

Analytické hodnocení česneku

Bc. Tereza Planetová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Planetová**
Osobní číslo: **T11065**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analytické hodnocení česneku**

Zásady pro vypracování:

Teoretická část:

- 1. Charakteristika česneku, jeho morfologie, druhy**
- 2. Popis chemického složení a vlastností česneku**
- 3. Přehled metod pro stanovení základních analytických parametrů**

Praktická část:

- 1. Stanovení základních analytických parametrů (sušina, refraktometrická sušina, hrubá vláknina, celkový obsah kyselin) v různých druzích česneku**
- 2. Stanovení celkového obsahu fenolů v česneku a česnekových produktech**
- 3. Stanovení obsahu kyseliny L-askorbové ve vybraných druzích česneku**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin II. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9.
2. KLOUDA, P. Moderní analytické metody. 2. vyd. Ostrava: P. Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-863-6907-2.
3. KONVIČKA, O. Česnek. *Allium sativum* L. Základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky. Olomouc: O. Konvička, 1998. 167 s. ISBN 80-238-1928-3.
4. SONG, K., MILNER, J. A. The Influence of Heating on the Anticancer Properties of Garlic. *The Journal of Nutrition*. 2001, roč. 131, č. 3, s. 1054s-1057s.
5. RASUL S. H. A., BUTT M. S., ANJUM F. M., et al. Aqueous garlic extract and its phytochemical profile; special reference to antioxidant status. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012, roč. 63, č. 4, s. 431-439.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně _____

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

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

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

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

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z 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 se zabývá charakteristikou česneku. Popisuje jeho morfologii, druhy, pěstování, skladování, zpracování, chemické složení a vlastnosti jednotlivých složek česneku s ohledem na jejich zdravotní účinek na lidský organismus. Experimentální část práce se zabývá stanovením sušiny, refraktometrické sušiny, celkového obsahu kyselin, hrubé vlákniny, celkového obsahu fenolů a stanovením obsahu L-askorbové kyseliny ve vzorcích čerstvého a sušeného česneku.

Klíčová slova: Česnek, hrubá vláknina, polyfenoly, kyselina L-askorbová.

ABSTRACT

The thesis deals with the characterization of garlic. The morphology, species, cultivation, storage, processing and chemical properties of garlic are described. Characteristics of garlic components focusing health effects on humans are also specified. In the experimental part of the thesis the determinations of dry matter, refraction index, total acid content, content of dietary fiber, total phenols and L-ascorbic acid in fresh and dry garlic samples are evaluated.

Keywords: Garlic, dietary fibre, polyphenols, L-ascorbic acid.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Soně Škrovánkové Ph.D za vedení diplomové práce a také za její podporu, inspiraci a podmětné připomínky. Ing. Martě Severové za pomoc, trpělivost a cenné rady. Ing. Lence Fojtíkové a Lence Škubalové za pomoc při praktickém provedení jednotlivých stanovení.

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

Ve Zlíně dne _____

Podpis _____

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA ČESNEKU	12
1.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA ČESNEKU	13
1.1.1 Pěstování a škůdci česneku	15
1.1.2 Skladování a zpracování česneku.....	18
1.1.3 Druhy česneku.....	19
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ČESNEKU	24
2.1 SÍRNÉ SLOUČENINY	24
2.1.1 Alliin	24
2.1.2 Allicin.....	26
2.1.3 Disulfidy a polysulfidy	26
2.1.4 Ostatní sírné látky.....	27
2.2 VODA	27
2.3 SACHARIDY	28
2.4 SAPONINY	28
2.5 BÍLKOVINY	28
2.6 LIPIDY	29
2.7 VITAMINY	29
2.8 MINERÁLNÍ LÁTKY	31
2.9 ENZYMY	32
2.10 FENOLY A FLAVONOIDY.....	32
2.11 BEZSÍRNÁ ANTIBIOTIKA	34
2.12 HORMONÁLNÍ LÁTKY	34
2.13 ADENOSIN	35
2.14 SILICE.....	35
3 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY ČESNEKU	36
3.1 ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚČINEK	37
3.2 ANTIOXIDAČNÍ ÚČINEK.....	39
3.3 ÚČINEK ČESNEKU NA JEDNOTLIVÁ ONEMOCNĚNÍ.....	39
3.3.1 Účinek na srdce a krevní oběh	39
3.3.2 Účinek na gastrointestinální trakt.....	41
3.3.3 Účinek na Diabetes mellitus.....	41
3.3.4 Antikarcinogenní účinky	42
4 PŘEHLED METOD PRO STANOVENÍ VYBRANÝCH ANALYTICKÝCH PARAMETRŮ	44

4.1	STANOVENÍ SUŠINY	44
4.2	STANOVENÍ REFRAKTOMETRICKÉ SUŠINY	44
4.3	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU KYSELIN	45
4.4	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU HRUBÉ VLÁKNINY.....	46
4.5	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU FENOLŮ	46
4.6	STANOVENÍ OBSAHU KYSELINY L-ASKORBOVÉ	47
II	PRAKTICKÁ ČÁST	49
5	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	50
6	MATERIÁL A PŘÍSTROJE.....	51
6.1	CHARAKTERISTIKA VZORKŮ	51
6.2	SEZNAM POUŽITÝCH CHEMIKÁLÍ	54
6.3	SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ A DALŠÍCH POMŮCEK.....	55
7	METODIKA STANOVENÍ.....	56
7.1	METODIKA STANOVENÍ SUŠINY	56
7.2	METODIKA STANOVENÍ REFRAKTOMETRICKÉ SUŠINY	56
7.3	METODIKA STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU KYSELIN.....	57
7.4	METODIKA STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU HRUBÉ VLÁKNINY	57
7.5	METODIKA STANOVENÍ OBSAHU CELKOVÝCH FENOLŮ.....	59
7.6	METODIKA STANOVENÍ OBSAHU KYSELINY L-ASKORBOVÉ.....	59
8	VÝSLEDKY A DISKUSE	61
8.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY	61
8.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ REFRAKTOMETRICKÉ SUŠINY	62
8.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU KYSELIN.....	63
8.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU HRUBÉ VLÁKNINY	63
8.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU CELKOVÝCH FENOLŮ	66
8.5.1	Kalibrační křivka stanovení kyseliny gallové	66
8.5.2	Výsledky stanovení obsahu celkových fenolů.....	67
8.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU KYSELINY L-ASKORBOVÉ.....	69
8.6.1	Kalibrační křivka stanovení kyseliny askorbové.....	69
8.6.2	Výsledky stanovení obsahu L-askorbové kyseliny.....	71
	ZÁVĚR	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	75
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Česnek byl znám jako léčivo už 3000 let př. n. l. Již Homér, Aristoteles, Vergilius, Plinius a Mohamed vychvalovali vlastnosti česneku, který se v té době používal spíše v magii a léčitelství. Všeobecně byla rozšířena pověra, že česnek má moc odvrátit zlo, ať už šlo o zlé duchy, démony, čarodějnice nebo upíry.

Česnek je znám svými antimikrobiálními a antioxidačními účinky. Tradičně se česnek používá k léčení celé řady onemocnění. Současný výzkum se soustředí na jeho možnosti snižovat rizika srdečních nemocí a rakoviny. Významný účinek má česnek také na snižování krevního tlaku, cukru a cholesterolu v krvi. Neméně důležité je jeho použití jako antiseptika, anthelmintika, antitoxikans, stomachika nebo jako repelentu.

Česnek se řadí do botanického rodu *Allium*. Jeho pěstování provází lidstvo od neolitu přes starověk až dosud. Česnek se sází na podzim nebo na jaře a sklízí se obvykle okolo července. Celá rostlina má typický pach, ale nejsilnější aroma je koncentrováno v její užitkové části, kterou je cibule. Samostatnou skupinu tvoří česnek medvědí neboli česnek divoký, který se vyskytuje v Evropě, v severní Asii, ale i jinde na světě.

Česnek se stal jedním ze symbolů toho, jak zahraniční a mnohdy levnější potraviny vytlačují z trhu český sortiment. Český česnek se sice v poslední době opět na pulty českých obchodních řetězců vrací, ale z velké části mu stále konkuruje nabídka mnohem levnějšího česneku z Číny nebo ze Španělska.

Obsah jednotlivých látek v česneku závisí na druhu, původu, půdě, podnebí, hnojení a ošetřování rostlin. Sírné sloučeniny jsou důležitou skupinou chuťových a vonných látek, které ovlivňují aroma potravin. Mezi významné sírné látky vyskytující se v česneku patří zejména alliin a allicin. Dalšími významnými sírnými látkami jsou disulfidy a polysulfidy, které vznikají při enzymatické přeměně alliinu na allicin. Mezi další složky česneku patří voda, sacharidy, vláknina, lipidy, bílkoviny, vitaminy, minerální látky, enzymy, fenoly a flavonoidy, bezsírná antibiotika, hormonální látky, aromatické látky a silice.

V experimentální části práce byla u vzorků čerstvého česneku stanovena sušina, refrakto-metrická sušina, celkový obsah kyselin a obsah kyseliny L-askorbové. U vzorků sušeného i čerstvého česneku byla stanovena také hrubá vláknina a celkový obsah fenolů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA ČESNEKU

Česnek je jednou z nejstarších kulturních plodin. Jeho pěstování provází lidstvo od neolitu přes starověk až dosud. Ve stepních oblastech střední Asie byl česnek znám již před 6000 lety. Odtud se postupně rozšířil do dalších částí Asie, zejména do Číny, dále do oblasti Středomoří, do Afriky a do střední Evropy. Nejstarší nálezy zbytků česneku v České republice pocházejí z Kyjova na Moravě. Dnes se česnek pěstuje na celém světě. Největším producentem je Čína s produkcí téměř devět milionu tun za rok následuje ji Indie s roční produkcí půl milionu tun, dále také USA, Thajsko, Egypt, Jižní Korea, Španělsko a Turecko [1,2,3,4].

Historie využití česneku je tak stará jako historie samotné lidské civilizace. První písemné známky o pěstování a používání česneku pocházejí od Hérodota, který popisuje, že pod Chufuovou pyramidou byly egyptskými hieroglyfy zapsány sumy za potraviny pro stravování všech otroků během její stavby a to i ty vynaložené na nákup česneku. Lékařský rukopis vytvořený kolem roku 1550 př. n. l. obsahuje 22 zmínek o česneku a jeho využití pro léčbu některých onemocnění. Konzumaci česneku pro jeho léčivé vlastnosti doporučovali také Homér a Aristoteles. O geografické rozšíření česneku se zasloužily známé historické postavy jako Alexandr Veliký, Attila či Čingischán. Jako první prostudoval do hloubky vlastnosti česneku řecký lékař a zakladatel moderní medicíny žijící na přelomu 5. a 4. století př. n. l. Hippokratés. Zvláštní pozornost ve svých studiích věnoval česneku také Dioskúridés, lékař žijící v 1. století n. l. a antický lékař Galénos žijící v letech 129 – 200 n.l. [4].

Česnek se řadí do botanického rodu *Allium*. Tento rod obsahuje zhruba 700 botanických druhů, z toho je jen několik druhů, které jsou celosvětově pěstovány a rozšířeny jako zelenina. Společným znakem tohoto rodu je tvorba cibule. V České republice se nyní pěstuje asi 15 druhů tohoto rodu. Mezi nejznámější druhy patří například cibule šalotka (*A. ascalonicum*), cibule kuchyňská (*A. cepa*), cibule zimní (*A. fistulosum*), pór zahradní (*A. porrum*), česnek kuchyňský (*A. sativum*), pažitka pobřežní (*A. schoenoprasum*), česnek medvědí (*A. ursinum*) a další. Rostliny rodu *Allium* jsou součástí lidské výživy a jsou používány jako potraviny nebo koření [1,2,5,6].

V současnosti existuje přes 300 druhů česneku, z toho jen 90 z nich je oficiálně zaregistrováno v Evropské unii. V České republice roste 12 původních druhů česneku – Česnek hadí

(*A. victorialis*), Česnek hranatý (*A. angulosum*), Česnek kulatohlavý (*A. sphaerocephalon*), Česnek kulovitý (*A. rotundum*), Česnek vlnatý (*A. carinatum*), Česnek ořešec (*A. scorodoprasmum*), Česnek planý (*A. oleraceum*), Česnek chlumní (*A. senescens*), Česnek tuhý (*A. strictum*), Česnek viničný (*A. vineale*), Česnek žlutý (*A. flavum*) a Medvědí česnek (*A. ursinum*) [2,4].

1.1 Botanická charakteristika česneku

Říše: Plantae (rostliny),

Oddělení: Magnoliophyta (krytosemenné),

Třída: Liliopsida (jednoděložné),

Řád: Asparagales (chřestotvaré),

Čeleď: Amaryllidaceae (amarylkovité),

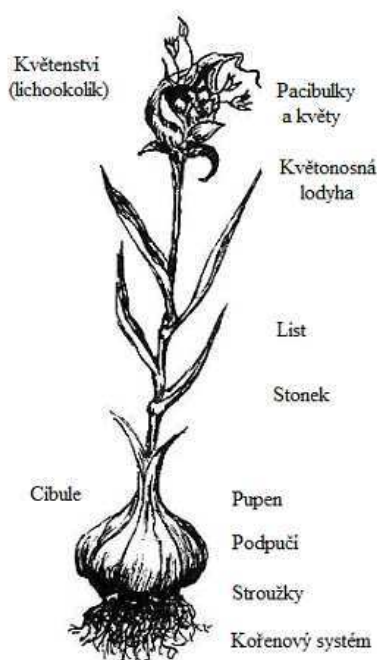
Rod: *Allium* (česnek),

Druh: *Allium sativum* (Česnek kuchyňský)

Česnek se pěstuje od tropů až po Sibiř. Je typickým představitelem eurytopie neboli schopnosti rostlin přizpůsobit se ekologickým podmínkám. S ohledem na délku dne je česnek považován za rostlinu krátkodenní. Obecně se česnek řadí mezi zeleninu cibulovou. Jeho hlavními orgány jsou kořen, podpučí, listy, pupeny stonků a květenství (Obr. 1). Z pěstitelského hlediska jde o jednoletou až dvouletou zeleninu, ve skutečnosti je to však rostlina vytrvalá [1,7,8].

Květonosná lodyha se vyvíjí z podpučí a je zakončena květenstvím. Květenství (tzv. lichokolík) je složitý útvar, na jehož vrcholku vyrůstají květy a mezi nimi v převaze květní pacibulky. Pacibulky lze použít k rozmnožování, nejde však o semena, jsou to vegetativní orgány. Tvorba pacibulek vede ke zmenšování podzemní cibule, proto se stvoly při vybílání často zaštipují. V určitém období proniká květonosná lodyha pochvou vnitřního listu nad ostatní listy. Její další vývoj je velmi rychlý. Výška dosahuje 40 – 200 cm, dle druhu česneku. Je plná, jen výjimečně ve spodní části dutá. Květní lodyha vybíhá pouze u česneků, které patří do skupiny paličáků. U nepaličáků se květní lodyha nevytváří [1,9,10].

Květy česneku jsou dlouhé 4 – 6 mm, mají 6 tyčinek a 6 okvětních lístků. Tyčinky jsou dlouhé 2 mm a jsou doprovázené filamenti. Filamenta jsou vláknité útvary charakteristické pro daný druh. Prašníky mají žlutozelenou nebo fialovou barvu a v době zrání pukají podélnou štěrbinou. Semeník (tzv. tobolek) je trojpouzdrý a má dvě semena. Čnělka s bradavčitou, lepkavou bliznou jsou barvy bílé. Oplodnění se daří po přenesení pylu na bliznu jiné rostliny a je potvrzeno předčasným vadnutím čnělky. V našich podmínkách se semena nevytvářejí a česnek se tedy množí vegetativně. Přenesením pylu na příbuzné druhy se daří i mezidruhovému křížení [1,11,12].



Obr. 1. Rostlina česneku [1]

Počet listů závisí na velikosti vysazeného stroužku, pupene a odrůdě česneku. Listy jsou uspořádané kolem stonku, který obepínají svými pochvami. Listová plocha má světle až sytě zelenou barvu, je hladká, žlábkovitá a čárkovitá. Šířka listů se pohybuje mezi 1 – 4 cm, délka je 20 – 50 cm. Rozvoj listů postupuje od spodních přes střední po vrcholové [1,12].

Cibule česneku je složená z vyvinutých stroužků. Ty jsou zásobním i rozmnožovacím orgánem česneku. Jednotlivé stroužky jsou od sebe oddělené šupinami listových pochev. Každý stroužek je obalený papírovitým pouzdem. Stroužky jsou vyvinuté z pupenů a podpučí. Jejich barva a tvar závisí na uložení v cibuli. Pro česnek jsou charakteristické tvary zoubkovité, pŕlměsíčkované nebo ploché. Stroužky mohou být dlouhé nebo krátké, špinavě

bílé, narůžovělé, fialové nebo hnědavé. Jejich hmotnost se pohybuje mezi 0,5 – 30 g. Zvláštním typem jsou česneky s celými cibulemi. Cibule je zde tvořena jen jedním velkým stroužkem [1,13].

Ve spodní části má stroužek dceřiné podpučí s pupenem. Stroužek je většinou obalen dvouvrstevným ochranným obalem, který udává jeho barvu. Ochranný obal je pevný a chrání ho před vysycháním. Vlastní stroužek má krémově bílou nebo částečně nazelenalou barvu. Na pevnosti slupky stroužků a šupin (tzv. obalových slupek) a jejich počtu je závislá i trvanlivost při skladování. Nejčastěji se stroužky vyskytují v počtu 2 – 20 ks. Vnitřní stroužky jsou zpravidla menší než stroužky vnější [1].

Pupen je útvarem, který se nachází uvnitř stroužku a je chráněn dužnatým zásobním listem. V období sklizně a zralosti je pupen malý, jeho vývoj pokračuje až po sklizni. Vývoj pupenu závisí zejména na skladovacích podmínkách. Česneky, které byly dlouho skladované, mají vyvinutý pupen s nazelenalým vrcholem. Vývoj pupenu je možné zbrzdit nízkou skladovací teplotou [1].

Na zralých cibulích je možné pozorovat mateřské podpučí společně s dceřiným, které tvoří dolní základnu stroužku. Ve zralém česneku je staré podpučí oddělené od nového korkovou vrstvou. Po odloupení stroužku, zůstane na podpučí charakteristická stopa, která je pro jednotlivé typy česneku odlišná. Podle nich je možné určit, o jaký typ česneku jde. Tento orgán je spleť pletiv a cévních svazků v návaznosti na kořenový systém. Podpučí takto zprostředkovává spojení mezi kořeny, listy a lodyhou. Nad podpučím se během vývoje rostliny tvoří stroužky a květní lodyha, pod ním vyrůstají kořeny [1].

Kořenový systém se tvoří jako u všech ostatních druhů rodu *Allium* svazčitý a je rozmístěný pouze ve vrchní části půdy [1,12].

1.1.1 Pěstování a škůdci česneku

Česnek se pěstuje po celém světě. Kratší vegetační dobu má v teplejších oblastech, ale dobře se mu daří i v oblastech chladných. Nejvhodnější půdy pro jeho pěstování jsou humózní, hlinité, dobře provzdušněné a s dostatečným množstvím živin. Nevhodné jsou studené, jílovité půdy s vysokým obsahem spodní vody. Česnek se sází do neutrální až alkalické půdy o pH kolem 7,5. U kyselých půdních reakce je nutné provést vápnění k předplodině. Česnek špatně snáší čerstvé hnojení, proto je vhodné do čerstvě hnojené

půdy vysadit před česnekem plodovou, košťálovou nebo luskovou zeleninu jako předplodinu. Méně vhodnou předplodinou je zelenina kořenová a zcela nevhodnou předplodinou je zelenina, která pochází ze stejné čeledi jako česnek [1,9,12,14].

Sadba česneku se dle období dělí na jarní a podzimní. Před sadbou se stroužky rozdělují podle velikosti, což umožňuje jejich lepší vzházení. Sází se pouze zdravé a nepoškozené stroužky. Není vhodné používat stroužky, u kterých byla porušena ochranná slupka nebo obalová šupina. Cibule se dělí na stroužky maximálně týden před vlastní výsadbou. Stroužky se sází podpučím dolů ve stejném směru vnější a vnitřní stěnou stroužku, aby vyrostlé listy byly stejně orientovány a nestínily si. Před vlastní výsadbou se sadba moří proti houbovým chorobám a škůdcům. V praxi se stroužky na půl dne ponoří do mořícího roztoku. Namořené stroužky se ihned vysazují nebo je možné je krátce skladovat v chladničce. Rozmezí doby výsadby je široké, zpravidla je možné česnek vysazovat od podzimu do jara. Hloubka sadby je určena velikostí stroužků. U podzimní sadby se sází velké stroužky 5 – 10 cm a malé 2 – 3 cm hluboko, u jarní sadby je dostačující menší hloubka. Vzdálenost mezi jednotlivými stroužky by měla být alespoň 12 cm [1,12,15].

Po výsadbě je dobré povrch půdy uválet. Často se provádí zakrytí výsadby na 3 – 4 týdny netkanou textilií, rostliny díky ní vzejdou stejnoměrně a jsou chráněny před škůdci. Okopávka v průběhu růstu je ve snaze udržení stavu bezplevelnosti nutností stejně jako soustavná péče o vodný režim [12].

Použití agrotechnických zásahů závisí na zkušenostech pěstitele. Požadavky česneku na živiny jsou vyšší než u ostatních cibulovin, proto se půda hnojí. Obsah dusičnanů není u česneku problematický, ve většině případů nedojde k překročení hygienického limitu, který je 400 mg/kg. Je tomu tak proto, že cibuloviny dusičnany nekumulují, jako například zelenina kořenová nebo košťálová a jednak proto, že se u cibulové zeleniny používají jen omezené dávky dusíkatých hnojiv. Vyšší dávky dusíkatých hnojiv způsobují horší skladovatelnost a větší nebezpečí napadení česneku plísní [1,12].

Určení zralosti česneku se pozná podle žloutnutí listů. Pokud se česnek včas nesklidí, cibule se rozpadnou a znovu zakoření, tím je ohrožena i doba jejich skladovatelnosti. U česneku určeného ke skladování se musí odstranit kořeny. Nejsou-li kořeny odstraněny, přijímají vzdušnou vlhkost a česnek brzy vyklíčí. Ve vztahu k nízkým teplotám je česnek značně mrazuvzdorný. Při skladování snáší teploty do -10 °C [1,10,12].

Vzhledem k vysokému obsahu účinných látek by se dalo předpokládat, že česnek bude vůči chorobám a škůdcům odolný, ale není tomu tak. Mezi nemoci, které česnek napadají, patří virózy, které se přenášejí sadbou, mšicemi nebo hmyzem. Dále se vyskytují bakteriózy způsobující hnití nebo mykózy způsobující plísňové hniloby. Proti plísňovým hnilobám jsou odolnější jarní odrůdy česneku. Způsobují je plísně z rodu *Fusarium ssp.*, *Botrytis ssp.*, *Penicillium ssp.*, *Sclerotium ssp.* a některé další. Napadení plísní se na česneku projevuje žloutnutím listů, redukcí kořenů a poškozením podpučí. Následkem napadení rostlina postupně vadne a odumírá. Na průřezu napadené cibule česneku je možné pozorovat, jak stroužky zasychají (Obr. 2). Mezi zasychajícími stroužky se často vyskytuje narůžovělý, šedý nebo modrozelený povlak [1,12,16].



Obr. 2. Průřez cibule česneku napadené plísní [17]

Mezi škůdce, kteří česnek napadají, patří Hád'átko zhoubné (*Ditylenchus dipsaci*). Je to mikroskopický půdní červ řazený mezi hlístice, který na rostlině česneku způsobuje zhoršený růst a zduření listů. Napadená rostlina postupně odumírá. Napadení lze předejít mořením stroužků před výsadbou a nebo tím, že se na dané půdě nebude česnek vysazovat následující 3 – 4 roky [1,12,18].

Dalším škůdcem, který se na česneku vyskytuje je Květilka cibulová (*Hylemyia antiqua*). Je to moucha, která způsobuje vadnutí a zápach listů a cibulí česneku. Z jara naklade vajíčka do krčku rostliny, z vajíček se vylíhnou larvy, které se postupně přemístí do cibulí a postupně je zničí. Rostlina vadne odspodu a je možné v ní najít chodbičky. Napadení lze předejít, pokud se po výsadbě záhon pokryje netkanou textilií nebo také častým okopáváním [1,12].

Mezi významné škůdce česneku patří také Třásněnky (*Thrips tabaci*). Třásněnky jsou hmyz o velikosti do 1 mm s třásněmi na křídlech. Tento hmyz na rostlinách způsobuje zpomalení růstu a tvorbu špinavě bílého zbarvení na listech. Nejčastěji se vyskytují za teplého a suchého počasí [1,12].

Dalším zástupcem škůdců česneku je Houbomilka česneková (*Swillia unnivittata*). Jde o mouchu kladoucí vajíčka do právě vzcházejících rostlin. Z vajíček se vylíhne larva, která si začne tvořit cestičku středem rostliny, rostlina pak žlutne a kroutí se [12].

V neposlední řadě patří mezi škůdce česneku také Molík česnekový (*Aerolepia assectella*), jeho žlutozelené housenky s hnědou hlavou a černými tečkami vytváří v rostlinách chodbičky a zaplňují je trusem a tím dochází k zasychání rostliny [12].

1.1.2 Skladování a zpracování česneku

Česnek se po sklizni uchovává zavěšený ve skladech s natí v pletencích nebo svazcích. Doba dosoušení trvá 3 – 4 týdny. Vlhkost vzduchu by se měla ve skladech pohybovat mezi 60 a 70 %. Při skladování je důležité intenzivní větrání a teplota od 0 do 5 °C. Důležité je skladovat česnek v dobrém stavu, bez viditelného poškození, zbavený nečistot a kořenů. Při dodržení skladovacích podmínek lze česnek skladovat 140 – 240 dní [1,12].

Prodloužit trvanlivost česneku je možné jeho sušením. Česnek se suší v podobě stroužků, jejich plátků nebo moučky. K sušení se nejčastěji používá horký vzduch nebo vakuové sušárny, své využití našly i mlékárenské sušárny. Při výrobě sušeného mletého česneku se před vlastním sušením stroužky loupou a drtí. Dobře vysušený česnek se potom mele. Sušený česnek je silně hydrofobický. Při sušení teplem a následným nevhodným skladováním dochází ke snižování účinných látek, enzymů a změně barvy. Obsah celkových sirných látek v sušeném česneku kolísá v závislosti na způsobu sušení ve velmi širokém rozmezí. Kritická teplota pro ztrátu účinných látek a inaktivaci enzymů je už 60 °C. Z tohoto důvodu se k sušení česneku využívá stále častěji lyofilizace, která spočívá ve vakuovém odstranění vody ze zmrazeného česneku [1,19,20].

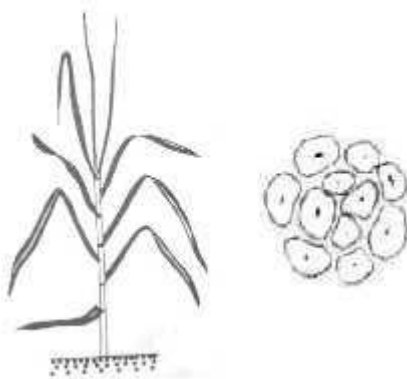
Mezi další produkty vyráběné z česneku patří česnekové silice, česneková šťáva a česnekové extrakty. Jen malá část česneku se zpracovává destilací s vodní párou, vzniká tak silice žlutooranžové barvy a charakteristického česnekového zápachu. Silice má využití zejména ve farmacii, méně potom v potravinářství. Česnekové silice získávané destilací s

vodní párou obsahují přibližně stejné množství celkových sirných sloučenin jako thiosulfidátů, které se uvolňují z čerstvě homogenizovaných česnekových stroužků. Častěji se česneková šťáva získává studeným lisováním. Takto získaná šťáva však rychle hnědne. Alkoholovou, olejovou nebo vodní macerací česneku se vyrábí česnekové extrakty. Extrakty se vyrábějí máčením nakrájených česnekových stroužků v extrakčním činidle. Po odstranění extrakčního činidla je extrakt zkoncentrován. U extraktů získaných olejovou macerací byl prokázán 20 % zůstatek celkových sirných sloučenin oproti čerstvé česnekové šťávě. Takto získaný extrakt obsahuje pouze v tučích rozpustné sirné sloučeniny. Extrakty je možné i sušit [1,20,21].

1.1.3 Druhy česneku

Dle botanického hlediska lze odrůdy česneku rozdělit na nevybíhavé a vybíhavé [12].

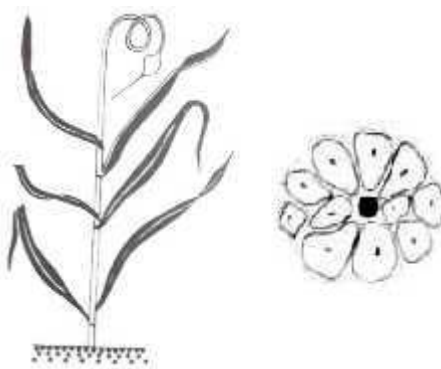
Nevybíhavé odrůdy, tzv. nepaličáky (Obr. 3), mají stvol složený ze širších a užších listů. Na rozdíl od paličáků nevybíhají do květu. Pěstují se snadněji než paličáky. Díky měkkému stonku je lze snadno splétat do copů. Nepaličáky se dělí na širokolisté a úzkolisté. Širokolisté nepaličáky jsou charakteristické tvorbou velkých cibulí, které jsou nafialovělé nebo špinavě bíle zbarvené. Vyznačují se dobrou skladovatelností a výnosností. Vysazují se na podzim a patří sem odrůdy Lukan, Mojmír a Benátčan. Úzkolisté nepaličáky mají úzké ploché listy a úzké podlouhlé stroužky. Skladovatelnost je nadprůměrná, ale výnosy jsou podprůměrné. Vysazují se na jaře. Patří sem odrůdy Záhorský, Dakar a Japo [12,18].



Obr. 3. Typ nepaličák [15]

Vybíhavé odrůdy česneku, tzv. paličáky (Obr. 4), mají nafialovělou barvu. Jejich skladovatelnost i výnosovost je průměrná. Květní stvol s pacibulkami narůstá do velikosti až 2 m. Odrůdy tohoto česneku mají méně, ale větších stroužků než odrůdy nevybíhavé. Mají

také méně vnějších slupek, občas nemají žádné. To je zřejmě důvodem, proč jsou paličáky méně trvanlivé. Stroužky se vysazují na podzim. Patří sem odrůdy Anin, Anton, Blanin, Dukát, Elin, Džambul, Jovan, Kleon, Ropal, Tantan a Tristan [10,12,22].



Obr. 4. Typ paličák [15]

Čeští a moravští pěstitelé doporučují k pěstování na území České republiky následující odrůdy: Jovan, Džambul, Blanin, Lukan, Anton a Benátčan [23].

Doporučovaná odrůda Jovan (Obr. 5) je ozimý paličák s pravidelnými středně velkými cibulemi bílofialové barvy. V cibuli bývá zpravidla 6 stroužků, bez stroužků středních. Má velmi ostrou chuť. Další doporučovanou odrůdou je Džambul (Obr. 5). Jde o ozimý paličák. Jeho cibule jsou pravidelné, kulovité a fialově zbarvené. Cibule obsahují 10 – 12 stroužků [23].



Obr. 5. Odrůdy česneku Jovan a Džambul [24]

Nejvýnosnější odrůdou v českém sortimentu česneku je odrůda Lukan (Obr. 6). Jde o nepaličák se středně velkými cibulemi fialové barvy. Cibule obsahují 10 – 17 stroužků. Dobře snáší pěstování v mokřích půdách. Odrůda Blanin (Obr. 6) patří mezi ozimé paličáky. Má

středně velké šedobílé až šedofialové cibule. Uvnitř cibule se nachází 6 – 12 nepravidelně uspořádaných stroužků. Je nejméně napadaný škůdcem Houbomilkou česnekovou [23].



Obr. 6. Odrůdy česneku Blanin a Lukan [24]

Další doporučovanou odrůdou je Anton (Obr. 7). Je to ozimý nepaličák, který vytváří krátký stvol s pacibulkami. Na středně velkých šedobílých cibulích prosvítá fialová barva. Obsahuje 8 – 12 nepravidelně uspořádaných stroužků. Je vyšlechtěn k vysoké odolnosti proti napadání viry. Odrůda Benátčan (Obr. 7) patří mezi nepaličáky. Benátčan je vhodný pro podzimní i jarní výsadbu. Jeho cibule jsou velké, bílé, s nepravidelně uspořádanými stroužky, kterých bývá až 17 [23].



Obr. 7. Odrůdy česneku Anton a Benátčan [24]

Z pěstitelského hlediska se česnek dělí na odrůdy jarní a odrůdy zimní. Zimní odrůdy se vysazují v září nebo v říjnu a sklízí se začátkem léta. Jsou výnosnější než odrůdy jarní, protože mají delší vegetační dobu. Jarní odrůdy se vysazují brzy z jara, ihned jak rozmrzne půda a sklízí se v červenci nebo v srpnu [10,18,25].

Česnek lze rozdělit podle barvy na dvě skupiny. První skupinu tvoří odrůdy bílé. Sklizeň tohoto česneku je pozdní, rostliny česneku jsou odolné a stroužky mají příjemné aroma. Druhou skupinou jsou růžové a fialové odrůdy. Dozrávají rychleji než odrůdy bílého česneku, ale jsou horší kvality. Obtížně se uchovávají, a proto se musí ihned po sklizni spotřebovat. Tento typ česneku je méně pěstovaný [4].

Samostatnou skupinu tvoří česnek medvědí neboli česnek divoký (Obr. 8). Hojně se vyskytuje v celé Evropě, v severní Asii, ale i jinde ve světě. Medvědí česnek je divoce rostoucí druh, který se využívá jako léčivá a okrasná rostlina. Zároveň však patří k oblíbeným pochutinám. V České republice se stává stále populárnějším [1,26].

Medvědí česnek se vyskytuje ve stinných, vlhkých, listnatých i smíšených lesích, kde roste volně nebo kolem cest a potoků. Optimální půdy pro jeho pěstování jsou mírně kyselé až neutrální, písčité až kamenité, kypré a obohacené humusem s vyšším obsahem dusíku. Tvoří rozsáhlé porosty, které překrývají veškerou ostatní přízemní vegetaci. Dosahuje výšky 20 - 30 cm, květenství nese 6 až 20 bílých květů, které jsou směsnány na vrcholu stvolu v hustý, plochý okolík. Česnek medvědí kvete od dubna do června v závislosti na nadmořské výšce. V tomto čase listy dorůstají maximální velikosti, potom začínají žloutnout. Medvědí česnek se rozmnožuje jak vegetativně prostřednictvím cibulek, tak generativně prostřednictvím semen [27,28,29].



Obr. 8. Česnek medvědí [30]

U medvědího česneku je možné sklízet listy, kvetoucí nať a cibulky, které mohou být použity jako salát, koření, nebo mohou být kulinárně upravované stejně jako zelenina. Listy se

sbírají časně na jaře, tedy před rozkvetem, kdy mají obsah účinných látek nejvyšší. Cibule se pak sbírají na podzim [24].

U medvědího česneku se rozlišují dva poddruhy. Prvním poddruhem je Česnek medvědí pravý (*Allium ursinum* L. subsp. *ursinum*), který je charakteristický tím, že má drsné květní stopky s velkým množstvím papil. Tento poddruh je rozšířený zejména v Čechách. Druhým poddruhem je Česnek medvědí ukrajinský (*Allium ursinum* L. subsp. *ucrainicum*), který má hladké květní stopky bez papil. Tento poddruh je rozšířený zejména na Moravě a v severovýchodních Čechách [31].

Česnek medvědí patří do skupiny geofytů. Jako geofyty se označují vytrvalé byliny s obnovovacími pupeny pod povrchem půdy, jež přežívají obvykle cibulemi, hlízkami nebo oddenky [31].

Česnek medvědí obsahuje stejně jako česnek kuchyňský velký podíl cysteinsulfoxidů, především alliinu (0,05 – 0,12 % v cibulích a 0,005 % v listech). Obsahuje navíc i další cysteinsulfoxidy jako například methiin, propiin a isoalliin. V medvědí česneku se stejně jako v česneku kuchyňském vyskytuje enzym alliináza [32,33].

Uchování medvědího česneku je obdobné jako u česneku kuchyňského. Listy, květy a cibule lze uchovávat v medu, v oleji nebo v octu. Listy a květy je možné také sušit [27].

Medvědí česnek je chuťově jemnější než česnek kuchyňský, ale jeho léčivé účinky jsou výraznější. Medvědí česnek přispívá k tzv. vnitřní dezinfekci trávicího traktu a ozdravení střevní mikroflóry. Nápomocný je také při infekčních průjmech a rozšiřování cév. Česnek povzbuzuje činnost srdečního svalu a pomáhá při snižování krevního tlaku. Pomáhá také při bolestech břicha, nadýmání a při plicních a průduškových zánětech. Snižuje cholesterol a působí žlučopudně. Napomáhá při zklidnění zánětlivého onemocnění slinivky a také při čištění ledvin a močového měchýře. Má protinikotinové účinky. Při použití ve velkém množství však může podráždit žlučník, vyvolat zvracení, průjmy nebo dokonce záněty ledvin. Bylo dokázáno, že se jeho účinnost zvyšuje, je-li podáván v teplém mléce. [34,35,36]

Medvědí česnek je znám pro své antimikrobiální účinky proti bakteriím a plísním. Pozitivní účinek byl prokázán i proti bakterii *Staphylococcus aureus*, která se vyznačuje vysokou odolností [35,37].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ČESNEKU

Obsah jednotlivých látek v česneku závisí na odrůdě, původu, půdě, podnebí, hnojení a ošetřování rostlin. To platí zejména pro sloučeniny síry, jejichž obsah v závislosti na jmenovaných faktorech kolísá v rozmezí až 10 %. Mezi sirné látky vyskytující se v česneku patří alliin, allicin, disulfidy, polysulfidy, ajoen, skordininy a další. K dalším základním složkám česneku patří sacharidy, bílkoviny, lipidy, minerální látky, vitaminy, fenoly a flavinoidy, hormonální látky, bezsilná antibiotika, saponiny a adenosin [1,38].

Energetická hodnota česneku se pohybuje v rozmezí 411 - 621 kJ.100g⁻¹ [39,40].

2.1 Sirné sloučeniny

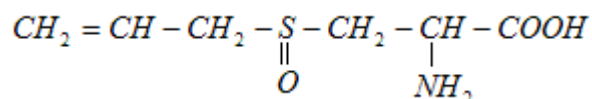
Sirné sloučeniny jsou důležitou skupinou chuťových a vonných látek, které ovlivňují aroma potravin. Často bývají primárními vonnými látkami potravin rostlinného původu. Primární sirné sloučeniny vznikají z příslušných prekurzorů enzymovými reakcemi při poškození rostlinných pletiv. Prekurzorem těchto látek je u česneku derivát aminokyseliny cysteinu alliin. V česneku je nejčastěji se vyskytující primární vonnou látkou diallyldisulfid. Česnek se také vyznačuje velkým množstvím sekundárně vznikajících aromatických látek. Tyto látky vznikají neenzymovými reakcemi až během tepelného zpracování česneku. Patří mezi ně například diallylsulfid, diallylthiosulfonát, allythiol, allylmethylsulfid a vinildithiiny [41].

Problémem sirných sloučenin je jejich nestálost. Obsah síry se v česneku pohybuje kolem 1 % v sušině, což odpovídá 0,35 % z čerstvé hmotnosti. Z toho tvoří zhruba 72 % alliin a allicin [1,19].

2.1.1 Alliin

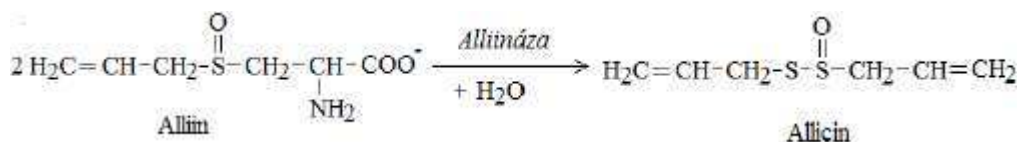
Alliin je (+)-S-allyl-L-cystein-sulfoxid neboli allylcysteinsulfoxid (Obr. 9). Jeho název odvodil od latinského označení česneku *Allium sativum* chemik Theodor Wertheim. Alliin tvoří svazky bílých, jemných nepáchnoucích jehliček, dobře rozpustných ve vodě, nikoli však v organických rozpouštědlech. Bylo dokázáno, že alliin jako výchozí látka má 2 homology a že frakce cystein-sulfoxid v česneku se skládá ze tří složek: 85 % alliinu, 13 % S-methyl-L-cysteinsulfoxidu a 2 % S-propyl-L-cysteinsulfoxidu. Všechny tyto složky jsou

rozkládány enzymem alliináza. Alliin se nevyznačuje typickým štiplavým česnekovým pachem, ten se projeví až po enzymatické přeměně na allicin. Česnek obsahuje $2,4 \text{ g.kg}^{-1}$ alliinu [1,2,14].



Obr. 9. Alliin

Alliin je farmaceuticky neúčinná látka bez antimikrobiální aktivity. Vyskytuje se v nepoškozených cibulích česneku. Alliin se přeměňuje na allicin vlivem enzymu alliinázy (Obr. 10) [19,42].



Obr. 10. Syntéza allicinu [43]

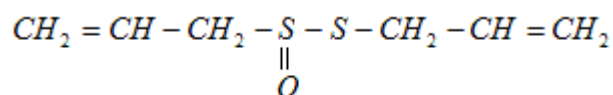
Enzym alliináza se uvolňuje po mechanickém narušení rostlinných buněk, kterým může být mačkání, tření nebo krájení. Rozkladná reakce alliinu na allicin je velmi rychlá, přeměna proběhne během několika sekund. Funkce enzymu alliinázy spočívá v přeměně neaktivních předstupňů typu alliinu na aktivní látky typu allicinu. Reakce probíhá přímým kontaktem alliinázy a alliinu. Obě složky jsou však umístěné v odlišných buněčných organelách. Alliin se nachází v cytoplazmě a alliináza ve vakuolách. Teprve po poranění buněk dochází k enzymatické přeměně. Dojde k rychlému rozkladu alliinu za tvorby pyruvátu, amoniaku a alk(en)ylsulfenové kyseliny. Až tyto látky jsou nositeli česnekového aroma. Při optimálních podmínkách se přemění až 80 % alliinu na allicin už za dvě minuty. Alliináza je přítomná téměř ve všech rostlinách rodu *Allium* a i v některých jiných rostlinách [1,14,21,41,42,44].

Česnek je doporučeno vysazovat mezi jiné plodiny, za účelem jejich ochrany proti škůdcům a chorobám. Ve skutečnosti je však napadán daleko častěji než ostatní rostliny. Důvodem je skutečnost, že se v rostlině česneku nalézá jen neúčinný prekurzor allicinu alliin. Při napadení česnekové tkáně ničí mikroorganismy membrány obklopující enzym alliinázu. Vznikající allicin mikroorganismy rychle inaktivuje. Zároveň dochází k reakci s okolními

bílkovinami včetně alliinázy, čímž dochází k její destrukci. Díky tomu působí allicin pouze lokálně na malém množství česnekové tkáně [1,45].

2.1.2 Allicin

Allicin byl poprvé izolován v roce 1944 v laboratoři J. Ch. Canallita. Je to velmi nestabilní biologicky aktivní látka nažloutlé barvy, olejovité konzistence, česnekovitého zápachu a štiplavé chuti. Tato látka je rozpustná ve vodě při 10 °C a snadno se mísí s organickými rozpouštědly. Štiplavou chuť této látky je možné v potravinách zesílit přidáním kyseliny chinové, která se získává z chininovníku. V česneku se allicin jako takový nenachází. Vzniká až působením enzymu alliinázy na alliin. Jde o allyl-S(O)-S-allyl neboli diallylthiosulfínát (Obr. 11) [1,41,47].



Obr. 11. Allicin

Allicin je hlavním nositelem antibiotických a řady jiných účinných vlastností česneku. Jeho antibiotické vlastnosti závisí na přítomnosti kyslíku, který má na allicin inaktivační účinek. Inaktivován je allicin také například varem, zejména za alkalického pH a to za vzniku diallyltrisulfidu, diallyldisulfidu a allylmethyltrisulfidu. Allicin je přechodná velmi reaktivní sloučenina, která se velmi rychle rozkládá na jiné sirné sloučeniny. V cibulích česneku se vyskytuje v množství 0,18 – 0,39 %. Není však jedinou účinnou látkou česneku, mezi další účinné látky patří například allylcystein, ajoen, skordininy a mnohé další [1,32,46,47,48].

2.1.3 Disulfidy a polysulfidy

Disulfidy a polysulfidy jsou sirné látky, které v česneku vznikají při enzymatické přeměně alliinu na allicin. Jsou to látky, které způsobují zápach a nepříjemné organoleptické vlastnosti. Jako první byl izolován diallyldisulfid. Diallyldisulfid je nažloutlá olejovitá tekutina, mísící se s organickými rozpouštědly. Je těkavější než allicin a uplatňuje se při tvorbě krevního barviva hemoglobinu. Dále dipropyldisulfid a diallyltrisulfid, následně byly izolovány i různé diallyltetrasulfidy. Ve vodném polárním prostředí se allicin přeměňuje za tvorby diallylthiosulfonátu (tzv. pseudoallicinu) a diallyldisulfidu, který dále poskytuje diallylsulfid a diallyltrisulfid [1,2,4,41].

2.1.4 Ostatní sirné látky

K dalším sirným látkám, které se v česneku vyskytují, patří ajoen. Ajoen byl nalezen Blockem roku 1984 jako rozkladný produkt allicinu. Jeho název je odvozen ze španělského pojmenování česneku „ajo“. Ajoen se tvoří z allicinu v nepolárním prostředí, například při smažení v oleji nebo po umístění do alkoholu. Ve vodě je ajoen stabilní. Ajoen je směsí dvou izomerů, vyskytuje ve formě cis i trans. Působí antitromboticky, antikarcinogenně, proti plísňovým infekcím na kůži a proti parazitům. V nepolárním prostředí vznikají z allicinu také další látky jako například vinylidithiin a různé směsi sulfidů [1,47,49,50].

Další skupinou sirných látek jsou skordininy, jde o komplexní glukosinoláty. Poprvé byly izolovány v Japonsku u paličáku odrůdy *A. scorodoprasum*, odtud také pochází jejich název. Skordininy mají antibiotický účinek, který je však menší než u allicinu. Jde také o látky mající schopnost potlačit agregaci trombocytů [1].

Fermentací česneku vzniká z allicinu allylcystein, který je ochranným faktorem jaterních buněk a má brzdící účinek na růst buněčných kultur z rakoviny prostaty [2].

Na aroma tepelně zpracovaného česneku se podílejí degradační produkty allicinu thiosulfínáty, zejména diallylsulfid, diallylthiosulfonát, allythiol, allylmethylsulfid a vinylidithiiny. Za vyšších teplot charakteristických pro pečení nebo smažení vznikají zejména dithiolany a trithiolany, dále také trithiepany a tetrathiepany [41].

Mezi další látky sirné povahy patří oxid siřičitý, merkaptany, monosulfidy, oligosulfidy a další thiosulfínáty [1].

2.2 Voda

Významný podíl na hmotnosti česneku tvoří voda. Ve vodě jsou rozpuštěné ostatní složky. Na obsahu vody závisí i doba skladovatelnosti, protože zelenina s vysokým obsahem vody má skladovací dobu kratší. Voda se podílí na přepravě živin z půdy do místa její spotřeby a na transportu fotosyntézou vytvořených asimilátů z místa jejich produkce do rezervních pletiv [10].

Česnek je možné skladovat poměrně dlouhou dobu. Tomu napomáhá i částečná ztráta vody při dosoušení před vlastním skladováním. Obsah vody v česneku je dán zejména jeho odrůdou, zralostí a pěstebními podmínkami a pohybuje se v rozmezí 56 – 78 % [12,51].

2.3 Sacharidy

V rostlinách se pomocí některých jednoduchých sacharidů přenáší energie získaná z fotosyntézy, ta je v nich obsažena do doby, než dojde k jejich rozkladu na jednodušší složky nebo až na původní prvky, kterými jsou oxid uhličitý a voda [10,52,53].

Polysacharidem vyskytujícím se v česneku je inulin, který se skládá z molekul fruktózy, jako koncovou jednotku obsahuje D-glukózu. Tyto látky se nazývají glukofruktany a jejich obsah se v jedlém podílu česneku pohybuje od 9 do 16 %. Glukofruktany se řadí mezi nevyužitelné polysacharidy, které tvoří součást vlákniny potravy, protože se nehydrolyzují v trávicím systému člověka. Glukofruktany jsou také růstovým faktorem bifidobakterií v tlustém střevě [1,52].

Česnek obsahuje asi 1 % vlákniny, která podporuje činnost celého trávicího traktu člověka. Strava s vysokým obsahem vlákniny příznivě ovlivňuje průchod tráveniny střevem, snižuje resorpci tuků a cholesterolu, zpomaluje vstřebávání cukrů do krve, pomáhá v boji proti obezitě, pozitivně působí při zácpě, hemeroidech a je považována za prebiotikum [1,54,55,56].

2.4 Saponiny

Dále se v česneku vyskytují saponiny. Saponiny česneku jsou odvozené od fytoosterolu sitosterolu. Saponiny jsou různorodou skupinou heteroglykosidů vyskytujících se převážně v rostlinách. Mají lipofilní (aglykon) a hydrofilní část. Aglykony saponinů jsou steroidní sloučeniny nebo triterpeny. Na tento aglykon je vázán jeden nebo více cukerných zbytků. Navázaným cukrem bývá nejčastěji L-arabinóza, D-glukóza, D-mannóza, D-galaktóza a D-glukuronová kyselina. Saponiny se v česneku vyskytují v množství $0,001 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V organismu mají imunologickou funkci, likvidují plísňové a kvasinkové infekce. Je jim také přičítán hemolytický účinek. Stejně jako selenové sloučeniny mají i saponiny antikarcinogenní charakter. Saponiny se také podílí na toxických účincích česneku při jeho vyšší konzumaci [2,21,38,41,57,58].

2.5 Bílkoviny

Bílkoviny jsou důležitou součástí všech rostlinných buněk. Česnek obsahuje asi 1,8 % bílkovin. Bílkoviny česneku jsou složeny z následujících aminokyselin: glycinu, alaninu, va-

linu, leucinu, isoleucinu, kyseliny asparagové, kyseliny glutamové, cysteinu, methioninu, fenylalaninu, lyzinu, argininu, histidinu, serinu, threoninu, prolinu, tryptofanu a tyrozinu (Tab. 1). Nejvíce je zastoupená aminokyselina arginin. Arginin je aminokyselina, která patří k semiesenciálním aminokyselinám, protože u rychle rostoucích organismů (zejména malých dětí) se některé neesenciální aminokyseliny stávají esenciálními [1,10,22].

Tab. 1. Průměrný obsah aminokyselin v česneku [12]

Aminokyselina	Průměrný obsah (mg.g ⁻¹)
Glycin	0,96 – 1,09
Alanin	0,66 – 1,37
Valin	0,54 – 2,43
Leucin	0,47 – 1,44
Izoleucin	0,24 – 0,93
Kys. asparagová	1,31 – 2,36
Kys. glutamová	1,63 – 2,70
Cystein	0,00 – 0,32
Methionin	1,77 – 2,30
Fenylalanin	0,29 – 0,86
Lyzin	1,05 – 2,27
Arginin	4,50 – 5,95
Histidin	0,61 – 8,30
Serin	0,83 – 1,18
Threonin	1,53 – 10,1
Prolin	0,05 – 1,18
Tryptofan	0,61 – 1,20
Tyrozin	0,80 – 1,47

2.6 Lipidy

Lipidy se v česneku vyskytují jen v nepatrném množství, jejich obsah je pouze 0,06 – 1 %. Korejští vědci zjistili v čerstvém česneku obsah lipidů v rozmezí 310 – 342 mg/100g. Lipidy česneku jsou složeny z neutrálních lipidů (36,4 – 43,5%), kde převládají triacylglyceroly (80,5 – 83,6%); dále glykolipidů (20,3 – 24,3%) a fosfolipidů (36,2 – 39,3%) tvořených z více než 85% fosfatidylcholinu a fosfatidylethanolaminy. K hlavním mastným kyselinám v česneku se řadí kyselina linolová, palmitová, olejová a α -linolenová [1,59].

2.7 Vitaminy

Vitaminy jsou nízkomolekulární sloučeniny, které jsou do organismu dodávány potravou. Vitaminy jsou nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Jde o látky

s různou chemickou strukturou. Česnek je v čerstvém stavu dobrým zdrojem vitaminů. Krytí potřeby vitaminů je však nedostatečné, protože je česnek konzumován jen v malém množství. V česneku se vyskytují vitaminy B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, C, A a E [1,52].

Vitamin B₁ neboli thiamin, se řadí k nejméně stálým vitaminům. V česneku se vyskytuje v množství asi 0,03 – 0,28 mg.100g⁻¹. Vitamin B₁ se účastní enzymatických reakcí v organismu a je podstatným faktorem pro stabilní nervový systém. Je dokázáno, že vitamin B₁ obsažený v česneku se vstřebává rychleji než vitamin B₁ z jiných zdrojů. Je také rychleji vylučován močí [1,52,60].

Vitamin B₂ neboli riboflavin, je termostabilní vitamin, rozkládá se však světlem. Je koenzymem oxidačně-redukčních enzymů. Podporuje také látkovou výměnu. V česneku se vitamin B₂ vyskytuje v množství asi 0,03 mg.100g⁻¹ [39,60,61].

Vitamin B₃ neboli niacin (tzv. nikotinamid), se uplatňuje jako koenzym v metabolismu při dekarboxylacích a transaminacích aminokyselin. Tento vitamin se v česneku vyskytuje v množství asi 0,12 – 4,0 mg.100g⁻¹ [1,52,65].

Vitamin B₅ neboli kyselina pantotenová, je součástí koenzymu A, jedné z ústředních sloučenin metabolismu sacharidů, lipidů a aminokyselin. V česneku se vyskytuje v množství asi 0,25 mg.100g⁻¹ [1,61].

Vitamin B₆ neboli pyridoxin se účastní metabolických reakcí aminokyselin a také glykolýzy. Podílí se na metabolismu nervové soustavy. Česnek obsahuje poměrně malé množství tohoto vitaminu asi 0,03 – 0,08 mg.100g⁻¹ [1,61].

Vitamin C neboli L-askorbová kyselina a L-dehydroaskorbová kyselina. Vitamin C se podílí na biosyntéze polysacharidů, adsorpci a transportu Fe, transportu Na, Cl a Ca iontů a na metabolismu cholesterolu. Působí na zvyšování odolnosti organismu a také při syntéze adrenalinu a žlučových kyselin. Vitamin C má antioxidační charakter. V česneku se vyskytuje v širokém rozsahu 16 – 66,5 mg.100g⁻¹ [1,23,61].

Vitamin A je účinný při syntéze bílkovin a proti šeroslepotě. Vitamin A také reguluje látkovou výměnu a podporuje adaptaci zraku na světelné rozdíly a ostrost vidění. V česneku se nachází ve formě svého provitaminu A, tedy jako β-karoten. Jeho obsah se v česneku pohybuje kolem 8,0 mg.100g⁻¹ [1,4,23,61].

Vitamin E spolu s β -karotenem a koenzymy Q chrání strukturu a integritu buněčných biomembrán. Stejně jako vitamin C je i vitamin E dobrým antioxidantem. V česneku se vyskytuje v množství kolem $0,10 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ [1,52,61].

2.8 Minerální látky

Jako minerální látky se označují všechny prvky, které se nachází v potravinách kromě prvků organogenních (uhlík, kyslík, vodík a dusík). Na využitelnost minerálních látek má vliv forma jejich vazby na ostatní složky. Minerální látky přítomné v organických vazbách bývají lépe využitelné než minerální látky přítomné v anorganické podobě [52,61].

Minerální látky rostliny přijímají z půdy prostřednictvím kořenového systému. Česnek je na minerální látky bohatý (Tab. 2), obsahuje jich až 0,5 % [1].

Tab. 2. Obsah minerálních látek česneku [12]

Složka	Průměrný obsah ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Vápník	510
Železo	12,5
Sodík	84
Hořčík	219
Fosfor	2590
Draslík	4360
Zinek	11,3
Síra	300
Měď	0,6
Selen	0,02
Jod	0,5

Obsahuje velké množství draslíku, fosforu, vápníku, hořčíku a síry. V česneku je síra obsažená zejména ve formě diallyldisulfidu. Síra je velice důležitá, protože vstupuje do mnoha biochemických reakcí organismu, zejména do neutralizace toxinů. Některé sloučeniny síry obsažené v česneku podporují vznik enzymů, které chrání tělo před vznikem rakoviny [23,63].

Významný je také vysoký obsah selenu a jodu, který souvisí s řadou farmaceutických účinků. Selen se uplatňuje při metabolismu jodu. Má antikarcinogenní účinky a také zmírňuje toxické účinky rtuti, kadmia, arsenu, olova a teluru. Česnek má schopnost organicky vázaný selen hromadit. V česneku se nachází ve značném množství i jod. Jod v organismu zod-

povídá za tvorbu tyroxinu ve štítné žláze, který řídí látkovou výměnu všech tělesných buněk [1,13,61].

Mezi další prvky, jež se v česneku nachází, patří: sodík, železo, zinek, mangan a chrom [1].

2.9 Enzymy

Enzymy jsou látky bílkovinné povahy, které urychlují biochemické pochody. Podílí se jak na přeměně jednoduchých látek na složitější, tak i na degradaci složitějších látek na látky jednodušší. Účastní se na celkovém udržování vnitřní rovnováhy buněk. Enzymy vykazují reakční nebo substrátovou specifitu a velmi vysokou účinnost [64,65].

V česneku se ve vakuolách vyskytuje enzym alliináza (tzv. alliin-lyáza), který se účastní přeměny alliinu a allicin. Jde o látku glykoproteinové povahy, která se inaktivuje varem po 2,5 minutách. Alliináza působí optimálně při teplotě 37 °C a pH 5,8 [1,44].

Při stavbě a štěpení sacharidů v česneku působí řada specifických enzymů jako je polyfruktosidáza a invertáza, která štěpí sacharózu a rafinózu dále také pektinesteráza a transfruktosidáza, která zodpovídá za viskozitu česnekové šťávy [1].

Enzym argináza, který se v česneku vyskytuje, odbourává aminokyselinu arginin. Na snižování lipidů a cholesterolu v krvi se podílí v česneku se vyskytující enzym lipáza [1].

Tvorbu aromatických látek česneku zajišťuje enzym fenylalaninamoniumlyáza. Polyfenoloxidáza oxiduje trifenyly a společně s peroxidázou se podílí na změně barvy a ztrátě účinnosti u sušeného česneku [1].

Dalším enzymem obsaženým v česneku je deoxyribonukleáza, která štěpí nukleové kyseliny v buněčném jádru. Česnek obsahuje také významné množství lysozymu, který rozkládá buněčné stěny grampozitivních a některých gramnegativních bakterií [1].

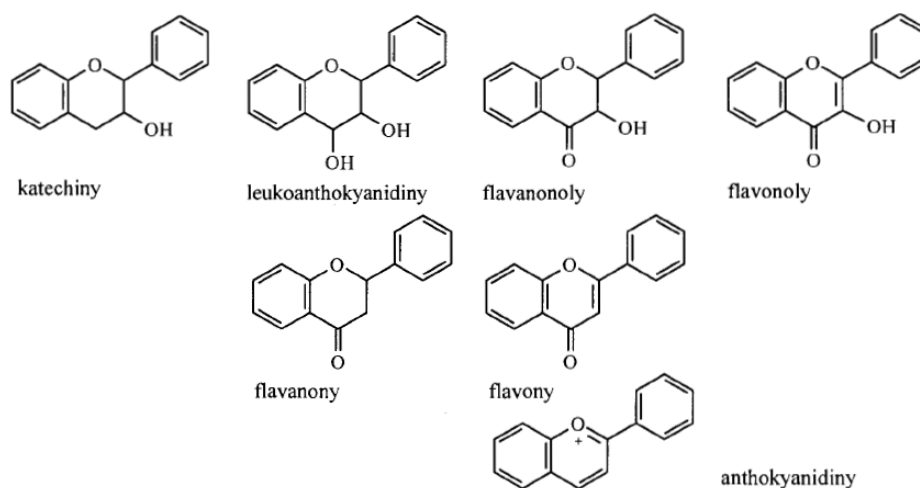
Mezi další enzymy obsažené v česneku patří, kataláza, deoxyribonukleáza, adenosintrifosfatáza, alkoholdehydrogenáza, superoxiddismutáza, fosfoglukoisomeráza, hexokyanáza, glutamylpeptidáza, γ -L-glutamyltranspeptidáza, aj [1].

2.10 Fenoly a flavonoidy

Fenoly mají na aromatickém kruhu jednu až tři hydroxylové funkční skupiny v různých polohách. Jde o velice heterogenní skupinu sloučenin. Uplatňují se jako vonné a chuťové

látky a jako přírodní barviva. Některé fenoly vykazují výrazné biologické účinky a řadí se proto mezi obranné látky rostlin. Rostlinné polyfenoly představují významnou část antioxidantů přítomných v naší potravě díky své schopnosti reagovat s volnými radikály mastných kyselin a kyslíku. Některé polyfenoly mohou ve vysokých koncentracích vykazovat i nepříznivé účinky jako je mutagenní nebo strumigenní aktivita [41,66,67,68].

Flavonoidní látky jsou rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů obsahující v molekule dva benzenové kruhy spojené tří uhlíkovým řetězcem $C_6 - C_3 - C_6$. Podle stupně oxidace na C_3 se dělí na katechiny, leukoanthokyanidiny, flavanonoly, flavanonoly, flavony, flavonoly a anthokyanidiny (Obr. 12). S výjimkou antokyanů jsou málo pestrobarevné, jsou spíše světlé až citronově žluté [58,62].



Obr. 12. Obecná struktura flavonoidních látek

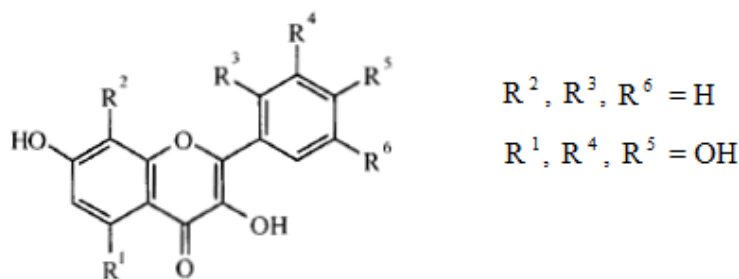
Od roku 2001 bylo dosaženo velkého pokroku v poznání výskytu, chemické struktury, fyziologického významu a metabolismu rostlinných fenolů a polyfenolů. Je prokázáno, že tyto látky mají synergický účinek. Často se projevují antioxidační aktivitou, která převyšuje celkovou antioxidační kapacitu vitamínu C nebo vitamínu E a karotenoidů vyskytujících se v dané potravě [69].

Flavonoidy tvoří velkou skupinu fytochemických látek. Z flavonoidů byly v česneku izolovány antokyany a kvercetin [1,70].

Anthokyanidiny neboli anthokyany jsou velmi rozsáhlou skupinou rostlinných barviv. Jako součást jejich molekul se vyskytuje pět sacharidů; D-glukóza, L-rhamnóza, D-galaktóza, D-xyulóza a L-arabinóza. Cukr se nejčastěji váže v poloze C_3 a C_5 . Rostlinám udělují oran-

žové, červené, fialové a modré zbarvení. V rostlinných buňkách jsou lokalizovány ve vakuolách. Barviva jsou při technologických operacích málo stabilní, probíhají u nich vratné i nevratné změny a mají antioxidační charakter. Jejich barva je závislá na pH prostředí. V kyselém prostředí mají barvu červenou, při pH kolem 4 se zcela odbarvují, při dalším snižování pH se barví modře. V podstatě fungují jako acidobazické indikátory [25,58,62].

Kvercetin patří mezi flavonoly. Flavonoly jsou nositelé žluté barvy. Patří mezi ně také například kemferol a myricetin. Nejčastěji se vyskytují jako glykosidy a často doprovází anthokyany. Obsah kvercetinů je v sušině česneku kolem 0,0023 %. Struktura kvercetinu je zobrazena na Obr. 13 [58,67].



Obr. 13. Kvercetin

Kvercetin má protizánětlivý účinek, který pomáhá zmírňovat alergické reakce dýchacího ústrojí, kožní projevy a zánětlivé poruchy kloubů [70].

2.11 Bezsrná antibiotika

Studium bezsirných antibiotik má velký význam, protože mají stabilní charakter. Mezi bezsirná antibiotika patří v česneku garlicin a allistatin. Garlicin je látka se silným antibiotickým účinkem. Vykazuje vysokou účinnost proti *Escherichia coli* a mléčným bakteriím. Allistatin má silný antibiotický účinek proti *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Je účinný i při zředění 1 : 50 000 [1].

2.12 Hormonální látky

Fytohormony neboli rostlinné hormony jsou obecně chápány jako endogenní signální molekuly zodpovědné za přenos informací mezi pletivy a orgány. Fytohormony česneku působí jako regulátory růstu a katalyzátory biochemických reakcí. Zastupují je zejména gibbereliny a lektiny. Gibbereliny slouží jako stimulátory růstu a vyskytují se v celé rostlině. Lektiny

ny jsou rozpustné proteiny, které vykazují imunologické působení. Ve většině zeleniny mají toxický účinek, v česneku, cibuli, póru a rajčatech se však považují za netoxické. V česneku se lektiny vyskytují v množství $0,5 - 2 \text{ g.kg}^{-1}$ [1,10,41,71].

2.13 Adenosin

Adenosin je jedním ze základních nukleosidů. Základní stavební jednotkou adenosinu je purinová dusíkatá báze adenin, která je spojená N-glykosidovou vazbou s pětiuhlíkatým cukrem D-ribózou [65,72].

V česneku se adenosin nachází ve vysokém množství $0,3 \text{ g.kg}^{-1}$. Tato látka má příznivý vliv na krevní tlak, prokrvení a podobně jako skordininy se podílí na zpomalování agregace trombocytů. Dále ovlivňuje krevní tlak, krevní oběh, pružnost cévních stěn, krevní srážlivost, odbourávání tuků, tvorbu hormonů a také zvyšuje imunitu. Funguje také jako přenašeč biologických látek např. cyklický adenosinmonofosfát (cAMP), jako přenašeč fytohormonů do buňky, adenosintrifosfát (ATP), v biosystémech působí jako univerzální přenašeč energie, 3-fosfoadenosin-5-fosfosulfát (PAPS), který přenáší zbytky kyseliny sírové a v neposlední řadě také S-adenosin-methionin (SAM), který zavádí methylové skupiny do vhodných substrátů [1,2,74].

Adenosin není z běžných potravin trávicím traktem přijímán. Z česnekové silice je však přijímán dobře, důvodem je přítomnost cystein-sulfoxidu, který funguje jako doprovodná látka [1,74].

2.14 Silice

Silice jsou těkavé esenciální oleje, které produkují některé rostliny. Svůj význam uplatňují při ochraně před mikrobiálními, houbovými a živočišnými patogeny, ale i před hmyzem, ptáky, savci a při konkurenčních vztazích rostlin. Česneková silice patří k jedné z nejznámějších. Hlavní látkou česnekové silice je diallyldisulfid, který je nositelem charakteristického pachu česneku. Česneková silice obsahuje 60 % diallyldisulfidu, 20 % diallyltrisulfidu, 6 % allylpropylsulfidu a 4 % diallyltetrasulfidu. Silice se vyznačuje vyšší toxicitou než samotný alliicin nebo celý česnek. Silice silně dráždí kůži a způsobuje nekrózy. Její antibiotický účinek je slabší než u allicinu [1,19,41].

3 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY ČESNEKU

Česnek byl znám jako léčivo už 3000 let př. n. l, patří k nejstarším léčivým rostlinám. Již na egyptských svitcích se dochovaly recepty z česneku proti desítkám chorob. Má široké spektrum účinků. Některé látky česneku mají podpůrný účinek, a mohou se uplatnit při dlouhodobé léčbě chronických onemocnění. Česnek působí v těle zhruba tak dlouho, dokud trvá jeho aroma uvolňované z těla dechem a potem. Tepelným opracováním ztrácí česnek i více jak 90 % svých účinných látek [1,2,75,76].

Vědecký výzkum léčivých účinků česneku začal v druhé polovině 19. století svou prací Louis Pasteur, který v roce 1858 zaznamenal jako první antibakteriální vlastnosti česneku na salmonely a *Escherichia coli*. Později byl česnek v rámci mnohých výzkumů použit k léčbě úplavice, epidemiologických onemocnění a jako prevence onkologických onemocnění. Už Hippokrates, považovaný za otce medicíny, používal česnek jako zásadní složku svých léčebných metod [20,22,77].

Česnek je účinný jako antiseptikum (protimikrobiální látka aplikovaná na živou tkáň ke snížení rizika infekce nebo sepse), vermifugum (vypuzuje parazity), antihelmintikum (účinný proti onemocněním vyvolaným cizopasnými červy), antitoxikans (proti produktům mikroorganismů), antikancerogens (působí proti vzniku rakoviny), afrodiziakum (zlepšením krevního oběhu a cirkulace krve pohlavním ústrojím, česnek také zvyšuje produkci enzymu, který ovlivňuje mechanismus ztopoření), stomachikum (povzbuzuje chuť k jídlu, žaludeční lék), caustikum (leptá kůži), derivans (proti nervovým bolestem) a jako repelent (odpuzuje hmyz) [1,14].

Česnek se také hojně používá k tzv. vnitřní desinfekci a jako prevence proti příznakům nachlazení, chřipky a pro posílení imunity. Při chorobách dýchací soustavy se česnek osvědčuje jako prevence i jako významný pomocník při léčbě [76,78,79].

Antibiotická a jiná léčebná účinnost česneku je úměrná k obsahu sirných sloučenin česneku. Sirné sloučeniny česneku posilují přirozené sirné látky vyskytující se v játrech. Sirné látky mají v játrech velký význam, protože jsou součástí jejich čistícího mechanismu. Odstraňují různé druhy nežádoucích látek, jako jsou nevyužité zbytky potravin, chemické

složky, léky a dokonce i radioaktivní prvky. Česnek také podporuje pocení, čímž napomáhá odstranění toxinů z těla [13,38].

3.1 Antimikrobiální účinek

Hlavními aktivními antimikrobiálními látkami česneku jsou sloučeniny síry. Mezi sirné antibioticky účinné látky česneku patří zejména allicin, diallyldisulfid a diallyltrisulfid. K antimikrobiální činnosti přispívají i některé další látky česneku, které síru neobsahují, jako například látka antibiotické povahy garlicin, fenolické sloučeniny nebo saponiny [11,48].

Látky s antibiotickým účinkem vyskytující se v česneku se nazývají fytoncidy. Již ve velice malém množství mají tyto látky antibiotický účinek proti bakteriím, plísním, virům a některým parazitům. Vyskytují se především v cibulích česneku, méně potom v jeho nati a vegetačních pacibulkách. Téměř bez antibiotického účinku jsou slupky cibulí i stroužků. Nejvýznamnějším antibiotikem česneku je allicin. O něco slabší antibiotický účinek má garlicin. Allicin také zesiluje účinek antibiotik, jako jsou streptomycin a chloramfenikol. Antibiotický účinek závisí zejména na odrůdě česneku [1,2,4,11].

Antibiotické sloučeniny česneku mají oproti klasickým antibiotikům také tu výhodu, že jsou pro přirozenou symbiotickou mikroflóru neškodné. Na rozdíl od klasických antibiotik na česnekové látky antibiotické povahy nevzniká u mikroorganismů rezistence. Tepelnými úpravami česneku se antibiotický účinek inaktivuje, dokonce se pak česnek může stát stimulatorem některých bakterií a plísní [1,2,21].

Další výhodou fytoncidů česneku oproti klasickým antibiotikům spočívá v tom, že fytoncidy česneku nemají žádné vedlejší účinky, neškodí ani při dlouhodobém užívání a na rozdíl od klasických antibiotik posilují imunitní systém. Česnek stimuluje buňky imunitního systému k boji s bakteriemi napadajícími tělo. Laboratorní testy prokázaly, že česnek je účinný proti širokému spektru bakterií, zatím co klasická antibiotika účinkují pouze na určitý druh bakterií. Česnek však nemůže nahradit antibiotika v případě těžkých infekčních onemocnění, protože má slabší účinek. Odpovídající množství penicilinu je zhruba desetkrát silnější než stejné množství antibiotika česneku [13].

Česnek působí proti gramnegativním i grampozitivním bakteriím. Aerobní bakterie jsou vůči allicinu citlivější než bakterie anaerobní. Baktericidní schopnost je často doprovázená poruchou schopnosti mikroorganismů produkovat toxiny. Příkladem je přidavek česneku

do masných výrobků, potlačí se tak produkce botulotoxinu, který produkuje bakterie *Clostridium botulinum*. Velice citlivý na česnek je také původce smrtelného onemocnění antraxu *Bacillus anthracis* nebo původce tuberkulózy *Mycobacterium tuberculosis*. Kmeny bakterií, vůči kterým je česnek účinný jsou *Pseudomonas*, *Proteus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium* a *Clostridium*, citlivost vybraných kmenů bakterií k allicinu uvádí Tab. 3 [1,2,48].

Tab. 3. Citlivost vybraných kmenů bakterií k allicinu [43]

Bakteriální kmen	Koncentrace allicinu (LD ₅₀ µg.ml ⁻¹)
<i>Escherichia coli</i>	15
<i>Staphylococcus aureus</i>	12
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
<i>Proteus mirabilis</i>	15
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8

Baktericidní efekt česneku je možné uplatnit při chorobách sliznice ústní dutiny, dýchacích cest, zánětu mandlí a průdušek. Upravuje a stabilizuje mikroflóru zažívacího ústrojí a ničí patogenní bakterie. Z 560 známých kmenů obávaného *Staphylococcus aureus* jich dokáže svými účinky inaktivovat více než 500 [1,76].

Česnek je účinný proti širokému spektru kvasinek a plísní. Účinnou látkou je allicin, diallylsulfid a ajoen. Ajoen má větší antimykotický účinek než allicin. Druhy kvasinek a plísní, vůči kterým je česnek účinný jsou *Candida*, *Trichophyton*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* a *Trichosporon*. Bylo dokázáno, že vodní extrakt česneku již v malé koncentraci (1 : 32 - 1 : 40) brzdí růst patogenních plísní, jako jsou *Coccidioides immitis*, *Auxarthron zuffianum*, *Uncinocarpus resii*, které jsou původci kokcidiózy. Další studie prokázaly, že allicin je účinný proti plísni *Histoplasma capsulatum*, která způsobuje nemoc podobnou tuberkulóze [48,80].

Proti parazitům se uplatňují zejména allicin a ajoen, ale i některé další sirié látky česneku. Spektrum působení proti parazitům sahá od roupů přes škrkavky až po tasemnice. Účinná látka allicin působí na červy nejprve pozitivně a vytlačuje je tak do dolní části střev. Vyšší dávky česneku pak způsobí jejich ochrnutí a tím červy přestanou klást odpor při vypuzování. Tento poznatek je aplikovatelný i ve veterinární medicíně. Profesor Mirelman z Weizmannova vědeckého institutu v Izraeli zjistil, že je česnek účinný také na améby způsobující amébičkou dyzenterii [1,13,48,75].

Antivirový účinek česneku mají sírné sloučeniny allicin, diallyltrisulfid, ajoen, ale také nesírná sloučenina kvercetin. Druhy virů, vůči kterým je česnek účinný jsou *Herpes simplex virus*, viry chřipky A a B, lidský cytomegalovirus, virus vezikulární stomatitidy, *Rinovirus*, virus lidské imunodeficiency (HIV), virus virové pneumonie a Rotaviry [48].

3.2 Antioxidační účinek

Antioxidační aktivita rodu *Allium* je nejvíce přisuzována sírným sloučeninám a jejich prekurzorům. Hlavními antioxidačními látkami česneku je allicin, diallyldisulfid a diallyltrisulfid. Bylo prokázáno, že allicin působí jako antioxidant pouze v nízkých koncentracích, ve vyšších koncentracích může působit jako prooxidant. Většina fytochemických látek má vysoce účinné antioxidační vlastnosti. Antioxidační účinek je charakterizován schopností neutralizovat volné radikály. Volné radikály jsou nestabilní molekuly, které poškozují tkáňové buňky. Antioxidační účinek fytochemických látek snižuje rizika vzniku rakoviny a aterosklerotického srdečního onemocnění tím, že chrání LDL cholesterol před oxidací. Mezi další látky, které se v česneku vyskytují a mají antioxidační charakter, patří také například vitamin C, vitamin E, β -karoten, selen a polyfenolické látky [70,81,82,83].

Extrakty z čerstvého česneku obsahují mnoho antioxidačních složek. Mezi tyto látky patří ve vodě rozpustné organosírové sloučeniny, v lipidech rozpustné organosírové složky a flavonoidy. Dlouhodobou extrakcí česneku extrakt dostává antioxidační vlastnosti tím, že modifikuje nestabilní molekuly antioxidačním účinkem a zvyšuje se v něm koncentrace stabilních a vysoce biologicky využitelných ve vodě rozpustných organosírových sloučenin, jako například S-allylcysteinu a S-allylmerkaptocysteinu. Antioxidační účinek česnekového extraktu spočívá v tom, že odstraňuje reaktivní formy kyslíku, zvyšuje hladinu buněčných antioxidačních enzymů superoxidodismutázy, katalázy a glutathionperoxidázy a zvyšuje koncentraci glutathionu v buňkách [84,85].

3.3 Účinek česneku na jednotlivá onemocnění

3.3.1 Účinek na srdce a krevní oběh

Srdeční choroba je výsledkem věkem se stupňující degradace krevního oběhu. Postupnou degradaci způsobuje životní styl, který zahrnuje vlivy, které na organismus působí negativně. Mezi tyto vlivy patří sedavý způsob života, špatná životospráva, nezdravá strava a ve

velké míře i stres. Příčinou vzniku srdečních chorob je ucpání tepen. Česnek je jedním z nejlepších prostředků pro ředění krve, je stejně účinný jako aspirin a navíc mnohem bezpečnější. Účinkuje rychle, během 30 minut po užití je krev prokazatelně řidší. Profesor Boullin z hematologické jednotky britské vlády v Oxfordu a jeho kolegové zjistili, že i malé množství česneku značně ovlivní srážení krve. Česnek není jen činitelem zpomalujícím srážení krve, ale zvyšuje také schopnost rozkládat již existující sraženiny [13,70].

Česnek je velmi dobrým prostředkem pro snížení krevního tlaku. Krevní tlak však dokáže snížit pouze v omezeném rozsahu a ne ve všech případech. Účinnost česneku závisí na příčině vzniku vysokého krevního tlaku. Krevní tlak je síla, kterou uplatňuje krev při cirkulaci v tepnách i žilách. Normální systolický tlak je 120 a diastolický tlak je 80 mm Hg. Lékařským výzkumem bylo zjištěno, že vhodnou aplikací česneku, lze snížit hodnotu systolického tlaku o 12 až 30 bodů mm Hg a diastolického tlaku o 7 – 20 bodů. Při pokusech na zvířatech bylo zjištěno, že snížení krevního tlaku nastává asi 30 minut po požití česneku a trvá až 24 hodin [1,13,70].

Hypercholesterolemie, vysoký krevní tlak a nadváha jsou hlavními rizikovými faktory pro vznik aterosklerózy a srdečního infarktu. Látka vyskytující se v česneku, která se podílí na snižování obsahu nežádoucích lipoproteinů a cholesterolů v krvi je allicin a částečně i adenosin. Látky snižují hlavně tuky s nízkou hustotou (LDL), zároveň ale znásobují množství lipoproteinů, které působí proti kornatění cév a to lipoproteinů s vysokou hustotou (HDL). Allicin je také významný svojí schopností cévy rozšiřovat. Je dokázané, že česnek snižuje hladinu cholesterolu i nasycených mastných kyselin v krvi. Tímto způsobem zasahuje do kvantitativních poměrů v našem těle a přesouvá tak rovnováhu ve prospěch zdraví. Při snižování cholesterolu dochází k jeho navázání na allicin, v navázané podobě je pak odváděn z těla [10,75].

Byla také provedena studie, na které se podílelo celkem 23 dobrovolníků s vysokou hladinou cholesterolu v krvi. Z tohoto počtu dobrovolníků jich bylo 13 vyhodnoceno jako osoby s vysokým krevním tlakem, zatímco krevní tlak u zbylých 20 dobrovolníků byl normální. Po konzumaci česnekového extraktu po dobu 4 měsíců byly provedeny krevní rozbory včetně parametrů lipidů a testy funkce jater a ledvin. Bylo zjištěno, že celková hladina cholesterolu v séru, hladina lipoproteinového cholesterolu s nízkou hustotou (LDL) a velmi nízkou hustotou (VLDL), jakožto i hladina triglyceridů byla významně snížena, ale hladina lipoproteinového cholesterolu s vysokou hustotou (HDL) se po užívání česnekového ex-

traktu zvýšila. Bylo též zjištěno, že poměr celkového cholesterolu ku HDL byl také významně snížen [86].

Okolo třiceti studií z celého světa ukazuje, že každodenní konzumace 2 – 3 stroužků česneku denně snižuje hladinu cholesterolu v krvi až o 15 % a tím zmenšuje riziko infarktu o 30 %. Výzkum provedený v Německu roku 1988 sledoval 40 lidí středního věku s vysokou hladinou cholesterolu. Polovině sledované skupiny byl po dobu tří měsíců podáván česnekový preparát odpovídající jednomu stroužku česneku a druhé polovině placebo. Hladina cholesterolu v krvi u první skupiny klesla až o 20 %. U druhé poloviny se hladina cholesterolu nezměnila. Zajímavá je také skutečnost, že čím větší hladinu cholesterolu měla sledovaná osoba před testem, tím větší snížení u něho bylo zaznamenáno [13].

Podle vědce Kritchevského z Winstar Institutu ve Filadelfii, česnek v játrech specificky zpomaluje vznik cholesterolu. Studie zadaná ministerstvem zemědělství USA ukazuje, že česnek pomáhá játrům z těla nadměrný cholesterol odstraňovat ve formě žluči [13].

3.3.2 Účinek na gastrointestinální trakt

Česnek působí na trávicí ústrojí pozitivně. Kromě svého antikarcinogenního působení v oblasti žaludku a střev se česnek uplatňuje i svým preventivním účinkem při vředové nemoci žaludku a dvanáctníku. Laboratorní studie prokázaly, že česnek neutralizuje bakterii *Helicobacter pylori*, která se podílí na vzniku peptických vředů [2,11].

Česnek povzbuzuje tvorbu žaludečních šťáv, vylučování žluči a usnadňuje její odvod do dvanáctníku. Zde sehrává roli i antibiotický účinek česneku, protože inaktivuje nežádoucí střevní bakterie. Česnek pomáhá likvidovat přemnožené škodlivé střevní bakterie a plísně a ozdravovat tak střevní mikroflóru. Tím zlepšuje trávení, odstraňuje nadýmání a křečovitě bolesti břicha. Vliv na střevní peristaltiku závisí na koncentraci česneku, přičemž nižší dávky zesilují tonus střevní stěny a urychlují vyprazdňování. Vysoké dávky jsou naopak vhodné při průjmech. Vědci také zjistily, že česnek dokáže zmenšit velikost i počet prekancerogenních lézí v lidském střevě [11,22,75,76,87].

3.3.3 Účinek na Diabetes mellitus

Na snižování obsahu cukru v krvi se podílí allicin a glukokininy. Česnek není v pravém slova smyslu lékem proti cukrovce, jeho konzum však může působit podpůrně při lehčích

formách diabetu. Je také prevencí před vznikem diabetes mellitus II. typu. Napomáhá zvýšené produkci inzulínu, čímž snižuje hladinu krevního cukru [1,2,12].

3.3.4 Antikarcinogenní účinky

Jsou-li v těle procesy rozmnožování nebo dělení buněk narušené, buňky bují nahodile a poškozují zdravé tkáně. Imunitní systém tyto změny za normálních podmínek odhalí a bující buňky zničí. Pokud abnormální buňka imunitnímu systému unikne, může vzniknout nádor. Při přeměně buněk z normálních na buňky rakovinotvorné dochází ke změně jejich genetického materiálu nejčastěji vlivem volných radikálů [70].

Antikarcinogenní působení česneku bylo popsáno v několika studiích na základě mnoha experimentů. Bylo také prokázáno, že konzumace česneku po tepelné úpravě už žádný antikarcinogenní efekt nemá. Za antikarcinogenní působení jsou zodpovědné sírné sloučeniny česneku. Hlavní účinnou látkou je dvojmocná síra, která se v mnohých vazbách česneku vyskytuje. Antikarcinogenní účinek byl prokázán i u selenu, který je v česneku obsažen. Česnek dokáže hromadit selen a organicky ho vázat [1,21].

Dlouhodobá konzumace česneku výrazně zvyšuje antioxidační aktivitu buněk. Jako ochranu před toxickými volnými radikály i neradikálními oxidanty mají buněčné makromolekuly vyvinutý antioxidační ochranný systém, který zahrnuje antioxidační enzymy jako například superoxiddismutázu, katalázu, glutathionperoxidázu a nízkomolekulární antioxidant glutathion. Bylo také zjištěno, že kvercetin obsažený v česneku zvyšuje biologickou dostupnost některých léčiv proti rakovině. Česnek dokáže potlačit vznik rakoviny, ale jeho účinek je nedostačující k tomu, aby vyléčil již rozvinutou rakovinu [1,21,48].

Doktor Michael Wargovich z centra pro výzkum rakoviny při texaské univerzitě studoval procesy ochrany před rakovinou česnekem. Výsledkem studie byla práce, ve které uvádí, že se sírné sloučeniny česneku aktivují v játrech. V aktivované formě pomáhají tělu ničit rakovinotvorné látky. Dále také konstatoval, že sírné sloučeniny vyskytující se v česneku brání přeměně normálních buněk na buňky rakovinné [13].

Čínští vědci z Shandonské lékařské univerzity pozorovali dvě skupiny obyvatelstva ze dvou sousedních oblastí. Obě skupiny měly stejný životní styl a živily se téměř identickou stravou. Lidé z první oblasti konzumovali denně šest stroužků česneku a lidé z druhé oblas-

ti žádný. Vědci zjistili, že u první skupiny byl průměrný výskyt rakoviny žaludku 3,5 případů na 100 000 lidí, zatím co v druhé skupině byl výskyt onemocnění desetkrát vyšší [13].

Vědci také předpokládají, že česnek inhibuje redukci nitrátů, což snižuje jejich koncentraci v žaludečních šťávách a tím snižuje produkci karcinogenních nitrosaminů [21].

Podle nedávných farmakologických zjištění, působí česnek spíše preventivně než terapeuticky. Epidemiologické studie v Číně, Itálii a v USA prokázaly, že mezi užíváním česneku a výskytem rakoviny žaludku a tlustého střeva existuje nepřímá úměra. Protirakovinové účinky česneku a jeho složek včetně sulfidů a S-allylcysteinu byly prokázány na několika zvířecích modelech [88].

4 PŘEHLED METOD PRO STANOVENÍ VYBRANÝCH ANALYTICKÝCH PARAMETRŮ

Pro účely této práce byly vybrány tato stanovení: stanovení celkové sušiny, refraktometrické sušiny, celkového obsahu kyselin, hrubé vlákniny, celkového obsahu fenolů a stanovení obsahu L-askorbové kyseliny.

4.1 Stanovení sušiny

Kontrolní metoda stanovení sušiny patří mezi metody nepřímé. Je to metoda gravimetrická založená na zjišťování úbytku hmotnosti vlivem sušení. Sušení se provádí v elektrické sušárně, ve vakuu nebo s použitím infračerveného záření. Podmínky sušení jsou pro jednotlivé druhy potravin standardizovány. Metoda spočívá v sušení vzorku vzduchem o teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Konstantní hmotnosti je dosaženo tehdy, když hmotnost vzorku zjištěná po následujícím sušení se neliší více než 0,1 % hmotnosti vzorku zjištěné při předchozím vážení. Kontrolní metodu sušení lze použít pro materiály neobsahující vysoké množství cukrů. Výsledná hodnota je vyjádřena v % [90].

Sušina v % (w/w):

$$S = 100 - v$$

Obsah vlhkosti v % (w/w):

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

kde m_0 - hmotnost vysušené prázdné misky (g)

m_1 - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením (g)

m_2 - hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g)

4.2 Stanovení refraktometrické sušiny

Podstatou refraktometrických metod je měření indexu lomu, který se zjistí refraktometrem. Index lomu světla je konstanta, definovaná jako poměr rychlosti světla v prvním a druhém prostředí. Index lomu ovlivňuje množství rozpuštěných látek v roztoku a závisí na vlnové délce světla a teplotě. Měření se provádí při teplotě 20 °C, jinak je nutno provést korekci na

příslušnou teplotu. Refraktometrické stanovení sušiny se uplatňuje především u potravin s vysokým obsahem sacharidů [90,91].

Měření indexu lomu se provádí pomocí refraktometrů. U Abbeho refraktometru tvoří vzorek tenkou vrstvičku mezi dvěma skleněnými hranoly. Měření je založeno na stanovení hodnoty mezního úhlu. Při nastavení do polohy odpovídající meznímu úhlu lze v okuláru pomocí rozhraní mezi světlem a stínem odečíst hodnotu mezního úhlu a pomocí něho zjistit index lomu [91].

Dalším typem je refraktometr digitální (Obr. 14). Digitální refraktometr slouží pro měření indexu lomu s vysokou přesností a rychlostí měření. Digitální refraktometry mají inertní safírový optický hranol [92].



Obr. 14. Digitální refraktometr

4.3 Stanovení celkového obsahu kyselin

Titrační metoda používaná ke stanovení celkového obsahu kyselin patří mezi metody chemické. Titrační neboli celková kyselost je dána spotřebou alkalického odměrného roztoku pro neutralizaci zkoušeného vzorku na předepsaný indikátor. Alkalickým odměrným roztokem je nejčastěji NaOH. Při tomto stanovení je používán indikátor fenolftalein, protože slabé kyseliny se neutralizují silnou zásadou a vzniklé soli vlivem hydrolyzy vykazují ve vodných roztocích alkalickou reakci. Indikátor vykazuje barevnou změnu v intervalu pH 8,2 – 10, kde se barví do růžova. Spotřeba odměrného roztoku (0,1 M NaOH) je přepočítávána na % kyseliny, která ve stanovovaném vzorku převládá. U česneku je převládající kyselinou kyselina jablečná [90].

4.4 Stanovení celkového obsahu hrubé vlákniny

Hrubá vláknina charakterizuje obsah látek, které jsou v organismu nestravitelné. Jsou to zejména celulosy, některé hemicelulosy a ligniny [93].

Pro stanovení vlákniny lze použít několik metod: metody neenzymaticko-gravimetrické, enzymaticko-gravimetrické a metody enzymaticko-chemické, které se dále člení na metody enzymaticko-kolorimetrické, enzymaticko-chromatografické [58].

Semiautomatická metoda stanovení hrubé vlákniny přístrojem Ankom²⁰⁰ Fiber Analyzer (Obr. 15) využívá technologie filtračních sáčků, ve kterých je vzorek zataven. Filtrační sáček je propustný pro rozpuštěné látky, které odchází stěnou sáčku do okolního roztoku. Nerozpustné částice zůstávají zachyceny uvnitř filtračního sáčku. Filtrační sáčky odolávají působení kyselin i hydroxidů, mají zanedbatelný obsah dusíku a popela a nepohlcují vlhkost. Po naplnění a zatavení filtračních sáčků jsou vzorky uloženy do extrakční nádoby s refluxem, který se zahřívá a neustále se filtračními sáčky protlačuje extrakční činidlo. Zbytek je sušen, vážen a zpopelněn. Ztráta váhy vyplývající ze zpopelnění odpovídá přítomnosti hrubé vlákniny v testovaném vzorku [94,95].



Obr. 15. ANKOM [93]

4.5 Stanovení celkového obsahu fenolů

Až do nedávna byly u fenolů studovány většinou jen škodlivé a nepříznivé účinky, protože fenoly mají schopnost vázat se na bílkoviny, sacharidy, či trávicí enzymy a tím snižovat nutriční hodnotu potravin. Postupně docházelo k objevení jejich antioxidačních vlastností a využitelnosti pro lidský organismus. Výzkumy se dnes zaměřují především na určení přesných mechanismů vedoucích k protektivním účinkům fenolů [96,97].

Pro stanovení celkového obsahu fenolů se často používá metoda fotometrická. Kvantitativní stanovení fenolických látek fotometrickou metodou se často provádí pomocí Folin-Ciocalteuova činidla se standardem kyseliny gallové. Folin-Ciocalteuova metoda je založena na oxidačně-redukční reakci, při níž se oxidují fenolové sloučeniny v alkalickém prostředí a současně se redukuje fosfowolframový-fosfomolybdenový komplex a vzniká modré zbarvení. Tyto modré pigmenty mají maximální absorpci závislou na složení fenolické směsi a pH, obvykle se zde přidává uhličitan sodný. Vlnové délky, při nichž jsou stanoveny absorbance, jsou v rozmezí 700 – 760 nm. Součástí stanovení je také proměření slepého pokusu, který byl připraven stejně jako vzorek, ale místo extraktu se přidala destilovaná voda [98,99].

4.6 Stanovení obsahu kyseliny L-askorbové

Ke stanovení obsahu kyseliny L-askorbové se používá vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). Vysoké účinnosti a rychlosti se dosahuje použitím kolon plněných náplněmi s velmi jemnými částicemi a poměrně velkých průtoků mobilní fáze, což však vyžaduje použití vysokotlakých čerpadel [100].

Jde o kvalitativní i kvantitativní separační metodu, která se provádí na kapalinovém chromatografu (Obr. 16). Mobilní fází je kapalina. Během separace se vzorek rozděluje mezi mobilní a stacionární fázi. Čas, který stráví v jedné nebo ve druhé fázi, závisí na afinitě vzorku ke každé z nich. Mobilní fáze prochází kolonou postupně. Složky vzorku se od sebe separují a v různých časech kolonu opouštějí a jsou následně vyhodnoceny pomocí detektoru [91].

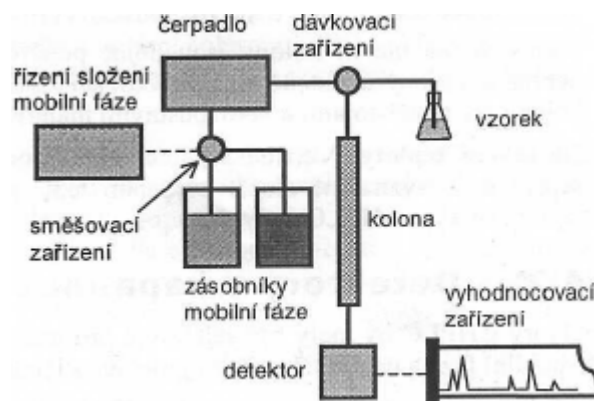


Obr. 16. HPLC/UV

Úkolem detektorů je zaznamenat rozdíl mezi průchodem čisté mobilní fáze a mobilní fáze obsahující eluovanou složku. K detekci separovaných látek se využívá jejich vlastností, kterými se tyto látky od mobilní fáze liší. Při vysokoúčinné kapalinové chromatografii patří mezi běžně používané detektory elektrochemické, fluorimetrické, fotometrické, hmotnostní a refraktometrické. Nejčastěji používané jsou fotometrické detektory (UV/VIS) [101,102].

Fotometrické detektory jsou založeny na principu absorpce záření v ultrafialové a viditelné části spektra v oblasti vlnových délek od 190 do 800 nm. Detektory pracují buď se stálou vlnovou délkou nebo s možností výběru několika vlnových délek (DAD – detektor diodového pole), nebo jsou opatřeny monochromátorem a pracují na principu spektrofotometru v rozsahu vlnových délek 190 - 400 nm [101,102].

Kapalinový chromatograf (Obr. 17) se skládá z částí, které zabezpečují transport mobilní fáze, dávkování vzorku, separaci látek a jejich detekci. Mobilní fáze je přiváděna ze zásobníku do vysokotlakého čerpadla. Vysokotlaké čerpadlo dopravuje mobilní fázi přes dávkovací zařízení do kolony. V koloně dochází k separaci jednotlivých složek. Na výstupu z kolony je připojen detektor, jehož signál je zaznamenáván a zpracováván ve vyhodnocovacím zařízení, kterým je počítač [103,104].



Obr. 17. Schéma kapalinového chromatografu [91]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

- v teoretické části charakterizovat česnek po stránce jeho morfologie, pěstování, druhů a chemického složení. Popsat jednotlivé složky česneku a jejich vlastnosti. Popis metod pro stanovení základních analytických parametrů.
- v praktické části stanovit vybrané analytické parametry čerstvého (medvědí, čínský, španělský a dva druhy českého) a sušeného (čínský a dva duhy českého) česneku: sušina, refraktometrická sušina, hrubá vláknina, celkový obsah kyselin.

Stanovit celkový obsahu fenolů v pěti druzích čerstvého česneku a třech druzích česnekových produktů a stanovit obsah L-askorbové kyseliny v pěti druzích čerstvého česneku.

6 MATERIÁL A PŘÍSTROJE

6.1 Charakteristika vzorků

V diplomové práci bylo analyzováno pět druhů čerstvého a tři druhy sušeného česneku.

1) Český česnek I.

Český česnek odrůdy Harnaš, říjen/2012 (zakoupen v prodejně Ovoce a zelenina, Konice).
Jakost I.



Obr. 18. Český česnek I.

2) Český česnek II.

Český česnek, říjen/2012 (zakoupen v Družstvu Bramko CZ, Semice). Jakost I.



Obr. 19. Český česnek II.

3) Španělský česnek

Španělský česnek fialový, říjen/2012 (zakoupen v hypermarketu Interspar, Prostějov). Jakost I.



Obr. 20. Španělský česnek

4) Čínský česnek

Čínský česnek jednostroužkový, říjen/2012 (zakoupen v hypermarketu Interspar, Prostějov). Jakost I.



Obr. 21. Čínský česnek

5) Medvědí česnek

Medvědí česnek, říjen/2012 (nasbírán v oblasti Tovačovska kolem řeky Moravy).



Obr. 22. Cibule medvědího česneku

6) Čínský sušený česnek

Čínský česnek Mammita (zakoupen v prodejně Smíšené zboží Růžičková, Konice). Dodavatelem je Kaufland v.o.s., Praha, Česká republika. Zemí původu je Čína.



Obr. 23. Čínský sušený česnek

7) Český sušený česnek I.

Český česnek Vitana (zakoupen ve spotřebním družstvu COOP, Konice). Vyrábí Vitana a.s., Byšice, Česká republika.



Obr. 24. Český sušený česnek I.

8) Český sušený česnek II.

Český česnek Nadir (zakoupen v prodejně Maso, uzeniny jednota Zdeněk Thon, Brodek u Konice). Vyrábí Pěkný-Unimex s.r.o., Praha, Česká republika.



Obr. 25. Český sušený česnek II.

6.2 Seznam použitých chemikálií

Kyselina šťavelová (P. Lukeš, Uherský Brod)

Fenolftalein

CaCl₂ - (P. Lukeš, Uherský Brod)

NaCO₃ - (P. Švec, Penta, ČR)

Tashiro indikátor, směsný indikátor (methylčerveň a methylová modř)

NaOH (MACH Chemikálie s.r.o., ČR)

CH₃OH pro HPLC (Sigma - Aldrich, Německo)

H₃PO₄ 85 % (P. Lukeš, Uherský Brod)

H₂SO₄ (P. Švec, Penta, ČR)

Kyselina gallová (Sigma - Aldrich, Německo)

Folin - Ciocalteuovo činidlo (P. Švec, Penta, ČR)

Aceton (P. Švec, Penta, ČR)

Standard kyseliny askorbové (Fluka – Chemika, Švýcarsko)

HCl (P. Lukeš, Uherský Brod)

6.3 Seznam použitých přístrojů a dalších pomůcek

Běžné laboratorní sklo a pomůcky

Digitální analytické váhy (Explorer Pro, Ohaus, USA)

Sušárna (Venticell 111 Comfort, BMT a.s., ČR)

Třepačka (LT 2, Sklářny kavalír, ČR)

Digitální refraktometr (HI 96801, Hanna Instruments, ČR)

Mikrofiltry 0,45 μ m (LUT Syringe Filters Nylon, UK)

Ankom²⁰⁰ Fiber Analyzer (Ankom Technology, USA)

Spektrofotometr (Spekol 11, Sklo union Labora, ČR)

HPLC/UV/VIS (DIONEX – Ultimate 3000, USA)

- binární pumpy SD pump
- termostat kolon TCC-3000 SD
- dávkovací ventil Autosampler WPS-3000 SL
- kolona SUPELCOSIL – LC8 (15 cm x 4,6 mm; 5 μ m, Supelco, USA)
- detektor DAD – 3000 (RS)
- PC s vyhodnocovacím programem HyStar Post Processing (USA)

7 METODIKA STANOVENÍ

7.1 Metodika stanovení sušiny

Sušina představuje pevný zbytek po odstranění vody a těkavých látek, získaný vysušením navážky vzorku za přesně stanovených podmínek [105].

Ke stanovení sušiny byla použita kontrolní metoda sušení do konstantní hmotnosti [90].

Do předsušené vychladlé a zvážené hliníkové misky s víčkem a tyčinkou bylo na analytických vahách naváženo 5 g vzorku česneku s přesností na 0,0001 g. Miska se vzorkem byla vložena do elektrické sušárny a sušena do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C. Po vysušení a vychladnutí v exsikátoru byl vzorek vážen na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Výsledkem byl průměr ze tří provedených stanovení.

Výpočet obsahu sušiny a vlhkosti

Sušina česneku v % (w/w):

$$S = 100 - v$$

Obsah vlhkosti v česneku v % (w/w):

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

kde m_0 - hmotnost vysušené prázdné misky (g)

m_1 - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením (g)

m_2 - hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g)

7.2 Metodika stanovení refraktometrické sušiny

Refraktometrická sušina představuje orientační obsah rozpustné sušiny neboli sacharosy ve vzorku.

Refraktometrická sušina byla proměřena u vylisované šťávy česneku pomocí digitálního refraktometru. U každého vzorku byla provedena tři stanovení.

7.3 Metodika stanovení celkového obsahu kyselin

Celkový obsah kyselin představuje množství všech kyselých složek vzorku. Celkový obsah kyselin byl stanoven pomocí titrační metody alkalimetry. Výsledný obsah kyselin byl vztažen na kyselinu jablečnou [90,106].

Na analytických vahách s přesností na 0,0001 g bylo odváženo 25 g loupaného česneku. Česnek byl protlačen lisem na česnek a kvantitativně převeden 100 ml destilované vody o teplotě 80 °C do třecí misky. Vzorek se nechal 15 minut louhovat za občasných míchání. Poté byl výluh kvantitativně převeden do 250 ml odměrné baňky a doplněn destilovanou vodou po rysku a zfiltrován.

Z filtrátu bylo odpipetováno 50 ml do titrační baňky, přidán fenolftalein a provedena titrace odměrným roztokem hydroxidu sodného do trvale růžového zbarvení. Výsledkem byly tři hodnoty spotřeb odměrného roztoku hydroxidu sodného.

Hydroxid sodný byl standardizován na kyselinu šťavelovou, jeho přesná koncentrace byla 0,1004 mol.l⁻¹.

Výpočet celkového obsahu kyselin

Celkový obsah kyselin vyjádřených jako kyselina jablečná v % (w/w):

$$CK = \frac{A \cdot c \cdot M}{n} \cdot 2 \cdot f_p \cdot 100$$

kde A - spotřeba odměrného roztoku 0,1 M NaOH (ml)

c - přesná koncentrace odměrného roztoku 0,1 M NaOH (0,1004 mol.l⁻¹)

M - molární hmotnost kyseliny jablečné (134,09 g.mol⁻¹)

n - navážka vzorku (mg)

f_p - poměrový faktor

7.4 Metodika stanovení celkového obsahu hrubé vlákniny

Hrubá vláknina (HV) je stanovena jako zbytek substrátu rostlinného původu získaný po dvouступňové hydrolyze ve slabě kyselém H₂SO₄ a slabě zásaditém NaOH za přesně definovaných podmínek.

Pro vlastní stanovení vlákniny byly analyzované vzorky čerstvého česneku nejprve předsušeny. Vzorek byl sušen při teplotě 65 °C. Po vysušení byl vzorek homogenizován.

Prázdný sáček vypraný v acetonu byl po vysušení a odvětrání zvážen na analytických váhách s přesností na 0,0001 g a navážen 1 g vzorku. Sáček byl zataven a vložen do nosiče a s nosičem do přístroje Ankom. Do pracovního prostoru přístroje byla nalita H₂SO₄ o koncentraci 0,1275 mol.l⁻¹, která se v přístroji ohřála k varu. Po uplynutí 45 minut, byla horká kyselina vypuštěna a provedeno třikrát propláchnutí horkou vodou. Po propláchnutí byl do pracovního prostoru přístroje nalit NaOH o koncentraci 0,313 mol.l⁻¹. Bylo spuštěno míchání a ohřev. Po vypuštění hydroxidu a trojím propláchnutí horkou vodou byl proveden navíc proplach vodou studenou, kdy došlo k ochlazení sáčků. Po vyjmutí sáčků z nosiče byly vysušeny na filtračním papíře a následně vloženy na 3 minuty do kádinky s acetonem. Po vyjmutí z acetonu, byly sáčky vysušeny na filtračním papíře a po odvětrání sušeny 4 hodiny v elektrické sušárně při teplotě 105 °C. Po vysušení a vychladnutí v exsikátoru byly sáčky váženy. Po zvážení byly sáčky vloženy do vyžíhaných a zvážených kelímků a spáleny v elektrické peci při 550 °C, po dobu 4 hodin. Po vychladnutí se kelímky s popelem zvážily.

Výpočet obsahu hrubé vlákniny v sušině

$$HV = \frac{m_{vh} - m_{ph}}{m_{nv}} \cdot 100$$

$$\text{kde } m_{vh} = m_h - (m_{ps} \cdot C_1)$$

$$\text{kde } C_1 = m_{sph} / m_s$$

$$m_{ph} = m_p - (m_{ps} \cdot C_2)$$

$$C_2 = m_{sp} / m_s$$

kde m_{ps} - hmotnost prázdného sáčku (g)

m_{nv} - hmotnost navážky vzorku (g)

m_{vh} - hmotnost vzorku po hydrolýze (g)

m_{ph} - hmotnost popela vzorku po hydrolýze (g)

m_h - hmotnost sáčku se vzorkem po hydrolýze (g)

m_p - hmotnost popela po spálení vzorku a sáčku po hydrolýze (g)

m_{sph} - slepý pokus, hmotnost prázdného sáčku po hydrolýze (g)

m_{sp} - slepý pokus, hmotnost popela sáčku (g)

m_s - slepý pokus, hmotnost sáčku (g)

C_1 - korekce sáčku

C_2 - korekce na popel sáčku

7.5 Metodika stanovení obsahu celkových fenolů

Stanovení bylo provedeno modifikací metody, kterou ke stanovení fenolů v česneku použil M. Z. Končić a M. Jug [6]. Na základě jejich práce bylo za účelem optimalizace stanovení celkových fenolů zjišťováno vhodné složení reakční směsi s Folin-Ciocalteuovým činidlem.

Navážka vzorku byla navážena na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Od každého vzorku čerstvého česneku bylo naváženo 5 g a od každého vzorku sušeného česneku byly naváženy 2 g. Vzorek byl homogenizován a kvantitativně převeden extrakčním roztokem 5 mmol.l⁻¹ kyseliny chlorovodíkové do odměrné baňky o objemu 50 ml, a bylo provedeno třepání po dobu 1 hodiny. Poté byl obsah odměrné baňky zfiltrován.

Do zkumavky byl napipetován 1 ml filtrátu vzorku a 1 ml Folin-Ciocalteuova činidla. Po pěti minutách byl přidán 1 ml 10 % uhličitanu sodného. Zkumavka byla ponechána 60 minut při laboratorní teplotě. Od každého vzorku byly takto připraveny tři zkumavky. Výsledek je tedy průměrem ze tří stanovení. Stejným způsobem byl připraven slepý pokus, u kterého bylo místo vzorku použito 1 ml extrakčního roztoku (5 mmol.l⁻¹ kyseliny chlorovodíkové). Absorbance vzorků i kalibračních roztoků byla měřena na spektrofotometru při vlnové délce 765 nm proti slepému pokusu.

7.6 Metodika stanovení obsahu kyseliny L-askorbové

Kyselina L-askorbová (vitamin C) byla stanovena technikou vysoko účinné kapalinové chromatografie (HPLC) s UV detekcí. Principem je separace jednotlivých složek a jejich následná detekce.

Postup stanovení kyseliny L-askorbové byl pro určení jejího obsahu optimalizován. Na základě optimalizace byl vybrán tento postup pro určení obsahu kyseliny L-askorbové ve vzorcích česneku.

Oloupaný česnek byl rozmělněn v třecí misce. Navážka 2 – 5 g homogenizovaného vzorku s přesností 0,0001 g (Tab. 15) byla odvážena do hliníkovou fólií obalené odměrné baňky. Vzorek byl doplněn do konečného objemu 20 – 25 ml extrakční směsí (CH₃OH : H₃PO₄ :

H₂O). Vzorek byl extrahován protřepáváním po dobu 10 minut. Následně byl zfiltrován přes papírový filtr a přes nylonový filtr o velikosti pórů 0,45 μm. Poté byl vzorek ředěn vzhledem k vyššímu obsahu kyseliny L-askorbové extrakční směsí.

Vzorek byl vzhledem k labilitě kyseliny L-askorbové připraven těsně před měřením. Kyselina L-askorbová je citlivá na světlo, proto probíhala její extrakce v odměrné baňce obalené hliníkovou fólií.

Pro analýzu byla připravena mobilní fáze o složení CH₃OH : H₃PO₄ : H₂O v poměru 99 : 0,5 : 0,5.

Separace probíhala na koloně SUPELCOSIL – LC8 (15 cm x 4,6 mm, 5μm).

Eluce byla provedena při průtoku mobilní fáze 0,8 ml/min a teplotě 30 °C.

Detekce byla provedena při vlnové délce 254 nm na UV detektoru.

Doba analýzy stanovení kyseliny L-askorbové byla 15 minut. Kyselina askorbová byla přístrojem detekována v 2 – 3 minutě. Každý vzorek byl analyzován třikrát, výsledkem byl tedy průměr ze tří stanovení. Pomocí počítačového softwaru (HyStar Post Processing) byl získán chromatogram, jehož hodnocení proběhlo integrací získaných dat.

Měření kalibračních roztoků probíhalo analogicky jako u vzorků.

8 VÝSLEDKY A DISKUSE

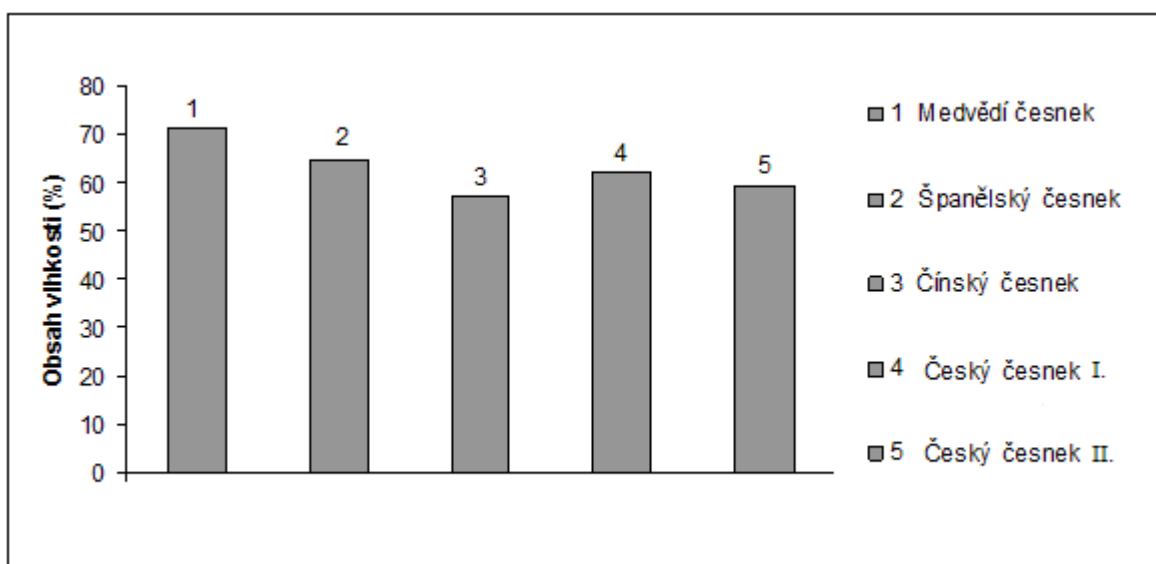
8.1 Výsledky stanovení sušiny

Základní charakteristikou u každé potraviny je obsah vody, která je současně také důležitou jakostní charakteristikou. Postup stanovení sušiny je uveden v kapitole 7.1. Výsledky stanovení u analyzovaných vzorků čerstvého česneku uvádí Tab. 4.

Tab. 4. Obsah sušiny u jednotlivých druhů čerstvého česneku

Vzorek	Sušina (%)	s
Medvědí česnek	28,69	0,62
Španělský česnek	35,40	0,64
Čínský česnek	43,03	0,34
Český česnek I.	38,01	0,24
Český česnek II.	40,91	0,88

Tab. 4. uvádí průměrné hodnoty obsahu sušiny. Rozsah sušiny se u vzorků pohybuje v rozmezí 28,69 až 43,03 %. Nejvyšší podíl sušiny byl stanoven u čínského česneku a nejnižší u česneku medvědího.



Obr. 26. Obsah vlhkosti u jednotlivých druhů čerstvého česneku

Obr. 26. uvádí průměrné hodnoty obsahu vlhkosti. Rozsah vlhkosti se u vzorků pohybuje v rozmezí 56,97 až 71,31 %.

Průměrná hodnota sušiny vzorků je 37,21 % na rozdíl od většiny druhů zeleniny, kde je sušina zastoupena z 10 – 20 % je její obsah v česneku poměrně vysoký [19]. Srovnání s literárními hodnotami je možné pouze u průměrné hodnoty, protože velmi záleží na analyzovaném druhu česneku. Ve srovnání s hodnotami uváděnými v souhrnném přehledu o průměrném látkovém složení zeleniny podle Kyzlinka se tyto hodnoty liší o 6,63 % [107]. Zjištěný obsah sušiny je v dobrém souladu s výsledky, které ve své práci prezentovali Maccance a Widdowson, kteří uvádí průměrný obsah sušiny česneku 35,70 % [39].

Tab. 5. Obsah vlhkosti u jednotlivých druhů sušeného česneku

Vzorek	Vlhkost (%)	s
Čínský česnek sušený	6,40	0,03
Český česnek sušený I.	7,31	0,04
Český česnek sušený II.	6,55	0,02

Tab. 5. uvádí průměrné hodnoty obsahu vlhkosti u jednotlivých druhů sušeného česneku. Průměrný obsah vlhkosti u vzorků je 6,75 %. Tato hodnota je shodná s údajem 6,10 %, který uvádí v hlavních obsahových látkách sušeného česneku O. Konvička [1].

8.2 Výsledky stanovení refraktometrické sušiny

U všech čerstvých vzorků byla změřena hodnota refraktometrické sušiny, která je orientačním stanovením obsahu sacharózy, která je součástí sušiny vzorku. Postup stanovení refraktometrické sušiny je uveden v kapitole 7.2. Naměřené hodnoty uvádí Tab. 6.

Tab. 6. Hodnoty refraktometrické sušiny v jednotlivých druzích čerstvého česneku

Vzorek	Refraktometrická sušina (%)	s
Medvědí česnek	25,3	1,4
Španělský česnek	35,5	1,7
Čínský česnek	43,2	1,1
Český česnek I.	38,5	0,7
Český česnek II.	39,8	1,3

Tab. 6. uvádí průměrné hodnoty refraktometrické sušiny. Rozsah refraktometrické sušiny je u jednotlivých vzorků 25,26 až 43,18 %. Nejvyšší obsah byl stanoven u česneku čínského, naopak nejnižší obsah byl prokázán u česneku medvědího. Průměrný obsah refraktometrické sušiny je 34,22 %.

8.3 Výsledky stanovení celkového obsahu kyselin

U sledovaných druhů česneku byla stanovena titrační kyselost, vyjádřena na kyselinu jablečnou, získané výsledky shrnuje Tab. 7. Postup stanovení celkového obsahu kyselin je uveden v kapitole 7.3.

Tab. 7. Celkový obsah kyselin v jednotlivých druzích čerstvého česneku

Vzorek	Titrační kyselost (%)	s
Medvědí česnek	0,46	0,01
Španělský česnek	0,44	0
Čínský česnek	0,32	0
Český česnek I.	0,37	0
Český česnek II.	0,31	0

U analyzovaných druhů čerstvého česneku se kyselost vyjádřená jako obsah kyseliny jablečné pohybuje v rozmezí 0,31 až 0,46 %. Nejvyšší obsah byl stanoven u česneku medvědího a nejnižší obsah byl prokázán u českého česneku II. Průměrný obsah celkových kyselin je 0,38 %.

8.4 Výsledky stanovení celkového obsahu hrubé vlákniny

U všech vzorků česneku byla stanovena hrubá vláknina pomocí přístroje ANKOM. Postup stanovení je uveden v kapitole 7.4. Získané hodnoty jednotlivých parametrů jsou soustředěny v Tab. 8. U čerstvých vzorků předem předsušených byly provedeny dvě paralelní stanovení.

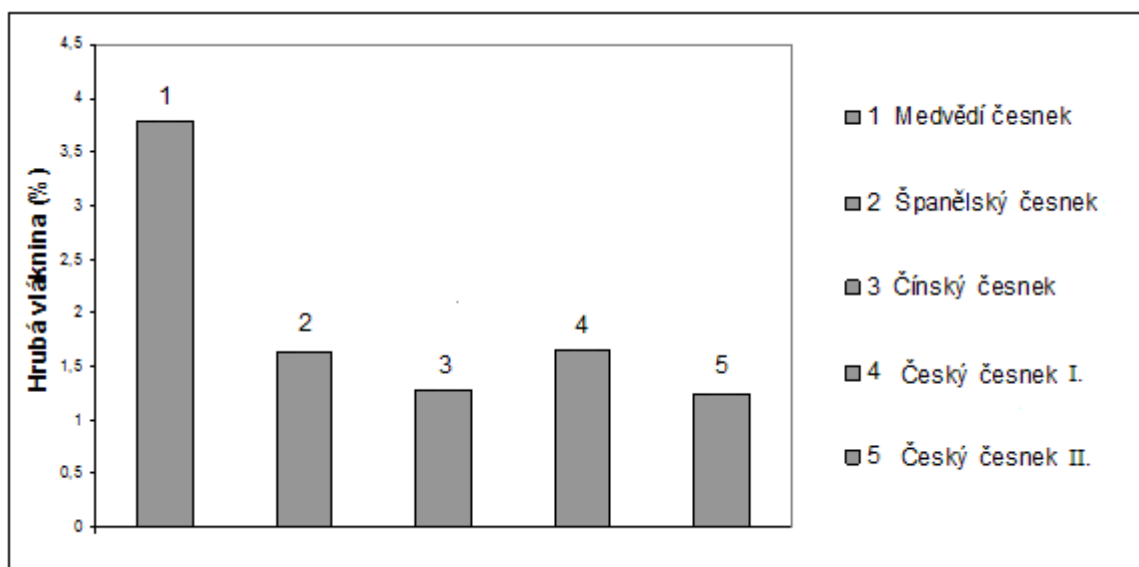
Rozsah celkového obsahu hrubé vlákniny se u jednotlivých vzorků pohybuje v rozmezí 1,24 až 3,79 %. Nejvyšší obsah hrubé vlákniny (3,79 %) byl stanoven v medvědí česneku, druhý nejvyšší obsah v česneku českém I (1,65 %). U španělského česneku byl prokázán obsah (1,62 %), o něco nižší obsah byl prokázán u česneku čínského (1,26 %). Nejniž-

ší hodnota byla stanovena u českého česneku II (1,24 %). Průměrný celkový obsah hrubé vlákniny v čerstvém česneku je 1,91 %. Což je v souladu s tabelovanými hodnotami.

Tab. 8. Stanovení hrubé vlákniny (HV) vzorků čerstvého česneku

Označení vzorku	m_{ps} Hmotnost prázdného sáčku (g)	m_{nv} Navážka vzorku (g)	m_{vh} Hmotnost sáčku po hydrolýze (g)	m_p Hmotnost popela (g)	HV (%)	HVp (%)	s
Medvědí česnek 1	0,5010	1,0005	0,5446	0,0141	3,78	3,79	0,01
Medvědí česnek 2	0,4987	0,7429	0,5345	0,0159	3,79		
Španělský česnek 1	0,5084	1,0007	0,5296	0,0128	1,59	1,62	0,03
Španělský česnek 2	0,5102	1,0012	0,5319	0,0126	1,64		
Čínský česnek 1	0,5132	1,0005	0,5315	0,0099	1,30	1,26	0,04
Čínský česnek 2	0,5094	1,0014	0,5269	0,0095	1,22		
Český čes- nek I. 1	0,5045	1,0007	0,5261	0,0100	1,64	1,65	0,01
Český čes- nek I. 2	0,5097	1,0004	0,5315	0,0102	1,65		
Český čes- nek II. 1	0,5136	1,0002	0,5309	0,0101	1,20	1,24	0,04
Český čes- nek II. 2	0,5080	1,0010	0,5261	0,0105	1,28		

Obsah hrubé vlákniny v jednotlivých vzorcích čerstvého česneku je možné srovnat na základě Obr. 27.



Obr. 27. Výsledky stanovení hrubé vlákniny vzorků čerstvého česneku

Výsledky stanovení hrubé vlákniny v čerstvých vzorcích téměř odpovídají hodnotám, které ve své práci uvádí většina autorů. V. Kyzlink ve své publikaci uvádí hodnotu 0,88 %, K. Kopecký stejně jako I. Malý a E. Kováčiková et al. uvádí hodnotu 0,90 % [12,107,108,109]. Významný obsah hrubé vlákniny byl prokázán u medvědího česneku, jeho hodnota dosahuje více než dvojnásobku průměrné hodnoty všech kuchyňských česneků.

Výsledky stanovení hrubé vlákniny u sušených česnekových výrobků uvádí Tab. 9.

Rozsah celkového obsahu hrubé vlákniny se u jednotlivých vzorků sušeného česneku pohybuje v rozmezí 1,90 - 2,29 %. Nejvyšší obsah byl stanoven u českého česneku II. a nejnižší obsah byl prokázán u čínského česneku. Průměrný celkový obsah hrubé vlákniny v sušeném česneku je 2,11 %.

Průměrný obsah hrubé vlákniny ve vzorcích sušeného česneku (2,11 %) odpovídá hodnotě 2,40 %, kterou uvádí v hlavních obsahových látkách sušeného česneku O. Konvička. [1]

Tab. 9. Stanovení hrubé vlákniny (HV) vzorků sušeného česneku

Označení vzorku	m_{ps} Hmotnost prázdného sáčku (g)	m_{nv} Navážka vzorku (g)	m_{vh} Hmotnost sáčku po hydrolýze (g)	m_p Hmotnost popela (g)	HV (%)	HVp (%)	s
Čínský česnek 1	0,5161	1,0011	0,5396	0,0108	1,81	1,90	0,15
Čínský česnek 2	0,4952	1,0012	0,5221	0,0135	2,16		
Čínský česnek 3	0,4977	1,0013	0,5211	0,0102	1,82		
Čínský česnek 4	0,5046	1,0002	0,5280	0,0113	1,82		
Český česnek I. 1	0,5138	1,0012	0,5381	0,0114	1,90	2,13	0,17
Český česnek I. 2	0,5051	1,0016	0,5300	0,0118	1,96		
Český česnek I. 3	0,5027	1,0007	0,5310	0,0133	2,31		
Český česnek I. 4	0,5047	1,0010	0,5333	0,0124	2,34		
Český česnek II. 1	0,5030	1,0004	0,5308	0,0128	2,26	2,29	0,05
Český česnek II. 2	0,5034	1,0014	0,5318	0,0140	2,27		
Český česnek II. 3	0,4988	1,0011	0,5301	0,0158	2,37		
Český česnek II. 4	0,5058	1,0019	0,5353	0,0152	2,26		

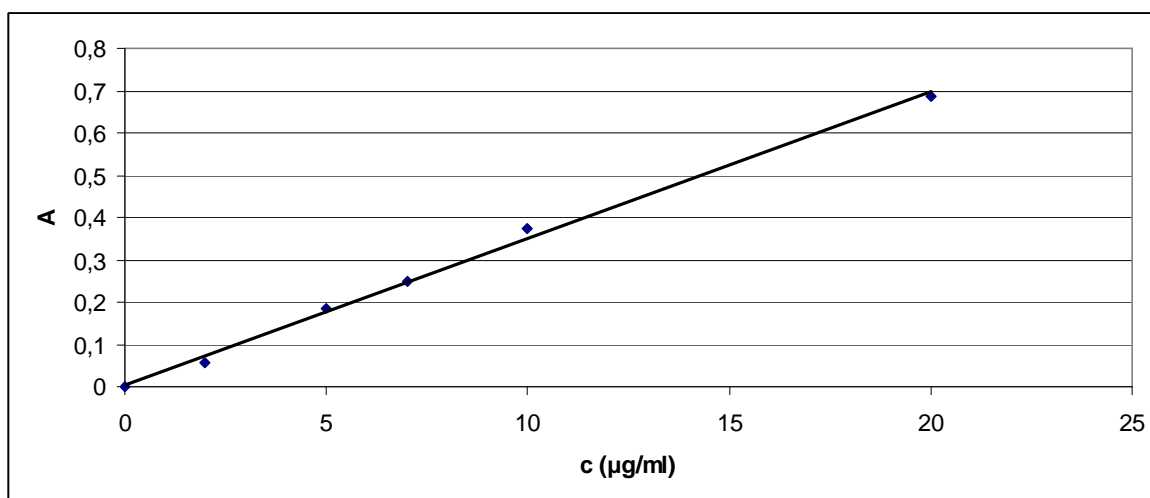
8.5 Výsledky stanovení obsahu celkových fenolů

8.5.1 Kalibrační křivka stanovení kyseliny gallové

Hodnoty obsahu celkových fenolů byly vyhodnoceny pomocí kalibrační křivky. Jako standard byla použita kyselina gallová. Ze zásobního roztoku kyseliny gallové v 5 mmol.l^{-1} kyselině chlorovodíkové o koncentraci $200 \text{ } \mu\text{g.ml}^{-1}$ byla vytvořena kalibrační řada roztoků o následujících koncentracích 20, 10, 7, 5 a $2 \text{ } \mu\text{g.ml}^{-1}$. Tyto koncentrace byly získány ředěním s extrakčním roztokem kyseliny chlorovodíkové. Měření bylo provedeno postupem popsaným v kapitole 7.5.

Tab. 10. Kalibrační křivka kyseliny gallové

c ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	A	s
2	0,056	0,006
5	0,185	0,001
7	0,249	0,002
10	0,373	0,000
20	0,685	0,002



Obr. 28. Kalibrační křivka kyseliny gallové

Výpočet obsahu fenolů

Koncentrace celkových fenolů ve vzorcích česneku byla vypočtena z rovnice kalibrační křivky kyseliny gallové:

$$y = 0,0347x + 0,0036$$

kde y absorbance A

x koncentrace kyseliny gallové ($\mu\text{g GA}\cdot\text{ml}^{-1}$)

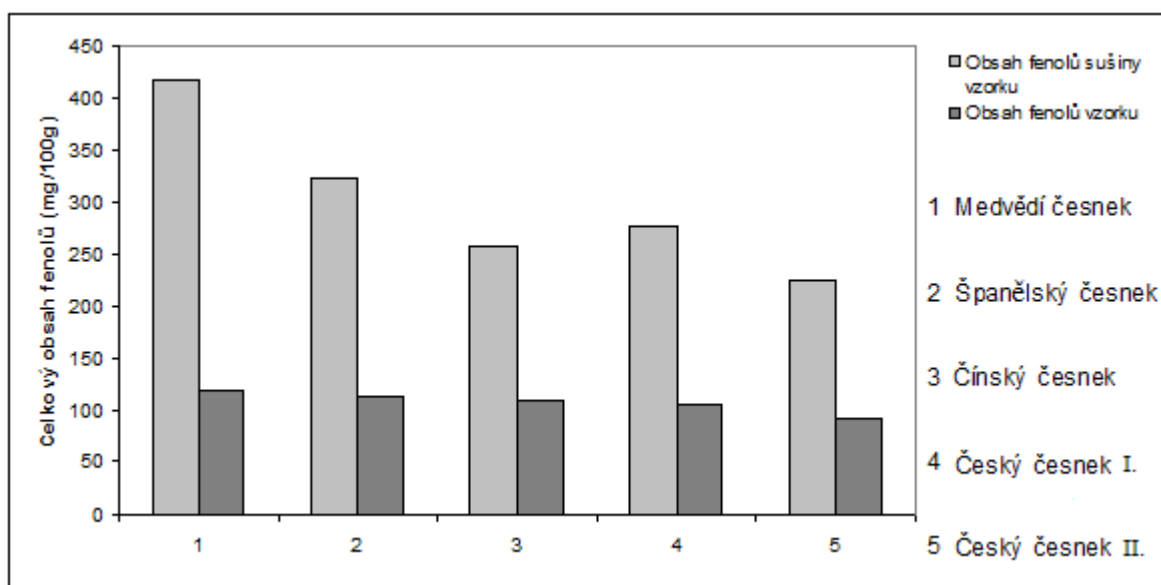
Korelační koeficient závislosti absorbance na obsahu kyseliny gallové: $R = 0,9967$.

8.5.2 Výsledky stanovení obsahu celkových fenolů

Stanovení celkových fenolů bylo provedeno u pěti vzorků čerstvého a třech vzorků sušeného česneku. Výsledky stanovení dle postupu uvedeného v kapitole 7.5 popisuje Tab. 11.

Tab. 11. Celkový obsah fenolů u jednotlivých druhů česneku

Vzorek	Odpovídající koncentrace GA ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	Obsah fenolů (mg ekv. GA.100g ⁻¹ vzorku)	Navážka (g)	Obsah fenolů (mg ekv. GA.100g ⁻¹ sušiny vzorku)
Medvědí česnek	12,11 ± 0,13	119,57	5,0640	416,76
Španělský česnek	11,51 ± 0,15	114,28	5,0359	322,82
Čínský česnek	12,24 ± 0,14	110,23	5,5521	256,17
Český česnek I.	10,62 ± 0,13	105,37	5,0393	277,22
Český česnek II.	9,57 ± 0,27	92,23	5,1880	225,45
Čínský česnek sušený	2,90 ± 0,26	70,16	2,0667	74,96
Český česnek sušený I.	3,43 ± 0,07	84,46	2,0309	91,11
Český česnek sušený II.	2,51 ± 0,25	62,22	2,0170	66,58



Obr. 29. Výsledky stanovení celkového obsahu fenolů ve vzorcích a v sušině vzorků čerstvého česneku

Srovnání celkového obsahu fenolů ve vzorcích čerstvého česneku a v jejich sušině je možné na základě Obr 29.

Získané výsledky byly vyjádřeny jako μg ekvivalentu kyseliny gallové na ml vzorku a následně přepočteny na základě stanovené hodnoty sušiny pro srovnání na $\text{mg GA}\cdot 100\text{g}^{-1}$ sušiny.

Nejvyšší hodnota celkového obsahu fenolů v česneku ($119,57 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$) byla zjištěna u česneku medvědího a nejnižší hodnota ($92,23 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$) u českého česneku II. Průměrný celkový obsah fenolů ve vzorcích čerstvého česneku je $108,34 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Je zajímavé, že medvědí česnek, který není běžně používán ke spotřebě má nejvyšší celkový obsah fenolů.

Rozsah celkového obsahu fenolů se v sušině vzorků čerstvého česneku pohybuje v rozmezí $225,45$ až $416,76 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Průměrný obsah celkových fenolů v sušině čerstvého česneku je $299,68 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Tab. 11. uvádí průměrné hodnoty celkového obsahu fenolů sušeného česneku, které se pohybují v rozmezí $66,58$ až $91,11 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Průměrná hodnota obsahu fenolů je v sušeném česneku $77,55 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Stanovené hodnoty u sušeného česneku jsou nižší než u čerstvého česneku. Z toho je možné usoudit, že při průmyslovém sušení bylo použito sušení horkým vzduchem. Tím došlo ke snížení mnoha účinných látek antioxidační povahy. Tento způsob sušení je výhodný z ekonomického hlediska. Z hlediska výživového je však vhodný méně. Ztrátě účinných látek by bylo možné předejít použitím šetrnějšího způsobu sušení jako je například vakuové sušení nebo lyofilizace.

8.6 Výsledky stanovení obsahu kyseliny L-askorbové

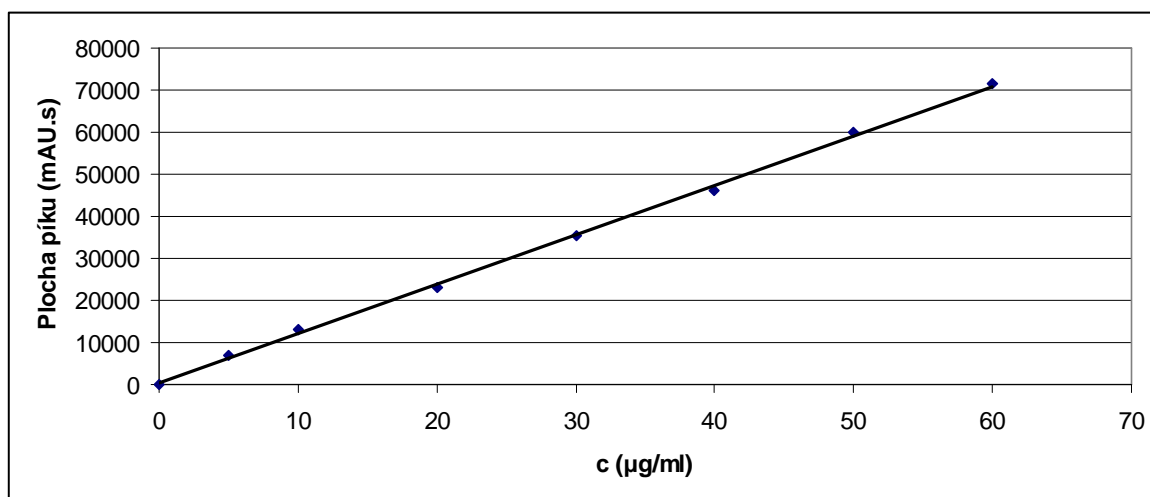
8.6.1 Kalibrační křivka stanovení kyseliny askorbové

Hodnoty obsahu L-askorbové kyseliny ve vzorcích česneku byly stanoveny na základě měření kalibrační křivky. Jako standard byla použita kyselina L-askorbová.

Ze zásobního roztoku kyseliny L-askorbové o koncentraci $100 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ byla vytvořena kalibrační řada roztoků o následujících koncentracích: 60, 50, 40, 30, 20, 10 a $5 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$. ředěním mobilní fázi.

Tab. 12. Hodnoty kalibrační křivky standardu KA

c ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	Průměrná plocha píku (mAU.s)	s
5	6816,10	19,54
10	13221,13	17,89
20	23103,99	15,75
30	35265,88	31,26
40	46202,30	35,26
50	59849,17	30,28
60	71354,27	87,97



Obr. 30. Kalibrační křivka kyseliny askorbové

Výpočet obsahu kyseliny L-askorbové

Koncentrace kyseliny L-askorbové ve vzorcích česneku byla vypočtena z rovnice kalibrační křivky kyseliny askorbové:

$$y = 1175,2x + 393,61$$

kde y plocha píku (mAU.s)

x koncentrace kyseliny askorbové ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)

Korelační koeficient závislosti plochy píku na obsahu kyseliny askorbové: $R = 0,9990$.

Chromatogramy pro vybrané koncentrace standardu kyseliny askorbové jsou uvedeny v příloze (P II).

8.6.2 Výsledky stanovení obsahu L-askorbové kyseliny

Stanovení obsahu L-askorbové kyseliny bylo provedeno u pěti vzorků čerstvého česneku, podle postupu uvedeného v kapitole 7.6. Tab. 13. uvádí parametry pro přípravu vzorků česneku pro stanovení L-askorbové kyseliny. Výsledky stanovení obsahu L-askorbové kyseliny jsou uvedeny v Tab. 14.

Vybrané chromatogramy stanovení kyseliny L-askorbové v čerstvých vzorcích česneku jsou uvedeny v příloze (P III).

Tab. 13. Parametry pro stanovení L-askorbové kyseliny

Vzorek	Navážka (g)	Objem (ml)	Ředění
Medvědí česnek	5,0712	25	1 : 5
Španělský česnek	5,1724	25	1 : 10
Čínský česnek	2,0308	20	1 : 5
Český česnek I.	2,0173	20	1 : 5
Český česnek II.	2,0056	20	1 : 5

U vzorků česneku byla průměrná plocha píků přepočtena na průměrný obsah L-askorbové kyseliny. Získané výsledky vyjádřené v $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ byly následně přepočteny na $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ česneku a pro srovnání také na $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ česneku. Výsledné hodnoty uvádí Tab. 14.

Tab. 14. Obsah kyseliny L-askorbové (KA) v jednotlivých druzích čerstvého česneku

Vzorek	Průměrná plocha píků (mAU.s)	Průměrný obsah KA ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	s	Obsah KA ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)
Medvědí česnek	26317,40	120,00	10,40	$120,00 \pm 11,32$
Španělský česnek	28350,33	126,48	4,05	$126,48 \pm 4,41$
Čínský česnek	14559,97	71,23	10,53	$71,23 \pm 11,47$
Český česnek I.	17254,11	85,34	0,20	$85,34 \pm 0,22$
Český česnek II.	23170,93	115,97	1,36	$115,97 \pm 1,48$

Rozsah obsahu L-askorbové kyseliny se u vzorků čerstvého česneku pohybuje v rozmezí 71,23 až 126,48 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Průměrný obsah L-askorbové kyseliny ve vzorcích česneku je 103,38 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Ve zkoumaných vzorcích bylo nejvyšší množství kyseliny L-askorbové

stanoveno v česneku španělském ($126,48 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), druhé nejvyšší množství v česneku medvědí ($120,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Vysoký obsah ($115,97 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) byl stanoven také u českého česneku II. Nejnižší hodnota L-askorbové kyseliny byla stanovena u česneku čínské ($71,23 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Námi stanovený obsah kyseliny L-askorbové v medvědí česneku přibližně odpovídá hodnotám ($100 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), které uvádí v knize Cibul'ové zeleniny autoři Kóňa a Kóňová [29]. Tyto hodnoty také odpovídají obsahu kyseliny L-askorbové ($150 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) publikovanému v časopise VitalPlus (Heknová) [35].

Obsah kyseliny L-askorbové uváděný v publikacích různých autorů se velmi různí. Velmi nízkou hodnotu $2,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ve své práci uvádí Z. Zloch, J. Čelakovský a A. Aujezdská, kteří kyselinu L-askorbovou stanovovali titračně na 2,6-dichlorfenolindofenol. [98] Titrační stanovení vitamínu C je však málo specifické, protože je rušeno látkami obsahujícími thiolové skupiny a reduktony. Veith W. uvádí v knize Diet and Health: Scientific Perspectives hodnotu $31 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a O. Konvička uvádí hodnotu až $66 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ [1,40].

ZÁVĚR

Česnek se vyznačuje mnoha významnými vlastnostmi. Mezi nejdůležitější lze zařadit jeho antimikrobiální a antioxidační působení, které souvisí s přítomností fenolů a vitamínu C. K dalším významným zdravotním účinkům patří pozitivní vliv na srdce, krevní oběh, gastrointestinální trakt, Diabetes mellitus a také antikarcinogenní účinek.

Diplomová práce je zaměřena na analytické hodnocení pěti vzorků čerstvého česneku (česnek medvědí, česnek čínský, česnek španělský, dva druhy českého česneku) a tří vzorků sušeného česneku (čínský česnek, dva druhy českého sušeného česneku) - stanovení sušiny, refraktometrické sušiny, celkového obsahu kyselin, hrubé vlákniny, celkového obsahu fenolů a obsahu L-askorbové kyseliny.

V rámci diplomové práce bylo u vzorků čerstvých i sušených česneků provedeno stanovení sušiny kontrolní metodou sušení do konstantní hmotnosti. Průměrný obsah sušiny čerstvého česneku byl 37,21 %, průměrná hodnota sušiny česneku sušeného byla 93,25 %.

Refraktometrická sušina byla měřena u čerstvých vzorků česneku. Rozsah refraktometrické sušiny se u jednotlivých vzorků pohyboval v poměrně širokém rozmezí 25,26 až 43,18 %.

Dalším hodnoceným analytickým parametrem u čerstvých vzorků česneku bylo stanovení celkového obsahu kyselin. Výsledný obsah kyselin byl vztažen na kyselinu jablečnou. Průměrný stanovený obsah celkových kyselin byl 0,38 %.

U čerstvých i sušených vzorků česneku byl stanoven i obsah hrubé vlákniny. Průměrný celkový obsah hrubé vlákniny ve vzorcích čerstvého česneku je 1,91 %, ve vzorcích sušeného česneku bylo průměrně 2,11 % hrubé vlákniny. Výsledky stanovení byly v dobrém souladu s tabelovanými hodnotami.

Celkový obsah fenolů s využitím fotometrické metody s Folin-Ciocalteuovým činidlem a standardem kyseliny gallové byl stanoven také u obou druhů česneků. Nejvyšší hodnota obsahu celkových fenolů česneku ($119,57 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$) byla zjištěna u česneku medvědího, nejnižší obsah byl u českého česneku ($92,23 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Medvědí česnek, který není běžně používán ke spotřebě, má nejvyšší obsah celkových fenolů. Průměrný celkový obsah fenolů byl u zkoumaných druhů čerstvého česneku $108,34 \text{ mg GA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Průměrná

hodnota obsahu fenolů v sušeném česneku je $77,55 \text{ mgGA} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Hodnoty jsou nižší než u česneku čerstvého.

U vzorků čerstvého česneku byl stanoven také obsah kyseliny L-askorbové technikou HPLC s UV detekcí. Rozsah obsahu L-askorbové kyseliny se u vzorků čerstvého česneku pohybuje v poměrně rozsáhlém rozmezí $71,23 - 126,48 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší množství kyseliny L-askorbové bylo stanoveno v česneku španělském a nejnižší množství v česneku čínském. Obsah kyseliny L-askorbové uváděný v publikacích autorů se velmi různí, uváděný rozsah se u kuchyňského česneku pohybuje v rozmezí $2,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ až $66 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KONVIČKA, Oldřich. *Česnek. Allium sativum L. Základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky*. Olomouc: Oldřich Konvička, 1998. 167 s. ISBN 80-238-1928-3.
- [2] KOLLÁR, Anton. *Chvála česneku*. 1. vyd. Tišnov: Sursum, 2007. 74 s. ISBN 978-80-7323-153-8.
- [3] MAYER, J. G., B. UEHLEKE and K. SAUM. *Handbuch der Klosterheilkunde (neues Wissen über die Wirkung der Heilpflanzen; vorbeugen, behandeln und heilen)*. 6. vyd. München: Zabert Sandmann, 2003. 400 s. ISBN 978-389-8830-164.
- [4] KABELÍK, Jan. *Česnek (Allium sativum L.) známý i neznámý*. 1. vyd. Olomouc: Výzkumný ústav zelinářský, 1970. 83 s.
- [5] HANEN, N., S. FATTOUCH, E. AMMAR, and M. NEFFATI. *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. Publisher: InTech, 2012. 488 s. ISBN: 978-953-307-916-5
- [6] KONČÍČ, Z. Mariana and Mario JUG. *Antioxidant and Bioadhesive Properties of Onions (Allium L., Alliaceae): Processed Under Acidic Conditions*. *International Journal of Food Properties*. 2011, roč. 14, č. 1, s. 92 – 101. ISSN 1094-2912.
- [7] HRABĚ, J., O. ROP a I. HOZA. *Výroba potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB Zlín, 2005. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [8] PFEIFEROVÁ, Ulrike. *Zeleninová a ovocná zahrada: pro lepší a zdravější úrodu*. 1. vyd. V Praze: Knižní klub, 2005. 152 s. ISBN 80-242-1344-3.
- [9] NORMAN, Jill. *Česnek a cibule*. 2. vyd. Praha: Slovart, 2004, 39 s. ISBN 80-720-9532-3.
- [10] PELEŠKA, Stanislav. *Zelenina na zahrádce a balkoně*. 2. vyd. Praha: Brána, 1995. 132 s. ISBN 80-859-4602-5.
- [11] LEWKOWICZ-MOSIEJ, Teresa. *Rośliny wzmacniające naszą odporność i aktywność*. Białystok: Studio Astropsychologii, 2003. 160 s. ISBN 83-737-7043-7.

- [12] MALÝ, Ivan. *Pěstujeme cibuli, česnek, hrách a další cibulové a luskové zeleniny*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 83 s. ISBN 80-247-0635-0.
- [13] FULDER, Stephen. *All about garlic*. Garden City Park, N.Y: Avery. 1999. 96 s. ISBN 978-089-5298-867.
- [14] SONG, K., MILNER. J. A. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement: The Influence of Heating on the Anticancer Properties of Garlic. *The Journal of Nutrition*. 2001, roč. 131, č. 3, s. 1054-1057. ISSN 0022-3166.
- [15] ŠROT, Radoslav. *1000 dobrých rad zahrádkářům*. 7. vyd. Praha: Agrární komora České republiky, 1995. 626 s. ISBN 80-209-0252-X.
- [16] VOMOČILOVÁ, Vlasta. Česnek a letošní zima. *Receptář*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2012, roč. 23, č. 5. ISSN 1213-8355.
- [17] Vše nejlepší pro zahrádku. Houbové choroby česneku. [online]. [cit. 2013-3-6]. Dostupné z: <http://www.nohelgarden.cz/>
- [18] ZÁRUBA, Jiljí. Česnek kuchyňský. *Receptář*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2002, roč. 13, č. 8. ISSN 1213-8355.
- [19] VERMA, S. K., JAIN V. Garlic - "The spice of life" : composition, cooking. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*. 2008, roč. 2, č. 2, s. 21-28. ISSN 0973-4643.
- [20] LANZOTTI, V. The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A*, 2006. roč. 1112, č. 1 – 2, s. 3-22. ISSN 00219673.
- [21] ICIEK, M., KWIECIEŃ I., WLODEK L. Biological Properties of Garlic and Garlic-Derived Orgnaosulfur Compounds. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 2009, roč. 50, č. 3, s. 247-265. ISSN 08936692.
- [22] BRIGGS, Margaret. *Garlic and Onions: The Many Uses and Medicinal Benefits*. Wigston: Abbeydale. 2008. 160 s. ISBN 18-614-7233-1.
- [23] ŠAFRÁNKOVÁ, Anna. *Síla česneku*. 1. vyd. Praha: Levné knihy. 2010. 138 s. ISBN 978-80-7309-903-9.

- [24] KOZÁK, Jan. Šlechtění česnekové sadby. [online]. [cit. 2013-4-6]. Dostupné z: <http://www.k-cesnek.cz/>
- [25] ROP, O., P. VALÁŠEK a I. HOZA. *Teoretické principy konzervace potravin I*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005. 130 s. ISBN 80-731-8339-0.
- [26] OSZMIAŃSKI, J., KOLNIAK-OSTEK J., WOJDYŃO. A. Characterization and Content of Flavonol Derivatives of *Allium ursinum* L. *Plant. Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012, roč. 61, č. 1, s. 176-184. ISSN 0021-8561.
- [27] HICK, E., AISLING N. et al. The Wild Garlic. *Wild food template*. 2011, roč. 13, č. 1, s. 1-12.
- [28] ŽLEBČÍK, Jiří. *Do kuchyně i na zahradu (okrasné česneky)*. Receptář. Praha: Reader's Digest Výběr, 2012, roč. 23, č. 1. ISSN 1213-8355.
- [29] KÓŇA, Ján a Elka KÓŇOVÁ. *Cibul'ové zeleniny*. 1. vyd. Nitra: Garmond, 2005. 88 s. ISBN 80-89148-21-2
- [30] Fotografie medvědího česneku pořízená 11. 5. 2003 Petrem Kociánem v Novém Jičíně.
- [31] KUBÁT, Karel a Radmila BĚLOHLÁVKOVÁ. *Klíč ke květeně České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 927 s. ISBN 80-200-0836-5.
- [32] BUCHTER-WEISBRODT, Helga. Gemüse - Genuss und Gesundheit : Bärlauch. *Gemüse*. 2005, roč. 41, č. 4, s. 57. ISSN 0016-6286.
- [33] SCHULZ, Hartwig. et al. Bärlauch - Modekraut. *Gemüse*. 2003, roč. 39, č. 6, s. 14-15. ISSN 0016-6286
- [34] TAJNER, Ä. D. et al. Antioxidant and scavenger activities of *Allium ursinum*. *Fito-terapia*. 2008, roč. 79, č. 4, s. 303-305. ISSN 0367326x.
- [35] HEKNOVÁ, M. Medvědí česnek. *Vital Plus*. Praha: Elpida plus. 2010, roč. 4, č. 2.
- [36] JANČA, Jiří a Josef A. ZENTRICH. *Herbář léčivých rostlin: doplněk, 6. díl*. Praha: Eminent, 2008. 279 s. ISBN 978-80-7281-380-3.
- [37] ALEXIEVA, I., SAPUNJIEVA, T., MIHAYLOVA, D., POPOVA, A. Antimicrobial and antioxidant activity of extracts of *Allium ursinum* L. *Journal of BioScience and Biotechnology*. 2012. s. 143-145. ISSN 1314-6246.

- [38] BACHMANN, J. Organic garlic Production. *Appropriate Technology Transfer for Rural Areas*. 2001. s. 1 – 11.
- [39] MCCANCE, R., WIDDOWSON E. M. *McCance and Widdowson's The composition of foods*. 6. vyd. Cambridge: Royal Society Of Chemistry, 2004, 537 s. ISBN 08-540-4428-0.
- [40] VEITH, Walter. *Diet and Health: Scientific Perspectives*. 2. vyd. U.S.A: CRC Press, 1998. ISBN 978-084-9302-893.
- [41] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin II*. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9
- [42] LAPČÍK, O., OPLATAL L, MORAVCOVÁ J. et al. Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. *Chemické listy*. 2011, roč. 105, č. 6, s. 452-457. ISSN 0009-2770
- [43] ANKRI, S., MIRELMAN, D. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*. 1999, roč. 1, č. 2, s. 125-129. ISSN 2222-1751.
- [44] RAJNIAKOVÁ, A., DRDÁK, M., BUCHTOVÁ, V., KORCOVÁ, D. Využitie fytoncidov cesnaku na konzervovanie potravín. *Bulletin potravinárskeho výskumu*. 1993, roč. 32, č. 1, s. 7 – 15. ISSN 0231-9950.
- [45] EJA, M. E., et al. A Comparative assessment of the antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum*) and antibiotics on diarrheagenic organisms. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 2007, roč. 2. č. 38, s. 343-348. ISSN 0125-1562.
- [46] LUCIER, G. *Garlic: Flavor of the Ages*. *Agricultural Outlook*. 2000. s. 7 – 10.
- [47] BRACE, L. D. Cardiovascular Benefits of Garlic (*Allium sativum* L). *The Journal of Cardiovascular Nursing*. 2002, roč. 16, č. 4. s 33-49. ISSN 0889-4655.
- [48] CORZOMARTINEZ, M., CORZO N., VILLAMIEL M. Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science*. 2007, roč. 18, č. 12, s. 609-625. ISSN 09242244.
- [49] BLOCK, E. The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*. 1985, roč. 3, č. 252, s. 114-119. ISSN 0036-8733.

- [50] LEDEZMA, E., APITZ-CASTRO, R. Ajoene the main active compound of garlic (*Allium sativum*); a new antifungal agent. *Revista iberoamericana de micología*. 2006, roč. 23, č. 2, s. 75-80. ISSN 1130-1406.
- [51] AHMAD, J. I. Garlic - a panacea for health and good taste?. *Nutrition & Food Science*. 1996. roč. 96, č. 1, s. 32 – 35. ISSN 0034-6659.
- [52] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin I*. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [53] KLÁSEK, Antonín. *Organická chemie: bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 112 s. ISBN 80-731-8483-4.
- [54] TMÁKOVÁ, L., SEKRETÁŘ, S., SCHMIDT, Š., HLÁŠNIKOVÁ, J., VRBIKOVÁ, L., KREPS, F. Natural surfactants and their use in food industry. *Potravinářstvo*. 2011. roč. 5, č. 4, s. 64. ISSN 1337-0960.
- [55] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin III*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 342 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [56] JÍLEK, Jan. *Učebnice zavařování a konzervace*. Olomouc: Fontána, 2001. 232 s. ISBN 80-861-7967-2.
- [57] PÁNEK, Jan. et al. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis, 2002. 207 s. ISBN 80-863-2023-5.
- [58] *Vláknina v potravinách: [odborná příručka]*. Bratislava: NOI, 2003, 29 s. ISBN 80-890-8827-9
- [59] Agromanual.cz: Vše o přípravcích na ochranu rostlin. [online]. [cit. 2013-4-6]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/>
- [60] LINDITSCH, Jorg. *Léčíme se česnekem*. 1. vyd. Praha: Ivo Železný. 2000, 105 s. ISBN 80-240-1692-3.
- [61] MAROUNEK, M., P. BŘEZINA a J. ŠIMŮNEK. *Fyziologie a hygiena výživy*. 1. vyd. Vyškov: VVŠPV, 2000. 132 s. ISBN 80-7231-057-7.
- [62] *Chemie potravin: Distanční text*. Projekt OP RLZ Opatření 3.2-0309. CEPAC MORAVA, ©2009. Dostupné z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0028_chemie_a_analyza_potravin/distanzni_text/modul.xml

- [63] RADILOVÁ, Kateřina. *Česnek*. 2. vyd. Praha: Sun. 2011, 80 s. ISBN 978-80-7371-414-7.
- [64] HOZA, I., D. KRAMÁŘOVÁ a P. BUDINSKÝ. *Potravinářská biochemie II*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 104 s. ISBN 80-731-8395-1.
- [65] MIŠURCOVÁ, Ladislava. *Základy biologie*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 160 s. ISBN 80-731-8434-6.
- [66] CHRPOVÁ, D., KOUŘIMSKÁ, L., GORDON, M. H. et al. Antioxidant activity of selected phenols and herbs used in diets for medical conditions. *Czech Journal of Food Sciences*. 2010, roč. 28, č. 4, s. 317-325. ISSN 1212-1800.
- [67] KOLOUCHOVÁ I., FILIP V., ŠMIDRKAL J., MELZUCH, K. Obsah resveratrolu v zelenině a ovoci. *Chemické listy*. Praha: Česká společnost chemická, 2005, roč. 99, č. 7, s. 492 – 495. ISSN 0009-2770.
- [68] SLATINA, J., TÁBORSKÁ E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*. 2004. roč. 98, č. 5, s. 239 – 245. ISSN 0009-2770
- [69] ZLOCH, Z. Zdravotní efekt polyfenolů z hlediska jejich příjmu a využitelnosti. *Vo-jenské zdravotnické listy*. 2003, roč. 72, č. 5, s. 226 – 229. ISSN 0372-7025.
- [70] HEALD, Henrietta. *Guide to vitamins, minerals and supplements*. London: Reader's Digest, 2000. 416 s. ISBN 0276424484.
- [71] KAMLAR, M., UHLÍK, O. et al. Steroidní fytohormony: funkce, mechanismus účinku a význam. *Chemické listy*. 2010, roč. 104, č. 2, s. 93 – 99. ISSN 0009-2770.
- [72] HOZA, Ignác a Daniela KRAMÁŘOVÁ. *Potravinářská biochemie I*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 168 s. ISBN 978-80-7318-295-3.
- [73] KLÁSEK, Antonín. *Organická chemie: bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 112 s. ISBN 80-731-8483-4.
- [74] MARTÍNKOVÁ, J. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 379 s. ISBN 80-247-1356-X.
- [75] BÖHMIG, Ulf. *Naturheilpraxis für zu Hause*. Wien: Wirtschaftsverlag Orac, 1999. 357 s. ISBN 37-015-0305-2.

- [76] Zelenina jako lék: česnek. *D Test: časopis pro spotřebitele*. Praha: Občanské sdružení spotřebitelů "TEST". 2010, č. 3. ISSN 1210-731x.
- [77] RIVLIN, R. S. Significance of Garlic and Its Constituents in Cancer and Cardiovascular Disease: Is Garlic Alternative Medicine?. *The Journal of Nutrition*. 2006, roč. 136, č. 3, s. 713-715. ISSN 0022-3166.
- [78] BOZIN, B., MIMICA-DUKIC, N., SAMOJLIK, I., GORAN A. a IGIC, R. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chemistry*. 2008-12-15, roč. 111, č. 4, s. 925-929. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.04.071.
- [79] GARRETT, J. T. a Michael T. GARRETT. *Medicína indiánských šamanů: Čerokjiská cesta životem*. 1. vyd. Olomouc: Fontána, 2010. 170 s. ISBN 978-80-7336-589-9.
- [80] SINGH, K. V., SINGH, K. D. Pharmacological Effects of Garlic (*Allium sativum* L.). *ARBS Annual Review of Biomedical Science*. 2008, roč. 10, s. 6-26. ISSN 15173011.
- [81] NUUTILA, A. M. et al. Comparison of antioxidant actives of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry*. 2002, roč. 81, č. 4, s. 485-493. ISSN 03088146.
- [82] QUEIROZ, Y. S., ISHIMOTO, E. Y. et al. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2009, roč. 115, č. 1, s. 371-374. ISSN 03088146.
- [83] OVIASOGIE, P. O., OKORO, D., NDIOKWERE, C. L. Determination of total phenolic amount of some edible fruits and vegetables. *African journal of biotechnology*. 2009, roč. 8, č. 12, s. 2819-2820. ISSN 1684-5315.
- [84] BOREK, C. Antioxidační zdravotní účinky vyzrálého česnekového extraktu. *The Journal of Nutrition*. 2001, roč. 131, č. 3, s. 1010-1015. ISSN 0022-3166.
- [85] RASUL, S. H. A., BUTT, M. S., ANJUM, F. M. et al. Aqueous garlic extract and its phytochemical profile; special reference to antioxidant status. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012, roč. 63, č. 4, s. 431 – 439. ISSN 0963-7486.

- [86] DURAK, I., KAVUTCU, M., AYTAC, B., AVCI, A., DEVRIM, E., OZBEK, H., OZTÜRK, H. S. Vliv konzumace česneku na krevní lipidy a na parametry oxidantů/antioxidantů u lidí s vysokou hladinou choletsrolu. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2004, roč. 15, č. 6. s 373-377. ISSN 0955-2863.
- [87] VALCHAŘ, Pavel. Koření v masných výrobcích VII. – česnek, *Maso*. 2008. č. 2 s. 30 – 32. ISSN 1210-4086.
- [88] SUMIYOSHI, H. Nové farmakologické účinky česneku a jeho složek. *Nippon Yakurigaku Zasshi*. 1997, roč. 110, č. 1. s 93-97. ISSN 0015-5691.
- [89] BLOCK, Eric. *Garlic and other alliums: the lore and the science*. 1. vyd. Cambridge: UK RSC Pub, 2010. 454 s. ISBN 978-184-9731-805.
- [90] *Analýza a hodnocení potravin I: Distanční text*. Projekt OP RLZ Opatření 3.2-0309. CEPAC MORAVA, ©2007. Dostupné z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0028_analyza_a_hodnoceni_potravinI/distančni_text/modul.xml
- [91] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-863-6907-2.
- [92] Mettler Toledo: Refraktometry. [online]. [cit. 2013-4-10]. Dostupné z WWW: <http://cs.mt.com/cz/cs/home.html>
- [93] Operator's Manual ANKOM Fiber Analyzer: (A200, A200I). [online]. s. 28 [cit. 2012-11-21]. Dostupné z: http://www.ankom.com/media/documents/A200series_Manual_RevB_011110.pdf
- [94] TEPER, I. ANKOM 220: nový přístup ke stanovení vlákniny. *Krmivářství*. 2000, 7, s. 20-21.
- [95] *ANKOM 220 Fiber Analyzer* [online]. [cit. 2013-04-5]. Dostupný z WWW: <http://www.eprotech.co.kr/ankom220.htm>.
- [96] MANACH C., SCALBERT A., MORAND CH., REMESY CH., JIMENEZ L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004, roč. 79, č. 5, s. 727-747. ISSN 1938-3207.
- [97] BRAVO L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*. 1998, roč. 56, č. 11, s. 317-333. ISSN 0029-6643

- [98] ZLOCH, Z., J. ČELAKOVSKÝ a A. AUJEZDSKÁ. *Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu*. Plzeň: ÚHLF UK, 2004. 37 s.
- [99] CICCIO, N., LANORTE, M. T., PARAGGIO, M., VIGGIANO, M., LATTANZIO, V. A reproducible, rapid and inexpensive Folin–Ciocalteu next term micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal*. 2009, roč. 91, s. 107-110. ISSN 0026-265X
- [100] ŠTULÍK, Karel. et al. *Analytické separační metody*. 1. vyd. Praha: Karolinum – Univerzita Karlova, 2005. 264 s. ISBN 80-246-0852-9.
- [101] CHURÁČEK, Jaroslav. et al. *Analytická separace látek*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1990. 384 s. ISBN 80-03-00569-8.
- [102] Vysokoúčinná kapalinová chromatografie. [online]. [cit. 2013-4-6]. Dostupné z WWW:<<http://ciselniky.data.mzcr.cz/hypertext/200540/hypertext/BOAJALB.htm>>.
- [103] PACÁKOVÁ, Věra a Karel ŠTULÍK. *Vysokoúčinná kapalinová chromatografie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 144 s.
- [104] Chromatografické metody. [online]. [cit. 2013-4-2]. Dostupné z WWW:<http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/ana/chm.html>.
- [105] *Laboratoř v oboru I: Distanční text*. Projekt OP RLZ Opatření 3.2-0309. CEPAC MORAVA, ©2007. Dostupné z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0026_laborator_v_oboru/distancni_text/modul.xml
- [106] *Konzervace a balení potravin: Distanční text*. Projekt OP RLZ Opatření 3.2-0309. CEPAC MORAVA, ©2007. Dostupné z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0011_konzervace_a_baleni_potravin/distancni_text/modul.xml
- [107] KYZLINK, Vladimír. *Teoretické základy konzervace potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 511 s.
- [108] KOPEC, Karel. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 1998. 72 s. ISBN 80-861-5364-9.
- [109] KOVAČÍKOVÁ, E., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A. a K. HOLČÍKOVÁ. *Potravinové tabulky: Ovocie a zelenina*. 1. vyd. Bratislava, 1997. 208 s. ISBN 80-85330-33-4.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LD ₅₀	Smrtelná dávka pro 50 % populace bakteriálního kmene.
KA	Kyselina askorbová.
HPLC/UV	Vysokoučinná kapalinová chromatografie s UV detekcí.
HV	Hrubá vláknina.
p	Průměrná hodnota.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rostlina česneku</i>	14
<i>Obr. 2. Průřez cibule česneku napadené plísní</i>	17
<i>Obr. 3. Typ nepaličák</i>	19
<i>Obr. 4. Typ paličák</i>	20
<i>Obr. 5. Odrůdy česneku Jovan a Džambul</i>	20
<i>Obr. 6. Odrůdy česneku Blanin a Lukan</i>	21
<i>Obr. 7. Odrůdy česneku Anton a Benátčan</i>	21
<i>Obr. 8. Česnek medvědí</i>	22
<i>Obr. 9. Alliin</i>	25
<i>Obr. 10. Syntéza allicinu</i>	25
<i>Obr. 11. Allicin</i>	26
<i>Obr. 12. Obecná struktura flavonoidních látek</i>	33
<i>Obr. 13. Kvercetin</i>	34
<i>Obr. 14. Digitální refraktometr</i>	45
<i>Obr. 15. ANKOM</i>	46
<i>Obr. 16. HPLC/UV</i>	47
<i>Obr. 17. Schéma kapalinového chromatografu</i>	48
<i>Obr. 18. Český česnek I</i>	51
<i>Obr. 19. Český česnek II</i>	51
<i>Obr. 20. Španělský česnek</i>	52
<i>Obr. 21. Čínský česnek</i>	52
<i>Obr. 22. Cibule medvědího česneku</i>	52
<i>Obr. 23. Čínský sušený česnek</i>	53
<i>Obr. 24. Český sušený česnek I</i>	53
<i>Obr. 25. Český sušený česnek II</i>	54
<i>Obr. 26. Obsah vlhkosti u jednotlivých druhů čerstvého česneku</i>	61
<i>Obr. 27. Výsledky stanovení hrubé vlákniny vzorků čerstvého česneku</i>	65
<i>Obr. 28. Kalibrační křivka kyseliny gallové</i>	67
<i>Obr. 29. Výsledky stanovení celkového obsahu fenolů ve vzorcích a v sušině vzorků čerstvého česneku</i>	68
<i>Obr. 30. Kalibrační křivka kyseliny askorbové</i>	70

SEZNAM TABULEK

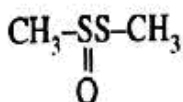
<i>Tab. 1. Průměrný obsah aminokyselin v česneku</i>	29
<i>Tab. 2. Obsah minerálních látek česneku</i>	31
<i>Tab. 3. Citlivost vybraných kmenů bakterií k allicinu</i>	38
<i>Tab. 4. Obsah sušiny u jednotlivých druhů čerstvého česneku</i>	61
<i>Tab. 5. Obsah vlhkosti u jednotlivých druhů sušeného česneku</i>	62
<i>Tab. 6. Hodnoty refraktometrické sušiny v jednotlivých druzích čerstvého česneku</i>	62
<i>Tab. 7. Celkový obsah kyselin v jednotlivých druzích čerstvého česneku</i>	63
<i>Tab. 8. Stanovení hrubé vlákniny (HV) vzorků čerstvého česneku</i>	64
<i>Tab. 9. Stanovení hrubé vlákniny (HV) vzorků sušeného česneku</i>	66
<i>Tab. 10. Kalibrační křivka kyseliny gallové</i>	67
<i>Tab. 11. Celkový obsah fenolů u jednotlivých druhů česneku</i>	68
<i>Tab. 12. Hodnoty kalibrační křivky standardu KA</i>	70
<i>Tab. 13. Parametry pro stanovení L-askorbové kyseliny</i>	71
<i>Tab. 14. Obsah kyseliny L-askorbové (KA) v jednotlivých druzích čerstvého česneku</i>	71

SEZNAM PŘÍLOH

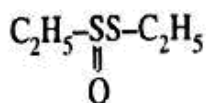
- P I STRUKTURÁLNÍ VZORCE LÁTEK S OBSAHEM SÍRY V ČESNEKU**
- P II VYBRANÉ CHROMATOGRAMY STANDARDU KYSELINY**
ASKORBOVÉ
- P III CHROMATOGRAMY JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ**

PŘÍLOHA P I: STRUKTURÁLNÍ VZORCE LÁTEK SOBSAHEM SÍRY V ČESNEKU

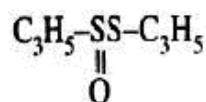
1 Dimethylthiosulfinát



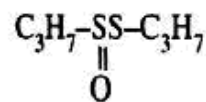
2 Diethylthiosulfinát



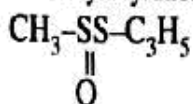
3 Alicin



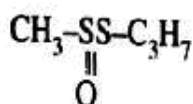
4 Diprophylthiosulfinát



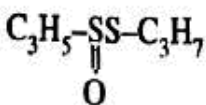
5 Methylallylthiosulfinát



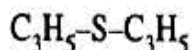
6 Methylpropylthiosulfinát



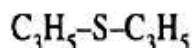
7 Allylpropylthiosulfinát



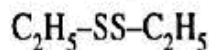
8 Methylallylsulfid



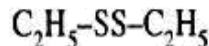
9 Diallylsulfid



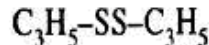
10 Dimethyldisulfid



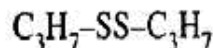
11 Diethyldisulfid



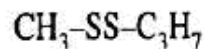
12 Diallyldisulfid



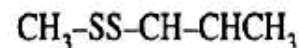
13 Dipropyldisulfid



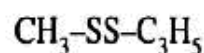
14 Methyl-n-propyldisulfid



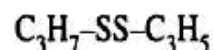
15 Methyl-1-propenyldisulfid



16 Methylallyldisulfid



17 n-Propylallyldisulfid



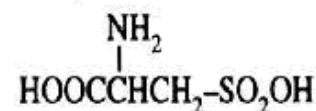
18 Dimethyltrisulfid



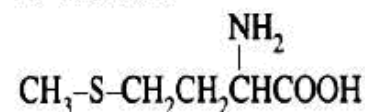
19 Methylallyltrisulfid



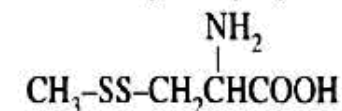
20 Cystein



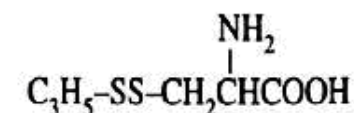
21 Methionin



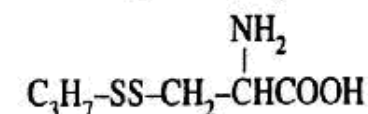
22 S-Methylmercaptocystein



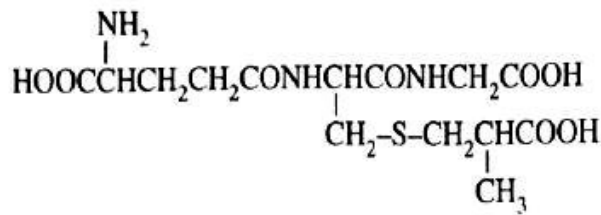
23 S-Allylmercaptocystein



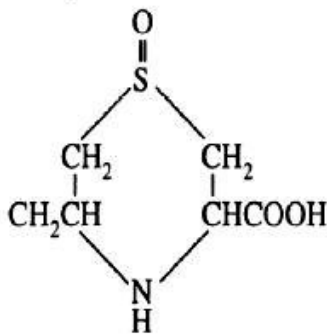
24 S-Propylmercaptocystein



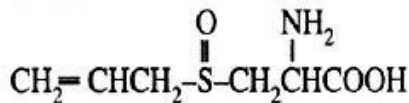
25 S-(2-Carboxypropyl)-glutation



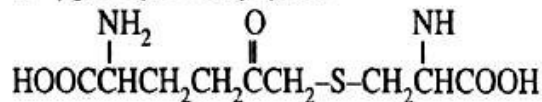
26 Cycloalliin



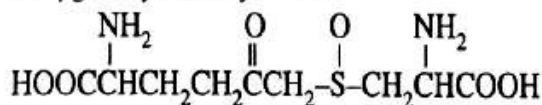
27 Alliin



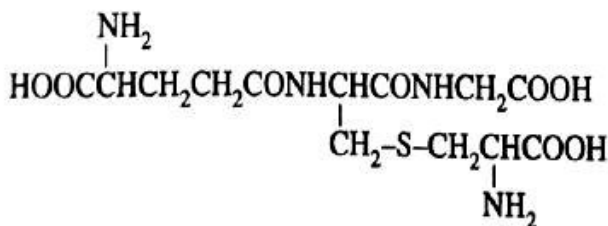
28 γ -glutamyl-S-methylcystein



29 γ -glutamyl-S-methylsulfoxid



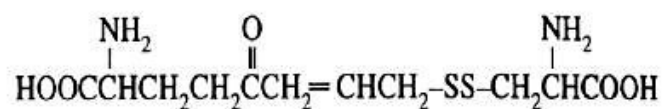
30 γ -glutamyl-S- β -carboxymethylethylcystein



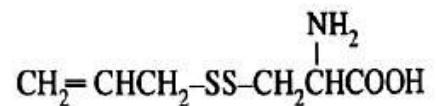
31 γ -L-glutamyl-S-allylcystein

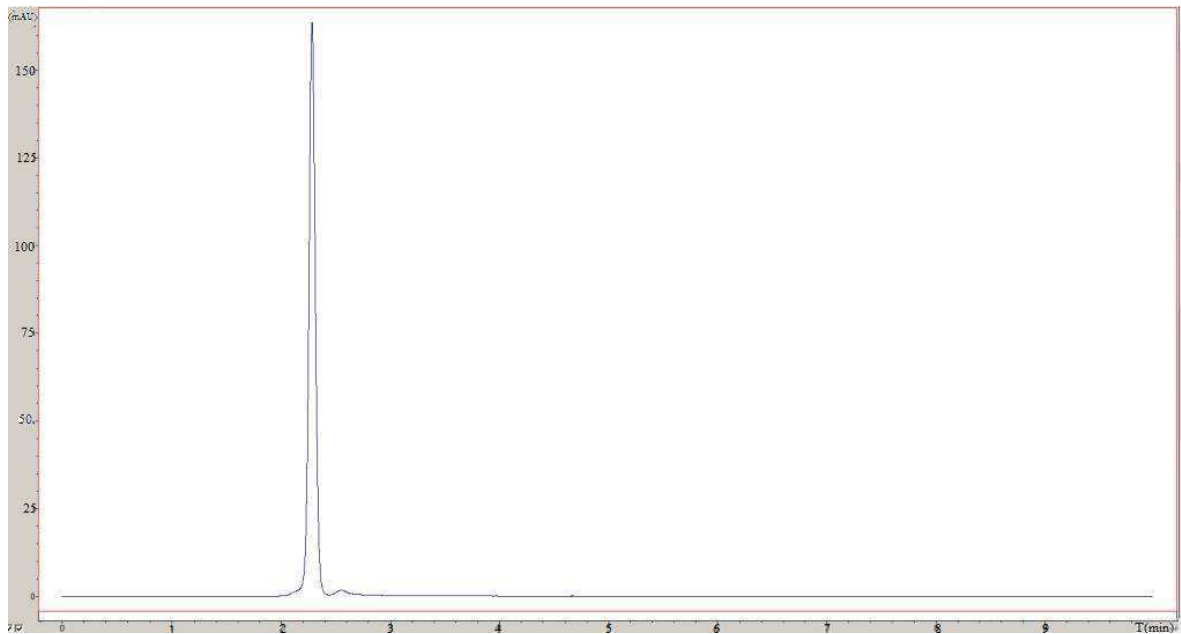
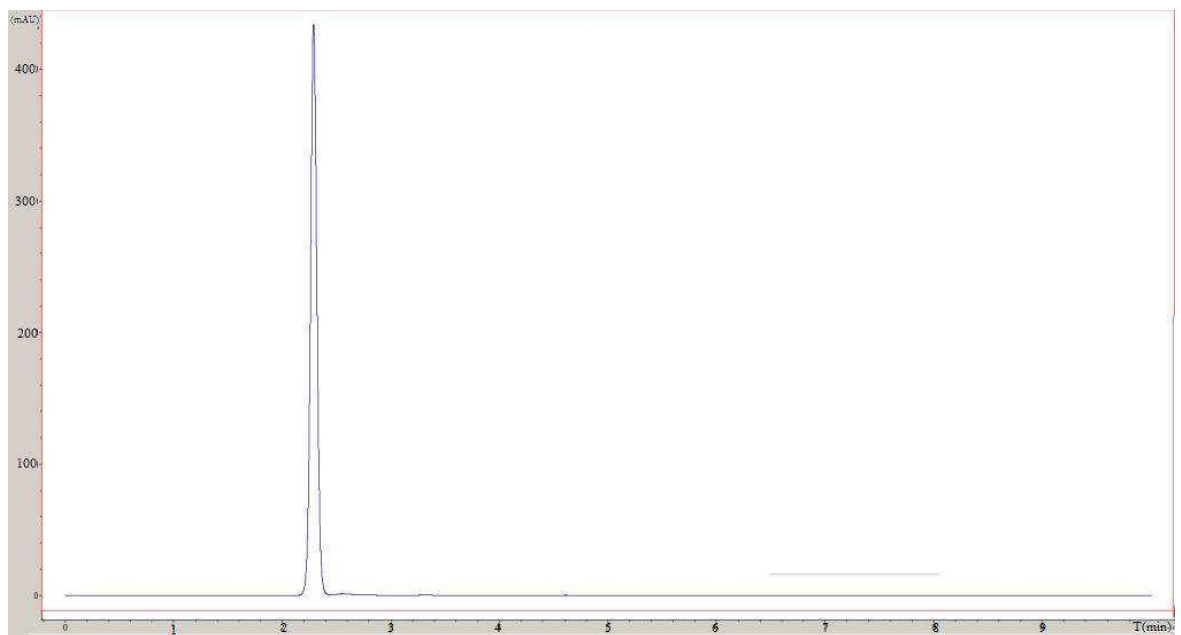


32 γ -L-glutamyl-S-allylmethyl-L-cystein

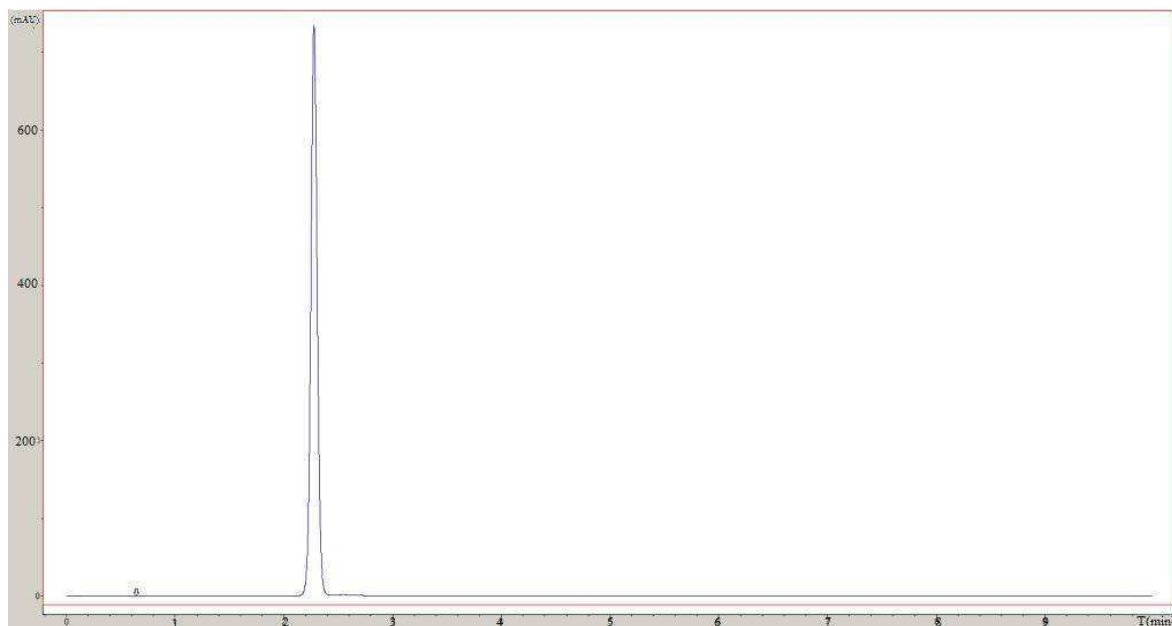


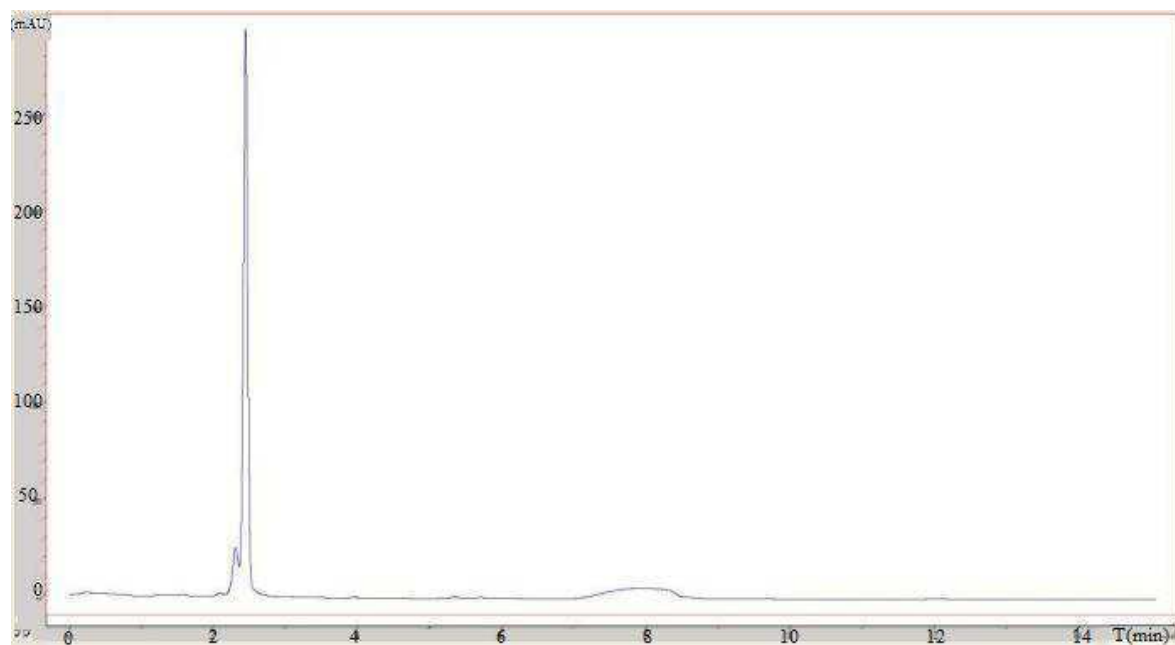
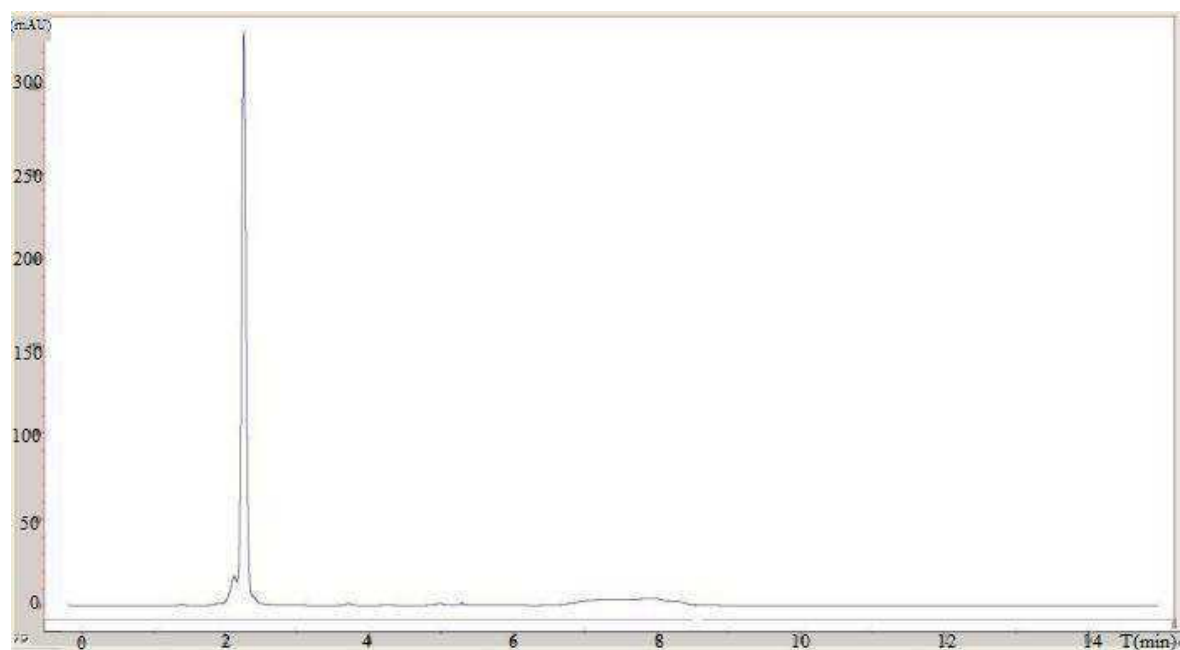
33 S-Allylmercapto-L-cystein



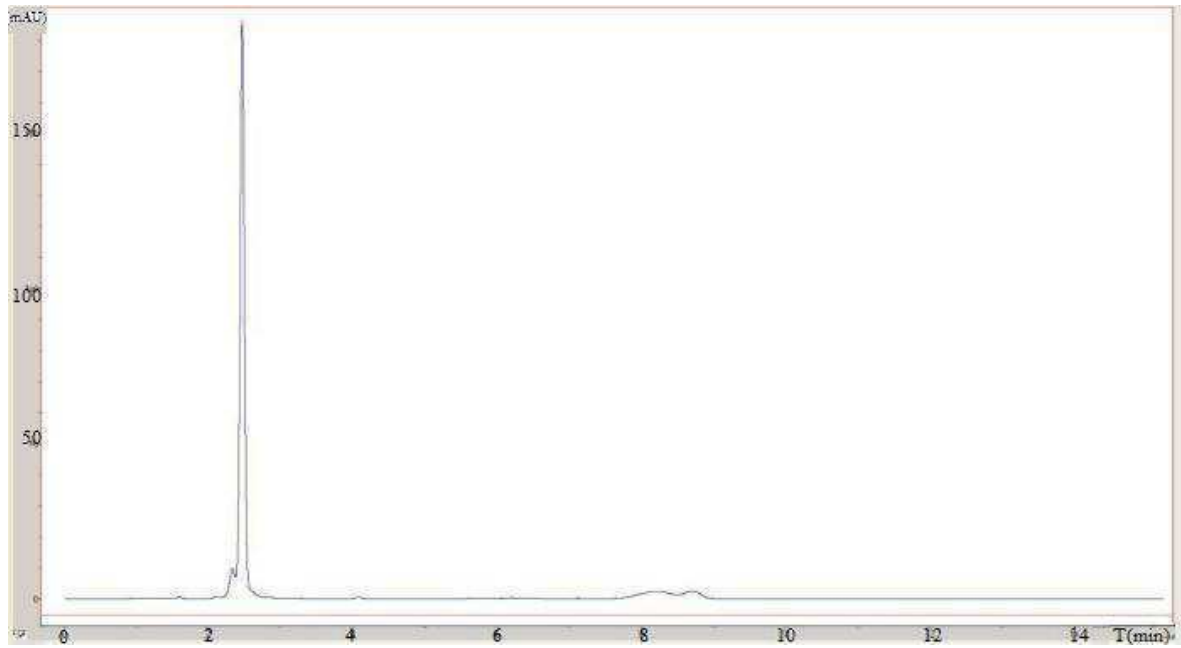
PŘÍLOHA P II: VYBRANÉ CHROMATOGRAMY STANDARDU KYSELINY L-ASKORBOVÉ**10 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$** **30 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$** 

50 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$

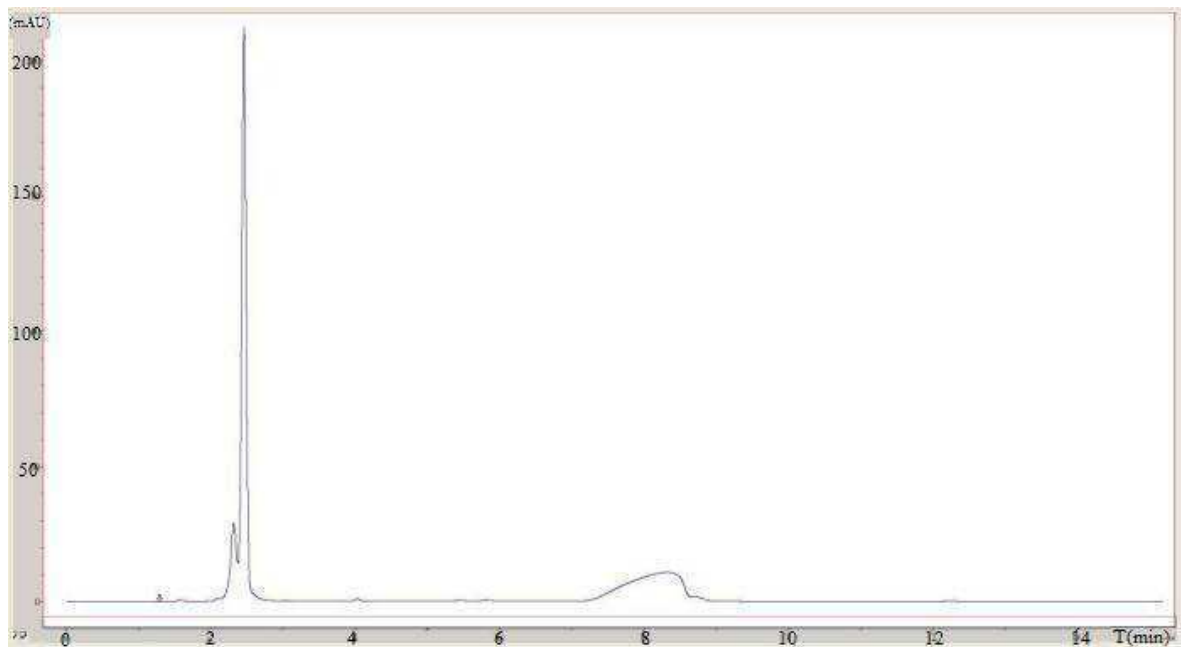


PŘÍLOHA P III: CHROMATOGRAMY JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ**1. Medvědí česnek****2. Španělský česnek**

3. Čínský česnek



4. Český česnek I.



5. Český česnek II.

