

Vliv sterilačního zákroku na vybrané analytické ukazatele tepelně sterilovaných zeleninových výrobků

Bc. Ilona Lacinová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ilona Lacinová**
Osobní číslo: **T11114**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vliv sterilačního zákroku na vybrané analytické ukazatele tepelně sterilovaných zeleninových výrobků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Pojedejte o chemickém složení zeleniny.
2. Stručně uveďte technologie tepelně sterilovaných konzervářských výrobků ze zeleniny a základní technologické postupy.
3. Popište základní analytické metody používané pro kontrolu tepelně sterilovaných zeleninových výrobků.
4. Zaměřte se na stanovení vitamínu C, přírodních barviv a celkové antioxidační kapacity.

II. Praktická část

1. Připravte modelové vzorky sterilovaných zeleninových výrobků z dostupných tuzemských surovin, přičemž použijte různé sterilační režimy.
2. Proveďte stanovení vybraných látek v řadách modelových vzorků tepelně sterilovaných zeleninových výrobků.
3. Získané výsledky vyhodnoťte a diskutujte včetně praktických doporučení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ZEUTHEN, P., SORENSEN, B. Food Preservation Techniques. Woodhead Publishing, 2013, 613 pp. ISBN 978-1-85573-530-9.

[2] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. Teoretické principy konzervace potravin I – Hlavní konzervářské suroviny. UTB ve Zlíně, 2005, 130 s. ISBN 80-7318-339-0-7AA.

[3] INGR, I. Základy konzervace potravin. MZLU Brno, 1997, 119 s. ISBN 8073751100.

[4] KYZLINK, V. Principles of food preservation, ELSEVIER Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1990. ISBN 0-444-98844-0.

[5] FRANCIS, FREDERICK J. Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology (2nd Edition), John Wiley & Sons, 1999, 2816 pp, ISBN 978-0-471-19285-5.

[6] VALÁŠEK, P., ROP, O. Základy konzervace potravin, UTB ve Zlíně, 2007, 174 s. ISBN 978-80-7318-587-9.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

16. ledna 2013

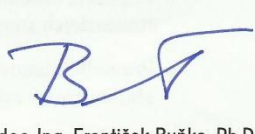
Termín odevzdání diplomové práce:

2. května 2013

Ve Zlíně dne 4. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

Příjmení a jméno: LACINOVÁ ILONA

Obor: THEVT

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, 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 2.5.2013

Ilona Lacinová

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.

(1) *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.*

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje vliv sterilačního zákroku na vybrané analytické ukazatele tepelně sterilovaných zeleninových výrobků. Teoretická část se zabývá popisem rozdělení zeleniny, jejím chemickým složením, charakteristikou vybraných konzervářských surovin, technologií výroby tepelně sterilovaných zeleninových výrobků a popisem analytických metod pro kontrolu těchto výrobků. V praktické části jsou popsány vybrané analytické metody využití pro srovnání jednotlivých vzorků, na nichž byly aplikované různé sterilační zákroky. Sledován byl obsah vitamínu C, β -karotenu a antioxidační kapacita.

Klíčová slova:

Vitamin C, antioxidační kapacita, β -karoten, sterilační režim

ABSTRACT

This thesis describes the effect of sterilizing treatment for selected analytical indicators of heat-sterilized vegetable products. The theoretical part describes the distribution of vegetables, chemical composition, characteristics of selected canning raw materials, production technology heat-sterilized vegetable products and a description of analytical methods for the control of these products. The practical part describes the selected analytical methods used for comparison of different samples, which were applied different sterilization procedures. We studied the content of vitamin C, β -carotene and antioxidant capacity.

Keywords:

Vitamin C, antioxidant capacity, β -carotene, sterilization mode

Poděkování

Děkuji panu doc. Ing. Pavlovi Valáškoví CSc. za jeho ochotu, pomoc, trpělivost a cenné rady při zpracování mé diplomové práce. Dále děkuji paní laborantce Jaroslavě Řemenovské, která mně pomáhala při analýze vzorků v laboratořích a bez níž by tato práce nemohla vzniknout.

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ROZDĚLENÍ ZELENINY	13
1.1 KOŠTÁLOVÁ ZELENINA	13
1.2 PLODOVÁ ZELENINA	13
1.3 KOŘENOVÁ ZELENINA	13
1.4 CIBULOVÁ ZELENINA	14
1.5 LISTOVÁ ZELENINA	14
1.6 LUSKOVÁ ZELENINA	14
1.7 KOŘENINOVÁ A AROMATICKÁ ZELENINA	15
1.8 STONKOVÁ ZELENINA	15
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZELENINY	16
2.1 VODA	16
2.2 SACHARIDY	16
2.3 BÍLKOVINY	16
2.4 LIPIDY	17
2.5 ORGANICKÉ KYSELINY	17
2.6 MINERÁLNÍ LÁTKY	17
2.7 PEKTINOVÉ LÁTKY	18
2.8 PLYNY	18
2.9 VITAMINY	18
2.10 AROMATICKÉ LÁTKY	19
2.11 BARVIVA	20
2.12 ENZYMY	20
3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH KONZERVÁRENSKÝCH SUROVIN	21
3.1 MRKEV	21
3.1.1 Původ	21
3.1.2 Odrůdy	21
3.1.3 Pěstování	22
3.2 PAPRIKA	23
3.2.1 Původ	23
3.2.2 Odrůdy	23
3.2.3 Pěstování	24
3.3 ZELÍ	24
3.3.1 Původ	24
3.3.2 Odrůdy	25
3.3.3 Pěstování	26

4	TECHNOLOGIE VÝROBY TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBKŮ	27
4.1	VHODNOST JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ ZELENINY KE KONZERVOVÁNÍ	27
4.2	TECHNOLOGIE VÝROBY STERILOVANÝCH VÝROBKŮ	28
4.2.1	Prvotní úprava	28
4.2.2	Čištění - praní	28
4.2.3	Dělení suroviny	29
4.2.4	Třídění.....	29
4.2.5	Blanšírování	30
4.2.6	Používané obaly a plnění suroviny do obalů.....	30
4.2.7	Příprava nálevu.....	31
4.2.8	Uzavírání.....	33
4.2.9	Sterilační režim.....	33
4.2.10	Uskladnění výrobků.....	34
4.3	MARINOVANÉ VÝROBKY	34
4.3.1	Marinované zelí.....	35
5	ANALYTICKÉ METODY PRO KONTROLU TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBKŮ	36
5.1	VITAMIN C.....	36
5.1.1	Stanovení vitamínu C	36
5.1.1.1	Titrační metoda	36
5.1.1.2	Spektrofotometická metoda	37
5.1.1.3	Chromatografické stanovení	37
5.1.1.4	Elektrochemické metody	38
5.2	B-KAROTEN	38
5.2.1	Stanovení β -karotenu	39
5.3	ANTIOXIDANTY	40
5.3.1	Stanovení antioxidační kapacity.....	40
5.3.1.1	Metody založené na eliminaci radikálů	40
5.3.1.2	Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek.....	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	42
6	CÍL PRÁCE.....	43
7	PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ	44
7.1	POUŽITÉ SUROVINY	44
7.2	THN MATERIÁLOVÁ PRO JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBKŮ	44
7.3	STERILAČNÍ REŽIM	47
8	STANOVENÍ VYBRANÝCH ANALYTICKÝCH UKAZATELŮ V TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBCÍCH	49
8.1	STANOVENÍ SUŠINY	49
8.2	STANOVENÍ KYSELINY L- ASKORBOVÉ	50
8.2.1	Titrační stanovení s 2,6-dichlorfenolindofenolem	51
8.2.2	Jodometrické stanovení.....	60

8.3	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY.....	67
8.4	STANOVENÍ B-KAROTENU	78
ZÁVĚR		84
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		86
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		90
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		91
SEZNAM ROVNIC A VZORCŮ		92
SEZNAM TABULEK		93

ÚVOD

Zelenina je jednou z hlavních součástí výživy člověka. Sběrem listů, kořenů, cibulí, oddenků a plných plodů si doplňoval živočišnou stravu již pravěký člověk. Zelenina poskytuje člověku nejen základní živiny, jako jsou bílkoviny, lipidy, sacharidy, ale především vitaminy. Člověk požívá zeleninu většinou syrovou nebo po tepelné úpravě. Tepelnou úpravou může být buď kuchyňská úprava jako je vaření, pečení, dušení či smažení, ale mezi tepelnou úpravu musíme počítat i tepelnou konzervaci, která prodlužuje údržnost potravin. Zelenina se vyznačuje svou sezónností a proto, aby byla dostupná po celý rok, je tepelná konzervace jednou z možností jak toho docílit.

Vzhledem k tomu, že produkce zeleniny je čistě sezonní záležitostí a ne vždy, je v čerstvém stavu k dispozici, patří konzervace mezi způsoby jak docílit její dostupnosti po celý rok. Jeden z největších v konzervářské produkci zaujímají výrobky, které jsou ošetřeny tepelnou sterilací. Tato již tradiční metoda v dnešní době stále zaujímá jedno z předních míst při výrobě zeleninových výrobků.

Sterilační zákrok má vliv na biologickou a nutriční hodnotu potravin a je velmi energeticky náročný. Tyto dva aspekty jsou v podstatě protichůdné, protože na jedné straně se snažíme získat bezpečný výrobek a na straně druhé vynaložit co nejméně energie pro jeho výrobu. Proto při stanovení sterilačního režimu, který tato obě hlediska zohledňuje.

Zelenina je důležitým zdrojem biologicky aktivních látek a patří společně s ovocem také k jejich nejlépe prozkoumaným zdrojům. Na základě jejich obsahu se pak hodnotí úroveň technologického zpracování i finálních výrobků. Toto je jeden z důvodů, proč se tato diplomová práce zabývá hodnocením změn antioxidační kapacity, β -karotenu s vitamínu C v zelenině, která byla tepelně sterilovaná za použití různých sterilačních režimů.

V provozních podmínkách je těžké provádět složité rozborů, proto jsme si vybraly takové metody, které lze relativně snadno realizovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZDĚLENÍ ZELENINY

Zeleninu můžeme rozdělit podle různých hledisek. Nejčastěji se však rozděluje podle toho, jaká její část se konzumuje. Čerstvá zelenina byla dělena podle vyhlášky ministerstva zemědělství 157/2003 Sb. V současné době není dělení ukotveno vyhláškou, přesto zatím dělení přetrvává [1, 8].

1.1 Košťálová zelenina

Košťálová zelenina pochází z původního planého druhu brukve zelené (*Brassica oleracea*), původem ze Středozevní. Jedná se většinou o dvouleté rostliny, které v prvním roce vytvářejí konzumní části a ve druhém roce přinášejí semena. Výjimečně vykvétají už v prvním roce. Užitečnou částí je u nich hlávka (zelí, hlávková kapusta, růžičková kapusta), listová růžice nebo listy (kapusta listová, kadeřávek), květenství (květák, brokolice) nebo stonková hlíza (kedluben). Košťálová zelenina tvoří největší podíl spotřebované zeleniny v mírném klimatu a je nejvýznamnějším dodavatelem vitamínu C. Konzumuje se syrová, tepelně zpracovaná nebo upravená mléčným kvašením, které zvyšuje stravitelnost a vitamínovou hodnotu [1, 9, 10].

1.2 Plodová zelenina

Plodová zelenina pochází vesměs z tropických a subtropických krajín a je velmi náročná na teplo a dostatek vláhy. Užitečnou částí je plod, který se sklízí ve vyzrálém nebo nedozrálém stavu. Jednotlivé druhy patří hlavně do dvou čeledí: lilkovitých (*Solanaceae*) – rajče, paprika, lilek, mochyně, a tykvovitých (*Cucurbitaceae*) – tykev, meloun, okurka. Výjimku tvoří ibišek z čeledi (*Malvaceae*) a artyčok z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Plody se většinou konzumují syrové. Některé z nich, zejména paprika a rajče, jsou významnými zdroji vitamínů. Okurky nakládačky, rajčata, paprika a tykev se také konzervářsky zpracovávají [1, 10].

1.3 Kořenová zelenina

Skupina zahrnuje zeleniny, které vytvářejí užitečné části, tj. zdužnatělé a zvětšené kořeny (mrkev, petržel), hlízy nebo bulvy (celer, ředkvička, ředkev), pod zemí. Kořenová část bulvy je obrostlá kořínky. Patří převážně do tří botanických čeledí: mrkvovitých (*Daucaceae*) – mrkev, petržel, celer a pastinák, brukvovitých (*Brassicaceae*) – ředkev,

ředkvička, vodnice, tuřín a hvězdnicovitých (*Asteraceae*) – černý kořen, salsify a topinambur [9, 10].

1.4 Cibulová zelenina

Cibulové zeleniny patří všechny k jedinému rodu česnek (*Allium*) čeledi liliovitých (*Liliaceae*). Jejich pěstování je hojně rozšířeno. Užitkovou částí je buď pravá cibule, která je výrazně vyvinuta a koncem vegetace se zatahuje, např. cibule kuchyňská, šalotka, perlovka, česnek, nebo cibule nepravá, jejichž cibule jsou méně vyvinuté a nezatahují se, např. u pažitky nebo póru. První skupina se pěstuje hlavně pro suché cibule, druhá pro cibule se zelenou natí nebo jen pro nat' [9, 10].

1.5 Listová zelenina

Listová zelenina se dělí na salátovou, u které se listy používají v syrovém stavu k přípravě salátů – hlávkový salát, římský salát, štěrbák. Špenátovou, u níž se používají listy jako příloha. Hlavním zástupce je u nás špenát, dále mangold nebo čínská hořčice. Mezi řapíkovou zeleninu, která se vyznačuje silným dužnatým řapíkem. Zástupci jsou reveň, řapíkatý celer nebo sladký fenykl. Užitkovou částí jsou listy (listové saláty, špenát, šťovík), řapíky (řapíkatý celer), hlávky (salát hlávkový) nebo puky (čekanka salátová). Většina listových zelenin se vyznačuje krátkou vegetační dobou, a proto se nepěstují jako hlavní plodiny, ale jako předplodiny. Úspěšný vývoj listové hmoty, která je konzumní částí této skupiny zeleniny, je podmíněn dobrou výživou, zejména dusíkatou, a pravidelným zásobováním vodou [1, 9, 10].

1.6 Lusková zelenina

Lusková zelenina je početně malá, jednotná skupina, protože patří do jediné čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Mají motýlkovitou stavbu květu, plod ve formě lusku a hlízky na kořenech. Symbiotické bakterie žijící v těchto hlízkách, viditelné pouhým okem, mají schopnost poutat vzdušný kyslík. Bobovité rostliny se tak opatřují dusíkatou výživu způsobem, který je mezi ostatními čeleděmi ojedinělý. Nepotřebují dusíkaté hnojení a zanechávají v půdě zásobu dusíku pro následné plodiny. Užitkovou částí je nedozrálý lusk nebo nedozrálé vylouštěné zrno. Hlavními zástupci jsou hrách dřeňový, hrách cukrový, fazol obecná, bob a sója [9, 10].

1.7 Kořeninová a aromatická zelenina

Tato skupina zahrnuje druhy bohaté na aromatické silice. Kořeninovou zeleninu používáme v nepatrném množství, ale snažíme se uplatnit rozmanitost chutí a vůní, jež nám tyto rostliny poskytují. Účinnými složkami zde jsou především prchavé siličnaté látky, třísloviny, glykosidy, fytoncidy atd. Mnoho kořeninových rostlin je současně také léčivých a je velmi obtížné vymezit hranici mezi rostlinou kořeninovou či aromatickou a rostlinou léčivou. Používá se u nich buď čerstvá nat', nebo sušené listy. Kořeninové druhy patří převážně do dvou čeledí: hluchavkovité (*Lamiaceae*) – tymián, majoránka, šalvěj, meduňka a miskovité (*Apiaceae*) - libeček, kopr a fenykl [1, 9].

1.8 Stonková zelenina

Stonková zelenina zahrnuje druhy s víceletým způsobem pěstování (3-10 let na jednom stanovišti). Patří sem reveň (rdesnovité, *Polygonaceae*), křen (brukvovité, *Brassicaceae*), chřest (liliovité, *Liliaceae*) a artyčok (hvězdnicovité, *Asteraceae*). K jídlu připravujeme mladé podzemní vybělené výhony [9].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZELENINY

Chemické složení zeleniny je velmi proměnlivé a závisí na druhu zeleniny, stupni zralosti, odrůdě a půdních a klimatických podmínkách. Na rozdíl od ovoce neobsahuje zelenina téměř žádné kyseliny s výjimkou rajčat. Také obsah cukrů je v zelenině nižší a zráním se z cukrů v plodech vytváří škrob [4].

2.1 Voda

Voda tvoří největší podíl. Obvykle jí bývá 75-95% celkové hmotnosti. Voda je v živých organismech nezbytná, protože umožňuje biochemické reakce v buňce a v tkáních. Jsou v ní obsaženy všechny ve vodě rozpustné složky, proto jsou zeleninové šťávy nebo protlaky velmi hodnotné. Během zrání plody tvrdnou a v důsledku nižšího obsahu vody se stávají trvanlivější [4, 6].

2.2 Sacharidy

Hlavními monosacharidy zeleniny jsou glukóza a fruktóza. V malém množství jsou obsaženy i další monosacharidy jako jsou xylóza a arabinóza. Glukóza a fruktóza jsou také stavební jednotkou mnoha oligosacharidů, polysacharidů a heteroglykosidů. Málo běžným monosacharidem je apilóza, která je přítomna ve formě glykosidů v zeleninách čeledi miříkovitých, např. v petrželi a celeru. V kořenových zeleninách a okopaninách je hlavním sacharidem škrob. V některých zeleninách z čeledi hvězdnicovitých je místo škrobu přítomen jako rezervní polysacharid inulin, dalšími polysacharidy jsou celulóza, hemicelulóza a pektin. Sacharidy jsou nejvýznamnější energetickou složkou zeleniny, obsah se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 25%. Sacharidy se v rostlině tvoří fotosyntézou z vody, vzdušného oxidu uhličitého a chlorofylu. Proto se v plodech vytváří tím více sacharidů, čím více je slunečního svitu, tepla a vodních srážek a také dostatek živin v půdě. V zelenině se cukry během zrání přeměňují ve škrob, který nemá sladkou chuť, avšak je stejně výživný a hodnotný. V zelenině se hlavně nachází řepný nebo třtinový cukr. Největší množství sacharidů najdeme v mrkvi, hrášku a melounu [4, 5, 21].

2.3 Bílkoviny

Bílkoviny a jejich stavební složky aminokyseliny, jejichž hlavním zdrojem jsou živočišné produkty (maso, mléko, vejce) jsou v zelenině obsaženy v nevelkém množství, a to asi 1 - 3,5%. V rostlinách je bílkovin méně a jsou méně hodnotné než bílkoviny

živočišné. Záhřevem nad 60 °C se bílkoviny denaturují, avšak jejich výživová hodnota se tím nezhoršuje. Spíše naopak se tím zvyšuje jejich využitelnost lidským organismem. Vyšší obsah bílkovin má zelený hrášek, kapusta, a česnek [4, 6].

2.4 Lipidy

Lipidy jsou ve vodě nerozpustné estery glycerolu a mastných kyselin. Dužnina zeleniny jich obsahuje v průměru pouze 0,5 - 1,5 %. V rostlinách jsou lipidy ve větší míře jen v semenech, např. jádra ořechů obsahují až 60 % a představují z hlediska výživy nejkonzentrovanejší zdroj energie, neboť jsou energeticky bohatší než sacharidy nebo bílkoviny [4, 6].

2.5 Organické kyseliny

Čerstvá zelenina je na organické kyseliny chudá a řadíme ji proto k potravinám, které jsou technologicky málo kyselé nebo nekyselé. Výjimku tvoří revec, která obsahuje zdraví škodlivou kyselinu šťavelovou a rajčata, jejichž pH je okolo 4,3. Podobně jako v ovoci se i u zeleniny vyskytuje kyselina jablečná a citronová. Významný je i obsah kyseliny askorbové, která má funkci vitamínu C. Množství organických kyselin v zelenině je 0,35 - 0,95 %. [4, 43].

2.6 Minerální látky

Zelenina je bohatší na minerální látky než ovoce. Obsah minerálních látek je 0,5 až 2 %. Značně velké množství obsahují všechna semena zeleniny. Mezi nezbytné látky pro lidský organismus patří především vápník, fosfor, železo, draslík, síra a hořčík [4].

Nejvýznamnější minerální látky jsou obsaženy:

- Vápník – zelí, hrášek, květák, křen a fazole
- Fosfor – zelí, hrášek, špenát a petržel
- Železo – zelí, špenát, salát a kapusta
- Draslík – hrách, celer, petržel, hrášek a kapusta
- Hořčík – hrášek, zelí, fazole a petržel [43].

2.7 Pektinové látky

V zelenině se vyskytují pektinové látky jednak ve formě nerozpustných pektocelulóz a protopekinu, které vyplňují prostory pletiv, jednak jako koloidně až právě rozpustné pektiny, obsažené v buněčné šťávě. Pektinové látky se vyskytují v nezralých plodech vázané na celulózu a jsou hlavní příčinou jejich tvrdosti. Dozrávající zelenina obsahuje ve svých pletivech ve vodě nerozpustné pektinové látky. V zelenině je nejvíce pektinu obsaženo v rajčatech [4, 5].

2.8 Plyny

Plyny bývají rozpuštěny v rostlinných šťávách nebo jsou v dutinách tkání volné. Jejich hmotnostní podíl nebývá veliký, objem však může být značný. Plyny způsobují, že plody ve vodě plavou. Nejvíce je zastoupen dusík, kyslík a oxid uhličitý [4, 43].

2.9 Vitaminy

Jsou důležitou složkou zeleniny proto, že lidské tělo je nezbytně potřebuje, ale nedovede si je samo syntetizovat. Musí se proto dodávat s rostlinnou nebo živočišnou potravou. Svou přítomností buď samy, nebo ve sloučeninách urychlují nezbytné reakce látkové přeměny. Jako provitamíny se označují ty organické látky, ze kterých působením enzymů nebo jiných vlivů mohou v organismech vitaminy vznikat. Z chemického hlediska se dělí vitaminy na lipofilní a hydrofilní. Zelenina spolu s ovocem jsou největším zdrojem vitaminů. Nejvýznamnější vitaminy obsažené v zelenině: [5].

Vitamin A

Retinol, je v zelenině ve formě provitaminů, označovaných jako karoteny, ze kterých vzniká vitamin A. Vydátným zdrojem karotenů, zvláště β -karotenu, je mrkev, karotka, paprika, rajče, hrášek a špenát. Je poškozen pouze při pomalém sušení; varem se neničí. V konzervách je proto obsažen téměř v původním množství [4, 6].

Vitamin B₁

Thiamin, aneurin je obsažen hlavně v hrášku, květáku, rajčatech a zelí. Vitamin B₁ je složkou karboxylázy a zapojuje se do komplexu neenzymového hnědnutí. Obvykle konzervační procesy snášené dobře [4, 6, 43].

Vitamin B₂

Riboflavin, se nachází ve stejné zelenině jako vitamin B₁. Katalyzuje různé oxidační procesy živých organismů. Je termostabilní, může se vyluhovat při blanšírování a může se poškozovat světlem [4, 43].

Vitamin C

Kyselina askorbová, je nejdůležitějším vitaminem obsaženým v ovoci a zelenině. Je přítomen v poměrně značném množství v mnoha druzích zeleniny, především v paprice, kvěťáku, zelí a dalších. Nedostatek vitamínu C se projevuje nejvíce na konci zimy a na začátku jara malátností, malou odolností vůči nakažlivým chorobám (rýma) a pomalým hojením ran. Nejvíce vitamínu C je v čerstvé zelenině. Skladováním i jakýmkoliv konzervačním zásahem jeho množství klesá. Ztráty vitamínu C mohou nastat z několika důvodů: ztráty okysličením jsou největší. Vitamin C je velmi choulostivá složka potravin, která se snadno znehodnocuje účinkem kyslíku. Okysličování probíhá pod vlivem oxidačních enzymů, zvláště v málo kyselém prostředí, a urychluje je obsah těžkých kovů (železo, měď). Vitamin C je rozpustný ve vodě a jako látka velmi nestálá se snadno rozkládá na méně účinné až zcela neúčinné látky [4, 6].

2.10 Aromatické látky

Aromatické látky dodávají zelenině charakteristickou chuť a vůni, jedná se o chemicky různorodé látky, přítomných jen ve velmi malých koncentracích. Mezi aromatické látky patří především estery mastných kyselin, aldehydy, ketony, alkoholy, terpenové látky. Pokud jsou aromatické látky smyslově příjemné, jsou velmi cennou složkou zeleniny. Během zpracování a dalšího skladování výrobků se tyto látky částečně mění nebo také vznikají další aromatické látky (např. při kvašení). Při úpravě některých zelenin (kvěťáku, kapusty) vznikají nepříjemné zápachy způsobené obsahem sirných organických sloučenin. Aromatické látky obsažené v cibuli, česneku, póru, pažitce a křenu působí příznivě na chuť a omezují působnost nežádoucích střevních mikroorganismů a snižují množství mikroorganismů v konzervách [5].

2.11 Barviva

Barviva jsou přírodní složité organické sloučeniny produkované rostlinnými buňkami. Nejčastěji je rozdělujeme na dusíkatá a bezdusíkatá:

Karotenoidy řadíme mezi významná dusíkatá barviva obsažená hlavně v rostlinách. Jsou provitaminem vitamínu A a obsahují důležitá barviva obsahující žluté a červené pigmenty, které doprovázejí chlorofyl a lykopen v rajčatech. Jedná se o lipofilní barviva, která jsou dobře rozpustná v organických rozpouštědlech. Karotenoidy jsou citlivé na světlo, zvláště v přítomnosti kyslíku za vzniku ketonů, aldehydů apod.

Chlorofyl je převládající dusíkaté barvivo zelených částí rostlin a jeho obsah se pohybuje kolem 1 % v sušině. V plodech bývá často doprovázen karotenoidy a jinými přírodními barvivy. Chlorofyl se řadí mezi lipofilní barviva [7, 43].

2.12 Enzymy

Enzymy jsou látky, které katalyzují biochemické reakce jak v živých organizmech, tak i v posmrtných a posklizňových stádiích. Enzymy u zeleniny způsobují především zhoršení jakosti, dochází především ke změně barvy, ke změně konzistence, rozkladu látek na látky jiné, zapáchající a někdy i toxické [4, 8].

K optimální funkci vyžadují enzymy dostatečný obsah vody a vhodnou teplotu. Většina enzymatických reakcí je nejvíce urychlována při teplotách kolem 45 °C. Všechny enzymy jsou inaktivovány teplotami nad 60 °C [4].

3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH KONZERVÁRENSKÝCH SUROVIN

Zelenina je nepostradatelnou součástí výživy člověka. Dodává lidskému organismu řadu esenciálních výživových faktorů, které se v potravinách živočišného původu vyskytují jen v nepatrných množstvích nebo zcela chybí. Jakostní výrobky ze zeleniny získáme jen při dodržení optimálních podmínek při jejich zpracování. Každá zelenina je vhodná jen pro výrobu určitého sortimentu výrobků [13].

Vhodnost vybraných druhů zeleniny, které byly použity pro výrobu modelových vzorků.

3.1 Mrkev

Je nejvýznamnější a velmi oblíbená kořenová zelenina. Je cenná především vysokým obsahem provitaminu A, vitamínu B₁, B₂ a C, bílkovin a sacharidů. Má široké kuchyňské využití v čerstvém i tepelně zpracovaném stavu. Je k dispozici prakticky po celý rok, protože se dá rychlit, pěstovat ve volné půdě po celou vegetaci, snadno se skladuje, mrazí i konzervuje [1, 10].

3.1.1 Původ

Mrkev je původem z Evropy, odtud se rozšířila do severní Afriky, Asie a Číny. Planou formou je mrkev, která se hojně vyskytuje jako plevel a s kulturní mrkví se snadno kříží. Mrkev pěstovali již staří Řekové a Římané. Znali ji i Germáni a Slované ještě dříve, než Římané dobyli některá území. Ve většině evropských jazyků ji označovaly latinským pojmenováním *calota*, podle něho byl nazván i karoten objevený v mrkvi v roce 1831. Původní kulturní typ měl velké zdužnatělé bílé, žluté nebo oranžové kořeny, podobné typům, které dnes pěstujeme jako mrkve krmné. V Indii existuje dokonce mrkev s kořeny fialovými. Šlechtěním postupně vznikly červenooranžové typy různého tvarů: dlouze nebo krátce kuželovité, dlouze či krátce válcovité až kulaté. Jemné, vysoce prošlechtěné odrůdy byly získány především ve Francii, Anglii a Holandsku [9].

3.1.2 Odrůdy

Z pěstitelského hlediska rozdělujeme odrůdy na rané, polopozdní a pozdní. Rané odrůdy a odrůdy k rychlení s menšími, většinou tupě zakončenými kořeny kulovitého nebo válcovitého tvaru nazýváme karotkou. Jsou kvalitnější vyšším obsahem cukrů

a chuťově jemnější. Kořeny pozdních odrůd, určených ke skladování, jsou větší, mají dlouze zašpičatělý tvar a dávají vyšší výnosy [1, 9, 10].

Delicia – je raná odrůda karotky s oranžově červenými válcovitými kořeny. Je vhodná se k rychlení v pařeništi

Karotina – je raná až poloraná výnosná odrůda s intenzivně zbarvenými kořeny a vysokým obsahem provitaminu A. Kořeny jsou odolné proti pukání a téměř nezelenají

Nenteská – je tradiční a osvědčeně raná odrůda karotky s delším válcovitým kořenem. Ve výnosech i v jakosti kořenů ji předčila Karotina

Olympia – je kvalitní pozdní odrůda s oranžově červenými válcovými kořeny ve spodní části zúženými. Je vhodná pro podzimní sklizně a k uskladnění

Rubína – je pozdní odrůda s oranžovými až oranžově červenými kořeny. Pěstuje se pro pozdní sklizně a dobře se skladuje.

Stupnická k rychlení – je naše nejranější odrůda s křehkými válcovitými kořeny cihlově červené barvy. Je určena zvláště pro rychlení v pařeništích [1, 44]

3.1.3 Pěstování

Mrkev je dvouletá rostlina. V prvním roce vytváří růžici několikrát peřenodílných listů a zdužnatělý kořen. Ve druhém roce dorůstá výšky až 160 cm. Na bohatě rozvětvených stoncích vytváří složité okolíky smetanových kvítků. V dobře zpracované a živinami zásobené půdě se mrkev snadno pěstuje, v mělké a kamenité půdě se kořeny větví a deformují. Semena mrkve jsou drobná a drsná. S prvním výsevem se začíná v únoru, protože semena velmi pomalu klíčí a potřebují zachytit vláhu. Semena vyséváme do řádků vzdálených od sebe asi 25 cm a hlubokých asi 1,5 cm. Vývoj se dá urychlit i dočasným krytím perforovanou fólií. Vzešlé rostliny se musí včas vyjednotit a vyštípané rostlinky odstranit, aby se nestaly lákadlem pro nejobávanějšího škůdce mrkve pochmurnatku mrkvovou. Na jaře a koncem léta vyséváme odrůdy, které jsou jemné a využívají se mladé. Musí se ovšem včas sklídit, aby kořeny nepopraskaly. Pro konzervování a pro skladování vyséváme koncem jara pozdní odrůdy [1, 10].

3.2 Paprika

Paprika patří mezi oblíbené a hodnotné zeleniny. Zelené, nedozrálé plody papriky mají ze všech zeleninových druhů nejvíce vitamínu C a menší množství provitaminu A. V zralých plodech obsah provitaminu A až desetinásobně stoupá. Požívají se za syrova, různě tepelně upravené nebo konzervované a jsou barevně dekorativní. Plody papriky jsou lesklé, vzpřímené nebo převislé, 2-20 cm dlouhé. Zeleninové typy se požívají syrové, vařené nebo nakládáné. Kořeninové typy mají dlouhé plody a jejich sušená dužnina se mele na koření [1, 10].

3.2.1 Původ

Paprika pochází ze subtropických a tropických oblastí Střední Ameriky. Z ostrova Haiti se po objevení Ameriky rozšířila do Evropy i do ostatních světadílů. První zpráva o paprice jako o koření pochází z roku 1499 z Kolumbových výprav. Peprnost chuti zaznívá z různých pojmenování papriky: z německého a slovanského paprika, z románského piment i z anglosaského pepper, které je totožné s názvem pravého pepře [9].

3.2.2 Odrůdy

Dnes rozlišujeme skupinu papriky zeleninové a papriky kořeninové. Zeleninové odrůdy se vyznačují větší tvarovou i barevnou různotvárností plodů, plody mají silnější dužninu. Jejich pěstování se postupně rozšířilo z jižní Evropy do ostatních evropských zemí až v 18. a 19. století [9].

Zeleninové odrůdy:

Jubilantka – je poloraná odrůda s kuželovými silnostěnnými plody světle zelené barvy a sladké chuti. Je velmi výnosná zejména v teplejších oblastech

Karmen – je raná odrůda s velkými plody, které brzy dozrávají, v botanické zralosti. Spolehlivě plodí i v méně příznivých podmínkách

Rubín – je poloraná odrůda s kvalitními nepálivými plody, které se sklízí v botanické zralosti, tj. červené. Hodí se především do teplejších oblastí

Morava – je středně raná a velmi úrodná odrůda s úzce kuželovitými plody typu kapie. Plody jsou v botanické zralosti červené, aromatické, sladké

Perla – je poloraná úrodná odrůda s úzce šťavnatými aromatickými a sladkými plody, které jsou v botanické zralosti světle červené [1, 44].

Kořeninové odrůdy:

Mají význam především pro velkovýrobní pěstování v teplejších oblastech našeho státu. Z odrůd se nejčastěji pěstují Karin, Karmina, Hodonínská sladká vzpřímená a Korál – třešňová ostrá odrůda [1].

3.2.3 Pěstování

V mírném pásmu je paprika jednoletá. Potřebuje dlouhou vegetační dobu, proto se musí vysévat velmi časně na jaře a předpěstovat v květináčích, balíčcích nebo sadbovačkách. Sazenice se vysazují, když už kvetou, a vyvazují se k nízkým tyčkám. Rostliny dorůstají výšky 30-80 cm. Květy jsou samosprašné a není potřeba pomáhat jejich opylení. Z bílých květů se vytvářejí vzpřímené nebo převislé plody, vysychavé bobule o velikost 2-20cm, tvaru zcela kulatého rajčatovitého, hranolovitého nebo kuželovitého až silně protáhlého. Síla stěny plodu dosahuje až 1 cm. Nezralé plody mají světle zelenou, tmavě zelenou nebo žlutou barvu, ve zralosti jsou žluté nebo různě intenzivně červené. Paprika je výrazně teplomilná rostlina, citlivě reaguje na teploty pod 10°C a zmrzne i při nepatrném mrazu. Ve volné půdě se pěstuje jen v teplých oblastech. Pěstujeme ji výhradně z předpěstované sadby [1, 10].

3.3 Zelí

Zelí hlávkové je v Evropě nejrozšířenější košťálovinou. Umožňuje celoroční zásobování čerstvou, skladovanou, sterilovanou nebo mléčně kvašenou zeleninou. Obsahuje vitaminy C, B₁, provitamin A a minerální látky, zejména však draslík a síru. Šťáva ze syrového i kysaného zelí má příznivé účinky na střevní mikroflóru svými antibioticky působícími látkami. Pěstování je snadné a rostlinám se daří i v málo příznivých podhorských oblastech, kde jsou hlavní zeleninou, jelikož snesou i slabý mráz. Zelí bylo vyšlechtěno do zelených a červených forem [1, 10].

3.3.1 Původ

Zelí se vyvinulo z plané brukve, která roste na pobřeží Středozemního a Severního moře i na pobřeží Atlantského oceánu. Vlastí košťálovin je tedy Evropa. Archeologické nálezy

ukazují, že některé formy pěstovali již obyvatelé kolových staveb v mladší době kamenné. K rozšíření zelí neobyčejně přispěli Slované, kteří začali připravovat mléčným kvašením zelí kysané. Pro svou pěstitelskou nenáročnost se zelí stalo nejzákladnější zeleninou, především v chudších a chladnějších oblastech [9].

3.3.2 Odrůdy

Špičaté odrůdy se pěstují jen v přímořských oblastech, u nás se pěstují rané a polorané odrůdy, s vegetační dobou 110 až 120 dní. Tyto odrůdy se v kuchyni používají čerstvé nebo vařené. Před příchodem mrazů se sklízí kruhárenské odrůdy, které mají vegetační dobu 190 až 210 dní. Společně s kruhárenskými odrůdami se sklízí i odrůdy k zimnímu skladování [1, 9, 10].

Rané a polorané odrůdy:

Zora – je nejranější odrůda bílého zelí pro pěstování ve volné půdě

Ditmarské rané – má vegetační dobu 110 až 120 dní. Má menší protáhle kulovitou hlávku s lesklými žlutozelenými listy. Vysévá se v polovině února do teplého pařeniště a do volné půdy začátkem dubna, v příznivých podmínkách již koncem března, do sponu 40 x 40 cm

Kodaňské tržní rané – má vegetační dobu 115 až 130 dní. Hlávka je středně veliká, kulovitá světle zelené barvy. Vysévá se začátkem března pro ranou sklizeň, popřípadě v červnu pro pozdní sklizeň. Vysazuje se do sponu 50 x 50 cm.

Inter – je výborná odrůda s vegetační dobou 120 až 140 dní. Má středně velkou kulovitou žlutozelenou hlávku s lesklými listy. Vysévá se koncem března a v dubnu pro letní sklizeň [1,44]

Odrůda vhodné k uskladnění

Polar – má vegetační dobu 170 až 200 dní. Je to odrůda ploše kulovitou žlutozelenou hlávku. Vysazuje se v dubnu do volné půdy.

Kruhárenské odrůdy

Na zahrádkách se pěstují zřídka, protože se ke krouhání používají častěji pozdní odrůdy. Z kruhárenských odrůd se pěstují Dobrovodské polopozdní a pozdní odrůdy, jejichž hlávky mívají hmotnost i přes 10 kg [1, 44].

3.3.3 Pěstování

Zelí je dvouletá rostlina. V prvním roce vytváří růžici listů a pevnou hlávkou, v druhém roce květenství žlutých květů a potom šešule se semeny. Barva listů a hlávek je u „bílých“ odrůd zelenožlutá, u „červených“ až intenzivně červenofialová. Listy mají výrazný voskový povlak. Špičaté typy zelí v přímořských oblastech dobře přezimují ve volné půdě. Skladované zelí je hlavním dodavatelem vitamínu C v zimním období. Zelí pěstujeme výhradně ve volné půdě, z přímého výsevu nebo z předpěstované sadby [1].

4 TECHNOLOGIE VÝROBY TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBKŮ

Zelenina se liší od ovoce svým chemickým složením, a proto i podmínky technologie výroby a sterilace jsou jiné než u ovoce. Hlavní rozdíl ovlivňující sterilaci je v tom, že zelenina je převážně nekyselá. Zeleninu sterilujeme v okyselených nálevách, kde dostačují teploty do 100°C působící poměrně krátkou dobu

Sterilovaná zelenina tvoří značný podíl konzervářské výroby. Sterilací se konzervuje prakticky všechna zelenina. Velký objem výroby zaujímají také zeleninové směsi a saláty (Moravanka, Kunovjanka...).

Sortiment vyráběné sterilované zeleniny je následující:

- Sterilovaná zelenina jednopruhová
- Sterilované zeleninové směsi a saláty
- Sterilované okurky
- Ostatní sterilované zeleninové výrobky [2, 3].

4.1 Vhodnost jednotlivých druhů zeleniny ke konzervování

Jakostní výrobky ze zeleniny získáme jen při dodržení optimálních podmínek při jejich zpracování a použitím vhodné suroviny.

Mrkev

Mrkev je surovinou pro sterilované směsi ve sladkokyselém nálevu a na sušení. Na zpracování je nejvhodnější karotka, tj. raná mrkev s jemnou dužninou. Pozdní odrůdy mrkve se hodí méně. Mrkev obsahuje značné množství provitaminu A, který se konzervací téměř nepoškozuje; mladá mrkev má i hodně cukrů.

Paprika

Paprika se konzervuje ve sladkokyselém nebo kyselém nálevu sterilací; ve sladkokyselém nálevu samostatně nebo ve směsích s jinými druhy zeleniny, v kyselém nálevu jako polotovar na další kuchyňskou úpravu. Papriky mají být dobře vyzrálé, červené, žluté nebo hráškově zelené. Tmavě zelené plody nejsou vhodné, neboť mají pro sterilaci sklony k hořknutí. Vhodné jsou též „masité“ rajčínové papriky s kulovitými plody. Nevhodné jsou

příliš palčivé plody, neboť zůstávají téměř stejně palčivé i po sterilaci. Paprika obsahuje nejvíce vitamínu C [20].

Zelí

Zelí konzervujeme mléčným kysáním, marinováním a sterilací. Zelí, zvláště červené, obsahuje až 100 mg vitamínu C ve 100 g čerstvé hmoty. Konzervací sice jeho obsah klesne asi o polovinu, přesto však zelí, díky své značné oblibě a je hlavním dodavatelem vitamínu C v zimě a na jaře [2, 20].

4.2 Technologie výroby sterilovaných výrobků

Zelenina se liší od ovoce svým chemickým složením, a proto i podmínky technologie výroby a sterilace jsou jiné než u ovoce. Hlavním rozdílem ovlivňující sterilaci zaleží v tom, že zelenina je převážně nekyselá. Zeleninu sterilujeme v okyselených nálevkách, kde dostačují teploty do 100°C působící poměrně krátkou dobu [13].

4.2.1 Prvotní úprava

Před samostatným technologickým procesem je nutno některou zeleninu upravit. Zelenina se zbavuje nejedlých částí jako je jádřinec, košťál, stopky a to na nejrůznějších strojích, které však nejsou přizpůsobeny na všechny tvary plodů, proto se musí ručně dočistit [2, 14].

U papriky odstraňujeme jádřinec pomocí odjadřinčovače papriky. Jedná se o stroj, který je určen pro půlení a odjadřinčování kusové papriky. Papriky jsou vstupním dopravníkem dopraveny do násypky odjadřinčovače. Dva protiběžné dopravníky zajistí zmáčknutí suroviny a následné půlení o nůž. Při zmáčknutí se většina jádřinců oddělí od suroviny [17].

Zelí upravujeme nejprve ručně, kdy se odstraňují krycí listy hlávky zelí, poté mechanicky pomocí vyvrtávače košťálu. Jedná se o stroj vybavený vrtáky z kalené nerezové oceli, jejich speciální tvar způsobuje rozemletí odvrtného košťálu [18].

4.2.2 Čištění - praní

Čištění je operace, při které se ze suroviny odstraňují kontaminující látky, jako jsou např. nepoživatelné části rostlin, chemikálie, mikroorganismy, zemina, kameny, aj. Při výrobě sterilované zeleniny se nejčastěji uplatňuje mokré čištění – praní. Proces praní

probíhá ve třech fázích. V první fázi, předmáčení, se odstraní nejhrubší nečistoty. V druhé fázi, vlastním praní, se odstraní uvolněné nečistoty vhodným způsobem z povrchu prané suroviny a v třetí fázi se oplachuje surovina pitnou vodou. Pro praní se používají nejrůznější pračky, dle charakteru suroviny. [2, 15].

Pro čištění mrkve se používají kartáčkové pračky. Pračka se skládá z mycí vany, vynášecího dopravníku a ostříkovacích trysek. Mycí vana je osázena rotačními kartáči. Dno vany je dvojité. Horní dno je tvořeno děrovaným plechem. Hladina vody je udržována přepadovým žlábkem. Vynášecí dopravník slouží pro dopravu umyté suroviny z mycí vany na navazující technologické zařízení [14, 19].

Při čištění papriky se používá vzduchová pračka s máčením. Tato pračka je určena pro mytí zeleniny v bublinkové lázni. Drobné bublinky vzduchu strhávají nečistoty z povrchu suroviny. Praní je velmi šetrné a nedochází k jejímu poškození. Pračka se skládá z mycí vany, máčecího mechanismu a vynášecího dopravníku. Mycí vana má dva okruhy a je osazena dnem mírně skloněným k vynášecímu dopravníku. Máčecí mechanismus zajišťuje ponoření plovoucí suroviny pod vodní hladinu a dopravuje pranou zeleninu na vynášecí pás. Vynášecí dopravník slouží pro dopravu umyté suroviny z mycí vany na navazující technologické zařízení [19].

Při výrobě zelí se praní neprovádí.

4.2.3 Dělení suroviny

V technologii zpracování zeleniny dělíme surovinu ze dvou hlavních důvodů. Hlavním důvodem je usnadnění transportních dějů, jako je přenos tepla, hmoty atd. a dalším důvodem je vzhled výrobků, který si vyžadují spotřebitelé. Vlastní provedení dělení se provádí na strojích nejrůznějších konstrukcí [15].

Při výrobě zelí se hlávky dělí pomocí krouhačky zelí. Při výrobě papriky se používá pásová řezačka zeleniny, která suroviny rozřeže na proužky. Kostkovačka zeleniny se využívá při dělení mrkve. Požadovaná velikost zpracovávaných kostek se docílí výměnou řezacích rámečků.

4.2.4 Třídění

Třídění je proces, při němž se na inspekčním pásu vytřídí suroviny, neodpovídající jakosti, narušené při předcházející operaci, mikrobiálně napadené. Ruční dotřídování je typické pro všechny pracované druhy zeleniny. Při výrobě zelí se vytřídí

i zbytky košťálu, nedostatečně rozřezané suroviny, u mrkve se vytřídí čtvrtčky neodpovídajících rozměrů a při výrobě papriky se vytřídí případné zbytky jadřinců nedostatečně rozřezané proužky. [2, 14].

4.2.5 Blanšírování

Blanšírování je krátká tepelná úprava, která je zaměřená na deaktivaci enzymů, které způsobují degradaci biologicky aktivních složek potravy. Blanšírování může být provedeno nejčastěji horkou vodou nebo horkou párou. Ukazuje se, že nejšetrnějším způsobem vzhledem k degradaci vitaminů, ale i vzhledem k senzoryckým vlastnostem a nutriční hodnotě, je úprava v páře. Nežádoucí je změna barvy zeleniny, která je zapříčiněná izomerizací karotenoidů z trans formy do cis formy, která je méně biologicky aktivní [16].

4.2.6 Používané obaly a plnění suroviny do obalů

Druh použitého obalu, jeho velikost a způsob uzavírání jsou velmi důležité z hlediska konzervace výrobku, jeho jakosti a výživové hodnoty. Pro konzervaci zeleniny nejčastěji používáme skleněné obaly, které jsou dvojího typu. Sklenice jsou nejčastěji o objemu 370 a 720 ml a bývají ve tvaru válce, cívky nebo soudku [5, 6].

Sklenice s nedýchacím uzávěrem (TWIST-OFF)

Je nejnovější typ konzervářských sklenic s přerušovaným závitem na hrdle. Víčko o průměru nejčastěji 66 a 82 mm je z ocelového a lakovaného plechu s těsnicí hmotou, a s výstupkem na spodní straně víčka, který slouží k zašroubování do závitu na sklenici. Jedná se o víčka, nedovolující exhaustaci. Víčko se uzavírá pomocí zavíračky TWIST-OFF. V průběhu uzavírání se však musí z prostoru nad náplní, tj. ze vzduchového polštáře vypudit vzduch předeřátou parou, čímž nastane se sklenicí potřebné vakuum [4, 5, 6].

Sklenice s dýchacím uzávěrem (OMNIA)

Tyto „dýchací“ obaly se vyrábějí pro konzervářský průmysl již méně než obaly twist-off. Víčko je z tenkého hliníkového plechu s těsnicí hmotou a je opatřeno vlisovaným těsnicím kroužkem. Během sterilace toto dýchací víčko umožňuje unikání plynu a vzduchu ze zeleniny a vzduchového polštáře při vnitřním přetlaku a současně zabraňuje vnikání vzduchu nebo vody do sklenic při chlazení. Obaly se zavírají pomocí zavíraček OMNIA. [3, 4, 5, 6].

Zelenina se nejčastěji plní do skleněných obalů na plnicím kruhovém stole. Zelenina se do obalů sype a ručně se urovnává, aby se dosáhlo vsádkové hmotnosti. Při plnění musí být dodržována vsádková hmotnost zeleniny k hmotnosti nálevu. Součet těchto podílů tvoří hmotnost náplně, která má být u každého druhu zachována. Do obalu se nejdříve dává potřebné množství nálevu, potom se dává zelenina tak, aby byl obal naplněn na požadovanou hmotnost. Dbáme na to, aby mezi hladinou a víčkem zůstal volný prostor asi 1 cm. Ten slouží k vyrovnání objemových změn, ke kterým dochází v průběhu sterilace [3, 2, 4].

4.2.7 Příprava nálevu

Zelenina se steriluje především ve sladkokyselém a slaném nálevu. Nálevy se připravují smícháním octa, soli, cukru vody a aromatických látek. Složení nálevu lze zjistit bilančním výpočtem. Kyselost nálevu je vyjadřována v procentech jako kyselina octová. Obsah cukru se počítá na sacharózu a sůl se uvádí jako NaCl. Zeleninu můžeme konzervovat buď ve sladkokyselém nálevu, nebo ve slaném nálevu. Nálevy se připravují smícháním octa, soli, cukru a aromatických látek. Analytické parametry nálevu jsou následující [2, 3]:

Zelenina ve sladkokyselém nálevu		Zelenina ve slaném nálevu	
NaCl	0,9 %	NaCl	0,9 %
Kyselina octová	0,7 %	Kyselina octová	0,2 %
Cukr	6,5 %		

Přísady k přípravě nálevu:

Cukr

Cukr je jednou z hlavních přísad používanou ke konzervaci zeleniny. Upravujeme jím chuť zeleninových konzerv. Má značnou kalorickou hodnotu. Ke slazení používáme převážně rafinovaný krystalový cukr. Mleté, lisované a lité druhy jsou méně vhodné.

Umělá sladidla

Umělá sladidla nahrazují ve výrobcích někdy chuť cukru tam, kde je cukr nežádoucí, např. ve výrobcích pro diabetiky, nebo kde je cukr zbytečný, např. v nálevech pro zeleninu. Umělá sladidla nedodávají výrobkům plnost v chuti a nejsou vhodná pro nemocné chorobami trávicího ústrojí. Mají několikanásobně vyšší sladivost než cukr.

Kyseliny

V zeleninových výrobcích jimi vyrovnáváme chuť a dosahujeme určitého stupně aktivní kyselosti, která nám umožňuje sterilovat při teplotách do 100 °C. Některé kyseliny v zeleninových výrobcích mají přímo funkci konzervačního činidla.

Ocet

Ocet se vyrábí kvašením zředěného alkoholu octovými bakteriemi. Prodává se s obsahem 8 nebo 10% kyseliny octové. Užívá se k přípravě kořeněných macarátů a chuťové úpravě nálevů. Dříve se užíval i ke konzervaci. Takové výrobky jsou však nepříjemně ostře kyselé, proto se od tohoto způsobu konzervace upustilo.

Disiřičitan draselný

Disiřičitan draselný je krystalická sůl, která obsahuje asi 50% oxidu siřičitého, který se uvolňuje v kyselém prostředí. Snadno se rozkládá, proto se musí uchovávat v uzavřených nádobách [5].

Koření

Koření je důležitou přísadou hlavně při výrobě sterilované zeleniny. Jsou to sušené části různých rostlin, které se vyznačují vysokým obsahem aromatických látek. Nálevy se aromatizují třemi způsoby:

- **Aromatizace vyvářením koření** – jedná se o jednoduchý způsob aromatizace a není třeba používat zvláštní zařízení. V dnešní době se už nepoužívá.
- **Aromatizace octovými výluhy (macaráty)** – jedná se o výluhy koření v 10% octu. Každé koření se maceruje samostatně a jednotlivé macaráty se přidávají až do nálevu. Všechny byliny se macerují za studena. Vyluhováním teplým octem se získají nerovnoměrné a kalné macaráty. Výhodou je úspora koření a mezi nevýhody patří přepravování a skladování velkých objemů.
- **Aromatizace směsí lihových výtažků** – koření se vyluhuje v 50% etanolu a získají se chuťově harmonické extrakty. Vyluhováním se kombinuje s lisováním a destilací. Smícháním výluhů a úpravou pomocí silic se vyrobí směs pro určitý typ sterilované zeleniny. Vyrábí se tři typy směsí lihových výtažků:
 - Směs lihových výtažků I – pro nálevy na sterilované okurky – výtažek obsahuje nové koření, černý pepř, hřebíček, bobkový list, papriku, koprové aroma, estragonovou třešť a citronové aroma

- Směs výtažků II – pro nakládané okurky a nakládanou zeleninu – výtažek obsahuje nově koření, černý pepř, hřebíček, tymián a koprové aroma
- Směs výtažků III – pro ostatní zeleninový výrobky – výtažek obsahuje nové koření, černý pepř, tymián a hřebíček

Zelenina patří mezi technologicky málo kyselé až nekyselé potraviny. Octovým nálevem se prostředí upravuje pod pH 4,0, takže lze použít sterilační teploty do 100 °C [2, 3].

4.2.8 Uzavírání

Obaly pro konzervářský průmysl jsou nejčastěji skleněné a uzavírají se pomocí zavíraček pro daný typ obalu.

4.2.9 Sterilační režim

Pro úspěšnou sterilaci je rozhodující vyhřátí sterilované potraviny na požadovanou teplotu. Sterilace je při výrobě tepelně sterilované zeleniny nejdůležitější operací, rozhodující o trvanlivosti a kvalitě výrobků. Dle pH výrobku rozlišujeme:

- Sterilaci technologicky kyselých potravin, jejich pH dosahuje menších hodnot než pH 4. Sterilace se provádí při teplotách do 100 °C. Pro tuto sterilaci se v praxi používají nejčastěji sterilační vany nebo kontinuální tunelové sterilátory.
- Sterilaci technologicky nekyselých potravin, jejichž pH je vyšší než pH 4. Sterilace se provádí při teplotách nad 100 °C. Nejpoužívanějším zařízením pro tento typ sterilace je autokláv, méně často se využívají hydrostatické sterilátory [2].

Účinnost sterilace je dána vhodnou kombinací teploty a času. Sterilační teplota musí proniknout do nejhůře prohřívajícího místa sterilované zeleniny a působit takovou dobu, aby došlo k inaktivaci mikroorganismů včetně jejich spor, které již nemohou v daném prostředí a za daných podmínek vyklíčit a výrobek tím získá obchodní sterilitu. Vztah teploty a doby sterilace je dán přímkou letality. Letální přímka je závislost výše sterilační teploty na dekadickém logaritmu doby jejího působení, přičemž všechny kombinace teploty a doby ležící na této přímce mají stejný sterilační účinek. Přímkou letality se používají ke stanovení sterilačních režimů a k vyhodnocení jejich účinnosti. Vyhodnocení je velmi důležité, neboť nedostatečná sterilace způsobuje značné ztráty na hotových výrobcích. Nadměrná sterilace zhoršuje nutriční a organoleptické vlastnosti, způsobuje ztráty na energii a brzdí výrobní cyklus. Hodnota sterilačního zákroku W

je právě dostačující, jestliže sterilační doba odpovídá při zvolené smrtící kritické teplotě době [2, 3].

Zelenina konzervovaná v kyselých nálevech se steriluje při teplotách 85 až 100 °C v tunelových sterilátorech. Zelenina v nekyselých nálevech se steriluje ve stojatých, ležatých nebo rotačních autoklávech při teplotách 121 °C. Sterilace probíhá různou dobu podle druhu a velikosti obalu [2].

Vlastní sterilační doba začíná, když vnitřní teplota dosáhne 82 °C, respektive 88 °C. Při sterilaci se sleduje doba, kdy teplota lázně dosáhne hodnoty sterilační teploty, a jednak doba, kdy se dosáhne této teploty uprostřed náplně. Teplota 82 °C musí působit 5 minut a teplota 88°C po dobu 1 minuty. Pak se začne s chlazením. Chlazení na vnitřní teplotu má být co nejrychlejší. Chladící voda se přivádí na sklenice shora, aby se nejdříve chladila víčka a sklo neprasklo.

Po vychlazení nastává uvnitř obalů podtlak (vakuum), který sklenice s plechovkami víčky neprodyšně uzavírá. Vytvoření podtlaku u sklenic se projevuje tím, že víčka byla v průběhu sterilace mírně vypouklá, jsou po vychlazení viditelně promáčklá do sklenice [3, 5, 6].

4.2.10 Uskladnění výrobků

Vychlazené a dobře uzavřené výrobky se nechají oschnout a skladují se v místnosti chráněné před světlem a se stálou teplotou, která nemá přesáhnout +15 °C a nemá klesnout pod 0°C. Uskladněné kompoty je třeba pravidelně kontrolovat. Zvlášť kritická je doba 2 – 4 týdny po sterilaci, tzv. inkubační doba. Po 14 dnech se výrobky překládají a vytřídí se případná bombáž. U výrobků sterilovaných při teplotě do 100 °C je inkubační doba 28 dní. Po uplynutí této příslušné doby mohou být výrobky expedovány [3, 5, 6].

4.3 Marinované výrobky

Při výrobě marinovaných výrobků se nepoužívá žádné konzervační činidlo. Marinace spočívá v působení slankyselého roztoku na marinované suroviny a tím se prodlužuje jejich tržnost. Výsledkem marinování jsou polokonzervy, marinování pro dlouhodobou údržnost nestačí [2, 4].

4.3.1 Marinované zelí

Z hlávky zelí se nejprve odstraní povrchové listy, poté se pomocí vyvrtávače košťálu odstraní košťál a nakonec pomocí krouhačky se zelí nakrouhá. Zelná krouhanka se zalije slankokyselým nálevem a přidá se $K_2S_2O_5$ (kálium pyrosulfid – disiřičitan draselný), který zabráňuje oxidaci a potlačuje rozvoj mléčných bakterií. Výsledná marináda se připravuje tak, aby měla 2 % soli, 0,6 % kyseliny octové a asi 0,1 % $K_2S_2O_5$. Krouhanka se nakládá do klasických dřevěných sudů, sklolaminátových tanků nebo železobetonových marinačních tanků. Marinační nádoby musí být opatřeny protikyselinovým nátěrem. Krouhačka se plní průběžně po vrstvách do marinačních nádob a prolévá se nálevem a mírně se dusá. Poměr mezi zelím a nálevem je 3:1. Krouhačku prosypáváme hořčičným semínkem a kmínem. Po naplnění nádob se nádoby uzavřou tak, aby ke krouhance neměl přístup vzduch. Vrch nádoby se předělá polyetylenovou fólií. Marinovaná krouhanka zraje 40 dnů, při teplotě pod $+16^{\circ}C$. Takto získaný polotovar se překládá do spotřebitelských obalů- zalévá se nálevem a steriluje se [2, 4, 14].

5 ANALYTICKÉ METODY PRO KONTROLU TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBKŮ

5.1 Vitamin C

Vitamin C patří mezi vitaminy rozpustné ve vodě, je nezbytný pro řadu biochemických dějů. Základní biologicky aktivní sloučeninou je askorbová kyselina, o γ -laktón hexonové kyseliny s endiolovou strukturou na druhém a třetím uhlíku. Endiolový systém ve spojení s karbonylovou skupinou podmiňují kyselý charakter kyseliny askorbové a dodávají jí silné redukční účinky. L-askorbová kyselina je bílá krystalická látka. Snadno oxiduje vzdušným kyslíkem na dehydroaskorbovou kyselinu. Oxidaci katalyzují některé běžné kovy, především pak soli měďnaté a železité.

V biologických systémech katalyzují oxidaci askorbové kyseliny přímo nebo nepřímo různé enzymy, jako askorbáza, peroxidáza a jiné. Kyselina askorbová podléhá během technologických operací oxidaci, především v prostředí s vyšší pH, za zvýšené teploty a v přítomnosti atmosférického kyslíku. V potravinářských materiálech může být tato reakce jednak urychlována (přítomností některých katalyzátorů) a jednak zpomalována (některými jinými oxidačně redukčními systémy). Askorbová, resp. dehydroaskorbová kyselina jsou látky velice labilní [11, 22, 23, 28].

5.1.1 Stanovení vitamínu C

Vitamin C je významná složka a proto jej sledujeme velmi často. Nejdůležitější je příprava vzorku vzhledem k citlivosti na přítomnost oxidačních činidel. Metod na stanovení vitamínu C a jeho forem je mnoho. V potravinách se vitamin C vyskytuje až v 95% jako kyselina askorbová a zbytek tvoří kyselina dehydroaskorbová [14, 24].

5.1.1.1 Titrační metoda

Mezi titrační metody pro stanovení vitamínu C patří jodometrie, bromátometrie, stanovení s 2,6 - dichlorfenolindofenolem, s modrou skalicí, s chloridem rtuťnatým, s N-bromsukcinmidem aj [24, 25, 26].

Jodometrické stanovení - Kyselina askorbová se stanovuje přímou jodometrickou titrací odměrným roztokem jódu v kyselém prostředí (kyseliny sírové zř.) na indikátor škrobový maz. Kyselina askorbová je redukčním činidlem pro jód, který redukuje na jodid.

Sama je jodem oxidována na kyselinu dehydrogenaskorbovou. Kyselé prostředí zamezuje zpětné oxidaci jodidu na jód [24, 25].

Analyzovaný vzorek se rozpustí ve vodě, přidá se kyselina sírová a jako indikátor se použije škrobový maz. Titruje se odměrným roztokem jódu o známé koncentraci do prvního trvalého modrého zbarvení [26, 27].

Titrační stanovení s 2,6-dichlorfenolindofenolem - Askorbová kyselina se v kyselém prostředí oxiduje oxidačně-redukčním indikátorem 2,6-dichlorfenolindofenolem na dehydroxyaskorbovou kyselinu, 2,6-dichlorfenolindofenol se redukuje na bezbarvou bázi [24, 29].

Z analyzovaného vzorku se extrahuje kyselina askorbová roztokem kyseliny šťavelové. Obsah kyseliny askorbové se stanovuje titračně s 2,6-dichlorfenolindofenolem jako oxidačním činidlem do lososově růžového zbarvení stálého asi 15 sekund [12, 24, 25, 29].

Bromátometrické stanovení - Při bromátometrických stanovení se v kyselém prostředí uvolňuje bromičnan s reakcí s bromidem elementární brom. Uvolněný brom reaguje s kyselinou askorbovou, která podléhá oxidaci na dehydroaskorbovou kyselinu [30].

Analyzovaný vzorek se rozpustí ve vodě, přidá se pevný bromid draselný. Po jeho rozpuštění se přidá na okyselení kyselina chlorovodíková a několik kapek indikátoru methylové oranže. Titruje se odměrným roztokem bromičnanu draselného o známé koncentraci do odbarvení vzorku [30].

Potenciometrická titrace - U barevných roztoků se doporučuje potenciometrická indikace, při níž se používají dvě platinové elektrody, přičemž jedna je pokovena chloridem rtuťnatým. [12, 24].

5.1.1.2 *Spektrofotometrická metoda*

Je založena na reakci s 2,4-dinitrofenylhydrazinem za tvorby nerozpustného kondenzačního produktu (osazonu), který se po odfiltrování rozpustí v chloroformu a měří se absorbance roztoku při 520 nm [12, 25].

5.1.1.3 *Chromatografické stanovení*

Papírová chromatografie nebo TLC slouží pouze pro orientační měření. Pro GC je nutné převedení askorbové kyseliny na trimethylderivát a pro stanovení dehydroaskorbové kyseliny metylace po redukci. Nejvhodnější metodou je HPLC na silikagelu s $-HN_2$

skupinami a UV detekcí s mobilní fází acetonitril s KH_2PO_4 bez nutnosti speciální úpravy vzorků [12, 24].

5.1.1.4 *Elektrochemické metody*

K elektrochemickým metodám patří polarografická, voltmetrická, amperometrická metoda a řadíme sem také coulometrii.

Amperometrická metoda - V amperometrické metodě měříme difusní elektrolytický proud procházející článkem při konstantním potenciálu pracovní elektrody. Difusní proud je přímo úměrný koncentraci elektroaktivní látky. Amperometrické stanovení využívá nepohyblivých enzymů nebo fotochemickou redukci methylenovou modří pro vzorek askorbové kyseliny [31].

Voltmetrická metoda - Jedná se o metodu využívající různé elektrody. Při stanovení vitamínu C využíváme elektrody uhlíkové. Opětným používáním se snižuje spolehlivost těchto elektrod, jelikož se elektroda znečišťuje oxidačními produkty. Metoda se využívá pro stanovení vitamínu C v čerstvých ovocných šťávách pomocí fericiniumkarboxylové kyseliny nebo ve farmaceutických přípravcích [31, 32].

Polarografická metoda - Tato metoda umožňuje elektrochemickou oxidaci kyseliny askorbové na rtuťové kapkové elektrodě. Polarografie se používá pro stanovení vitamínu C v lécích, koření, potravinách, ovoci a zelenině. Pomocné elektrolyty v této metodě jsou acetát a citrát, fosfát a univerzální pufr. Polarografická metoda vyžaduje jen předběžnou úpravu vzorku za použití formaldehydu [31, 32].

Coulometrie – pro analýzu vzorku se využívá měření prošlého náboje, který je potřebný k reakci. Metoda coulometrie je založena na oxidaci askorbové kyseliny na platinové anodě. Tato metoda se dá využít jen u čistých roztoků [31, 33].

5.2 **Betakaroten**

Betakaroten řadíme mezi přírodní barvivo rostlinného původu a patří do skupiny karotenoidů. Karotenoidní barviva tvoří skupinu žlutých, oranžových, červených a fialových pigmentů, které se nacházejí v rostlinách, ale také je vylučují mikroorganismy. Karotenoidy jsou nerozpustné ve vodě, avšak v tučných a organických lipofilních rozpouštědlech se rozpouštějí. Nejjednodušším prototypem karotenů je lykopen, jehož

struktura je symetrická podle středové osy. Lykopen má dvě izolované dvojné vazby a jedenáct konjugovaných, které jsou uspořádány v konfiguraci „trans“ [11, 30].

Karoteny se dělí na dvě hlavní skupiny:

- uhlovodíky nazývané karoteny
- kyslíkaté sloučeniny (alkoholy, ketony, aj.) odvozené od karotenů, které se nazývají xantofyly [34].

Betakaroten je jeden z provitaminů vitaminů A a poskytuje dvě molekuly vitaminu A, α - a γ - karoten jen jednu. Molekula β -karotenu je tvořena dvěma β -jononovými kruhy spojené čtyřmi isoprenoidními jednotkami. Kromě provitaminu je i důležitý antioxidant. β -karoten je nejrozšířenější lipofilní barvivo v ovoci a zelenině. V některých druzích ovoce a také v bramborách se vyskytuje v jednotkách mg/kg, ve většině druhů ovoce a zeleniny jsou přítomny v desítkách mg/kg, v mrkvi, rajčatech a paprikách se nacházejí stovky mg/kg β -karotenu [11, 34, 42].

5.2.1 Stanovení β -karotenu

Spektrofotometrické stanovení β -karotenu - Karotenoidy mají lipofilní charakter. Z rostlinných materiálů, které obsahují vysoké procento vody, se izolují rozpouštědly (aceton, metanol...). V rostlinných pletivech existují buď volné (listy) nebo ve formě chromoproteinů (plody). Kvantitativní izolace závisí na homogenitě vzorků. Nejčastěji se roztírají s mořským pískem za chladu s acetonem, metanolem, atd., čímž se mechanicky poruší buněčné membrány, denaturují se proteinové komplexy a vyextrahují se pouze karotenoidy. Acetonový roztok se měří spektrofotometricky při 450 nm a přepočte se na β -karoten. Výsledky jsou vyjádřeny jako celkový obsah karotenoidů. Tato hodnota je ovlivněna doprovodnými žlutými barvivy [12, 34].

Stanovení β -karotenu kapalinovou chromatografií – retinol a β -karoten se izolují ze vzorku nejčastěji po zmýdelnění extraktu n-hexanem, poté se dělí na sloupci oxidu hlinitého s obsahem 5 % vody a stanoví se spektrofotometricky. Taktéž lze použít extrakci retinolu a β -karotenu pomocí n-hexanu a metanolu. Rozpuštěné analyzované vzorky v metanolu se aplikují na kolonu za použité mobilní fáze, kterou tvoří metanol. Pokud se použije UV/VIS detektor, pak se β -karoten měří při absorpční 450 nm [24, 35].

5.3 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky, které chrání organismus před reaktivními formami kyslíku. Vzhledem k mnoha druhům reaktivních forem kyslíku musí organismus využívat různých druhů i směsí antioxidantně působících látek.

Dělení antioxidantů:

Enzymové antioxidanty – Jsou antioxidanty enzymatického původu. Především se jedná o katalázu, superoxiddismutázu a glutathion

Hydrofilní antioxidanty – Tyto antioxidanty účinkují zejména v extracelulární tekutině. Řadíme sem vitamin C, kyselinu močovou, selen a bioflavonoidy.

Hydrofobní antioxidanty – Účinkují hlavně na membráně a uvnitř buňky. Nejvýznamnější hydrofobní antioxidanty jsou vitamin E, β -karoten a ubiquinon [36].

Antioxidační aktivita je definována jako schopnost sloučeniny inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin. Musí se rozlišovat dva pojmy a to antioxidační kapacita a antioxidační reaktivita. Antioxidační kapacita poskytuje informace o délce trvání antioxidačního účinku a antioxidační reaktivita charakterizuje počáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu [37].

5.3.1 Stanovení antioxidační kapacity

V posledních letech bylo vypracováno velké množství metod, které umožňují stanovit antioxidační kapacitu. Jejich rozmanitost vyplývá ze skutečnosti, že nízkomolekulární antioxidanty mohou působit různými mechanismy. Přesné chemické vymezení mechanismu jejich účinku je problematické. Obecně mohou být metody pro stanovení antioxidační kapacity kategorizovány do dvou skupin a to na metody hodnotící schopnost eliminovat radikály a na metody posuzující redoxní vlastnosti látek [38].

5.3.1.1 *Metody založené na eliminaci radikálů*

Metody spočívají v hodnocení schopnosti vzorku vychytávat volné radikály. Radikály mohou být v reakční směsi generovány nebo jsou do reakční směsi přidávány. Z chemického hlediska se jedná o radikály kyslíkové nebo syntetické [38].

Metoda TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) – Tato metoda je rovněž nazývána jako metoda ABTS. Principem metody je zhašení radikálu $ABTS^+$

antioxidantem, který je donorem vodíku. Radikálový kationt $ABTS^+$ se inkubuje v přítomnosti peroxidázy a peroxidu vodíku. Vzniká relativně stabilní modrozelená barva. Působením antioxidantů dochází k odbarvení roztoku v rozsahu, které je přímo úměrné koncentraci antioxidantů. Absorbance vzniklého radikálového kationtu $ABTS^+$ se měří při vlnové délce 600 nm [39].

Metoda DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) – Metoda je považována za jednu ze základních metodik pro posouzení antioxidační kapacity. Spočívá v reakci analyzované látky se stabilním radikálem difenylpikrylhydrazylem (DPPH). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H. Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky. Pokles absorbance při 517 nm se měří buď po uplynutí určitého konstantního času, nebo se pracuje v kinematickém režimu [38, 40].

Metoda ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) – Při použití této metody se v testovaném vzorku generují kyslíkové radikály a hodnotí se schopnost testované látky zpomalit nebo zastavit reakci. Metoda spočívá ve vytvoření peroxidového radikálu β -fykoeritrinu (β -PE) a to jeho oxidací činidlem AAPH (2,2-azobis(isobutyrimidamid)-dihydrochlorid). Radikál se určuje kvantitativně fluorimetricky a hodnotí se úbytek β -PE po přidání analyzovaného vzorku [38].

Metoda LPX (Lipid Peroxides) – Lipidová peroxidace vyvolána volnými radikály je jednou z nejvýznamnějších patogenických pochodů v organismu. K nejjednodušším testům patří metody založené na detekci produktů peroxidace linolové kyseliny. Jako iniciátor se používá AAPH a produkty peroxidace jsou sledovány spektrofotometricky při 234 nm [38].

5.3.1.2 *Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek*

Neenzymové antioxidanty mohou být charakterizovány jako redukční činidla, která reagují s oxidanty, redukuje je a tím je inaktivují. Z tohoto pohledu lze antioxidační kapacitu posuzovat na základě redukční chorosti látky [38].

Metoda FRAP (Ferric Reduction Ability of Plasma) - Metoda je založena na redukci železitých komplexů jako je TPTZ (2,4,6-tripyridyl-S-triazin), ferrikyanid aj., které jsou téměř bezbarvé a po redukci a eventuální reakci s dalším činidlem vytvářejí barevné produkty. Činidlem může být např. berlínská modř [38, 41].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem práce je:

- připravit modelové vzorky tepelně sterilovaných výrobků s rozdílným sterilačním zákrokem.
- zjistit změny v množství obsahu vitamínu C, celkové antioxidační kapacity a obsahu β -karotenu v tepelně sterilovaných zeleninových výrobcích. Tyto ukazatele jsou vybrány z důvodu toho, že množství vitamínu C ukazuje šetrnost sterilačního zákroku. Antioxidační kapacita udává odolnost látek vůči oxidaci a β -karoten určuje barvu zeleniny a má vliv na vzhled a atraktivitu zeleniny.
- použít při tepelné sterilaci i méně obvyklé sterilační teploty a různé doby výdrže při sterilaci, tak aby byla pokryta co nejvyšší škála možných kombinací teplot a časů pro uvedené výrobky.
- hledat a testovat analytické metody, které jsou nenáročné na materiál a chemikálie a dají se využít i v provozních podmínkách. V rámci práce není kladen důraz na stanovení celkových obsahů daných látek, ale jen na změny v souvislosti s aplikací daných sterilačních zákroků.
- získané výsledky porovnat se sterilačním zákrokem.

7 PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ

Modelové vzorky byly připraveny podle technicko-hospodářských materiálových norem, které byly převzaty z firmy Slovácké konzervárny k.p. Uherské Hradiště. Tyto normy udávají rozpis surovin a materiálu na jednotku výrobku. Normy určují hmotnost vsádky a obsahu a také druh a složení nálevu pro přípravu tepelně sterilovaných zeleninových výrobků. Norma pro přípravu nálevu se uvádí na 1000 litrů nálevu, proto tato norma byla přepočtena na potřebné množství nálevu. Modelové vzorky byly připraveny do sklenic typu OM 370 a byly uzavřeny dýchacím uzávěrem.

Pro tuto práci byly zvoleny méně obvyklé teploty sterilace a doby výdrže při sterilaci. Sterilace byla provedena při 75, 80, 85 a 90 °C, a doby výdrže byly 5 a 30 minut. Pro každý druh vzorku bylo vyrobeno a sterilováno 8 vzorků ve 2 provedeních. Celkem bylo sterilováno 16 sklenic modelových vzorků. Po sterilaci byly tyto vzorky rychle zchlazeny pod 30 °C a poté byly skladovány po dobu 8 měsíců při teplotě 8 °C.

7.1 Použité suroviny

Pro přípravu modelových vzorků byly použité suroviny:

- Mrkev karotka – vlastní produkce, lokalita Milotice. Tato mrkev byla použita pro přípravu modelového vzorku sterilované karotka krájená ve sladkokyselém nálevu
- Mrkev karotka – dodávaná firmou Hanka Mochov s.r.o, zakoupenou ve společnosti Kaufland. Tato mrkev byla použita pro přípravu modelového vzorku sterilované karotka krájená ve slaném nálevu
- Paprika kapie – poskytnuta firmou Pika a.s. Bzenec, dovozem z Polska.
- Zelí hlávkové polorané – vlastní produkce, lokalita Milotice.

7.2 THN materiálová pro jednotlivé druhy tepelně sterilovaných zeleninových výrobků

V tabulce je uveden výrobek jeho vsádková hmotnost, hmotnost obsahu a nálevu. Hmotnosti jsou pro balení typu OM 370, který byly použity pro přípravu modelových vzorků.

Tabulka č.1. THN materiálová pro jednotlivé tepelně sterilované výrobky

Výrobek	Vsádková hmotnost [g]	Hmotnost obsahu [g]	Hmotnost nálevu [g]
Sterilovaná karotka krájená ve slaném nálevu	330	210	120
Sterilovaná karotka krájená ve sladkokyselém nálevu	330	210	120
Sterilovaná paprika kapije ve sladkokyselém nálevu s olejem	340	200	140
Sterilovaná paprika kapije ve sladkokyselém nálevu bez oleje	340	200	140
Sterilované zelí bílé v kořeněném sladkokyselém nálevu	320	230	90
Sterilované zelí marinované	320	230	90

Množství materiálu dle THN pro přípravu nálevu je uvedeno na 1000 litů nálevu.

Tabulka č.2. Množství materiálu pro přípravu 1000 litrů nálevu

Výrobek	Sůl [kg]	Cukr [kg]	Ocet 10% [l]	Sacharin [kg]	Kys. citronová [g]	Směs výtažků III. [kg]
Sterilovaná karotka krájená ve slaném nálevu	25	20				
Sterilovaná karotka krájená ve sladkokyselém nálevu	30	60	225	0,136		1
Sterilovaná paprika kapije ve sladkokyselém nálevu s olejem	35	50	260	0,144		0,5
Sterilovaná paprika kapije ve sladkokyselém nálevu bez oleje	27	27,5	200	0,062		0,9
Sterilované zelí bílé v kořeněném sladkokyselém nálevu	30	105	340			2,1
Sterilované zelí marinované	15	17,5	80	0,040	4	

Množství sacharinu bylo vynásobeno jeho sladivostí a poté připočteno k množství cukru. THN materiálové uvádí množství 10% octu, proto množství octu, bylo pomocí přímé úměry přepočteno na 8% kyselinu octovou. Celkem bylo vyrobeno 10 litrů nálevu pro každý výrobek.

Tabulka č.3. Složení nálevu u modelových vzorků

Výrobek	Sůl [g]	Cukr [g]	Ocet 8% [ml]	Směs výtažků III. [g]	Kys. citronová [g]	Voda [g]
Sterilovaná karotka krájená ve slaném nálevu	250	200				9 550
Sterilovaná karotka krájená ve sladkokyselém nálevu	300	1 198	2 810			5 692
Sterilovaná paprika kapie ve sladkokyselém nálevu s olejem	350	1 134	3 250	5		5 261
Sterilovaná paprika kapie ve sladkokyselém nálevu bez oleje	270	548	2 500	9		6 673
Sterilované zelí bílé v kořeněném sladkokyselém nálevu	300	1 050	3 000	21		5 629
Sterilované zelí marinované	150	351	1 000		40	8 459

Příprava sterilované karotky krájené ve slaném a sladkokyselém nálevu

Mrkev byla nejprve omyta ve studené vodě. Po umytí byla oloupana pomocí škrabky a poté nožem krájena na kolečka o přibližné velikosti 0,5 cm. Takto připravené příčné řezy byly váženy do sklenic. Hmotnost obsahu byla 210 g. Připravené sklenice byly zality horkým nálevem o hmotnosti 120 g. Pro přípravu modelového vzorku karotky krájené ve slaném nálevu byl použit nálev slaný, jehož složení uvádí Tab.č.3., pro přípravu modelového vzorku karotky krájené ve sladkokyselém nálevu byl použit nálev sladkokyselý nálev, jehož složení uvádí Tab.č.3.

Příprava sterilované papriky kapie ve sladkokyselém nálevu s oleje a bez oleje

Paprika byla nejprve odjadrincována pomocí nože a rozdělena na dvě poloviny. Surovina byla poté omyta ve studené vodě. Půlky paprik byly váženy do sklenic a zalévány horkým nálevem. Hmotnost obsahu a nálevu uvádí Tab.č.1. U modelového vzorku papriky kapie ve sladkokyselém nálevu s olejem byl pod víčko přidán mocca lžící slunečnicový olej.

Příprava sterilovaného zelí bílého v kořeněném sladkokyselém nálevu

Zelí bylo nejprve zbaveno krycích listů a pomocí nože byl odstraněn košťál. Zbylá hlávka byla na kruhadle nakrouhána. Krouhanka byla promíchána s kmínem a hořčičným semínkem a plněna do obalů tak, aby její hmotnost odpovídala množství uvedené v Tab.č.1. Poté byla přelita horkým nálevem, jehož složení je uvedeno v Tab.č.3.

Příprava marinovaného zelí

Zelí bylo taktéž nejprve zbaveno krycích listů a pomocí nože byl odstraněn košťál. Zbylá hlávka byla na kruhadle nakrouhána. Krouhanka byla dána do kameninové nádoby, zalita nálevem a poté byl přidán disiřičitan draselný, kmín a hořčičné semínko. Složení nálevu udává Tab.č.3. Poté byla krouhanka s nálevem promíchána a udusána. Hrdlo nádoby bylo zakryto polyetylenovou fólií a krouhanka byla ponechána zrát na 30 dnů při teplotě 12 °C. Po uplynutí doby byla vážena do sklenic a zalévána připraveným nálevem.

7.3 Sterilační režim

Připravené modelové vzorky byly sterilovány při 75, 80, 85 a 90 °C a doby výdrže při sterilaci byly 5 a 30 minut.

Při sterilaci technologicky kyselých potravin se používají teploty při sterilaci do 100 °C a vyznačujeme sterilační režim vzorcem

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

Kde:

a...je doba stoupání teploty

b...je doba výdrže

c...je doba chlazení

T...je teplota v °C

Tabulka č.4. Sterilační režimy u modelových vzorků

Označení vzorku	Sterilovaná karotka krájená ve slaném nálevu	Sterilovaná karotka krájená ve sladkokyselém nálevu	Sterilovaná paprika kapie ve sladkokyselém nálevu s olejem	Sterilovaná paprika kapie ve sladkokyselém nálevu bez oleje	Sterilované zelí bílé v kořeněném sladkokyselém nálevu	Sterilované zelí marinované
75/5	<u>20-5-5</u> 75	<u>20-5-4</u> 75	<u>21-5-5</u> 75	<u>20-5-6</u> 75	<u>29-5-4</u> 75	<u>20-5-5</u> 75
75/30	<u>20-30-5</u> 75	<u>21-30-7</u> 75	<u>21-30-6</u> 75	<u>20-30-5</u> 75	<u>20-30-6</u> 75	<u>20-30-4</u> 75
80/5	<u>24-5-6</u> 80	<u>25-5-6</u> 80	<u>24-5-7</u> 80	<u>24-5-6</u> 80	<u>24-5-5</u> 80	<u>24-5-6</u> 80
80/30	<u>25-30-6</u> 80	<u>23-30-8</u> 80	<u>24-30-6</u> 80	<u>25-30-7</u> 80	<u>25-30-7</u> 80	<u>26-30-7</u> 80
85/5	<u>28-5-8</u> 85	<u>29-5-7</u> 85	<u>27-5-6</u> 85	<u>28-5-7</u> 85	<u>29-5-6</u> 85	<u>28-5-7</u> 85
85/30	<u>28-30-8</u> 85	<u>28-30-9</u> 85	<u>28-30-8</u> 85	<u>28-30-7</u> 85	<u>28-30-7</u> 85	<u>28-30-8</u> 85
90/5	<u>30-5-9</u> 90	<u>31-5-10</u> 90	<u>30-5-10</u> 90	<u>29-5-9</u> 90	<u>29-5-11</u> 90	<u>30-5-9</u> 90
90/30	<u>30-30-10</u> 90	<u>31-30-10</u> 90	<u>31-30-11</u> 90	<u>32-30-11</u> 90	<u>30-30-10</u> 90	<u>34-30-9</u> 90

Vzorky byly sterilovány v elektrickém zavařovacím hrnci, na kterém byla nastavena požadovaná teplota sterilace a doba výdrže při této teplotě. Po dosažení doby výdrže byly vzorky vyjmuty z lázně a chlazeny pod proudem studené vody.

8 STANOVENÍ VYBRANÝCH ANALYTICKÝCH UKAZATELŮ V TEPELNĚ STERILOVANÝCH ZELENINOVÝCH VÝROBCÍCH

V modelových vzorcích bylo stanoveno množství vitamínu C, antioxidační kapacita a množství β -karotenu. Veškeré výsledky jsou uvedeny ve 100 g sušiny vzorku, proto musela být stanovena i sušina připravených vzorků.

8.1 Stanovení sušiny

Sušina byla stanovena nepřímou metodou. Do prázdné a vysušené misky bylo naváženo na analytických vahách 5 g zhomogenizovaného vzorku. Misky se vzorkem byly sušeny v elektrické sušárně při 105 °C do konstantního úbytku. Poté byly uzavřeny v exsikátoru a po vychladnutí zváženy na analytických vahách.

Výpočet obsahu vlhkosti v %

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (2)$$

Kde:

m_0 – hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 – hmotnost misky s navázkou vzorku před vysušením [g]

m_2 – hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Výpočet sušiny v %:

$$S = 100 - v \quad (3)$$

Vzorový výpočet sušiny:

Pro vzorový výpočet sušiny byly vzaty hmotnosti, které slouží pro výpočet sušiny u vzorku tepelně sterilovaného zelí bílého ve sladkokyselém nálevu, které bylo sterilováno při 75°C po dobu výdrže při sterilaci 5 minut.

$m_0 = 2,3390$ g

$m_1 = 7,3114$ g

$m_2 = 2,9038$ g

Hmotnosti byly dosazeny do vzorce 2 a 3:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 = \frac{7,3114 - 2,9038}{7,3114 - 2,3390} \cdot 100 = 88,64 \%$$

$$S = 100 - v = 100 - 88,64 = 11,36 \%$$

Sušina v každém vzorku byla stanovena 2 krát a dále bylo počítáno s jejím aritmetickým průměrem.

Tabulka č.5. Průměrné množství sušiny v modelových výrobcích

	Zelí sterilované [%]	Zelí marinované [%]	Mrkev ve sladkokyselém nálevu [%]	Mrkev ve slaném nálevu [%]	Paprika bez oleje [%]	Paprika s olejem [%]
75/5	11,31	15,71	12,88	7,99	8,25	11,81
75/30	10,22	15,64	12,61	8,34	8,83	11,65
80/5	10,27	15,72	12,70	8,58	8,45	12,09
80/30	10,42	15,39	12,81	8,22	8,67	11,55
85/5	10,18	15,46	12,97	7,84	8,58	12,01
85/30	10,19	15,66	12,85	8,25	8,80	11,45
90/5	10,73	15,12	12,52	8,32	9,05	11,79
90/30	10,53	15,04	12,95	8,18	8,76	11,48

8.2 Stanovení kyseliny L- askorbové

U modelových vzorků tepelně sterilovaného zelí a tepelně sterilované mrkve bylo stanovení titrační s 2,6-dichlorfenolindofenolem a při stanovení kyseliny askorbové v tepelně sterilované paprice jodometrické. Použití rozdílných metod nebylo na závadu, jelikož cílem práce bylo sledování rozdílů.

8.2.1 Titrační stanovení s 2,6-dichlorfenolindofenolem

Použité chemikálie:

- 2 % roztok kyseliny šťavelové (výrobce PENTA CZ)
- 2,6-dichlorfonolindofenol
- Kyselina askorbová p.a. (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- Destilovaná voda

Použité přístroje a pomůcky:

- Analytické váhy
- Titrační souprava
- Odměrné baňky o objemu 2000 ml, 1000 ml a 200 ml
- Tmavé laboratorní sklo o objemu 50 ml
- Pipeta – 2 ml, 5 ml, 10 ml a 50 ml
- Titrační baňka – 250 ml
- Filtrační papír

Princip metody: Ke stanovení kyseliny L-askorbové se využívá její reakce v kyselém prostředí s 2,6-dichlorfonolindofenolem. Kyselina L-askorbová se při titraci 2,6-dichlorindofenolindofenolem oxiduje na kyselinu L-dehydroaskorbovou a 2,6-dichlorindofenolindofenol se redukuje na bezbarvou bázi.

Příprava roztoků: Nejprve byl připraven odměrný roztok 2,6-dichlorindofenolindofenolu o přibližné koncentraci 0,001 mol/l. Tento roztok byl připraven navážením 0,29 g 2,6-dichlorindofenolindofenolu a jeho rozpuštěním ve vroucí destilované vodě. Po ochlazení byl převeden do 1000 ml odměrné baňky a doplněn destilovanou vodou po rysku.

Dále byl připraven roztok kyseliny šťavelové o přibližné koncentraci 2 %. Roztok byl připraven navážením 28 g kyseliny šťavelové, jejím rozpuštěním v destilované vodě a převedením do 1000 ml odměrné baňky.

Nakonec byl připraven standard kyseliny L-askorbové navážením 0,1 g kyseliny L-askorbové, rozpuštěním v destilované vodě a převedením do 100 ml odměrné baňky. Koncentrace standardu kyseliny L-askorbové přibližně 0,001 mol/l. Tento roztok se musí připravovat denně.

Stanovení titru: Do titrační baňky byly odpipetovány 2 ml standardního roztoku kyseliny L-askorbové a 5 ml 2% kyseliny šťavelové a rychle byl titrován odměrným roztokem do růžového zbarvení, které se nemění alespoň 5 sekund. Stanovení titru bylo provedeno 3krát. Stejným postupem byl proveden i slepý pokus, přičemž 2 ml standardního roztoku kyseliny L-askorbové byly nahrazeny 2 ml roztoku kyseliny šťavelové.

Příprava vzorku: Do tmavého laboratorního skla bylo naváženo asi 10 g zhomogenizovaného vzorku a přidáno 50 ml 2% kyseliny šťavelové. Vzorek byl protřepán a ponechán 15 minut stát v temnu. Získaný extrakt byl zfiltrován za sníženého tlaku. Do titrační baňky bylo odpipetováno 10 ml extraktu a rychle titrováno odměrným roztokem 2,6-dichlorindofenolindofenolem do růžového zbarvení, které se nemění během 5 sekund [46]

Výpočet titru:

Titř odměrného roztoku 2,6-dichlorindofenolindofenolu udávající hmotnost kyseliny L-askorbové v mg odpovídající 1 ml odměrného roztoku se vypočte ze vztahu:

$$t = \frac{VA \cdot cA}{a-s} \quad (4)$$

Kde:

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

cA...koncentrace standardního roztoku (1mg/ml)

a...průměrná spotřeba odměrného roztoku při stanovení titru

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

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

$$X = \frac{(b-s) \cdot t \cdot 100}{m} \quad (5)$$

Kde:

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

t ... titr

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

Výpočet obsahu kyseliny L-askorbové vztažený k sušině:

$$X_s = \frac{(b-s).t.100}{m} \quad (6)$$

Vzorový výpočet titru odměrného roztoku 2,6-dichlorindofenolindofenolu:

Titř byl stanovován každý den. Pro vzorový výpočet byly vzaty spotřeba, sloužící k výpočtu titru, který byl použit pro výpočet množství kyseliny L-askorbové v tepelně sterilovaném zelí bílém ve sladkokyselém nálevu sterilovaném při 75°C po dobu výdrže při sterilaci 5 minut.

Spotřeba odměrného roztoku při stanovení titru: Spotřeba odměrného roztoku při

$a_1 = 3,42$ ml slepém pokusu

$a_2 = 3,44$ ml $s_1 = 0,08$ ml

$a_3 = 3,50$ ml $s_2 = 0,10$ ml

Zjištěné spotřeba byly dosazeny do vzorce 4.

$$t = \frac{VA \cdot cA}{a - s} = \frac{2 \cdot 1}{3,4533 - 0,09} = 0,5947$$

Vzorový výpočet množství kyseliny L- askorbové ve vzorku:

Pro vzorový výpočet byly vzaty spotřeba u modelového vzorku tepelně sterilovaného zelí bílého v kořeněném sladkokyselém nálevu, u kterého byla sterilační teplota 75 °C a doba výdrže při sterilaci 5 minut. Zjištěné spotřeba byly dosazeny do vzorce 5.

Objem odměrného roztoku 2,6-dichlorindofenolindofenolu:

$V_1 = 2,33$ ml

$V_2 = 2,32$ ml

Navážka vzorku byla 10,3852 g.

$$X = \frac{(b - s).t.100}{m} = \frac{(2,325 - 0,09).0,5947.100}{\frac{10,3852}{5}} = 63,99 \text{ mg} / 100g \text{ vzorku}$$

Vzorový výpočet kyseliny L-askorbové vztažený k sušině:

Obsah kyseliny L-askorbové ve 100 g sušiny byl vypočten podle přímé úměry. Sušina vzorku je uvedena v Tab.č.5.

$$x = (10,3852 \cdot 11,36) / 100$$

$$x = 1,1798 \text{ g}$$

Vypočítané množství kyseliny L-askorbové v sušině vzorku bylo dosazeno do vzorce 6:

$$X_s = \frac{(b - s) \cdot t \cdot 100}{m} = \frac{(2,325 - 0,09) \cdot 0,5947 \cdot 100}{\frac{1,1798}{5}} = 563,30 \text{ mg}/100\text{g sušiny}$$

Tabulka č.6. Stanovení titru a výpočet titru

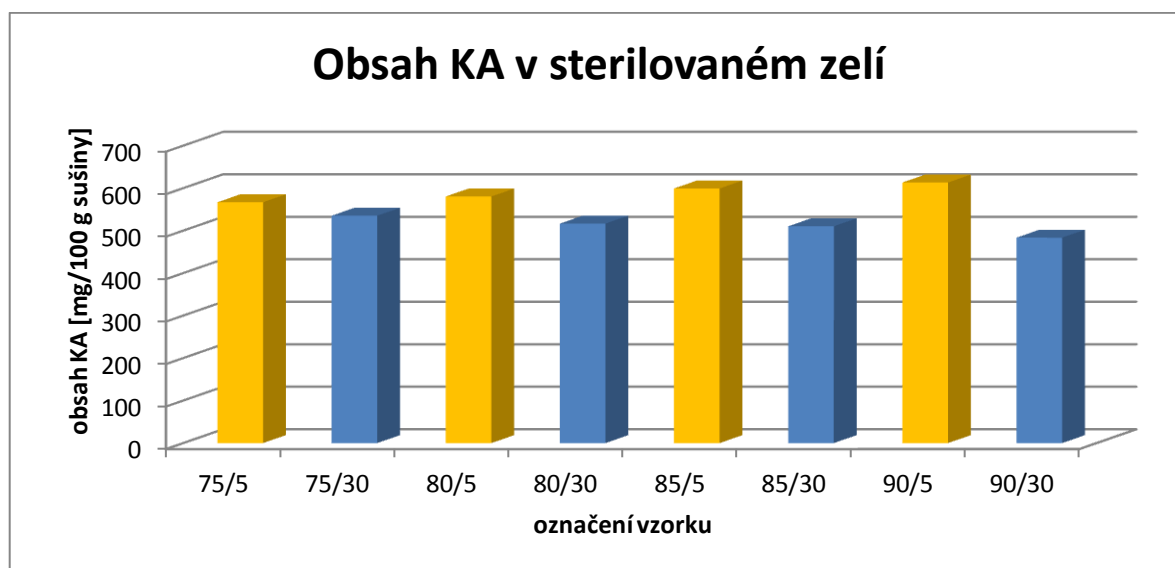
Analyzovaný vzorek	Spotřeba při stanovení titru [ml]			Průměrná spotřeba při slepém pokusu [ml]		Vypočtený titr	Zředění odměrného roztoku s vodou
Zelí sterilované vzorky (75/5 až 80/30)	3,42	3,44	3,50	0,08	0,10	0,5947	-
Zelí sterilované (vzorky 90/5 až 80/30) Zelí marinované (vzorky 75/5 až 80/30)	2,98	2,94	2,96	0,08	0,09	0,6957	-
Zelí marinované (vzorky 85/5 až 90/30)	12,28	12,66	12,21	1,10	1,01	0,8792	1:4
Mrkev ve slaném nálevu	10,70	10,72	10,71	0,19	0,18	0,5701	1:2
Mrkev ve sladkokyselém nálevu	10,37	10,40	10,39	0,16	0,17	0,5870	1:2

Z důvodu nízkých spotřeb při titraci, byl odměrný roztok zředěn v příslušném poměru s vodou. Zředění vedlo k přesnějším spotřebám a přesnějším výsledkům.

Stanovení vitamínu C u sterilovaného zelí bílého ve sladkokyselém kořeněném nálevu

Tabulka č.7. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v sterilovaném zelí

Číslo vzorku	Navážka [g]	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g vzorku [mg]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	10,3852	2,33	2,30	63,99	563,30
	10,1834	2,32	2,28	64,24	570,48
75/30	9,9732	1,92	1,92	54,56	532,31
	10,0360	1,92	1,96	54,81	537,90
80/5	10,0561	2,10	2,09	59,58	581,31
	9,9956	2,11	2,10	59,65	579,63
80/30	10,0392	1,92	1,90	54,20	516,71
	10,0125	1,92	1,88	53,46	516,48
85/5	10,2694	2,19	2,14	60,66	593,57
	10,1355	2,18	2,14	60,14	593,11
85/30	10,0974	1,86	1,86	51,98	508,57
	10,0118	1,85	1,82	51,97	512,07
90/5	10,0075	1,98	1,95	66,04	613,21
	9,9549	1,99	1,97	56,52	613,45
90/30	10,0418	1,55	1,55	51,27	485,49
	10,0089	1,56	1,53	50,57	481,61



Obrázek č.1. Obsah kyseliny L-askorbové v sterilovaném zelí

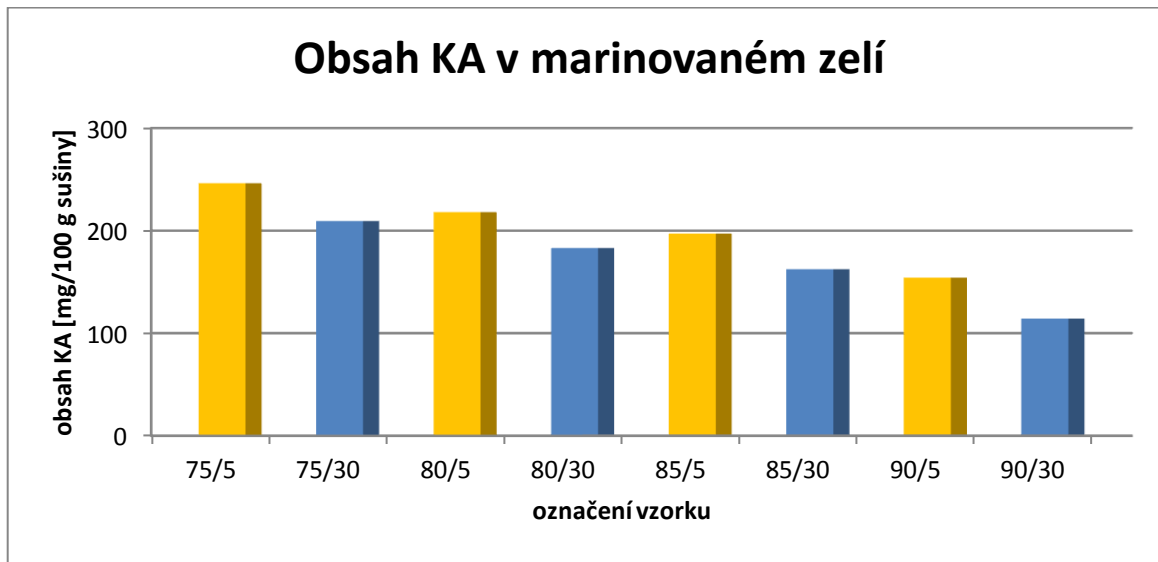
Z grafu je patrné, že modelové vzorky sterilovaného zelí, které byly sterilovány krátkou dobu, obsahují vyšší obsah kyseliny L-askorbové než vzorky, které byly sterilovány dobu dlouhou.

U sterilizačních režimů s kratší dobou výdrže zůstává zachován větší obsah kyseliny L-askorbové. U vzorků, sterilovaných delší dobu, dochází naopak k poklesu obsahu kyseliny L-askorbové. Nejvyšší hodnoty kyseliny L askorbové u sterilovaného zelí byly zjištěny u modelového vzorku sterilovaného při teplotě 90 °C s dobou výdrže 5 minut, i když lze rámcově konstatovat, že u všech vzorků sterilovaných po kratší dobu, byly zjištěny obsahy kyseliny L-askorbové na srovnatelné úrovni. Nejnížší hodnoty byly zjištěny u modelového vzorku sterilovaného při teplotě 90 °C s dobou výdrže 30 minut a byl zjištěn mírný pokles kyseliny L-askorbové na srovnatelné úrovni.

Tabulka č.8. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v marinovaném zelí

Číslo vzorku	Navážka [g]	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g vzorku [mg]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	10,0120	1,21	1,20	39,09	246,92
	9,9629	1,21	1,16	38,23	245,39
75/30	9,9755	1,01	0,97	32,60	207,66
	10,0133	1,03	0,97	30,74	210,87
80/5	10,0042	1,08	1,08	34,60	219,79
	9,9910	1,08	1,04	33,95	216,35
80/30	9,9746	0,90	0,90	28,60	182,49
	10,0830	0,91	0,88	27,77	183,43
85/5	10,0144	4,56	4,47	30,77	197,14
	9,9967	4,54	4,48	30,17	197,05
85/30	10,0935	4,02	3,88	26,07	163,57
	10,1134	4,06	3,91	24,76	161,06
90/5	10,0117	3,71	3,87	23,33	153,99
	10,0888	3,70	3,87	23,28	154,30
90/30	9,9679	3,00	2,99	17,23	114,34
	9,9662	3,01	3,00	17,15	114,23

Od vzorku 85/5 byl 2,6-dichlorfonolondofenol zředěn s vodou v poměru 1:4, proto jsou spotřeby titrací 5 krát vyšší a pro výpočet byly tyto spotřeby poděleny zředěním.



Obrázek č.2. Obsah kyseliny L-askorbové v marinovaném zelí

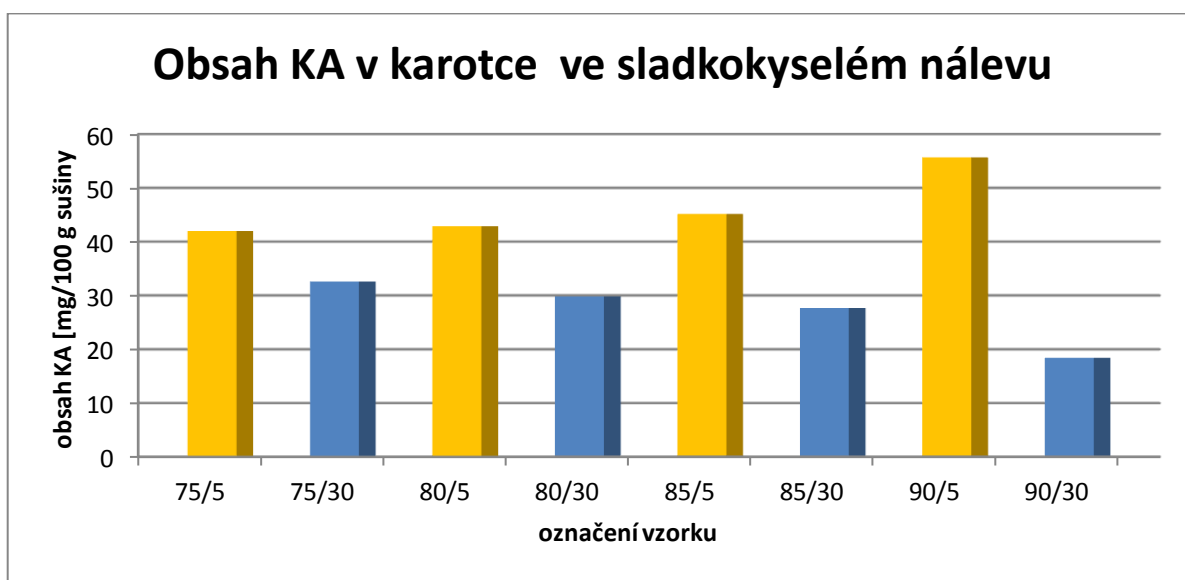
Hodnoty kyseliny L askorbové v modelových vzorcích marinovaného zelí byly nejvyšší u modelového vzorku sterilovaného při teplotě 75 °C s dobou výdrže 5 minut. S rostoucí teplotou a časem dochází k snížení obsahu kyseliny L-askorbové. Nejnižší obsah kyseliny L- askorbové byl zjištěn při teplotě 90 °C a dobou výdrže 30 minut.

Nižší hodnoty kyseliny L-askorbové v marinovaném zelí, než v zelí sterilovaném jsou zřejmě způsobeny tím, že během marinace mohlo dojít k dílčí oxidaci kyseliny L-askorbové.

Stanovení vitamínu C u sterilované karotky krájené ve sladkokyselém nálevu

Tabulka č.9. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v karotce ve sladkokyselém nálevu

Číslo vzorku	Navážka [g]	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g vzorku [mg]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	10,0396	0,76	0,74	5,42	41,87
	9,9903	0,76	0,76	5,39	42,09
75/30	10,0902	0,60	0,63	4,12	32,68
	10,0145	0,65	0,61	4,10	32,52
80/5	10,0165	0,75	0,76	5,34	43,03
	10,0233	0,75	0,78	5,54	42,75
80/30	9,9975	0,61	0,58	3,93	30,35
	10,0071	0,59	0,57	3,70	29,24
85/5	10,1002	0,82	0,82	5,87	45,32
	10,2924	0,80	0,82	5,84	45,01
85/30	10,1228	0,54	0,56	3,52	27,47
	10,0115	0,58	0,57	3,59	27,85
90/5	10,1228	0,92	0,91	7,07	55,56
	10,0688	0,96	0,92	6,88	55,78
90/30	10,0623	0,43	0,44	2,35	18,19
	10,0472	0,44	0,44	2,41	18,58



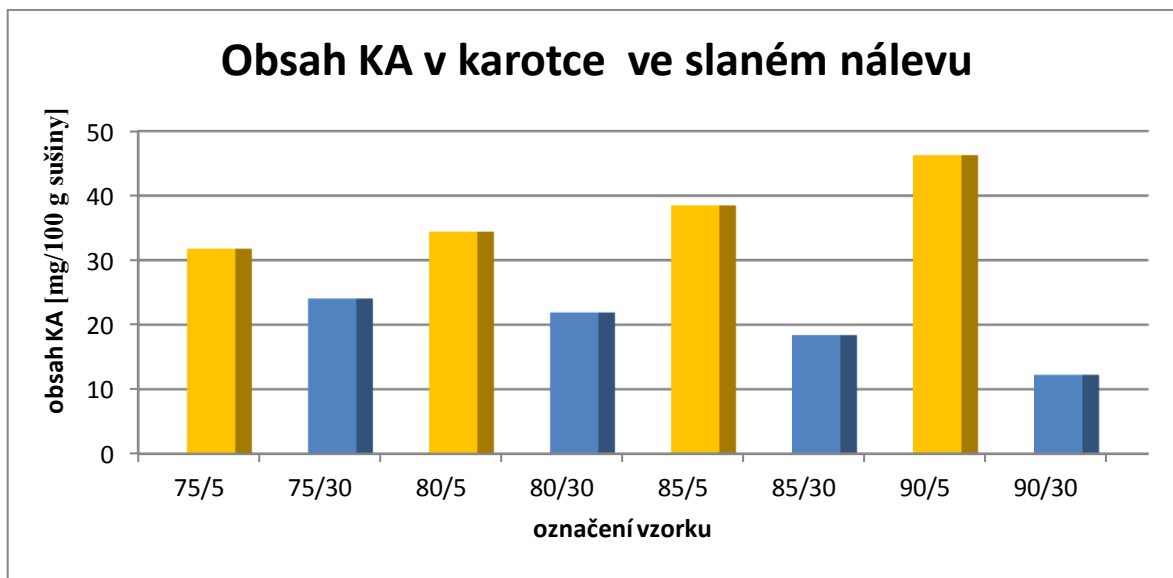
Obrázek č.3. Obsah kyseliny L-askorbové v karotce ve sladkokyselém nálevu

Modelové vzorky karotky ve sladkokyselém nálevu sterilované krátkou dobu obsahují více kyseliny L-askorbové, než ty, které byly sterilovány dobu delší. Z grafu můžeme usoudit, že při vysoké teplotě, která působí krátkou dobu, bylo zachováno nejvíce kyseliny L-askorbové. Nejméně kyseliny L-askorbové bylo ve vzorku sterilovaného při vysoké teplotě, která působí dlouho dobu.

Stanovení vitamínu C u sterilované karotky krájené ve slaném nálevu

Tabulka č.10. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v karotce ve slaném nálevu

Číslo vzorku	Navážka [g]	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g vzorku [mg]	Obsah kyseliny L- askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	10,0058	0,43	0,43	2,55	32,06
	10,3178	0,42	0,43	2,50	31,45
75/30	10,0303	0,37	0,37	2,05	24,21
	10,0797	0,38	0,36	1,96	23,86
80/5	10,0797	0,46	0,45	2,85	34,67
	10,0778	0,46	0,44	2,71	34,15
80/30	10,0234	0,34	0,35	1,57	21,66
	10,0226	0,35	0,36	1,84	22,15
85/5	10,3036	0,48	0,47	3,05	38,63
	10,0351	0,49	0,47	2,98	38,30
85/30	10,0337	0,33	0,31	1,55	18,35
	9,9080	0,32	0,32	1,48	18,40
90/5	10,0357	0,56	0,57	3,80	46,25
	10,1745	0,55	0,57	3,89	46,30
90/30	9,9282	0,26	0,27	0,98	12,30
	9,9949	0,27	0,27	1,03	12,19



Obrázek č.4. Obsah kyseliny L-askorbové v karotce v slaném nálevu

Nejvyšší hodnoty kyseliny L-askorbové u karotky ve slaném nálevu byly zjištěny u modelového vzorku sterilovaného při teplotě 90 °C po dobu výdrže 5 minut. Nejnižší hodnoty byly zjištěny u modelového vzorku sterilovaného při teplotě 90 °C s dobou výdrže 30 minut.

U modelových vzorků karotky ve slaném nálevu je zachováno více kyseliny L-askorbové než u karotky ve sladkokyselém nálevu. Tyto výsledky měření jsou však nesrovnatelné s výsledky, které byly dosaženy u modelových vzorků karotky ve sladkokyselém nálevu, jelikož vstupní surovina byla pro každou sérii modelových vzorků jiná.

8.2.2 Jodometrické stanovení

Použité chemikálie:

- Thiosíran sodná (dodavatel Lukeš, Uherský Brod)
- Dichroman draselný
- Koncentrovaná kyselina chlorovodíková (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- 10% kyselina chlorovodíková (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- Jodid draselný (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- Škrobový maz
- 15% kyselina sírová (dodavatel Lukeš, Uherský Brod)

- Destilovaná voda

Použité přístroje a pomůcky:

- Analytické váhy
- Titrační souprava
- Odměrná baňka o objemu 2000 ml
- Pipeta – 2 ml, 5 ml, 10 ml a 50 ml
- Titrační baňka – 250 ml
- Filtrační papír

Princip: Kyselinu askorbovou lze stanovit jodometrickou titrací, kdy se v kyselém prostředí oxiduje jodem na kyselinu dehydroaskorbovou. Jako indikátor se používá škrobový maz. Odměrným roztokem pro stanovení kyseliny askorbové je roztok jodu o koncentraci 0,005 mol/l. Reakce probíhá v kyselém prostředí.

Příprava roztoku thiosíranu sodného a jeho standardizace

Do 250 ml odměrné baňky byl připraven roztok thiosíranu sodného o koncentraci 0,1 mol/l. Byla provedena jeho standardizace na dichroman draselný. Do Erlenmeyerovy baňky bylo odpipetováno 10 ml 0,0017 mol/l dichromanu draselného, 10 ml HCl a 10 ml 10% KI. Baňka byla uzavřena a ponechána 5 minut v tmavém místě. Pak byla zátka opláchnuta a roztok titrován odměrným roztokem 0,1 mol/l thiosíranu sodného do žlutého zbarvení. Poté bylo přidáno několik kapek škrobového mazu a dotitrováno do bledě zelené barvy [47].

Výpočet přesné koncentrace roztoku thiosíranu sodného o koncentraci 0,1 mol/l:

$$c_{Na_2S_2O_3} = \frac{10}{A} \cdot 0,1 \quad (7)$$

Spotřeba odměrného roztoku thiosíranu sodného byla:

$$A_1 = 10,43 \text{ ml}$$

$$A_2 = 10,42 \text{ ml}$$

$$A_3 = 10,28 \text{ ml}$$

Výpočet přesné koncentrace roztoku thiosíranu sodného o koncentraci 0,1 mol/l:

Spotřeby byly aritmeticky zprůměrovány a dosazeny do vzorce 7

$$c_{Na_2S_2O_3} = \frac{10}{A} \cdot 0,1 = \frac{10}{10,37} \cdot 0,1 = 0,09643 \text{ mol/l}$$

Standardizace odměrného roztoku jodu o koncentraci 0,005 mol/l

Do titrační baňky bylo odpipetováno 10 ml 0,005 mol/l jodu a 4 ml 10% HCl a bylo titrováno thiosíranem sodným do žlutého zbarvení. Pak byly přidány 2 ml škrobového mazu. Roztok byl titrován z modré barvy do odbarvení.

Spotřeba roztoku thiosíranu sodného byla:

$$B_1 = 2,48 \text{ ml}$$

$$B_2 = 2,48 \text{ ml}$$

$$B_3 = 2,49 \text{ ml}$$

Výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku 0,005 mol/l jodu:

$$c_{I_{0,005}} = \frac{B \cdot c_{Na_2S_2O_3} \cdot 10}{0,1 \cdot 25} \cdot 0,005 \quad (8)$$

Přesná koncentrace odměrného roztoku 0,005 mol/l jodu:

Spotřeby odměrného roztoku jodu byly aritmeticky zprůměrovány a dosazeny do vzorce 8.

$$c_{I_{0,005}} = \frac{B \cdot c_{Na_2S_2O_3} \cdot 10}{0,1 \cdot 25} \cdot 0,005 = \frac{2,483 \cdot 0,09643 \cdot 10}{0,1 \cdot 25} \cdot 0,005 = 0,00479 \text{ mol/l}$$

Vlastní stanovení: Z modelových vzorků byla oddělena cibule a koření a paprika společně s nálevem (olejem) byla rozmixována a zfiltrován. Do titrační baňky byly odpipetovány 2 filtrátu, který byl zředěn 48 ml destilované vody. Ke vzorku bylo přidáno 5 ml 15% kyseliny sírové a 5 ml škrobového mazu. Ihned bylo titrováno odměrným roztokem 0,005 mol/l jodu do zeleného zbarvení.

Výpočet obsahu kyseliny askorbové ve 100 g sušiny vzorku:

$$S_A = V \cdot c \cdot M_{KA} \quad (9)$$

Kde:

V...je spotřeba odměrného roztoku I₂ [ml]

c...je koncentrace odměrného roztoku I₂ [ml]

M_{KA}...je rel. mol. hmotnost kyseliny askorbové (M_{KA} = 176,13 g/mol)

Vzorový výpočet obsahu kyseliny L-askorbové vztažený na 100 g sušiny:

Pro vzorový výpočet byly vzaty spotřeby u modelového vzorku tepelně sterilované paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje, u které byla sterilační teplota 75 °C a doba výdrže při sterilaci 5 minut.

Spotřeba odměrného roztoku jodu:

$$V_1 = 3,29 \text{ ml}$$

$$V_2 = 3,31 \text{ ml}$$

Spotřeby byly zprůměrovány a dosazeny do vzorce 9

$$S_A = V \cdot c \cdot M_{KA} = 3,3 \cdot 0,00479 \cdot 176,13 = 2,7841 \text{ mg}/100 \text{ g vzorku}$$

Hmotnost misky se vzorkem po vysušení – hmotnost prázdné misky

$$2,7424 - 2,3239 = 0,4185 \text{ g}$$

Výsledky byly dosazeny do přímé úměry

$$x = (100 \cdot 2,7841) / 0,4185$$

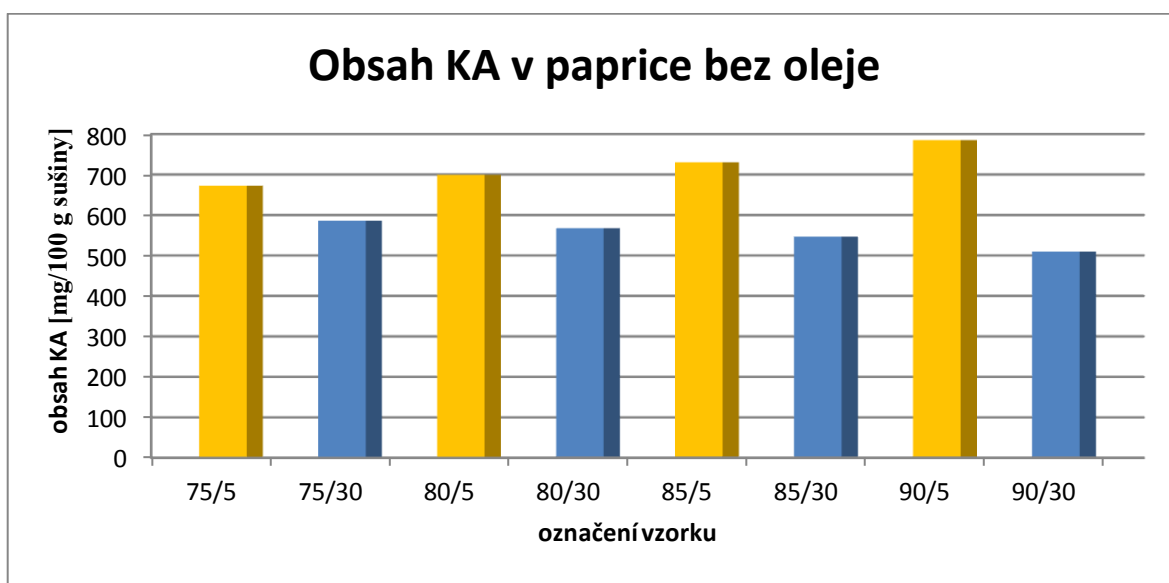
$$x = 665,26 \text{ mg}/100 \text{ g sušiny}$$

Z každého modelového vzorku byly naváženy 2 vzorky pro titraci a každý vzorek byl titrován 2 krát. Tabulka uvádí průměrné hodnoty z jednotlivých titrací.

Stanovení vitamínu C u sterilované papriky kapie ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Tabulka č.11. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Číslo vzorku	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L-askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	3,30	3,30	665,23
	3,30	3,34	679,83
75/30	3,17	3,00	586,39
	3,13	3,00	585,74
80/5	3,38	3,60	702,55
	3,42	3,70	695,75
80/30	2,92	3,00	567,39
	2,88	3,10	568,03
85/5	3,84	3,40	728,37
	3,88	3,40	732,38
85/30	2,90	2,87	547,22
	2,90	2,89	545,77
90/5	4,30	4,30	786,42
	4,30	4,30	783,53
90/30	2,71	2,60	509,25
	2,69	2,70	509,74



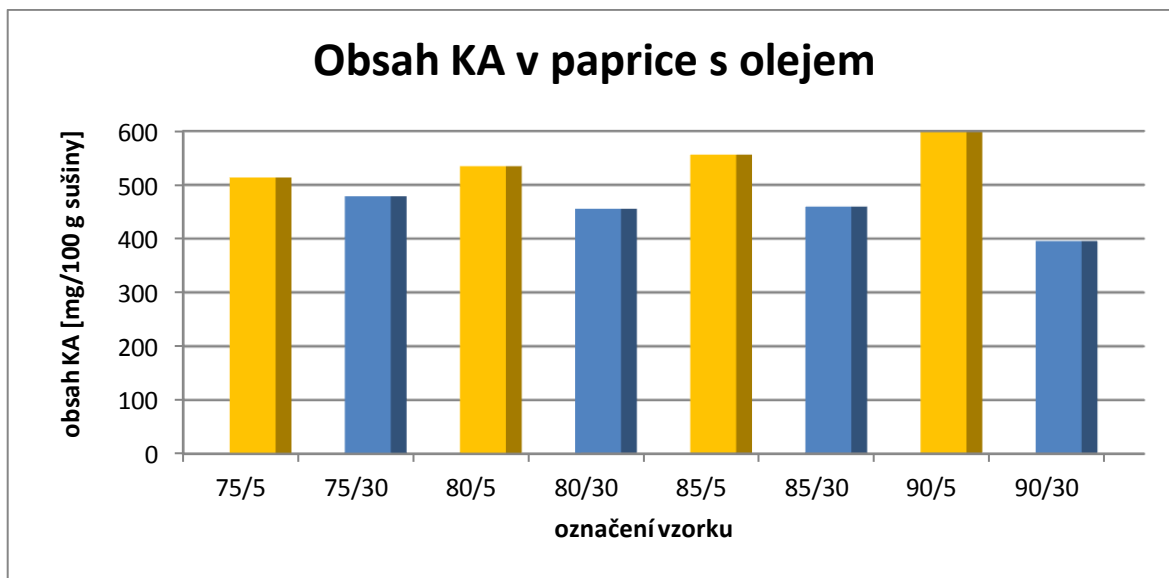
Obrázek č.5. Obsah kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Z grafu můžeme usoudit, že nejméně destrukční účinky jsou při nejkratších sterilačních výdržích. Nejvíce kyseliny L-askorbové bylo zachováno v modelovém vzorku sterilovaném při teplotě 90 °C s dobou výdrže při sterilaci 5 minut. Největší úbytek kyseliny L-askorbové je při nejdelších dobách výdrže. Nejméně kyseliny L-askorbové bylo stanoveno v modelovém vzorku sterilovaném při 90 °C s dobou výdrže 30 minut.

Stanovení vitamínu C u sterilované papriky kapie ve sladkokyselém nálevu s olejem

Tabulka č.12. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Číslo vzorku	Objem odměrného roztoku u titrace 1 navážky [ml]	Objem odměrného roztoku u titrace 2 navážky [ml]	Obsah kyseliny L-askorbové ve 100g sušiny [mg]
75/5	3,60	3,64	511,57
	3,60	3,66	515,55
75/30	3,40	3,34	478,13
	3,36	3,36	479,68
80/5	3,80	3,90	534,66
	4,00	3,86	534,52
80/30	3,10	3,15	452,25
	3,10	1,13	458,96
85/5	4,00	4,07	555,50
	3,90	4,03	557,12
85/30	2,98	3,06	439,45
	3,02	3,04	439,55
90/5	4,05	4,44	596,38
	4,15	4,40	599,12
90/30	2,70	2,70	396,39
	2,60	2,70	395,54



Obrázek č.6. Obsah kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu s olejem

Nejvyšší obsah kyseliny L-askorbové byl stanoven v modelovém vzorku papriky kapie ve sladkokyselém nálevu s olejem, který byl sterilován při teplotě 90 °C, a výdrž při sterilaci byla 5 minut. Kdežto nejnižší obsah kyseliny L-askorbové byl stanoven ve vzorku, který byl sterilován taktéž při 90 °C, ale doba výdrže byla 30 minut. Při interpretaci těchto výsledků však je nutno zohlednit i chybu stanovení, která může vzniknout jako důsledek subjektivního odčítání barevné změny při ekvivalentním bodu titrace. V přiměřené míře zde platí i závěry vyslovené při hodnocení modelových vzorků papriky bez oleje.

8.3 Stanovení antioxidační kapacity

Antioxidační kapacita u modelových vzorků byla stanovena metodou DPPH. Tato metoda spočívá v reakci analyzované látky se stabilním radikálem difenylpikrylhydrazylem (DPPH). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H. Reakce je sledována spektrofotometricky při vlnové délce 517 nm po uplynutí 60 minut.

Použité chemikálie:

- Methanol p.a (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- DPPH (dodavatel Sygma Aldrige)
- Kyselina askorbová (dodavatel Lach-Ner s.r.o. CZ)
- Destilovaná voda

Použité přístroje a pomůcky:

- Analytické váhy
- Mikropipety
- Filtrační souprava
- Analytické váhy
- Filtrační papír
- PC s vyhodnocovacím programem WinLab Software

Příprava vzorku: Vzorek byl zhomogenizován a do tmavého laboratorního skla bylo naváženo 5 g vzorku. Vzorek byl zalit 50 ml metanolu a byl extrahován 24 hodin na třepače. Extrakt byl přefiltrován na filtračním papíře a filtrát byl smíchán s kalibračním roztokem. Byl uložen v temnu a po 60 minutách byl měřen úbytek absorpance při vlnové délce 515 nm.

Příprava základního roztoku: 24 mg difenylpikrylhydrazylu bylo rozpuštěno v metanolu ve 100 ml odměrné baňce a doplněn metanolem po rysku.

Příprava pracovního roztoku: 10 ml základního roztoku bylo smícháno s 45 ml metanolu a absorpance tohoto pracovního roztoku byla měřena spektrometricky při 515 nm, absorpance A_0 .

Příprava kalibračního roztoku: Nejprve byl připraven základní roztok kyseliny askorbové. Bylo naváženo 100 mg této kyseliny, která byla rozpuštěna ve 100 ml základního roztoku. Poté byly připraveny kalibrační roztoky o koncentraci 40, 60 a 80 mg/l kys. askorbové, kdy bylo odpipetováno 1,0, 1,5 a 2,0 ml základního roztoku do 25 ml odměrné baňky a doplněno destilovanou vodou po rysku.

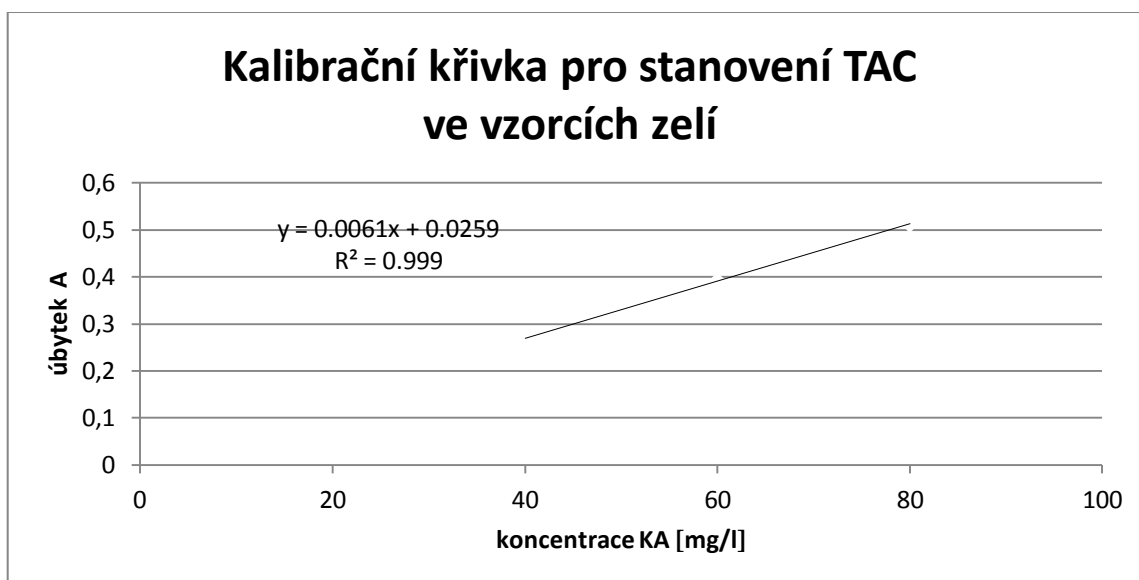
Pracovní postup: 450 µl vzorku bylo smícháno s 8,55 ml pracovního roztoku a uloženo do temného prostoru. Po 60 minutách byla měřena absorbance A_1 při 515 nm proti metanolu. Úbytek absorbance byl vypočten dle vzorce:

$$\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \quad (10)$$

Z hodnot úbytku absorbance kalibračních roztoků byla zkonstruována kalibrační křivka. Do regresní rovnice křivky byly dosazeny hodnoty úbytku absorbance jednotlivých vzorků a bylo stanoveno TAC vyjádřené jako mg kys. askorbové/l.

Kalibrační křivka:

Kalibrační křivka u vzorků zelí sterilovaného v slankyselém kořeněném nálevu a zelí marinovaného.



Obrázek č.7. Kalibrační křivka pro zelí

Vzorový výpočet antioxidační kapacity

Pro vzorový výpočet byly vzaty spotřeby u modelového vzorku tepelně sterilovaného marinovaného zelí, u kterého byla sterilační teplota 75 °C a doba výdrže při sterilaci 5 minut.

Z rovnice regrese bylo vyjádřeno x , vypočítán úbytek absorbance a dosazen do rovnice.

$$x = \frac{y - 0,0259}{0,0061}$$

Výpočet úbytku absorbance dle vzorce 10:

$$\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} = \frac{1,1446 - 0,93765}{1,1446} = 0,1808$$

Dosazení do rovnice regrese:

$$x = \frac{0,1808 - 0,0259}{0,0061} = 25,39 \text{ mg/l kys. L - askorbové}$$

Přepočet na 100 g sušiny pomocí přímé úměry:

Miligramy kyseliny L-askorbové byly převedeny na mg/ml a výsledek byl vynásoben přídatkem metanolu v ml. Dále byla vypočtena hmotnost vzorku, tak, že byla odečtena hmotnost misky se vzorkem po vysušení od hmotnosti prázdné misky a dány do přímé úměry

$$\frac{25,39}{1000} \cdot 50 = 1,2695 \text{ mg}$$

(hmotnost misky se vzorkem po vysušení – hmotnost prázdné misky)

$$3,1156 - 2,3214 = 0,7942 \text{ g}$$

Výsledky byly dosazeny do přímé úměry

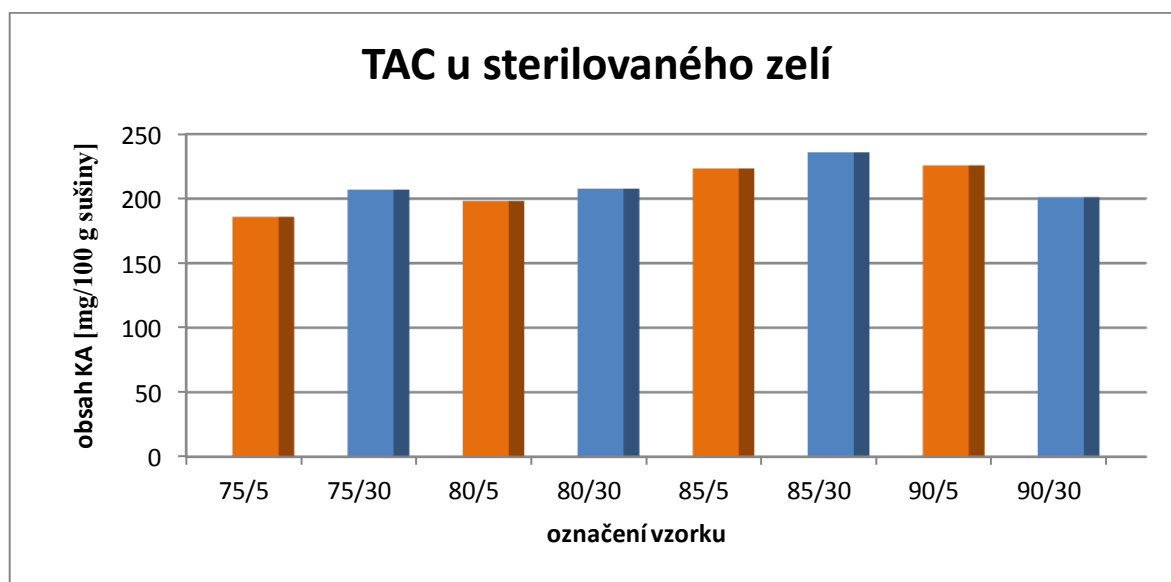
$$x = (100 \cdot 1,2695) / 0,7942$$

$$x = 159,85 \text{ mg/100 g sušiny}$$

Antioxidační kapacita v sterilovaném bílém zelí ve sladkokyselém kořeněném nálevu

Tabulka č.13. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u sterilovaného zelí

Číslo vzorku	Absorbance A_0	Absorbance A_1	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,1446	0,96835	20,99	185,82
75/30		0,96661	21,25	206,88
80/5		0,97232	20,46	198,11
80/30		0,96307	21,79	207,69
85/5		0,95416	23,07	223,32
85/30		0,94574	24,26	235,86
90/5		0,97078	20,69	225,80
90/30		0,96702	21,21	201,26



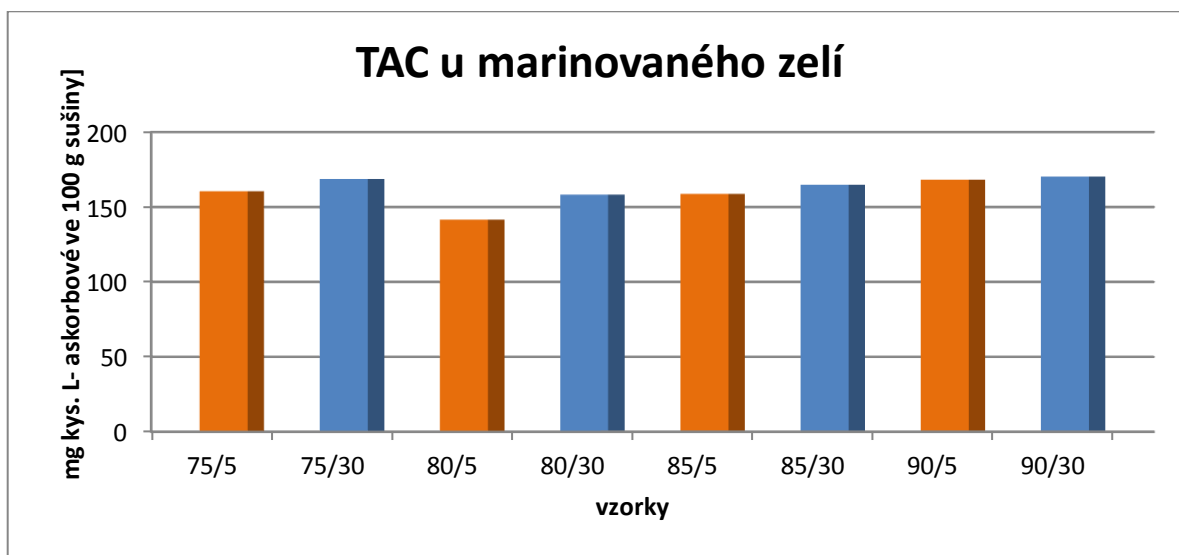
Obrázek č.8. Celková antioxidační kapacita u sterilovaného zelí

Nejvyšší antioxidační kapacita byla zjištěna u modelového vzorku sterilovaného zelí sterilovaného při 85 °C a době výdrže 30 minut. Nejnižší antioxidační kapacita byla zjištěna u modelových vzorků sterilovaných při teplotě 75 °C po dobu výdrže 5 minut. Z grafu můžeme konstatovat, že nedochází k velkým rozdílům hodnot TAC u jednotlivých vzorků sterilovaného zelí.

Antioxidační kapacita v marinovaném zelí

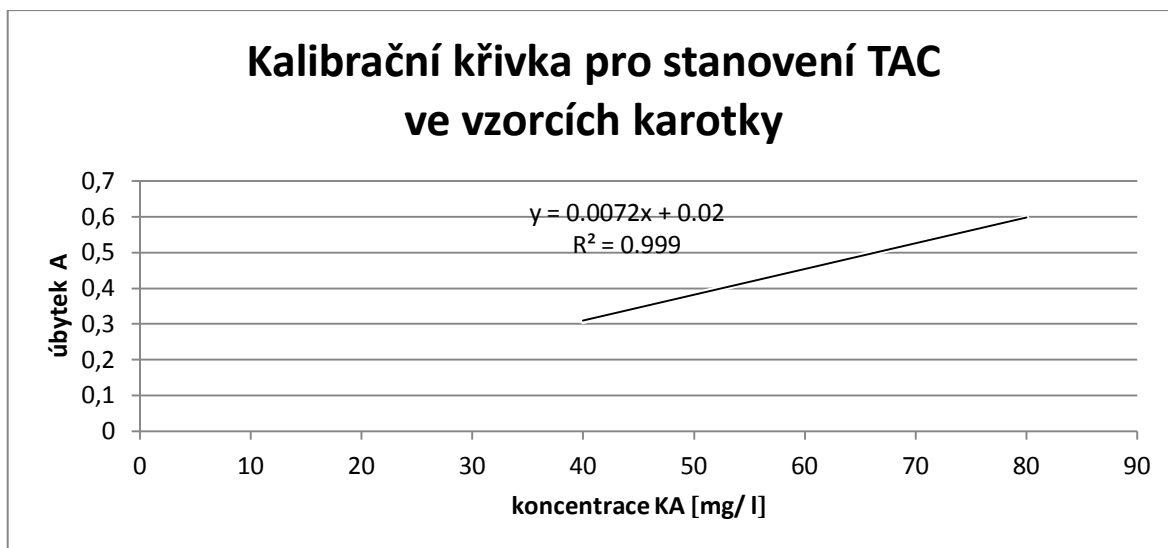
Tabulka č.14. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u marinovaného zelí

Číslo vzorku	Absorbance A ₀	Absorbance A ₁	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,1446	0,93765	25,43	160,46
75/30		0,93126	26,34	168,76
80/5		0,95237	23,31	141,54
80/30		0,94460	24,43	158,24
85/5		0,94237	24,75	158,72
85/30		0,93568	25,70	164,81
90/5		0,93838	25,33	168,23
90/30		0,93523	25,77	170,31



Obrázek č.9. Celková antioxidační kapacita u marinovaného zelí

Celková antioxidační kapacita u vzorků marinovaného zelí byla nejvyšší při teplotě 90 °C a době výdrže 30 minut. Nejnižší antioxidační kapacita byla naměřena u vzorku sterilovaného při 80 °C a době výdrže 5 minut. Můžeme konstatovat, že jsou naměřené hodnoty srovnatelné a sterilací teplota ani doba výdrže při sterilaci nemají zásadní vliv na antioxidační kapacitu ve vzorcích marinovaného zelí.

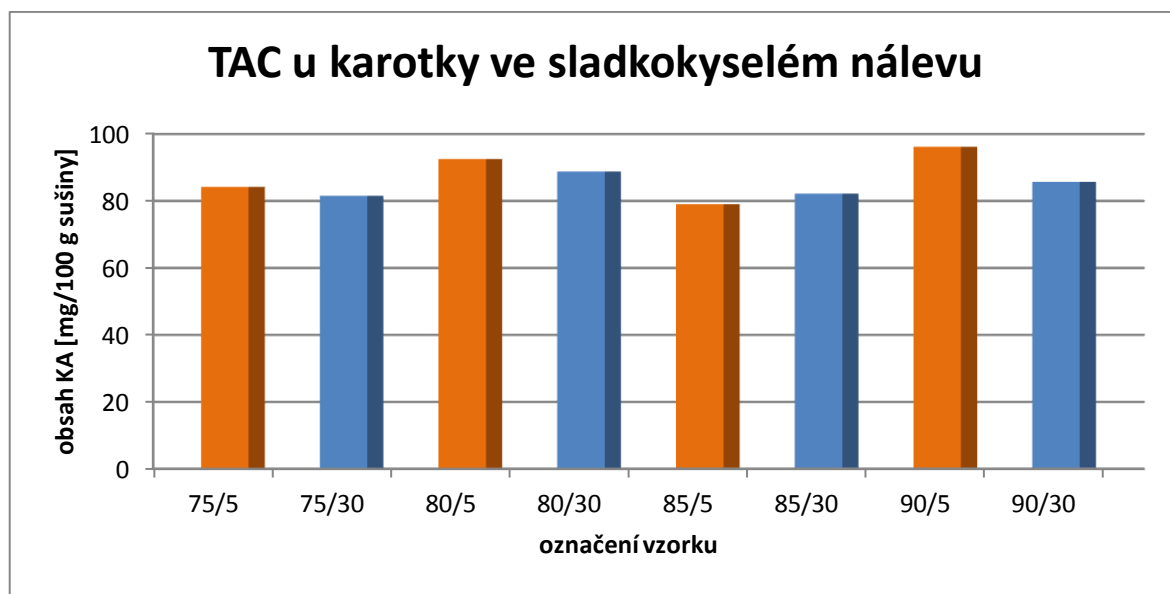
Kalibrační křivka pro mrkev karotku ve sladkokyselém a slaném nálevu

Obrázek č.10. Kalibrační křivka pro karotku

Antioxidační kapacita v sterilované karotce krájené ve sladkokyselém nálevu

Tabulka č.15. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u karotky ve sladkokyselém nálevu

Číslo vzorku	Absorbance A_0	Absorbance A_1	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,0347	0,93434	10,69	84,22
75/30		0,93556	10,54	81,59
80/5		0,92569	11,84	92,56
80/30		0,92902	11,40	88,83
85/5		0,93693	10,35	79,01
85/30		0,93124	11,10	82,20
90/5		0,89419	12,01	96,17
90/30		0,92611	11,79	85,75



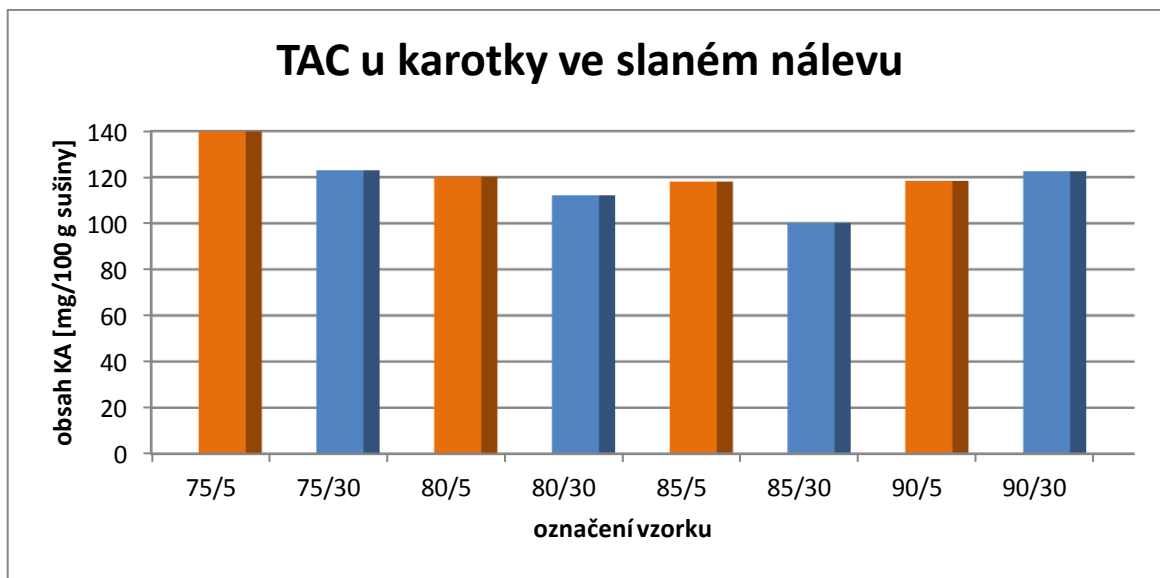
Obrázek č.11. Celková antioxidační kapacita u karotky ve sladkokyselém nálevu

Celková antioxidační kapacita byla nejvyšší při teplotě sterilace 90 °C a dobou výdrže 5 minut. Nejnížší antioxidační kapacita byla při teplotách 75 °C a době výdrže při sterilaci 30 minut a při teplotě 85 °C a době výdrže 30 minut. Z grafu můžeme konstatovat, že nedochází k velkým rozdílům hodnot TAC u jednotlivých vzorků karotky ve sladkokyselém nálevu a výsledky jsou srovnatelné. Můžeme tedy říct, že sterilizační teplota a ani doby výdrže při sterilaci nemají vliv na antioxidační kapacitu ve vzorku.

Antioxidační kapacita v sterilované karotce krájené ve slaném nálevu

Tabulka č.16. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u karotky ve slaném nálevu

Číslo vzorku	Absorbance A_0	Absorbance A_1	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,0347	0,92966	11,32	139,84
75/30		0,93754	10,27	122,96
80/5		0,94070	9,86	120,12
80/30		0,94624	9,12	112,14
85/5		0,94471	9,32	118,11
85/30		0,95100	8,49	100,16
90/5		0,94026	9,91	118,36
90/30		0,93931	10,04	122,53

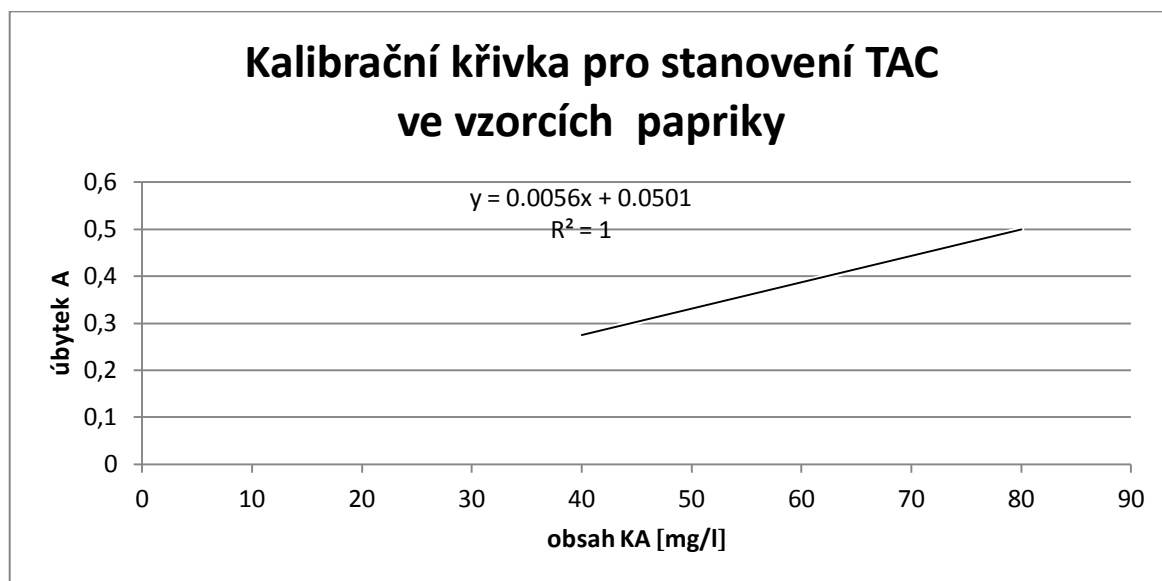


Obrázek č.12. Celková antioxidační kapacita u karotky ve slaném nálevu

Celková antioxidační kapacita u vzorku karotky ve slaném nálevu byla nejvyšší při teplotě sterilace 75 °C s dobou výdrže 5 minut. Nejnižší antioxidační kapacita byla při teplotě sterilace 85 °C s dobou výdrže 30 minut. V závislosti na teplotě a době sterilace dochází k mírnému poklesu u vzorků sterilovaných při teplotě 75, 80 a 85 °C po dobu 30 minut, oproti vzorkům sterilovaným stejnou teplotou po dobu 5 minut. Se stoupající teplotou a delší dobou záhřevu dochází k mírnému sestupu antioxidační kapacity.

Antioxidační kapacita je vyšší u vzorků karotky sterilovaných v slaném nálevu než u karotky sterilované v nálevu sladkokyselém. Ale jak již bylo řečeno, vzorky díky jiné výchozí surovině nejsou srovnatelné.

Kalibrační křivka pro sterilovanou papriku kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje a s olejem

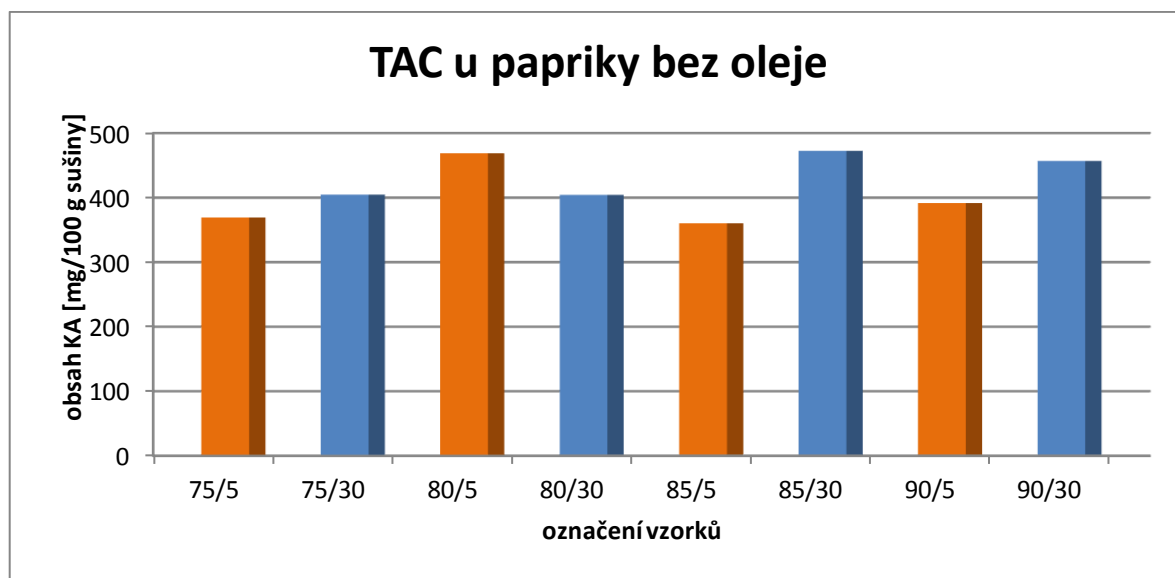


Obrázek č.13. Kalibrační křivka pro papriku

Antioxidační kapacita v sterilované paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Tabulka č.17. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u kapie bez oleje

Číslo vzorku	Absorbance A_0	Absorbance A_1	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,0824	0,84233	30,66	369,17
75/30		0,81109	35,81	404,73
80/5		0,78667	39,84	468,82
80/30		0,81227	35,62	404,09
85/5		0,82746	33,11	360,39
85/30		0,77269	42,15	472,38
90/5		0,80878	36,19	391,54
90/30		0,78288	40,47	456,87



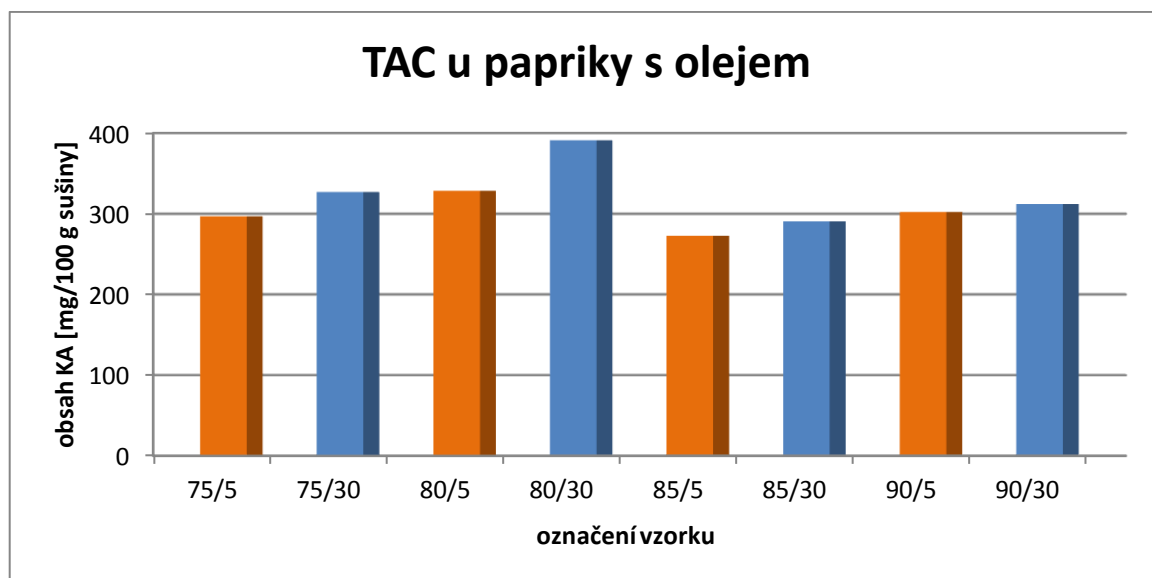
Obrázek č.14. Celková antioxidační kapacita u kapie bez oleje

Celková antioxidační kapacita u vzorku papriky bez oleje byla nejvyšší u vzorků sterilovaných při teplotách 80 °C a době výdrže 5 minut a při teplotě 85 °C a době výdrže 30 minut. U vzorků sterilovaných při teplotách 75, 85 a 90 °C po dobu 5 minut je viditelný pokles oproti vzorkům sterilovaným po dobu 20 minut. Nejnižší antioxidační kapacita byla naměřena u vzorku sterilovaného při 85 °C po dobu výdrže 5 minut. Po vyloučení odlehlých výsledků však lze konstatovat, že neměřené hodnoty jsou téměř srovnatelné.

Antioxidační kapacita v sterilované paprice kapii ve sladkokyselém nálevu s olejem

Tabulka č.18. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u kapie s olejem

Číslo vzorku	Absorbance A_0	Absorbance A_1	Antioxidační kapacita mg/l	Antioxidační kapacita ve 100 g sušiny
75/5	1,0824	0,79384	35,36	296,89
75/30		0,79232	38,75	326,85
80/5		0,78377	40,32	328,39
80/30		0,75452	45,18	391,00
85/5		0,82770	33,07	272,65
85/30		0,82536	33,72	290,44
90/5		0,80824	36,28	302,12
90/30		0,80850	36,24	312,11



Obrázek č.15. Celková antioxidační kapacita u kapie s olejem

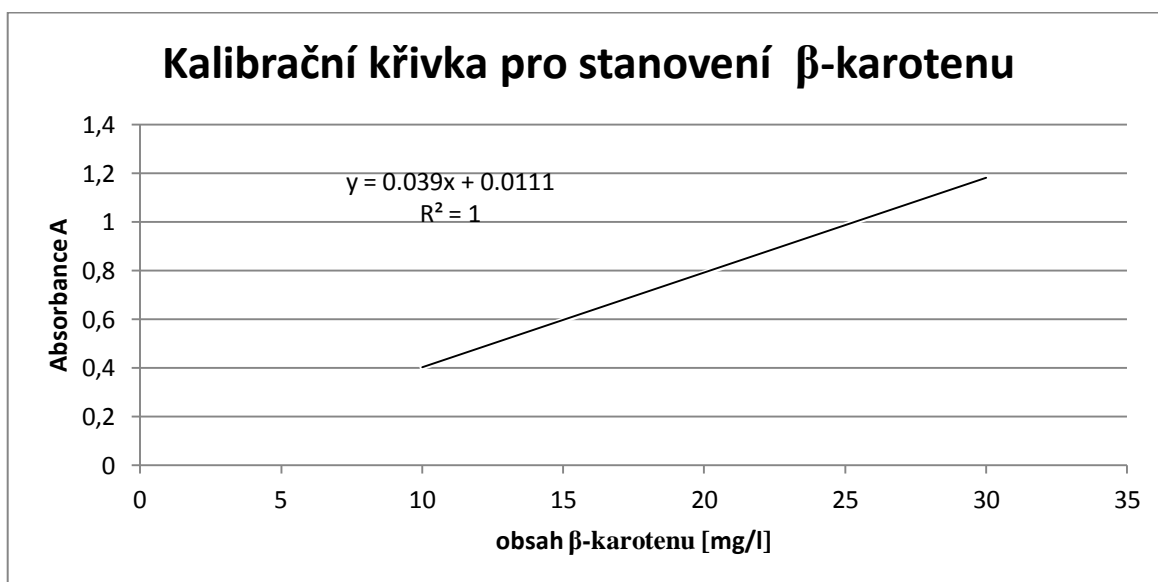
Celková antioxidační kapacita byla nejvyšší u vzorku papriky kapie s olejem sterilované při 80 °C s dobou výdrže při sterilaci 30 minut. Nejnižší antioxidační kapacita byla naměřena u vzorku sterilovaného při teplotě 85 °C po dobu 5 minut. Po vyloučení odlehlého výsledku můžeme konstatovat, že výsledky jsou téměř srovnatelné.

8.4 Stanovení β -karotenu

Příprava vzorku: Analyzovaný vzorek byl zhomogenizován a bylo navážno 10 g do tmavého laboratorního skla. Vzorek byl zalit 25 ml acetonu a ponechán extrahovat na třepače po dobu 24 hodin.

Příprava kalibračního roztoků: Nejprve byl připraven standard β -karotenu. Bylo naváženo 20 mg tohoto standardu, který byl rozpuštěn ve 20 ml acetonu. Poté byly připraveny kalibrační roztoky o koncentraci 10, 20 a 30 mg/l standardu β -karotenu, kdy bylo odpipetováno 0,2, 1,0 a 1,8 ml tohoto standardu do 25 ml odměrné baňky a doplněno acetonem po rysku [48].

Kalibrační křivka pro β -karoten



Obrázek č.16. Kalibrační křivka pro β -karoten

Z rovnice regrese bylo vyjádřeno x:

$$x = \frac{y - 0,0111}{0,039}$$

Vzorový výpočet

Pro vzorový výpočet byly vzaty naměřené hodnoty a hmotnosti u modelového vzorku tepelně sterilované mrkve karotky ve sladkokyselém nálevu, u které byla sterilační teplota 75 °C a doba výdrže při sterilaci 5 minut.

Naměřená hodnota absorbance byla dosazena do rovnice regrese:

$$x = \frac{0,99604 - 0,0111}{0,039} = 25,26 \text{ mg } \beta - \text{karotenu/l}$$

Přepočítání na 100 g sušiny pomocí přímé úměry:

Miligramy kyseliny L-askorbové byly převedeny na mg/ml byly vynásobeny přídatkem acetonu v ml. Dále byla vypočtena hmotnost vzorku, tak že byla odečtena hmotnost misky se vzorkem po vysušení od hmotnosti prázdné misky a dány do přímé úměry

$$\frac{25,26}{1000} \cdot 25 = 0,6315 \text{ mg}$$

(hmotnost misky se vzorkem po vysušení – hmotnost prázdné misky)

$$2,9624 - 2,3124 = 0,6500 \text{ g}$$

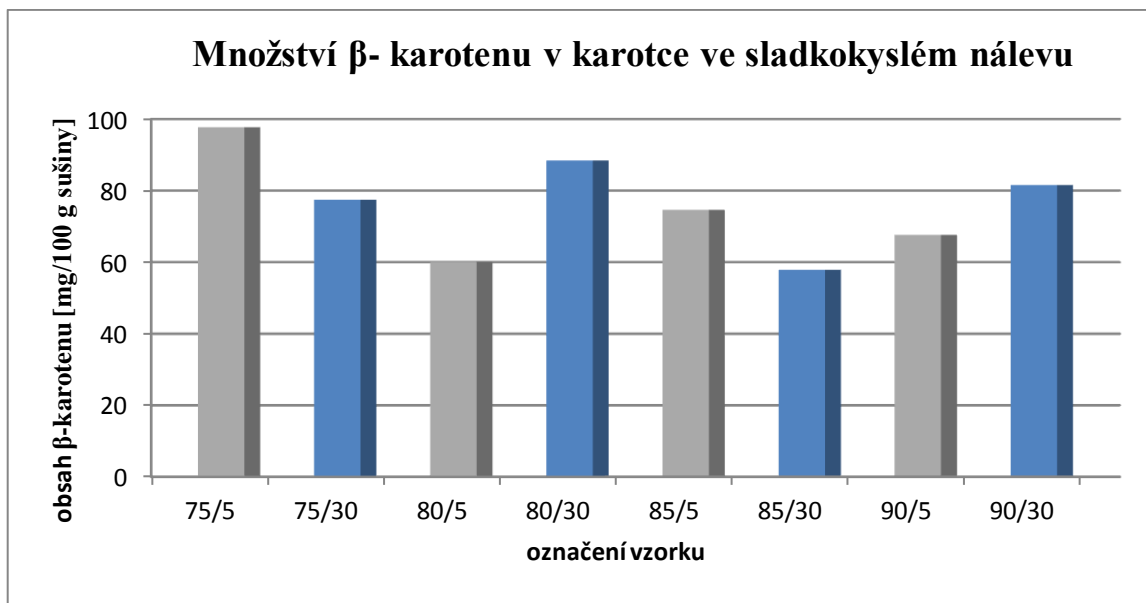
$$x = (100 \cdot 0,6315) / 0,6500$$

$$x = 97,74 \text{ mg/100 g sušiny}$$

Množství β -karotenu u tepelně sterilované karotky ve sladkokyselém nálevu

Tabulka č.19. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u karotky ve sladkokyselém nálevu

Číslo vzorku	Absorbance	Množství β -karotenu v mg/l	Mg β - karotenu ve 100 g sušiny
75/5	0,99604	25,26	97,74
75/30	0,77862	19,68	77,47
80/5	0,60955	15,34	60,09
80/30	0,89566	22,68	88,42
85/5	0,77401	19,56	74,63
85/30	0,62042	15,63	57,85
90/5	0,66991	16,89	67,61
90/30	0,87428	22,13	81,55



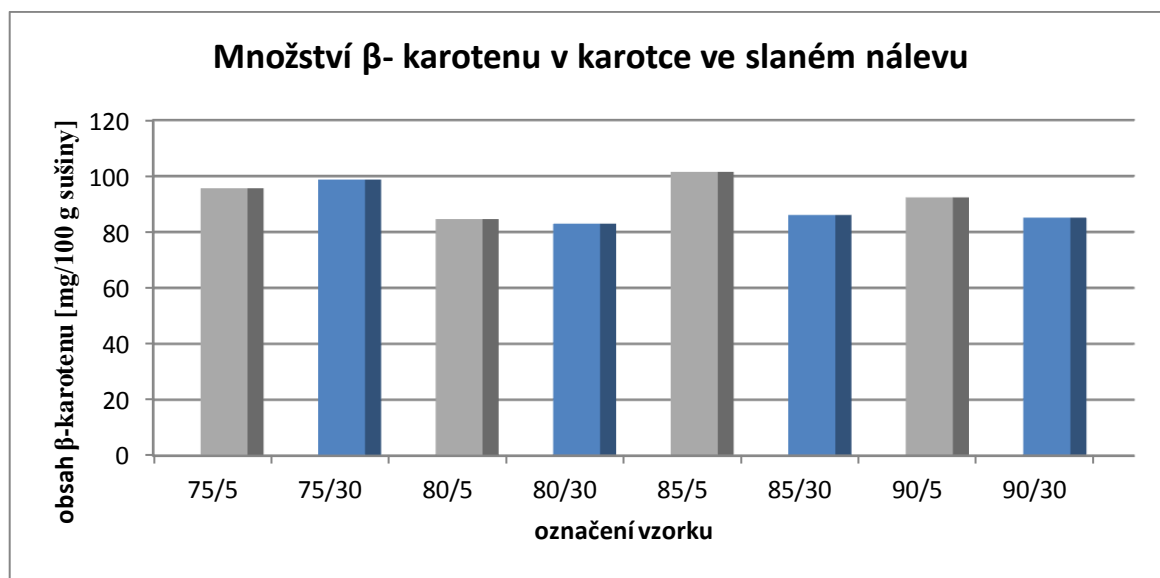
Obrázek č.17. Obsah β -karotenu v karotce ve sladkokyselém nálevu

Nejvyšší hodnota β -karotenu byla naměřena u modelového vzorku karotky ve sladkokyselém nálevu sterilovaného při 75 °C a dobou výdrže 5 minut. Nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku sterilovaného při 85 °C a dobou výdrže 30 minut. Doba a čas sterilace nemá příliš velký vliv na množství β -karotenu ve vzorcích karotky ve sladkokyselém nálevu. Jednotlivé odchylky od průměrné hodnoty, můžeme přičíst k tomu, že se jedná o živý materiál a jednotlivé suroviny nemusely být stejně vyzrálé.

Množství β -karotenu u tepelně sterilované karotky ve slaném nálevu

Tabulka č.20. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u karotky ve slaném nálevu

Číslo vzorku	Absorbance	Množství β -karotenu v mg/l	Mg β - karotenu ve 100 g sušiny
75/5	0,61526	15,49	95,67
75/30	0,65459	16,50	98,75
80/5	0,55607	13,97	84,61
80/30	0,54410	13,66	82,99
85/5	0,63581	16,02	101,48
85/30	0,58054	14,60	86,07
90/5	0,61501	15,48	92,39
90/30	0,55511	13,95	85,09



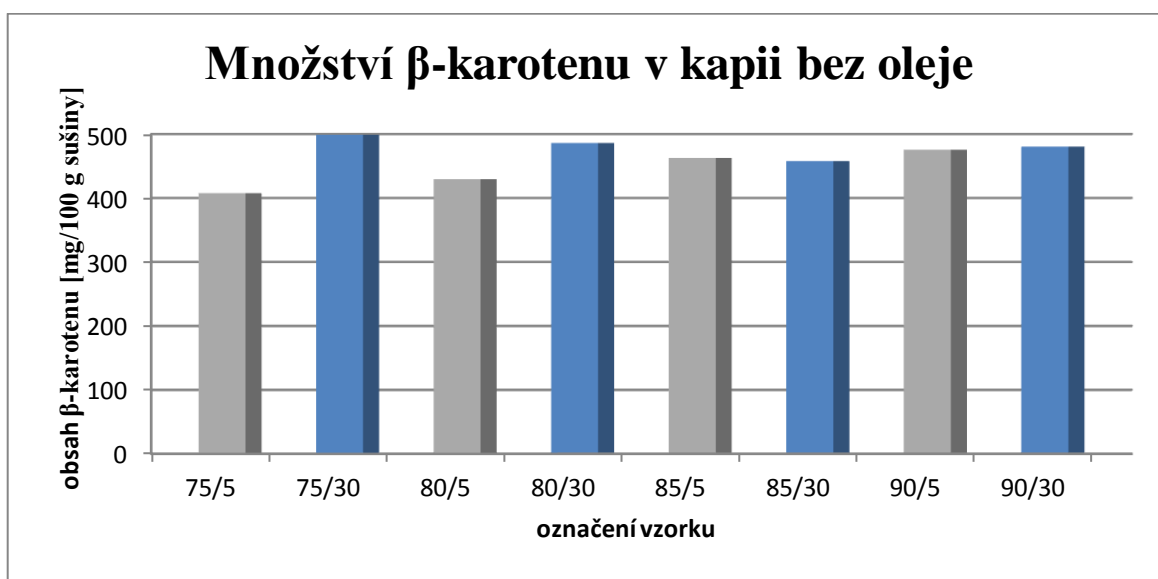
Obrázek č.18. Obsah β -karotenu v karotce ve slaném nálevu

U modelových vzorků karotky ve slaném nálevu jsou výsledky více vyrovnané oproti vzorkům karotky ve sladkokyselém nálevu. Nejvyšší obsah β -karotenu byl stanoven v modelovém vzorku sterilovaném při 85 °C s dobou výdrže 5 minut. Nejnižší hodnota β -karotenu byla stanovena ve vzorku sterilovaném při 80 °C po dobu výdrže 30 minut. Z grafu můžeme konstatovat, že doba sterilace ani čas výdrže při sterilaci nemají významný vliv na obsah β -karotenu.

Množství β -karotenu u tepelně sterilované papriky kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje

Tabulka č.21. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u kapie bez oleje

Číslo vzorku	Absorbance	Množství β -karotenu v mg/l	Mg β - karotenu ve 100 g sušiny
75/5	2,6524	67,92	407,69
75/30	3,4576	88,37	499,05
80/5	2,8625	73,11	429,57
80/30	3,3639	85,97	486,14
85/5	3,3301	85,10	462,82
85/30	3,1969	81,69	457,68
90/5	3,4392	87,90	475,44
90/30	3,3304	85,11	480,31



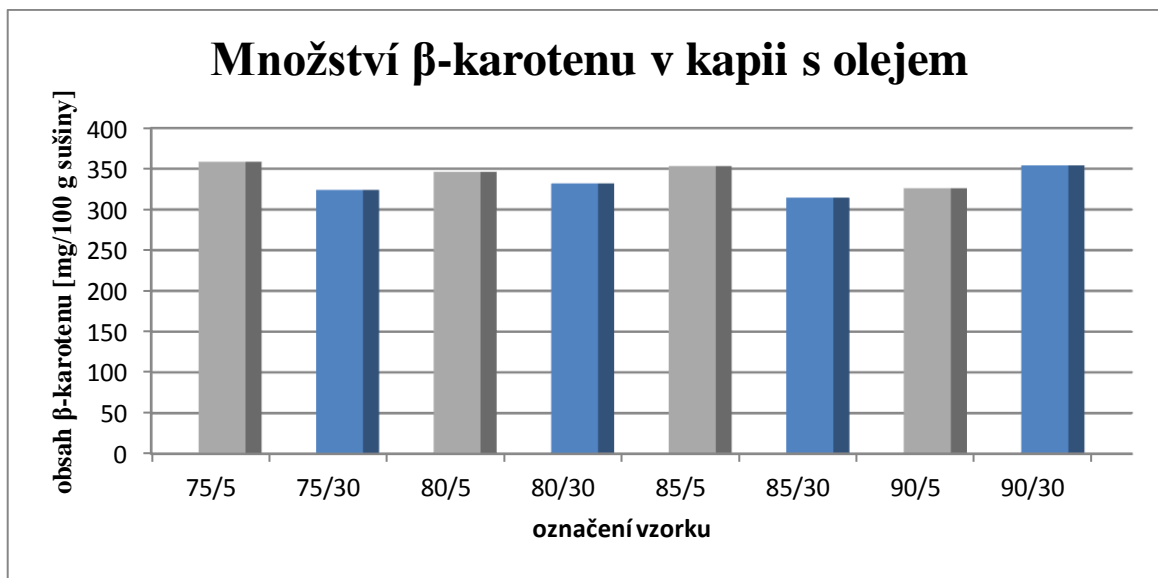
Obrázek č.19. Obsah β -karotenu v kapii bez oleje

Nejvyšší hodnoty β -karotenu byly zjištěny u modelového vzorku sterilované kapie ve sladkokyselém nálevu bez oleje sterilovaného při teplotě 75 °C po dobu 30 minut. Nejnižší hodnoty β -karotenu byly zjištěny u vzorku sterilovaného při teplotě 75 °C po dobu výdrže 5 minut. Z grafu můžeme usoudit, že jsou hodnoty téměř srovnatelné, což je dáno s největší pravděpodobností jeho lipofilním charakterem.

Množství β -karotenu u tepelně sterilované papriky kapii ve sladkokyselém nálevu s olejem

Tabulka č.22. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u kapie s olejem

Číslo vzorku	Absorbance	Množství β -karotenu v mg/l	Mg β - karotenu ve 100 g sušiny
75/5	3,3432	85,44	358,68
75/30	3,0083	76,85	324,10
80/5	3,3279	85,05	346,34
80/30	3,0052	76,77	332,17
85/5	3,3553	85,75	353,40
85/30	2,8600	73,05	314,54
90/5	3,0691	78,41	326,06
90/30	3,2197	82,27	354,25



Obrázek č.20. Obsah β -karotenu v kapii s olejem

U modelových vzorků papriky kapie s olejem byly stanoveny nejvyšší hodnoty β -karotenu ve vzorcích sterilovaných při teplotě 75 °C s dobou výdrže 5 minut a ve vzorku sterilovaném při 90 °C po dobu výdrže při sterilaci 30 minut. Nejnižší hodnoty byly stanoveny ve vzorku sterilovaném při 85 °C po dobu výdrže při sterilaci 30 minut. Z grafů můžeme usoudit, že sterilační režim nemá významný vliv na množství β -karotenu v modelových výrobcích. Zároveň lze usoudit, že obsah oleje, v němž je β -karoten rozpustný působí jako „sjednocující“ faktor.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení vlivu sterilačního zákroku na vybrané analytické ukazatele v tepelně sterilovaných zeleninových výrobcích, u kterých byl zvolen méně obvyklý sterilační režim.

Z výsledků titračních metod lze předběžně usoudit, že při použití krátké doby výdrže při sterilaci zůstává zachováno více kyseliny L-askorbové jako při sterilaci s dlouhou dobou výdrže. Analýzou bylo zjištěno, že nejvyšší hodnota kyseliny L-askorbové byla zachována při nejvyšší teplotě a nejkratší době výdrže a největší destrukce tohoto vitamínu byla při nejvyšší teplotě a nejdelším čase výdrže. Pro přesnější výsledky bylo by vhodné provést více rozborů.

Výjimku tvořily vzorky marinovaného zelí, kde docházelo k poklesu kyseliny L-askorbové, v závislosti na teplotě a čase. Tento pokles si můžeme vysvětlit oxidací během marinace.

Podle výsledků při stanovení antioxidační kapacity bylo zjištěno, že teplota sterilace, sterilační režim, ani volba nálevu nemají zásadní význam na antioxidační kapacitu v modelových výrobcích. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky s různými typy nálevů byly velmi malé. Pomocí výpočtů a grafů bylo zjištěno, že nejvyšší antioxidační kapacitu vykazuje paprika, obsahující mnoho vit C a β -karotenu a nejnižší mrkev, která obsahuje β -karotenu relativně málo.

Stanovením β -karotenu v modelových vzorcích bylo zjištěno, že sterilační zákrok nemá zásadní vliv na jeho množství v modelových tepelně sterilovaných zeleninových vzorcích, při různých teplotách a časech. Jednotlivé série modelových vzorků měly téměř srovnatelné hodnoty a teplota sterilace ani doba výdrže nejsou pro obsah β -karotenu za daných podmínek rozhodující faktory.

Ze všech tří skupin analýz je z námi zvolených markerů významně ovlivněno množství obsahu vitamínu C v tepelně sterilovaných výrobcích ze zeleniny. Podle výsledků získaných při stanovení antioxidační kapacity a β -karotenu můžeme konstatovat, že nastaly pouze minimální změny, které jsou metodami námi použitelnými téměř nepostizitelné.

Doporučení:

- Při tvorbě sterilačních režimů, vycházet z toho že se jeví jako šetrnější vyšší teplota a kratší čas výdrže.
- Betakaroten má lipofilní charakter a ve vodných nálevech nedochází k jejich destrukci. Z toho lze usoudit, že kombinace časů a teplot při tvorbě sterilačního režimu má vliv na vzhled výrobků. Změny obsahu β -karotenu jsou pouze minimální a nelze je běžným subjektivním posouzením zjistit. Z toho důvodu není nutná na tento faktor z hlediska sterilačního režimu brát přílišný zřetel.
- Antioxidační kapacita je ovlivněna celou řadou faktorů, nejen sterilačním zákrokem. Doporučení je proto při výrobě tepelně sterilovaných zeleninových výrobků omezit kontakt s kyslíkem na minimum. Vzhledem k těmto okolnostem lze doporučit uspořádat technologické postupy tak, aby docházelo k minimálnímu kontaktu se vzdušným kyslíkem nebo jinými oxidačně působícími látkami. Zejména je nutno na minimální míru omezit časy, při níž se rozpracovaná výroba nachází na lince bez antioxidačního zabezpečení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DOLEJŠÍ, A., *Zelenina na zahrádce*. 3. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 216 s. ISBN 07-007-84.
- [2] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., BEBJAK, P., *Technologie konzervárenství pro 4. ročník střední průmyslové školy konzervářské*. 1. vydání, Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. 71–93 s. ISBN 04-810-81.
- [3] VALÁŠEK, P., ROP, O., *Základy konzervace potravin*. 1. vydání, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 175 s. ISBN 978-80-7318-587-9.
- [4] BALAŠTÍK, J., *Konzervování v domácnosti*. první české vydání, Kyjov: Ottobre 12, 2001. 230 s. ISBN 80-86528-07-3.
- [5] PŮHODNÝ, K., *Konzervace a ukládání potravin v domácnosti*. 6. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988. 320 s. ISBN 07-013-88.
- [6] KOTT, V., *Zpracování ovoce v malých provozovnách*. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981. 216 s. ISBN 07-035-81.
- [7] HOSTAŠOVÁ, B., et al., *Domácí konzervování ovoce a zeleniny*. 3. vydání, Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 1987. 320 s. ISBN 08-018-87.
- [8] JÍLEK, J., *Učebnice zavařování & konzervace*. 1. vydání, Olomouc: Moravské tiskárny a.s., 2001. 232 s. ISBN 80-86179-67-2.
- [9] TRONÍČKOVÁ, E., *Zelenina*. 1. vydání, Praha: Artia, 1985. 220 s. ISBN 37-012-82.
- [10] PEKÁRKOVÁ, E., *Zelenina*. 1. vydání, Praha: Brio, 1997. 128 s. ISBN 80-902209-3-2.
- [11] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J., *Chemie potravin*. 1. vydání, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1983. 163-170 s. ISBN 04-815-83.
- [12] KUBÁŇ, V., KUBÁŇ, P., *Analýza potravin*. 1. vydání, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 203 s. ISBN 978-80-7375-036-7.
- [13] HORÁK, M., [Http://tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/](http://tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/) [online 2013-04-04]. Výživa člověka/kapitola č.7. Dostupné z WWW:
<<http://tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/NUTR-e-learning-2010-7.kap..doc>>

- [14] DRDÁK, M., *Technológia rastlinných neúdržných potravín*. 1. vydání. Bratislava: Alfa, 1989. 136-142 s. ISBN 80-05-00121-5.
- [15] DOBIÁŠ, J., *Technologie zpracování ovoce a zeleniny I*. 1. vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. 21-43 s. ISBN 978-80-86909-05-9
- [16] RUIZ-RODRIGUEZ, A., et al., *Effect of domestic processing on bioactive compounds*. *Phytochemistry Reviews*, 2008, vol. 7, p. 345-384.
- [17] KRMNÍČEK, V., *Strojírenský vývoj a výroba*. [online 2013-04-08]. Odjadřinovač papriky Dostupné z WWW: <<http://www.strojvyvoj.cz/cs/deleni-suroviny/23-lamelova-rezacka-cuket.html>>
- [18] HANKE, M., V., *Mechanizační dílna*. [online 2013-04-08]. Vyvrtávač košťálu Dostupné z WWW: <<http://www.mdha.cz/konzervarenske-stroje/vyvrtavac/>>
- [19] KRMNÍČEK, V., *Strojírenský vývoj a výroba*. [online 2013-04-08]. Kartáčová pračka pro mytí zeleniny. Dostupné z WWW <<http://www.strojvyvoj.cz/cs/prani-suroviny/13-kartacova-pracka-pro-myti-zeleniny.html>>
- [20] PŮHODNÝ, K., *Konzervace a ukládání potravin v domácnosti*. 2. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981. 29-35 s. ISBN 07-011-81.
- [21] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin I*. 1. vydání, Pelhřimov: OSSIS, 1999. 163-173 s. ISBN 90-902391-3-7.
- [22] ŠÍCHO, V., VODRÁŽKA, Z., KRÁLOVÁ, B., *Potravinářská biochemie*. 1. vydání, Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. 360 s. ISBN 04-815-81.
- [23] VÁVROVÁ, J. *Vitaminy a stopové prvky*. 1. vydání. Praha: Česká společnost klinické bio-chemie, 2007. 153 s. ISBN 978-80-254-1171-1.
- [24] VALÁŠEK, P., ROP, O., *Analýza potravin – přírodní látky*. 1. vydání, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 81-86 s. 2007. ISBN 978-80-79-318-585-5.
- [25] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J., *Analýza potravin*. 2. vydání. Újezd u Brna: vydal RNDR. Ivan Straka – vydavatel odborných publikací, 71-73 s. 2001. ISBN 80-86494-02-0.

- [26] MUNI, *Jodometrie*, [online 2013-04-10]. Jodometrické stanovení vitamínu C. Dostupné z WWW <[http:// files.jazzys.webnode.cz/200000026-c6a59c79f2/Jodometrie.doc](http://files.jazzys.webnode.cz/200000026-c6a59c79f2/Jodometrie.doc)>
- [27] HÁLKOVÁ, J., RIEGLOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., *Kvantitativní chemická analýza*. 2. vydání. Újezd u Brna: vydal RNDR. Ivan Straka – vydavatel odborných publikací. 64 s. ISBN 80-86494-01-2.
- [28] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 2*. 1. vydání, Pelhřimov: OSSIS, 1999. 29-41 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [29] MUNI, *Titrační metody*. [online 2013-04-10]. Titrační stanovení askorbové kyseliny 2,6 dichlorfenolindofenolem. Dostupné z WWW <<http://www.ped.muni.cz/wchem/comenius2000/vitaminC/titracni.htm>>
- [30] NESMĚRÁK, K., *Praktikum z klasických metod analýzy*. [online 2013-04-10]. Bromátometrické stanovení kyseliny askorbové. Dostupné z WWW <http://www.chesapeake.cz/chemie/.../laborator_analyticke_chemie_klasika.pdf>
- [31] VŠCHT, *Elektroanalytické metody*. [online 2013-04-1]. Polarografie a voltametrie Dostupné z WWW <<http://web.vscht.cz/koplikr/Elektrochem.pdf>>
- [32] ARYA, J.P., MAHAJAN, M., JAIN, P. Non – spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. *Analytica Chimica Acta*. 2000, roč. 417, 1. vydání, 1-14 s.
- [33] VŠCHT, *Coulometrie*. [online 2013-04-10]. Colometrické stanovení kyseliny askorbové. Dostupné z WWW <http://www.vscht.cz/anl/lach1/4_Coulo.pdf>
- [34] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 3*. 1. vydání, Pelhřimov: OSSIS, 1999. 44-51 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [35] VOJTÍŠKOVÁ, P., *Stanovení β -karotenu v rajčatech metodou HPLC*. Diplomová práce, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: 2008. 20-21 s.
- [36] VFU BRNO, *Antioxidanty 2*. [online 2013-04-11]. Antioxidanty ve výživě sportovce. Dostupné z WWW <<http://biochemie-vfubrno.wbs.cz/antioxidanty.ppt>>
- [37] ROGINSKY, V; LISSI, E. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005, 92, 1, s. 235. ISSN 235-254.

- [38] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E., Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*. 1998.174-179 s.
- [39] VŠCHT, *Spektrofotometrické stanovení*. [online 2013-04-11]. Spektrofotometrické stanovení antioxidační kapacity. Dostupné z WWW <[http:// www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/Spektrofotometrie.pdf](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/Spektrofotometrie.pdf)>
- [40] SHARMA, P.O., BHAT, K.T., DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*. 2009, vol. 113, 1202–1205.
- [41] KOPŘIVA, V., et. al., *Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních*. 1. vydání, Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. 13-19 s. ISBN 978-80-7305-627-8.
- [42] VORÁŽKA, Z. *Biochemie 3*. 1. vydání, Praha: Academia, 1993. 70-73 s. ISBN 80-200-0471-8.
- [43] BALAŠTÍK J., *Konzervace ovoce a zeleniny*. 1. vydání, Praha: SNTL, 1975. 336 s. ISBN 04-821-75
- [44] UZKUZ, *Společný katalog odrůd zeleniny*. [online 2013-04-22]. Dostupné z WWW<http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/vegetable2010/index_en.htm>
- [45] UZKUZ, *Schválené zeleninové druhy v ČR*. [online 2013-04-23]. Dostupné z WWW http://www.ukzuz.cz/Uploads/1258-7-Zeleniny_Vegetablespdf.aspx
- [46] ŘEMENOVSKÁ J., *Stanovení kyseliny askorbové odměrným roztokem 2,6-dichlorindofenolindofenolem* – Nepublikované sdělení
- [47] ŠKROVÁNKOVÁ S., *Jodometrické stanovení vitamínu C* – Nepublikované sdělení
- [48] ŘEMENOVSKÁ J., *Stanovení β -karotenu metodou UV/VIS* – Nepublikované sdělení

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

THN	Technicko-hospodářské normy
HPLC	Vysokoučinná kapalinová chromatografie.
TAC	Celková antioxidační kapacita.
DPPH	(1,1-difenyyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl).
KA	Kyselina askorbová
UV-VIS	Ultrafialové – viditelné záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1. Obsah kyseliny L-askorbové v sterilovaném zelí.....	55
Obrázek č.2. Obsah kyseliny L-askorbové v marinovaném zelí.....	57
Obrázek č.3. Obsah kyseliny L-askorbové v karotce ve sladkokyselém nálevu.....	58
Obrázek č.4. Obsah kyseliny L-askorbové v karotce v slaném nálevu.....	60
Obrázek č.5. Obsah kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje.....	64
Obrázek č.6. Obsah kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu s olejem.	66
Obrázek č.7. Kalibrační křivka pro zelí.	68
Obrázek č.8. Celková antioxidační kapacita u sterilovaného zelí.....	70
Obrázek č.9. Celková antioxidační kapacita u marinovaného zelí.....	71
Obrázek č.10. Kalibrační křivka pro karotku.....	71
Obrázek č.11. Celková antioxidační kapacita u karotky ve sladkokyselém nálevu.....	72
Obrázek č.12. Celková antioxidační kapacita u karotky ve slaném nálevu.....	73
Obrázek č.13. Kalibrační křivka pro papriku.....	74
Obrázek č.14. Celková antioxidační kapacita u kapie bez oleje.....	75
Obrázek č.15. Celková antioxidační kapacita u kapie s olejem.....	76
Obrázek č.16. Kalibrační křivka pro β -karoten.....	77
Obrázek č.17. Obsah β -karotenu v karotce ve sladkokyselém nálevu.....	78
Obrázek č.18. Obsah β -karotenu v karotce ve slaném nálevu.....	79
Obrázek č.19. Obsah β -karotenu v kapii bez oleje.....	80
Obrázek č.20. Obsah β -karotenu v kapii s olejem.....	81

SEZNAM ROVNIC A VZORCŮ

(1)	Sterilační režim.....	47
(2)	Výpočet obsahu vlhkosti.....	49
(3)	Výpočet obsahu sušiny.....	49
(4)	Výpočet titru.....	52
(5)	Výpočet obsahu kyseliny L- askorbové vyjádřená na 100 g vzorku.....	52
(6)	Výpočet obsahu kyseliny L- askorbové vztažený k sušině.	53
(7)	Výpočet koncentrace roztoku thiosíranu sodného o koncentraci 0,1 mol/l	61
(8)	Výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku 0,005 mol/l jodu.....	62
(9)	Výpočet obsahu kyseliny askorbové ve 100 g sušiny vzorku.....	63
(10)	Výpočet procentuálního úbytku absorbance.....	67

SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1. THN materiálová pro jednotlivé tepelně sterilované výrobky.....	45
Tabulka č.2. Množství materiálu pro přípravu 1000 litrů nálevu.....	45
Tabulka č.3. Složení nálevu u modelových vzorků.....	46
Tabulka č.4. Sterilační režimy u modelových vzorků.....	48
Tabulka č.5. Průměrné množství sušiny v modelových výrobcích.....	50
Tabulka č.6. Stanovení titru a výpočet titru.....	54
Tabulka č.7. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v sterilovaném zelí	55
Tabulka č.8. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v marinovaném zelí.....	56
Tabulka č.9. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v karotce ve sladkokyselém nálevu.....	58
Tabulka č.10. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v karotce ve slaném nálevu.....	59
Tabulka č.11. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu bez oleje.....	64
Tabulka č.12. Vypočtené hodnoty kyseliny L-askorbové v paprice kapii ve sladkokyselém nálevu s olejem.....	65
Tabulka č.13. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u sterilovaného zelí	69
Tabulka č.14. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u marinovaného zelí.....	70
Tabulka č.15. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u karotky ve sladkokyselém nálevu..	72
Tabulka č.16. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u karotky ve slaném nálevu.....	73
Tabulka č.17. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u kapie bez oleje.....	74
Tabulka č.18. Naměřené a vypočtené hodnoty TAC u kapie s olejem.....	75
Tabulka č.19. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u karotky ve sladkokyselém nálevu.....	78
Tabulka č.20. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u karotky ve slaném nálevu....	79
Tabulka č.21. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u kapie bez oleje.....	80

Tabulka č.22. Naměřené a vypočtené hodnoty β -karotenu u kapie s olejem.....81