

Vliv procesních parametrů na jakostní ukazatele sterilovaných okurků

Jedounková Alena

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena Jedounková**
Osobní číslo: **T15812**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vliv procesních parametrů na jakostní ukazatele sterilovaných okurků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. charakterizace principů úchovy potravin**
- 2. faktory sterilace**
- 3. uplatnění sterilace ovoce a zeleniny v praxi**
- 4. charakteristika suroviny**

II. Praktická část

- 1. provedení sterilace okurek v různých sterilačních režimech**
- 2. stanovení texturních vlastností sterilovaných výrobků**
- 3. mikrobiologický rozbor**
- 4. senzorická analýza**
- 5. vyhodnocení a porovnání sterilačních režimů**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] RAHMAN, Shafiur. Handbook of food preservation. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2007. Food science and technology (Taylor & Francis). ISBN 978-1-57444-606-7.
- [2] DUDÁŠ, František. Skladování a zpracování rostlinných výrobků. Praha: SZN, 1981.
- [3] ZHANG, Na, Zhao YANG, Aiqiang CHEN a Songsong ZHAO. Effects of intermittent heat treatment on sensory quality and antioxidant enzymes of cucumber. Elsevier. 2014, 111-117.
- [4] HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-7318-372-2.
- [5] BALAŠTÍK, Jaroslav. Konzervace ovoce a zeleniny. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975.
- [6] ROP, Otakar, Pavel VALÁŠEK a Ignác HOZA. Teoretické principy konzervace potravin I. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005. ISBN 80-7318-339-0.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2018

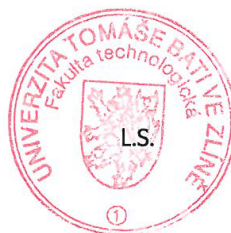
Termín odevzdání bakalářské práce:

3. května 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ALENA JEDOUNKOVÁ¹

Obor: ČHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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.

Ve Zlíně 5.5.2018

..... Jedoukova

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

(1) Vysoká škola nevydávlečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské 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.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení 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 výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

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

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 potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího 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). Odpirá-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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Zelenina se v konzervářství zpracovává na mnoho způsobů, jedním z nich je sterilace ve sladkokyselém nálevu. Tato práce je zaměřena na optimalizaci sterilačního režimu pro výrobu sterilovaných okurků. Okurky byly sterilovány při teplotě 85 °C po dobu 30, 28, 25 a 22 minut. Byl zkoumán vliv rozdílné doby sterilačního záhřevu na vybrané jakostní parametry okurek: texturní vlastnosti, mikrobiologická jakost, hodnoty pH, senzorické hodnocení.

Klíčová slova: zelenina, sterilace, sterilované okurky, mikrobiologická analýza, texturní analýza

ABSTRACT

Vegetables can be processed in a canning industry. One of the sectors canning industry is preservation in a sweet-sour pickle. This work is focused on the optimization of the preservation regime for the production of sterilized cucumber. Cucumber were preserved at 85 °C for 30, 28, 25 and 22 minutes. The effect of different time of preservation heating on selected quality of parametric treatment – textural properties, microbiological quality, pH value and sensory analysis.

Key words: vegetables, sterilization, sterilized cucumbers, microbiological analysis, texture analysis

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Janě Šenkýřové, Ph.D. za odborné vedení, rady, konzultace a připomínky, které mi poskytovala při zpracování bakalářské práce, a hlavně za její trpělivost.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 CHARAKTERISTIKA ZELENINY	11
1.1 ČLENĚNÍ ZELENINY	11
1.1.1 Kořenová zelenina.....	11
1.1.2 Plodová zelenina	11
1.1.3 Listová zelenina	12
1.1.4 Košťálová zelenina.....	12
1.1.5 Cibulová zelenina.....	12
1.1.6 Lusková zelenina.....	12
1.2 OKURKA SETÁ	12
1.2.1 Látkové složení okurek	13
2 PRINCIPY ÚCHOVY POTRAVIN	14
2.1 KONZERVACE POTRAVIN	14
2.1.1 Konzervační metody podle Kyzlinka.....	15
2.1.2 Pasterace.....	15
2.1.2.1 Pasterace a její využití	15
2.1.2.2 Typy pasterace	16
2.1.3 Sterilace.....	16
2.1.3.1 Typy sterilačního zařízení.....	17
2.1.3.2 Nové možnosti sterilace.....	17
2.1.4 Technologie „bariérového efektu“	17
3 FAKTORY STERILACE.....	18
3.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ZPRACOVÁNÍ ZELENINY	18
3.2 FAKTORY URČUJÍCÍ TEPELNÉ OŠETŘENÍ.....	19
3.3 VLIV MIKROORGANISMŮ	19
3.3.1 Kvasinky	20
3.3.2 Plísně.....	20
3.3.3 Bakterie	21
3.3.4 Popis termoinaktivace	22
4 UPLATNĚNÍ STERILACE OVOCE A ZELENINY V PRAXI	24
4.1 TECHNOLOGIE VÝROBY KOMPOTŮ	24
4.2 TECHNOLOGIE VÝROBY STERILOVANÉ ZELENINY	25
4.2.1 Fyzikální a chemické požadavky na jakost sterilované zeleniny.....	25
4.2.2 Konzistence a vzhled sterilovaných okurek.....	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
5 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	27
6 MATERIÁL A METODIKA	28

6.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE	28
6.2	MATERIÁL	29
6.3	METODIKA	29
6.3.1	Příprava sterilovaných okurků	29
6.4	TEXTURNÍ ANALÝZA	30
6.5	MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA	32
6.5.1	Příprava jednotlivých živných půd.....	33
6.5.2	Mikrobiologické stanovení.....	33
6.5.3	Vyjádření výsledků – počítání kolonií	34
6.6	SENZORICKÁ ANALÝZA	34
6.7	MĚŘENÍ PH.....	35
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	36
7.1	TEXTURNÍ ANALÝZY	36
7.2	MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA.....	43
7.3	SENZORICKÁ ANALÝZA	44
7.3.1	Hodnocení sensorických znaků.....	44
7.4	VÝSLEDKY MĚŘENÍ PH.....	46
7.4.1	Porovnání změny pH během skladování u odrůdy A i B.....	47
	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57
	SEZNAM PŘÍLOH.....	58

ÚVOD

Zelenina je důležitým zdrojem vitaminů a minerálních látek, a je tedy podstatnou součástí naší výživy. Vzhledem k tomu, že čerstvé okurky se relativně rychle kazí, jsou široce konzumované jako nakládané nebo marinované. Konzervace potravin je nezbytná nejen k udržení potravin s požadovanými vlastnostmi po delší dobu, ale také pro zajištění stravy lidí.

Při nákupu si zákazník vybírá výrobky podle vzhledu, je tedy nutné, aby konzervované produkty svým vzhledem lákaly, čili měly charakteristickou barvu. Proto je důležité vědět maximální možnou teplotu a dobu výdrže pro konzervaci potravin. V případě použití nízké teploty může mít výrobek přijatelný vzhled, ale nebudou dodrženy podmínky pro zdravotní nezávadnost potravin. Konzervaci potravin ovlivňují mikroorganismy, které jsou procesem pasterace či sterilace zničeny a je zabráněno následnému kažení potravin.

Praktická část této bakalářské práce byla zaměřena právě na optimalizaci sterilačního režimu okurek při teplotě 85 °C. Byla provedena mikrobiologická analýza, dále byly sledovány vybrané texturní vlastnosti okurek a jejich případné změny. Pro zjištění působení různých sterilačních režimů na organoleptické vlastnosti okurek bylo provedeno i senzorní hodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA ZELENINY

Dle zákona ministerstva zemědělství č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích v platném znění, pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich se rozumí [1]:

- Zelenina: celá, čerstvá, zdravá, bez známek hniloby a plísní, očištěná, zbavená nežádoucích cizích příměsí
- Zpracovanou zeleninou: výrobky, jejichž charakteristickou složku tvoří zelenina a které byly upraveny konzervováním, s výjimkou zeleninových nealkoholických nápojů, dresinků, studených omáček a zeleniny hluboce zmrazené
- Sterilovanou zeleninou: výrobek s nálevem v neprodyšně uzavřeném obalu, konzervovaný sterilací

Zelenina je důležitým zdrojem vitaminů a minerálních látek, a proto je nepostradatelnou součástí pro naši výživu. Její největší předností je obsah regulačních látek při trávení (enzymy, organické kyseliny, vláknina). Barevnost jednotlivých plodů způsobuje obsah různých pigmentů typu karotenů, antokyanů nebo chlorofylu. Jelikož zelenina neobsahuje tolik sacharidů jako ovoce, lze ji považovat za hodnotnější. [2, 3, 4]

1.1 Členění zeleniny

1.1.1 Kořenová zelenina

Do této skupiny se většinou řadí dvouleté rostliny jako je celer, petržel, ředkvička apod. U nás patří mezi nejběžnější a nejdostupnější zeleninu. Zužitkováváme z nich především kořeny, které jsou využívány jako potrava nebo jako krmivo. [2, 3, 5]

1.1.2 Plodová zelenina

Skupina zeleniny, která je náročná na teplo a dostatek vláhy. Plody lze rozdělit do dvou skupin, a to na pravé a nepravé bobule. Mezi pravé bobule řadíme rajčata či papriky, mezi nepravé bobule například okurek nebo tykve. [3, 4, 5]

1.1.3 Listová zelenina

Listová zelenina se vyznačuje krátkou vegetační dobou. Konzumní části jsou převážně listy nebo stopky. Má schopnost hromadit v listech dusičnany při nadměrném dusíkatém přihnojení. Příkladem je salát hlávkový, polníček, špenát. [3, 5]

1.1.4 Košťálová zelenina

Košťáloviny pochází z druhu brukve *Brassica oleracea*. Jako zeleninu považujeme všechny nadzemní části (listy, pupeny, květenství). Jsou to dvouleté rostliny vytvářející nejdříve konzumní část a v dalším roce semena. Do této skupiny řadíme brokolici, hlávkové zelí, kapustu, květák a mnoho dalších. Experimentální epidemiologické studie prokázaly, že zvýšený příjem košťálové zeleniny snižuje riziko tvorby rakoviny vyvolané příjmem karcinogenů. Je to způsobeno obsahem glykosinátů a jejich produktů (α -tokoferolu, β -karotenu, vlákniny a podobně). [3, 4, 5]

1.1.5 Cibulová zelenina

Zelenina obsahující vysoký obsah silic, které umí potlačit růst mikroorganismů, a také aromatických látek. Vysokou působnost antioxidantů způsobuje vyšší obsah selenu a vitamin E. Cibule snižuje hladinu cholesterolu v krvi a podporuje vylučování trávicích šťáv. Příkladem je cibule kuchyňská, česnek, cibule šalotka. [3, 5]

1.1.6 Lusková zelenina

Skupina nenáročných plodin, které zlepšují půdní vlastnosti. Je charakteristická svým značným obsahem sacharidů, minerálních látek, vitaminů, flavonoidů a vlákniny. Nutriční hodnota je závislá na stupni zralosti. Většina zástupců této skupiny má široké uplatnění v kulinářských úpravách. Řadíme sem hrách setý zahradní, fazol zahradní, čočka, sója. [5, 6]

1.2 Okurka setá

Okurky jsou jednoleté, teplomilné a vlhkomilné rostliny. Pěstují se i šlechtěné odrůdy pro zvýšení plodnosti a odolnosti. Rozdělujeme okurky salátové, nakladačky, skleníkové a pařeništní. Okurky nakladačky jsou vhodné ke konzervování do sladkokyselých nálevů a také k mléčnému kysání. Nakladačky se dělí do 4 jakostních skupin: [6]

- podle délky (5-7 cm, 7-9 cm, 9-12 cm, 12-15 cm) nebo
- podle příčného průměru (do 25 mm, 25-30 mm, 30-38 mm, 38-50 mm)

Okurky mají nízkou energetickou hodnotu, proto jsou vhodné u redukčních diet. Mají také nízký obsah sacharidů. Podporují vylučování vody a chloridu sodného z organismu. [3, 6]

1.2.1 Látkové složení okurek

Největší zastoupení ve složení má voda, uvádí se až 96 %. Dále obsahují lipidy, sacharidy, bílkoviny a vlákninu (rozpustnou i nerozpustnou). Z minerálních látek je nejvíce zastoupen hořčík, draslík, sodík či mangan, dále vitamin C a v menším množství vitaminy skupiny B. Nejvyšší biologickou hodnotu má slupka, která obsahuje β -karoteny, polyfenoly, kvercetin a další bioaktivní látky. Mezi kyseliny obsažené v okurkách patří kyselina jablečná, citronová a salicylová. Hořkost krajních částí způsobuje obsah steroidních saponinů. [3, 4]

Srovnání látkového složení vybraných druhů zeleniny a okurek uvádí tabulka 1.

Tabulka 1: Látkové složení vybrané plodové zeleniny [3]

Druh	Bílkovin [g/kg]	Tuky [g/kg]	Sacharidy [g/kg]	Vápník [mg/kg]	Draslík [mg/kg]	Vitamin B ₁ [mg/kg]	Vitamin C [mg/kg]
rajče	9,6	2,3	40,7	202,2	2783,8	0,74	249,1
lilek	11,9	2,0	44,5	134,6	2506,2	0,39	97,33
cuketa	14,7	3,1	29,0	300,0	1520,1	3,55	165,4
okurky	8,2	1,8	22,8	180,9	1623,2	0,31	98,30

2 PRINCIPY ÚCHOVY POTRAVIN

Uchovávání potravin může být definováno jako manipulace s potravinou tak, aby se zastavilo nebo výrazně zpomalilo kažení, zabránilo se potravinovým onemocněním, zůstaly zachovány nutriční hodnoty a také struktura a chuť. [7]

Skladovaná čerstvá zelenina je živým organismem, který stále dýchá, produkuje vodní páry a určité množství tepla. Je nutné zpomalit tyto procesy, aby bylo omezeno množení mikroorganismů. O redukci biochemických změn a rozkladu organické hmoty rozhoduje teplota, relativní vlhkost vzduchu, složení vzduchu, světlo a charakteristika jednotlivých druhů zeleniny. Pro uchování čerstvých potravin je žádoucí běžná skladovací teplota mezi 0 – 4 °C. Vyšší či nižší teploty nebo vysoká vlhkost jsou vhodné pouze pro určité skupiny potravin. [4, 8, 9]

Dalším důvodem uchování potravin je překonat nevhodné plánování v zemědělství, produkovat produkty s přidanou hodnotou a zajistit stravu lidí. Zemědělská produkce v jednotlivých částech světa je nevyrovnaná, a proto by se nedostatečné řízení nebo nesprávné plánování dalo překonat například prodloužením doby skladování potravin pomocí jednoduchých metod uchovávání. [10, 11]

2.1 Konzervace potravin

Konzervování potravin zahrnuje opatření, která se provádějí k udržení potravin s požadovanými vlastnostmi, co nejdéle. Hlavní prioritou konzervování je bezpečnost potravin zahrnující inovaci a udržitelnost. Řada nových konzervačních technik je vyvíjena tak, aby uspokojila současné požadavky na ekonomické uchování a spokojenost spotřebitelů v oblasti nutričních a sensorických aspektů, absence chemických konzervačních látek či ceny. [10, 12, 13] Zachování zeleniny, masa a ryb pomocí soli a kyseliny, bylo jedním z hlavních způsobů uchování potravin ještě před příchodem konzervování a zavedením mechanického chlazení. [14]

Potraviny lze rozdělit do dvou hlavních skupin: údržné a neúdržné. Do skupiny údržných potravin můžeme zařadit mouku, cukr či lihoviny. Neúdržnou potravinou je například maso, mléko nebo pečivo. Pro tuto skupinu je charakteristický vysoký obsah vody, a proto je nelze bez cílených konzervačních metod udržet ve vhodném stavu ke konzumaci. Velmi rychle u nich dochází k rozkladu hlavních živin, což má za následek mikrobiální rozklad jako je kvašení, plesnivění nebo hniloba. [4]

2.1.1 Konzervační metody podle Kyzlinka

1. Anabióza – metoda založená na nepřímé inaktivaci mikrobů. Potravina se upraví tak, aby byla odolná vůči mikroorganismům (konzervace chladem, sušením, zahušťováním)
2. Abióza – metoda založená na přímé inaktivaci mikrobů a jejich enzymů tepelným záhřevem (sterilace, pasterace, tyndalace aj.)
3. Vylučování mikrobů z konzervované potraviny – proces, při kterém dochází ke snížení četnosti mikrobů (ultrafiltrace, baktofugace) [4, 15]

2.1.2 Pasterace

Pasterace i sterilace využívají tepelné ošetření k inaktivaci mikroorganismů. Liší se ovšem v závislosti na typu cílených mikroorganismů, rozsahu teplotních frakcí nebo typem zařízení schopného dosáhnout potřebné teploty. [16]

Pasterace je proces, ve kterém dochází k mírnému tepelnému záhřevu, obecně při teplotě nižší, než je teplota varu vody (nižší než 100 °C). V kyselých potravinách, jako je ovoce či zelenina (pH < 4,5) se pasterace používá k prodloužení doby skladovatelnosti zničením nežádoucích mikroorganismů nebo inaktivací enzymů. V potravinách nízkým obsahem kyselin, jako je například mléko (pH > 4,5) se používá k minimalizaci nebezpečí pro veřejné zdraví. [16, 17]

Při pasteraci nedochází k vyloučení tepelně odolných bakterií tvořící spory. Tyto potraviny proto nejsou stabilní a měly by být uchovávány v chladírenských teplotách s tím, že stále obsahují životaschopné bakterie. Jelikož dochází k relativně mírnému tepelnému ošetření, je minimálně ovlivněna sensorická kvalita a výživová hodnota potraviny. [16, 18, 19]

2.1.2.1 Pasterace a její využití

Pasterace je běžně spojována s mlékem, pro které je využívána po celém světě. Používá se zde především proto, že při vysokých teplotách by docházelo k nevratné agregaci kaseinových micel. Další možností je využití pasterace na různé kapaliny a určité viskózní potraviny, jako jsou džusy, nealkoholické nápoje, jablečný mošt, tekuté vejce, omáčky, polévky či některá hotová jídla. [19]

Většina zeleniny jsou produkty s nízkou kyselostí (pH > 4,6) a musí být sterilovány. Výjimkou jsou okurky a fermentovaná zelenina. Tyto skupiny představují vysoce kyselé produkty. Okyselené nakládané produkty ve slané vodě s 0,6 – 1 % octa a obsahující cukr jsou

obvykle pasterovány při 80 – 85 °C. Dalším příkladem jsou rajčata. Jejich pH se pohybuje kolem hodnoty 4,6 nebo méně, a proto mohou být konzervována mírným tepelným ošetřením. Produkty jako ovocné džusy či nealkoholické nápoje mají nízké pH, a to zajišťuje dlouhou životnost i po mírném tepelném zpracování. Džusy mají pH 3,2 – 3,8 a jsou obvykle pasterovány při 70 – 75 °C. Pasterace se také využívá pro pivo plněné a utěsněné v plechovkách nebo skleněných láhvích. [19, 20]

2.1.2.2 Typy pasterace

Proces pasterace je založený na závislosti teploty a času. Je možné provádět: [19]

- ošetření krátkodobé vysoké teploty (HTST)
- ošetření ultra vysoké teploty po velmi krátkou dobu (UHT)
- ošetření dlouhodobé nízké teploty (LTLT)

Tyto postupy nahrazují tradiční pasterační či sterilační procesy. Krátké doby výdrže a vysoké teploty vyžadují speciální zařízení k zajištění rovnoměrného tepelného zpracování a platí spíše pro tekuté výrobky. [19, 21]

Při zohlednění krátké doby a rychlého provozu lze tohoto efektu dosáhnout pouze v kontinuálním procesu pomocí výměníku tepla. V aseptické technologii se před balením používá ohřev. Produkt se zahřívá odděleně a rychle se ochladí na teplotu plnění, která se musí provádět za aseptických podmínek ve sterilních nádobách. Tím se ale podstatně snižuje kvalita potravin. Navíc je tato operace velmi nákladná a je nutná odborná znalost. Lepší a méně nákladnou metodou je ohřev přímo v obalu. Tepelný záhřev přímo v obalu nabízí větší ochranu před kontaminací po zpracování. Důležité je, aby byl obal po naplnění hermeticky uzavřen, čímž dojde k zabránění vnikání patogenů do obalu a následné kontaminaci. [18, 19]

2.1.3 Sterilace

Termín sterilace je běžně používán v souvislosti s konzervováním potravin, protože konzervované potraviny jsou stabilní a nezpůsobují mikrobiální znehodnocení. Slouží k zachování bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin určených k přímé spotřebě po dlouhou dobu skladování. Při tomto záhřevu (nad 100 °C) dochází ke zničení všech životaschopných mikroorganismů. Hlavním cílem je zabránit růstu mikroorganismů, které způsobují znečištění a ohrožení veřejného zdraví. [16, 19]

2.1.3.1 Typy sterilačního zařízení

Sterilační zařízení lze rozdělit například podle těchto hledisek: [21, 22]

- dle tlaku v okolí sterilovaného produktu:
 - za atmosférického tlaku – sterilační vany, kontinuální vodní sterilátory
 - za přetlaku – autoklávy
- dle způsobu sterilace
 - sterilace v obalu – sterilace po uzavření obalu, nutný vhodný sterilátor
 - diskontinuální zařízení – autoklávy či sterilační vany
 - kontinuální zařízení – pásové vodní sterilátory, parní sterilátory
 - sterilace mimo obal – průtokové výměníky

2.1.3.2 Nové možnosti sterilace

Konvenční způsob tepelné sterilace vede k přehřívání suroviny, což způsobuje nežádoucí ztrátu živin a také organoleptických vlastností. Elektrická metoda ošetření nabízí nové možnosti sterilace, které zajišťují lepší zachování kvalitativních vlastností. Jsou známy 2 typy elektrických metod a byly již prakticky prozkoumány. [19]

- Přímá metoda - elektrický proud se přenáší přímo do potraviny. Tento proces se může nazývat i jako ohmický ohřev.
- Nepřímá metoda – elektrická energie je nejprve převedena na elektromagnetické záření, které následně vytváří teplo uvnitř výrobku

2.1.4 Technologie „bariérového efektu“

Spotřebitelé zvyšují poptávku po čerstvých, minimálně opracovaných potravinách, které jsou konzervované poměrně mírnými technikami, aby se snížila ztráta kvality, omezil růst mikroorganismů, a tak došlo k zajištění bezpečnosti výrobků. Aby došlo ke splnění tohoto požadavku, zdá se být nejlepším způsobem technologie překážky (také bariérová teorie). [19]

Tento termín označuje proces, kdy jsou potraviny uchovávány pomocí kombinace několika postupů. Vytváří se kombinovaným působením ochranných faktorů jako je teplota, aktivita vody, pH, konzervační látky aj. Tyto kombinace mohou zajistit nejen bezpečnost, ale také vyústit v lepší, přirozenější kvalitu, a navíc tato metoda šetří energie, což znamená, že je úsporná. [4, 19]

3 FAKTORY STERILACE

Celková kvalita potravinářských produktů se snižuje ihned od doby sklizně nebo porážky až do jejich spotřeby. Úbytek kvality může vyplývat z mikrobiologických, enzymatických, chemických nebo fyzikálních změn. Důsledky mikrobiologických změn zahrnují nebezpečí pro spotřebitele z důvodu přítomnosti mikrobiálních toxinů nebo hospodářských ztrát prostřednictvím růstu mikroorganismů, nepříjemnou chuť, zápachem, zbarvením, přítomností slizu nebo zákalu. [23]

Určit správný způsob sterilizace vyžaduje zjištění všech činitelů, kteří by mohli ovlivnit dostatečnou sterilace ze strany mikrobiální a enzymatické inaktivace. [24]

Mezi významné faktory ovlivňující sterilaci patří:

- Zpracování zeleniny
- Tepelné ošetření
- Přítomnost mikroorganismů

3.1 Faktory ovlivňující zpracování zeleniny

Hlavními příčinami zhoršení a znehodnocení potravin jsou mechanické, fyzikální, chemické a biologické vlivy. Poškození může nastat už počátkem špatného zacházení se surovinou při sklizni, zpracování či následné distribuci. Faktory prostředí, jako je tlak, teplota, vlhkost, kyslík či světlo, mohou vyvolat několik reakcí, které vedou k degradaci potravin. V důsledku těchto mechanismů mohou být suroviny pozměněny tak, že nebudou dále vyhovující pro spotřebitele nebo pro něj budou škodlivé. [10]

- **Mechanické faktory**

Je důležité se surovinou manipulovat s opatrností, protože nešetrné zacházení vede ke vzniku různých poranění a následně ke zkažení potravin. Často také způsobují další chemické a mikrobiální zhoršení. Přírozenou ochranu proti tomuto druhu znehodnocení představují kůže, kůry či skořápky. [10]

- **Fyzikální faktory**

Fyzikální nebezpečí představují hlavně mechanické nečistoty, jako jsou ostré nebo tvrdé předměty. Do suroviny se mohou dostat jak z vnějšího prostředí (kontaminace ze zařízení – šroubky, části zařízení) tak z vnitřního prostředí (hlína, písek, kamení). [25]

Z fyzikálního hlediska představuje velký problém kolísání teplot u zmrazených produktů. Kolísavé teploty způsobují rekrystalizaci například zmrzliny, což vede k nežádoucí pískovité struktuře. Podobné fázové změny zahrnující tavení a tuhnutí tuků poškozují kvalitu cukrovinek a jiných cukrářských výrobků. [10]

- **Chemické faktory**

Během zpracování a skladování potravin dochází k několika chemickým změnám. Tyto změny mohou způsobit zhoršení kvality jídla tím, že sníží jeho smyslovou a nutriční kvalitu. Dochází k mnoha enzymatickým reakcím, které mění kvalitu. Příkladem jsou plody, které mají při nařezání tendenci rychle hnědnout. Hnědnutí potravin nastává kvůli interakci mezi redukujícími cukry a aminokyselinami. Tato reakce vede ke ztrátě rozpustnosti bílkovin, ztmavnutí produktů a vzniku hořké příchutě. [10]

3.2 Faktory určující tepelné ošetření

Ohřev používaný k ničení mikroorganismů může mít také značně nepříznivý vliv na kvalitu potravin. V praxi je třeba použít minimální možné tepelné zpracování, které může zaručit zničení patogenů a toxinů a poskytnout tak požadovanou dobu skladování, ale také zachovat charakteristické organoleptické vlastnosti potravinářských výrobků. Tento požadavek určuje volbu výběru tepelného ošetření. [19]

Sterilaci či pasteraci lze rozdělit do tří fází: V první fázi dochází prostřednictvím topného média (voda, pára) ke zvýšení teploty produktu na požadovanou sterilizační teplotu. Ve druhé části je teplota udržována na požadované hodnotě určitou dobu. A v poslední fázi se teplota v produktu sníží pomocí studené vody dopadající na povrch nádoby. [19]

Aby bylo možné účinně a bezpečně uchovat potraviny tepelně ošetřené, nestačí pouze kombinace času a teploty. Je třeba vzít do úvahy i další faktory jako charakteristika pronikání tepla do určité potraviny. Za účinné ošetření se považuje proces, ve kterém je každá částice potraviny v nádobě vystavena po dostatečně dlouhou dobu teplotě potřebné k inaktivaci mikroorganismů. Výšku teploty a času také určuje vliv vlhkosti a kyselosti prostředí [19, 22]

3.3 Vliv mikroorganismů

Patogenní mikroorganismy jsou hlavním bezpečnostním problémem pro potravinářský průmysl. Převážná většina ohnisek chorob souvisejících s potraviny je způsobena právě

spíše mikroorganismy než chemickými či fyzikálními kontaminanty. Jelikož jsou nedekovatelné lidskými smysly (obvykle nezpůsobují změny v barvách) a jsou schopny rychlého růstu za vhodných podmínek skladování, věnuje se spousta času a úsilí kontrole nebo jejich odstranění. [26]

Růst mikroorganismů závisí na řadě faktorů jako je teplota, vlhkost, aktivita vody, pH, dostupnost živin apod. Různé organismy vyžadují odlišné podmínky pro optimální růst. Obecně se stanou citlivějšími při teplotách blízkých růstovým minimům či maximům. [26] Podle nároku na teplotu lze mikroorganismy rozdělit na psychrofilní (optimální růst 10 – 15 °C), mezofilní (30 – 40 °C) nebo termofilní (55 – 60 °C). Vliv vysoké teploty má na mikroorganismy smrtící účinek = letální teplota. Takovou teplotou je 70 °C působící 10 minut v jádře produktu. Toto působení je zohledněno i v legislativních požadavcích týkajících se tepelného zpracování masných výrobků. [1, 27]

3.3.1 Kvasinky

Kvasinky jsou v přírodě velmi rozšířenou skupinou. Vyskytují se například v ovoci a cukernatých potravinách, ale také v půdě nebo ve vzduchu. Jejich rozmnožování je velmi pomalé, proto se uplatňují při kažení potravin. Jde hlavně o potraviny s nízkým pH, s vysokým obsahem soli nebo cukru či potraviny konzervované organickými kyselinami.

S nežádoucím růstem těchto mikroorganismů se lze setkat u kompotů, ovocných šťáv či salátů nebo u alkoholických nápojů. Potravinářsky významnými kvasinky je například *Saccharomyces cerevisiae* (pivovarnictví, kvasná výroba lihu) nebo *Candida utilis* (výroba krmného droždí). [27]

3.3.2 Plísňe

Jsou to eukaryotní mikroorganismy náležící do říše hub (*Fungi*). Mnoho z nich parazituje na plodinách nebo jsou schopny vyvolat kažení uskladněného ovoce a zeleniny. Hlavním rezervoárem je půda.

Podobně jako kvasinky, nedokáže většina plísňí přežít záhřev teploty 70 – 75 °C s působením několika minut. Také se podílejí na kažení potravin. Velmi často kontaminují kyselé potraviny jako je kyselé ovoce, šťávy nebo marmelády. Jsou schopny napadat i pletiva rostlin (slupky ovoce, zeleniny) a vytvořit tak vstup pro rozvoj bakterií. Příkladem plísňí je *Mucor* spp., *Aspergillus* spp. nebo *Penicillium* spp. [27]

3.3.3 Bakterie

Bakterie jsou nejrozšířenější skupinou organismů. Většina z nich je neškodná, běžně se používají při výrobě potravin (jogurty, zakysané mléčné výrobky), ale řadíme sem i druhy nebezpečných bakterií, které mohou způsobit onemocnění. [21]

- *Listeria monocytogenes*

Rod *Listeria* v současnosti osahuje 6 druhů, z nichž je za největší problém v bezpečnosti potravin považován především *Listeria monocytogenes*. Je schopna růst jak za anaerobních, tak i za aerobních podmínek, při normálních teplotách během chlazení a i při poměrně vysokých koncentracích soli (10 %). Způsobuje onemocnění listeriózu u zvířat, ale i u člověka. Listeriíza byla u lidí spojena s konzumací řady různých potravin včetně zelených salátů, sýrů, studených nebo fermentovaných ryb či masných výrobků. [28]

- *Salmonella*

Bakterie rodu *Salmonella* patří do čeledi *Enterobacteriaceae*. Rozsah potravin, kterých se týká přenos salmonelózy, je široký. Ačkoli se maso, drůbež, vejce a mléčné výrobky považují za hlavní potraviny pro *Salmonella* spp., v posledních letech se staly významnými zdroji i rostlinné produkty (ovoce a zelenina). [29]

- *Bacillus cereus*

Rod *Bacillus* zahrnuje fakultativně anaerobní sportující bakterie, které mohou být izolovány v různých potravinách. Jedná se především o potraviny rostlinného původu, ale také maso, ryby nebo mléčné výrobky. Ke vzniku onemocnění dochází při požití potraviny, která byla nevhodně skladována po dokončení kuchyňské úpravy a ve které došlo k následnému pomnožení mikroba. [28, 30]

- *Clostridium botulinum*

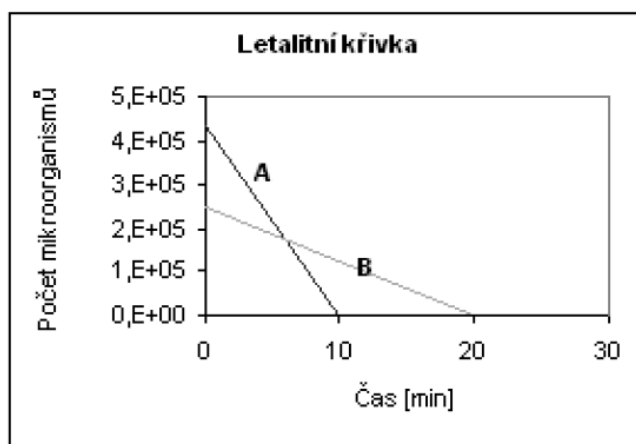
Jsou to sporotvorné, striktně anaerobní bakterie, které mají velký význam pro bezpečnost potravin. Většina kmenů v rámci druhu *Clostridium botulinum* je schopna během růstu produkovat velmi silné toxiny, botulotoxiny. Tyto toxiny jsou tepelně nestabilní, zničit je lze teplem, světlem nebo i zářením.

Mezi rizikové potraviny patří například konzervované potraviny jako jsou rybí výrobky, maso, masné výrobky, ale také konzervovaná zelenina, ovoce a houby. [21, 28]

3.3.4 Popis termoinaktivace

Mikroorganismy mohou růst pouze v omezené oblasti teploty. Pokud se teplota zvýší na maximální možnou hodnotu, buňka se poškodí a zničí.

Letální teplota je nejnižší teplota, při které je organismus zahuben během určité doby. Letální křivka poté znázorňuje závislost mezi letální teplotou a dobou působení. [20]



Obrázek 1: Letální křivka mikroorganismů [31]

Účinnost mikroorganismů se vyjadřuje pomocí:

- **Hodnota D**

Hodnota D (dekadická redukční doba) je definována jako čas, nutný k tomu, aby se počet mikroorganismů snížil o 90 % → redukce o 1 řád. Je spolehlivým měřítkem tepelné odolnosti mikroorganismů. Velikost je závislá na kontaminaci vstupní suroviny a množství přídatných látek.

Výpočet hodnoty D dle vztahu [20]:

$$D = (T_2 - T_1) / (\log N_1 - \log N_2)$$

- **Hodnota F**

Hodnota F je doba, po kterou musí působit teplota v kterémkoli místě sterilované konzervy 121 °C, aby došlo k prakticky úplné likvidaci mikrobů.

Inaktivační účinek lze vypočítat dle vztahu:

$$F_s = D^* (\log N_0 - \log N)$$

Hodnota snížení mikrobů se volí dle výsledků mikrobiologických rozborů, odhadu kontaminace a podle stupně jistoty, kterého chce výrobce dosáhnout. [15, 20, 31]

- **Hodnota Z**

Hodnota Z je teplotním intervalem, který vyjadřuje potřebné zvýšení teploty nutné pro desetinásobné zvýšení rychlosti odumírání daného mikroorganismu.

Výpočet hodnoty Z dle vztahu [20, 31]:

$$z = (T_2 - T_1) / (\log D_1 - \log D_2)$$

4 UPLATNĚNÍ STERILACE OVOCE A ZELENINY V PRAXI

Cílem zavařování je samozřejmě prodloužení trvanlivosti potraviny. Nejčastějším způsobem je sterilace vysokou teplotou ve sklenicích. Tímto procesem dochází k usmrcení většiny přítomných mikroorganismů a ke snížení množství vzduchu pod uzávěrem. Vzniká tak nedostatek kyslíku pro případné mikroby, které sterilace přežijí. [21]

Vhodná teplota a doba sterilace je závislá na druhu zavařovaného ovoce či zeleniny a také na velikosti konzervačního obalu, jak je uvedeno v tabulkách 2 a 3.

Tab. 2. Doba zahřívání vybraných ovocných kompotů při sterilaci [3]

Druh kompotu	Teplota lázně [°C]	Doba výdrže při uvedené teplotě [min]		
		0,5 litru	1 litr	4 litry
jahodový	90	20	25	-
broskvový	90	30	40	55
meruňkový	90	20	25	45
švestkový	85	20	25	40
třešňový	90	20	25	40

Tab. 3. Doba zahřívání vybrané zeleniny při sterilaci [3]

Druh zeleniny	Teplota lázně [°C]	Doba výdrže při uvedené teplotě [min]		
		0,5 litru	1 litr	4 litry
hrášek	120	20	25	50
kukuřice	120	20	30	-
okurky	90	20	25	40
rajčata	97	45	60	-
zeleninová směs	120	20	25	45

4.1 Technologie výroby kompotů

Ovoce, které je určeno pro výrobu kompotů, se sklízí krátce před konzumní zralostí. Plody jsou dostatečně vyvinuté a mají svou typickou chuť a vůni. Prvním krokem je praní, které je zvláště důležité u plodů, které přicházejí do styku se zemí. Praním se odstraňují mikroorganismy z povrchu ovoce, ale i jiné nečistoty (pesticidy). [22]

Ovoce se občas předváří ve vodě. Takto upravené ovoce lépe přijímá cukerný roztok a plody jsou pak větší a tvárnější. Předvářením se také odstraňuje kyslík, jehož důsledkem je oxidace potravin.

Upravené ovoce se naplní do sklenic či plechovek a zalévá cukerným roztokem tak, aby byla splněna předepsaná výsledná refraktometrická sušina a kyselost. Poté se sklenice či plechovky uzavrou a prochází sterilačním režimem, který je pro každý druh ovoce jiný. Sterilační teplota a čas je závislý i na použitém obalu. [8, 24]

Dle zákona ministerstva zemědělství č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích v platném znění, je konzistence a vzhled kompotu vyžadováno jako ovoce bez stop červovitosti, bez vegetačních deformací plodů, bez zbytků stopek a kališních lístků. Konzistence plodů polotuhá až měkká. [1]

4.2 Technologie výroby sterilované zeleniny

Zelenina určená ke sterilaci musí být odrůdově vhodná a v technologické zralosti. Hlavním druhem konzervované zeleniny ve sladkokyselém nálevu jsou okurky. Okurky se třídí v třídícím zařízení podle průměru. Stejně jako u ovoce, je i u zeleniny prvním krokem praní. Následně se dotřídí podle jakosti. Po naplnění do sklenic se okurky zalévají horkým nálevem a sterilizují se. [22, 24]

4.2.1 Fyzikální a chemické požadavky na jakost sterilované zeleniny

Konzervované zeleninové výrobky obecně by měly mít obsah znečišťujících minerálních příměsí pocházejících z půdy všeobecně nejvýše 0,08 %.

U sterilovaných zeleninových výrobků je uvedena kyselost výrobku, určená jako obsah kyseliny octové, nejvýše 2 %. [1]

4.2.2 Konzistence a vzhled sterilovaných okurek

Zelenina musí být zdravá, s vegetačními změnami a mechanickým poškozením nejvýše u 20 % kusů. Okurky by měly být bez dutin a bez zvadlých a sraštělých částí. Deklarovanou délku musí mít nejméně 80 % okurek v obalu. Průměr nejdelší okurky nesmí překročit průměr okurky nejmenší o více jak 50 %. Konzistence plodů musí být pevná, křehká a křupavá. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem teoretické části této bakalářské práce bylo:

- charakterizovat zeleninu
- popsat uchovávání potravin
- popsat faktory ovlivňující sterilace
- popsat sterilaci ovoce a zeleniny v praxi

Cílem praktické části této práce byla optimalizace sterilačního režimu pro výrobu okurek.

Naplnění tohoto cíle bylo rozděleno do několika dílčích úkolů:

- připravit vzorky sterilovaných okurek
- sterilace vybraných odrůd okurek za použití stejné teploty, ale jiné doby výdrže
- stanovit vliv odrůdy na použité režimy
- stanovit vliv sterilačních režimů na:
 - senzorickou jakost
 - mikrobiologickou jakost
 - texturní vlastnosti okurek
 - změnu pH

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 Použité přístroje

Pro přípravu sterilovaných okurků a měření texturní analýzy byly použity tyto přístroje:

- Rational SCC WE 101G – konvektomat
- Retigo BC2011C – zchlazovací zařízení
- TA.XT plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Velká Británie) společně se softwarem Exponent Lite
- MEAT SLICER 300 ES-12 – nářezový stroj
- Sonda Blade Set, P100, number 12248, nerezová ocel, d=100mm
 - rychlost sondy: 1,00 mm/s
 - vzdálenost: 50,00 mm
 - počáteční síla měření: 5,0 g
- Sonda 5 mm Cyl. Stainless, P/5, number 12273
 - rychlost sondy: 1,00 mm/s
 - použitá síla deformace: 50 %
 - počáteční síla měření: 5,0 g
- Sonda Heavy duty platform, HDP/90, number 12262
 - rychlost sondy: 1,00 mm/s
 - použitá síla deformace: 50 %
 - počáteční síla měření: 5,0 g

Pro měření mikrobiologické analýzy bylo použito:

- Digitální váha (Kern & Sohn GmbH, Německo)
- Autokláv (VARIOKLAV, Německo)
- Očkovací box (Clean Air, Nizozemí)
- Automatické mikropipety – Nichiryo, Japonsko
- Termostat BT 120 (Česká republika)
- Běžné laboratorní sklo a mikrobiologické pomůcky
- Termostat Memmert (Německo)

6.2 Materiál

Ke sterilaci byly vybrány okurky z firmy ZoŠi Agro, s.r.o., která dodala i sladkokyselý nálev. Byly použity dva druhy okurků: okurka hladká (dále označována jako odrůda A) a bradavičnatá (označována jako odrůda B). Bližší specifikace není možno uvést, jelikož podléhají know-how poskytovatele.

6.3 Metodika

6.3.1 Příprava sterilovaných okurků

Okurky byly vytríděny, oprány a naskládány do lahví o objemu 4 l a uzavřeny twist-off víčky. Následně byly zality horkým nálevem o teplotě 50 °C a uzavřeny. Láhve byly vloženy do konvektomatu s předeřátou vodou na teplotu 85 °C. Konvektomat je znázorněn na obr. 2. Pomocí sondy, jak uvnitř láhve, tak v prostoru konvektomatu, byla sledována teplota. Obsah láhví byl zahříván na teplotu 85 °C s dobou výdrže 30 minut, 28 minut, 25 minut a 22 minut. Po sterilaci byly láhve přeneseny do chladicího zařízení, kde byly chlazeny teplotou v rozmezí – 3,5 °C až 5 °C po dobu 30 minut. Po uplynutí této doby teplota v láhvích klesla k cca 51 °C. Dále byly 24 h uchovávány v chladicím zařízení o teplotě 4 °C, viz obr. 3. Skladovací pokus probíhal po dobu 6 měsíců v temnu při teplotě 21 ± 2 °C. Kontrolní analýzy byly provedeny - 1. den po konzervaci a následně ve 2., 4. a 6 měsíci skladování.

Pro snadnější zápis byly odrůdy a sterilačními režimy označovány pouze písmeny a čísly:

Odrůda okurky hladké byly označeny písmenem A, odrůda okurky bradavičnaté B. Sterilační režim s dobou výdrže 30 minut – 1, režim s dobou výdrže 28 minut – 2, režim s výdrží 25 minut – 3 a poslední režim 22 minut – 4.



Obr. 2: Praní okurek a příprava před konzervací



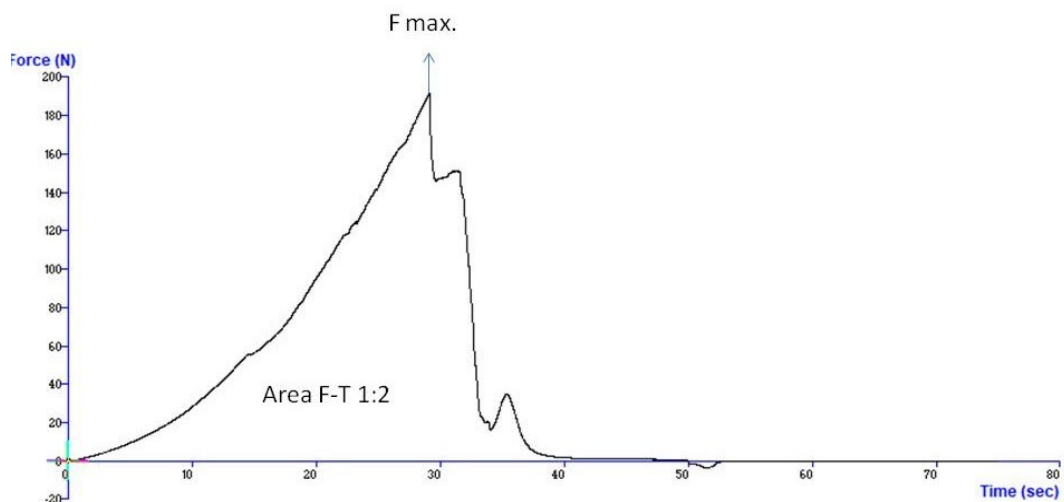
Obr. 3 Chladicí zařízení

6.4 Texturní analýza

Byl proveden řez, penetrace a komprese. Okurky určené pro penetraci a kompresi byly nařezány na plátky o šířce 13,5 mm a pro řez byly použity celé okurky. Textura byla měřena na přístroji Texture Analyser TA.XT plus, pro následné vyhodnocení byl použit program Exponent Lite a Excel.

- Řez

Řez byl proveden pomocí sondy Heavy duty platform, HDP/90, number 12262. Pro řez byly použity celé okurky, z každé sklenice bylo odebráno 5 kusů. Průběh řezu je znázorněn na obr. 4.



Obr. 4: Závislost působení síly deformace na čase pro řez a penetraci

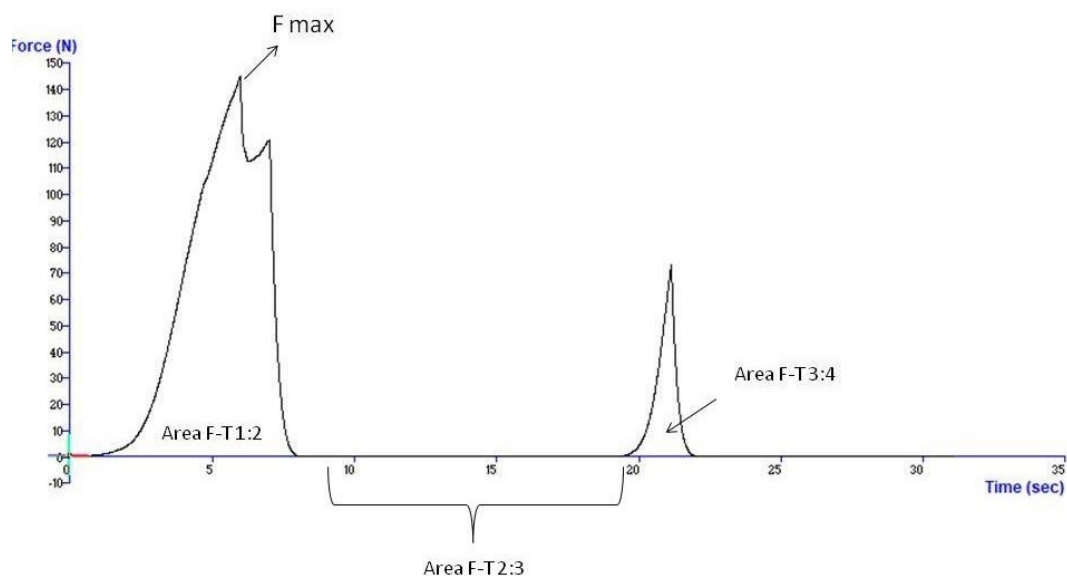
U řezu byly hodnoceny ukazatele tvrdosti a tuhosti. Tvrdost je síla potřebná k dosažení deformace vzorku, na obrázku 2 je znázorněna jako F_{max} , jednotkou tvrdosti je N. Tuhost značí míru změny tělesa vzhledem k působení vnější síly. Tuhosti odpovídá plocha značená jako Area F-T 1:2, jednotkou je N.s.

- Penetrace

Z každé láhve jednotlivých sterilizačních režimů bylo odebráno 5 kusů okurek a byly nařezány. Na plátcích o šířce 13,5 mm byla provedena jednoduchá penetrace pomocí sondy P/5 Cyl. Stainless, číslo 12273. Z výsledků penetrace se stanovila celková tvrdost [N] a tuhost [N.s]. Výsledný graf, znázorněný na obr. 4, a následný výpočet tvrdosti a tuhosti je totožný s metodou řezu.

- Komprese

Dvojitá komprese byla provedena stejně jako penetrace na plátcích okurek o šířce 13,5 mm. Byla použita sonda , P100, číslo 12248, následně byla vyhodnocena tvrdost [N], lepi-vost [N.s] a soudržnost výrobku. Průběh dvojitě komprese je uveden na obr. 5.



Obr. 5: Závislost působení síly deformace na čase pro kompresi

Tvrдость je na obrázku 5 značena jako F_{max} , vyjádřena v [N]. Lepivost získáme převedením plochy Area F-T 2:3 do absolutní hodnoty a uvádí se v [N.s]. Kohezivnost neboli soudržnost je síla vnitřních vazeb, které tvoří potravinu. Vypočítá se jako poměr plochy Area F-T 3:4 a Area F-T 1:2. Jde o bezrozměrnou veličinu.

6.5 Mikrobiologická analýza

Pro mikrobiologickou analýzu sterilovaných okurků bylo zvoleno 5 kultivačních pūd, na kterých se stanovovali plísňe, kvasinky, anaerobní mikroorganismy, mléčné bakterie, aerobní sporuláty a také celkový počet mezofilních mikroorganismů.

- De Man Rogosa Sharpe Agar – MRS Agar
- Chloramfenicol Yeast Glucose Agar – CHYGA
- Plate Count Agar – PCA
- Reinforced Clostridial Agar – RCA
- M17 broth – M17

6.5.1 Příprava jednotlivých živných půd

PCA

PCA půda byla použita ke stanovení celkového počtu mezofilních mikroorganismů a aerobních sporulátů. Podle návodu bylo rozpuštěno 23,5 g dehydrované půdy v 1000 ml destilované vody. Takto připravená kultivační půda byla promíchána a dána do autoklávu. V autoklávu proběhla sterilizace při 121 °C po dobu 20 minut.

CHYGA

Půda CHYGA byla použita ke stanovení plísní a kvasinek. Podle návodu bylo rozpuštěno 40 g dehydrované půdy v 1000 ml destilované vody. Připravená živná půda byla promíchána a dána do autoklávu, kde proběhla sterilizace při 121 °C po dobu 20 minut.

MRS a M17

Půdy MRS a M17 byly použity ke stanovení mléčných bakterií. Podle návodu bylo rozpuštěno 42,25 g dehydrované půdy M17 a 55,15 g dehydrované půdy MRS v 1000 ml destilované vody. Do obou živných půd bylo přidáno 15 g agaru. Takto připravené, promíchané půdy, byly sterilizovány při 121 °C po dobu 20 minut.

RCA

Půda RCA byla použita ke stanovení anaerobních mikroorganismů. Dle návodu bylo rozpuštěno 38 g dehydrované půdy a 15 g agaru v 1000 ml destilované vody. Promíchaná živná půda byla následně sterilizována při 121 °C po dobu 20 minut.

6.5.2 Mikrobiologické stanovení

Sterilované okurky byly podrobeny mikrobiologické analýze, pro stanovení vybraných mikroorganismů. Při prvním měření v 0. měsíci bylo očkování půd rozděleno do dvou skupin. Jako první byl testován nálev při ředění 10^0 , následně byl testován homogenizovaný nálev s okurkou při ředění 10^0 a 10^{-1} . Tento postup byl dodržen u obou odrůd a také u všech použitých kultivačních půd.

Na jednotlivé misky bylo nanášeno 100 μ l vzorku. Následně byly misky uloženy do různých skladovacích teplot, které jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4. Teplota skladování jednotlivých půd

Kultivační půda	Teplota [°C]
CHYGA	30
RCA	37, anaerobní prostředí
M17	30
MRS	30
PCA	37
PCA SPOR. AE	30, v aerobním prostředí

Při měření mikrobiologické jakosti v následujících měsících (2., 4., 6.) byl testován pouze nálev a bylo použito ředění 10^0 , 10^{-1} a 10^{-2} .

6.5.3 Vyjádření výsledků – počítání kolonií

Pro zjištění výsledného počtu kolonií je potřeba zvolit ředění tak, aby na plotnách bylo maximálně 300 kolonií. Počet mikroorganismů se obvykle vyjadřuje jako KTJ (kolonie tvořící jednotku) nebo jako CFU (colony forming units) na jednotku objemu nebo hmotnosti (KTJ/ml, KT/g).

6.6 Senzorická analýza

Senzorická analýza probíhala jako ostatní rozbory 1 den po sterilaci, 2., 4. a 6. měsíci. Zjišťovanými ukazateli byli: kvalita a vzhled, barva, konzistence, křupavost, čistota vůně, čistota chuti, kořenitost, harmonie sladkokyselosti, celkový dojem a také celková preference jednotlivých odrůd a sterilačních režimů. Počet hodnotitelů sensorické analýzy se pohyboval od 9 do 15. Panel hodnotitelů byl složen ze zaměstnanců Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulty technologické. Vzorky byly předkládány anonymně. Stupnice hodnocení byla zvolena tak, aby první stupeň odpovídal úrovni „vynikající“ a poslední stupeň „nevyhovující“. Ukázka dotazníku je uvedena v příloze 1.

Vyhodnocení bylo provedeno v programu Statk25. Každý ukazatel byl hodnocen zvlášť do tabulky. Následně bylo Kruskal-Wallisovým testem zjišťováno, který ze vzorků byl pro hodnotitele lepší. Pro vyhodnocení celkových preferencí byl použit Friedmanův test. Po-

kud došlo k zaznamenání statisticky významného rozdílu mezi odrůdami a sterilačními režimy, byla použita metoda porovnávání dvojic pro hladinu významnosti 0,05.

6.7 Měření pH

U okurek byla během doby skladování sledována změna pH. Změnu hodnot pH má za následek přechod látek z láku do okurek. Měření bylo provedeno u každého sterilačního režimu vždy 3x. Pro zjištění hodnot pH byl použit pH metr Spear a následně byly hodnoty vloženy do programu Statk25. Hodnoty pH z jednotlivých sterilačních režimů u obou odrůd byly porovnávány v rámci stejné doby skladování Kruskal-Wallisovým testem. Pokud byl zaznamenán statisticky významný rozdíl, byla použita metoda srovnání dvojic pro hladinu významnosti 0,05.

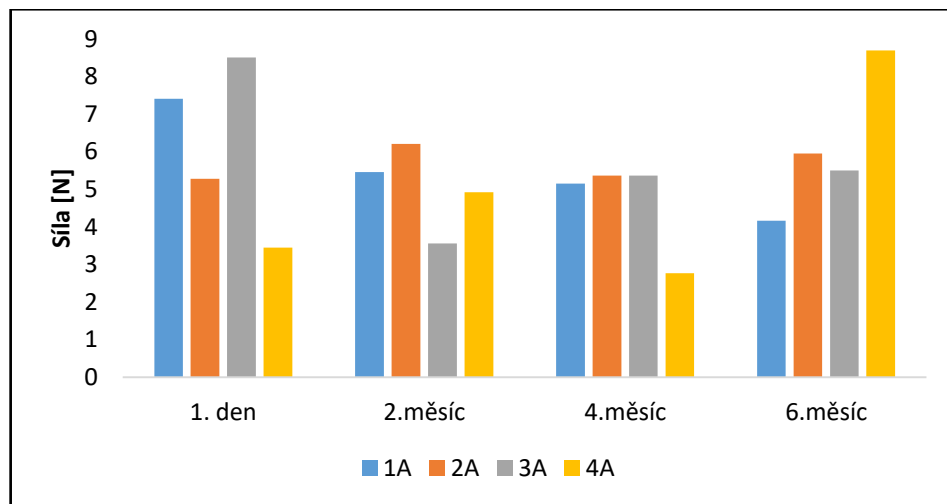
7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Texturní analýzy

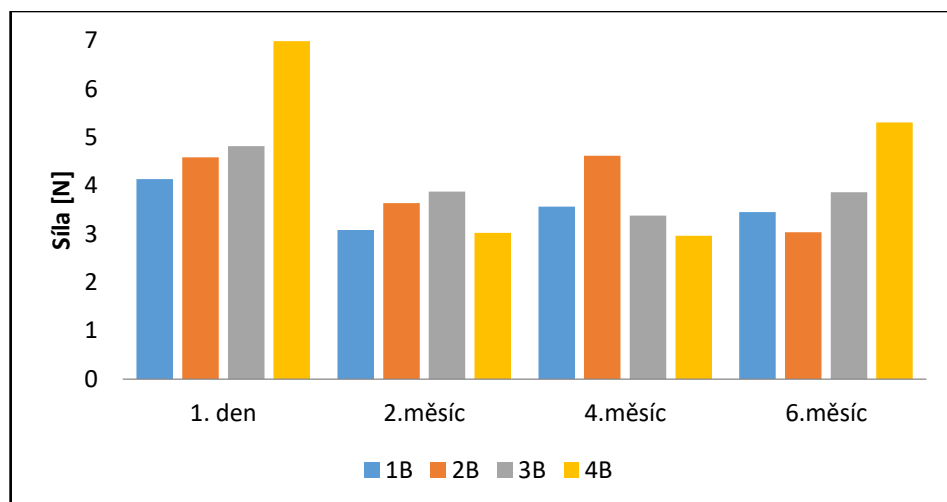
Texturní analýza byla prováděna na přístroji Texture Analyser TA.XT plus. Byla provedena penetrace, komprese a řez. Rozbory se konaly vždy 1. den po sterilaci a následně ve 2., 4. a 6. měsíci skladování.

- Penetrace

Po provedení jednoduché penetrace byla zjišťována tvrdost a tuhost okurek. Výsledky tvrdosti a sledování jejich změn v průběhu skladování jsou zobrazeny na obrázku 6 a 7.



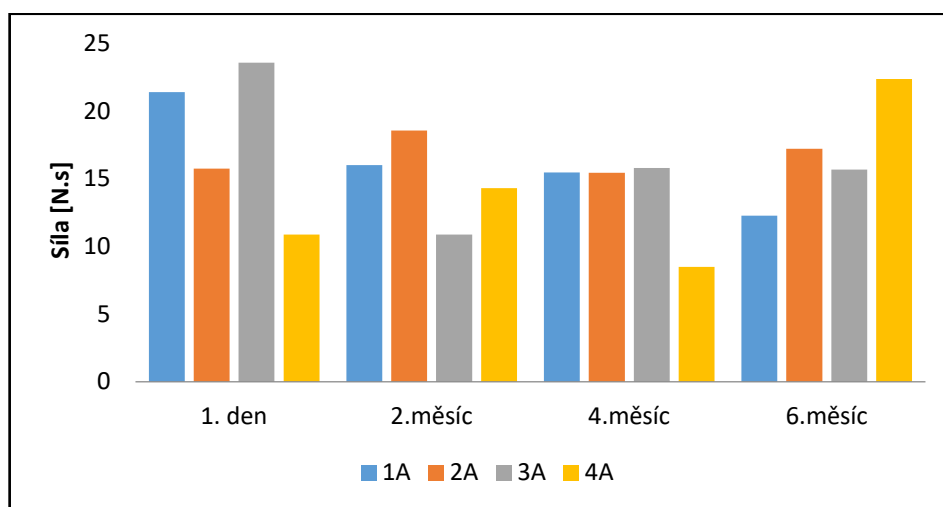
Obr. 6: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, penetrace



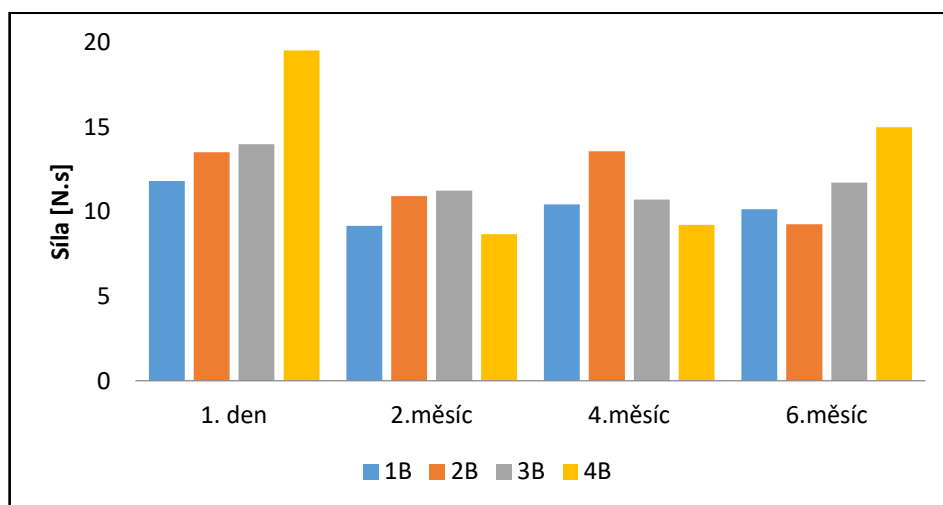
Obr. 7: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda B, penetrace

V rámci režimu 1A docházelo při delší době skladování k postupnému snížení hodnoty tvrdosti. Naopak u režimu 4A je znatelný rozdíl mezi prvním dnem a 6. měsícem skladování, kde došlo k výraznému zvýšení hodnot. Mezi ostatními režimy není jednoznačně viditelný trend. U odrůdy B docházelo u jednotlivých sterilačních režimů s delší dobou skladování k postupnému snižování tvrdosti, kromě režimu 4B, kde postupně docházelo také ke snížení hodnot tvrdosti, ale v šestém měsíci skladování se hodnoty zvýšily. Při porovnání obou odrůd jsou nejtvrďšími okurky po šesti měsících skladování okurky s dobou výdrže 22 minut.

Výsledky tuhosti okurek zjišťované penetrací jsou zobrazeny na obrázku 8 a 9.



Obr. 8: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda A, penetrace

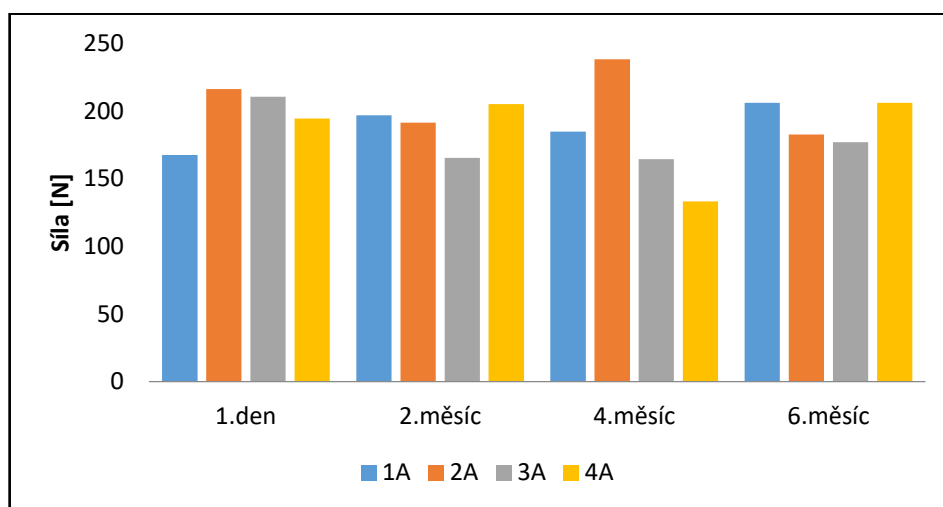


Obr. 9: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda B, penetrace

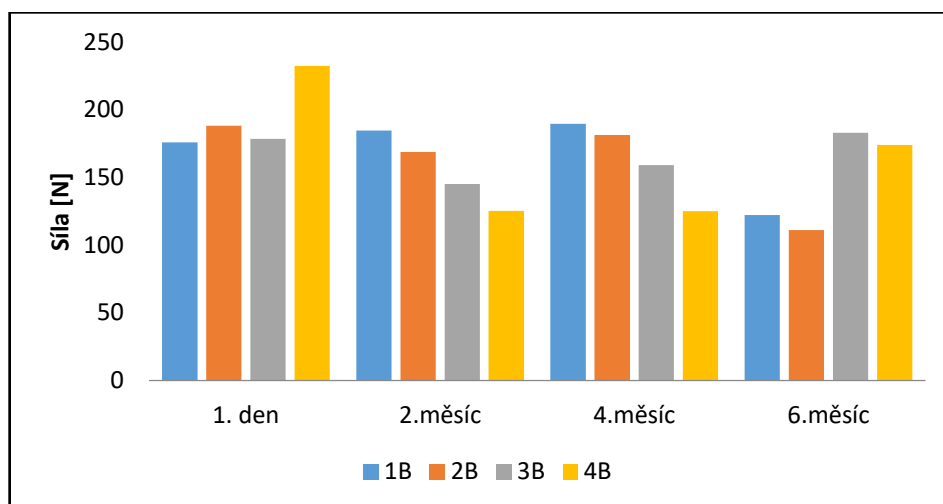
Při měření tuhosti bylo zjištěno, že s delší dobou skladování dochází k postupnému snižování hodnot, které může ukazovat na měknuté okurek, kromě odrůdy A, kde ve sterilačním režimu 4 (22 min) došlo po 6 měsících skladování k nárůstu tuhosti. U 2. a 4. měsíce skladování nelze určit jednoznačný ani u jedné odrůdy.

- Kompresse

Na základě měření dvojitého kompresního testu byla vyhodnocena tvrdost, soudržnost a lepivost. Výsledky měření jsou uvedeny na obrázcích 10-15.

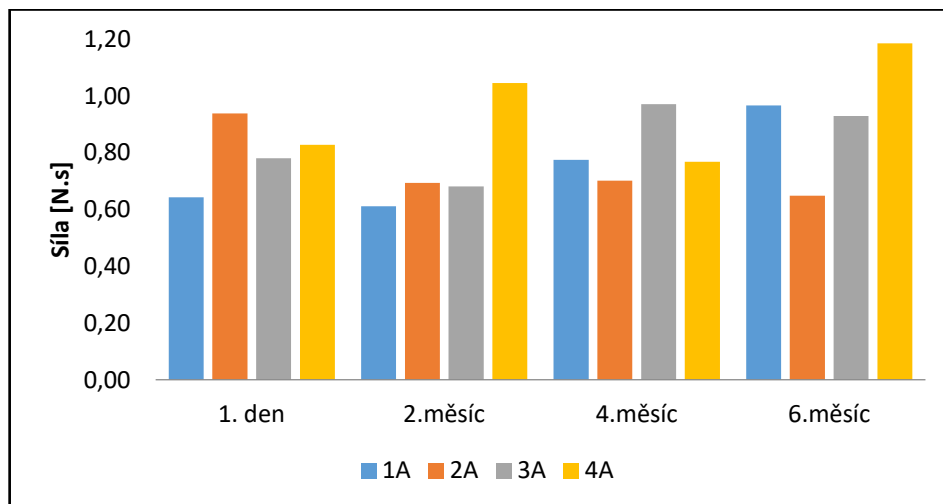


Obr. 10: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese

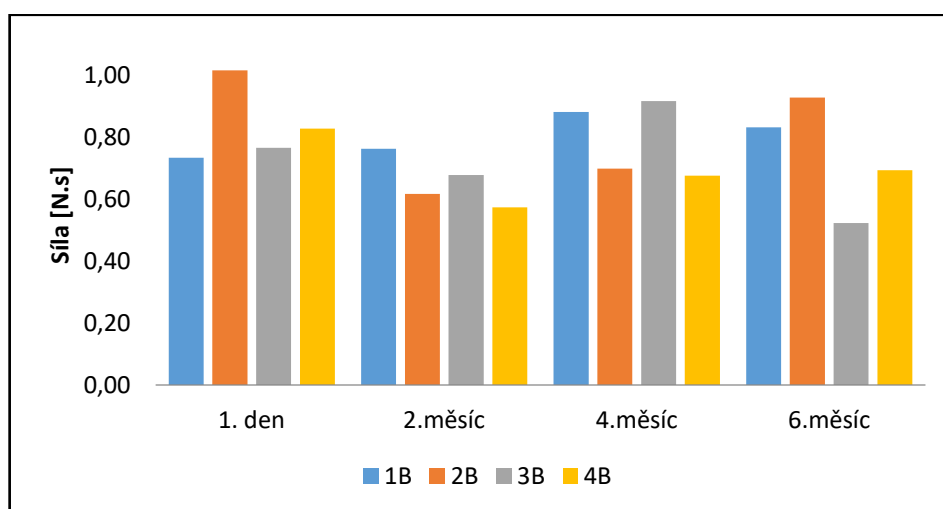


Obr. 11: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese

U 1. dne, všech sterilačních režimů, není viditelný jednoznačný trend v žádném použitém tepelném záhřevu. Naopak ve 2. a 4. měsíci dochází k poklesu tvrdosti se zkrácením doby výdrže s výjimkou odrůdy A. U 6. měsíce není jednoznačný trend zaznamenán.



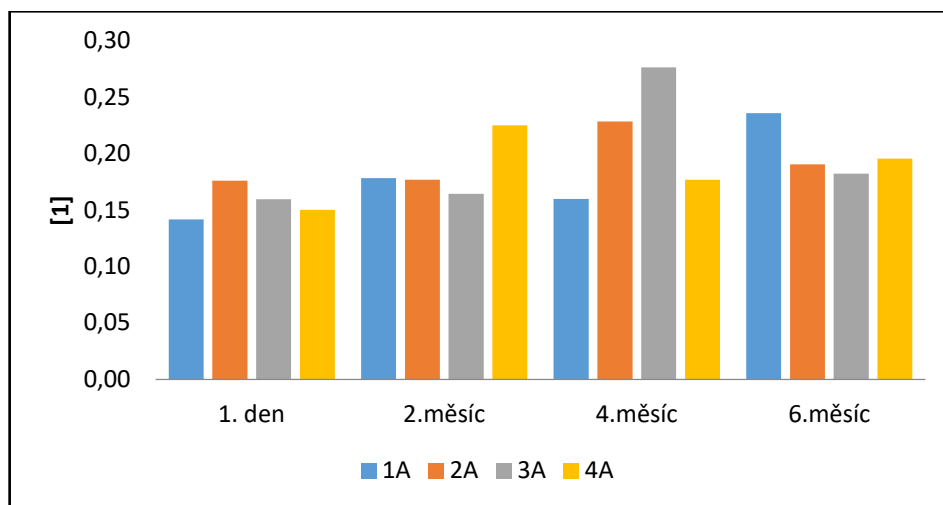
Obr. 12: Závislost lepivosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese



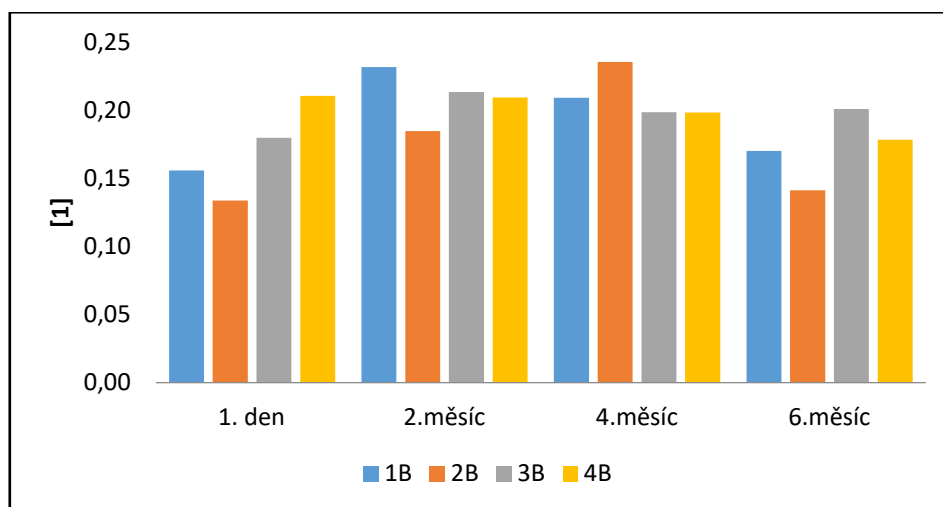
Obr. 13: Závislost lepivosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese

Při hodnocení lepivosti sterilovaných okurek nelze určit jednoznačný trend mezi dobou skladování a jednotlivými sterilačními režimy. Z výsledků lze ale říci, že u režimu 1A, 3A a 4A dochází mezi 1. dnem a 6. měsícem ke zvýšení hodnot lepivosti. Naopak u odrůdy B

dochází mezi 1. dnem a 6. měsícem ke snížení hodnoty u režimu s dobou výdrže 30 a 28 minut.



Obr. 14: Závislost soudržnosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese

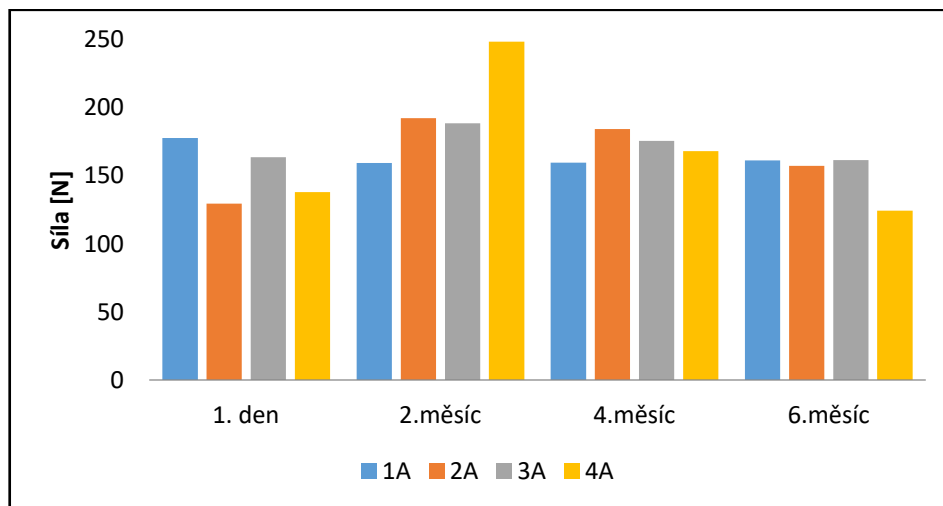


Obr. 15: Závislost soudržnosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese

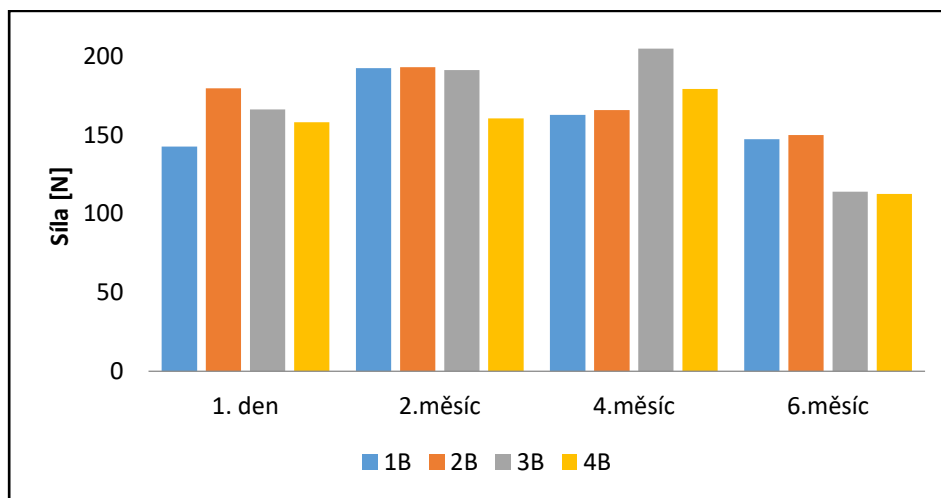
Jak je patrné z obrázku 14 a 15, není při porovnání soudržnosti okurek patrný jednoznačný trend u obou použitých odrůd u všech typů sterilačních režimů. Během skladování dochází k různým změnám v rámci soudržnosti, po šesti měsících má největší hodnotu soudržnosti režim 1 (30 min) pro odrůdu A a režim 3 (25 min) pro odrůdu B.

- Řez

Na základně jednoduchého řezu byla zjišťována tvrdost a tuhost okurků. Výsledky z měření jsou zobrazeny na obrázcích 16-19.

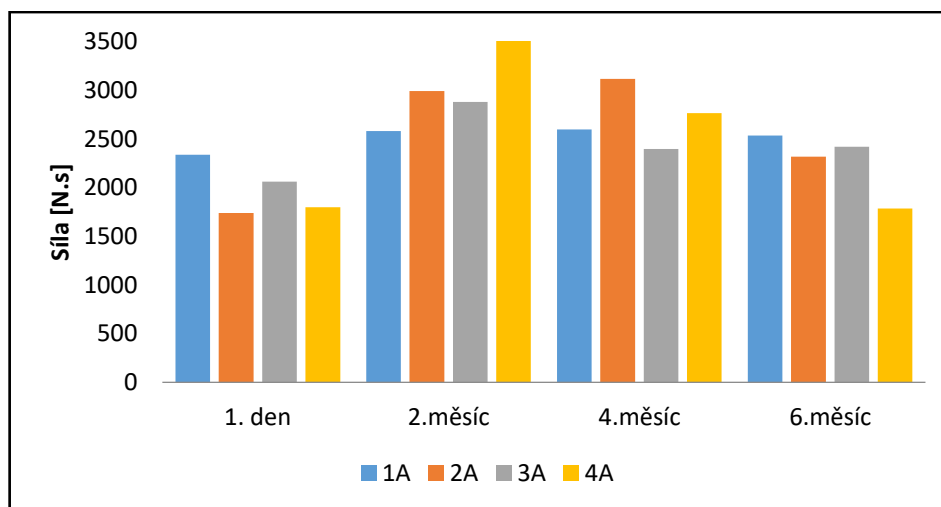


Obr. 16: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, řez

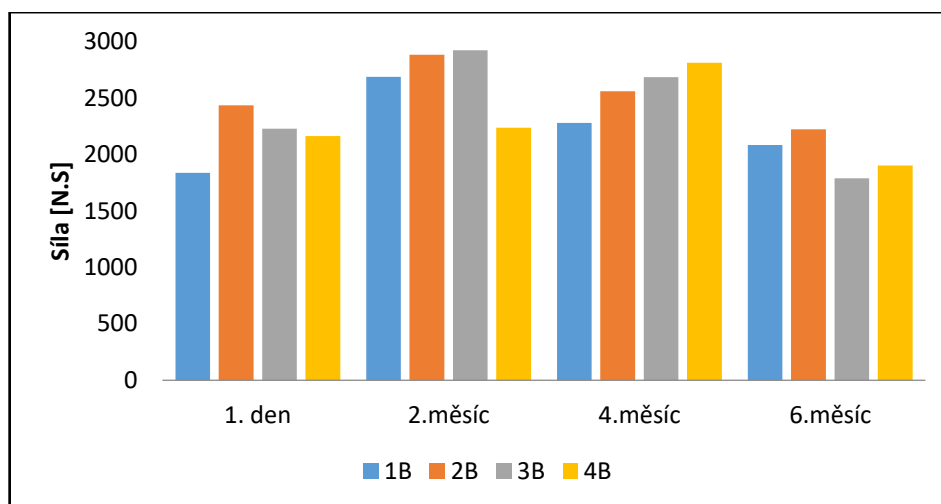


Obr. 17: Závislost tvrdosti na době skladování, odrůda B, řez

Ve 2. měsíci skladování dochází u odrůdy A při zkracování doby výdrže k postupnému zvyšování tvrdosti. Nejvyšší hodnotu mají okurky s dobou výdrže 22 minut. Naopak u odrůdy B dochází ve 2. měsíci při zkracování doby výdrže ke snižování tvrdosti. Režim s dobou výdrže 22 minut má nyní nejnižší hodnoty tvrdosti. Ovšem po 6. měsících skladování mají obě odrůdy nejnižší hodnotu tvrdosti. Mezi režimy s největší hodnotou tvrdosti patří režim 1 (30 min) pro odrůdy A a režim 2 (28 min) pro odrůdu B.



Obr. 18: Závislost tuhosti na době skladování, odrůda A, řez



Obr. 19: Závislost tuhosti na době skladování, odrůda B, řez

V rámci obou odrůd nelze určit jednoznačný trend, který by popsal změnu tuhosti u řezu okurek s prodlužující se dobou skladování nebo při zkracování doby výdrže. Zdá se ale, že ve 2. měsíci skladování dochází k postupnému zvyšování tuhosti obou odrůd s výjimkou režimu 4 u odrůdy B, kde došlo k výraznému snížení. Stejný trend je zachován ve 4. měsíci u odrůdy B, kde dochází také k postupnému zvyšování tuhosti. V 6. měsíci došlo u každého sterilizačního režimu a obou odrůd ke snížení hodnot oproti kratším dobám skladování. Důležitým požadavkem pro texturu sterilovaných okurek je pevnost, kterou nelze přesně z tohoto měření určit. [35] Podle výzkumů Holgate a Lewise (1985) bylo zjištěno, že zele-

nina po použití vysoké teploty jako je u konzervace měkne, což odpovídá i většině výsledků získaných během pokusu. [36].

7.2 Mikrobiologická analýza

Mikrobiologická analýza sterilovaných okurků byla provedena celkem čtyřikrát. První rozbor byl proveden 1. den po konzervaci, druhý rozbor po 2 měsících skladování, třetí analýza byla provedena po 4 měsících skladování a poslední, čtvrtá analýza byla provedena po 6 měsících skladování. Byl zjišťován celkový obsah mezofilních mikroorganismů, dále obsah mléčných bakterií, kvasinek, plísní, aerobních sporulátů a anaerobních mikroorganismů. Na čerstvé okurce se vyskytují bakterie mléčného kvašení v počtu cca 102-103 CFU/g, proto je mytí okurek důležitým krokem před technologickým zpracováním. [32]

- Výsledky po prvním dni skladování – odrůda A

Sterilační režim 30 minut: Po prvním dni skladování na miskách narostlo 10 CFU/ml mléčných bakterií, 5 CFU/ml aerobních sporulátů a 10 CFU/ml anaerobních mikroorganismů.

Sterilační režim 28 minut: Na miskách bylo napočítáno 30 CFU/ml a 1020 CFU/ml mléčných bakterií, 485 CFU/ml aerobních sporulátů a 170 CFU/ml mezofilních mikroorganismů.

Sterilační režim 25 minut: Nárůst na miskách v tomto režimu byl 120 CFU/ml anaerobních mikroorganismů, 140 CFU/ml mezofilních mikroorganismů a 1145 CFU/ml aerobních sporulátů.

Sterilační režim 22 minut: Bylo napočítáno 1175 CFU/ml mezofilních mikroorganismů a 10 CFU/ml aerobních sporulátů.

- Výsledky po prvním dni skladování – odrůda B

Sterilační režim 30 minut: Po prvním dni skladování na miskách narostlo 10 CFU/ml anaerobních mikroorganismů.

Sterilační režim 28 minut: Na miskách bylo napočítáno 830 CFU/ml mezofilních mikroorganismů a 5 CFU/ml aerobních sporulátů.

Sterilační režim 25 minut: Nárůst na miskách v tomto režimu byl 285 CFU/ml anaerobních mikroorganismů a 805 CFU/ml aerobních sporulátů.

Sterilační režim 22 minut: Na miskách bylo zjištěno 450 CFU/ml mezofilních mikroorganismů.

U výrobků pasterovaných v obalu je povolen celkový počet mikroorganismů 10^4 KTJ/1 ml. Výsledky měření splňují požadavky nezávadných potravin. [1] Okurky odrůdy A, vykazují větší zastoupení mikroorganismů, než odrůda B. Jelikož byla odrůda A před praním více znečištěná než odrůda B, lze vysvětlit vyšší nárůst mikroorganismů jako chybu způsobenou lidským faktorem.

Další mikrobiologické rozbory po 2, 4 a 6 měsících u obou odrůd neukázaly nárůst mikroorganismů. Při pasteraci pod 100 °C dochází ke zničení mikroorganismů. Nemusí však dojít k usmrcení spor, jejich růst ovšem zastaví nízké pH. Okurky splňují požadavky pro sterilované potraviny. [1, 32, 34]

7.3 Senzorická analýza

7.3.1 Hodnocení sensorických znaků

Senzorická analýza byla prováděna den po konzervaci okurek a následně ve 2., 4. a 6. měsíci skladování. Ukázka dotazníku sensorického hodnocení je uvedena v příloze 1.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu bylo zjišťováno, který výrobek je lepší, a který výrobek je horší.

Pro hodnocení celkových preferencí byla použita pořadová zkouška pomocí Friedmanova testu. Pokud byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi odrůdami a sterilačními režimy, byla následně použita metoda porovnávání dvojic pro hladinu významnosti 0,05.

- **Kvalita a vzhled okurek**

Při posouzení jednotlivých sterilačních režimů během celé doby skladování nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Rozdíl nebyl zjištěn ani při testování obou odrůd pro stejnou dobu skladování. Změna teploty výdrže nemá vliv na kvalitu a vzhled okurků.

- **Barva okurek**

Barva byla od většiny hodnotitelů označena jako charakteristická pro daný produkt, což odpovídá požadavkům sterilovaných okurků. [35] Barva se v čase výrazně nemění, steri-

lační režim tedy nemá vliv na barvu okurek statisticky průkazný. Mezi sterilačními režimy a oběma odrůdami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

- **Vůně okurek**

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými sterilačními režimy ani dobou skladování. Vůně se v čase skladování nemění, žádný sterilační režim nemá vliv na vůni okurek statisticky průkazný.

- **Konzistence**

Podle konzistence nelze určit, který sterilační režim, a který odrůda je vhodnější. Okurky nebyly označeny za nesoudržné, jejich konzistence je odpovídající. [35] Při porovnání odrůd okurek a sterilačních režimů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v konzistenci okurků.

- **Celková preference pro konzistenci okurek**

Pro pořadovou zkoušku byla vždy použita data z jednotlivých sterilačních režimů se stejnou dobou skladování. Při testování sterilovaných okurků všech sterilačních režimů obou odrůd, s dobou skladování 2 a 4 měsíce, nebyl pořadovou zkouškou zaznamenán statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán u okurek s dobou skladování 1 den a 6 měsíců.

- **Křupavost**

Při vyhodnocení výsledků ze sensorické analýzy bylo zjištěno, že se v rámci odrůdy A nachází statisticky významný rozdíl mezi sterilačními režimy. Rozdíl se nachází ve 4. měsíci skladování a to v režimech 1:4 a 2:4, čili režim s dobou výdrže 30 minut: 22 minut a 28 minut: 22 minut. Bylo zjištěno, že v rámci křupavosti jsou sterilační režimy 1 a 2 lepší než režim 4. Při porovnání režimu 1 a 2 statistický rozdíl zjištěn nebyl. Hodnotitelé tedy určili sterilační režim 1 (30 minut) a 2 (28 minut) jako lepší.

U odrůdy B nebyl nalezen během doby skladování žádný statisticky významný rozdíl.

- **Čistota chuti**

Mezi sterilačními režimy a ani jednotlivými odrůdami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Čistota chuti se v čas nemění, odlišné sterilační režimy ani různé odrůdy nemají vliv na chuť okurek statisticky významný.

- **Kořenitost**

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi dobou skladování, sterilačními režimy a ani odrůdami. Podle kořenitosti nelze říci, který výrobek je lepší.

- **Harmonie sladkokyselosti**

Při porovnání jednotlivých sterilačních režimů a odrůd okurek nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve sladkokyselosti. Doba skladování nemá na tento ukazatel vliv.

- **Celkový dojem**

Z výsledků Kruskall-Walisova testu byl stanoven statisticky významný rozdíl v celkovém dojmu pouze u odrůdy A. Po provedení testování dvojic bylo zjištěno, že se rozdíl nachází konkrétně mezi sterilačním režimem 2 a 4 ve 4. měsíci skladování. Sterilační režim 2 (28 minut) byl označen hodnotiteli jako lepší. U odrůdy B statisticky významný rozdíl stanoven nebyl, nelze označit, který ze sterilovaných režimů byl lepší.

- **Celková preference**

Při testování obou odrůd sterilovaných okurek všech sterilačních režimů s dobou skladování 4 měsíců, nebyl pořadovou zkouškou zaznamenán statisticky významný rozdíl. Ovšem u okurek s dobou skladování 0, 2 a 6 měsíců statisticky významný rozdíl zaznamenán byl.

7.4 Výsledky měření pH

U každého sterilačního režimu bylo provedeno pH metrem Spear měření vždy 3x a to 1. den po sterilaci a následně ve 2., 4. a 6. měsíci skladování. Celkově se pH během doby skladování pohybuje v rozmezí 3,36 – 3,92. Hodnota pH u kyselých výrobků by měla být menší než 4. [33]

Změna pH v čase u jedné odrůdy byla zaznamenána mezi 0. a 4. měsícem, 0. a 6. měsícem a 2. a 4. měsícem skladování. Tento trend byl zachován ve všech použitých sterilačních režimech a obou odrůd.

7.4.1 Porovnání změny pH během skladování u odrůdy A i B

- Výsledky pH den po konzervaci

Při měření pH 1. den po konzervaci nebyly shledány žádné statisticky významné rozdíly mezi sterilačními režimy, ani mezi odrůdami.

- Výsledky pH po 2 měsících skladování

Při porovnání obou odrůd a všech sterilačních režimů během skladování po dobu 2 měsíců bylo zaznamenáno několik statisticky významných rozdílů. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn mezi sterilačními režimy:

- 1B: 1A, 2A, 3A
- 2B: 4A
- 3B: 2A
- 4B: 2A

Po 2 měsících skladování byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ve změně pH u odrůdy B v čase 30 min vůči odrůdě A a sterilačním režimům s dobou výdrže 30, 28 a 25 min. Dále byly rozdíly zaznamenány u odrůdy B v čase 28 min ku odrůdě A v čase 22 min, a mezi odrůdou B s dobou výdrže 25 a 22 min vůči odrůdě A v čase 28 min.

- Výsledky pH po 4 měsících skladování

Během skladování byl při měření pH ve 4. měsíci zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi několika režimy:

- 3A: 1A, 1B
- 2B: 2A, 3A, 4A
- 3B: 1A, 4A, 1B, 2B
- 4B: 3A, 3B

Po 4 měsících skladování byl statisticky významný rozdíl ve změně pH zaznamenán u sterilačních režimů 3A (25min) vůči režimu 1A a 1B (30 min). Dále se rozdíl nacházel v režimu 2B (28 min) vůči odrůdě A s dobou výdrže 28, 25 a 22 min, také mezi režimem 3B (25 min) a režimy 30 a 22 min odrůdy A, a 30 a 28 min odrůdy B. Poslední statisticky významný rozdíl byl zaznamenán mezi 4B (22 min) vůči 3A a 3B (25 min).

- Výsledky pH po 6 měsících skladování

Při porovnání odrůd okurek se zjistily statisticky významné rozdíly mezi sterilačními režimy:

- 1B, 3B: 1A, 2A, 3A, 4A
- 2B, 4B: 1A, 2A

Rozdíl byl tedy zjištěn mezi sterilačními režimy 1B (30 min) a 3B (25 min) a všemi sterilačními režimy odrůdy A. Dále byl rozdíl mezi režimy 2B (28 min) a 4B (22 min) vůči 1A a 2A (30 a 28 min).

Z měření vyplývá, že doba skladování a sterilační režim má vliv na hodnotu pH. Postupně dochází k přenosu látek z láku do okurek a také ke snížení hodnot pH.

ZÁVĚR

V rámci této bakalářské práce byl založen experiment se sterilovanými okurky, jehož cílem bylo zjistit, jaká doba výdrže je nejvhodnější pro konzervaci potravin při teplotě 85 °C. Z výsledků praktické části vyplývá:

- na základě mikrobiologické analýzy sterilovaných okurek lze označit všechny sterilizační režimy za vyhovující, jelikož hodnoty mikroorganismů jsou v souladu s vyhláškou 132/2004 Sb., pro výrobky pasterované v obalu.
- z měření pH nelze jednoznačně označit vhodnější režim, avšak hodnoty pH pod 4 odpovídají vyhlášce, tudíž lze použít všechny režimy.
- ve většině kategorií sensorického hodnocení nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, kromě křupavosti a celkového dojmu. Na základě těchto dvou kategorií lze říci, že nejlépe hodnocen byl sterilizační režim 2 – 28 minut, konkrétně u odrůdy A – okurka hladká, u okurek bradavičnatých nelze přesně určit.
- po provedení texturní analýzy nelze přesně určit nejlepší režim. Mezi výsledky se nachází velké rozdíly. Penetrací byl jako nejlepší označen režim s dobou výdrže 22 minut. Kompresí byl naopak určen nejlepší režim s časem 30 minut pro odrůdu A a režim s časem 25 minut pro odrůdu B. Výsledky z řezu lze označit jako nejvhodnější režim s dobou výdrže 30 min pro odrůdu A a režim s časem 28 minut pro odrůdu B.

Pro upřesnění, který z režimů je vhodnější, by bylo lepší prodloužit dobu pokusu na 8 – 10 měsíců popřípadě využít i jinou metodiku penetrace či řezu. Lze také zkusit jinou teplotu záhřevu, aby byly výsledky jednoznačnější. Metodami, kterými bylo provedeno testování v této práci, nebyl zjištěn režim, který by byl ze všech nejlepší. V sensorickém hodnocení lze také doporučit větší panel hodnotitelů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Česko, vyhláška č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování
- [2] HRABĚ, J. *Základy zbožíznalství potravin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011, 167 s. ISBN 978-80-7454-118-6.
- [3] BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-532-7.
- [4] ROP, O., P. VALÁŠEK a I. HOZA. *Teoretické principy konzervace potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005, 130 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-7318-339-0.
- [5] KOPEC, K.. *Zelenina ve výživě člověka*. Praha: Grada, 2010, 159 s. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2845-2.
- [6] HRABĚ, J., O. ROP a I. HOZA. *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
- [7] BLACKBURN, C. de, W. *Food Spoilage Microorganisms*. Woodhead Publishing, 2006. ISBN 978-1-85573-966-6. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFSM00001/food-spoilage-microorganisms/food-spoilage-microorganisms>
- [8] DUDÁŠ, F. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. Vyd. 1. (2. přeprac.). Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981, 383 s.
- [9] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.. (2014). *ASHRAE Handbook - Refrigeration (SI Edition)*. ISBN 978-1-936504-72-5. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpASHRAEED/ashrae-handbook-refrigeration/ashrae-handbook-refrigeration>
- [10] Rahman, M. (Ed.). (2007). *Handbook of Food Preservation*, Second Edition. Boca Raton: CRC Press. Online dostupné z: <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781420017373>

- [11] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. Vyd. 3., přeprac. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-110-4.
- [12] BROWN, M. (2008). *Chilled Foods - A Comprehensive Guide (3rd Edition)*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-243-8. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCFACGE04/chilled-foods-comprehensive/chilled-foods-comprehensive>
- [13] ZHANG, N., Z. YANG, A. CHEN a S. ZHAO. *Effects of intermittent heat treatment on sensory quality and antioxidant enzyme of cucumber*. Elsevier. 2014, 111-117. Online dostupné z: www.elsevier.com/locate/scihorti
- [14] FEATHERSTONE, S. (2016). *Complete Course in Canning and Related Processes, Volume 3 - Processing Procedures for Canned Food Products (14th Edition)*. Elsevier. ISBN 978-0-85709-679-1. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCCCRPVP1/complete-course-in-canning/complete-course-in-canning>
- [15] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 2. přeprac. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1980.
- [16] BHATTACHARYA, S. (2015). *Conventional and Advanced Food Processing Technologies*. John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-40632-8. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCAFPT002/conventional-advanced/conventional-advanced>
- [17] FELLOWS, P. J.. (2009). *Food Processing Technology - Principles and Practice (3rd Edition)*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-216-2. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFPTPPE14/food-processing-technology/food-processing-technology>
- [18] CSIRO Food and Nutritional Sciences. (2010). *Make it Safe - A Guide to Food Safety*. CSIRO Publishing. ISBN 978-0-643-09568-7. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMSAGFS06/make-it-safe-guide-food/make-it-safe-guide-food>
- [19] MOTARJEMI, Y. LELIEVELD, H. (2014). *Food Safety Management - A Practical Guide for the Food Industry*. Elsevier. ISBN 978-0-12-381504-0. Online do-

- stupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFSMAPGF1/food-safety-management/food-safety-management>
- [20] ADAMS, M. R. MOSS, M. O. (2008). *Food Microbiology* (3rd Edition). Royal Society of Chemistry. ISBN 978-0-85404-284-5. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFME00011/food-microbiology-3rd/food-microbiology-3rd>
- [21] *Pasterace* [online] [2018-05-05] Online dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76801.aspx>
- [22] GOLIÁŠ, J. *Skladování a zpracování ovoce a zeleniny*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-195-6.
- [23] DOYLE, M. P. BUCHANAN, R. L. (2013). *Food Microbiology - Fundamentals and Frontiers (4th Edition)*. American Society for Microbiology (ASM). ISBN 978-1-55581-626-1. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFMFFE001/food-microbiology-fundamentals/food-microbiology-fundamentals>
- [24] BALAŠTÍK, J. *Konzervace ovoce a zeleniny*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975.
- [25] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [26] LELIEVELD, H.L.M. MOSTERT, M.A. HOLAH, J. WHITE, B. (2003). *Hygiene in Food Processing*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-466-1. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFP00008/hygiene-in-food-processing/hygiene-in-food-processing>
- [27] BURSOVÁ, Š., L. NECIDOVÁ a M. DUŠKOVÁ. *Mikrobiologie potravin a mikrobiologické laboratorní metody. Obecná mikrobiologie*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014. ISBN 978-80-7305-742-8.
- [28] BRUL, S. FRATAMICO, P. M. MCMEEKIN, T. A. (2011). *Tracing Pathogens in the Food Chain*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-496-8. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpTPFC000J/tracing-pathogens-in/tracing-pathogens-in>

- [29] KOTZEKIDOU, P. (2016). *Food Hygiene and Toxicology in Ready-to-Eat Foods*. Elsevier. ISBN 978-0-12-801916-0. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFHTREF0A/food-hygiene-toxicology/food-hygiene-toxicology>
- [30] *Mikrobiální původní alimentárních nemocnění* [online] [cit 2018-05-05] Online dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/mikrobialni-puvodci-alimentarnich-onemocneni.aspx?q=Y2hudW09Ng%3d%3d>
- [31] *Měření termopasteračního a termosterilačního režimu u potravin v obalu*. Praha. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. [online] [2018-05-05] Online dostupné z: <https://ukp.vscht.cz>
- [32] FRIAS, J. MARTINEZ-VILLALUENGA, C. PEÑAS, E. (2017). *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Elsevier. ISBN 978-0-12-802309-9. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFFHDP00D/fermented-foods-in-health/fermented-foods-in-health>
- [33] JAYKUS, L. WANG, H. H. SCHLESINGER, L. S. (2009). *Food-Borne Microbes - Shaping the Host Ecosystem*. American Society for Microbiology (ASM). ISBN 978-1-55581-405-2. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFBMSHE05/food-borne-microbes-shaping/food-borne-microbes-shaping>
- [34] MACDOUGALL, D.B. (2002). *Colour in Food - Improving Quality - 8.5 Heating and Vegetable Colour*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-590-3. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt002TVMC5/colour-in-food-improving/heating-vegetable-colour>
- [35] The Codex Alimentarius Commission. 2017. Codex Alimentarius. Food and Agriculture Organization of the United Nations - *CODEX STAN 115 - Standard for Pickled Cucumbers (Cucumber Pickles)* page. ISBN 978-1-60119-779-5. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCA000015/codex-alimentarius/codex-alimentarius>
- [36] MORRIS, V. J. GROVES, K. (2013). *Food Microstructures - Microscopy, Measurement and Modelling - A1.3.1 Fruits and Vegetables*. Elsevier. ISBN 978-0-85709-525-1. Online dostupné z :

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010XTY41/food-microstructures/applicatio-fruits-vegetables>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	okurka hladká
B	okurka bradavičnatá
CFU	colony forming units
D	dekadická redukční doba
F	doba působení teploty pro zničení mikroorganismů
g	gram
CHYGA	kultivační půda pro stanovení kvasinek a plísní
KTJ	kolonie tvořící jednotku
log	dekadický logaritmus
MRS	kultivační půda pro stanovení mléčných bakterií
M17	kultivační půda pro stanovení mléčných bakterií
ml	mililitr
min	minuta
N	koncentrace mikroorganismů v určitém čase
N_0	počet mikroorganismů v čase 0
PCA	kultivační půda pro stanovení aerobních sporulátů a mezofilních MO
RCA	kultivační půda pro stanovení anaerobních mikroorganismů
T	teplota
μl	mikrolitr
Z	změna teploty potřebná ke snížení D – hodnoty o jeden řád
1	sterilační režim s dobou výdrže 30 minut
2	sterilační režim s dobou výdrže 28 minut
3	sterilační režim s dobou výdrže 25 minut
4	sterilační režim s dobou výdrže 22 minut

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Letaltní křivka mikroorganismů [31].....	22
Obrázek 2: Praní okurek a příprava před konzervací	29
Obrázek 3: Chladicí zařízení	30
Obrázek 4: Závislost působení síly deformace na čase pro řez a penetraci.....	31
Obrázek 5: Závislost působení síly deformace na čase pro kompresi.....	32
Obrázek 6: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, penetrace.....	36
Obrázek 7: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda B, penetrace.....	36
Obrázek 8: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda A, penetrace.....	37
Obrázek 9: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda B, penetrace.....	37
Obrázek 10: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese.....	38
Obrázek 11: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese.....	38
Obrázek 12: Závislost lepivosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese.....	39
Obrázek 13: Závislost lepivosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese.....	39
Obrázek 14: Závislost soudržnosti okurek na době skladování, odrůda A, komprese	40
Obrázek 15: Závislost soudržnosti okurek na době skladování, odrůda B, komprese.....	40
Obrázek 16: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda A, řez	41
Obrázek 17: Závislost tvrdosti okurek na době skladování, odrůda B, řez	41
Obrázek 18: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda A, řez	42
Obrázek 19: Závislost tuhosti okurek na době skladování, odrůda B, řez	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Látkové složení vybrané plodové zeleniny [3].....	13
Tabulka 2: Doba zahřívání vybraných ovocných kompotů při sterilaci [3]	24
Tabulka 3: Doba zahřívání vybrané zeleniny při sterilaci [3].....	24
Tabulka 4: Teplota skladování jednotlivých půd	34

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Stupnice a dotazníky sensorického hodnocení

PŘÍLOHA P I: STUPNICE A DOTAZNÍKY SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

SENZORICKÉ HODNOCENÍ STERILOVANÝCH OKUREK

VZHLED

Kvalita a vzhled okurek: 1 – vynikající, neporušené, bez povrchových a tvarových vad
2 – velmi dobré, drobný výskyt povrchových a tvarových vad
3 – dobré, průměrné, mírné tvarové odlišnosti a povrchové vady
4 – méně dobré, více zakřivené, větší část povrchu poškozena
5 – nevyhovující, nepřijatelný tvar, velké množství povrchových změn

Barva: 1 – vynikající, jednolitá, odpovídající druhu zeleniny
2 – velmi dobrá, ojedinělý výskyt barevných odlišností
3 – dobrá, menší výskyt barevných odlišností
4 – méně dobrá, větší výskyt barevných odlišností
5 – nevyhovující, netypická

VŮNĚ

Čistota: 1 – typická pro daný výrobek, bez cizích pachů
2 – velmi dobrá
3 – průměrná, typická
4 – méně dobrá,
5 – nepříjemná, netypická, nepřijatelná, cizí pach

KONZISTENCE

Konzistence: 1 – velmi pevná
2 – měkká až polotuhá
3 – měkká
4 – velmi měkká
5 – nesoudržná, rozbředlá

Křupavost: 1 – vynikající
2 – velmi dobrá
3 – dobrá

- 4 – méně dobrá
- 5 – žádná, velmi měkký okurek

Preference: Seřad'te okurky dle vyhovující konzistence (1. – nejlepší, 4. nejhorší)

CHUŤ

- Čistota: 1 – vynikající, typická pro daný výrobek, bez cizích pachutí
- 2 – velmi dobrá
 - 3 – průměrná, typická
 - 4 – méně dobrá, nežádoucí příchutě
 - 5 – nepříjemná, netypická, nepřijatelná, cizí pachutě

- Kořenitost: 1 – velmi vyvážená, typická pro daný výrobek
- 2 – velmi dobrá, vyvážená
 - 3 – dobrá
 - 4 – méně dobrá
 - 5 – neharmonická, příliš výrazná či mdlá, netypická, cizí

- Harmonie sladkokyselosti: 1 – vynikající, harmonická, vyvážená, typická pro daný výrobek
- 2 – velmi dobrá
 - 3 – dobrá
 - 4 – méně dobrá
 - 5 – nevyhovující, příliš výrazná či mdlá

CELKOVÝ DOJEM:

- 1 – vynikající
- 2 – velmi dobré
- 3 – dobré
- 4 – méně dobré
- 5 – nevyhovující

PREFERENCE:

Seřad'te okurky dle Vaší celkové preference (1. – nejlepší, 4. nejhorší)

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ STERILOVANÝCH OKUREK

Jméno:
Zdravotní stav:

Věk:
Datum a čas:|

Vzorky okurek		1A	2A	3A	4A
Vzhled	Kvalita a vzhled okurek				
	Barva				
Vůně	Čistota				
Konzistence	Konzistence				
	Křupavost				
	Preference				
Chuť	Čistota				
	Kořenitost				
	Harmonie <u>sladkokyselosti</u>				
Celkový dojem					
Celková preference					

Vzorky okurek		1B	2B	3B	4B
Vzhled	Kvalita a vzhled okurek				
	Barva				
Vůně	Čistota				
Konzistence	Konzistence				
	Křupavost				
	Preference				
Chuť	Čistota				
	Kořenitost				
	Harmonie <u>sladkokyselosti</u>				
Celkový dojem					
Celková preference					