

Fytoncidy v česneku

Barbora Kodovská

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DILA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora KODOVSKÁ**
Osobní číslo: **T08333**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Fytoncidy v česneku**

Zásady pro vypracování:

1. Fyziologický popis rostliny česneku.
2. Botanické označení.
3. Shrnout stručně bioaktivní látky česneku.
4. Zaměřit se podrobně na fytoncidy.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 2*, OSSIS, Tábor 1999.

[2] BULKOVÁ, V., *Protektivní látky rostlinného původu v prevenci neinfekčních chorob*, dizertační práce, Masarykova univerzita, 2008.

[3] JONES, M. G., *Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic*, *Journal of Experimental Botany* 8, 2004, s. 27-31.

[4] MIRELMAN, D., ANKRI, S., *Antimicrobial properties of allicin from garlic*, *Microbes and infection* 2, 1999, s. 125-129.

[5] BÖHMIG, U., *Přírodní léčitelství v domácí praxi*, Knížní klub, Praha 1993.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Jan Hrděš, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KODOVSKÁ BAZBOZA

Obor: CHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 13.5.2011

Kodovská

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 zveřejněním závěrečných prací

(1) Vysoká škola nevydávající závěrečné disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím doručuje 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá látkami obsaženými v česneku, především bioaktivními látkami s antibiotickým účinkem. Dále jsou zde popsány vybrané druhy česneku a vliv jeho užívání na lidský organizmus.

Klíčová slova: česnek, fytoncidy, allicin, alliin, *alliináza*

ABSTRACT

This thesis deals with the substances contained in garlic, especially bioactive substances with antibiotic activity. It further describes selected types of garlic and its influence on human body.

Keywords: garlic, phytoncides, allicin, alliin, *alliinase*

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Daniele Sumcynski, PhD, za odborné vedení, rady a věcné připomínky, kterých se mi dostávalo v průběhu práce. Dále chci poděkovat svým rodičům, prarodičům, blízkým a kamarádům za nezměrnou podporu v průběhu mého celého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 BOTANICKÉ OZNAČENÍ RODU <i>ALLIUM</i>.....	12
1.1 DRUHY RODU <i>ALLIUM</i>	12
1.1.1 Česnek setý (<i>Allium sativum</i>).....	13
1.1.2 Česnek medvědí (<i>Allium ursinum</i>).....	14
1.2 DALŠÍ DRUHY RODU <i>ALLIUM</i>	15
1.2.1 Cibule kuchyňská (<i>Allium cepa</i>).....	15
1.2.2 Pažitka (<i>Allium schoenoprasum</i> L.).....	16
1.2.3 Pór (<i>Allium porrum</i> L.)	17
1.3 ČÍNSKÝ ČESNEK	18
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ČESNEKU	19
2.1 FYTONCIDNÍ LÁTKY.....	19
2.1.1 Alliin	20
2.1.2 Allicin.....	21
2.1.3 Izoalliin	22
2.1.4 Metiin.....	23
2.1.5 Další fytoncidní látky.....	24
2.2 DALŠÍ BIOAKTIVNÍ LÁTKY	24
2.2.1 γ -glutamyl- <i>S</i> -allyl- <i>L</i> -cysteiny	24
2.2.2 Ajoen.....	25
2.2.3 Flavonoidy.....	26
2.2.4 Skordininy	26
2.2.5 Saponiny.....	26
2.2.6 Glycidy.....	26
2.2.7 Minerální látky	26
2.2.8 Aminokyseliny	27
2.2.9 Vitaminy.....	28
2.2.10 Adenozin	28
2.2.11 Enzymy	28
2.2.11.1 Alliináza.....	28
2.2.11.2 Další enzymy v česneku.....	29
3 ÚČINKY NA LIDSKÝ ORGANIZMUS.....	30
3.1 ANTIBIOTICKÝ ÚČINEK.....	30
3.1.1 Antibakteriální účinek.....	30
3.1.2 Antimykotický účinek.....	31
3.1.3 Antivirotický účinek.....	32
3.2 ANTIPARAZITICKÝ ÚČINEK.....	33
3.2.1 Insekticidní účinek	33

3.3	ANTI-KARCINOGENÍ ÚČINEK	33
3.4	SNIŽOVÁNÍ LIPIDŮ A ZEJMÉNA CHOLESTEROLU	34
3.5	HYPOTENZNÍ ÚČINEK	35
3.6	PREBIOTICKÝ ÚČINEK.....	35
3.7	PŮSOBENÍ PŘI CHRONICKÉ OTRAVĚ OLOVEM	36
3.8	NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY ČESNEKU	36
3.8.1	Možné interakce	36
ZÁVĚR.....		37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		42
SEZNAM OBRÁZKŮ		43
SEZNAM TABULEK.....		44
SEZNAM PŘÍLOH.....		45

ÚVOD

Jméno "*Allium sativum*" je odvozeno z keltského slova "all", což znamená, pálení nebo bodání, a latinského "*sativum*", což znamená pěstování. Anglický název "garlic" je odvozený z anglosaského výrazu "garleac", který se skládá ze dvou slov "gar" (kopí) a "leac" (pórek).

Česnek byl historicky používán k léčbě bolavých uší, malomocenství, hluchoty, těžkých průjmů, zácpy a parazitárních infekcí. Používal se také na snížení horečky, v boji proti infekcím a ke zmírnění bolesti břicha. Česnek a jeho extrakty byly používány k léčbě infekcí po tisíce let a byl dlouhou dobu ctěn pro své léčivé vlastnosti. Během 2. světové války se používal v dobré víře jako náhrada drahých antibiotik a přikládal se na rány [1,2].

Česnek usnadňuje povolení svalů při křeči, má antiseptické, bakteriostatické, antivirové, antiparazitické a hypotenzní účinky. Je běžně používán k léčbě chronické bronchitidy, chronickým infekcím horních cest dýchacích a chřipce. Epidemiologické a preklinické studie ukázaly, že česnek může mít vliv na riziko onemocnění srdce a rakoviny. Experimentálně bylo zjištěno, že česnek a jeho sirné sloučeniny mají mírný vliv na potlačení výskytu nádorů v prsu, tlustého střeva, kůže, dělohy, jícnu a plic. Nedávný průzkum také ukázal, že vysoký příjem česneku může být spojen se snížením rizika onemocnění žaludku a tlustého střeva.

Průměrný stroužek česneku váží mezi 3 až 6 g a obsahuje v průměru 1 g sacharidů, 0,2 g bílkovin, 0,05 g vlákniny, 0,01 g tuku a vitaminy A, B₁, B₃, B₅, B₆ a C. Vitamin B₁ (tiamin) se v kombinaci s allicinem a allitiaminem snadno vstřebává ve střevech. Obsahuje asi 10 různých druhů přírodních sacharidů (fruktózu, glukózu, arabinózu a inulin). Česnek obsahuje přibližně 33 sloučenin síry (alliin, allicin, ajoen, allylpropyl disulfid, diallyl trisulfid, sallylcystein, vinylthiiny, S-allylmerkaptocystein, atd.), několik enzymů (*alliinázu*, *peroxidázu*, aj.), 17 aminokyselin a stopové množství minerálních látek (selen, germanium, telur a další stopové prvky). Biologické účinky česneku jsou připisovány jeho charakteristické organické sloučenině allicinu. Allicin (diallyl tiosíran) chemicky známý jako 3-prop-2-enylosulfínylosulfanyloprop-1-en objevil Cavallito a Bailey v roce 1944. Je to látka zodpovědná za typický štiplavý zápach česneku. Allicin v česneku vzniká a uvolňuje se až po mechanickém poškození, kdy mechanické porušení buněk aktivuje enzym *alliinázu*, který metabolizuje alliin na allicin [1].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BOTANICKÉ OZNAČENÍ RODU *ALLIUM*

Starší taxonomické systémy čeleď *Alliaceae* neuznávaly, řadily ji do řádu Liliotvaré (*Liliales*), do čeledi Liliovité (*Liliaceae*). Jiné systémy řadili čeleď *Alliaceae* do řádů, např. *Amaryllidales* nebo *Liliales*. Podle taxonomického systému APG II (Angiosperm Phylogeny Group), je čeleď jednoděložných *Alliaceae* řazená do řádu Chřestotvaré (*Asparagales*) [3].

Zpravidla se jedná o vytrvalé pozemní byliny s jednoduchými či složenými cibulemi, kdy se česneková cibule skládá obvykle z 6 - 11 stroužků, pomocí kterých se mohou vegetativně rozmnožovat. Stonek je bezlistý. Listy jsou přízemní, jednoduché, přisedlé, řapíkaté nebo střídavé, uspořádané nejčastěji dvouřadě nebo spirálně, jsou ploché, žlábkovité či oblé nebo hranaté, s listovými pochvami. Čepele listů jsou celokrajné, čárkovité nebo kopynaté, vzácněji až vejčité se souběžnou žilnatinou. Květenství je okolíkovaté a je nejčastěji tvořeno šroubelem nebo vijanem, podepřené někdy dvěma srůstajícími listeny, velmi zřídka jsou květy jen jednotlivé. Květenství je do rozkvetu kryto obalem z listenů, které jsou buď volné nebo více či méně srostlé, většinou opadavé a není rozlišeno na kalich a korunu. Jsou to rostliny jednodomé s oboupohlavními květy, v květenství mohou být přítomny pacibulky, které jsou mnohdy mylně považovány za semena. Tvorba pacibulek má různé příčiny. Většinou jsou genetického charakteru a slouží k vegetativnímu rozmnožování. Konečně mohou být vyvolány též virózami. Okvětí je jednoduché, věnčité, z 6 volných lístků, nebo více či méně srostlých v dolní části v trubku. Tyčinek je zpravidla 6, u některých rodů 3 z nich chybí nebo mají zakrnělá staminodia. Semeník je svrchní, troj-pouzdrý s mnoha vajíčky. Plodem je tobolka, otvírající se podélně v segmenty a nesoucí většinou 6 semen. Semena jsou hranatá, černá s charakteristickým reliéfem. Celé rostliny mají charakteristické aroma, které způsobují těkavé látky na bázi sulfidů. Toto aroma je nejvíce vyvinuto u druhů *A. sativum*, *A. ursinum*, *A. cepa* aj. [1,3].

1.1 Druhy rodu *Allium*

Ve světě je 600 - 700 druhů rodu *Allium* a jsou rozšířeny v Evropě, Asii a v Severní Americe, méně i v Africe, Střední Americe a Jižní Americe. V Austrálii se *Allium* nevyskytuje vůbec. Vzhled jednotlivých druhů je velmi rozdílný: menší druhy jsou vysoké maximálně 10 cm, velké exempláře, například česnek obrovský (*Allium giganteum*) pocházející z Hi-

malají, zase dorůstají do výšky 150 cm. Druhy se navzájem liší i barvou květů, která může být žlutá, modrá, růžová, fialová a bílá [1].

V ČR se vyskytuje původních přibližně 12 druhů. Mezi vybranými jsou např. česnek hadí (*Allium victorialis* L.), česnek medvědí (*Allium ursinum*), česnek žlutý (*Allium flavum* L.). Mezi kulturní druhy, které jsou rozšířeny ve světě a pěstovány jako zeleniny patří česnek kuchyňský (*Allium sativum* L.), pór zahradní (*Allium porrum* L.), cibule kuchyňská (*Allium cepa* L.), pažitka pobřežní (*Allium schoenoprasum* L.). Mezi okrasné druhy se řadí: česnek podivný (*Allium paradoxum*), česnek obrovský (*Allium giganteum*) aj. Mezi léčivé se ovšem řadí pouze česnek a cibule [1,3].

1.1.1 Česnek setý (*Allium sativum*)

Pravlastí je Džungarsko (Severní Čína) ve Střední Asii, kde i dnes roste v planém stavu, především ve vysokých polohách, dále se vyskytuje ve středomoří a Kavkazské oblasti. Česnek citlivě reaguje na změny teploty, délku dne, vodní režim, živiny a jeho růstové projevy jsou zatíženy modifikacemi. Počet listů je závislý na velikosti stroužků, list je čárkovitý, hladký a žlábkovaný. Cibule česneku je dělená, složená z vyvinutých stroužků, jejichž skupiny jsou od sebe odděleny šupinami listových pochev. Jejich dužina je tvořena zásobním pletivem dužnatého listu. Má dvojrstevnou ochrannou slupku, která udává barvu stroužku. Květonosná lodyha je zakončená květenstvím drobných, dlouze stopkatých, nazelenale až růžově bílých květů obalených toulcem. Lichookolíky vyplňují květní pacibulky, mezi nimiž jsou ztěsnány květy. Počet v jednom strboulu v závislosti na jejich velikosti dosahují až několik set. Pro pěstování v našich podmínkách mají význam tři typy. Třídění česneku na typy H, A a U bere ohled na tvorbu lodyhy, stavbu cibule a vnitřní rytmus rostliny.

Varieta *sagittatum* = typ H, paličák

Varieta *vulgare* = typ U, širokolistý nepaličák

Varieta *variabilis* = typ A, úzkolistý nepaličák (dobrá skladovatelnost) [1,3,4].

Česnek kuchyňský se rozmnožuje výhradně vegetativně, tj. výsadbou. Pěstované formy a typy česneků v našich podmínkách netvoří semeno. Sází se zásadně větší stroužky, které se z cibule oddělí na jednotlivé stroužky až, asi týden, před výsadbou [3].



Obrázek 1- *Allium sativum* (celá rostlina, cibule a detail květenství [5,6])

1.1.2 Česnek medvědí (*Allium ursinum*)

Roste ve smíšených, listnatých a i v lužních lesích, parcích a v křovinách. S oblibou na živných, kyprých a hlavně na humusovitých, provlhčovaných spodní vodou a hlinitých půdách. Jeho souvislé porosty se z dálky poznají podle typického pachu česnekové silice. Česnek medvědí má v podstatě všechny vlastnosti našeho česneku, ale s nižším účinkem díky nižšímu obsahu sirných látek. Je zvláště vhodný pro jarní omlazovací kúry na odstranění škodlivých látek a léčí i chronické choroby kůže. Usušené listy ztrácejí léčivé účinky. Patří mezi vytrvalé rostliny [7].

Je to 20 - 40 cm vysoká bylina s podzemní cibulí. Listy jsou pouze přizemní, elipticky kopinaté, řapíkaté. Květenstvím je polokulovitý okolík. Korunní lístky bílé, drobné. Suchomázdřitý toulec je bělavý, vejčité podlouhlý, záhy opadavý, skládá se ze 2 - 3 listenů. Plodem je tobolka [3].



Obrázek 2- *Allium ursinum* (rostlina a detail květenství) [7]

1.2 Další druhy rodu *Allium*

1.2.1 Cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Pravlastí této rostliny je východní Asie, je však rozšířena po celém světě v různých varietách. Vykazuje velkou variabilitu znaků a vlastností. Užitečná část je cibule, která obsahuje 87 % vody, 11,6 % sacharidů (6 - 9 % sacharózy, dále pentózu, manit, manózu, inulin, skordózu a fruktózan složený ze 4 molekul fruktózy), 1,2 % proteinů, 0,1 % tuků, 0,2 - 5 % Ca, P, Fe, Al, Cu, Zn, Mn, I, dále F. Z vitamínů jsou přítomny A, B, C, kyselina nikotinová (B₃), pantotenová (B₅) aj. Dále adenosin, enzymy, z nichž nejvýraznější je *alliináza*, která převádí alliin na oxidy disulfidů. Cibulové slupky obsahují organické barvivo protokatechin, které je citlivým pH indikátorem a lze jej použít k barvení mikropreparátů, podobně jako hematoxylin. Obsahuje i kvercetin a 0,05 % éterického oleje (silice), bohatého na síru, alifatické disulfidy a trisulfidy. Vedoucí látkou je propenylpropyl disulfid. Její koncentrace a kvalitativní složení značně kolísá. Výchozí látkou (prekurzorem) je derivát aminokyseliny cysteinu [1].

Čerstvá cibulová šťáva je přiměřeně antibakteriální proto, že obsahuje allicin. Allicin a diallylsulfidy spolupůsobí s tiolovou složkou. Všechny tyto reakce brzdí růst bakterií. Antibiotický účinek je značně závislý na odrůdě cibule. Cibule je také účinná proti některým nemocem, např. chronické rýmě (*rhinitis*), příznivě působí na střevní flóru a profylakčně se doporučuje u rakoviny. Jiné vlastnosti jsou podobné jako u česneku, jen výrazně slabší [1,20].

Cibule je dvouletá až vytrvalá bylina se sukničitou, zploštěle kulovitou cibulí velikostí až 10 cm, která se liší u různých kultivarů velikostí a tvarem. Stonek je robustní, dole až 3 cm v průměru. Rostlina je vysoká asi 30 - 100 cm. Listy jsou dlouhé, velmi úzké jednoduché, přisedlé, s listovými pochvami. Čepele jsou celokrajné, částečně oblé se souběžnou žilnatinou. Květy jsou oboupohlavní, ve vrcholovém květenství - šroubel. Květenství je podepřeno toulcem. Jen zřídka jsou přítomny v květenství pacibulky. Okvětí se skládá z 6 okvětních lístků bílé až narůžovělé barvy, se středním zeleným pruhem. Tyčinek je 6. Plodem je tobolka. Má se za to, že hnědé cibule jsou odolnější proti plísním než cibule světlé [3].



Obrázek 3- *Allium cepa* [8, 9].

1.2.2 Pažitka (*Allium schoenoprasum* L.)

Pažitka je typický trsnatý druh, velikost cibulek je malá. Využívají se tedy její listy, které jsou přisedlé, jednoduché s listovými pochvami. Květenství se zdá být jako okolík, jedná se však o šroubel. Pažitka je bohatá na vitamin C (100 mg ve 100 g čerstvé rostliny). Význam pažitky dnes stoupá a masově se rozšiřuje. Biochemicky má podobné vlastnosti jako cibule kuchyňská s vyšším obsahem silic. Její léčivé účinky se však pro malé konzumovatelné množství nemohou tak dobře uplatnit jako u cibule. Její zápach odrazuje mšice, proto se pažitky využívá k pěstování vedle růžových keřů [1].



Obrázek 4 – *Allium schoenoprasum* L. (celá rostlina a detail květenství) [10].

1.2.3 Pór (*Allium porrum* L.)

Pór je dvouletá zelenina, v prvním roce vytváří konzumní část tvořenou zdužnatělou suknicovitě uspořádanou cibulí podlouhlého tvaru, složenou z těsně do sebe zapadajících 12 - 16 párovitě uspořádaných vybělených listů přecházejících v lodyhu. Má ze všech cibulovitých zelenin nejmohutnější kořenový systém. Rozlišujeme dva druhy pórů. Pór letní (*Allium ampeloprasum*) je charakteristický rychlým vývojem a větším počtem jemnějších listů. Je náchylný k vymrzání. Rozšířený je hlavně v jižní a jihovýchodní Evropě, u nás je poměrně velmi oblíbený. Pór zimní (pravý) *Allium porrum* má pozdější vývoj, rostliny jsou mohutnější, vytváří širší, větší cibuli, širší vybělenou konzumní část; rostliny v optimálních podmínkách dosahují větší průměrné hmotnosti. Je mrazuvzdorný [1,3].

Je bohatý na vitaminy C, B₆, B₃, kyselinu pantotenovou aj. Vitamin C je obsažen v množství 189 mg.kg⁻¹. Obsahuje i jiné zdravé prospěšné látky, jejichž množství je odlišné od cibule kuchyňské. Má jemnou, charakteristickou chuť. Pór podporuje činnost ledvin a zažívacích orgánů, ale léčebně se dosud nevyužívá [1].



Obrázek 5 – *Allium porrum* (celá rostlina a detail květenství) [11].

1.3 Čínský česnek

Česnek původně pochází z Číny, odkud se postupně rozšířil do celého světa. V České republice se dnes pěstuje jeden z nejlepších česneků na světě, přesto se na českém trhu objevuje velmi zřídka. Podle hnutí Duha minimálně dva ze tří česneků pochází z Číny a česnek z jiných zemí jako Nizozemsko či Španělsko je většinou tamními obchodníky odkoupen právě z Číny. Statistika Ministerstva zemědělství uvádí, že Česká republika není schopna pokrýt domácí spotřebu česneku, vypěstuje se zde jen asi šestina celkové spotřeby. Proto se do ČR dováží ročně přes 5000 t, kdy drtivá většina pochází z Číny. Poptávka po českém česneku se ovšem zvyšuje, přestože je čínský česnek asi o polovinu levnější [12,13]. Odhaduje se, že český česnek má nejméně pětkrát vyšší účinnost. Navíc čínský česnek se do českých obchodů dostává i rok po sklizni. Je chemicky ošetřen proti klíčení a má mnohem nižší účinnost, nižší obsah sirných látek, ale i vitamínů a ostatních zdraví prospěšných látek [13,14].

V České republice je v současné době registrováno celkem 19 odrůd a další dvě by měly být registrovány v průběhu letošního roku. Více odrůd má v EU pouze Francie [12].

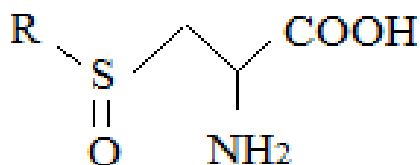
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ČESNEKU

Česnek obsahuje až 79 % vody. Ve zbylých 21 % se vyskytují významné látky s léčebnými a nutričně prospěšnými vlastnostmi. Jsou to sloučeniny obsahující síru (alliin, metiin, propiin, izoalliin di- a polysulfidy, ajoen aj.), jejichž prekurzorem je derivát cysteinu. Jsou původcem typického zápachu a zesilují účinek vitaminů obsažených v česneku. Patří sem vitaminy A, B₁, B₃, B₅, C jako protektivní faktor (látko brzdící koagulaci krve) a vitamin E. Česnek obsahuje také enzymy - *myrozinázu*, *peroxidázu*, *deoxyribonukleázu*, *invertázu*, *fosfomonoesterázu* a *tyrozinázu* a nejvýznamnější enzym *alliinázu*, hormonální látky – gibbereliny, glycidy – sinistrin (rostlinný inulin), minerální a stopové prvky jako je např. Se, Ge, I, přičemž v souvislosti se selenem, který v přírodě doprovází síru, se mluví o jeho antikarcinogenních účincích. Z dalších obsahových látek je to řada aminokyselin (cystein, cystin, metionin, deoxyaliin), resp. cysteinsulfoxidů, bezsiráná antibiotika – orlicin a allistatin, flavonoidy (př. quercetin), které jsou často v rostlinách označovány jako fytoalexiny, které slouží jako aktivní obranná látka rostlin. V česneku můžeme také najít steroidy a fytosteriny, které se spolu se saponiny podílí na toxických účincích česneku při jeho vyšší konzumaci a mnoho dalších látek.

Obsah jednotlivých látek v česneku silně kolísá v závislosti na odrůdě, původu, půdě, počasí, hnojení, ošetřování apod. Zejména to platí o obsahu síry, který kolísá u jednotlivých odrůd v rozmezí více než 10 %. K obsahu síry je úměrná antibiotická a jiná léčebná účinnost [15].

2.1 Fytoncidní látky

Zásadními látkami, které se nachází v neporušeném česneku, jsou γ -glutamyl-S-allyl-L-cysteiny a S-allylcystein sulfoxid (alliin), který je hlavním derivátem aminokyseliny cysteinu. Alliin je obvykle doprovázen látkami s výrazně nižším účinkem, a to S-metylcysteinem sulfoxidem (metiin) a (e)-S-(1-propenyl) cystein sulfoxidem (izoalliin) a někdy také stopovým množstvím S-etylcytein sulfoxidem (etiin). Typický poměr obsahu těchto aminokyselin je 80 : 15 : 5. Obsah těchto fytoncidních látek v česneku je silně ovlivněn řadou genetických a environmentálních faktorů (např. klimatické podmínky, složení půdy, zavlažování, hnojení, datum sklizně, atd.) [1,16].



- R :
- CH₃ (metiin)
 - CH₂CH=CH₂ (alliin)
 - CH₂CH₃ (etiin)
 - CH=CHCH₃ (izoalliin)

Typická chuť je tvořena enzymatickým štěpením S-alk(en)ylcystein sulfoxidy, kdy je narušena buněčná tkáň. V neporušené tkáni se alliin a další S-alk(en)ylcystein sulfoxidy nacházejí v cytoplazmě a enzym *alliináza* ve vakuolách. Narušení rostlinné tkáně (řezáním, krájením, sekáním atd.) vede k uvolnění *alliinázy* a následné eliminaci S-alk(en)ylcystein sulfoxidů na odpovídající alk(en)ylsulfenické kyseliny a α -aminoakryláty. Poslední směs se samovolně rozkládá na amoniak a kyselinu pyrohroznovou. Kondenzace vzniklých alkalických sulfokyselin vede ke vzniku tiosulfínátů, které jsou důvodem štiplavé chuti česneku, popř. cibule. Typickou vůni česneku způsobuje česneková silice tvořená organickými sloučeninami síry, která může být nahrazena v jednotlivých molekulách selenem. Selen je ve stopovém množství přijímán rostlinami, dostává se do proteinů ve formě selenových aminokyselin – selenometionin, selenocystein a metylselenocystein [16,17,18,19,20].

2.1.1 Alliin

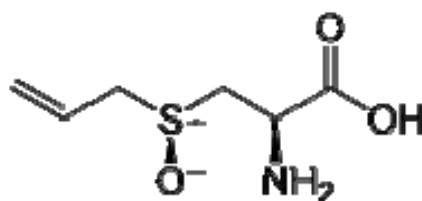
Nejdůležitější méně obvyklou aminokyselinou v česneku je S-allylcysteinsulfoxid, přesněji S-2-propenyl-L-cystein sulfoxid, triviálně zvaný alliin. Je to látka farmaceuticky neúčinná. Tvoří svazečky bílých, jemných, nepáchnoucích jehliček, dobře rozpustných ve vodě, nikoli však v organických rozpouštědlech (sliny, žluč, aceton, benzen aj.). Alliin je tepelně stabilní sloučenina, a proto při sušení česneku je zachovávána jeho biologická aktivita. Jeho obsah v čerstvém česneku je 0,2 - 2% [1,18,21,22].

Česnek používá alliin v obranném mechanismu proti napadení škůdci. Mnoho studií ukázalo, že alliin a enzym *alliináza* jsou umístěny odděleně.

Tato jedinečná organizace ukazuje, že je koncipována jako potenciální obranný mechanismus proti mikrobiálním patogenům česneku. Napadení stroužku plísněmi a jinými patogeny začíná tím, že rozruší membránu, která obklopuje enzym. To způsobí interakci mezi alliinem a *alliináзой* a rychle se začne produkovat allicin, který deaktivuje útočníka.

Vzniklé reaktivní molekuly allicinu mají velmi krátký poločas rozpadu. Tento velmi efektivní obranný mechanismus zajišťuje, že se aktivuje pouze velmi malé místo a na krátkou dobu, zatímco zbytek alliinu a *alliináza* reagují pouze v případě následného mikrobiálního útoku. Tímto způsobem se minimalizují případné škody na samotné rostlině, protože vyšší dávky allicinu by mohly být pro rostlinu toxické [2].

Enzymovou hydrolyzou alliinu tedy vzniká diallyltiosulfínát zvaný allicin. Obsah alliinu v česneku se může lišit u každé odrůdy a mají na něj vliv i environmentální podmínky [1,16, 18].



Alliin

2.1.2 Allicin

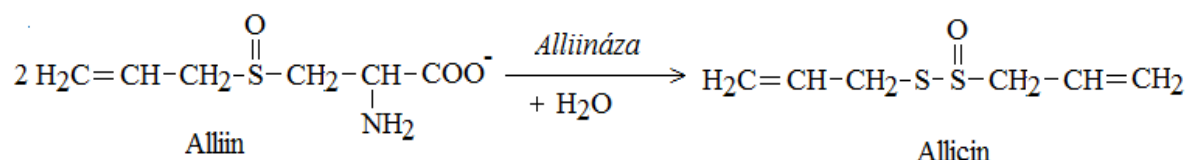
Samotný čistý allicin je slabě nažloutlá olejovitá tekutina česnekovitého zápachu a štiplavé chuti a je opticky neaktivní. Je slabě rozpustný ve vodě při 10 °C, ale dobře rozpustný v organických rozpouštědlech. Je velmi nestabilní a v neporušeném česneku se allicin nenachází. Vzniká až působením *alliinázy* na alliin při mechanickém rozrušení buněk v česneku, kdy se *alliináza* dostane do přímého kontaktu s alliinem. Tento proces, až do vzniku allicinu trvá 0,2 - 0,5 min. Při delším kuchyňském zpracování se tato termolabilní sloučenina degraduje na další produkty. V polárním prostředí se allicin disproportionuje za tvorby diallyltiosulfonátu (pseudoallicinu) a diallyldisulfidu, který dále poskytuje diallylsulfid a diallyltrisulfid. V nepolárním prostředí (např. při smažení) se z allicinu tvoří tzv. ajoeny a vinilditiiny. Ty vykazují významné biologické účinky jako je snižování krevního tlaku a hladiny cholesterolu a cukru v krvi, antikarcinogenní či antimutagenní aktivitu [1,16,18,21].

Allicin je hlavním nositelem antibiotických a dalších účinných vlastností česneku. Jeho antibiotická účinnost závisí na přítomnosti kyslíku. Redukcí se značně inaktivuje. Varem se rychle rozkládá zejména za alkalického pH. Studie na zvířatech ukazují, že allicin snižuje riziko aterosklerózy a ukládání tuků. Do jisté míry funguje jako antioxidant, ale v krvi

naopak působí jako oxidant. Jestliže je allicin smíchán s krví, během pár minut dochází k jeho vymizení, neboť allicin se váže na proteiny červených krvinek. Předpokládá se, že pokud je allicin požit ústy, okamžitě se váže na lumen (duté prostory uvnitř orgánů či organel) [20].

Allicin má velmi krátký poločas, je tedy velmi nestabilní a velmi brzy se po svém vstřebání ztrácí z krevního oběhu. Dle výzkumů bylo také zjištěno, že se allicin váže na bílkoviny a mastné kyseliny v plazmatických membránách. Ve skutečnosti, však po požití syrového česneku nebyla v krvi zjištěna přítomnost žádného allicinu [18].

Po roce 1950 bylo zjištěno, že allicin není jediná léčivá složka česneku [1,20].



Obrázek 6- Syntéza Alicinu [2]

2.1.3 Izoalliin

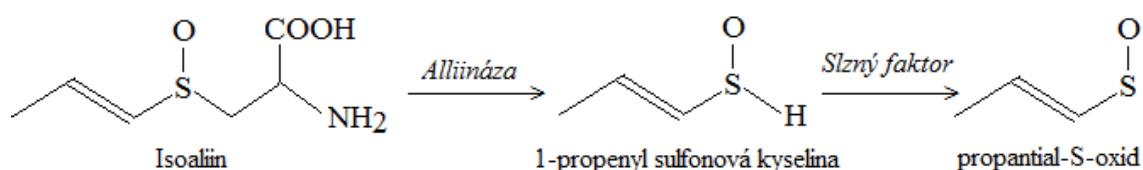
Jeho obsah v česneku je jen malý, ale má velký význam. Izoalliin je také derivát cysteinu, jeho rozkladné produkty mají typickou vůni a dráždí oči. Izoalliin je izomer alliiinu a liší se polohou dvojně vazby. Molekula má dvě chirální centra a existují čtyři stereoizomery. Obsah této látky je nejvyšší u cibule, ale nachází se v malém množství i v česneku.

Podobně jako alliin je izoalliin obsažen v cytoplazmě buněk a *alliináza* ve vakuolách. Při porušení integrity buňky vzniká z izoalliinu působením *alliinázy* nestálá sulfonová kyselina (1-propenyl sulfonová), která dále izomerizuje za katalýzy enzymu syntázy, která tak iniciuje slzení (Lachrymatory Factor Synthase) a vzniká plyn propantial-S-oxid. Plyn se šíří vzduchem, dostane se do očí, kde se navazuje na nervová vlákna na rohovce a aktivuje senzorické neurony. Vytváří tak nepříjemný štipavý pocit. Slzná žláza začne produkovat slzy na jeho zředění [1,3]

Během technologického zpracování česneku často dochází k nežádoucí tvorbě intenzivně barevných sloučenin (př. jasně zelená barva česnekové pasty). Primární prekurzorem je právě izoalliin. Ten je při porušení pletiva rozkládán již zmíněnou *alliináзой* za tvorby

prop-1-enylových tiosulfinátů. Tyto sloučeniny následně reagují s volnými aminokyselinami za tvorby barevných sloučenin. Vzniklé pigmenty však nejsou stálé a během několika dnů skladování dochází k jejich přeměně na hnědé, popř. žlutohnědé látky.

V cibuli a v česneku je izoalliin stabilní a na slzné látky přechází až po zranění rostliny nebo při zpracování, kdy se dostane do přímého styku s enzymem *alliináza*. Při nízkých teplotách lze této počáteční reakci zabránit. Izoalliin působí jako účinné antiseptikum a má lehké antibiotické účinky [3,16,17,18].

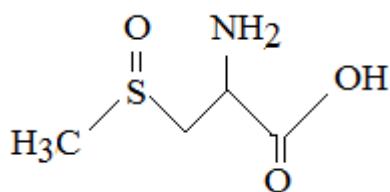


Obrázek 7- Rozklad izoalliinu [3]

2.1.4 Metiin

Prekurzorem metiinu, chemicky zvaného S-metylcysteinsulfoxid, je alliin. Metiin se v česneku nachází v množství 0,8 - 2,4 g.kg⁻¹. Jeho obsah je však ovlivněn druhem česneku a environmentálními podmínkami. Vyskytuje se i v jiných rostlinách, např. v zelí, cibuli, fazolích nebo v řepce olejce z jara. Stejně jako se štěpí alliin a izoalliin, analogicky se štěpí i metiin, za účasti enzymu *alliináza* při porušení pletiva česneku na dimetyldisulfid a dimetyltrisulfid. Tyto sulfidy se částečně podílí na aroma česneku.

Pro přežvýkavce je tato aminokyselina (známá také pod zkratkou SMCO) toxická, protože se během trávení přeměňuje pomocí bakterií na jedovatý dimetyldisulfid. Dimetyldisulfid se vstřebává do krve, oxiduje glutation, který chrání dvojmocné železo v krevním barvivu hemu před oxidací na jeho trojmocnou formu za vzniku methemoglobinu. Ten již není schopený přenášet plyny v dýchacím cyklu. Denurací methemoglobinu vznikají v krvi Heinzova tělíska, je narušena celistvost červených krvinek a dochází k hemolytické anémii, tedy chudokrevnosti, vyvolané rozpadem červených krvinek [16,23].



Metiin

2.1.5 Další fytoncidní látky

V roce 1948 uveřejnila skupina brazilských autorů zprávu o látce bez organicky vázané síry nalezené v česneku – garlicin. O této antibiotické látce nejsou příliš podrobné informace. Látka je silně antibiotická, tuhé povahy, málo rozpustná ve vodě, snadno rozpustná v organických rozpouštědlech. Tvoří slabě kyselé reagující roztok. Neobsahuje žádný kov ani síru. Není tak reaktivní jako allicin. Je pravděpodobné, že látka je velmi podobná struktuře laktonů. Jeho struktura však není docela známá. Garlicin by měl vykazovat svůj vysoký antibiotický účinek proti bakteriím *Escherichia coli* a mléčným bakteriím.

V téměř stejné době uveřejnila indická skupina autorů získání jiné substance z česneku, která dostala jméno allistatin. Látka získaná extrakcí éterem je ve vodě nerozpustná a má silný antibiotický účinek vůči *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Je účinná ve zředění 1 : 50 000 [1,3].

Studium bezsírých antibiotik je velmi významné, protože jsou to látky stabilní povahy [1].

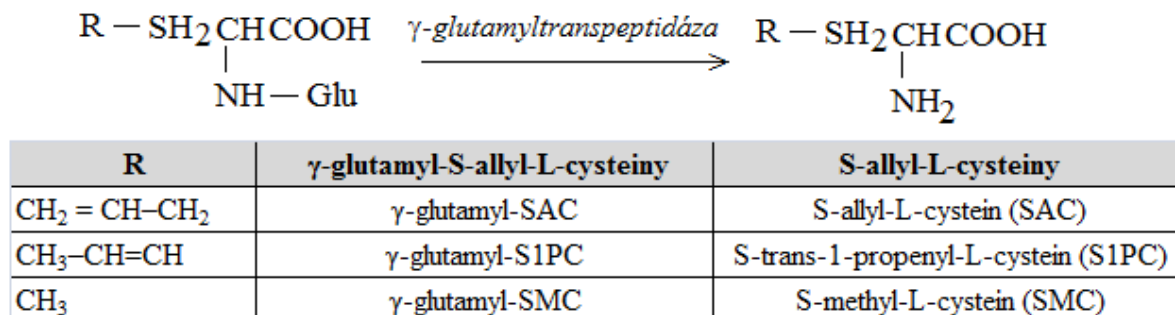
2.2 Další bioaktivní látky

Kromě fytoncidních látek obsahuje česnek i účinné látky s jiným působením, a to jak na krevní tlak, cholesterol, tak třeba proti otravám těžkými kovy, proti stárnutí nebo jako prebiotikum. Patří sem skordininy a většina rozkladných produktů allicinu jako ajoen, diallylsulfid, diallyldisulfid aj., vitaminy, minerální látky, glycidy, saponiny, některé hormonální látky a flavonoidy a enzymy, které zajišťují přeměnu neúčinných látek na účinné [1].

2.2.1 γ -glutamyl-S-allyl-L-cysteiny

γ -glutamyl-S-allylcysteiny jsou přeměňovány na S-allylcysteiny (SAC) během enzymatických reakcí působením γ -glutamyltranspeptidázy. SAC je sůl aminokyseliny zjištěná v

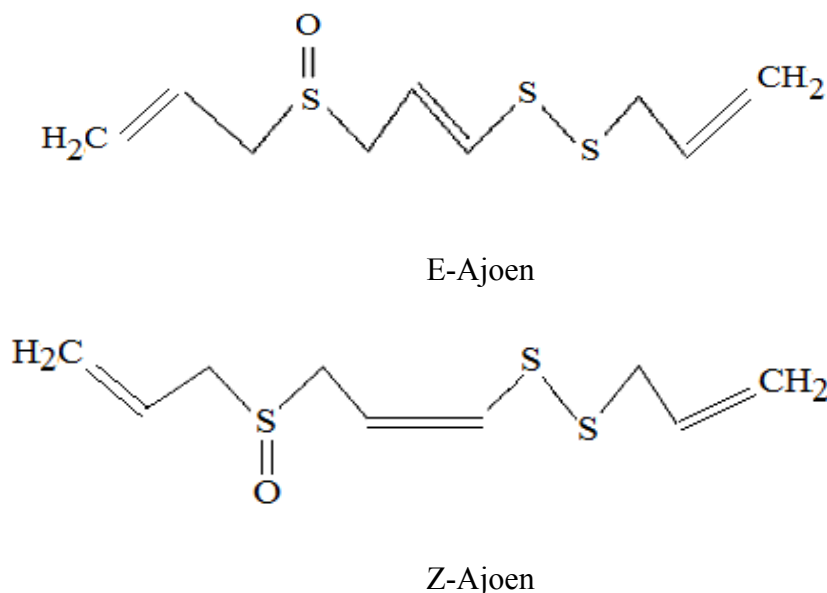
krvi [18]. γ -glutamyl-S-allylcysteiny chrání rostlinné buňky proti fyto toxickým těžkým kovům a může také sloužit jako zásobárna dusíku a síry [24].



Obrázek 8 - Vznik S-allylcysteinů odvozených od γ -glutamyl-S-allyl-L-cysteinů [3]

2.2.2 Ajoen

Tato látka je rozkladným produktem allicinu. Byla nalezena Blockem v roce 1984. Má dvě formy – E a Z. V čerstvém česneku dosud nebyl nalezen, ale má se za to, že vzniká samokondenzací allicinu. Klinicky bylo zjištěno, že ruší agregaci trombocytů a má antioxidační účinky. Ajoen vzniká při kontaktu allicinu nejčastěji s olejem nebo alkoholem [1,3,25].



2.2.3 Flavonoidy

Flavonoidy a jednoduché fenoly v rostlinách představují přirozený ochranný faktor proti plísním a jsou označovány jako fytoalexiny. Tyto bioaktivní látky zvyšují dvacetinásobně využitelnost vit. C, posilují obranyschopnost, působí jako antioxidanty a mají prokázané protinádorové účinky [1,26].

2.2.4 Skordininy

Mají složitou strukturu a byly izolovány Japonci ve varietě česneku paličák (*A. scorodoprasum*). Uvádí se, že potlačují shlukování trombocytů a mají mírné antibiotické působení a jeho účinnost je popsána i v oblasti prevence rakoviny [1,27].

2.2.5 Saponiny

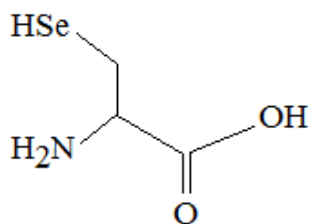
Česnek obsahuje saponiny odvozené od fytosterolu, sitosterolu. Jsou v něm obsaženy v malém množství a je jim přičítán hemolytický účinek. Spolu se steroidy a fytosteriny se podílejí na toxických účincích při vyšší konzumaci česneku [1,18].

2.2.6 Glycidy

Jsou v česneku obsaženy ve formě rostlinného inulinu – sinistrinu. Působí jako účinné prebiotikum. V suchých slupkách se nacházejí pektiny, cca 27 % [1].

2.2.7 Minerální látky

Pozornost budí především vysoký obsah selenu a germania, který souvisí s řadou farmaceutických vlastností. Česnek dovede selen hromadit a jeho koncentrace někdy dosahuje stonásobku přirozeného stavu. Selen v přírodě doprovází síru a jeho léčivé účinky mají neobyčejný význam při léčbě rakoviny. V potravinách je obsažen především ve formě selenových aminokyselin, které jsou součástí molekul proteinů. V česneku patří mezi hlavní složky selenocystein a organické selenidy [1,18].



Selenocystein

V česneku je také vysoký obsah draslíku, mědi a molybdenu. Litium je obsaženo ve větší míře než u cibule kuchyňské. Konečně i jód se v česneku vyskytuje v relativně značném množství a rostlina ho dokáže velmi dobře kumulovat [1].

2.2.8 Aminokyseliny

Česnek obsahuje všechny esenciální aminokyseliny. Nejvyšší obsah zaznamenává arginin.

Tabulka 1 – Aminokyseliny v česneku (Podle Parthasarathi, K. a Sastry, C., A.) [1]

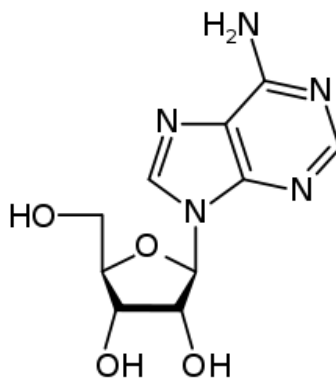
Aminokyselina	Množství v sušině (mg.g ⁻¹)
Alanin	0,66 - 1,37
Arginin	4,50 - 5,95
Kys. asparagová	1,31 - 2,36
Cystein	0,00 - 0,32
Kys. glutamová	1,63 - 2,70
Glycin	0,96 - 1,09
Histidin	0,61 - 8,30
Izoleucin	0,24 - 0,93
Leucin	0,47 - 1,44
Lyzin	1,05 - 2,27
Metionin	1,77 - 2,30
Fenylalanin	0,29 - 0,86
Prolin	1,05 - 1,18
Serin	0,83 - 1,18
Treonin	1,53 - 10,01
Tryptofan	0,61 - 1,20
Tyrozín	0,80 - 1,47
Valin	0,54 - 2,43

2.2.9 Vitaminy

Česnek je dobrým zdrojem důležitých vitaminů. Ačkoliv množství konzumovaného česneku není takové, aby pokryl vitaminovou potřebu pro organismus, sírné látky obsažené v česneku, dovedou účinky vitaminů zesilovat. Vitamin B₁ (tiamin) se v kombinaci s alliinem a allitiaminem snadno vstřebává ve střevech. Česnek obsahuje vitaminy skupiny B (B₁, B₃, B₅, B₆), vit. C, E, biotin aj. Obsahy jednotlivých vitaminů ve stroužku je různý a závislý na mnoha faktorech – odrůda, skladování, úprava, pěstování aj. [1,25].

2.2.10 Adenozin

Je nukleosid složený z molekuly nukleové báze a cukru ribózy. Podílí se na stavbě nukleových kyselin. V česneku i v cibuli se nachází ve velkém množství. Adenozin je základní látka pro důležité přenášející substance, např. Adenozinmonofosfát nebo adenosintrifostát, který je všeobecně považován za zásobní formu chemické energie v buňce. Adenozin je také účinným faktorem proti patologickému shlukování trombocytů. Normálně není zažívacím traktem přijímán, v česnekové silici je však přijímán rychle a dobře. Má se za to, že cystein-sulfoxid funguje jako doprovodná substance [1,3,28].



Adenozin

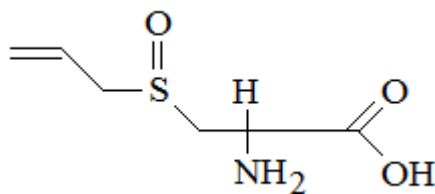
2.2.11 Enzymy

Jsou látky, které katalyzují biochemické pochody. Jejich přítomnost v těle je nepostradatelná pro metabolické funkce.

2.2.11.1 *Alliináza*

Též zvaný jako *alliinyláza*. *Alliináza* je klíčovým enzymem, který transformuje cystein sulfoxidy na tiosulfináty. Čistý enzym pracuje za optimálního pH 6,5. *Alliináza* je však

velmi citlivá na zahřátí, to je také důvodem pro údajně podstatně nižší ochranné účinky tepelně zpracovávaného česneku. Tento enzym také velmi špatně odolává kyselému prostředí, které je typické pro žaludek. Proto také již nedochází k tvorbě allicinu v zažívacím traktu. *Alliináza* se nachází jak ve vakuolách stroužků česneku, tak v cibuli [1,18,29,31].



Alliináza

2.2.11.2 Další enzymy v česneku

Česnek obsahuje i řadu jiných enzymů jako *fenylalaninamoniumlyázu* (PAL), která se účastní na tvorbě aromatických látek, *adenozintrifosfatázu* (ATP-áza) vázanou na lýkovou část česneku, *polyfenoloxidázu*, *peroxidázu*, která se účastní na změně barvy a ztrátě účinnosti sušeného česneku. V česneku se dále nachází *alkoholdehydrogenáza*, *superoxiddismutáza*, *esteráza*, *fosfogluoizomeráza*. Při stavbě a štěpení sacharidů v česneku působí řada specifických enzymů – *polyfruktozidáza* a *invertáza* (štěpí sacharózu a rafinózu), *transfruktozidáza* a *pektinesteráza*, odpovědná za viskozitu pektinů v čerstvé šťávě. *Inulináza* štěpí inulin, sacharózu a rafinózu. Enzymy *inulináza* a *invertáza* působí v klíčcích česneku, později nabývá převahu *inulináza*. V česneku též najdeme *hexokinázu*, která fosforyluje D-glukózu, D-fruktózu, D-mannózu a D-gukózamin. Enzym *argináza* odbourává arginin. *Lipáza* se účastní na snížení obsahu lipidů a cholesterolu v krvi. Česnek obsahuje dva druhy *lipáz*, kyselou a neutrální. Dalšími přítomnými enzymy jsou *glutamylpeptidáza* a γ -*L*-*glutamyl-transpeptidáza*, která se účastní na tvorbě γ -glutamyl-peptidů, *deoxyribonukleáza* (štěpí nukleové kyseliny), *lysozym* rozkládající stěny zejména gram⁺ bakterií a *guanylátcykláza* vykazující brzdící aktivitu proti tumorům [1].

3 ÚČINKY SLOŽEK ČESNEKU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS

Nejvíce protektivních látek se zachová při použití česneku za syrova (na chléb, topinky, do pomazánek, aj.). Účinně snižuje krevní tlak, působí preventivně proti kardiovaskulárním chorobám a rakovině orgánů zažívacího traktu. Česnek příznivě ovlivňuje vylučování trávicích šťáv, žluči, vyrovnává krevní tlak, snižuje obsah cholesterolu v krvi, působí při infekcích, proti srážení krevních destiček a proti tvorbě trombocytů [30].

3.1 Antibiotický účinek

Antibiotický účinek na bakterie, plísňe, viry a protozoa byl mnohokrát prokázán jak *in vivo*, tak *in vitro*. Za nejvýznamnější antibiotikum česneku je považován allicin. Tato antibiotická látka se nachází ve všech částech rostliny. Jako hlavní mechanismus účinku je považována inhibice sulfhydrylových skupin v některých enzymech mikroorganismů. Slabší antibiotický účinek mají též i některé sírné rozkladné produkty allicinu. Jiné významné antibiotikum v česneku je garlicin, který neobsahuje síru a je proto stabilní [1,32]. Antibiotická aktivita allicinu je pozoruhodná. Ještě ve zředění 1 : 85 000 až 1 : 125 000 dovede úplně brzdit gram⁺ stejně jako gram⁻ bakterie. Allicin je 15 krát účinnější než penicilin. V tomto ohledu existují mezi česneky značné odrůdové a technologické rozdíly. Antibiotickou aktivitu česneku je možné dočasně zvýšit chemickou konzervací octem (2 ml 2% kys. octové na 2,5 g česneku). Delším silnějším zahřátím se velká část antibiotického účinku ničí. Proto v případě, kdy se vyrábí sušený česnek horkou technologií, bývá účinek ztracen a naopak působí stimulačně na mnohé viry. Během skladování zeleniny se fytoncidní účinnost snižuje [1,28,32,33].

3.1.1 Antibakteriální účinek

Glaser a Drobnik v roce 1939 poznali antibakteriální působení česneku proti gram⁺ i gram⁻ bakteriím. Zjistili, že čerstvá česneková šťáva, vodní a alkoholové extrakty i lyofilizovaná moučka vykazují vysokou aktivitu. Čerstvá česneková šťáva byla účinná proti *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Stafylococcus*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus typhosus*, *B. dysenteriae*, *B. enteritidis*. Později se zjistilo, že je účinná i na rody *Stafylococcus*, *Clostridium* a *Proteus*. Dokonce i patogenní bakterie *Mycobacterium tuberculosis*, způsobující tuberkulózu, je citlivá k česneku. Česnek je účinný rovněž vůči gram⁻ patogenní bakterii *Helicobacter pylori*, která je jednou z příčin žaludečního vředu. Česnekové výtažky působí také proti stafylokokovému enterotoxinu A, B a C₁, potlačuje tvorbu plynu bakterie

Clostridium perfringens. Z těchto tvrzení vyplývá, že má česnek význam v konzervaci potravin [1,33].

Podle studií bakterií rezistentních na antibiotika (např. kmeny *Enterobacteriaceae* - *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri* a *Shigella sonnei*) jsou na allicin citlivé. Pak jsou tu i jiné bakterie jako mukoidní kmeny *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus hemolyticus* a *Enterococcus faecium*, které jsou vůči účinku allicinu odolné. Důvody pro tuto rezistenci jsou nejasné. Předpokládá se, že hydrofilní mukoidní vrstvy zabraňují pronikání allicinu do bakterie [3,33,38].

Tabulka 2 – Citlivost jednotlivých bakterií k allicinu [2]

Bakteriální kmen	Koncentrace allicinu (LD50 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)
<i>Escherichia coli</i>	15
<i>Staphylococcus aureus</i>	12
<i>Streptococcus pyogenes</i>	3
<i>Streptococcus β hemolyticus</i>	>100
<i>Proteus mirabilis</i>	15
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
<i>Acinetobacter baumannii</i>	15
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8
<i>Enterococcus faecium</i>	>100

Pozn: LD50 – smrtelná dávka pro 50 % populace

V humánní medicíně se baktericidní efekt uplatní především proti chorobám sliznice dutiny ústní, cest dýchacích, zánětu mandlí, kataru průdušek. Allicin zesiluje účinek antibiotik jako je streptomycin nebo chloramfenykol [1]. Vynikající výsledky se docilují u paradontózy.

3.1.2 Antimykotický účinek

Česnek vykazuje pozoruhodnou aktivitu proti patogením plísním a kvasinkám. P.V. Schmidt a U. Marquard v roce 1937 upozornili na mimořádné fungistatické a fungicidní působení česneku. Způsob účinku allicinu na buňky hub dosud nebyl zcela objasněn.

Ovšem vědci Adetumbi (1986) a Lemar (2002) uvádí, že česnekový extrakt snižuje růst kvasinek *Candida albicans*, a to inhibicí nukleových kyselin, bílkovin a syntézy tuků [21].

Celá řada vědců testovala jednotlivé látky v česneku a došli k závěru, že účinná látka je především allicin, který jak zjistil prof. David Mirelman inhibuje jak klíčení spór, tak růst hyf. Na některé patogenní plísňe je selektivně účinný i ajoen [1,2].

U pivovarských kvasnic zastavuje tvorbu alkoholu a CO₂. Američtí vědci prokázali, že účinek není obecný, ale specifický na jednotlivé rody nebo druhy plísni a kvasinek.

Bylo dokázáno, že vodní extrakt česneku již v malé koncentraci (1 : 32 - 1 : 40) brzdí růst patogenních plísni, jako jsou *Coccidioides immitis*, *Auxarthron zopfianum*, *Uncinocarpus resii*, které jsou původci kokcidiózy. Další studie prokázaly, že allicin je účinný proti *Histoplasma capsulatum*, plísni, která způsobuje nemoc podobnou tuberkulóze [21].

Tabulka 3 – Citlivost jednotlivých patogenních kvasinek k allicinu [2]

Kmen kvasinek	Koncentrace allicinu (MIC µg.ml ⁻¹)
<i>Candida albicans</i>	0,30
<i>Candida neoformans</i>	0,30
<i>Candida parapsilosis</i>	0,15
<i>Candida tropicalis</i>	0,30
<i>Candida krusei</i>	0,30
<i>Torulopsis glabrata</i>	0,30

Pozn: MIC – minimální inhibiční koncentrace

3.1.3 Antivirotický účinek

Dosud je k dispozici jen málo výsledků výzkumu o působení česneku proti virovým chorobám. Jsou známé zprávy, že při chřipkové epidemii v Rusku bylo importováno 500 t česneku k jejímu akutnímu zvládnutí. V pokusech na zvířatech se profylaxe ukázala účinná, zatímco aplikace v době rozvinuté infekce už byla neúčinná. Virocidní efekt byl pozorován u herpesviru, parainfluenze, rinoviru a viru vezikulární stomatitidy. Účinnou látkou je allicin, diallyldisulfid a diallyltrisulfid, který je účinný proti cytomegaloviru, původci mnoha chronických onemocnění lidí. Ovšem ajoen vykazuje obecně větší antivirovou aktivitu. Tato aktivita je zesílena fluoridem sodným [2,21].

Narozdíl od chřipky je česnek neúčinný proti encefalitidě. U viru *Polimomyelitis*, původce dětské choroby, je česnek jako profylaktikum velmi úspěšný. Obecně platí, že česnek je účinný při profylaxi. Při léčbě onemocnění je již pozdě a česnek infekci nezvládne [1].

3.2 Antiparazitický účinek

Jeden z mnoha důvodů proč je česnek oblíben právě v jihoamerických zemích je právě jeho antiparazitický účinek. Spektrum působnosti sahá od roupů, přes škrkavky až po tasemnice. Stejně jako působením silice z mrkve i zde působí účinná látka česneku na červy nejprve povzbudivě a vytlačuje je tak do dolní části střeva. Vyšší dávky česneku pak způsobí jejich ochrnutí, takže už nekladou odpor při vypuzování. Zvláště výhodný postup při napadení parazity je kombinované využití mrkve a česneku v potravě. Jako účinná látka je allicin, zatímco diallyldisulfid se zdá být neúčinný. Tento poznatek o silném antihelmintickém působení česneku je aplikovatelný i ve veterinární medicíně [1,32].

3.2.1 Insekticidní účinek

Bylo zjištěno, že insekticidně působí látky diallyldisulfid a diallyltrisulfid. Mechanismus účinku byl odhalen. Oligosulfidy blokuje syntézu důležitých bílkovin v larvách hmyzu a způsobí tak jejich odumření. Česnek je účinný např. proti listovým mšicím. Česnek má také repelentní účinek. Na mnohý hmyz působí zápach česneku odpudivě. Éterický olej česneku odpuzuje klíště (*Ixodes ricinus*), které je přenašečem virového onemocnění encefalidity. J. Kbelík v roce 1970 zjistil, že česneková silice zabíjí klíšťata během několika minut. Silný zápach diallyldisulfidů působí odpudivě nejen na hmyz, ale i na ptáky. Polní pokus provedený v Bomběji ukázal, že česnekový olej je účinný hned na několik druhů komára [1,21].

3.3 Antikarcinogení účinek

Většina látek vyvolávajících rakovinu nepoškozuje tkáň hned, ale tvoří nejdříve prekancerogeny, které jsou zpočátku neškodné - fáze iniciace. Teprve, když se tento předstupeň aktivuje, začnou se tvořit nebezpečné látky, jež mohou vyvolat skutečně rakovinné bujení - 2. fáze - promoce. Poslední fáze je progres, kdy propukne maligní bujení a dochází k růstu nádorů. V těle jsou četné mechanismy, které zabraňují aktivaci těchto maligních buněk

a tím chrání tkáň. Mechanismus působení česnekových látek tkví v brzdění procesu mitózy. Česnekový extrakt působí na povrch chromozómů [30].

Testované osoby, které přijímaly denně po dobu tří týdnů 0,5 g čerstvého česneku, na kg tělesné hmotnosti, produkovaly více přirozených smrtících buněk eliminujících nádor. Obyvatelé Georgie v USA ve velké míře pěstují cibuli a česnek a je zde výskyt karcinomu o polovinu menší než u průměrných Američanů. Při modelovém pokusu bylo zjištěno, že extrakt z česneku povzbudí buňky eliminující nádorové bujení, aby ve větším množství pronikaly do rakovinné tkáně [30].

Allicin a jeho antibakteriální aktivita vůči *H. pylori* má za následek prevenci rakoviny žaludku. *Helicobacter pylori* kromě vředů v žaludku může způsobit i rakovinové bujení. Tato bakterie je rezistentní vůči antibiotikům, proto se zdá být česnek jako vhodný k léčbě vředů či rakoviny žaludku, poněvadž na allicin *H. pylori* rezistentní není [34].

Vědci uskutečnili řadu pokusů na myších. Vpravili *alliinázu* do lymfatických uzlin pokusných zvířat napadených zhoubnými nádory. Pouhé tři dny stačily na to, aby nemocné buňky z 85 až 96 % podlehly působení allicinu, zatímco zdravé buňky zůstaly zcela neporušené. Metoda byla efektivní i v případě testů proti rakovině žaludku. Profesor David Mirelman, který výzkum vedl, se domnívá, že allicin by mohl být potencionálně schopen díky *alliináze* zlikvidovat rakovinové buňky kdekoli v lidském těle. Nyní hledají vědci optimální způsob, jak tuto alternativní a šetrnější metodu aplikovat na lidský organizmus [1,3,30]. Česnek dokáže rakovinu brzdit a předcházet jí, při již rozvinuté rakovině je však příliš slabý a neúčinný [1].

3.4 Snižování lipidů a zejména cholesterolu

Oficiální medicína se dlouhou dobu přiklání k tvrzení, že česnek zabraňuje kornatění cév, a tím prodlužuje lidský život. Teprve v roce 1975 dospěli vědci Jain a Konar při pokusech s králíky krmenými česnekem k prokazatelným výsledkům, stupeň arteriosklerózy u nich byl o 50 % nižší než u ostatních králíků, kteří sice dostávali totéž krmení vyvolávající arteriosklerózu, ale bez česneku. Krátce na to zjistili vědci Kerekes a Fasz, že česnek snižuje hladinu tuku a cholesterolu v krvi i u člověka. Indičtí vědci uvádí, že konzumace 10 g čerstvého česneku denně po dobu 2 měsíců výrazně snižuje cholesterol, a to o 15 - 28,5 %. Tím se sníží i riziko infarktu o 30 %. Výzkum, provedený v roce 1988 v Německu, pozoroval 40 lidí středního věku s vysokou hladinou cholesterolu ($295 \text{ mg} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$). Polo-

vina z nich užívala třikrát denně po dobu 3 měsíců stroužek česneku. Hladina cholesterolu této skupiny lidí se snížila o 20 %, aniž by byly upozorované jakékoli vedlejší účinky. Česnekové extrakty snižují v krvi zvláště hladinu LDL (Low Density Lipoprotein, nízkodenzitní lipoprotein), který způsobuje arteriosklerózu a kardiovaskulární choroby jako infarkt myokardu a další. Zato však znásobují HDL (High Density Lipoprotein, vysokodenzitní lipoprotein) [21,29].

Snižování hladiny cholesterolu způsobuje allicin. Mechanismus působení spočívá v přerušení biosyntézy cholesterolu [1,32,35].

3.5 Hypotenzní účinek

Vysoký krevní tlak je jedním z hlavních rizikových faktorů aterosklerózy. Loper a Debray zkoumaly účinky česneku na krevní tlak a došli k zajímavým výsledkům. Z 26 testovaných hypertenzních jedinců, kteří měli přísun 0,31 g česneku po tři dny, se snížil krevní tlak 85 % z nich. Při užívání česneku dochází ke snížení systolického i diastolického tlaku. Užíváním česneku lze snížit krevní tlak o 10 %, což je stejný výsledek, jako při užívání léků na snížení tlaku – reserpin [21,29].

3.6 Prebiotický účinek

Význam prebiotik tkví v tom, že nestravitelné sacharidy v kolonu působí jako substrát vhodný pro bifidobakterie, jež jej prokvašují a vznikají těkavé mastné kyseliny: máselná, octová a propionová. Tím dochází v kolonu k osídlení zdraví prospěšnou mikroflórou. Takovou látkou je polysacharid inulin. Ten se nachází v česneku v zastoupení kolem 16 %, v póru až 10 %, v cibuli až 7,5 % [3,30].

Výsledkem příjmu prebiotik je vytvoření příhodných podmínek pro bifidobakterie a laktobakterie. Prebiotika snižují aktivitu a množení patogenních bakterií (zejména *Clostridium*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus* a dalších), preventivně působí proti zácpě (zvětšením objemu stolice), zrychlují střevní peristaltiku a průchodem tráveniny střevní pasáží dochází k rychlejšímu odstranění toxických látek z organismu. Prebiotika spolu s antioxidanty snižují možnost vzniku kolorektálního karcinomu [30,36,37].

3.7 Působení při chronické otravě olovem

Tento účinek se nedávno podařilo dokázat vědci Petkovovi. Příznaky otravy olovem zmizely při podávání česneku mnohem rychleji než obvykle. U dělníků pracujících s olovem se příznaky otravy ani neobjevily, pokud byl preventivně pravidelně podáván česnek. Pozitivní působení bylo exaktně dokázáno rozbořením krve a moči [32]. Tato schopnost česneku zabraňovat otravám těžkými kovy sehrává právě v době zvýšeného znečištění životního prostředí důležitou úlohu [32].

3.8 Nežádoucí účinky česneku

Použití česneku účinkuje k posílení těla a pomáhá při léčbě nemocí. Česnek může nicméně obsahovat komponenty, které mohou vyvolat nežádoucí účinky. Česnek se může ovlivňovat s jinými bylinami, doplňky či léky [1]. Česnek je považován za bezpečnou a netoxickou potravinu. Škodit ovšem může při nadměrných dávkách. Mezi nežádoucí účinky mohou patřit: žaludeční nevolnost, nadýmání, zápach z úst, tělesný zápach a ostrý pocit na kůži při manipulaci s příliš čerstvým nebo sušeným česnekem. Další nežádoucí účinky zahrnují bolesti hlavy, únavu, ztrátu chuti k jídlu, bolesti svalů, závratě a alergie, jako jsou astmatické reakce, kontaktní dermatitida (kožní vyrážka), zánět spojivek, kopřivka, anafylaxe a angioedém [21].

Česnek má krev-ředící vlastnosti, což je důležitá informace, co se týče operací nebo porodu. Příliš mnoho česneku může zvýšit riziko krvácení během nebo po těchto zákrocích.

3.8.1 Možné interakce

Česnek může změnit funkce některých volně prodejných léků. Pokud probíhá léčba s některým z těchto léků, neměl by se česnek užívat ve vyšším množství.

- Protidestičkové léky - česnek může zvyšovat aktivitu léků, které inhibují činnost krevních destiček v těle. Mezi takové léky patří indometacin, dipyridamol, plavix a aspirin.
- Krev-ředící léky - zde byly zprávy o možné interakci mezi česnekem a warfarinem, které by mohly zvyšovat riziko krvácení u pacientů, jež tento lék užívají.
- Inhibitory *proteáz* - česnek může snižovat hladinu inhibitorů *proteáz*, léky používané k léčbě lidí s virem lidské imunodeficiency (HIV). K takovýmto lékům patří např. include indinaviru, ritonavir a sachinavir [22].

ZÁVĚR

První kapitola je věnována botanickému označení rodu *Allium*. Jedná se o jednoděložné rostliny řádu Chřestotvaré (*Asparagales*). Jsou to vytrvalé pozemní byliny s jednoduchými či složenými cibulemi, přízemními jednoduchými listy, které jsou uspořádané nejčastěji dvouřadě nebo spirálně a jsou s listovými pochvami. Květenství je okolíkovaté a je nejčastěji tvořeno šroubelem nebo vijanem. Jsou to rostliny jednodomé s oboupohlavními květy, v květenství mohou být přítomny pacibulky. Mají jednoduché věnčité okvětí, z 6 volných lístků. Tyčinek je zpravidla 6. Semeník je svrchní, plodem je tobolka. Celé rostliny mají charakteristické aroma, které způsobují těkavé látky na bázi sulfidů.

Druhá kapitola se zabývá druhy rodu *Allium*, které jsou z farmaceutického hlediska nejzajímavější. Patří sem *Allium sativum*, *A. ursinum*, *A. cepa*, *A. schoenoprasum* a *A. porrum*. Liší se navzájem nejen vzhledem, ale i obsahovými látkami. Nejvíce jich nalezneme v *Allium sativum*, ale i zde se obsahy účinných bioaktivních látek liší. Příčinou jsou klimatické podmínky, odrůda, hnojení, skladování a mnohé další. S tímto souvisí i problematika dovozu čínskému česneku, který válkuje nejen český trh. Čínský česnek má mnohem menší aroma z důvodu nižšího obsahu sirných sloučenin. Obsahuje i méně vitaminů. Je chemicky ošetřován a bělen chlorem, má z fyziologického hlediska nesmyslnou trvanlivost. Do českých obchodů se dostane česnek i rok starý. Poptávka po českém česneku však v posledním roce stoupá, přestože cena za kvalitní český česnek je dvakrát dražší. V České republice je v současné době registrováno celkem 19 odrůd a další dvě by měly být registrovány v průběhu letošního roku. Více odrůd má v EU pouze Francie. Česnek je nejzajímavější svými obsahovými látkami, kterým je věnována další část práce.

Česnek obsahuje až 79 % vody. Ve zbylých 21 % se vyskytují významné látky s léčebnými a nutričně prospěšnými vlastnostmi. Jsou to sloučeniny obsahující síru (alliin, metiin, propiin, izoalliin di-a polysulfidy, ajoen aj.), jejichž prekurzorem je derivát cysteinu. Jsou původcem typického zápachu, mají léčivé vlastnosti a zesilují účinek vitaminů obsažených v česneku. Mezi tyto vitaminy patří především A, B₁, B₃, B₅, C jako protektivní faktor, což je látka brzdící koagulaci krve a vitamin E. Česnek obsahuje také enzymy - peroxidázu, deoxyribonukleázu, invertázu, fosfomonoesterázu a tyrozinázu a nejvýznamnější enzym *alliinázu*, která mění neúčinné S alk-(en)-ylcystein sulfoxidy na odpovídající alk-(en)ylsulfenické kyseliny. Česnek dále obsahuje hormonální látky - gibbereliny, glycidy - sinistrin (rostlinný inulin), minerální a stopové prvky jako je např. Se, Ge,

I, přičemž v souvislosti se selenem, který v přírodě doprovází síru, se mluví o jeho antikarcinogenních účincích. Z dalších obsahových látek je to řada aminokyselin (cystein, cystin, metionin, lyzin), bezsirná antibiotika - garlicin a allistatin, flavonoidy (př. quercetin), často v rostlinách označovány jako fytoalexiny, které slouží jako aktivní obranná látka rostlin. V česneku můžeme také najít steroidy a fytosteriny, které se spolu se saponiny podílí na toxických účincích česneku při jeho vyšší konzumaci a mnoho dalších látek.

Jak už bylo řečeno, obsah jednotlivých látek silně kolísá v závislosti na odrůdě, původu, půdě, počasí, hnojení, ošetřování apod. Zejména to platí o obsahu síry, který kolísá u jednotlivých odrůd v rozmezí více než 10 %. K obsahu síry je úměrná antibiotická a jiná léčebná účinnost uvedená v poslední části práce.

Nejvíce účinných látek si česnek zachová při použití za syrova (na chléb, topinky, do pomazánek, aj.). Česnek účinně snižuje krevní tlak, působí preventivně proti kardiovaskulárním chorobám a rakovině orgánů zažívacího traktu. Také příznivě ovlivňuje vylučování trávicích šťáv, žluči, snižuje obsah cholesterolu v krvi, působí při infekcích, proti srážení krevních destiček a proti tvorbě trombocytů.

Použití česneku účinkuje k posílení těla a pomáhá při léčbě nemocí. Česnek může nicméně obsahovat komponenty, které mohou vyvolat nežádoucí účinky (žaludeční nevolnost, nadýmání, zápach z úst, tělesný zápach a ostrý pocit na kůži, bolesti hlavy, závratě, alergie). Česnek se může ovlivňovat s jinými bylinami, doplňky či léky a má krev-ředící vlastnosti. Příliš mnoho česneku může zvýšit riziko krvácení během nebo po operačních zákrocích či porodu. Všechny tyto nežádoucí účinky se však vyskytují zřídka a česnek lze považovat za velmi zdraví prospěšnou rostlinu. Konzum česneku není u nás malý, spíše naopak, ovšem z odborného lékařského hlediska je využíván velmi málo, spíše nevyužíván. Přitom vše nasvědčuje tomu, že jeho antibiotické a jiné pozitivní účinky jsou nezanedbatelné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Konvička, O. *Česnek (Allium sativum L.)*, Olomouc 1998, ISBN: 80-238-1928-3
- [2] Ankri, S. Mirelman, D. Antimicrobial properties of allicin from garlic, *Microbes and Infection*, 2, s. 125 - 129, 1999
- [3] Večeřová, E. (2010), *Využití rostlin z čeledi česnekovitých ve výživě*, Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, bakalářská práce
- [4] Trnková, L. [cit. 25. 3. 2011], dostupné na:
<http://cheminfo.chemi.muni.cz/ktfch/trnkova/bfch/pdf/selen.pdf>
- [5] Anonym, [cit. 9. 3. 2011], dostupné na:
<http://www.veronica.host.sk/fytoterapia/herbar/029.htm>
- [6] Anonym, [cit. 9. 3. 2011], dostupné na:
<http://www.svetdecoupage.cz/image.aspx?t=detail&id=81cb8f80-4091-49b8-b714-9ce6d4b2c343>
- [7] Lišková, B. [cit. 12. 3. 2011], dostupné na:
web2.mendelu.cz/af_211_multitext/.../cesnek_medvedi.rtf
- [8] Anonym, [cit. 12. 3. 2011], dostupné na:
http://www.herbs2000.com/images/herbs_onion.jpg
- [9] Anonym, [cit. 12. 3. 2011], dostupné na:
<http://biberl.i24.cc/boehmerts.de/kraeuter/zwiebel/zwiebel.jpg>
- [10] Anonym, [cit. 2. 2. 2011], dostupné na:
<http://www.ayushveda.com/dietfitness/benefits-of-chives/>
- [11] Anonym, [cit. 5. 5. 2011], dostupné na: <http://botanix.org/?p=28>
- [12] Kozák, J. [cit. 5.5.2011], dostupné na: <http://www.k-cesnek.cz/>
- [13] Huang, S. Increased U.S. Imports of Fresh Fruit and Vegetables, *A Report from the Economic Research Service*, s. 14, 2009
- [14] Anonym, [cit. 4. 5. 2011], dostupné na: <http://hnutiduha.cz/nase-prace/biopotraviny/kam-zmizel-cesky-cesnek/>

- [15] Bachmann, J. Organic garlic Production Appropriate, *Technology Transfer for Rural Areas*, 6, s. 1 – 8, 2001
- [16] Velíšek, J. *Chemie potravin II.*, OSSIS 2009, ISBN: 978-80-86659-16-9
- [17] Velíšek, J. a kolektiv, Profiles of S-Alk(en)ylcysteine Sulfoxides in Various Garlic Genotypes, *Czech Journal of Food Science*, 4, s. 298 - 30, 2010
- [18] Nováková, B. (2010), *Česnek z potravinářského a chemického hlediska*, Zlín: UTB, technologická fakulta, bakalářská práce
- [19] Vašková, P. (2006), *Selen v lidské výživě*, Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Bakalářská práce
- [20] Lucier, G. Garlic: Flavor of the Ages, *Agricultural Outlook*, 6 , s. 7 - 10, 2000
- [21] Singh, K., V., Singh, K., D., Pharmacological Effects of Garlic (*Allium sativum* L.), *ARBS Annual Review of Biomedical Sciences*, 10, s. 6 - 26, 2008.
- [22] Steven, D. [cit. 14. 4. 2011], dostupné na:
<http://www.umm.edu/altmed/articles/garlic-000245.htm>
- [23] Kulovaná, E. [cit. 8. 3. 2011], dostupné na:
http://www.agroweb.cz/HEMOLYTICKE-UCINKY-BRUKVOVITYCH-PLODIN-NASRNCI-ZVER__s44x8470.html
- [24] Anonym, [cit. 2.5.2011], dostupné na: <http://ossis.kat.cz/texty/biosynthesis-sample.pdf>
- [25] Butt, S. M. Sultan, T. M. Garlic: Nature's Protection Against Physiological Threats, *Food Science and Nutrition*, 49 (10), s. 538 - 551, 2009
- [26] Manoušková, L. (2007), *Kolorektální karcinom - prevence a léčba*, , Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, bakalářská práce
- [27] Anonym, [cit. 27.3.2011], dostupné na: <http://www.healthway.co.jp/garic2-e.htm>
- [28] Cívínová, J. (2005), *Česnek*, Brno:, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Bakalářská práce
- [29] Feldberg, S. R. a kol. In Vitro Mechanism of Inhibition of Bacterial Cell Growth by Allicin, *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 32 (12), s. 343 - 347, 1988

- [30] Bulková, V. (2008) *Protektivní látky rostlinného původu v prevenci neinfekčních*, Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Disertační práce
- [31] Jones, M., G., Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic, *Journal of Experimental Botany*, 55 (404) , s. 1904 - 1915, 2004
- [32] Böhmig, U., *Přírodní léčitelství v domácí praxi*, 1993 Olomouc, ISBN: 80-85634-27-9
- [33] Egbobor, M., A comparative assessment of the antimicrobial Effects of garlic (*allium sativum*) and antibiotik On diarrheagenic organisms, *Southeast asian j trop med public health*, 38 (2) , s. 343 - 347, 2007
- [34] Syviam, G., P., Protection against *Helicobacter pylori* and Other Bacterial Infections by Garlic, *Journal of Nutrition.* , 138(1) , s. 106 - 108, 2001
- [35] Linditsch, J., *Léčíme se česnekem*, Praha 2000, ISBN: 80-240-1692-3
- [36] Mullerová, D. *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí ve schématech*. Praha Triton 2003, ISBN 80-7254-421-7
- [37] Kalač, P. *Funkční potraviny - kroky ke zdraví*. DONA, České Budějovice 2003, ISBN 80-7322-029-6
- [38] Adeshina, O. G. Antibacterial activity of fresh juices of *allium cepa* and *Zingiber officinale* against multidrug resistant bacteria, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2, s. 289 - 293, 2011

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LFS *Lachrymatory factor synthese* (Syntáza slzného faktoru).

PAL *Fenylalaninamoniumlyáza*

SAC *S-allylcystein*.

SMCO *S-metylcysteinsulfoxid* (metiin).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- <i>Allium sativum</i> (celá rostlina, cibule a detail květenství [5,6]).....	1
Obrázek 2- <i>Allium ursinum</i> (rostlina a detail květenství) [7]	1
Obrázek 3- <i>Allium cepa</i> [8, 9].....	1
Obrázek 4 – <i>Allium schoenoprasum</i> L. (celá rostlina a detail květenství) [10].....	17
Obrázek 5 – <i>Allium porrum</i> (celá rostlina a detail květenství) [11].	18
Obrázek 6- Syntéza Alicinu [2]	22
Obrázek 7- Rozklad izoalliinu [3]	23
Obrázek 8 - Vznik <i>S</i> -allylcysteinů odvozených od γ -glutamyl- <i>S</i> -allyl-L-cysteinů [3]	25

SEZNAM TABULEK

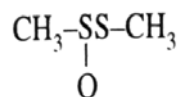
Tabulka 1 – Aminokyseliny v česneku (Podle Parthasarathi, K. a Sastry, C., A.) [1]	27
Tabulka 2 – Citlivost jednotlivých bakterií k allicinu [2].....	31
Tabulka 3 – Citlivost jednotlivých patogenních kvasinek k allicinu [2]	32

SEZNAM PŘÍLOH

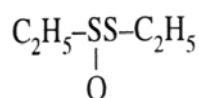
PI Strukturální vzorce látek s obsahem síry v česneku

PŘÍLOHA P I: STRUKTURÁLNÍ VZORCE LÁTEK S OBSAHEM SÍRY V ČESNEKU

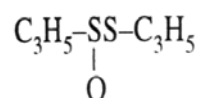
1 Dimethylthiosulfinát



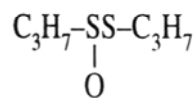
2 Diethylthiosulfinát



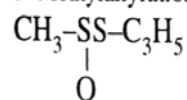
3 Allicin



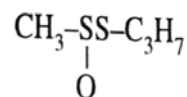
4 Diprophylthiosulfinát



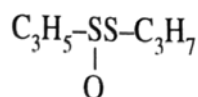
5 Methylallylthiosulfinát



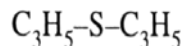
6 Methylpropylthiosulfinát



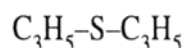
7 Allylpropylthiosulfinát



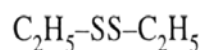
8 Methylallylsulfid



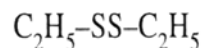
9 Diallylsulfid



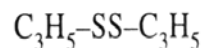
10 Dimethyldisulfid



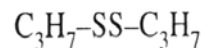
11 Diethyldisulfid



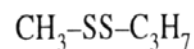
12 Diallyldisulfid



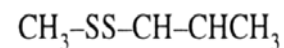
13 Dipropyldisulfid



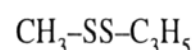
14 Methyl-n-propyldisulfid



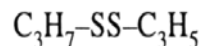
15 Methyl-1-propenyldisulfid



16 Methylallyldisulfid



17 n-Propylallyldisulfid



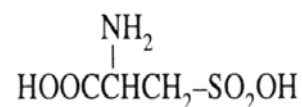
18 Dimethyltrisulfid



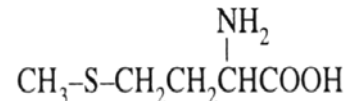
19 Methylallyltrisulfid



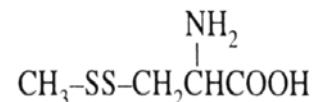
20 Cystein



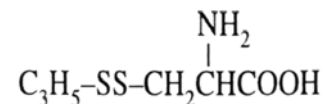
21 Methionin



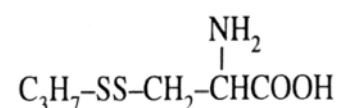
22 S-Methylmercaptocystein



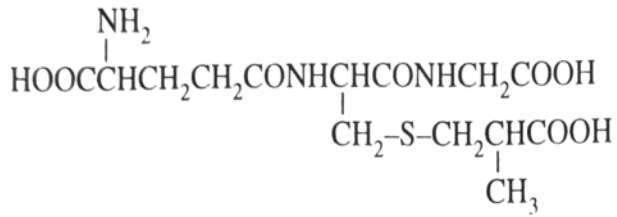
23 S-Allylmercaptocystein



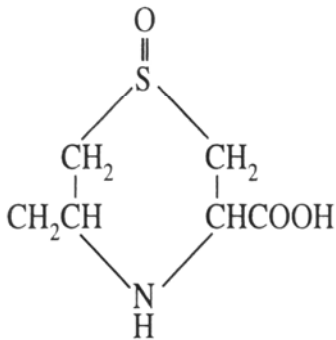
24 S-Propylmercaptocystein



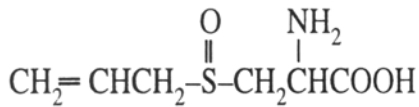
25 S-(2-Carboxypropyl)-glutation



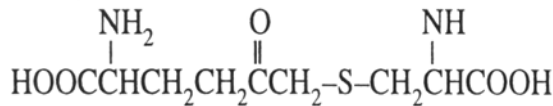
26 Cycloalliin



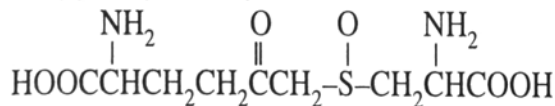
27 Alliin



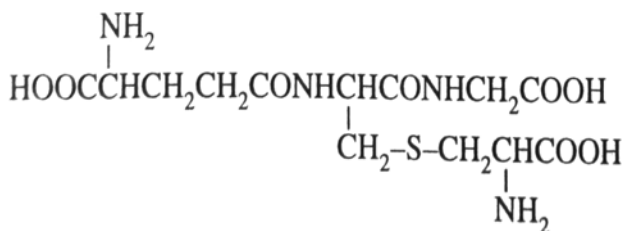
28 γ -glutamyl-S-methylcystein



29 γ -glutamyl-S-methylsulfoxid



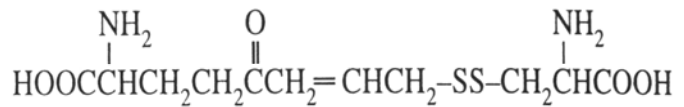
30 γ -glutamyl-S- β -carboxymethylethylcystein



31 γ -L-glutamyl-S-allylcystein



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



33 S-Allylmercapto-L-cystein

