. Bratislava: ARM 333, 2001, s. 87-115. ISBN 8096794566.
- [10] PECKOVÁ, Tamara. Jaroslav Beránek: Pálenka v sudu zaoblí a zakulatí svoji chuť. Stane se z ní kulatý a vstřícný pití. In: *Český rozhlas Vysočina* [online]. Jihlava: Český Rozhlas, 2013 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://vysocina.rozhlas.cz/jaroslav-beranek-palenska-v-sudu-zaobli-a-zakulati-svoji-chut-stane-se-z-ni-7146647>
- [11] PIERINI, Marco. Quattro passi fra le botti. In: *Mixologist magazine* [online]. Milano: TheBar S.r.l., b.r. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <http://mixologist.it/2018/12/05/quattro-passi-fra-le-botti/>
- [12] PANÁK, Ján. *Polygrafické minimum*. 2. vyd. Bratislava: TypoSet, 2000, (Book, Whole). ISBN 8096781138. Dostupné také z: <https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/12204>
- [13] BAIGRIE, Brian. *4.3.1 External Contamination*. Elsevier, s. 66-70. ISBN 978-1-85573-449-4. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00UCBAC2/taints-off-flavours-in/external-contamination>
- [14] VELKOOBCHOD PAPIREM A OBALOVÝM MATERIÁLEM. In: *Záškoda velkoobchod* [online]. Jihlava: Záškoda velkoobchod, b.r. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <http://www.zaskoda.cz/>
- [15] Obaly a obalové materiály. In: *Odmaturuj.cz* [online]. Odmaturuj.cz, c2007-2020 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.odmaturuj.cz/ekonomie/obaly-a-obalove-materialy/>
- [16] Výroba skla. In: *Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR* [online]. Praha: Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR, 2020 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://askpcr.cz/o-skle/vyroba-skla>
- [17] Láhev. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1hev>
- [18] Plastové krabičky a vaničky používané v potravinářství. In: *ELUC* [online]. Olomouc, b.r. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2560>

- [19] Plechovka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Plechovka>
- [20] Sterilace. In: *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, c2009-2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92259.aspx>
- [21] VALENTAS, Kenneth J., Enrique ROTSTEIN a R. Paul SINGH. *Handbook of food engineering practice: Sterilization process engineering*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, c1997, s 37-45. ISBN 0-8493-8694-2.
- [22] DIKEMAN, Michael a Carrick DEVINE. Heat Processing Methods. *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition)*. 2nd. North East Lincolnshire, UK: Elsevier, 2014, s. 385-386. ISBN 978-0-12-384731-7. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6FXF1/encyclopedia-meat-sciences/sterilization>
- [23] 4.9 OCHRANA PŘED MIKROBIÁLNÍM ZNEHODNOCENÍM. SMEJTKOVÁ, Andrea. *Balení v potravinářském průmyslu*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018, s. 151. ISBN 978-80-213-2864-8.
- [24] Different sterilization methods used in the laboratory. In: *WestLab: Enriching the World of Science* [online]. Surrey: Westlab Group, 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.westlab.com/blog/2018/02/05/different-sterilization-methods-used-in-the-laboratory>
- [25] YAM, Kit L. Steam Sterilization. *Wiley Encyclopedia of Packaging Technology (3rd Edition)*. 3rd. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009, s. 854. ISBN 978-0-470-08704-6. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00ADFTB4/wiley-encyclopedia-packaging/steam-sterilization>
- [26] Autokláv STE-12-D. In: *Medibase* [online]. Praha: MediBase Prague s.r.o, 2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <http://www.medi-base.cz/autoklavy/autoklav-b16c-25.html>
- [27] MCDONNELL, Gerald E. 5.3.1 Types. American Society for Microbiology (ASM), s. 197. ISBN 978-1-55-581967-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011EF6B6/antiseptis-disinfection/dry-heat-s-types>

- [28] STANBURY, Peter F., Allan WHITAKER a Stephen J. HALL. *5.8 Sterilization by Filtration*. Elsevier, s. 311. ISBN 978-0-08-099953-1. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0112SXN1/principles-fermentation/sterilization-by-filtration>
- [29] MOTARJEMI, Yasmine, Gerald MOY a Ewen TODD. *27.16.6 Conventional Thermal Sterilization*. Elsevier, b.r., s. 245-248. ISBN 978-0-12-378612-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C6DO15/encyclopedia-food-safety/conventional-thermal>
- [30] DEÁK, Tibor. *Élelmiszer-mikrobiológia*. 1. Budapest: Mezőgazda, 2011. ISBN 9789632866345.
- [31] TAMIME, A.Y. a R.K. ROBINSON. *4.9 Kinetics and Mechanisms of Microbial Destruction*. Woodhead Publishing, s. 294. ISBN 978-1-85573-399-2. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0017T5F5/yoghurt-science-technology/kinetics-mechanisms-microbial>
- [32] MOTARJEMI, Yasmine, Gerald MOY a Ewen TODD. *27.16.5 Determination of Heat Process Requirement*. Elsevier, b.r., s. 247. ISBN 978-0-12-378612-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C6DO02/encyclopedia-food-safety/determination-heat-process>
- [33] DEVAHASTIN, Sakamon. *4.5.4 Effects of Canning and Pasteurization*. CRC Press, s. 92-95. ISBN 978-1-4200-8242-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011NT314/physicochemical-aspects/effects-canning-pasteurization>
- [34] MCCARTHY, Brian J. *9.4 Effect of Sterilisation on Fibres and Fabrics*. Woodhead Publishing, b.r., s. 143-144. ISBN 978-1-84569-636-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00926JY2/textiles-hygiene-infection/effect-sterilisation>
- [35] SANDLE, Tim. *13.4.2 Population*. Elsevier, b.r., s. 162-163. ISBN 978-0-08-100022-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00URX101/pharmaceutical-microbiology/population>

- [36] Biologické indikátory. In: *BMT Medical Technology s.r.o.* [online]. Brno: BMT Medical Technology s.r.o., c2008-2020 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.bmt.cz/biologicke-indikatory-pro-sterilizaci>
- [37] MCDONNELL, Gerald E. *1.4.2.4 Biological, Chemical, and other Indicators*. American Society for Microbiology (ASM), b.r., s. 46-49. ISBN 978-1-55-581967-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011EEZD2/antiseptis-disinfection/biological-chemical-other>
- [38] Materiály a předměty určené pro styk s potravinami. In: *FOODNET Informační systém potravinářské komory ČR* [online]. Praha: Potravinářská komora ČR ®, c2002-2016 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <http://www.foodnet.cz/slozka/?jmeno=Materi%C3%A1ly+a+p%C5%99edm%C4%9Bty+ur%C4%8Den%C3%A9+pro+styk+s+potravinami&id=1083>
- [39] *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1935/2004*. In: . Štrasburk: Evropský parlament, 2004. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R1935&from=cs>
- [40] *SMĚRNICE KOMISE 2007/42/ES*. In: . Brusel, 2007. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0042&from=CS>
- [41] *Směrnice Rady 84/500/EHS*. In: . Rada Evropské unie, 1984. Dostupné také z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31984L0500>
- [42] *Směrnice komise 93/11/EHS*. In: . 1993. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0011&from=CS>
- [43] *Nářízení komise (ES) č. 450/2009*. In: . 2009. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0450&from=CS>
- [44] *Směrnice komise 2002/72/ES*. In: . 2002. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0072:20091109:cs:PDF>
- [45] *Směrnice komise 97/48/ES*. In: . 1997. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0048&from=CS>

- [46] *Nariadení komise (ES) č. 1895/2005*. In: . 2005. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R1895&from=cs>
- [47] *Směrnice rady 78/142/EHS*. In: . 1978. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31978L0142&from=CS>
- [48] *Nariadení komise (ES) č. 2023/2006*. In: . 2006. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:384:0075:0078:CS:PDF>

Seznam použitých symbolů a zkratek

| | |
|----------------|---------------------------------------|
| EU | Evropská Unie |
| UV | ultrafialové záření |
| O ₂ | kyslík |
| SBR | butadienstyrenový kaučuk |
| PVC | polyvinylchlorid |
| PVdC | polyvinyliden chlorid |
| PET | polyethylentereftalát |
| BADGE | bisfenol-A-diglycidylether |
| BFDGE | bisfenol-F-diglycidylether |
| NOGE | novolac-glycidylether |
| OM 460 | sklenice Omnia o objemu 460 mililitrů |
| OM920 | sklenice Omnia o objemu 920 mililitrů |
| N _t | počet přeživších buněk |
| N _O | počáteční počet buněk |
| N | reálný počet buněk |
| Z | stupeň zvýšení teploty |
| ES | Evropské společenství |
| EHS | Evropské hospodářské společenství |
| např. | například |

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| aj. | a jiné |
| tzv. | tak zvaný |
| tj. | to je |
| č. | číslo |
| °C | stupeň Celsia |
| % | procent |
| < | menší než |
| > | větší než |
| ml | mililitr |
| l | litr |
| mm | milimetr |
| g.cm^{-2} | gram na centimetr čtvereční |
| g.cm^{-3} | gram na centimetr krychlový |
| kg | kilogram |
| MJ | megajoule |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Sudy na whisky [11]..... | 15 |
| Obrázek 2 Papírové sáčky [14]..... | 17 |
| Obrázek 3 Skleněná láhev [17]..... | 19 |
| Obrázek 4 Plastové obaly [18]..... | 21 |
| Obrázek 5 Ocelová plechovka [19] | 22 |
| Obrázek 6 Autokláv [26] | 26 |
| Obrázek 7 Křivka přežití a D hodnota [30] | 29 |
| Obrázek 8 Křivka tepelné smrti a Z hodnota [30] | 30 |
| Obrázek 9 Tepelná odolnost některých sporotvorných bakterií [32] | 31 |
| Obrázek 10 Příklady některých biologických indikátorů [37]..... | 32 |
| Obrázek 11 Příklad změny barvy chemického indikátoru [37] | 33 |

