

Vliv mechanického opracování surovin rostlinného původu na účinnost sterilačního zákroku

Bc. Alena Procházková

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena PROCHÁZKOVÁ**
Osobní číslo: **T11888**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vliv mechanického opracování surovin rostlinného původu na účinnost sterilačního zákroku**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně pojednejte o ovoci a zelenině jako o konzervářských surovinách
2. Přehledně uveďte konzervářské metody vhodné pro ovoce a zeleninu s důrazem na tepelnou sterilaci
3. Přehledně uveďte technologické operace při výrobě konzervářských výrobků z ovoce a zeleniny, zaměřte se zejména na způsoby mechanického opracování
4. Uveďte nejběžnější metody vyhodnocování sterilačního zákroku
5. Podrobněji rozpracujte kontrolu pomocí hodnoty W
6. Popište základní analytické metody používané pro kontrolu tepelně sterilovaných výrobků
7. Zaměřte se na stanovení vitamínu C, přírodních barviv a celkové antioxidační kapacity

II. Praktická část

1. Připravte modelové vzorky sterilovaných ovocných a zeleninových výrobků s různými způsoby mechanického opracování
2. U připravovaných vzorků stanovte hodnotu W , vybrané analytické ukazatele a provedte senzorickou analýzu
3. Získané výsledky vyhodnoťte a diskutujte, formulujte závěry a doporučení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. ZEUTHEN, P., SORENSEN, B.: Food Preservation Techvhnigues, Woodhead Publishing, 2003, 613 pp., ISBN 978-1-85573-530-9
2. FRANCIS, FREDERICK, J., Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology., 2nd Edition, John Wiley and Sons, 1999, 2816 pp., ISBN 978-0-471-19285-5
3. KYZLINK, v.: Principles of food preservation, ELSEVIER Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1990, ISBN 0-444-98844-0
4. VALÁŠEK, P., ROP, O.: Základy konzervace potravin. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2007, 174 s. ISBN 978-80-7318-587-9
5. INGR, I.: Základy konzervace potravin. MZLU Brno. 1997
6. ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I.: Teoretické principi konzervace potravin 1.- Hlavní konzervářenské suroviny, UTB ve Zlíně ISBN 80-7318-339-0-7AA

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.

Ústav analýzy a chemie potravin

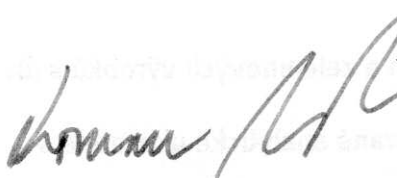
Datum zadání diplomové práce:

11. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

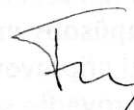
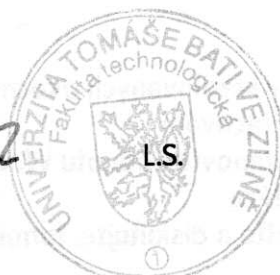
17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ 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, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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 nevydělečně 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 nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady 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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje vliv mechanického opracování na tepelně sterilační účinek různých druhů ovoce a zeleniny. Teoretická část se zabývá rozdělením jednotlivých druhů ovoce a zeleniny, úpravami při jejich zpracování, rozdělením konzervačních metod, s důrazem na tepelnou sterilaci. Dále jsou v práci popsány nejběžnější metody kontroly sterilačního účinku se zaměřením na stanovení hodnoty W a také některé analytické ukazatele s popisem jejich stanovení. Praktická část se zabývá samotným vyhodnocením stanovované hodnoty W, jednotlivých použitých analytických metod a také senzorickou analýzou vzorků.

Klíčová slova: ovoce, zelenina, tepelná sterilace, hodnota W, vitamin C, antioxidační kapacita

ABSTRACT

This thesis describes the effect of mechanical treatment on thermal sterilization effect of different fruits and vegetables. The theoretical part deals with the distribution of fruits and vegetables, modifications in the processing, distribution preservation methods, with emphasis on thermal sterilization. The thesis describes the most common methods of controlling the sterilizing effect, with a focus on determining the value of W and also some analytical indicators with description their determination. The practical part describes the evaluation of value W, of the analytical methods and sensory analysis of samples.

Keywords: fruits, vegetables, heat sterilization, the value of W, vitamin C, antioxidant capacity

Na tomto místě bych ráda velmi poděkovala vedoucímu své diplomové práce Doc. Ing Pavlovi Valáškovu Csc. za jeho trpělivost, pomoc a velmi cenné rady a připomínky při zpracování mé práce. Dále velmi děkuji paní laborantce Jaroslavě Řemenovské za pomoc při analýze vzorků v laboratoři. A nakonec velmi děkuji své rodině a svému příteli za jejich podporu a pomoc během celého mého studia.

Motto:

„A jako sebeúrodnější půda nemůže být plodná bez obdělávání, tak ani duše nenese plody bez učení“

Cicero

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

Ve Zlíně, 7. 5. 2013

.....

podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OVOCE A ZELENINA	13
1.1 CHARAKTERISTIKA A ROZDĚLENÍ OVOCE	13
1.2 CHARAKTERISTIKA A ROZDĚLENÍ ZELENINY.....	15
2 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PŘI ZPRACOVÁNÍ OVOCE A ZELENINY	17
2.1 PŘEDBĚŽNÉ TECHNOLOGICKÉ OPERACE	17
2.1.1 Sklizeň.....	17
2.1.2 Praní	17
2.1.3 Třídění	18
2.1.4 Odstranění nepoživatelných částí.....	19
2.1.5 Dělení plodů	20
2.2 VÝROBKY ZACHOVÁVAJÍCÍ KUSOVITOST – VÝROBA KOMPOTŮ	22
2.3 VÝROBA STERILOVANÉ ZELENINY	23
2.4 OBALY PRO KONZERVOVANÉ POTRAVINY	23
2.4.1 Kovové obaly	24
2.4.2 Skleněné obaly	25
3 KONZERVAČNÍ METODY	26
3.1 KLASIFIKACE KONZERVAČNÍCH METOD	26
3.1.1 Přímá inaktivace mikroorganismů – tepelná sterilace	27
3.1.1.1 Sterilační režim	29
3.1.1.2 Prostup tepla do konzervy.....	30
3.1.1.3 Zařízení pro tepelnou sterilaci	31
3.2 NEJBĚŽNĚJŠÍ METODY KONTROLY STERILAČNÍHO ZÁKROKU	34
3.2.1 Přímky letality	34
3.2.2 Hodnota F	36
3.2.3 Hodnota W	36
3.2.4 Termostatové zkoušky	38
3.3 ZÁKLADNÍ ANALYTICKÉ METODY POUŽÍVANÉ PRO KONTROLU TEPELNĚ STERILOVANÝCH VÝROBKŮ	39
3.3.1 Stanovení hmotnosti nálevu a hmotnosti pevného podílu.....	40
3.3.2 Stanovení rozpustné sušiny refraktometricky	40
3.3.3 Stanovení sušiny sušením	41
3.3.4 Stanovení titrační kyselosti	42
3.3.5 Vitamin C	42
3.3.5.1 Stanovení vitamínu C.....	44
3.3.6 Přírodní barviva.....	46
3.3.6.1 Karotenoidy	46
3.3.6.2 Stanovení β-karotenu	47
3.4 CELKOVÁ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA	48
3.4.1 Stanovení celkové antioxidační kapacity	49
II PRAKTICKÁ ČÁST	50

4	CÍL PRÁCE	51
5	POUŽITÉ VZORKY, PŘÍSTROJE, POMŮCKY A CHEMIKÁLIE	52
5.1	POUŽITÉ SUROVINY	52
5.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	52
5.3	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	52
6	PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ.....	54
6.1	POSTUP STERILACE MODELOVÝCH VZORKŮ VYROBENÝCH Z JABLEK	54
6.1.1	Příprava ovoce.....	54
6.1.2	Příprava sklenic	55
6.1.3	Příprava nálevu.....	55
6.1.4	Sterilace.....	55
7	STANOVENÍ HODNOTY W.....	56
7.1	VZOROVÝ VÝPOČET HODNOTY W – PRO STERILOVANÝ KVĚTÁK.....	56
7.1.1	Květák růžičky	56
7.2	VÝSLEDNÉ HODNOTY W PRO STERILOVANÉ OVOCE	58
7.3	VÝSLEDNÉ HODNOTY W PRO STERILOVANOU ZELENINU	59
8	STANOVENÍ OBSAHU VITAMINU C TITRAČNÍ METODOU	61
8.1	PŘÍPRAVA ROZTOKŮ	61
8.1.1	Příprava roztoku kyseliny šťavelové.....	61
8.1.2	Příprava standardního roztoku kyseliny L-askorbové o $c = 1$ [mg.ml ⁻¹]	61
8.1.3	Příprava 2,6-dichlorfenolindofenolu o $c = 0,001$ [mol.l ⁻¹].....	61
8.2	STANOVENÍ TITRU ODMĚRNÉHO ROZTOKU 2,6-DICHLORFENOLINDOFENOLU	61
8.3	PŘÍPRAVA A ANALÝZA VZORKŮ.....	61
8.4	VÝPOČTY	62
8.4.1	Výpočet titru odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu	62
8.4.2	Výpočet obsahu kyseliny L-askorbové vyjádřený v mg na 100g vzorku	62
8.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ VITAMINU C	63
8.5.1	Obsah vitamínu C – jablka.....	63
8.5.2	Obsah vitamínu C – mandarinky.....	64
8.5.3	Obsah vitamínu C – květák	65
8.5.4	Obsah vitamínu C – rajčata	66
9	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY METODOU DPPH	68
9.1	PŘÍPRAVA ROZTOKŮ	68
9.1.1	Příprava základního roztoku	68
9.1.2	Příprava pracovního roztoku	68
9.1.3	Příprava základního roztoku pro kalibraci	68
9.1.4	Sestrojení kalibrační křivky	68
9.2	PŘÍPRAVA A MĚŘENÍ VZORKŮ	69
9.3	VÝPOČTY	69
9.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ TAC.....	71
9.4.1	Obsah TAC – jablka.....	71
9.4.2	Obsah TAC – mandarinky	72
9.4.3	Obsah TAC – květák	73
9.4.1	Obsah TAC – rajčata	74

10	STANOVENÍ B-KAROTENU	76
10.1	PŘÍPRAVA ROZTOKŮ	76
10.1.1	Příprava standardního roztoku	76
10.1.2	Příprava kalibračních roztoků	76
10.1.3	Příprava vzorku	76
10.2	VÝPOČTY	76
11	SENZORICKÁ ANALÝZA	79
11.1	VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY	80
11.1.1	Jablka a mandarinky	80
11.1.2	Květák a rajčata	82
12	ZÁVĚR	84
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	86
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	91
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM TABULEK.....	94
	SEZNAM PŘÍLOH.....	95

ÚVOD

Konzumace ovoce a zeleniny je pro člověka velmi důležitá, obsahuje mnoho cenných látek, které pomáhají lidskému organismu zvyšovat odolnost proti volným radikálům. Nejhodnotnější jsou obvykle v čerstvém stavu, v němž jsou však k dispozici pouze v krátkém období během léta při jejich konzumní zralosti. Tyto rostlinné suroviny však podléhají rychlým mikrobiálním i nemikrobiálním změnám, přičemž dochází ke ztrátě živin a také vznikají nežádoucí látky, které mohou škodit lidskému zdraví, proto je chráníme různým způsobem.

Je již dlouho známo, že vyšší teploty ničí mikroorganismy a inaktivují enzymy, které způsobují zkázu čerstvé nebo již konzervované suroviny. Tepelná konzervace je historicky významný způsob uchovávání potravin a v dnešní době patří mezi nejrozšířenější způsob konzervace. Současně je však energeticky velmi náročná, což je v dnešní době z hlediska ekonomického velmi důležitá otázka. Proto je dobré účinnost sterilačního zákroku kontrolovat, jednak aby byl dostatečně účinný, a na druhé straně aby potraviny nebyli zbytečně přesterilovány.

V práci tedy bylo provedeno stanovení hodnoty W pro různé druhy ovoce a zeleniny v různém mechanickém opracování, které z pohledu účinnosti sterilačního zákroku úzce souvisí s danou problematikou. Při různém mechanickém zpracování dochází totiž k rozdílnému sdílení tepla v obalu. Ze stránky vlivu tepelné sterilace na uchování významných látek v ovoci a zelenině byl stanoven obsah vitamínu C, který je ukazatelem šetrnosti zpracování a slouží tedy jako významný analytický ukazatel, dále byla stanovena celková antioxidační kapacita, obsah β -karotenu a bylo provedeno senzoričné hodnocení jednotlivých vzorků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OVOCE A ZELENINA

Ovoce a zelenina patří k základním surovinám konzervářského průmyslu. Zároveň jsou tyto suroviny pro naši výživu nepostradatelné, jelikož jsou bohatým zdrojem vitamínů, nerostných látek a zelenina navíc obsahuje silice, které jsou schopné ničit mikroorganismy. Druhová a odrůdová pestrost, ale také omezená údržnost surovin vyžaduje součinnost konzervářské výroby se zemědělskou prvovýrobou [1, 2, 3].

1.1 Charakteristika a rozdělení ovoce

Ovocem se rozumí plody vytrvalých rostlin požitelné v čerstvém nebo upraveném stavu. Zpracované ovoce jsou výrobky, jejichž charakteristickou složku tvoří ovoce a které byly upraveny konzervováním. Hlavním požadavkem na ovoce určené pro konzervářské zpracování je, aby plody byly celé, čerstvé, zdravé, bez známek hniloby a plísní, obsahující všechny základní části, ve stádiu technologické zralosti.

Stupeň zralosti je základním činitelem rozhodujícím o trvanlivosti, složení a použití ovoce, kdy rozlišujeme základní typy zralosti

1. fyziologická zralost je takový stupeň vývinu plodu, kdy jsou semena plně vyvinutá a schopná klíčit,
2. konzumní zralostí označujeme plody, které jsou schopné konzumu v čerstvém stavu,
3. sklizňová zralost nastává tehdy, pokud jde plod lehce oddělit od větévky, tedy krátce před samovolným opadáváním,
4. technologická zralost je stupeň zralosti, který nejlépe vyhovuje pro zpracovatelský účel.

Podle pěstitelsko-botanických znaků se ovoce rozděluje na jádrové, peckové, bobulové (drobné), skořápkové a cizokrajné ovoce [1, 3].

Jádrové ovoce

- strom vytváří nepravé plody zvané malvice. Tyto velké plody se vyznačují silnou chruplavou, šťavnatou dužinou, vzniklou srůstem semeníků a češule a jejich zdužnatěním. Je pro ně typická silná slupka a jádřinec, ve kterém jsou uzavřena vlastní semena – jádra. Patří sem např. jablka, hrušky, kdoule, mišpule, jeřáb [1].

- Jablka patří mezi nejvýznamnější druhy ovoce pro průmyslové zpracování. Zpracovávají se samostatně nebo jako základ pro další výrobky. Hlavní podíl jablek se zpracovává na šťávy vylisováním, velká část se využívá na výrobu protlaku. Vylisovaná šťáva je základem pro výrobu nápojů, ovocných vín, koncentrátů, sirupů. Protlak je zase základem pro výrobu dětské výživy a pomazánek. Část jablek se zpracovává na kompoty. Z výlisků po vysušení se vyrábí pektin [4].

Peckové ovoce

- plody nazýváme peckovice, jsou tvořeny dvěma vrstvami – vnější exokarp, je šťavnatá až vodnatá dužina a vnitřní endokarp tvoří sklerenchymatickou skořápku pecky. Patří sem např. švestky, slívy, třešně, meruňky, broskve [1].

Bobulové ovoce

- tato skupina s velmi jemnými buněčnými stěnami, zahrnuje řadu druhů pěstovaných i planě rostoucích z různých čeledí i s různým typem plodů. Patří sem např. rybíz, angrešt a dále borůvky, brusinky, maliny, lesní jahody, které souhrnně označujeme jako lesní plody [3].

Skořápkové ovoce

- užitkovou součástí této skupiny je vlastní semeno tzn. jádro, které je uložené v pevné, zdřevnatělé skořápce, případně celé nevyzrálé plody. Významný je obsah tuků, bílkovin, vitamínů a minerálních látek. Patří sem vlašský ořech, lískový ořech, mandle a jedlý kaštan.

Plody tropů a subtropů

- je to nesourodá skupina, do které se zařazují všechny druhy ovoce pěstované v tropickém a subtropickém pásu, jako jsou: citrusové plody (citrony, pomeranče, mandarinky, grapefruity), banány, ananas, kiwi, avokádo, sušená jižní semena (mandle, pistácie, kokos, arašídy) [3].

1.2 Charakteristika a rozdělení zeleniny

Zelenina patří mezi kulturní rostliny, které jsou důležitou složkou výživy zdravých i nemocných lidí. Její nezastupitelná úloha ve výživě je dána vysokou biologickou a nízkou energetickou hodnotou. Obsahuje mnoho minerálních látek, vitamínů i dalších látek, které příznivě ovlivňují fyziologické procesy v organismu [5].

Čerstvou zeleninou se rozumí jedlé části, zejména kořeny, bulvy, listy a natě, plody jednoletých nebo víceletých rostlin uváděné do oběhu hned po sklizni nebo po určité době skladování v syrovém stavu. Zpracovaná zelenina je pak skupina, která je upravena konzervováním [1].

Košťálová zelenina

- u všech košťálovin se používá nadzemní část rostlin, zpravidla různé listy, pupeny, zdužnatělé hypokotyly a květenství. Patří sem zelí bílé a červené, kapusta hlávková, růžičková, brukev, brokolice, květák a čínské zelí [1].

Kořenová zelenina

- z kořenové zeleniny se používají zdužnatělé kořeny rostlin a u některých i jejich zelená natě. Do této skupiny řadíme z čeledi mrkvovité např. mrkev, celer, petržel, z čeledi brukvovité pak ředkev, křen, z čeledi mečíkovité červenou řepu a z čeledi hvězdnicovité černý kořen [1].

Listová zelenina

- u této skupiny se zpracovávají pouze zelené listy. Většina listových zelenin se vyznačuje krátkou vegetační dobou, kdy z konzervářského hlediska má význam pouze špenát. Rozdělit ji můžeme na tři podskupiny a to: salátovou, kdy se listy používají v čerstvém stavu, nehodí se ke konzervaci, patří sem hlávkový a římský salát, dále špenátová, u které se listy používají vařené jako je špenát, a poslední podskupinou je řapíková, kdy se všechny druhy vyznačují velkým dužnatým řapíkem u nás je to reveň (rebarbora) [1, 3].

Lusková zelenina

- tvoří ji nezralé a málo škrobnaté plody. Hrachové lusky a fazolové lusky se sklízí, když ještě nedosáhly plné zralosti [1].

Plodová zelenina

- plody této skupiny dělíme do dvou skupin: pravé bobule rostlin z čeledi lilkovitých jako je rajče, paprika, lilek a nepravé bobule zeleniny tykvovité, a to tykev (patizony, cukety) okurky (nakládačky, salátové) a melouny (cukrový, vodní) [1].

Cibulová zelenina

- vyznačují se vysokým obsahem silic, které brzdí růst bakterií, případně je i ničí. Vytvářejí cibule složené ze zdužnatělých listů. Patří sem cibule (čerstvá, suchá), česnek (čerstvý, suchý), pór, pažitka[1].

2 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PŘI ZPRACOVÁNÍ OVOCE A ZELENINY

2.1 Předběžné technologické operace

2.1.1 Sklizeň

Dobu sklizně konzervářských surovin určuje tzv. technologická zralost. Technologická zralost nemusí být shodná s konzumní nebo fyziologickou zralostí plodiny a pro danou plodinu se liší i podle způsobu zpracování. Pro výrobu kompotů je požadováno ovoce z hlediska přímé konzumace nezralé, ovoce na výrobu protlaků by mělo být plně vyzrálé.

Surovina pro konzervářské zpracování se tradičně sklízela a v mnoha případech doposud sklízí ručně, moderní tendence však jednoznačně směřují ke strojové sklizni, pro kterou jsou šlechtěny odrůdy, které se kromě klasických požadavků vyznačují dostatečnou mechanickou odolností plodů, jednotnou dobou jejich dozrávání a stavbou rostliny [6].

2.1.2 Praní

Je první fází zpracování ovoce a zeleniny, tím se z plodů odstraní prach, hlína, písek a jiné nečistoty. Zvláště důležité je praní plodů, které přicházejí do styku se zemí. Tím se také výrazně sníží počet mikroorganismů. Vzhledem k rozdílné konzistenci plodů se používají různé způsoby praní [7, 8].

Dva základní typy:

- suché čištění
- mokré čištění, praní

Suché čištění je většinou méně účinné než praní, obecně se využívá pro produkty menších rozměrů, dosti mechanicky odolné (tuhé) a obvykle s nízkým obsahem vlhkosti. Patří sem různé separátory využívající proudy vzduchu, oddělování nečistot na sítích, detektory kovů. Po suchém čištění je povrch ošetřeného produktu suchý, což může být výhodné z hlediska jeho mikrobiální stability nebo při následujícím sušení (např. obilí, ořechy, atd.). Mokrá způsob, tedy praní, je v konzervářských provozech výrazně používanější. Praní je většinou efektivnější a účinnější než suché čištění při odstraňování zeminy, prachu a reziduí pesticidů z většiny druhů ovoce a zeleniny, umožňuje i podstatné snížení mikrobiální kontaminace, účinek praní lze také zvýšit vyšší teplotou, pro zpracování ovoce a zeleniny jsou ale vyšší teploty (cca nad 35 až 40°C) zásadně nevhodné.

Proces praní probíhá vždy ve třech fázích, jejichž provedení je různé pro různé suroviny, liší se i časová náročnost. Fáze praní:

- *předmáčení* je uvolnění vazby nečistoty na praný produkt, odstranění nejhrubších nečistot. Většinou aplikace užitkové, přiměřeně čisté vody,
- *vlastní praní* je pak odstranění uvolněné nečistoty vhodným způsobem (pohybem prací vody, vzájemným otíráním suroviny či působením čistících nástrojů) s povrchu prané suroviny. Někdy lze vlastní praní rozdělit na několik fází.
 - hrubé praní,
 - vlastní praní,
- *sprchování* už je konečné opláchnutí omyté suroviny pitnou vodou.

U některých druhů měkkého ovoce by došlo k tvarovým deformacím, rozmělnění, porušení konzistence, proto se používají pračky různé konstrukce např. sprchové, tryskové, vzduchové, kartáčové aj. Do praček se ovoce dostává buď třídícím pásem, nebo přímo z přepravek. Vlhké oprané ovoce je dobrou živnou půdou pro rozvoj mikroorganismů, a proto se musí urychleně zpracovat [1, 6, 9, 10].

2.1.3 Třídění

Pod pojmem třídění se rozumí vyřazení plodů nevhodných pro zpracování, rozdělování suroviny, ale i meziproductů, hotových výrobků do skupin podle měřitelných fyzikálních vlastností. Třídění se provádí na běžících páslech, které zajišťují také otáčení suroviny.

Typy třídění při zpracování ovoce a zeleniny.

- Třídění podle jakosti se provádí zejména na začátku technologického zpracování, obvykle po praní suroviny, ale často také jako mezioperační kontrola. Provádí se převážně jako ruční třídění na inspekčních páslech s cílem vyřadit surovinu nevhodnou pro daný typ zpracování ať tvarem, stupněm zralosti, barvou, napadením chorobami či škůdci. Třídění probíhá na dopravních páslech, kde by se surovina měla otáčet, aby ji obsluha mohla hodnotit ze všech stran [6].
- Třídění podle velikosti probíhá ve většině případů strojně. V principu se rostlinné suroviny přidí podle velikosti, nebo podle hmotnosti. Třídění dle velikosti má zásadní význam pro velikostní vyrovnanost kusovitých výrobků, ale i pro výtěžnost a efektivnost automatizovaných operací, jako je např. mechanické loupání. Při volbě typu třídičky je důležitá rovněž pevnost suroviny.

- Při zpracování ovoce a zeleniny se někdy využívá i automatické třídění podle barvy nebo podle zralosti [1, 6, 9].

2.1.4 Odstranění nepoživatelných částí

Do nepoživatelných částí jsou zahrnuty nestrávitelné části pletiva. Do těchto operací tedy zahrnujeme luštění, mlácení, odšpičkování fazole, odstopkování, odpeckování, odstranění jádřince a loupání [9].

Odstopkování

Provádí se u surovin, které přichází ke zpracování spolu se stopkou. U řady některých zralých plodů se stopka sama oddělí (broskve, meruňky) a při zpracování je nutno odstopkovat jen jednotlivé plody.

Žádoucí je odstopkování především měkkého, šťavnatého ovoce (višně, třešně, rybíz, atd.), které se sklízí se stopkami, při odstopkování se plod poškodí a dochází k uvolnění šťávy a ztráty údržnosti [6, 9].

Odpeckování

V závislosti na požadovaném finálním produktu se u ovoce provádí odstranění nepoživatelných částí umístěných uvnitř plodu - pecky, jádérka, zrníčka (tj. ty části plodů, které slouží k rozmnožování rostlin). Způsob jejich odstranění závisí v praxi na konečné podobě potravinářského výrobku, tj. na jeho typu.

U menších plodů se provádí vyražením trnem vhodného průměru, u větších plodů se plody nejprve půlí a pecky se vyloupnou [6, 9].

Loupání

Loupání se provádí při zpracování těch druhů ovoce a zeleniny, kdy je z nejrůznějších důvodů požadováno odstranění slupky z povrchu plodů. Cílem loupání je odstranit slupku ze surového ovoce a zeleniny a přitom odstranit co nejméně z pod ní se nacházející potraviny a také dosáhnout čistého oloupaného povrchu. V konzervářské praxi se používají různé způsoby loupání:

- mechanické loupání, kdy jsou plody nasazené na rotujícím trnu a oloupany pomocí přítlačného stacionárního nože, nebo se používají karborundové válce, či otáčející se bubny vyložené karborundem (karbidem křemíku), kdy abrazivní povrch odstraňuje slupku, která se smývá velkým množstvím dodávané vody. Mechanické loupání je velmi kvalitní, loupání noži je však náročné na orientaci a pravidelný

tvár plodů a abrazivní loupání vyžaduje velké množství vody. V obou případech je však třeba používat velikostně vyříděnou surovinu [6, 9, 11].

- Při chemickém loupání jde o hydrolytické působení hydroxidu sodného na povrchové vrstvy za vyšších teplot, které jsou v rozmezí 60-95°C, kdy loupací efekt je pak dosažen kombinací teploty, koncentrací louhu a dobou jeho působení. Doporučená koncentrace louhu je 2-20 % a doba 1-10 min. Toto zpracování změkčí slupku, kterou pak lze odstranit po vyjmutí suroviny z louhu, opláchnutím a neutralizací (lázeň kyseliny citrónové) v následující práci odíráním gumovými „plácačkami“ či kartáči a opláchnutím vodou [1, 6, 9].
- Termické loupání je založeno na principu uvolnění slupky v důsledku změn teploty. Ty musí působit jen na velmi tenkou vrstvu dužniny pod slupkou a rozrušit ji tak, aby bylo možné následné odstranění slupky. Po předehřátí slupky dojde ve většině případů ke snížení tlaku a expanzi plynů a par ve vrstvě těsně pod slupkou, důsledkem pak je odtržení povrchové vrstvy, která je následně mechanicky odstraněna. Důležité je, aby účinek vyšší teploty nezasáhl hlouběji do pletiva loupané suroviny, což by se nepříznivě projevilo na kvalitě. Nejrozšířenějším typem termického loupání je pak loupání kořenové zeleniny [6, 9].

2.1.5 Dělení plodů

Dělení suroviny je možné také řadit k předběžným operacím, někdy se provádí současně s odpeckováním nebo odjadřincováním. Dělení surovin na části vhodného tvaru je významné z hlediska vzhledu budoucího výrobku, a také skutečnost, že velikostí částí suroviny lze ovlivnit průběh technologických operací, jako je sdílení tepla či hmoty [6].

Vlastní provedení:

používají se stroje nejrůznějších konstrukcí, které mohou být obsluhovány ručně nebo mít strojní pohon, dle typu dělení, získáme zeleninu nebo ovoce různého tvaru a velikosti [9, 12].

Dělení (řezání) se používá pro zmenšení velikosti velkých nebo středně velkých částí potravinového materiálu.

Pro řezání brambor na výrobu hranolků se často používají hydrořezačky (v nichž jsou brambory přiváděny proudem vody vysokou rychlostí na pevné nože).

Při **krájení** (plátkování) se získávají kousky materiálu o stejné tloušťce. Krájecí zařízení se skládá z otáčejících se nebo kmitajících nožů, které potravinu krájí, když přes ně přechází. Materiál je někdy tlačěn na nože odstředivou silou. Tvrdé ovoce, jako jsou jablka, je současně krájeno a zbavováno jader, když je tlačeno na stacionární nože, umístěné v trubici. Používá se např. řezačka na papriky, která je určena pro dělení syrové odjadřincované papriky na proužky o šířce dané roztečí řezací nožové hlavy.



Obr. č. 1: Řezačka papriky [14]

VARIANTOU krájení je **krájení na kostky**, kdy je potravina nejdříve nakrájena na plátky a potom rozřezána na pásy rotačními noži. Tyto pásy jsou vedeny přes druhou sadu rotačních nožů, které řezou kolmo na směr prvních a rozkrájí pásy na kostky.

Sekání dělí suroviny na malé částice. Sekání na hrubou drť se používá u masa, ovoce i zeleniny.

Mělnění se používá hlavně pro desintegraci a homogenizaci ovoce a zeleniny. Pohyblivý drsný povrch trhá ovoce (zeleninu) a protlačuje materiál štěrbinou, přičemž vytváří homogenizovanou hmotu. Nejběžnější stroje tohoto druhu jsou bubnové nebo kotoučové. Proces mělnění se někdy používá pro extrakci šťávy [12].

2.2 Výrobky zachovávající kusovitost – výroba kompotů

Výsledkem technologie při výrobě výrobků s kusovitým charakterem jsou produkty, při jejichž výrobě se uplatňují základní technologické operace, jako je praní, třídění, odstopkování a odpeckování, loupání a dělení a které při správném vedení zaručují v hotovém výrobku dobře rozlišitelné části použitých surovin [4]. Vzhledem k zachování kusovitosti jsou kladeny nároky na vzhled jednotlivých plodů. Správná technologická zralost obvykle odpovídá zralosti konzumní, plody ale musí být ještě dostatečně tuhé.

Kompotem pak nazýváme ovoce celé nebo dělené, obvykle zalité cukerným nálevem a konzervované tepelnou sterilací [6].

Široký výběr plodů určených k výrobě zaručuje i bohatý sortiment výrobků. Z jednoho druhu ovoce je možné vyrobit několik druhů kompotů, a to:

- a) kompoty jednodruhové
- b) loupané, neloupané, dělené, půlené, apod.
- c) Kompoty míchané, které se vyrábí mimo sezónu z tepelně sterilovaných polotovarů, popřípadě z čerstvého ovoce. Složení jednotlivých podílů ovoce určuje norma jakosti v % na vsádkovou hmotnost.
- d) Dia kompoty se vyrábí pro osoby nemocné cukrovkou, které neobsahují řepný cukr. Dia kompoty se vyrábí v jedné jakostní třídě z různých druhů ovoce, jejich výroba je shodná s výrobou běžných kompotů, pouze nálev se připravuje pomocí nízkoenergetických sladidel [10].

Ovoce by mělo být zpracováno co nejrychleji, při nutnosti delšího skladování by mělo být přechováno v chladírnách.

V praxi se kompoty běžně sterilují v obalu, kdy se ovoce naplní do obalů. Velké a nepravidelné kusy se skládají ručně na pásech, kulaté a drobné se sypou a setřásají do obalu nejčastěji na kruhových plnicích stolech. Množství náplně je dáno tzv. vsádkovou hmotností, která se však zpětně v hotovém výrobku špatně kontroluje, nálev je nasáván do plodů a současně rozpustné látky se do nálevu uvolňují. Naplněný obal se pak zalévá horkým nálevem, který je plněn až po okraj a požadované vzduchové komůrky nad hladinou se dosáhne nakloněním obalu a vylitím přebytečného nálevu na konci plničky [6]. Konzervy z hlediska možnosti odvzdušnění rozeznáváme na tzv. dýchací a nedýchací obaly. Prvním typem jsou sklenice s Omnia nebo Pano uzávěry, které při záhřevu působí jako jednocestný ventil, kdy při vzrůstu tlaku uvnitř obalu se uvolní a umožní tak plynům z obalu samovolně uniknout. Což umožní samovolné odvzdušnění konzervy a vytvoření požadovaného podtlaku v konzervě během záhřevu. Nedýchajícími obaly jsou naproti

tomu sklenice s Twist-Off uzávěry, kdy po uzavření je výměna plynů s okolím zcela vyloučena a pro vytvoření podtlaku se obaly musí uzavírat parovakuově a to tak, že těsně před uzavřením se prostor pod víčkem vypláchne párou, která vypudí vzduch, po uzavření obalu zkondenzuje a v obalu vznikne požadovaný podtlak [6].

Sterilace kompotů v obalu, se provádí podle zásad zmíněných pro kyselé potraviny, tj. při teplotách do 100°C. V současné době se nejvíce používají kontinuální sprchové sterilátory. Jde o několik metrů dlouhé tunely, jimiž naplněné obaly procházejí na dopravníku a přitom jsou skrápěny horkou vodou nebo ostřikovány párou tak, aby bylo dosaženo požadovaného tepelného účinku. Na konci sterilátoru, tedy v chladicí sekci jsou kompoty zchlazeny na teplotu pod 30°C [6].

2.3 Výroba sterilované zeleniny

Výroba sterilované zeleniny zabírá velkou část konzervářské produkce. Do výrobků sterilované zeleniny se zpracovává poměrně široký sortiment pěstované zeleniny. V principu se vyrábí sterilovaná zelenina celá nebo dělená, obvykle zalitá sladkokyselým nebo slaným roztokem, konzervovaná tepelnou sterilací. Typickým výrobkem jsou sterilované okurky ve sladkokyselém nálevu [4, 6].

Sterilací se konzervuje prakticky všechna zelenina v bohatém sortimentu tržních druhů. Velikou oblibu si získaly také různé sterilované směsi a saláty [10].

Sled jednotlivých výrobních operací je stejný jako při výrobě kompotů. Opět se klade důraz na správné uskladnění a třídění zeleniny. Mezi výrobní operace přibývá např. odstranění jádřince z papriky, loupání rajčat nebo čištění kořenové zeleniny škrabkami a karborundovými kotouči. Velký důraz se klade na správné praní zeleniny, jednak pro přímý styk většiny zeleniny s půdou i proto, že mikrobiální znečištění nekyselé zeleniny je nebezpečné. Upravená zelenina se pak plní do obalů podobně jako u výroby kompotů a zalévá slaným, sladkokyselým, nebo slaným nálevem. Sterilace se pak řídí kyselostí výrobku [4].

2.4 Obaly pro konzervované potraviny

Sklo, tkaniny, přírodní vlákna a keramické nádoby se používali pro skladování potravin již od starověku. Obal má chránit balenou potravinu v původní jakosti nebo po vhodné úpravě před znehodnocením po dobu co nejdelší, přitom má také jiné funkce a to:

- funkci ochrannou, kdy má obal za úkol chránit výrobky před mikroorganismy i před mechanickým a chemickým poškozením
- funkce komerční, kdy obal má svým vzhledem lákat spotřebitele a musí nést základní informace o výrobku.

Podle účelu se obaly dělí na přepravní a spotřebitelské:

- obaly přepravní jsou určeny k ochraně zboží při přepravě a často i při jeho skladování. Proto musí být přepravní obal pevný a musí usnadňovat manipulaci se zbožím,
- obaly spotřebitelské slouží jako hygienická ochrana potravinářských obalů a prodávají se spotřebiteli se zbožím.

Nejrozšířenějšími obaly jsou plechovky, sklenice a láhve [2, 14].

2.4.1 Kovové obaly

Nejpoužívanějšími kovovými obaly jsou plechovky. Vyznačují se neprodyšností a dobrou tepelnou vodivostí. Základní surovinou pro jejich výrobu je bílý ocelový plech oboustranně pocínovaný. Tloušťka plechu pro výrobu plechovek je 0,20 – 0,50 mm. Pocínování plechu se provádí elektrolyticky nebo termicky v kyselé lázni. Pro většinu potravinářských náplní stačí cínovaný plech bez dalších úprav. Pro kyselé náplně je však třeba plechovky ještě nalakovat, pro tento účel se používá zlatolaku (pro kyselé náplně), nebo Al-pigmentu (pro málo kyselé a nekyselé náplně).

Plechovky se vyrábějí z plechových tabulí nebo plechových pásů. Technologie výroby plechovek je:

- 1) tažením, vyrábí se tak malé plechovky, plechovka je vytvarována lisováním z kruhového přířezu,
- 2) spojováním, plášť se spojí do kruhu a dno se připevní až potom. Spojuje se pětivrstevným zažehleným švem na speciálních zavíračkách.

Dalším typem kovových obalů, které si zejména v poslední době získávají stále větší oblibu, jsou lisované hliníkové misky. Vyrábějí se lisováním z povrchově upravené hliníkové fólie pomocí raznice a matrice. Jejich tvary a velikosti mohou být do značné míry proměnlivé. Uzavírají se laminovanou hliníkovou fólií opatřenou termoplastickou vrstvou, která po přitlačení za teplot kolem 250 – 300 °C vytvoří pevný spoj a tím vznikne nedýchací uzávěr. Při sterilaci těchto typů konzervářských obalů je zapotřebí protitlaku, jinak hrozí reálné nebezpečí jejich poškození [2, 4].

2.4.2 Skleněné obaly

Sklo je ztuhlý roztok křemičitanů sodnovápenatých nebo draselnovápenatých. Sklo je pevné, křehké, průhledné, chemicky odolné, snadno čistitelné a mnohonásobně použitelné.

Skleněné obaly se dělí do několika skupin. Tyto skupiny jsou:

- obalové sklo nápojové, které označujeme jako láhve
- obalové sklo konzervované, které označujeme jako sklenice
- ostatní obalové sklo [2].

Sklenice jsou v běžné praxi mnohem více rozšířeny než plechovky. Výhodou skleněných obalů je především průhlednost, možnost několikanásobného použití, dobrá omyvatelnost a vysoká chemická odolnost skla. Nevýhodou je rozbitnost, větší hmotnost, nižší odolnost vůči teplotním změnám a horší tepelná vodivost [4].

Průměr hrdla je větší než 3 cm a většinou se používají pro balení výrobků konzervovaných tepelnou sterilací. Druhy konzervového skla jsou následující:

1) Sklenice IMRA – vyrábí se S 1/1 (okurkáče) a S 4/1 (záchovky). Uzavírají se víčky PANO, která jsou vyrobena z ocelového plechu a mají vnitřní těsnění. Víčka se označují jako dýchací uzávěry, protože umožňují odvzdušňování náplně během tepelné sterilace. Vlastní vakuový uzávěr se vytváří až při chladnutí vlivem podtlaku.

2) Sklenice OMNIA – vyrábí se OM 720, OM 370, OM 280. uzavírají se víčky OMNIA, která jsou vyrobena z hliníkového plechu s těsnící hmotou. Bílá těsnící hmota se používá pro náplně bez tuku a sterilaci do 100 °C. Červená těsnící hmota se používá pro náplně s tukem a olejem a sterilaci nad 100 °C. Víčka se označují jako dýchací uzávěry, protože umožňují odvzdušňování náplně během tepelné sterilace. Vlastní vakuový uzávěr se vytváří až při chladnutí vlivem podtlaku.

3) Sklenice TWIST-OFF – označují se TO 735, TO 375, FA 580. Uzavírají se víčky TWIST-OFF, která jsou vyrobena z ocelového plechu s vnitřním těsněním, a při uzavírání se víčko nasazuje bajonetovým způsobem na hrdlo sklenice. Sklenice se uzavírají parovakuově tzn. mezi náplň a dosedající víčko se vstříkuje vodní pára, která vytěsňuje vzduch a vytvoří vakuum. Tento typ uzávěru je nedýchací, neumožňuje odvzdušňování náplně a vlastní uzávěr se vytváří už v okamžiku našroubování víčka na hrdlo sklenice [2].

3 KONZERVAČNÍ METODY

Potraviny v různých podobách podléhají velmi rychlé zkáze, která začíná brzy po sklizni. Mezi faktory, které přispívají k tomuto procesu patří posklizňové ztráty způsobené bakteriemi, kvasinky, plísněmi, hmyzem a hlodavci. Aby bylo zajištěno bezpečné a stabilní zásobování potravinami, musí být konzervovány a stabilizovány tak, aby mohli být skladované po delší dobu. Prodloužení doby trvanlivosti potravinářských výrobků vyžaduje inaktivaci toxických mikroorganismů a předcházení jejich následnému šíření [14, 15].

Jako konzervaci tedy označujeme každý úmyslný zákrok nebo úpravu surovin, která prodlouží jejich skladovatelnost déle, než dovoluje jejich přirozená údržnost. Nejvíce ohrožuje potraviny rozkladná činnost mikroorganismů. Znemožněním tohoto nežádoucího působení mikroorganismů chráníme potraviny i před většinou ostatních škodlivých vlivů. Proto volíme při rozdělení konzervačních metod zpravidla jako kritérium právě jejich protimikrobiální účinnost [2, 16].

3.1 Klasifikace konzervačních metod

Kyzlink vypracoval systém konzervačních metod, který byl všeobecně přijat a vypadá následovně [17].

1. Vylučování mikroorganismů z prostředí.

Do této skupiny lze zařadit také obecné postupy dodržování hygieny, omezování kontaminace produktu, patří sem také všechny manipulace se surovinami, jako je praní, mytí a další operace, při kterých jsou mikroorganismy odstraňovány ze surovin prací vodou, nebo odstranění frakce surovin s vyšším podílem kontaminace.

Tyto postupy lze chápat jako přípravné kroky při výrobě potravin, u kterých se uplatňují ještě další zákroky, konzervačními metodami v užším slova smyslu jsou pouze:

- a. ultrafiltrace – způsob konzervace čirých ovocných šťáv a podobných výrobků, které po ultrafiltraci musí být asepticky plněny,
- b. baktofugace – metoda odstranění spor v mléce odstředěním, která je používána spolu s dalšími zákroky [18].

2. Nepřímá inaktivace mikroorganismů.

Postupy při nichž dochází k prodlužování lag fáze růstu mikroorganismů.

- a. Konzervace fyzikální a fyzikálně-chemickou úpravou potravin. Zde patří odnímání vlhkosti či sušení potravin prostým sušením, zahušťování v odparkách, vymrazování vody, proslazování, prosolování, snižování teploty chlazením a zmrazováním, odnímání kyslíku a úpravou skladovací atmosféry.
- b. Konzervace chemickou úpravou prostředí. Zahrnuje přidavek látek, které mikroorganismy neusmrtí, ale výrazně ovlivní jejich metabolismus. Patří sem konzervace rafinovanými chemikáliemi, konzervace uzením, konzervace umělou alkoholizací a okyselováním, konzervace antibiotiky a fytoncidy.
- c. Konzervace biologickou úpravou prostředí. Postupy při kterých je v potravině rozvíjena žádoucí mikroflóra. Produkty jsou pak mléčně kvašená zelenina, kysané mléčné výrobky, plísňové sýry, alkoholické nápoje apod. [17, 18].

3. Přímá inaktivace mikroorganismů.

Po ošetření potravin vedou k usmrcení části přítomných mikroorganismů. Postupy zahrnují zejména fyzikální zákroky. Mikroorganismy v potravině nebo prostředí je možné usmrtit také chemickými činidly.

- a. Fyzikální zákroky – sterilace zvýšenou teplotou přívodem tepla, přívodem elektrického proudu, vysokofrekvenčním ohřevem, konzervace krátkovlnným a elektronovým zářením, sterilace střídavým tlakem.
- b. Chemické zákroky – sterilace kyslíkem, oligodynamicky působícím stříbrem, chemikáliemi, fumiganty [17].

3.1.1 Přímá inaktivace mikroorganismů – tepelná sterilace

V praktické části této práce byla použita právě tepelná sterilace, proto se jí budeme blíže zabývat.

Termín tepelné ošetření potravin může znamenat všechny postupy používané ke zničení mikroorganismů v potravinách. Mikroorganismy se liší v jejich tepelné odolnosti a jsou klasifikovány jako psychrofilní, mezofilní a termofilní podle jejich odolnosti vůči teplu [14, 19].

Tepelné zpracování obecně zahrnuje zahřívání potravin balených v hermeticky uzavřených nádobách v předem stanoveném čase na předem stanovenou teplotu

k odstranění patogenních mikroorganismů, jakož i mikroorganismů a enzymů, které zhoršují výrobky během skladování. Původní koncept sterilace potravin v nádobě má za sebou dlouhou cestu, kdy počátky tepelné sterilace jsou spojeny se slavnými jmény Papin, Appert a Pasteur. Denis Papin, vynálezce parního kotle, se pokoušel vyrobit konzervy hermetickým uzavřením potravin do obalů a vařením těchto konzerv v horké vodě. Jeho pokusy však nenalezly uplatnění v praxi. V roce 1795 za napoleonských válek byl vypsán státní úkol na způsob dlouhodobého uchování potravin. Tento úkol vyřešil Appert. Své práce uzavřel r. 1804 úspěšnou metodou tepelné sterilace. Všechny jeho práce jsou však založeny výlučně na experimentu, bez vědeckého základu a bez znalosti příčin způsobujících kažení potravin. Vědecký základ termosterilace položil francouzský přírodovědec Louis Pasteur, který objevil mikrobiální činitele způsobující kažení potravin [2, 20].

Sterilací jsou obecně označovány metody konzervace za použití tepla. Výše teploty konzervačního zákroku je dána charakterem potraviny. Doba působení teploty je v podstatě nepřímo úměrná výši teploty [1].

Množství přežívajících jedinců podle tohoto modelu s časem exponenciálně klesá, z čehož plyne, že teoreticky není možné dosáhnout absolutní sterility, protože křivka přežívání mikroorganismů protne nulu v nekonečnu. Exponenciální pokles počtu přežívajících jedinců s časem se v mikrobiologii a konzervářství tradičně vyjadřuje jako lineární pokles dekadického logaritmu počtu jedinců v čase [21].

Sterilační teplota a doba, ve které mohou být některé mikroorganismy inaktivovány teplem, jsou spojeny vztahem, který závisí také na několika dalších faktorech. Sterilační teplota a doba se mění, např. s povahou prostředí a jsou obzvláště závislé na druhu nebo linii mikroorganismů.

Bylo prokázáno, že existují zcela spolehlivé letální teploty a doby inaktivace pro aktivní mikroflóru v potravinách s určitou kyselostí.

Vliv kyselosti prostředí na mikroorganismy

Základním kritériem pro stanovení výšky teploty při sterilačním režimu je aktuální kyselost (ne titrační) sterilované potraviny. Tato kyselost je vyjádřena hodnotou pH (záporně vzatým dekadickým logaritmem koncentrace vodíkových iontů).

Z uvedeného hlediska rozdělujeme potraviny na technologicky:

- kyselé pH < 4 (sterilované okurky, kompoty, džusy)

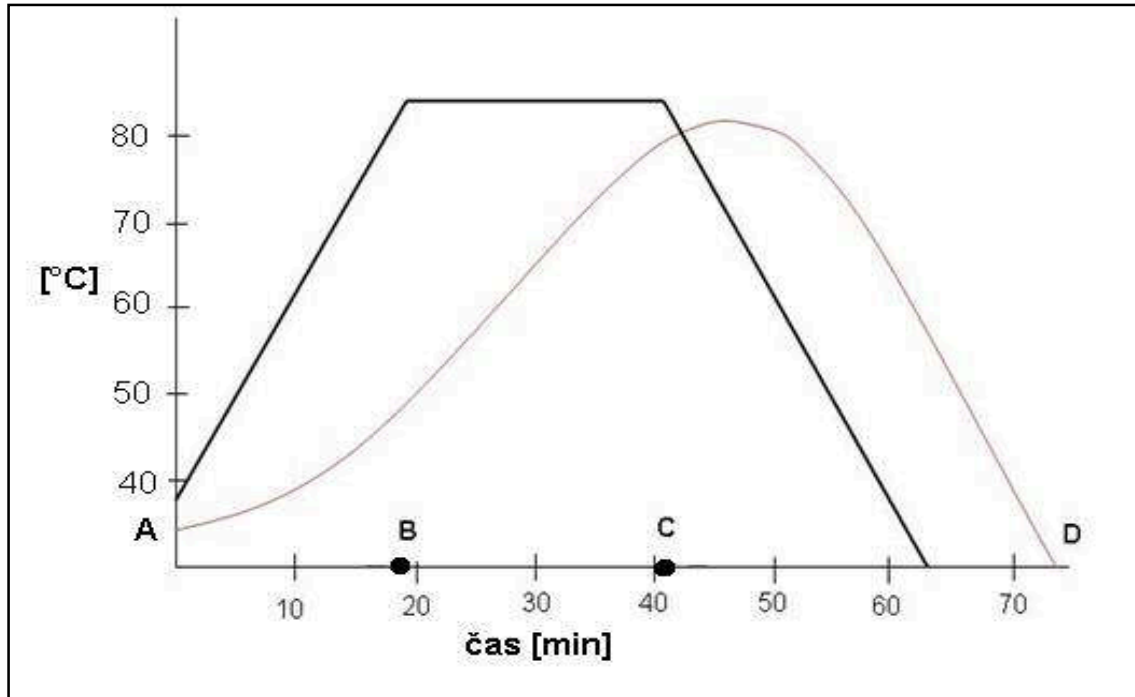
- málo kyselé pH 4 až 6,5 (zeleninové protlaky, masozeleninové konzervy, zeleniny v mírně kyselých nálevech)
- nekyselé pH > 6,5 (masové konzervy, hotová jídla [22]).

3.1.1.1 Sterilační režim

Pro úspěšnou sterilaci je rozhodující vyhřátí sterilované potraviny na požadovanou teplotu. Teplo však nepronikne do sterilované potraviny naráz. Proto je nutné znát časový průběh teplot ohřívacího média a rovněž časový průběh prostupu tepla do sterilované potraviny. Sterilační teplota a doba jejího dosažení, trvání a poklesu tvoří dohromady tzv. sterilační režim. Ten se odvozuje z letálních (termoinaktivačních) čar mikroorganismů, které v dané potravine mohou být. Termoinaktivační čára určitého mikroorganismu je množinou a současně spojnicí bodů, které mají společnou vlastnost v tom, že souřadnice každého bodu zabezpečují spolehlivou inaktivaci spor příslušného mikroorganismu [2, 17].

U sterilačního režimu rozeznáváme tři základní fáze:

- dobu vzestupu teploty na sterilační hodnotu,
 - doba vzestupu je doba potřebná k ohřátí sterilační lázně na sterilační teplotu. U skleněných obalů je tato doba delší než u obalů plechových, protože se musí respektovat teplotní rozdíl lázně a náplně obalu (při prudkém zahřátí by sklenice mohly praskat). U plechových obalů může být zahřívací doba krátká,
- dobu výdrže
 - doba výdrže (sterilační doba) je čas, při němž udržujeme teplotu ohřívacího prostředí na požadované sterilační teplotě. Teplota ohřívacího prostředí se liší během výdrže od teploty uvnitř obalu,
- dobu chlazení
 - doba chlazení, je čas nutný k zchlazení obsahu konzervy na vnitřní teplotu kolem 30°C. Doba chlazení, má být pokud možno krátká, aby prodleva sterilačních teplot nezpůsobila zhoršení smyslových a nutričních vlastností konzervy. Zejména při sterilaci masových konzerv, hotových jídel a zelenin ve slaném nálevu (sterilace nad 100 °C) musí být chlazení rychlé, aby se nepomnožily termofilní anaerobní mikroorganismy v teplotním pásmu 60 °C [2, 16].



Obr. č. 2: Průběh sterilačního režimu při sterilaci do 100°C

Pro sterilaci do 100°C vyznačujeme sterilační režim vzorcem:

$$\frac{a - b - c}{T} \quad (1)$$

Kde:

- a ... doba stoupaní teploty
- b ... doba výdrže
- c ... doba chlazení
- T ... teplota ve °C [2]

3.1.1.2 Prostup tepla do konzervy

Délka sterilačního režimu je závislá na rychlosti prostupu tepla z ohřivaného prostředí dovnitř konzervy. Prostup tepla závisí především na:

1. Tepelné vodivosti obalu, kdy prostup tepla z vyhřívací lázně do konzervy ovlivňují fyzikální vlastnosti obalu. Vodivost tepla stěnami skleněných obalů je podstatně menší než u obalů plechových. Proto je doba vzestupu teploty i doba chlazení při

sterilaci konzerv v plechových obalech výrazně kratší, než je tomu u konzerv plněných do skleněných obalů.

2. Náplň konzervy má na prostup tepla vliv zejména svou konzistencí. Na konzistenci obsahu konzervy závisí, zda se teplo přenáší vedením nebo prouděním. Vedením se teplo přenáší u tuhých náplní, u nichž nelze dosáhnout ani částečného proudění náplně během sterilace, šíření tepla vedením je vzhledem k fyzikálním vlastnostem potravin mnohem pomalejší proces. Takovou konzervu označujeme jako konduktivní. Při proměřování teplot uvnitř těchto konzerv je nutné umístit termočlánek do geometrického středu konzervy. U konzerv s tekutou náplní se teplo přenáší převážně prouděním. Proudění obsahu konzervy během sterilace umožňuje rychlé prohřátí konzervy. Rychlost přenosu tepla závisí na poměru tekutého podílu k podílu tuhému (např. kompot) [2, 23].
3. Způsobu sterilace
4. Schopnosti vyhřívací lázně předávat teplo

Rozlišujeme tři základní mechanismy sdílení tepla:

1. Sdílení tepla vedením (kondukcí), je způsobeno rozdílností tepelné energie (teploty) v různých místech hmoty. Dochází tedy k tepelnému toku z místa s vyšší energií (vyšší teplotou) do místa s nižší energií (nižší teplotou).
2. Sdílení tepla prouděním (konvekcí), vzniká, když se prouděním tekutin nebo pohybem pevných látek přenáší i teplo, pohyb tekutiny může být samovolný, nebo je pohyb vyvolán působením vnější síly, např. čerpadlem.
3. Sdílení tepla zářením (sáláním, radiací) nastává, pokud se energie přenáší mezi dvěma tělesy ve formě elektromagnetického záření [24].

3.1.1.3 Zařízení pro tepelnou sterilaci

Sterilační zařízení lze třídit podle několika hledisek. Sterilátory zpracovávají potraviny buď mimo obal, nebo v obalech. Při sterilaci mimo obal proudí zařízením přímo sterilovaná potravina (např. ovocný protlak), který se teprve potom plní do obalů. Při sterilaci v obalech prochází zařízením naplněné a uzavřené konzervy. Zařízení, která pracují při teplotách do 100 °C se používají pro sterilaci kyselých potravin. Sterilátory nekyselých potravin musí být vzhledem k sterilační teplotě nad 100 °C konstruovány na přetlak proti atmosféře (daný tlakem vodní páry při sterilační teplotě), aby bylo možné dosáhnout inaktivace bakteriálních spor za přiměřenou dobu. Sterilátory dále mohou pracovat kontinuálně nebo periodicky [21].

1. Sterilace technologicky kyselých potravin

Jak již bylo uvedeno, potraviny, jejichž aktivní kyselost dosahuje menších číselných hodnot než pH 4, se s úspěchem sterilují při teplotách do 100°C. Pro tuto sterilaci se v praxi používají nejrůznější zařízení. Pro příklad je uvedena sterilační vana [2].

- Sterilační vana

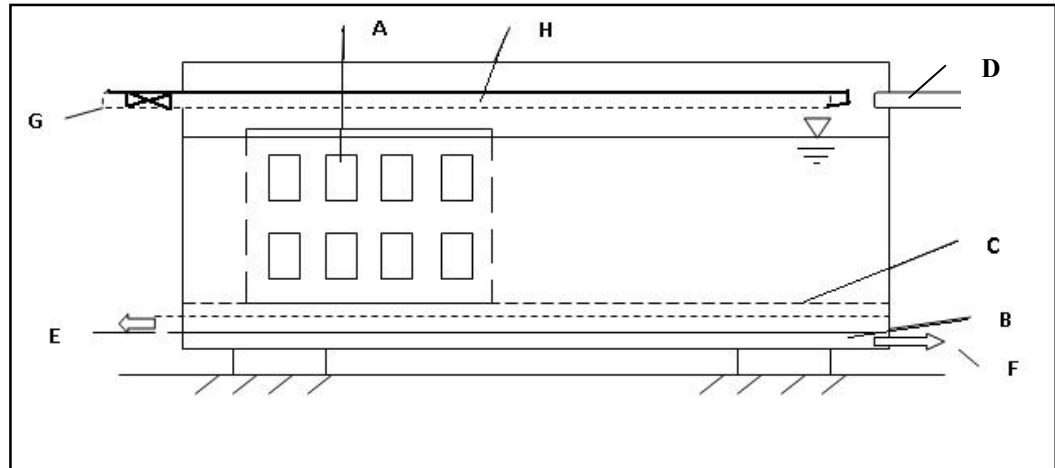
Sterilační vany patří k periodicky pracujícím sterilátorům.

Vytápěny jsou barbatéry, které jsou ale v současné době nahrazovány nepřímým vytápěním (výměníky tepla), ohřívání je však pomalejší. Výhodou výměníků je to, že se neztrácí teplá kondenzační voda, ale vrací se zpětným kondenzačním potrubím do kotelny. Sterilační vana je vybavena přívodem studené vody, který je upraven tak, aby voda mohla být při chlazení konzerv intenzivně rozstříkována po hladině sterilační lázně. V horní části vany je umístěn odtok přebytečné vody. Dno vany je opatřeno výpustí.

Konzervy určené ke sterilaci se vkládají do sterilačních košů, které jsou zvedány pojízdným kladkostrojem. Úspor na tepelné energii se dosahuje tím, že se vany opatřují otevíratelnými poklopy. V poklopu se ponechává jen otvor pro teploměr. Sterilačních van je vždy několik a jsou sestaveny do řad tak, aby nad nimi mohla být nainstalována dráha pro pojízdný kladkostroj. Jednotlivé vany jsou očíslovány. Pracovní postup při sterilaci ve vanách je rozdílný pro konzervy ve skleněných nebo plechových obalech.

Při sterilaci konzerv ve skleněných obalech se musí teplota sterilační lázně zvyšovat postupně. Do sterilačních van se napustí voda, která se vyhřeje na teplotu asi o 30 °C vyšší než je teplota obsahu konzervy. Voda nesmí být příliš horká, protože by sklenice mohly praskat. Po vložení konzerv do vany začneme lázeň intenzivně ohřívát. Při další práci se řídíme stanoveným sterilačním režimem. Po ukončení sterilační výdrže začneme s chlazením, a to sprchováním hladiny vody studenou vodou.

Konzervy v plechových obalech můžeme ponořit do sterilační lázně vyhřáté již na sterilační teplotu. Po ukončení sterilace lze konzervy vyzvednout ze sterilační lázně a ihned je ponořit do studené chladicí vody, která je připravena v některé z dalších sterilačních van. Tímto postupem se získají značné úspory na energii a na chladicí vodě [2].



Obr. č. 3: Schéma sterilizační vany

A – koš se sterilovanými obaly, B – barbatér, C – perforované dno, D - přepad vody, E – přívod páry, F – spodní vypouštěcí ventil, G – přívod vody, H – rozvod studené vody

2. Sterilizace technologicky málo kyselých a nekyselých potravin

Z diskontinuálních zařízení pro sterilaci technologicky nekyselých potravin je nejjednodušší stacionární vertikální autokláv. Jde o tlakovou nádobu, ve které je možno uzavřít konzervy a sterilovat je při teplotě větší než 100 °C. Uvnitř autoklávu se ustaví tlak rovný tlaku vodní páry při sterilizační teplotě. Stacionární vertikální autokláv je stojatá válcová tlaková nádoba s víkem přes celý průřez na horním konci. Do autoklávu se konzervy spouštějí shora v koších pomocí jeřábu. Po vložení košů s konzervami se autokláv uzavře, napustí vodou tak, že jsou konzervy ponořeny a ode dna se začne přivádět topná pára, která v autoklávu kondenzuje a celý jeho obsah zahřívá. Po skončení předepsaného ohřevu se zastaví pára a do autoklávu se začne vhnět chladná voda, která vytlačuje horkou vodu přepadem a tím tak dochází k chlazení konzerv. Při chlazení je nutno řídit tlak v autoklávu tak, aby nedocházelo k porušení konzerv jejich vnitřním přetlakem [21, 23].



Obr. č. 4: Pohled na sterilační baterii v konzervářenské firmě

3.2 Nejběžnější metody kontroly sterilačního zákroku

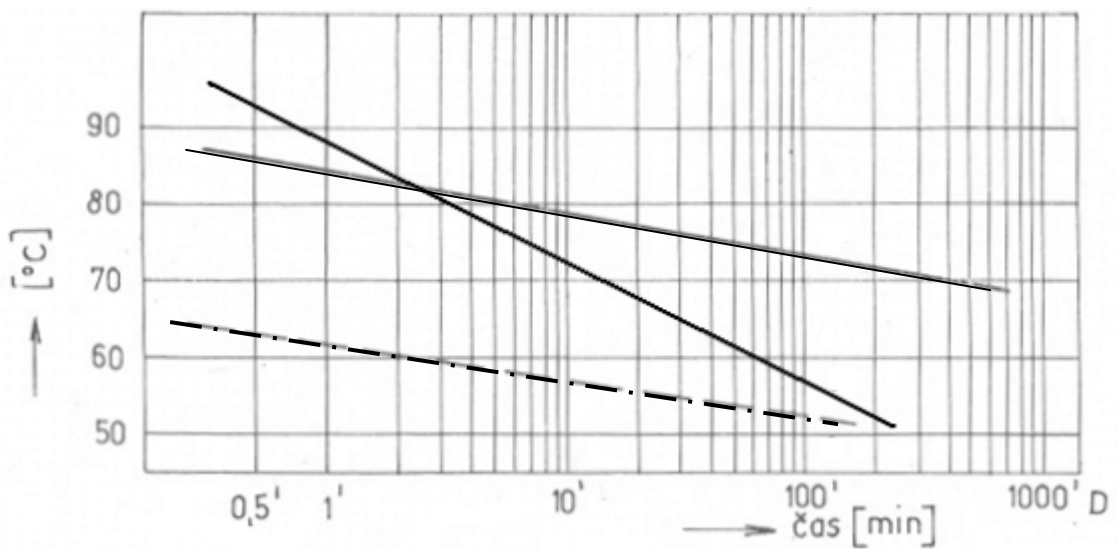
3.2.1 Přímký letality

Většina metod kontroly sterilačního režimu vychází z čar letality. Přímký letality se používají ke stanovení sterilačních režimů a k vyhodnocování jejich účinnosti. Vyhodnocení účinnosti aplikovaného sterilačního režimu je velmi důležité, neboť nedostatečná sterilace způsobuje značné ztráty na hotových výrobcích. Nadměrná sterilace zhoršuje naopak nutriční a organoleptické vlastnosti, způsobuje ztráty na energii a brzdí výrobní cyklus.

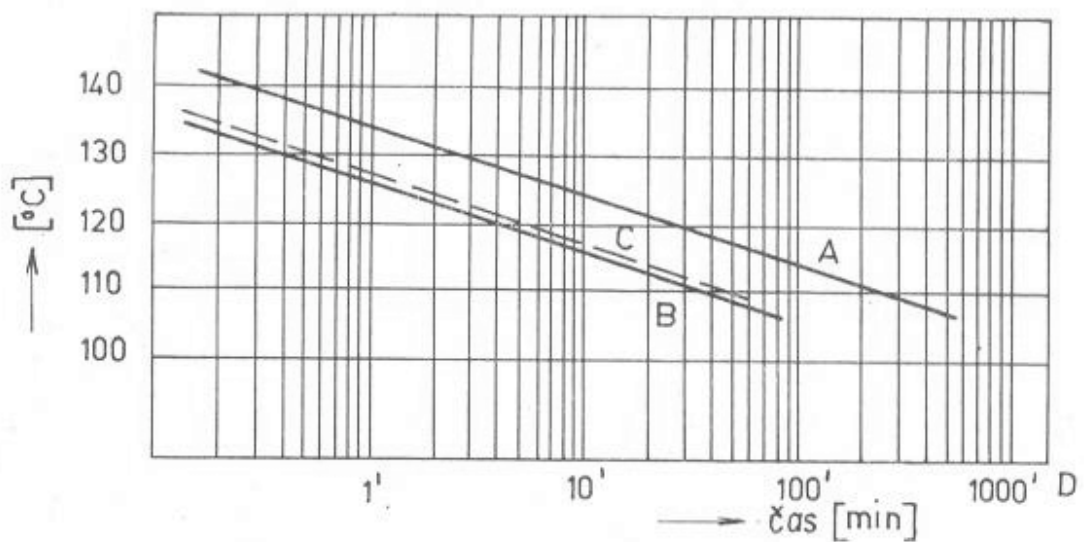
Při tepelné sterilaci jsou použita doba sterilace i teplota, veličiny na sobě závislé. Pro upřesnění těchto vztahů byly zavedeny tyto definice: Nejnižší kritická teplota (T) je teplota, při níž během 10 minut dochází k inaktivaci všech mikroorganismů určitého druhu nebo skupiny ve sterilované hmotě. Nejkratší kritický čas (D) je čas, při němž dochází za dané teploty rovněž k inaktivaci všech mikroorganismů určitého druhu nebo skupiny ve sterilované hmotě. Pro jednotlivé druhy mikroorganismů nebo jejich skupiny byly vypracovány čáry letality (smrtivosti). Pro praktické účely byly vypracovány letální čáry pro skupiny mikroorganismů, které se v daném prostředí vyskytují. Jen u zcela nekyselých

potravin se musí vždy vycházet z letální čáry pro *Clostridium botulinum*, neboť vždy musí být dosaženo destrukce tohoto nebezpečného mikroorganismu.

Čáry letality mikroorganismů vyskytujících se v technologicky kyselých potravinách jsou uvedeny na obr. č. 5. Čáry letality jsou znázorněny na semilogaritmických souřadnicích. Na logaritmické stupnici je uvedena smrtící doba D v minutách a na dekadické stupnici v °C. Stanovení letálních čar vyžaduje značnou odbornost a zkušenost. Používají se různé metody, k nejsnadnějším patří metoda ampulková [2].



Obr. č. 5: letality mikroorganismů kyselých potravin [2]



Obr. č. 6: Čáry letality mikroorganismů nekyselých potravin

3.2.2 Hodnota F

Hodnota F (resp. F₀), je vhodná zejména pro nekyselé potraviny, tedy pro sterilaci při teplotě nad 100 °C. Tato metoda se uplatňuje ve výpočtové technice a u automatických přístrojů (např. Ellab), které během sterilace měří a automaticky vyhodnocují sterilační efekt. Hodnota F (resp. F₀) vyjadřuje celkový termoinaktivační efekt sterilačního procesu. Jednotkou 1 F je smrtící účinek teploty 121,1 °C, která působí právě jednu minutu. Hodnota F_S udává dobu (v minutách), po kterou musí v kterémkoliv místě sterilovaného málo kyselého nebo nekyselého materiálu působit teplota 121,1 °C, aby se právě inaktivovali mikroorganismy rozhodující o trvanlivosti nebo požitelnosti konzervy [2,4]. U potravin, v nichž se sdílí teplo prouděním je celková letalita F stejná pro všechna místa náplně, a je téměř shodná s hodnotou F_S. Pokud se teplo sdílí vedením, platí hodnota F (F₀) pro nejhůře zahřívání místo, v němž je umístěn měřicí termočlánek.

Mikroorganismy a enzymy však nehynou jen při teplotě 121,1 °C, nýbrž i při teplotách nižších. Pro vyhodnocení celého sterilačního efektu je tedy nutné započítat i teploty, které jsou sice nižší než 121,1 °C, avšak mají smrtící účinek na mikroorganismy a účastní se na celkovém smrtícím účinku určitým podílem dF.

$$dF = \frac{1}{F_i} \cdot dt \quad (2)$$

přičemž 1/F je letální podíl (L) na celkovém letálním účinku při účinných teplotách. Celková účinnost sterilačního procesu je pak dána vztahem

$$F = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{F_i} \cdot dt \quad (3)$$

kde:

t₁ ... počátek účinného zahřívání

t₂ ... konec účinného zahřívání.

Pro vyhodnocování hodnoty F se používají metody grafické integrace nebo metody adiční, při níž se sčítají hodnoty účinných záhřevů odpovídajících minutovým účinkům teplot [2].

3.2.3 Hodnota W

Při vyhodnocování účinnosti sterilačního režimu je nutné nejprve stanovit časový průběh prostupu tepla do sterilovaného obalu. Hodnota sterilačního zákroku W je právě

dostačující, jestliže sterilační doba t odpovídá při zvolené smrtící kritické teplotě době D . Jestliže se potravina při zvolené smrtící teplotě nezahřívá po celou dobu D , nýbrž jen v kratším intervalu t , přispěje toto zahřívání k celkové sterilační hodnotě W jen částečným podílem t/D . Během sterilačního procesu přispívá k inaktivaci mikroorganismů nejen zvolená sterilační teplota, nýbrž celá oblast působení teploty, na kterou jsou určité mikroorganismy citlivé. Z průběhu sterilační křivky se zjistí, jaká teplota působí uvnitř konzervy v jednotlivých minutách celkového zahřívání, a vypočítá se, jakým podílem se jednotlivé minuty záhřevu podílejí na celkovém smrtícím účinku. Sečtením podílů pro jednotlivé minuty zahřívání se zjistí celková sterilační hodnota záhřevu.

Touto metodou se dojde k přibližně stejným výsledkům, jakých se dosahuje přesnou grafickou integrací (podle Kyzlinka) na základě vztahu

$$W = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{D} dt \quad (4)$$

kde:

t_1 ... počátek účinného zahřívání

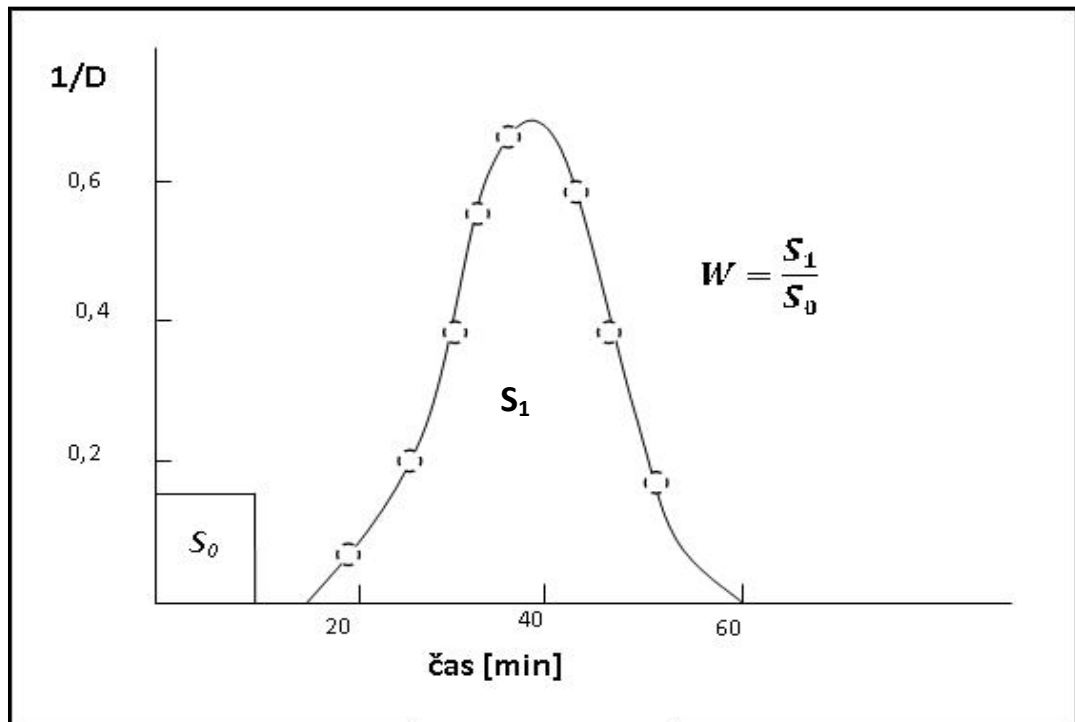
t_2 ... konec účinného zahřívání.

$1/D$... smrtící dávka pro jednu minutu

Hodnota sterilačního zákroku je právě dostačující, je-li W rovné 1. Avšak vzhledem k proměnlivému složení náplní konzerv a vzhledem k různým mikrobiálním znečištěním je nutné počítat s určitým bezpečnostním koeficientem, který bývá 3 až 5.

Prakticky se postupuje tak, že se nejdříve do nejhůře prohřívajícího místa konzervy umístí teplotní čidlo, dle kterého je každou minutu zaznamenána teplota v obalu. Pomocí letálních čar se pro každou zjištěnou teplotu odečte hodnota D a vypočítá se její převrácená hodnota $1/D$, tj. smrtící dávka pro jednu minutu. Grafická integrace se pak provede vynesemím času t na osu x podle termopenetrační křivky a odpovídající hodnoty $1/D$ na osu y . Spojením získaných bodů obdržíme pod křivkou plochu S_1 , která se porovná s plochou S_0 . Plocha S_0 se získá vynesemím libovolné hodnoty D na osu x a jí odpovídající hodnoty $1/D$ na osu y . Sterilační zákrok je právě dostačující, když:

$$S_1 : S_0 = W. \text{ Jak již bylo uvedeno volí se } W > 1 \text{ [2, 16, 22].}$$



Obr. č. 7: Ukázka vyhodnocení sterilizačního režimu grafickou integrací

3.2.4 Termostátové zkoušky

Součástí kontroly konzerv a polokonzerv je provedení termostátové zkoušky u vzorků z každé výrobní dávky (šarže), a to uložení konzerv při teplotě 37 °C po dobu 7 dnů a při teplotě 35 °C po dobu 10 dnů, u polokonzerv při teplotě 37 °C po dobu 3 dnů a při teplotě 35 °C po dobu 5 dnů [25]. Po stanovené době se zkoušky vyhodnotí.

K nejčastějším vadám kompotů patří:

1. Mikrobiální bombáže jsou způsobeny špatnou kvalitou obalů, netěsným uzávěrem, nedostatečnou sterilací.
2. Chemické bombáže vznikají tím, že kyseliny náplně reagují se železem a cínem, přičemž se uvolňuje vodík a železo s cínem přecházejí do obsahu.
3. Cizí příchuť a zápach po laku je způsoben špatným vypařením plechovek nebo brzkým použitím po jejich výrobě.
4. Nežádoucí barva obsahu, která je způsobena reakcí antokyanů s cínem obalu nebo pomalým a nedokonalým chlazením [10].



Obr. č. 8: Laboratorní termostat [26]

3.3 Základní analytické metody používané pro kontrolu tepelně sterilovaných výrobků

Ovoce, zelenina a výrobky z něj jsou běžnou součástí každodenní stravy člověka a poslední dobou jejich konzumace stoupá v oblíbenosti. Uvedená komodita je velmi rozsáhlá a zahrnuje širokou škálu výrobků, které jsou definovány ve vyhlášce 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, ve znění vyhlášky č. 650/2004 Sb., č. 291/2010 Sb. [27].

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

Jako ovoce jsou označovány plody celé, čerstvé, zdravé, bez známek hniloby a plísní, obsahující všechny základní části, ve stadiu technologické zralosti, očištěné, zbavené nežádoucích cizích příměsí,

Zpracovaným ovocem se označuje potravina, jejíž charakteristickou složku tvoří ovoce a která byla upravena konzervováním, s výjimkou ovocného alkoholického a nealkoholického nápoje a zmrazeného ovoce.

Kompotem se rozumí ovoce s nálevem nebo bez nálevu, v neprodyšně uzavřeném obalu, konzervované sterilací.

Zeleninou se rozumí zelenina celá, čerstvá, zdravá, bez známek hniloby a plísní, očištěná, zbavená nežádoucích cizích příměsí.

Jako zpracovaná zelenina se označují výrobky, jejichž charakteristickou složku tvoří zelenina a které byly upraveny konzervováním, s výjimkou zeleninových nealkoholických nápojů, dresinků, studených omáček a zeleniny hluboce zmrazené.

A jako sterilovanou zeleninu označujeme výrobek s nálevem v neprodyšně uzavřeném obalu, konzervovaný sterilací [28].

3.3.1 Stanovení hmotnosti nálevu a hmotnosti pevného podílu

Konzerva se zváží a obsah se procedí plochým sítem. Analyzuje-li se nálev musí být síto i použitá nádoba, do níž je nálev jímán, suché a síto nesmí být z korozivního materiálu. Po pětiminutovém odkapání, při němž jsou pevné částice na síte stejnoměrně rozprostřeny v jednoduché vrstvě se zváží pevný podíl a obal. Odečtením hmotnosti obalu od *brutto* hmotnosti konzervy se zjistí její *netto* hmotnost. Hmotnost odkapaného pevného podílu se vyjádří v % *netto* hmotnosti [29].

3.3.2 Stanovení rozpustné sušiny refraktometricky

Měření rozpustné sušiny se provádí pomocí refraktometrů. Nejběžnější je univerzální Abbeův refraktometr, kdy se kapka vzorku kápne mezi dva hranoly. Pokud se hranol, do něhož vstupuje paprsek, ponoří do nádobky se vzorkem, jedná se o ponorný refraktometr. Ruční refraktometr (obr. 9) je přístroj, kterým se měří obsah cukru na principu změny světelných paprsků při průchodu z jednoho prostředí do prostředí druhého. Na jednom konci přístroje je umístěn měřicí optický hranol s ploškou, na kterou se nanese malé množství vzorku a to se rovnoměrně rozetře na ploše hranolu. Poté se hranol uzavře příklápěcím víčkem. Na druhém konci přístroje je otáčivý okulár. Přístroj se drží tak, aby při prohlížení dopadalo do okénka optického hranolu dostatečné světlo. V zorném poli přístroje je vidět rozhraní mezi jasným a tmavým polem. Poloha rozhraní na stupnici udává obsah sušiny v moštu [30, 31].



Obr. č. 9: Ruční refraktometr [32]

3.3.3 Stanovení sušiny sušením

Sušina je hmota vzorku po odstranění vody sušením. Obsah vody se určuje z hmotnostního úbytku po vysušení vzorku. Sušina vzorku je tedy podíl, získaný po sušení vzorku při dané teplotě do konstantního úbytku [33].

Hliníková miska s odkrytým víčkem se suší po dobu 30 minut při 105 °C a po vychladnutí v exsikátoru se i s víčkem zváží. U většiny materiálů se naváží 5-10 g rozemletého vzorku s přesností na čtyři desetinná místa, miska se vloží do sušárny vyhřáté na 105 °C a suší se 2 hodiny. Potom se miska uzavře víčkem a po 30 minutách chladnutí v exsikátoru se zváží. Miska se vzorkem se opět vloží do sušárny na 30 minut a po vychladnutí zváží. Tento postup se opakuje tak dlouho, dokud rozdíl mezi dvěma posledními váženými není nižší než 1 mg.

U materiálů bohatých na tuk hmotnost misky se vzorkem po určité době sušení v 30 minutových intervalech vzrůstá vlivem oxidace vzdušným kyslíkem. V tomto případě se vzorek dále nesuší a k výpočtu se vezme nejnižší dosažená hodnota. U cukrů a materiálů obsahujících cukr jako hlavní podíl se vzorek suší při 105 °C po dobu 90 minut a po vychladnutí se zváží. U spékavých materiálů se vzorek promíchá se zváženým množstvím vysušeného písku (30 minut při 105 °C) [34].

Vyjádření výsledků

Množství sušiny se uvádí v %:

$$S = \frac{100 \cdot a}{n} \quad (5)$$

kde:

a ... hmotnost po vysušení v g

n ... hmotnost navážky v g [33]

3.3.4 Stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost se stanovuje alkalimetricky s určením bodu ekvivalence buď vizuálně pomocí příslušného indikátoru, nebo s využitím potenciometrické indikace. Vzhledem k tomu, že většina zeleninových materiálů bývá barevná, a proto nevhodná pro použití barevných indikátorů, využívá se při rozboru sterilované zeleniny častěji potenciometrická indikace. Titrace se provádí roztokem hydroxidu sodného o koncentraci $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$. Standardem pro stanovení přesné koncentrace odměrného roztoku je kyselina šťavelová.

Kyselost se vyjadřuje jako množství kyseliny octové nebo citronové v analyzovaném vzorku [29].

Nejprve se připraví roztok hydroxidu sodného o koncentraci $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ a stanoví se přesná koncentrace připraveného odměrného roztoku standardizací na kyselinu šťavelovou. Poté s přesností $0,01 \text{ g}$ naváží homogenizovaný vzorek. Ten se připraví tak, že se celý obsah výrobku tzn. pevný podíl a nálev rozmixují. Navážka se kvantitativně spláchne teplou vodou ($80 \text{ }^\circ\text{C}$). Roztok se důkladně protřepe a doplní po rysku, pak se zfiltruje přes suchý filtr do suché kádinky. Titruje se připraveným odměrným roztokem. Bod ekvivalence se buď odečte při pH 8,1 což je konvenčně používaná hodnota bodu ekvivalence pro titraci ovocných a zeleninových šťáv, nebo ho lze prokázat příslušnou barevnou změnou pomocí indikátoru fenolftalein, kdy se titruje do růžového zbarvení [29, 35].

3.3.5 Vitamin C

Vitaminy jsou zvláště cennou složkou nutričních hodnot. Jejich stálost je během zpracování v různých druzích ovoce a při různém způsobu konzervace odlišná. Vitamin C je velmi citlivý na některé zpracovatelské operace, obsah vitamínu C je tedy ukazatelem šetrnosti technologických zákroků [3, 33].

Vitamin C tvoří kyselina L-askorbová a kyselina dehydro-L-askorbová. Chemicky je to 2,3-endiol-4-lakton L-threohexulonové kyseliny, který se v roztocích snadno oxiduje na antiskorbuticky ještě účinnou dehydro-L-askorbovou kyselinu 2,3-dioxi-L-threohexonovou. Vitamin C je vitamínem pouze pro člověka a několik dalších živočichů. Podílí se především na významných hydroxylačních reakcích probíhajících v organismu [3, 34].

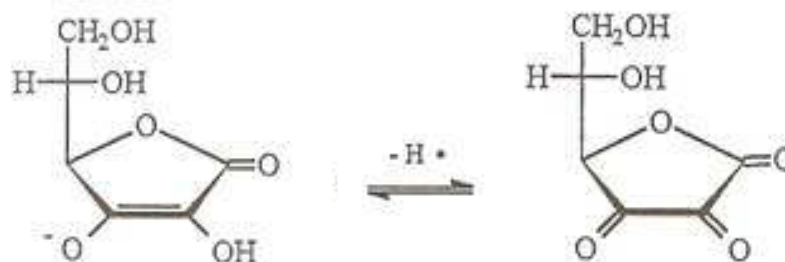
Vitamin C je rozšířen v ovoci a zelenině, ale množství v každém druhu a kultivaru je vysoce variabilní. Například citrusy, maliny, a jahody obsahují velké množství vitamínu C,

ale v jahodách pouze v rozmezí 32 - 99 mg/100 g čerstvé hmotnosti. Široká variace je také mezi odrůdami jablek. Listová zelenina, včetně špenátu a příbuzných druhů, obsahuje velké množství vitamínu C [35].

Velmi důležitými reakcemi souvisejícími s antioxidačními vlastnostmi vitamínu jsou reakce s aktivními formami kyslíku, resp. s volnými radikály, a reakce s oxidovanými formami vitamínu E, které zabezpečují ochranu vitamínu E a lipidů membrán před oxidací. Ochrannou funkci má i pro labilní formy listové kyseliny [34].

Veškerá potřeba vitamínu C je kryta vitamínem z potravy, hlavně bramborami, zeleninou a ovocem. Vzhledem k tomu, že si člověk nedovede vitamín C sám vytvářet, je třeba ho při konzervaci chránit a to nejen pro jeho nutriční hodnotu a proto, že je důležitým antioxidantem, ale i proto, že produkty jeho destrukce poškozují jiné cenné látky v potravíně. Obsah vitamínu C je indikátorem šetrnosti zpracovatelských zákroků [3,34].

Za nepřítomnosti kyslíku je kyselina askorbová poměrně stálá i při vyšších teplotách. V průběhu skladování čerstvého ovoce a zeleniny se zmenšuje obsah vitamínu C v závislosti na skladovacích podmínkách i podle druhu, odrůdy, stupně zralosti apod. Ztráty askorbové kyseliny výluhem jsou obvyklé při mytí, blanširování, vaření a konzervování ovoce a zeleniny v případech, kdy se příslušný výluh dále nezpracovává. Povaha a rozsah ztrát závisí na teplotě, pH, množství vody, velikosti povrchu materiálu, zralosti, rozsahu kontaminace těžkými kovy a přívodu kyslíku. K značnému úbytku dochází rovněž loupáním plodů, kdy se odstraňují povrchové vrstvy bohaté na vitamín. Ztráty kyseliny askorbové při sterilaci konzervářských produktů jsou závislé na odvzdušnění, na sterilizační teplotě a době, na rychlosti chlazení apod. Zásadou by měl být co nejrychlejší záhřev na co nejvyšší možnou teplotu působící co nejkratší dobu po dokonalém odvzdušnění. Při déle trvajícím záhřevu se kyselina askorbová pozvolna rozkládá i bez přístupu kyslíku [3, 34].



Obr. č. 10: L-askorbová kyselina a L-dehydroaskorbová kyselina [36]

3.3.5.1 Stanovení vitamínu C

Metod na stanovení obsahu vitamínu C a jeho forem je velmi mnoho. Hledají se i nové možnosti, modifikují se známé a ověřují původní metody. Problematika je složitá, protože neexistují specifické reakce, které by nebyly ovlivňovány interferujícími a průvodními látkami, resp. hlavně tehdy, když se mají stanovit jednotlivé složky vitamínu C vedle sebe [37].

Na stanovení kyseliny askorbové se nejvíce používají titrační metody, z kterých převládá hlavně titrační metoda s 2,6-dichlorfenolindofenolem jako titračním činidlem. V modifikacích metody je možné kyselinu askorbovou stanovit v barevných a zakalených vzorcích. Podobné výsledky dávají titrační metody s N-bromsukcinmidem (N-bromjantarimidem), i když použití v praxi je méně běžné. Dále je možné Tillmansovu metodu použít na stanovení kyseliny dehydroaskorbové a ostatních redukujících látek. Bod ekvivalence je méně zřetelný než při předešlé metodě, a proto i citlivost je ztlačně nižší. Titrací stanovení kyseliny askorbové s metylenovou modří je méně specifické. Podobně je to s jodometrickým stanovením kyseliny askorbové. Dostatečně přesné výsledky se dosahují jen v čistých systémech [37].

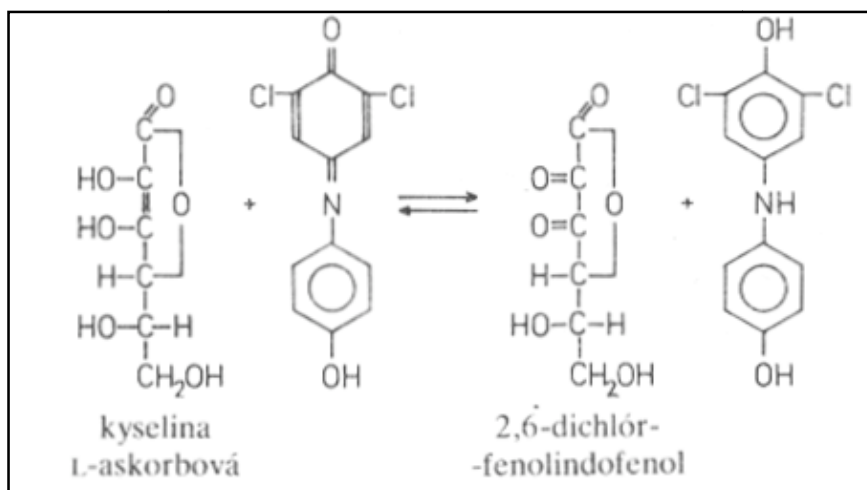
Nejpoužívanější metoda stanovení kyseliny askorbové je oxidoredukční titrace 2,6-dichlorfenolindofenolem v různých úpravách. V podstatě se využívá oxidace kyseliny askorbové na kyselinu dehydroaskorbovou, přičemž modře zbarvený 2,6-dichlorfenolindofenol přechází na bezbarvou leukobázi. První přebytečná kapka nezreagovaného dichlorfenolindofenolu indikuje bod ekvivalence.

Důležitou operací při stanovení vitamínu C je příprava vzorku, která musí splňovat maximální ochranu proti ztrátám vitamínu v průběhu analytického zpracování. Hmotnost navážky tuhých a kašovitých materiálů se pohybuje v rozmezí 200 – 300 g, a to podle předpokládaného obsahu vitamínu C v materiálu. Homogenizace se provádí mixováním vzorku, přičemž vzduch se z nádoby vytlačuje proudem CO₂ nebo dusíku. K vzorku se přidá kyselina metafosforečná (případně oxalová) tak, aby výsledná koncentrace neklesla pod 1 %. Tyto kyseliny mají funkci stabilizační hlavně pro kyselinu askorbovou. Zhomogenizovaný vzorek se přefiltruje, případně odstředí, aby se odstranili hrubé nečistoty ze vzorku, které by mohly ovlivňovat vyhodnocení. Příprava vzorku má být co nejkratší, maximálně 1 hodinu. Získaný filtrát se titruje některým z níže uvedených způsobů.

Přímá titrace s použitím vizuální indikace bodu ekvivalence. Metoda je vhodná pro stanovení vitamínu v bezbarvých nebo žlutězbarvených vzorcích. Zpravidla se titruje roztokem 0,001 mol 2,6 – dichlorfenolindofenolu do růžového zbarvení, které se udrží nejméně 15 sekund. Zpočátku se doporučuje titrovat rychle a při dotitrování po kapkách za intenzivního míchání. Pro výpočet se bere průměrná hodnota ze 3 titrací. Vlastní stanovení bodu ekvivalence vyžaduje určité zkušenosti. Vhodné je srovnávat titrovaný vzorek se vzorkem před titrací, aby se lépe postřehl už nepatrný přebytek nezreagovaného titračního činidla. Mnohé přírodní materiály obsahují intenzivně barevné složky, které znemožňují vizuální indikaci bodu ekvivalence, hlavně proto, že zbarvení nespotřebovaného titračního činidla je v kyselém prostředí světle-žluté. V přítomnosti červených antokyanů je zbarvení dichlorfenolindofenolu překryté. Stejně tak některé karotenoidy a flavony mohou podstatně zhoršit přesné stanovení bodu ekvivalence. V takových případech se ke stanovení použije benzenová modifikace, nebo potenciometrické stanovení bodu ekvivalence [37].

Při potenciometrickém stanovení bodu ekvivalence se používá dvojice platinových elektrod, přičemž jedna je pokovena chloridem rtuťnatým. Dvě elektrody z platinového plechu o rozměrech 1 x 1 cm se očistí ponořením do horké HNO_3 na dobu 5 minut, omyjí se vodou a pak se vloží do alkoholického roztoku KOH a omyjí se destilovanou vodou. Elektroda se pokoví ponořením do 100 ml 1 % HgCl_2 s vloženým napětím 1,5 V po dobu 30 až 60 sekund, přičemž se jako anoda používá pomocná Pt – elektroda. Elektrody jsou od sebe vzdáleny cca 1 cm. Elektroda je po omytí destilovanou vodou připravena pro měření.

Vzorek se titruje v prostředí kyseliny metafosforečné a chloridu draselného. Obsah se promíchává proudem oxidu uhličitého, který současně vytváří inertní prostředí a zabraňuje tak oxidaci kyseliny askorbové. Změna potenciálu se po každém přidání činidla odečítá a z naměřených hodnot se zhotoví potenciometrická křivka. V inflexním bodu se odečítá spotřeba titračního činidla.



Obr. č. 11: Schéma průběhu reakce při stanovení kyseliny askorbové 2,6-dichlorfenolindofenolem

3.3.6 Přírodní barviva

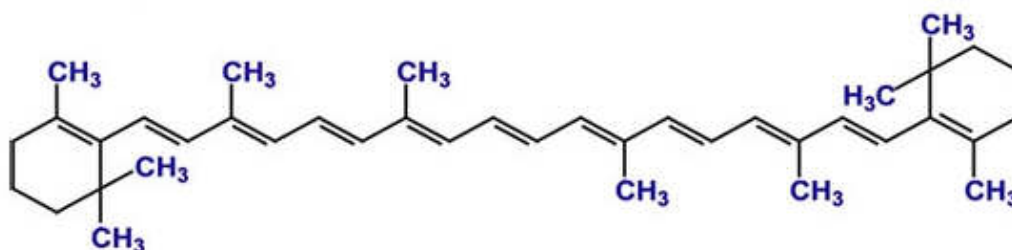
Jsou to složité organické sloučeniny produkované rostlinnými nebo živočišnými buňkami. Všechna přírodní barviva nejsou v konzervárenství stejně důležitá, jelikož nás zajímají především ty, které se ať už příznivě nebo negativně projevují během technologického procesu. Barviva jsou rozpuštěna buď v buněčné šťávě slupky, nebo v buněčné šťávě dužniny, především jsou to antokyany, flavony a karotenoidy [3, 33].

3.3.6.1 Karotenoidy

Karotenoidy jsou jednou z nejdůležitějších skupin přírodních barviv. Jsou provitaminem vitamínu A. Barva může být v nízkých dávkách popsána jako žluto-oranžová, zatímco při vyšších dávkách je charakteristické oranžovo-červené zbarvení, v nedozrálém ovoci bývají zastřena zelenou barvou chlorofylu. Karotenoidy nejsou rozpustné ve vodě, rozpustné jsou pouze v tučných a organických rozpouštědlech, jde o nenasycená polyenová barviva složená z izoprenoidních jednotek. Karotenoidy jsou citlivé na světlo, proto je třeba skladovat je ve tmě a v chladu, jsou také poměrně stálé při sterilačním zákroku i při dlouhodobém skladování konzerv. Karotenoidní barviva se užívají k přibarvování potravin, především jejich tukové složky, neboť použití syntetických v tuku rozpustných barviv je u nás pro potravinářské účely zakázané [3, 33, 38, 39, 40].

- β -karoten (provitamin A)

β -karoten patří k nejběžnějším, zároveň je to významné potravinářské barvivo. Je označován jako vitamin A, protože z β -karotenu si tělo dokáže právě vitamin A vytvořit. β -karoten působí jako antioxidant, stimuluje imunitní systém a bylo prokázáno, že pozitivně působí proti srdečním chorobám, rakovinám plic, trávicího traktu, žaludku, apod. Potýká-li se organismus s nedostatečným množstvím beta-karotenu v těle, může se snižovat jeho obranyschopnost. Přírodní beta-karoten se vyskytuje převážně v žlutém a oranžovém ovoci, zelenině a v listech rostlin. Nalezneme ho například v mrkvi, másle, špenátu, salátu, rajčatech, bramborách či ananasovém melounu. Doporučená denní dávka β -karoten není přesně stanovena, ale běžně se udává doporučení 2 až 4 mg za den. Nahrazuje některá žlutá barviva, která se získávají z uhelného dehtu. Je částečně ničen běžným vařením a ohříváním v mikrovlnné troubě [41, 43, 44].



Obr. č. 12: β -karoten [45]

3.3.6.2 Stanovení β -karotenu

Ke stanovení karotenoidních látek se nejčastěji používá spektrofotometrické proměření intenzity jejich zbarvení a to při vlnové délce 450nm. Z rostlinných tkání se izolují vhodným organickým rozpouštědlem [46].

Tuhý materiál (ovoce, zelenina) se rozdrtí nebo postrouhá a průměrný vzorek se tře s acetonem, dokud se aceton nezbarvuje karoteny. Extrakty se filtrují přes skelnou vatu. Význam této operace je v tom, že aceton je dobře mísitelný s vodou a přitom rozpouští ve vodě nerozpustné karotenoidy. Acetonový extrakt se po zředění vodou (aby se zvýšila polarita roztoku) a opakovaně přeextrahuje petroletherem. Petroletherové podíly se spojí a promývají vodou, aby se odstranily případné klky, které přešli z acetonového extraktu. Petroletherová vrstva se přesuší bezvodým síranem sodným a zahustí za vakua. V takto získaném vzorku je možné stanovit obsah celkových karotenoidů změřením absorbance při

vlnové délce $\lambda = 450$ nm. Pokud vzorek obsahuje chlorofyl, odstraní se z petroletherového extraktu promýváním alkoholickým hydroxidem draselným [37].

K sestavení kalibrační křivky se použije krystalický β -karoten, který se rozpustí v acetonu. Z tohoto roztoku se připraví ředěním roztoky β -karotenu o koncentraci 20 mg/l, 15 mg/l a 10 mg/l a proměří se při vlnové délce 450 nm.

Ze zjištěné absorpance extraktu vzorku se odečte z kalibrační křivky množství β -karotenu a přepočte podle ředění na původní vzorek. Hodnoty se uvádějí v mg/100 g [46].

3.4 Celková antioxidační kapacita

Volné radikály jsou látky s nepárovými elektrony, přirozenou složkou lidského organismu, jejich vliv je na jedné straně pozitivní, např. bílé krvinky využívají volných radikálů k zabíjení mikroorganismů. Na druhé straně volné radikály poškozují biomolekuly, tvoří peroxidy z mastných kyselin, oxidují bílkoviny, poškozují DNA, vyvolávají tzv. oxidační stres. Volné radikály jsou považovány za spolupůvodce celé řady civilizačních onemocnění. Velmi významnou roli hrají volné radikály zejména v případě aterosklerosy a při vzniku rakovinných onemocnění. V organismu jsou nežádoucí volné radikály a jejich metabolické produkty zneškodňovány účinkem antioxidantů, látek, které jsou schopné radikály eliminovat. V případě, že dojde k porušení rovnováhy mezi množstvím vytvářených nebo přijímaných volných radikálů a antioxidantů, v organismu převládnu radikály, nastává oxidační stres, který vede k výše popsaným negativním zdravotním následkům, proto je v posledních letech velká pozornost odborníků na výživu i výrobců potravin věnována antioxidantům přijímaných v potravinách. Ochranné účinky ovoce a zeleniny a potravinářských výrobků z rostlinných surovin proti různým nemocem jsou přisuzovány právě antioxidantům [47].

Z pohledu výživy je možno antioxidanty rozdělit na endogenní a exogenní. Endogenní antioxidanty se tvoří v našem těle. Jedná se především o různé enzymy s antioxidačním účinkem. Exogenní antioxidanty získáváme z přijímaných potravin. Tato skupina zahrnuje celou řadu sloučenin, jako jsou vitaminy, fenolické látky, karotenoidy a mnoho dalších [47].

Kromě endogenních nízkomolekulárních antioxidantů, jako je glutation, kyselina močová, koenzym Q a další, se v poslední době do centra pozornosti řadí mnoho látek přírodního původu, které se do lidského organismu dostávají společně s potravou. Některé potraviny rostlinného původu tak vedle své nutriční a energetické hodnoty mají důležitou roli jako

zdroj antioxidantů. K přírodním látkám s antioxidačními účinky, které jsou přijímané potravou, jsou v první řadě tradičně řazeny antioxidační vitaminy C, E a karotenoidy, flavony, antokyany a příbuzné sloučeniny.

V poslední době se však mnohem větší význam přikládá dalším přírodním látkám, zejména polyfenolickým sloučeninám. Mezi které patří např. flavonoidy, katechiny a fenolické kyseliny. Zdrojem těchto látek jsou zelenina, ovoce, vláknina, čaje, vína a aromatické a léčivé rostliny. Celkový denní příjem polyfenolů z různých zdrojů byl odhadnut na 1 g a je tedy vyšší než příjem antioxidačních vitaminů. V řadě experimentálních studií bylo také prokázáno, že antioxidační aktivita mnoha rostlinných fenolických látek je vyšší než účinek antioxidačních vitaminů [15, 48].

3.4.1 Stanovení celkové antioxidační kapacity

Pro stanovení TAC lze v literatuře nalézt velký počet metod stanovení. Důvodem je široké spektrum jejich působení. Nejčastěji jde o přímou reakci s radikály (zhášení, vychytávání) nebo reakci s přechodnými kovy. Obecně lze metody kategorizovat do dvou skupin a to na metody hodnotící schopnost eliminovat radikály a na metody posuzující redoxní vlastnosti látek [48].

Metoda používající DPPH Tato metoda je považována za jednu ze základních metodik pro posouzení antiradikálové aktivity čistých látek i různých směsných vzorků. Spočívá v reakci testované látky se stabilním radikálem difenylpikrylhydrazylem – DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpikrylhydrazin). Její redukce se projevuje odbarvením roztoku, které se měří spektrofotometricky. Pokles absorbance při 517 nm se měří buď po uplynutí určitého konstantního času, nebo se pracuje v kinetickém režimu. Test lze provádět i na mikrotitračních destičkách. U směsných vzorků se radikálová aktivita někdy vyjadřuje v ekvivalentech askorbové kyseliny [48, 49].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

V rámci řešení této diplomové práce bylo stanoveno několik cílů:

1. Příprava vzorků tepelně sterilovaných výrobků z ovoce a zeleniny, které se budou lišit způsobem mechanického opracování.
2. Jako modelové vzorky jsou vybrány dva druhy ovoce a dva druhy zeleniny, a to jablka a mandarinky a ze zeleniny rajčata a květák.
3. Hlavním úkolem je při vlastní sterilaci zapisovat u jednotlivých vzorků teplotu při sterilaci v nejhůře prohřívaném místě v obalu a z těchto získaných hodnot vypočítat hodnotu W , jako kritérium účinnosti sterilačního zákroku.
4. Pomocí vybraných analytických ukazatelů otestovat vlastnosti vzorků a to s použitím co nejjednodušších metod nenáročných na přístrojové vybavení, chemikálie a čas, které by se dali snadno použít v praxi a to u všech modelových vzorků zda na ně působí změny hodnoty W .
5. Zjištění vlivu mechanického opracování na sterilované suroviny pomocí senzorického hodnocení.

5 POUŽITÉ VZORKY, PŘÍSTROJE, POMŮCKY A CHEMIKÁLIE

5.1 Použité suroviny

- Jablka – odrůda Topaz – země původu Česká republika – OD Kaufland
- Mandarinky – odrůda Ortanique – země původu Španělsko – zakoupeno v OD Tesco
- Květák – země původu Itálie – zakoupeno v OD Tesco
- Rajčata – země původu Španělsko – zakoupeno v OD Tesco

5.2 Použité přístroje a pomůcky

- Analytické váhy - Denver Instrument
- Předvážky – KERN EMS
- Elektrický vařič - ETA
- Sušárna – Memmert
- Spektrofotometr - Perkin-Elmer Lambda 25
- PC – s vyhodnocovacím programem
- Třepačka - IKA – Werke HS 501 digital
- Chladnička
- Stolní mixer
- Zavařovací hrnec
- Digitální teploměry s čidlem
- Laboratorní sklo a pomůcky
- Mikropipety
- Filtrační aparatura
- Titrační aparatura
- Zavařovací sklenice TO 375 s víčky

5.3 Použité chemikálie

- Destilovaná voda
- Methanol – Lach-Ner s.r.o. ČR
- DPPH – difenylpikrylhydrazyl – Sigma Aldrich Chemistry Německo
- Standard kyselina L-askorbová - Lach-Ner, s.r.o. ČR

- Kyselina šťavelová dihydrát - PENTA ČR
- 2,6-Dichlorfenolindofenol sodná sůl dihydrát - Merck KGaA, Germany
- Aceton – PENTA, ČR
- β -karoten - Sigma Aldrich Chemistry Německo



Obr. č. 13: UV/VIS Spektrofotometr Perkin-Elmer Lambda 25 [50]

6 PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ

Ihned po přivezení byly vzorky zpracovány. Z každého vzorku byla odebrána část, která sloužila ke stanovení vybraných analytických ukazatelů u čerstvé hmoty. Modelové vzorky pak byly připraveny vždy ve třech technologických úpravách a zality nálevem, který byl připraven dle THN, a následně sterilovány.

Tab. č. 1: Technologická úprava vzorků

	Jablka	Mandarinky	Květák	Rajčata
1. technologická úprava	Dělená půlená	Loupané dílky	Růžičky	Dělená půlená
2. technologická úprava	Jablečné řezy	Mandarinky kostky	Květák dělený	Rajčata kostky
3. technologická úprava	Jablečné pyré	Mandarinky pyré	Květák pyré	Rajčata pyré

6.1 Postup sterilace modelových vzorků vyrobených z jablek

Jako vzor bude uveden postup při sterilaci jablečných vzorků.

6.1.1 Příprava ovoce

Použité ovoce bylo nepoškozené a v technologické zralosti. Jablka byla nejdříve řádně omyta a osušena, před vlastním zpracováním byla oloupana a byl odstraněn jádřinec. Takto upravené ovoce musí být ihned zpracováno, jelikož jsou vytvořeny ideální podmínky pro rozvoj mikroorganismů, hnědnutí suroviny a také dochází k velmi rychlému úbytku vitamínu C, vlivem autooxidačních procesů.

Oloupaná a očištěná jablka byla rozdělena na čtvrtky a vkládaná do sklenice v předepsané vsádkové hmotnosti. Takto připravené sklenice byly zality sladkokyselým nálevem.

6.1.2 Příprava sklenic

Pro sterilaci byly použity sklenice s uzávěrem Twist-Off, které byly před použitím omyty a řádně vypláchnuty.



Obr. č. 14: Sklenice Twist-Off

6.1.3 Příprava nálevu

Nálev představuje cukerný roztok, který vytěsňuje vzduch ze sklenic, napomáhá kvalitní konzervaci a současně dotváří chuť sterilovaného ovoce. Podíl cukru v nálevu je specifický pro jednotlivé druhy ovoce. Nálev se připraví svářením vody, odváženým množstvím cukru a citronové kyseliny. Naplněné sklenice pak byly zalévány teplým nálevem [51].

6.1.4 Sterilace

Připravené uzavřené sklenice naplněné ovocem a zalité cukerným nálevem, opatřené teplotním čidlem, kdy bylo jedno vloženo do lázně a druhé zavedeno do obalu přes předem upravený uzávěr do nejhůře prohřívaného místa v obalu, byly vloženy do vlažné sterilační lázně a po dobu 15 minut byly zahřívány na sterilační teplotu 85°C. Po dosažení žádoucí teploty sterilační lázně byla provedena sterilační výdrž dobu po 10 minut a poté byly sklenice chlazeny proudem studené vody, pod teplotu 30°C v obalu.

7 STANOVENÍ HODNOTY W

Ovoce i zelenina byla sterilována při sterilačním režimu $\frac{15-10-15}{85}$. Jedno teplotní čidlo bylo vloženo do lázně, druhé teplotní čidlo bylo zavedeno do obalu do nejhůře prohřivaného místa výrobku přes předem připravený uzávěr. Teoretický princip je uveden v kapitole 3.2.3.

7.1 Vzorový výpočet hodnoty W – pro sterilovaný kvěťák

7.1.1 Kvěťák růžičky

Každou minutu byla odečítána teplota v lázni i v obalu. Všem naměřeným teplotám od 60 °C v obalu byla přiřazena hodnota D, která byla odečtena z letální křivky. K hodnotě D pak byla vypočítána její převrácená hodnota 1/D, což představuje inaktivační podíl.

Tab. č. 2: Tabulka hodnot pro vyhodnocení sterilačního režimu grafickou integrací

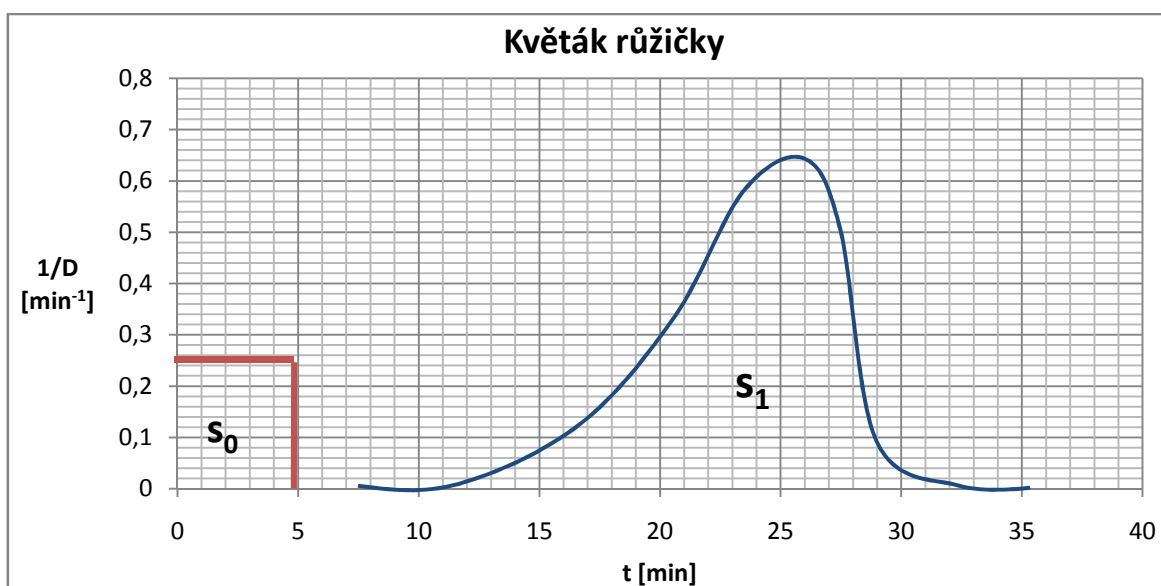
ČAS t (min)	Teplota lázně (°C)	Teplota v obalu (°C)	D	1/D
1	55,7	24,3		0
2	56,6	29,1		0
3	57,3	33,9		0
4	58,9	39,3		0
5	60,9	43,5		0
6	63,7	46,7		0
7	65,9	49		0
8	68,8	51,4		0
9	71,6	54		0
10	73,8	56,9		0
11	75,8	59		0
12	77,3	61,1	55	0,018182
13	78,3	63	39	0,025641
14	79,8	65,4	29	0,034483
15	81,8	67,9	18,5	0,054054
16	84,4	70,3	13	0,076923
17	85	72,5	9,5	0,105263
18	85,3	74,6	7,1	0,140845
19	85,1	76,5	5,1	0,196078
20	85,2	78,1	4,9	0,204082
21	85,2	79,8	3,5	0,285714

22	85,2	81,4	3	0,333333
23	85,1	82,7	2,2	0,454545
24	85	83,8	2	0,5
25	85	84,7	1,7	0,588235
26	85	85,4	1,5	0,666667
27	41,9	85,1	1,6	0,625
28	17,2	71,2	13,5	0,074074
29	11,8	54,7		0
30	10,6	44,7		0
31	10,4	37,8		0
32	10,2	32,8		0
33	10	29,3		0
34	10,1	26,6		0
35	9,7	24,3		0
36	9,7	22,5		0

Nyní byla provedena grafická integrace, a to vynesemím do grafu na osu x čas t a na osu y hodnoty $1/D$. Spojením bodů získáme pod křivkou plochu S_1 , kterou porovnáme s plochou S_0 , tu získáme vynesemím hodnoty D , která odpovídá referenční teplotě 78 °C na osu x a jí odpovídající hodnotu $1/D$ na osu y .

Porovnáním plochy S_1 a S_0 získáme hodnotu W .

$$W = \frac{2 \cdot 130}{500} = 4,26$$

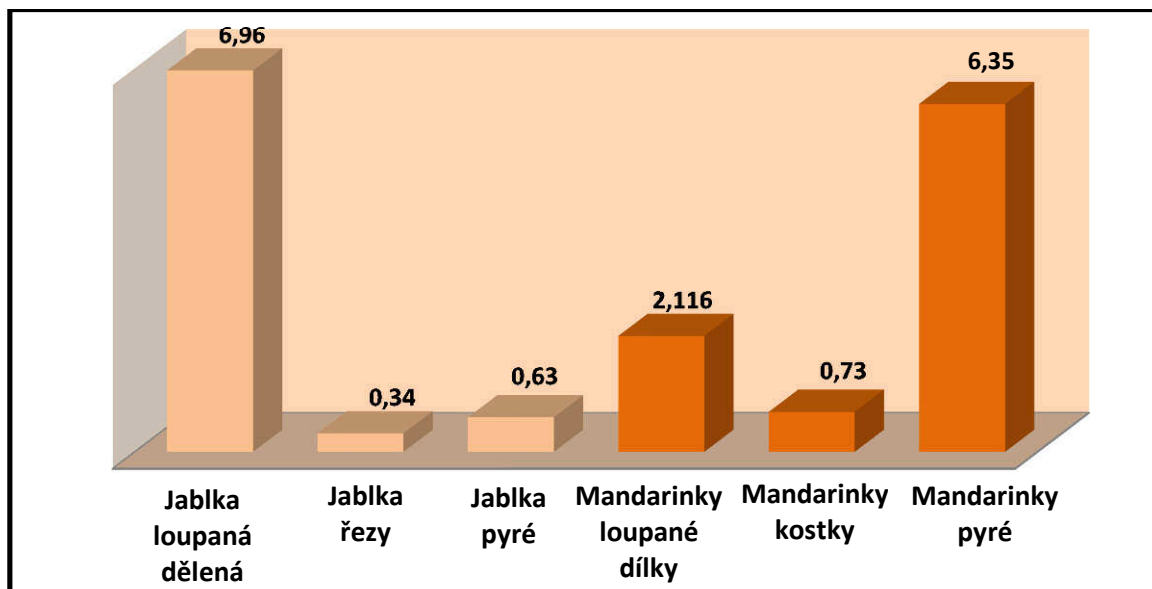


Obr. č. 15: Provedení grafické integrace

7.2 Výsledné hodnoty W pro sterilované ovoce

Tab. č. 3: Vypočítané hodnoty W pro sterilované ovoce

	Technologické zpracování	S_1	S_0	W
Jablka	Loupaná dělená	1739	250	6,96
	Řezy	425	1250	0,34
	Pyré	793	1250	0,63
Mandarinky	Loupané dílky	1 058	500	2,12
	Kostky	375	500	0,73
	Pyré	1588	250	6,35



Obr. č. 16: Grafické vyjádření výpočtů hodnoty W pro jablka a mandarinky

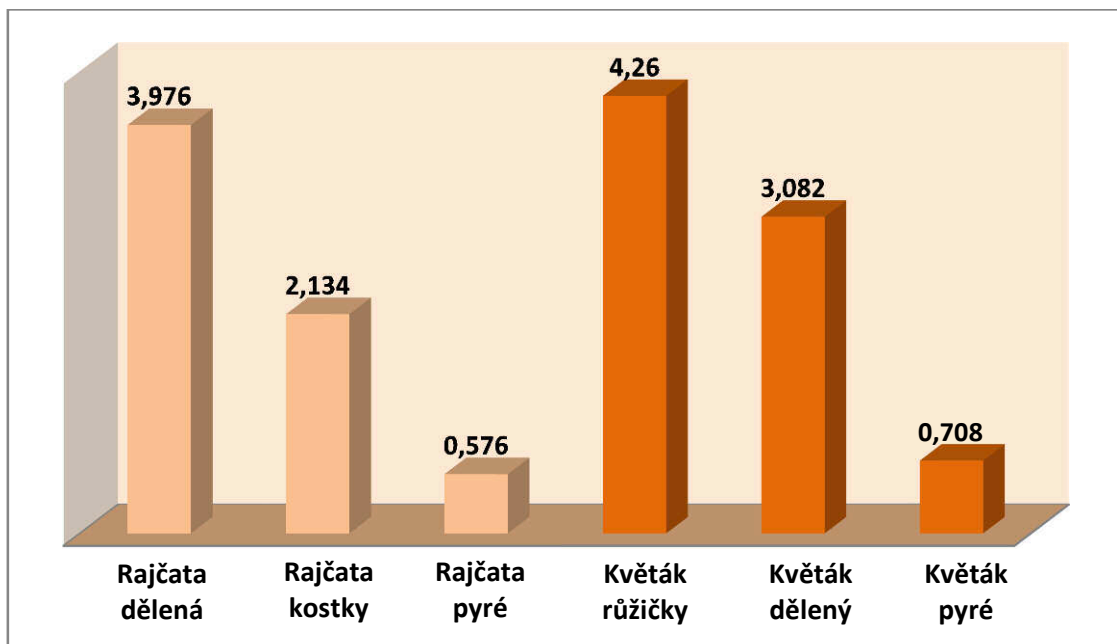
Z grafu je zřejmý rozdíl v prostupu tepla. U sterilovaných jablek byla hodnota W 6,96, jednalo se o jablka loupaná dělená s nálevem, tudíž bylo teplo sdíleno převážně prouděním a urychlilo tak ohřev i nejhůře prohřivaného místa v obalu. U jablečných řezů a pyré se jednalo o viskóznější výrobky, kdy teplo bylo sdíleno s největší pravděpodobností ponejvíce vedením, a tudíž byl průstup tepla pomalejší.

U sterilovaných mandarinek, konkrétně u mandarinkového pyré byla hodnota W 6,35, toto pyré obsahovalo velký podíl kapalné složky, teplo bylo sdíleno pravděpodobně převážně prouděním, tedy rychleji a účinněji.

7.3 Výsledné hodnoty W pro sterilovanou zeleninu

Tab. č. 4: Vypočítané hodnoty W pro sterilovanou zeleninu

	Technologické zpracování	S_1	S_0	W
Rajčata	Dělená	1 988	500	3,976
	Kostky	1 067	500	2,134
	Pyré	288	500	0,576
Květák	Růžičky	2 130	500	4,26
	Dělený	1 541	500	3,082
	Pyré	354	500	0,708



Obr. č. 17: Grafické vyjádření výpočtů hodnoty W pro rajčata a květák

U sterilované zeleniny, byly výsledky jednoznačnější, opět ale platilo jak u kvěťákových růžiček, tak i u dělených rajčat, které obsahovaly nálev jako kapalnou složku, že prostup tepla byl rychlejší a dostatečný, jelikož teplo bylo sdíleno prouděním a částečně také vedením, což zajišťovalo dokonalé prohřátí i nejhůře prohřívvaného místa. S mechanickým zpracováním jednotlivých výrobků jak je vidět z hodnot na obrázku 15 hodnota W klesala, měnila se konzistence výrobku a prostup tepla byl možný pouze vedením. Tento způsob vedení tepla není tedy dostatečný pro daný výrobek.

8 STANOVENÍ OBSAHU VITAMINU C TITRAČNÍ METODOU

8.1 Příprava roztoků

8.1.1 Příprava roztoku kyseliny šťavelové

Na analytických vahách bylo naváženo 28 g kyseliny šťavelové dihydrátu. Navážka byla rozpuštěna v destilované vodě a kvantitativně převedena do odměrné baňky o objemu 1000 ml a doplněna po rysku.

8.1.2 Příprava standardního roztoku kyseliny L-askorbové o $c = 1 \text{ [mg.ml}^{-1}\text{]}$

Na analytických vahách bylo s přesností na 0,0001 g naváženo 0,1 g kyseliny L-askorbové, navážka byla kvantitativně převedena do 100 ml odměrné baňky a doplněna po rysku. Tento roztok není stálý, musí být denně připravován čerstvý.

8.1.3 Příprava 2,6-dichlorfenolindofenolu o $c = 0,001 \text{ [mol.l}^{-1}\text{]}$

S přesností na 0,0001 g bylo naváženo na analytických vahách 0,29 g 2,6-dichlorfenolindofenolu, který byl poté kvantitativně převeden do odměrné baňky o obsahu 1000 ml a rozpuštěn ve vroucí vodě. Po ochlazení byl doplněn destilovanou vodou po rysku. Tento roztok není stabilní, před každým stanovením je nutno určit titr.

8.2 Stanovení titru odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu

Do titrační baňky byly odpipetovány 2 ml standardního roztoku kyseliny L-askorbové a 5 ml 2% kyseliny šťavelové a rychle se titruje odměrným roztokem do růžového zbarvení, které vydrží alespoň 15s.

Stejným způsobem byl proveden také slepý pokus, kdy místo 2 ml standardního roztoku byla použita kyselina šťavelová.

8.3 Příprava a analýza vzorků

Na analytických vahách bylo do tmavé skleničky naváženo 10 g upraveného vzorku, ke kterému se přidalo 50 ml kyseliny šťavelové. Takto připravený vzorek byl uložen na 15 minut do temna. Získaný extrakt byl přefiltrován za sníženého tlaku a z filtrátu bylo odpipetováno 10 ml extraktu, který byl rychle titrován odměrným roztokem do růžového zbarvení, které vydrží alespoň 15 sec.

8.4 Výpočty

8.4.1 Výpočet titru odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu

$$t = \frac{V_A \cdot c_A}{a-s} \quad (6)$$

Kde:

V_A ... objem standardního roztoku kyseliny L-askorbové vzatý k titraci [ml]

c_A ... koncentrace standardního roztoku kyseliny L-askorbové ($1 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)

a ... spotřeba odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu při stanovení titru [ml]

s ... spotřeba odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu při slepém pokusu [ml]

Vzorový výpočet: vzorek čerstvé jablko – 19. 2. 2013

$$t = \frac{2 \cdot 1}{2,34 - 0,14}$$

$$t = 0,91$$

8.4.2 Výpočet obsahu kyseliny L-askorbové vyjádřený v mg na 100g vzorku

$$X = \frac{(b-s) \cdot t \cdot 100}{m} \quad (7)$$

Kde:

b ... spotřeba odměrného roztoku při stanovení vzorku [ml]

s ... spotřeba odměrného roztoku při slepém pokusu [ml]

t ... titer odměrného roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu

m ... hmotnost vzorku v alikvotní části, která byla titrována [g]

Vzorový výpočet: vzorek čerstvé jablko – 19. 2. 2013

$$X = \frac{(1,02 - 0,14) \cdot 0,91 \cdot 100}{10,5526}$$

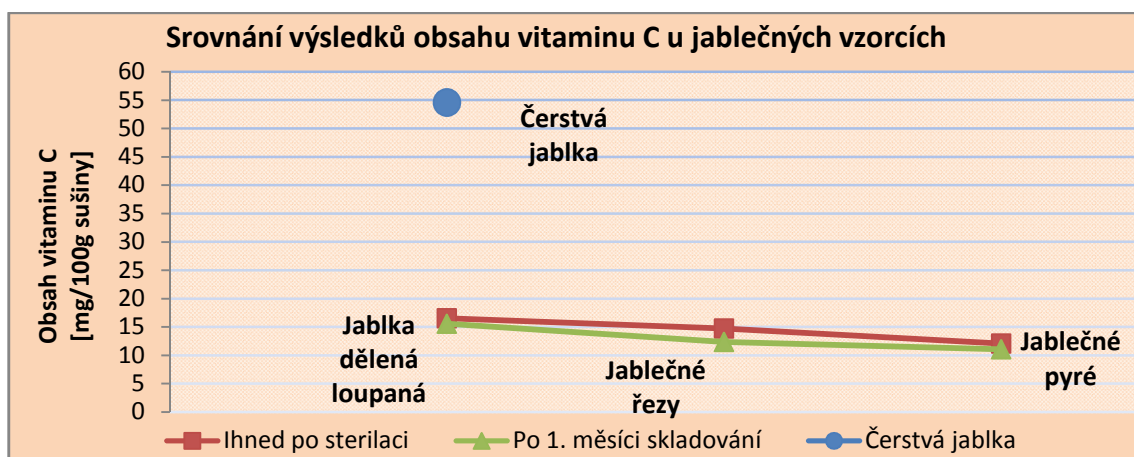
$$X = 7,59 \text{ kyseliny l-askorbové v mg na 100 g vzorku}$$

8.5 Výsledky stanovení vitamínu C

8.5.1 Obsah vitamínu C – jablka

Tab. č. 5: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C u tepelně sterilovaných jablečných vzorků

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Spotřeba při titraci [ml]	Obsah vitamínu C vztažený k sušině [mg/100g sušiny]
Čerstvá	10,5526	13,9059	1,02	54,57
Ihned po sterilaci				
Loupaná dělená	10,0492	13,2675	0,48	16,52
Řezy	10,0165	13,9580	0,46	14,71
Pyré	10,1154	13,1395	0,41	12,06
Po 1. měsíci skladování				
Loupaná dělená	10,0245	14,2717	0,47	15,55
Řezy	10,343	13,3352	0,43	12,36
Pyré	10,2364	13,8365	0,41	11,06



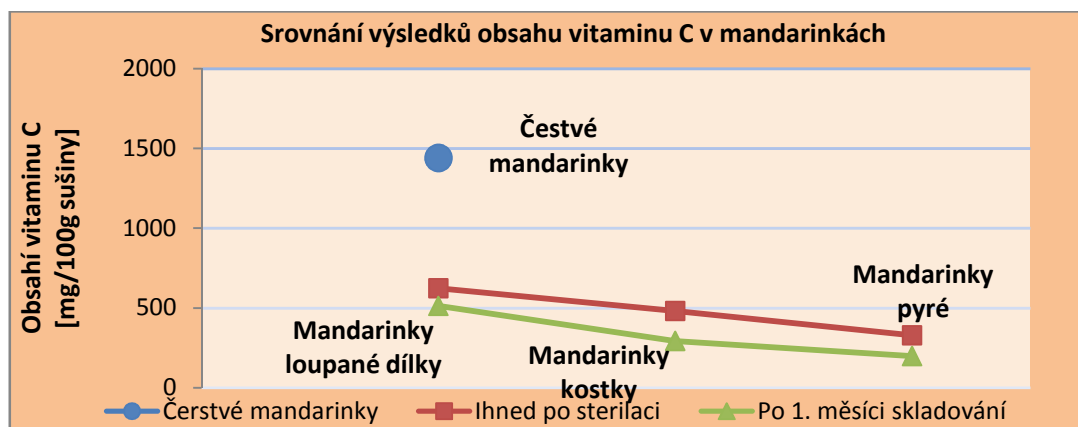
Obr. č. 18: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C u tepelně sterilovaných jablečných vzorků

Z obrázku č. 18 je patrný velký pokles mezi obsahem vitamínu C v čerstvých a sterilovaných jablkách, což je zapříčiněno mechanickým opracováním surovin a tepelnou sterilací, je známo, že obsah vitamínu C je ukazatel šetrnosti technologického zpracování ovocných a zeleninových produktů. Mezi stanovením vitamínu C u jablečných tepelně sterilovaných výrobků ihned po sterilaci a po 1 měsíci skladování je vidět pouze mírný pokles obsahu vitamínu C, jelikož jablko má poměrně výraznou pufrovací schopnost, nedochází tedy k výrazným výkyvům obsahu vitamínu C.

8.5.2 Obsah vitamínu C – mandarinky

Tab. č. 6: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v mandarinkách

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Spotřeba při titraci [ml]	Obsah vitamínu C vztažený k sušině [mg/100g sušiny]
Čerstvá	10,0899	12,2896	19,76	1439,86
Ihned po sterilaci				
Loupaná dělená	10,0643	13,8893	9,035	624,15
Kostky	10,021	13,0264	7,025	481,18
Pyré	10,0705	13,9612	4,908	328,98
Po 1. měsíci skladování				
Loupaná dělená	10,1298	14,3417	7,575	512,72
Kostky	10,2153	13,7154	4,45	292,99
Pyré	10,2646	13,5688	3,095	198,28



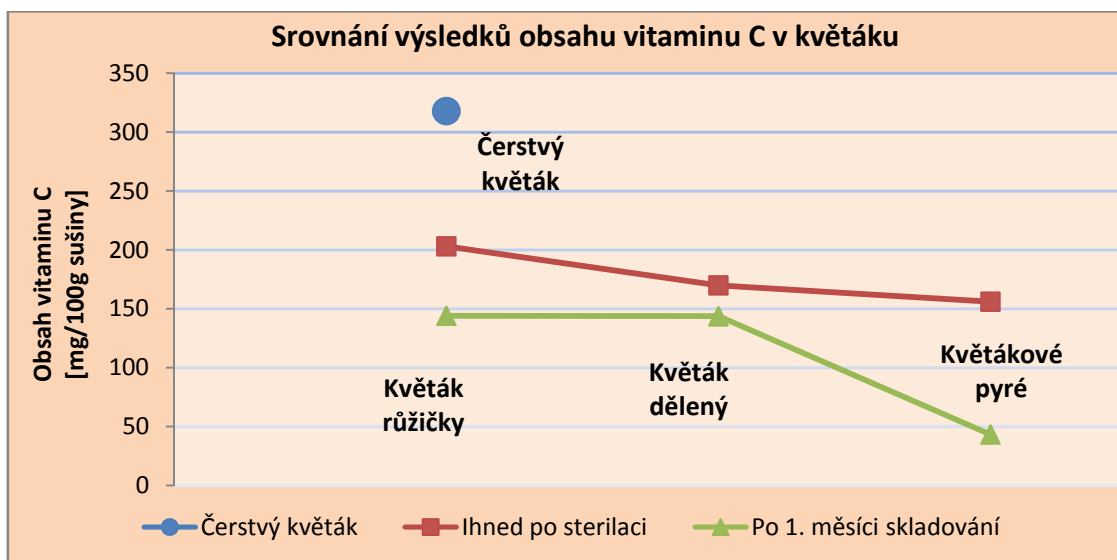
Obr. č. 19: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v mandarinkách

Z výsledků je patrné, že sterilace a mechanické opracování má značný vliv na obsah vitamínu C. Což lze názorně vidět na obsahu vitamínu C v čerstvé surovině a po následné sterilaci. Po 1. měsíci skladování docházelo opět k celkově rovnoměrnému poklesu vitamínu C.

8.5.3 Obsah vitamínu C – květák

Tab. č. 7: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v kvěťáku

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Spotřeba při titraci [ml]	Obsah vitamínu C vztahený k sušině [mg/100g sušiny]
Čerstvý	10,0304	8,1363	2,42	317,9
Ihned po sterilaci				
Růžičky	10,2901	6,2916	1,79	202,9
Dělený	10,1328	7,1356	1,69	169,9
Pyré	10,1749	7,3849	1,62	156,1
Po 1. měsíci skladování				
Růžičky	10,4575	6,896	1,85	144,08
Dělený	10,1306	6,7653	1,76	143,73
Pyré	10,3569	7,2295	0,848	43,14



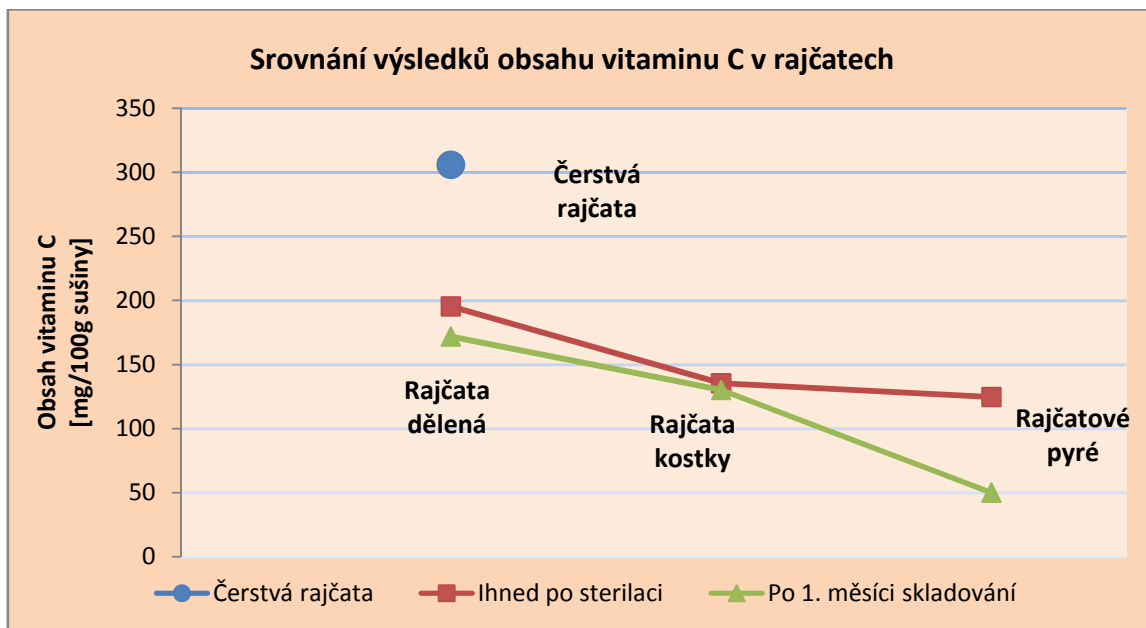
Obr. č. 20: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v kvěťáku

U modelového vzorku sterilovaného kvěťáku je vidět opět patrný rozdíl v obsahu vitamínu C v čerstvé surovině a ve sterilovaných konzervách. Velmi patrný je pak pokles vitamínu C v kvěťákovém pyré po 1. měsíci skladování, kdy tento pokles lze přičíst zašlehání vzduchu při mechanické úpravě, který se během skladování rozpustil a vzdušný kyslík pak způsobil oxidaci vitamínu C.

8.5.4 Obsah vitamínu C – rajčata

Tab. č. 8: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v rajčatech

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Spotřeba při titraci [ml]	Obsah vitamínu C vztahený k sušině [mg/100g sušiny]
Čerstvá	10,0540	7,5241	2,7	305,9
Ihned po sterilaci				
Dělená	10,1029	6,1424	1,67	195,3
Kostky	10,1351	7,6872	1,48	135,3
Pyré	10,0943	6,6245	1,22	124,6
Po 1. měsíci skladování				
Dělená	10,1993	6,035	1,87	171,95
Kostky	10,2069	7,635	1,81	130,27
Pyré	10,4307	7,31	0,93	50,05



Obr. č. 21: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v rajčatech

Z obrázku č. 21 je opět vidět, že sterilace a mechanické opracování má velký vliv na ukazatele šetrnosti zpracování, tedy vitamín C. U rajčat analyzovaných ihned po sterilaci, je názorně vidět, že s různým mechanickým opracováním suroviny, se mění také obsah vitamínu C. U rajčatového pyré, ukázala hodnota W, že sterilace byla nedostatečná, navzdory tomu byl díky mechanickému opracování u tohoto vzorku obsah vitamínu C nejnižší. U stanovení obsahu vitamínu C po 1. měsíci skladování došlo opět k velkému poklesu vitamínu C u pyré, kdy je opět pravděpodobné zašlehání vzduchu do hmoty během mechanické úpravy, kdy vzdušný kyslík pak způsobil oxidaci části vitamínu C.

9 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY METODOU DPPH

9.1 Příprava roztoků

9.1.1 Příprava základního roztoku

Na analytických vahách bylo naváženo 24 mg difenylpicrylhydrazylu, který byl následně rozpuštěn v odměrné baňce o objemu 100 ml v metanolu a metanolem doplněn po rysku.

9.1.2 Příprava pracovního roztoku

Ze základního roztoku bylo odebráno 10 ml a smícháno s 45 ml metanolu. Následně byla změřena absorbance pracovního roztoku při vlnové délce 515 nm.

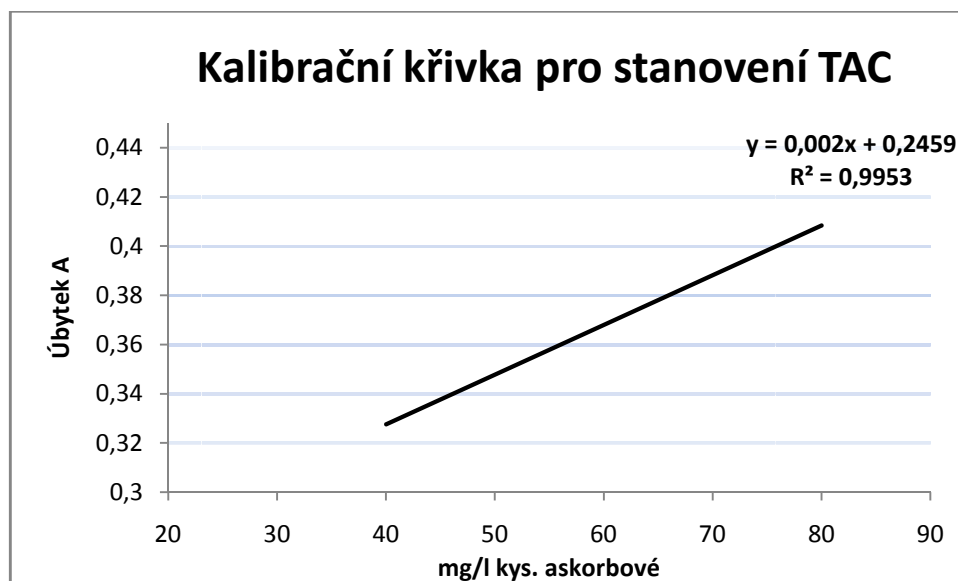
9.1.3 Příprava základního roztoku pro kalibraci

S přesností na 0,001 mg bylo odváženo 100 mg kyseliny askorbové, kvantitativně převedeno do odměrné 100 ml baňky, rozpuštěno v destilované vodě a doplněno po rysku. Z tohoto základního roztoku pak byly připraveny kalibrační roztoky:

1. Kalibrační roztok 40 mg/l
 - získáme ho odpipetováním 1,0 ml základního kalibračního roztoku a převedením do 25 ml odměrné baňky, kterou doplníme po rysku destilovanou vodou
2. Kalibrační roztok 60 mg/l
 - získáme ho odpipetováním 1,5 ml základního kalibračního roztoku a převedením do 25 ml odměrné baňky, kterou doplníme po rysku destilovanou vodou
3. Kalibrační roztok 80 mg/l
 - získáme ho odpipetováním 2,0 ml základního kalibračního roztoku a převedením do 25 ml odměrné baňky, kterou doplníme po rysku destilovanou vodou

9.1.4 Sestrojení kalibrační křivky

Z připravených kalibračních roztoků bylo odebráno vždy 450 μ l a smícháno s 8,55 ml pracovního roztoku DPPH. Připravené roztoky byly uloženy do temného prostoru a po 60 min byla změřena absorbance při 515 nm. Kalibrační křivka pak byla sestrojena z hodnot úbytku absorbance kalibračních roztoků.



Obr. č. 22: Graf kalibrační křivky pro stanovení TAC

9.2 Příprava a měření vzorků

Na analytických vahách bylo s přesností na 0,0001 g naváženo do nádoby z tmavého skla 5 g rozdrčeného vzorku, vzorek byl zalit 50 ml metanolu a ponechám 24 hodin na třepače. Poté byl extrakt přefiltrován. Z filtrátu bylo odebráno 450 μ l a smícháno s 8,55 ml pracovního roztoku takto připravený roztok byl uložen do temna a po 60 min byla proměřena absorbance A_1 při 515 nm proti metanolu.

9.3 Výpočty

Úbytek absorbance [%]:

$$I [\%] = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \cdot 100 \quad (8)$$

Kde:

$I [\%]$... úbytek absorbance

A_0 ... absorbance pracovního roztoku

A_1 ... absorbance vzorku

Vzorový výpočet – vzorek: čerstvá mandarinka 19. 2. 2013

$$I [\%] = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 = \frac{1,1695 - 0,73282}{1,1695} = 37,339$$

Dosazení do regresní rovnice křivky:

$$y = 0,002x + 0,2459$$

$$x = \frac{y - 0,2459}{0,002} = \frac{0,37339 - 0,2459}{0,002} = 63,75 \text{ mg/l}$$

$$63,75 \text{ mg/l} / 1000 \rightarrow 0,06375 \text{ mg/ml} \cdot 50 \text{ ml} = 3,1875 \text{ mgKA}$$

Obsah KA: v navážce 5,1347 g což odpovídá 3,1875 mgKA

Obsah KA: v sušině 0,5816 g což odpovídá 3,1875 mgKA

Výpočet obsahu KA ve 100g sušiny:

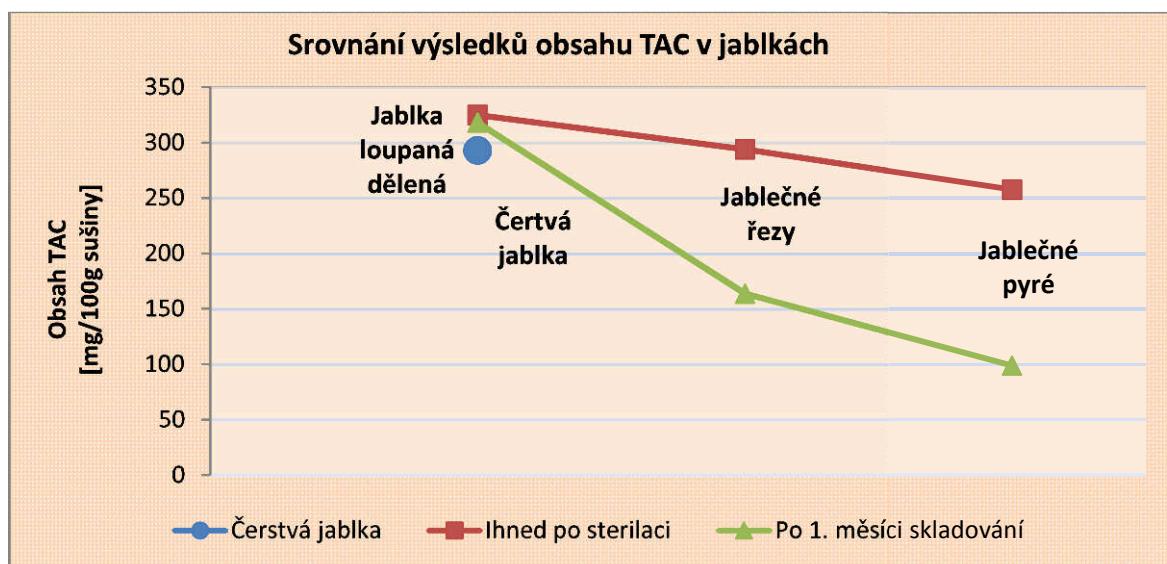
$$X = \frac{3,1875 \cdot 100}{0,5816} = 548,06 \text{ mgKA/100g sušiny}$$

9.4 Výsledky stanovení TAC

9.4.1 Obsah TAC – jablka

Tab. č. 9: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v jablkách

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Absorbance A_0	Obsah TAC [mgKA/100g sušiny]
Čerstvá	5,3660	13,9059	0,7993	1,1695	293,18
Ihned po sterilaci					
Loupaná dělená	5,2519	13,2675	0,99789	1,2932	324,85
Řezy	5,0808	13,9580	1,02345	1,2932	294,09
Pyré	5,0820	13,1395	1,0538	1,2932	257,67
Po 1. měsíci skladování					
Loupaná dělená	5,4528	14,2717	0,72037	1,0261	318,28
Řezy	2,5996	13,3352	0,74284	1,0261	163,92
Pyré	2,5560	13,8365	0,87695	1,0261	98,76



Obr. č. 23: Srovnání výsledků obsahu TAC v jablkách

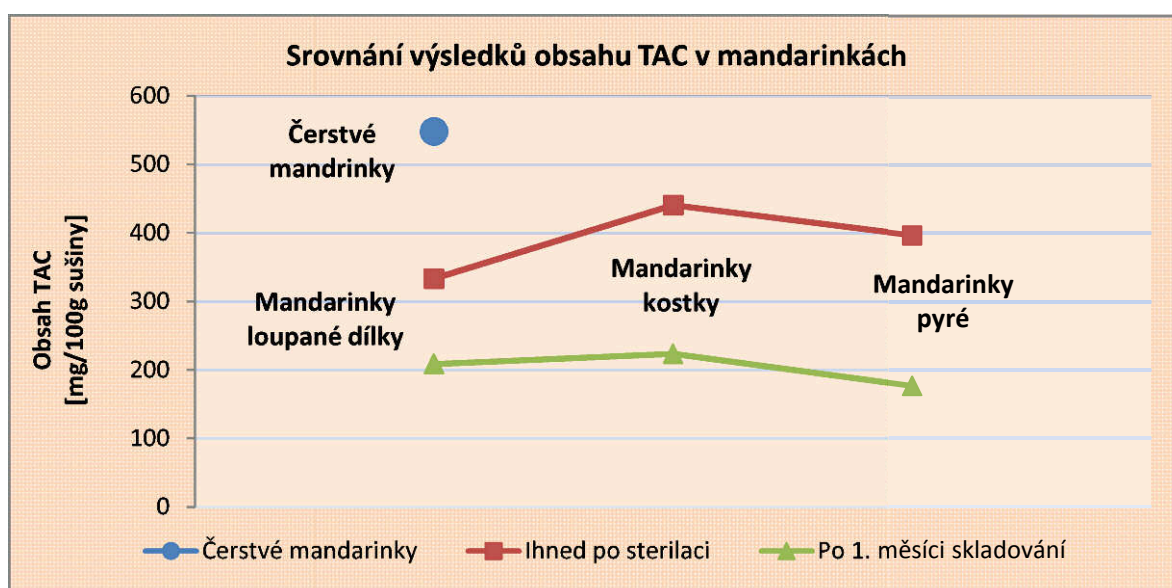
Antioxidační kapacita u jablek značně kolísá, jak je vidět na obrázku č. 23, antioxidační kapacita u čerstvých jablek je nižší, oproti výsledné antioxidační kapacitě

u sterilovaných vzorků, což je způsobeno s největší pravděpodobností vyluhováním antioxidantních látek do nálevu, nebo originalitou jednotlivých vzorků, které byly zakoupeny ve velkoobchodní síti a tak není znám průběh jejich zrání. Následný průběh poklesu celkové antioxidantní kapacity u sterilovaných vzorků, i u vzorků analyzovaných po 1. měsíci skladování, je v závislosti na mechanickém opracování.

9.4.2 Obsah TAC – mandarinky

Tab. č. 10: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidantní kapacity v mandarinkách

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Absorbance A_0	Obsah TAC [mgKA/100g sušiny]
Čerstvé	5,1347	12,2896	0,73282	1,1695	548,01
Ihned po sterilaci					
Loupané dílky	5,0221	13,8893	0,99503	1,2932	333,3
Řezy	5,0701	13,0264	0,9073	1,2932	440,37
Pyré	5,0511	13,9612	0,943065	1,2932	396,78
Po 1. měsíci skladování					
Loupané dílky	2,6521	14,3417	0,87842	1,0261	208,85
Řezy	2,4843	13,7154	0,87778	1,0261	223,63
Pyré	2,2601	13,5688	0,89150	1,0261	176,77



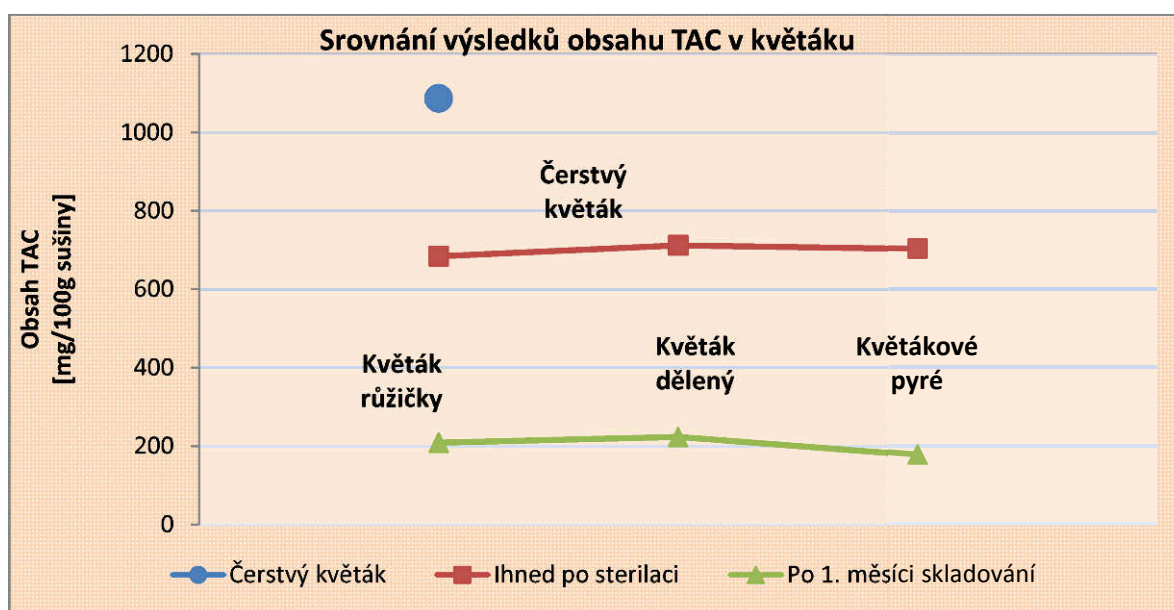
Obr. č. 24: Srovnání výsledků obsahu TAC v mandarinkách

U mandarinek je možné vidět značné kolísání hladiny celkové antioxidační kapacity. Toto kolísání je zřejmě způsobeno mechanickým opracováním, ale také lze kolísání hodnot přičíst závislosti na hodnotě W.

9.4.3 Obsah TAC – květák

Tab. č. 11: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v kvěťáku

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Absorbance A_0	Obsah TAC [mgKA/100g sušiny]
Čerstvá	5,0725	8,1363	0,77779	1,1407	1086,8
Ihned po sterilaci					
Loupaná dělená	5,2250	6,2916	0,94877	1,1407	684,32
Řezy	5,5303	7,1356	0,93328	1,1407	712,25
Pyré	5,4090	7,3849	0,93826	1,1407	703,27
Po 1. měsíci skladování					
Loupaná dělená	2,5127	6,896	0,87842	1,0261	208,85
Řezy	2,5078	6,7653	0,87778	1,0261	223,63
Pyré	2,5126	7,2295	0,89150	1,0261	176,77



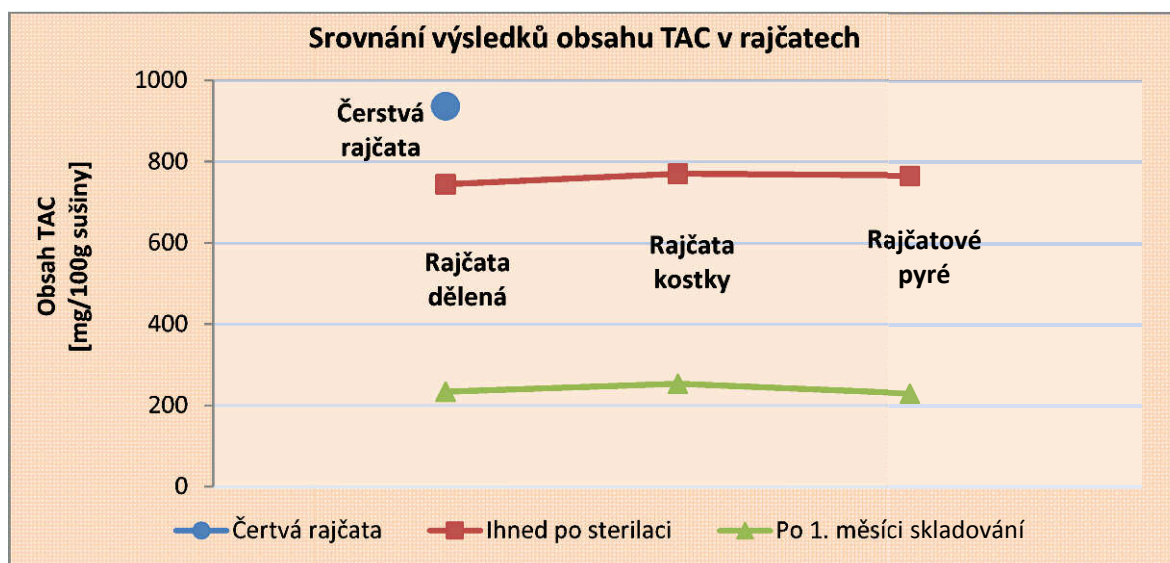
Obr. č. 25: Srovnání výsledků obsahu TAC v kvěťáku

Hladina antioxidační kapacity u květáku byla obzvláště vysoká. Opět lze vidět velký pokles mezi čerstvým a sterilovaným vzorkem. U sterilovaných vzorků dochází zřejmě k individuálnímu uvolněním antioxidačních látek do nálevu. U vzorků stanovovaných po jednom měsíci skladování, je opět znatelný pokles antioxidační kapacity, což s největší pravděpodobností, souvisí i s dobou skladování.

9.4.1 Obsah TAC – rajčata

Tab. č. 12: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v rajčatech

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Absorbance A_0	Obsah TAC [mgKA/100g sušiny]
Čerstvá	5,1967	7,5241	0,85517	1,1407	936,35
Ihned po sterilaci					
Loupaná dělená	5,2650	6,1424	0,92789	1,1407	744,26
Řezy	5,4127	7,6872	0,913975	1,1407	770,04
Pyré	5,7039	6,6245	0,91604	1,1407	766,23
Po 1. měsíci skladování					
Loupaná dělená	2,5654	6,035	0,87746	1,0261	233,76
Řezy	2,5399	7,635	0,84103	1,0261	253,16
Pyré	2,5976	7,31	0,85767	1,0261	229,83



Obr. č. 26: Srovnání výsledků obsahu TAC v rajčatech

U sterilovaných rajčat lze vidět jistou závislost v poklesu antioxidantů na mechanickém opracování vzorků a také na hodnotě W. U sterilovaných vzorků je hladina obsahu antioxidantních látek téměř vyrovnaná. Po měsíci skladování došlo k dalšímu prudkému poklesu, ale opět je hladina obsahu antioxidantů téměř vyrovnaná.

10 STANOVENÍ β -KAROTENU

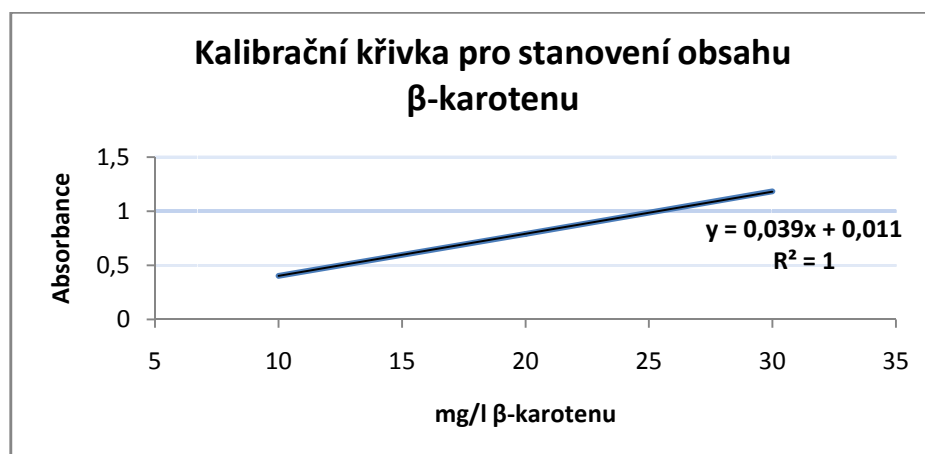
10.1 Příprava roztoků

10.1.1 Příprava standardního roztoku

Standardní roztok byl připraven ze standardu β -karotenu rozpuštěním v acetonu. Kdy bylo naváženo přesné množství krystalického β -karotenu a kvantitativně převedeno do odměrné baňky, rozpuštěno a doplněno acetonem po rysku.

10.1.2 Příprava kalibračních roztoků

Kalibrační roztoky byly připraveny ze standardního roztoku o koncentracích 10 mg/l, 20 mg/l a 30 mg/l.



Obr. č. 27: Graf kalibrační křivky pro stanovení obsahu β -karotenu

10.1.3 Příprava vzorku

Z upraveného rozmixovaného vzorku bylo s přesností na 0,0001 g naváženo 10 g. Navážka byla kvantitativně převedena do tmavé skleničky a zalita 50 ml acetonu. Takto připravený vzorek byl umístěn do temna na třepačku. Po několika hodinách, byl extrakt přefiltrován a změřen na spektrofotometru při vlnové délce 450 nm.

10.2 Výpočty

Množství β -karotenu se vypočítá z rovnice regrese:

$$y = 0,039x + 0,0111 \quad (9)$$

Vzorový výpočet obsahu β -karotenu – vzorek: sterilované rajče 4. 4. 2013

$$y = 0,039x + 0,0111$$

$$X = \frac{y - 0,0111}{0,039} = \frac{0,36917 - 0,0111}{0,039} = 9,18 \text{ mg/l}$$

$$8,18 \text{ mg/l} / 1000 \rightarrow 0,00818 \text{ mg/ml} \cdot 50 \text{ ml} = 0,409 \text{ mg } \beta\text{-karotenu}$$

Obsah β -karotenu v navážce 10,2152 g což odpovídá 0,409 mg β -karotenu

Obsah β -karotenu v sušině 0,2771 g což odpovídá 0,409 mg β -karotenu

Výpočet obsahu β -karotenu ve 100g sušiny:

$$X = \frac{0,409 \cdot 100}{0,2771} = 147,6 \text{ mg } \beta\text{-karotenu} / 100 \text{ g sušiny}$$

Tab. č. 13: Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě a v tepelně sterilovaných výrobcích

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě [mg/100g sušiny]	Obsah β -karotenu po sterilaci [mg/100g sušiny]
JABLKA					
Loupaná dělená	10,0282	14,2717	0,07935	56,35	12,23
Řezy	10,3559	13,3352	0,13673		24,72
Pyré	10,3260	13,8365	0,13242		23,66
MANDARINKY					
Loupané dílky	10,4699	14,3417	0,63645	308,63	103,45
Kostky	10,2973	13,7154	1,0717		200,88
Pyré	10,4646	13,5688	1,1560		217,49

Obsah β -karotenu v ovoci po sterilaci korespondoval s hodnotou W, tedy čím větší sterilizační účinek, tím byl obsah β -karotenu menší. U jablek loupaných dělených byla hodnota W 6,96 a obsah β -karotenu 12,23, zatímco u jablečných řezů byla hodnota W jen 0,34 a obsah β -karotenu byl nejvyšší.

Tab. č. 14: Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě a v tepelně sterilovaných výrobcích

Technologické zpracování	Navážka [g]	Sušina [%]	Absorbance A_1	Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě [mg/100g sušiny]	Obsah β -karotenu po sterilaci [mg/100g sušiny]
KVĚTÁK					
Růžičky	10,0791	6,896	0,06094	59,83	20,74
Květák dělený	10,0803	6,7653	0,05893		21,27
Květák pyrė	10,6687	7,2295	0,09201		30,3
RAJČATA					
Dělená půlená	10,2152	6,035	0,36917	287,36	165,64
Kostky	10,1874	7,635	0,32723		134,81
Pyrė	10,2210	7,31	0,36629		147,55

Na obsahu β -karotenu v zelenině, lze opět vidět, že hodnota W měla na obsah β -karotenů vliv. U sterilovaného květáku s klesající hodnotou W stoupá množství β -karotenu. β -karoten při vyšších teplotách a přístupu vzduchu, velmi snadno oxiduje, což je vidět i při tomto stanovení, kdy při dokonalejším prostupu tepla obsah β -karotenu klesá.

11 SENZORICKÁ ANALÝZA

U všech vzorků byla provedena také senzorická zkouška, a to ihned po sterilaci a poté po 1 měsíci skladování.

K hodnocení byla hodnotitelům předložena schémata spolu s příloženým formulářem pro vyplnění, použita byla bodová hédonická stupnice se stupni od 1 do 5 a byly posuzovány charakteristiky: vzhled a barva, vůně, konzistence a chuť.

Z výsledných hodnot byl vypočítán aritmetický průměr, kdy platí, čím větší číslo, tím horší ohodnocení.

Formulář hodnocení je přiložen v příloze.

Postup senzorického hodnocení:

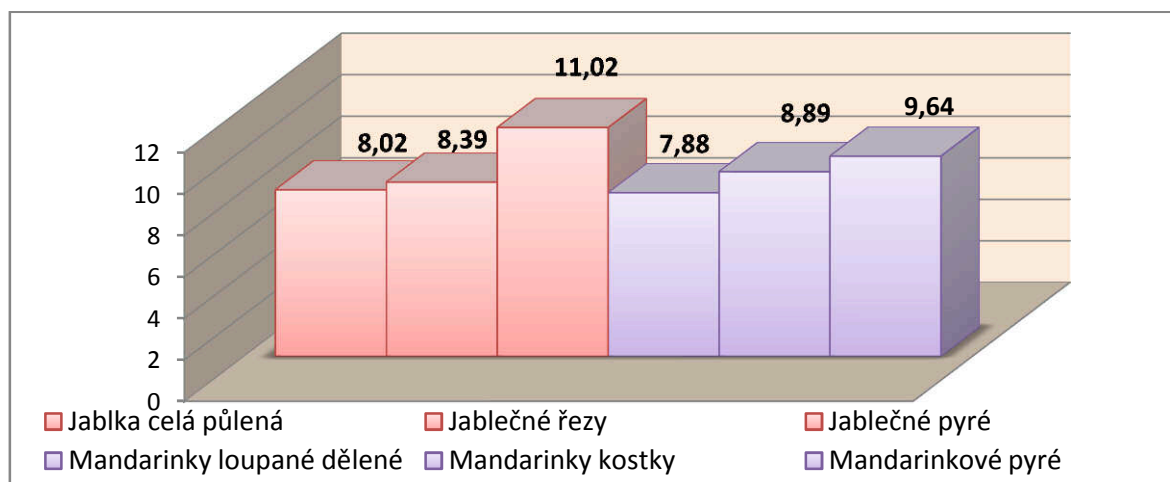
1. pozvání k hodnocení
2. předběžná informace o výrobku nebo jeho změně
3. seznámení s výrobkem v malospotřebitelském obalu, nebo alespoň s předběžným návrhem na obal
4. instruktáž o průběhu zkoušky včetně způsobu ochutnání
5. rozdání hodnotitelského dotazníku a instruktáž o jeho vyplnění
6. hodnocení vzhledu, které bývá někdy rozhodující
7. vlastní degustace
8. vyplnění dotazníku
9. kontrola správnosti vyplnění dotazníku provede osobně organizátor [52].

11.1 Vyhodnocení sensorické analýzy

11.1.1 Jablka a mandarinky

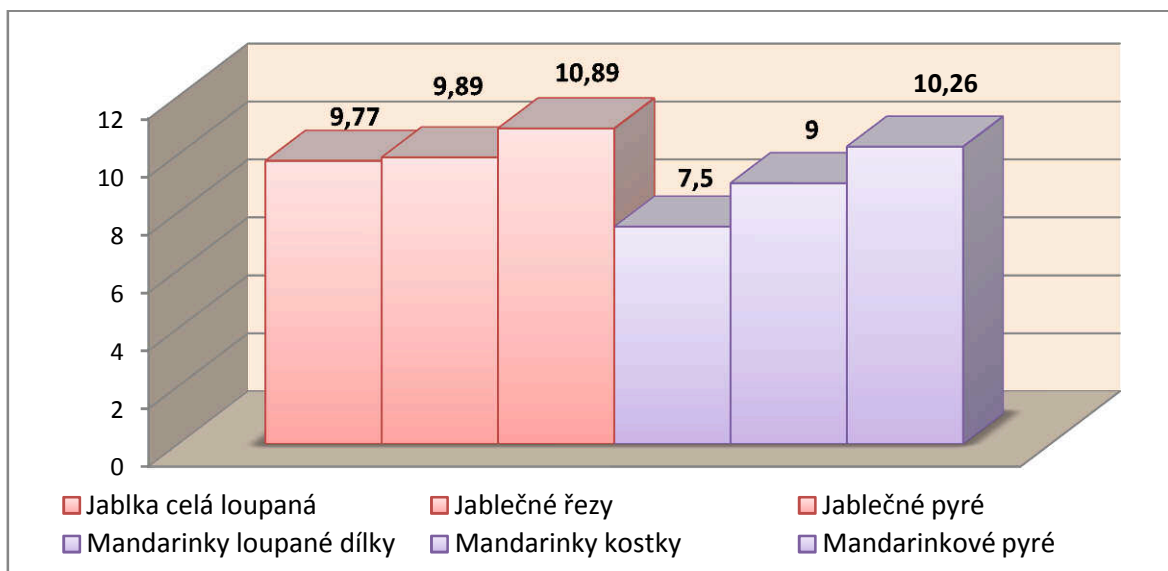
Tab. č. 15: Vyhodnocení sensorické analýzy u ovocných tepelně sterilovaných vzorků

	JABLKA			MANDARINKY		
	Celá půlená	Řezy	Pyré	Loupané dělené	Kostky	Pyré
IHNED PO STERILACI						
Vzhled a barva	2,14	2,25	2,38	2	2,25	1,88
Vůně	1,5	1,88	3,63	2	2,13	3,25
Konzistence	2,38	2,13	2,13	1,63	2,38	2,13
Chuť	2	2,13	2,88	2,25	2,13	2,38
Celkové hodnocení	8,02	8,39	11,02	7,88	8,89	9,64
PO 1 MĚSÍCI SKLADOVÁNÍ						
Vzhled a barva	2,38	2,88	3,13	1,75	2	2,25
Vůně	2,38	2,13	2,38	2	2,25	2,5
Konzistence	2,88	2,63	2,63	1,75	2,25	2,88
Chuť	2,13	2,25	2,75	2	2,5	2,63
Celkové hodnocení	9,77	9,89	10,89	7,5	9	10,26



Obr. č. 28: Grafické vyjádření výsledků sensorické analýzy ovocných tepelně sterilovaných vzorků

Při sensorickém hodnocení ovocných tepelně sterilovaných vzorků, jak je vidět na obrázku č. 28, byly nejlépe hodnoceny mandarinky dělené loupané. V celkovém hodnocení získali 7,88 bodů. Nejhůře posuzovatelé ohodnotili jablečné pyré, které získalo 11,02 bodů. Vzorky byly zakoupeny v zimním období, což není jejich přirozené období zrání. Jablka byla mdlé chuti, naopak mandarinky byly výrazně trpké.

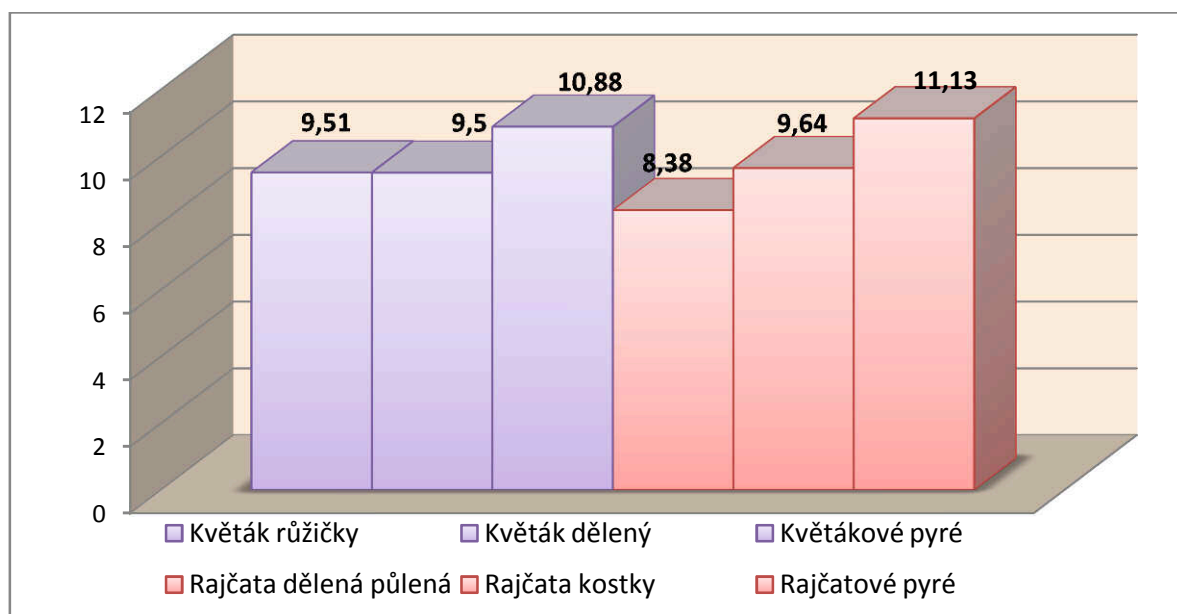


Obr. č. 29: Grafické vyjádření výsledků sensorické analýzy ovocných tepelně sterilovaných vzorků po 1 měsíci skladování

U sensorického hodnocení vzorků, které byly skladovány 1 měsíc, byly v celkovém hodnocení opět nejlépe hodnoceny mandarinky loupané dílky. Nejhorším výrobkem dle hodnotitelů jsou jablka celá loupaná.

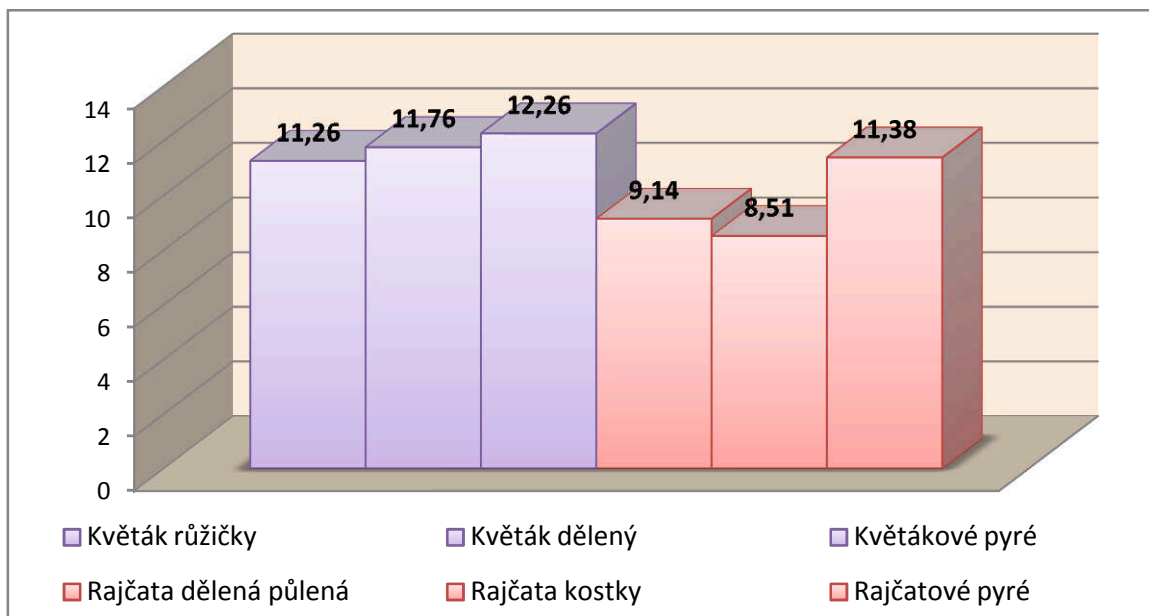
11.1.2 Květák a rajčata

	KVĚTÁK			RAJČATA		
	Růžičky	Dělený	Pyré	Dělená půlená	Kostky	Pyré
IHNED PO STERILACI						
Vzhled a barva	1,63	1,5	2,13	1,63	2	2,13
Vůně	2,13	2,5	2,75	2,25	2,38	2,75
Konzistence	2,5	2,5	2,5	2,25	2,38	2,5
Chuť	3,25	3	3,5	2,25	2,88	3,75
Celkové hodnocení	9,51	9,5	10,88	8,38	9,64	11,13
PO 1 MĚSÍCI SKLADOVÁNÍ						
Vzhled a barva	3,38	3,25	2,63	1,88	1,88	2,25
Vůně	3	3,13	3,25	2,63	2,38	2,63
Konzistence	2,13	2,38	2,88	2,13	2	3
Chuť	2,75	3	3,5	2,5	2,25	3,5
Celkové hodnocení	11,26	11,76	12,26	9,14	8,51	11,38



Obr. č. 30: Grafické vyjádření výsledků senzoričké analýzy zeleninových tepelně sterilovaných vzorků

U sensorického hodnocení zeleninových tepelně sterilovaných vzorků bylo hodnotiteli jako nejhorší vzorek označeno rajčatové pyré. Nejméně bodů a nejlépe hodnoceným vzorkem byla rajčata dělená půlená.



Obr. č. 31: Grafické vyjádření výsledků sensorické analýzy zeleninových tepelně sterilovaných vzorků po 1 měsíci skladování

U sensorického hodnocení tepelně sterilovaných zeleninových vzorků po 1 měsíci skladování byla celkově lépe hodnocena sterilovaná rajčata. Nejlépe hodnoceným vzorkem byla rajčata kostky. Jako nejhorší vzorek bylo posuzovateli hodnoceno květákové pyré.

12 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo připravit modelové vzorky tepelně sterilovaných ovocných a zeleninových konzerv, které budou v různém mechanickém opracování sterilovány při sterilizačním režimu: $\frac{15-10-15}{85}$, a u každého vzorku bude vypočítána hodnota W a stanoveny vybrané analytické ukazatele.

Stanovením vitamínu C, který je ukazatelem šetrnosti mechanického zpracování, bylo zjištěno, že s různým mechanickým opracováním kolísá také obsah vitamínu C, podobně také stanovení celkové antioxidační kapacity. U stanovení β -karotenu byla zaznamenána souvislost s hodnotou W na celkový obsah tohoto přírodního barviva.

Při sensorickém hodnocení byly lépe hodnoceny vzorky posuzované ihned po sterilaci.

Podle výsledků měla tepelná sterilace, spolu s mechanickým opracováním značný vliv na obsah vitamínu C a antioxidační kapacity. Také skladování vzorků prokázalo další pokles daných analytických ukazatelů.

Jednoznačný vliv mělo mechanické opracování na hodnotu W, se zvyšováním viskozity, hodnota W klesala stejně jako s homogenitou náplně. To znamená, že u heterogenních náplní byla vyšší a u homogenních náplní nižší.

U sterilovaných jablek s mechanickým opracováním na jablka dělená loupaná, byla hodnota W oproti jablečnému pyré vyšší, vyhodnocením sterilizačního režimu bylo zjištěno, že pro jablečné pyré byl sterilizační účinek nedostatečný. U mandarinek byl sterilizační efekt opačný. Mandarinkové pyré obsahovalo velké množství kapalné složky, kterou představovala šťáva z mandarinek a hodnota tak byla vyšší, než u mandarinek loupáných dílků, což však byla ještě hodnota dostatečné sterilace. U sterilované zeleniny byly výsledky v přímé závislosti na viskozitě vzorků. S rostoucí viskozitou hodnota W klesala. Stejný průběh byl také u rajčat. U rajčat dělených byla hodnota W dostačující, pro úspěšnou sterilaci, rajčatové pyré však bylo již nedostatečně sterilováno.

Spolu s různým mechanickým opracováním a s tím i spojený různý sterilizační efekt, měl také vliv na obsah vitamínu C, antioxidační aktivitu a také na obsah β -karotenu.

Rozdíly při stanovení vybraných analytických ukazatelů před sterilací a po ní byly značné. Při stanovení po měsíci skladování sterilovaných vzorků, byl zaznamenán také pokles, což ukazuje na nestabilitu významných biologicky aktivních látek.

Při provedení senzoričkého hodnocení byly lépe hodnoceny tepelně sterilované výrobky z ovoce, a to ihned po sterilaci a také po měsíci skladování.

Z výsledků získaných při zpracování této práce lze doporučit omezit kontakt zpracovávaných surovin při mechanickém opracování se vzduchem na co nejnižší možnou míru, popř. použít inertní atmosféru, či deaeraci. Materiál technologických zařízení volit tak, aby nepůsobil negativně na oxilabilní látky obsažené v surovinách. V závislosti na způsobu mechanického opracování přizpůsobit charakteru náplně konzervy také sterilační režim, aby sterilace byla dostačující, ale nedocházelo k úbytkům nutričně významných a biologicky aktivních látek.

Při stanovování sterilačních režimů vycházet z poznatku, že šetrnější je záhřev při vyšší teplotě po kratší dobu a než záhřev při nižší teplotě po delší dobu.

Pro výrobu tepelně sterilovaných ovocných a zeleninových konzerv použít kvalitní mikrobiálně nenarušené suroviny, u nichž je vyšší předpoklad stability a odolnosti proti nežádoucím změnám způsobujících použitím tepelného zákroku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HRABĚ, J., HOZA, I., ROP, O. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 178 s. ISBN 8073183722.
- [2] VALÁŠEK, P., ROP. *Základy konzervace potravin: doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-7318-587-9.
- [3] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. *Teoretické principy konzervace potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005, 130 s. ISBN 80-7318-339-0.
- [4] DRDÁK, M. *Technológia rastlinných neúdržných potravín*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 301 s. ISBN 8005001215.
- [5] KUBICOVÁ, D. *Náuka o požívatinách*. Martin: Osveta, 2004, 159 s. ISBN 80-8063-165-4.
- [6] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2010, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [7] DUDÁŠ, F. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. Vyd. 1. (2. přeprac.). Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981, 383 s.
- [8] HOSTAŠOVÁ, B., NĚMEC, E., VLACHOVÁ, L. *Domácí konzervování ovoce a zeleniny*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 1980, 314 s. ISBN 8073090015.
- [9] DOBIÁŠ, J. *Technologie zpracování ovoce a zeleniny I., VŠCHT*.
- [10] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., BEJBAK, P. *Technologie konzervárenství pro 4. ročník střední průmyslové školy konzervářské*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981.
- [11] Ovoce. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.vupp.cz/czvupp/departments/odd350/06brefP4%28549-649%29.pdf>>.
- [12] Technologie zpracování. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<[www.vupp.cz/czvupp/departments/.../06brefP2\(9-64\).pdf](http://www.vupp.cz/czvupp/departments/.../06brefP2(9-64).pdf)>.
- [13] Řezačka papriky. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-73483/Rezacka-papriky->>>.

- [14] FRANCIS, F., *Wiley encyclopedia of food science and technology* [online]. 2nd ed. New York: John Wiley, 2000 [cit. 2013-05-08].
- [15] ZEUTHEN, P. *Food preservation techniques* [online]. Boca Raton: CRC Press, 2003 [cit. 2013-05-08].
- [16] VALÁŠEK, P. Nepublikovaný zdroj
- [17] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. Vyd. 3., přeprac. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 119 s. ISBN 978-80-7375-110-4.
- [18] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [19] DEAK, T., FARKAS, J. *Microbiology of thermally preserved foods: canning and novel physical methods*. Lancaster, PA: DEStech Publications, 2013, 318 s. ISBN 978-1-60595-033-4.
- [20] VALENTAS, K., J. *Handbook of Food Engineering Practice*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 1997, 718 s. ISBN 0849386942.
- [21] Termosterilace. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/KP/pdf/termosterilace.pdf>.
- [22] KYZLINK, V. *Principles of food preservation*. ELSEVIER. 1990. ISBN 0-444-98844-0
- [23] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výroby*. Vyd. 1. Ostrava: KEY Publishing, 2012, 494 s. ISBN 978-80-7418-086-6.
- [24] SCHREIBEROVÁ, L. *Chemické inženýrství I*. Vyd. 3., rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2011, 294 s. ISBN 978-80-7080-778-1.
- [25] Vyhláška. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/vyhlaska-ministerstva-zemedelstvi-o-veterinarnich-pozadavcich-na-zivocisne-produkty-14080.html>>.
- [26] Laboratorní termostat. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.verkon.cz/termostaty-laboratorni-q-cell/>>.

- [27] OŠŤÁDALOVÁ, M., PAŽOUT, V., POSPIECH, M., TALANDOVÁ, M. *Hygiena a technologie potravin rostlinného původu Hygiena a technologie nápojů, ovoce, zeleniny, suchých plodů, hub a výrobků z nich, Návodů do cvičení*. Brno. Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7305-618-6
- [28] *Zákony pro lidi*. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-157#oddil2>>.
- [29] *Návodů k laboratořím*. UTB. Nepublikovaný zdroj
- [30] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003, 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- [31] *Domácí výroba moštů*. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<http://www.ereading.cz/nakladatele/data/ebooks/1373_preview.pdf>.
- [32] *Refraktometr*. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.kaposervis.cz/refraktometry.html>>.
- [33] TREMLOVÁ, B., OŠŤÁDALOVÁ, M., TAUFEROVÁ, A. *Hygiena a technologie potravin rostlinného původu. Hygiena a technologie cukru, cukrovinek, čaje a kávy. Navody do cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-636-0.
- [34] *Vlhnutí*. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://web.vscht.cz/dolezala/LRMCHP/%C3%A1loha%20%C4%8D.%2012%20+%2013%20LabRM%20-%20Vlhnut%C3%AD.pdf>>.
- [35] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin - laboratorní cvičení*. Újezd u Brna : RNDr. Ivan Straka, vydavatel odborných publikací, 2001.
- [33] KOTT, V. *Zpracování ovoce v malých provozovnách*. Státní zemědělské nakl., s. 213. 1981
- [34] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. Vyd. 2. uprav. Tábor: OSSIS, 2002, 304 s. ISBN 8086659011.
- [35] KUTZ, M. *Handbook of farm, dairy, and food machinery* [online]. Norwich, N.Y.: William Andrew, 2007 [cit. 2013-05-08].

- [36] DAVÍDEK, Jiří. *Chemie potravin*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991, 142 s. ISBN 8070800976.
- [37] VALÁŠEK, Pavel a Otakar ROP. *Analýza potravin: přírodní látky : doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-7318-585-5.
- [38] *Chemie potravin. Doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007.
- [39] EMERTON, V. *Ingredients Handbook - Food Colours*. 2008, 222 s. John Wiley & Sons. ISBN 978-1-905224-44-9
- [40] CLARK, M. *Handbook of Textile and Industrial Dyeing, Volume 2 - Applications of Dyes*. Woodhead Publishing. 2011. 339 s. ISBN 978-1-84569-696-2.
- [41] Beta-karoten. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
< http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_11_802-816.pdf>.
- [42] Beta-karoten. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
< http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_11_802-816.pdf>.
- [43] Beta-karoten. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
< <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E160a%28ii%29>>.
- [44] HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*. Praha : Grada Publishing a. s., 2004. ISBN 80-247-0373-4.
- [45] Beta-karoten. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://biologiaroslin.wordpress.com/2010/05/22/marchewkowa-eksplozja-zdrowia-i-kolorow-2/>>.
- [46] DAVÍDEK, Jiří. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1977, 718 s.
- [47] Celková antioxidační kapacita. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
< http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/Spektrofotometrie.pdf>.
- [48] Stanovení CAK. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_04_03.pdf>.

- [49] Stanovení CAK. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.institut-danone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-03.pdf>>.
- [50] Spektrofotometr. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://vtpup.cz/vyzkum-mereni-analyzy/pristroje-na-up.html?action=detail&deviceId=51>>. -
- [51] Kompoty. [online].[cit. 2013-04-05]. Dostupný z www:
<<http://www.zahrada.cz/magazin/aktualni-temata/kompoty-z-nasi-zahrady.html?sablona=tisk>>.
- [52] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I.: František Buňka, Jan Hrabě, Bohumír Vospěl*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 157 s. ISBN 978-80-7318-887-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPPH 1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl

UV Ultraviolet – ultrafialové záření

VIS Viditelná oblast spektra

TAC Total antioxidant capacity – celková antioxidační kapacita

KA Kyselina askorbová

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Řezačka papriky [14].....	21
Obr. č. 2: Průběh sterilačního režimu při sterilaci do 100°C.....	30
Obr. č. 3: Schéma sterilační vany.....	33
Obr. č. 4: Pohled na sterilační baterii v konzervářské firmě.....	34
Obr. č. 5: letality mikroorganismů kyselých potravin [2].....	35
Obr. č. 6: Čáry letality mikroorganismů nekyselých potravin.....	35
Obr. č. 7: Ukázka vyhodnocení sterilačního režimu grafickou integrací.....	38
Obr. č. 8: Laboratorní termostat [26].....	39
Obr. č. 9: Ruční refraktometr [32].....	41
Obr. č. 10: L-askorbová kyselina a L-dehydroaskorbová kyselina [36].....	43
Obr. č. 11: Schéma průběhu reakce při stanovení kyseliny askorbové 2,6- dichlorfenolindofenolem.....	46
Obr. č. 12: β -karoten [45].....	47
Obr. č. 13: UV/VIS Spektrofotometr Perkin-Elmer Lambda 25 [50].....	53
Obr. č. 14: Sklenice Twist-Off.....	55
Obr. č. 15: Provedení grafické integrace.....	57
Obr. č. 16: Grafické vyjádření výpočtů hodnoty W pro jablka a mandarinky.....	58
Obr. č. 17: Grafické vyjádření výpočtů hodnoty W pro rajčata a květák.....	60
Obr. č. 18: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C u tepelně sterilovaných jablečných vzorků.....	63
Obr. č. 19: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v mandarinkách.....	65
Obr. č. 20: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v kvěťáku.....	66
Obr. č. 21: Srovnání výsledků obsahu vitamínu C v rajčatech.....	67
Obr. č. 22: Graf kalibrační křivky pro stanovení TAC.....	69
Obr. č. 23: Srovnání výsledků obsahu TAC v jablkách.....	71
Obr. č. 24: Srovnání výsledků obsahu TAC v mandarinkách.....	72
Obr. č. 25: Srovnání výsledků obsahu TAC v kvěťáku.....	73
Obr. č. 26: Srovnání výsledků obsahu TAC v rajčatech.....	74
Obr. č. 27: Graf kalibrační křivky pro stanovení obsahu β -karotenu.....	76
Obr. č. 28: Grafické vyjádření výsledků senzorické analýzy ovocných tepelně sterilovaných vzorků.....	80

Obr. č. 29: Grafické vyjádření výsledků senzoričké analýzy ovocných tepelně sterilovaných vzorků po 1 měsíci skladování.....	81
Obr. č. 30: Grafické vyjádření výsledků senzoričké analýzy zeleninových tepelně sterilovaných vzorků	82
Obr. č. 31: Grafické vyjádření výsledků senzoričké analýzy zeleninových tepelně sterilovaných vzorků po 1 měsíci skladování.....	83

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Technologická úprava vzorků.....	54
Tab. č. 2: Tabulka hodnot pro vyhodnocení sterilačního režimu grafickou integrací	56
Tab. č. 3: Vypočítané hodnoty W pro sterilované ovoce.....	58
Tab. č. 4: Vypočítané hodnoty W pro sterilovanou zeleninu	59
Tab. č. 5: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C u tepelně sterilovaných jablečných vzorků.....	63
Tab. č. 6: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v mandarinkách.....	64
Tab. č. 7: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v kvěťáku.....	65
Tab. č. 8: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu vitamínu C v rajčatech	66
Tab. č. 9: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v jablkách	71
Tab. č. 10: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v mandarinkách	72
Tab. č. 11: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v kvěťáku	73
Tab. č. 12: Změřené a vypočítané hodnoty obsahu antioxidační kapacity v rajčatech.....	74
Tab. č. 13: Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě a v tepelně sterilovaných výrobcích	77
Tab. č. 14: Obsah β -karotenu v čerstvé hmotě a v tepelně sterilovaných výrobcích	78
Tab. č. 15: Vyhodnocení sensorické analýzy u ovocných tepelně sterilovaných vzorků.....	80

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: TECHNICKO HOSPODÁŘSKÉ NORMY

PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK PRO SENZORICKOU ANALÝZU

PŘÍLOHA P III: VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY

PŘÍLOHA P IV: FOTOGRAFIE HODNOCENÝCH VZORKŮ

PŘÍLOHA P I: TECHNICKO HOSPODÁŘSKÉ NORMY

KOMPOTY		Norma spotřeby na 1 tunu hotového výrobku						
výrobek					suroviny		materiál	
Číslo skup.	druh	balení a velikost	hmotnost		druh a stav	množství	cukr krys-tal	kys. citronová
			vsád.	obs.				
771 221			g	g		kg	kg	kg
19	<u>JABLEČNÝ KOMPOT</u>							
	Dělený loupaný	OM 370	205	310	<u>Jablka čerstvá</u>	683	80	5
	ON 56 8720	OM 720	410	620	Ø RS 8%	683	80	5
	RS min. 16%	S 4/1	2200	3200	Ø kys. 0,7%	917	102	5
	Kys. min. 0,4%	P 1/1	500	800		835	105	5
20	<u>JABLEČNÉ ŘEZY</u>	OM 370		310	<u>Jablka čerstvá</u>	827		2
	Sterilované	OM 720		580	Ø RS 8%	773		2
	ON 56 8743	S 4/1		3000	Ø kys. 0,7%	1000		3
	RS min. 8%							
	Kys. max. 1%							

PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK PRO SENZORICKOU ANALÝZU

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Senzorické hodnocení sterilovaných ovocných a zeleninových výrobků

Datum:

Hodina:

U následujících vzorků zhodnoťte jednotlivé sensorické znaky dle přiložených stupnic a označte v tabulce.

VZHLED A BARVA

<i>Číslo stupně</i>	<i>Slovní vyjádření stupně</i>	<i>Popis stupně</i>
1	Vynikající	Barva jasná, stejnorodá. Vzhled kompaktní, charakteristický pro daný druh suroviny.
2	Velmi dobrý	Nepatrné odchylky od vynikající, bez cizího zbarvení. Vzhled kompaktní malé odchylky od vynikající.
3	Dobrý	Barva méně atraktivní, možné odchylky od vynikající, přesto stále vzhled i barva odpovídají druhu suroviny.
4	Přijatelný	Větší barevné odchylky, barva odlišná od svého druhu. Vzhled netypický.
5	Nevyhovující	Barva příliš tmavá nebo světlá, nepravidelná, zřetelně odlišná od použité suroviny. Vzhled netypický, nestejnorodý, zákal nálevu.

VŮNĚ

<i>Číslo stupně</i>	<i>Slovní vyjádření stupně</i>	<i>Popis stupně</i>
1	Vynikající	Jemná, vyrovnaná, po použitých surovinách, bez cizích pachů.
2	Velmi dobrý	Jemná, méně vyrovnaná, ale čistá, po použité surovině, bez cizích pachů.
3	Dobrý	Méně výrazná, bez cizích pachů.
4	Přijatelný	Slabě netypická, neharmonická, slabý výskyt cizího pachu.
5	Nevyhovující	Vůně nevyrovnaná, odpudivá, výskyt cizího pachu.

KONZISTENCE

<i>Číslo stupně</i>	<i>Slovní vyjádření stupně</i>	<i>Popis stupně</i>
1	Vynikající	Stejnorodá, odpovídající použitému druhu suroviny.
2	Velmi dobrý	Homogenní, bez znatelných odchylek.
3	Dobrý	S minimálními odchylkami (v tuhosti, jemnosti, rozvařenosti, homogenitě).
4	Přijatelný	Větší odchylky od požadované konzistence (jednotlivé komponenty tuhé, rozvařené, mazlavé, nehomogenní).
5	Nevyhovující	Nevyhovující konzistence (nedovařené, silně rozvařené, rozpadavé, nehomogenní).

CHUŤ

<i>Číslo stupně</i>	<i>Slovní vyjádření stupně</i>	<i>Popis stupně</i>
1	Vynikající	Plně výrazná, intenzivní po použitém druhu suroviny, bez cizích pachutí, čistá, odpovídající použité surovině.
2	Velmi dobrý	Čistá, stále harmonická, odpovídající použitému druhu suroviny, bez cizích pachutí.
3	Dobrý	S mírnými odchylkami, méně výrazná, možnost cizích pachutí.
4	Přijatelný	Slabě netypická, méně harmonická, slabě cizí, výskyt slabé pachuti.
5	Nevyhovující	Převládající cizí nežádoucí chuť, neharmonická, zkažená.

PŘÍLOHA P III: VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY

Název vzorku	Bodové hodnocení			
	Vzhled a barva	Vůně	Konzistence	Chuť
Jablka celá půlená				
Jablečné řezy				
Jablečné pyré				
Mandarinky celé				
Mandarinkové řezy				
Mandarinkové pyré				
Květák celé růžičky				
Květákové řezy				
Květákové pyré				
Rajčata celá půlená				
Rajčatové řezy				
Rajčatové pyré				

PŘÍLOHA P III: FOTOGRAFIE HODNOCENÝCH VZORKŮ



Sterilovaná jablka s různým mechanickým opracováním



Sterilované mandarinky s různým mechanickým opracováním



Sterilovaný květák s různým mechanickým opracováním



Sterilovaný květák s různým mechanickým opracováním