Vliv manganu a molybdenu na chemické složení zeleniny

Bc. Vendula Vaculová

Diplomová práce
2008

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Vendula VACULOVÁ**
Studijní program:	**N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce:	**Vliv manganu a molybdenu na chemické složení zeleniny**

Zásady pro vypracování:

1. **Obecně charakterizujte zeleninu a zaměřte se na rajčata.**
2. **Popište vlastnosti manganu a molybdenu ve vztahu k živým organismům.**
3. **V experimentální části sledujte vliv stupňovaných dávek půdního manganu a molybdenu na jakostní ukazatele plodu rajčat.**
4. **Založte a veďte nádobový pokus se stupňovanými dávkami manganu a molybdenu v půdě.**
5. **U rajčat vypěstovaných v nádobovém pokusu sledujte: distribuci zkoumaných kovů a dále jejich vliv na obsah sušiny, kyselin, dusíku a fosforu.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

DOLEJŠÍ, A. Zelenina na zahrádce, 1. vydání Praha: Státní zemědělské nakladatels ství, 1982. 216s. ISBN 07-082-82.
RICHTER, R. a kol. Výživa a hnojení rostlin /obecná část/, 1. vydání Brno: MZLU, 1997. 177s. ISBN 80-7157-138-5.
URSELLOVÁ, A. Vitamíny a minerály, 1. vydání Bratislava: vydavatelství NOXI, s.r.o., 2004. 128s. ISBN 80-89179-00-2.
PROKEŠ, J. Základy toxikologie, 1 vydání Praha: nakladatelství Galén a Univerzita Karlova v Praze, 2005. 248s. ISBN 80-7262-301-X (Galén), ISBN 80-246-1085-X (Karolinum).
GOUGH, L. P.; SHACKLETTE, H. T.; CASE, A. A., Element concentrations toxic to plants, animals and man, U.S. Geol. Surv. Bull., 1979. 80p.
MURPHY, L.S.; WALSH, L.M., Correction of micronutrient deficiencies with fer-tilizers, in Micronutrients in Agriculture, Mortvedt, J. J., Giordano, P. M.; Lindsay, W.L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, Wis., 1982. 347p.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Otakar Rop, Ph.D.**
Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **6. listopadu 2007**

Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2008**

Ve Zlíně dne 2. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

L.S.

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta technologická

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo sledovat vliv manganu a molybdenu na vybrané ukazatele jakosti u plodů rajčat. Rajčata byla pěstována v plastových vegetačních nádobách a byla použita odrůda rajčat Domino F1. Plody byly analyzovány ve sklizňové konzumní zralosti a bylo provedeno stanovení sušiny, organických kyselin, fosforu a dusíku v plodech rajčat. Součástí diplomové práce je rozsáhlý literární přehled týkající se chemického složení zeleniny, zejména rajčat a jejich významu v lidské stravě. Dále byly uvedeny důležité živiny, nacházející se v rostlinách se zaměřením zejména na mangan a molybden.

Klíčová slova: zelenina, rajčata, mangan, molybden, sušina, organické kyseliny, fosfor, dusík.

ABSTRACT

The goal of this thesis was to observe the effect of manganese and molybdenum select quality index in tomatoes. A variety of Domino F1 tomatoes were used and grown in plastic vegetative boxes. Once these tomatoes were ripened they were analysed and assessed for dry matter, organic acids, phosphorus and nitrogen. This thesis includes an extensive literature search about chemical constitution of vegetables especially of tomatoes and their importance in human diet. Further to the study other important nutrients in plants were analysed focusing on manganese and molybdenum.

Keywords: vegetables, tomatoes, manganese, molybdenum, dry matter, organic acids, phosphorus, nitrogen.

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, trvalý zájem a cenné připomínky při zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Martě Severové, Ing. Evě Okénkové, Ivoně Turečkové a pracovníkům ústavu potravinářského inženýrství a chemie za pomoc v laboratořích a výborné pracovní podmínky.

Můj dík patří i rodině a přátelům za jejich podporu a povzbuzení v průběhu studia.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně 12. 5. 2008

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD **9**

I TEORETICKÁ ČÁST **10**

1 ZELENINA **11**

1.1 KLASIFIKACE ZELENINY 11

1.2 VÝVOJ SPOTŘEBY ZELENINY V ČESKÉ REPUBLICE 12

1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZELENINY 12

1.3.1 Voda 13
1.3.2 Sušina 13
1.3.3 Tuky 13
1.3.4 Sacharidy 13
1.3.5 Bílkoviny a dusíkaté látky 15
1.3.6 Vitamíny 16
1.3.7 Minerální látky 17
1.3.8 Kyseliny 19
1.3.9 Aromatické látky 21
1.3.10 Fytoncidy 22
1.3.11 Rostlinné fenoly 22
1.3.12 Enzymy 24
1.3.13 Bezdusíkatá barviva 25
1.3.14 Dusíkatá barviva 26
1.3.15 Saponiny 27
1.3.16 Gibereliny 27
1.3.17 Třísloviny 27

1.4 ZDRAVOTNÍ RIZIKA ZELENINY 28

2 PLODOVÁ ZELENINA **30**

2.1 NÁROKY PLODOVÉ ZELENINY NA VÝŽIVU 30

2.2 BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ PLODOVÉ ZELENINY 30

2.2.1 Okurka (*Cucumis sativus*, L.) 30
2.2.2 Tykev (*Cucurbita*, L.) 31
2.2.3 Dýně (*Cucurbita maxima*, L.) 31
2.2.4 Cuketa (*Cucurbita pepo*, L.) 32
2.2.5 Meloun cukrový (*Cucumis melo*, L.) 32
2.2.6 Meloun vodní (*Citrullus lanatus*, Thunb.) 32
2.2.7 Paprika (*Capsicum annuum*, L.) 33
2.2.8 Lilek vejcoplodý - baklažán (*Solanum melongena*, L.) 33
2.2.9 Rajče (*Lycopersicon esculentum*, MILL.) 33

2.3 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ RAJČAT 35

2.4 VÝZNAM, POUŽITÍ A KONZUMNÍ HODNOTA RAJČAT 36

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A VÝŽIVOVÁ HODNOTA PLODŮ RAJČAT **38**

3.1 SACHARIDY 38
3.2 ORGANICKÉ KYSELINY 38
3.3 VITAMÍNY 38
3.4 MINERÁLNÍ LÁTKY 39
3.5 GLYKOALKALOIDY 39
3.6 ROSTLINNÉ FENOLY A DALŠÍ SLOŽKY RAJČETE 39
4 VÝZNAM RAJČAT V LIDSKÉ STRAVĚ 41
4.1 PĚSTOVÁNÍ RAJČAT 41
4.2 ODRŮDY RAJČAT 42
4.3 CHOROBY A ŠKŮDCI RAJČAT 42
4.3.1 Padlí rajčete 42
4.3.2 Bronzovitost rajčete 43
4.3.3 Plíseň rajčat 43
4.3.4 Čerň rajčatová 43
4.3.5 Bakteriální vadnutí rajčete 43
4.3.6 Hnědá skvrnitost rajčete 43
5 VÝZNAM A CHARAKTERISTIKA MINERÁLNÍCH LÁTEK VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA 44
5.1 KLASIFIKACE MINERÁLNÍCH LÁTEK 44
5.2 MINERÁLNÍ LÁTKY V LIDSKÉ VÝŽIVĚ 44
6 MOLYBDEN 46
6.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MOLYBDENU 46
6.2 VÝSKYT MOLYBDENU V LIDSKÉM ORGANISMU 46
6.3 NEDOSTATEK MOLYBDENU V LIDSKÉM ORGANISMU 47
6.4 NADBYTEK MOLYBDENU V LIDSKÉM ORGANISMU 47
6.5 ZÁKLADNÍ ÚČINKY MOLYBDENU V LIDSKÉM ORGANISMU 48
6.5.1 Kladné účinky molybdenu 48
6.6 VÝSKYT MOLYBDENU V PŮDĚ 49
6.7 VÝSKYT ŽIVIN V ROSTLINÁCH 50
6.8 VÝSKYT MOLYBDENU V ROSTLINÁCH 51
7 MANGAN 54
7.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MANGANU 54
7.2 VÝSKYT MANGANU V LIDSKÉM ORGANISMU 54
7.3 NEDOSTATEK MANGANU V LIDSKÉM ORGANISMU 55
7.4 NADBYTEK MANGANU V LIDSKÉM ORGANISMU 55
7.5 ZÁKLADNÍ ÚČINKY MANGANU V LIDSKÉM ORGANISMU 56
7.5.1 Kladné účinky manganu 56

7.6 VÝSKYT MANGANU V PŮDĚ 57
7.7 VÝSKYT MANGANU V ROSTLINÁCH 58
II PRAKTICKÁ ČÁST 60
8 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE 61
9 METODIKA 62
9.1 STANOVENÍ SUŠINY 64
9.2 STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI 64
9.3 MINERALIZACE ORGANICKÉ HMOTY 65
9.4 STANOVENÍ FOSFORU KOLOMETRICKY VANADIČNANOVOU METODOU 66
9.5 STANOVENÍ DUSÍKU 67
10 VÝSLEDKY 68
10.1 VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK MO A MN V PŮDĚ NA OBSAH SUŠINY V PLODECH RAJČAT 68
10.2 VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK MO A MN V PŮDĚ NA OBSAH ORGANICKÝCH KYSELIN V PLODECH RAJČAT 69
10.3 VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK MO A MN V PŮDĚ NA OBSAH FOSFORU V PLODECH RAJČAT. 71
10.4 VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK MO A MN V PŮDĚ NA OBSAH DUSÍKU V PLODECH RAJČAT 73
11 DISKUZE 75
ZÁVĚR 78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 80
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 87
SEZNAM OBRÁZKŮ 88
SEZNAM TABULEK 89
SEZNAM PŘÍLOH 90

ÚVOD

Problematika znečištění životního prostředí je stále velmi diskutovaným tématem. Jedním z významných faktorů, které pomáhají alespoň částečně eliminovat negativní vlivy životního prostředí a nevhodného životního stylu na zdraví a život člověka, je správná výživa. Nezastupitelné místo zde má především zelenina plně biologicky hodnotná a zdravotně nezávadná. S rozvojem vědeckých poznatků o výživě člověka je stále více zdůrazňován význam zeleniny jako nepostradatelné součásti lidské potravy. Mnohé fyziologicky příznivé látky obsažené v zelenině nejsou v našem jídelníčku zastoupeny v potřebném množství, z čehož vyplývá vysoký výskyt celé řady onemocnění. Spotřeba zeleniny na osobu za rok dosahuje v České republice pouze 75,5 kilogramů, což je mnohem méně, než doporučují odborníci (roční spotřeba zeleniny by měla dosahovat hodnoty 90 – 130 kilogramů na osobu za rok). Různé druhy zeleniny vykazují značně rozdílnou nutriční hodnotu a z tohoto hlediska je potřebné též zajistit dostatečnou různorodost v jejím využití a konzumaci.

Nízká spotřeba zeleniny je způsobena zejména stravovacími návyky obyvatel, sezónním zastoupením jednotlivých druhů zeleniny, v menších městech i nedostatečnou nabídkou, malým podílem zeleniny na trhu v zimních měsících, úzkým druhovým zastoupením, nízkým podílem zeleniny ve veřejném stravování, vyšším stupněm pracnosti při jejím kuchyňském zpracování a v neposlední řadě je způsobena u některých druhů, především rychlené a lahůdkové zeleniny, i vysokou cenou.

Zdravotní význam zeleniny v naší potravě je značný. Svou chutí a vůní podporuje zelenina vylučování žaludečních šťáv a žluči. Dále dodává organismu potřebné vitamíny a minerální látky. Tím, že obsahuje převážně zásadotvorné látky upravuje acidobazickou rovnováhu v lidském těle (rovnováha mezi kyselinami a zásaditými látkami v těle). Její přesné udržení v určitém rozmezí je nezbytné pro správnou činnost organismu. Zelenina dále dodává lidskému organismu vodu a podporuje její vylučování, čímž snižuje krevní tlak. Obsahem hrubé vlákniny podporuje zelenina střevní peristaltiku a snižuje vstřebávání škodlivin sliznicí střev a upravuje střevní mikroflóru. Zelenina má nízkou energetickou hodnotou, potlačuje pocit hladu a působí proti obezitě. Dále příznivě působí na činnost ledvin. [1]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZELENINA

Čerstvou zeleninou se rozumí jedlé části, zejména kořeny, bulvy, listy, nať, květenství, plody jednoletých nebo víceletých rostlin uváděné do oběhu ihned po sklizni nebo po určité době skladování v syrovém stavu. Zpracovaná zelenina je pak upravena konzervováním. [2]

1.1 Klasifikace zeleniny

Z hlediska botanicko – pěstitelského se rozděluje zelenina do následujících skupin:

a) Košťálová zelenina

Užitkovou částí jsou nadzemní části zeleniny z čeledi brukvovitých. Dlouholetým šlechtěním byly vypěstovány odrůdy s odlišnými vlastnostmi. Do této skupiny patří zelí bílé a červené, kapusta hlávková a růžičková, kedluben a květák.

b) Kořenová zelenina

Užitkovou částí jsou zdužnatělé kořeny rozličných rostlin. U některých i zelená nať. Do této skupiny patří mrkev, celer, petržel, červená řepa, ředkvička, ředkev a křen.

c) Listová zelenina

Průmyslově nejdůležitější je špenát. Dále se pěstuje salát, reveň, štěrbák a čínské zelí.

d) Lusková zelenina

Vyzrálá semena se používají jako luštěniny. Ve stadiu mléčné zralosti se průmyslově zpracovává hrách a fazolové lusky.

e) Plodová zelenina

Do této skupiny patří plody rostlin z čeledi lilkovitých (například rajčata, lilek jedlý a paprika) a z čeledi tykvovitých (například melouny, okurky a dýně).

f) Cibulová zelenina

Botanicky patří cibulové zeleniny do čeledi liliovitých a jsou to jedny z nejstarších kulturních rostlin. Do této skupiny zeleniny patří cibule kuchyňská, česnek a pór.

g) Ostatní zelenina

Průmyslově je významný chřest a kopr. [3]

1.2 Vývoj spotřeby zeleniny v České republice

Od roku 1989 se spotřeba zeleniny značně zvýšila. Důvodem bylo především rozšíření sortimentu zeleniny na našem trhu. Rostoucí spotřebu zeleniny lze hodnotit kladně, avšak její konzumované množství se stále pohybuje pod doporučenou mezí stanovenou odborníky. Doporučená spotřeba je 130 kg na osobu a rok v přepočtu na čerstvou zeleninu. Skutečná spotřeba zeleniny v ČR je asi poloviční. [2]

Navíc od roku 1999 opět dochází k sestupnému období. Snížila se spotřeba většiny druhů zeleniny, především cibule, mrkve, okurek nakládaček a papriky. Naopak k výraznému zvýšení spotřeby došlo u rajčat, hlávkového zelí a melounů. [1]

Tab. 1. Spotřeba zeleniny v ČR v hodnotě čerstvé hmoty (kg/osoba/rok):

Rok	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Spotřeba	69,7	74,2	75,8	78	79,5	81,1	82,2	85,3	82,9	82,1	78,7	79,4	77,8

Pramen: ČSÚ

1.3 Chemické složení zeleniny

Zelenina sice není energeticky příliš bohatá, ale dodává organismu látky nezbytné ke zdravému životu. Zelenina obsahuje značné množství vody, v níž jsou rozpuštěny organické
a anorganické látky. Zbývající část tvoří sušina.

Zelenina obsahuje kromě základních chemických sloučenin jako jsou sacharidy, bílkoviny a tuky, i řadu specifických látek nezbytných pro lidské zdraví. Mezi tyto látky patří především vitaminy (vitamin C, B_1, B_2), dále minerální látky (draslík, fosfor, hořčík, železo, sodík, mangan). [4] Nestravitelná celulóza a pektiny, které jsou zde rovněž zastoupeny, poskytují pocit nasycenosti a zlepšují peristaltiku střev. Dále se zde nacházejí silice, které jsou schopny antagonisticky působit na mikroorganismy. V zelenině nalezneme i fytoncidy a jiné ochranné a léčivé látky. [5]

1.3.1 Voda

Hlavní složkou zeleniny je voda. Její podíl je v rozmezí 70 – 90 %. U některých druhů zeleniny může být obsah vody i vyšší. Množství vody, obsažené v zelenině, závisí zejména na stáří, odrůdě, druhu a vegetačních podmínkách zeleniny. [4] V zelenině se vyskytuje voda volná i vázaná. Voda volná je obsažena ve šťávě buněk zeleniny a jsou v ní rozpuštěny ostatní látky (například cukr a kyseliny). Voda, vázaná na koloidy, vytváří kolem koloidů vodní obal, který je neoddělitelnou součástí. [6]

1.3.2 Sušina

Sušinou nazýváme zbytek látky, kterou získáme vysušením při dané teplotě do konstantní hmotnosti. Sušina obsahuje řadu chemických látek, které rozdělujeme na látky dusíkaté, sacharidy, tuky, minerální látky a ostatní skupiny látek. [7]

1.3.3 Tuky

V zelenině se nachází pouze nepatrné množství tuků (0,1 %) a z hlediska výživy nemají význam. Tuky se však podílejí na vytváření chuti i vůně zeleniny tím, že jsou součástí některých aromatických složek . [2]

1.3.4 Sacharidy

Velmi významný podíl sušiny je tvořen sacharidy. Jejich průměrný obsah v sušině je 7 %. [8] Mezi sacharidy patří škroby, celulóza, lignin a jiné sacharidy, přičemž obsah škrobu obvykle převyšuje obsah ostatních cukrů. Sacharidy jsou v zelenině nejvýznamnější energetickou složkou. [2]

Jednoduché cukry (monosacharidy) glukóza a fruktóza jsou obsaženy téměř ve všech druzích zeleniny. Oligosacharid sacharóza je jen v některých zeleninových druzích (nejvíce v melounech, tykvích a rajčatech). Obsah cukrů značně závisí na podmínkách pěstování a na stupni zralosti sklizeného produktu. [7]

Mezi složené cukry (polysacharidy) patří inulin, obsažený v některých druzích zeleniny čeledi hvězdicovitých (například černý kořen, artyčoky). Inulin působí jako rozpustná vláknina. Není štěpen v tenkém střevě, ale je využíván jako zdroj živin pro „přátelské“

bakterie v tlustém střevě (např. *Lactobacillus biffidus*). Inulin podporuje růst i dělení těchto bakterií a nepřímo tak brání nežádoucímu pomnožení ostatních „nepřátelských" bakterií. [6] Inulin se nepřímo podílí na ochraně před vznikem střevních zánětů i nádorových onemocnění tračníku. Inulin je látka podobná škrobu. Liší se pouze tím, že je tvořen fruktózou a právě pro dobrou snášenlivost tohoto cukru je použitelný při onemocnění *diabetes mellitus*. [8]

Nejrozšířenější polysacharid je škrob, který je obsažen především v semenech zrajících luskovin (hrách, fazole, boby) a v zásobních orgánech. [9]

Polysacharidy celulóza, hemicelulóza a lignin tvoří tzv. hrubou vlákninu a jsou stravitelné jen do určitého množství. Později jsou nestravitelné, ale jako balastní látky příznivě působí na funkci zažívacího ústrojí a podporují peristaltiku střev. [10]

Vláknina obsažená v ovoci a zelenině je velmi prospěšná. Vlákninu lidský organismus téměř netráví, [4] ale vláknina má schopnost absorbovat vodu, zvětšuje střevní obsah a tím urychluje postup tráveniny trávícím ústrojím. [6] Podle rozpustnosti ve vodě se potravinová vláknina dělí na rozpustnou a nerozpustnou. K nerozpustné vláknině je obvykle řazena celulóza spolu s částí hemicelulóz, rezistentním škrobem a ligninem. K rozpustné vláknině se řadí pektin, část hemicelulóz, rostlinné slizy, polysacharidy mořských řas či modifikované škroby. [5] Doporučený poměr rozpustné a nerozpustné vlákniny je 3:1. Doporučený příjem vlákniny je stanoven v rozmezí 25 až 30 g za den avšak současná konzumace vlákniny je odhadována na pouhých 10 až 15 g za den. Přitom jsou známy příznivé účinky vlákniny na lidský organismus. Vláknina poskytuje živiny a energii mikrobům tlustého střeva, pomáhá udržovat druhovou pestrost střevních bakterií a posiluje jejich ochranné účinky na zdraví. Dále pomáhá potlačit množení a účinky patogenních mikrobů, působí na udržování vodní a elektrolytické rovnováhy v trávícím ústrojí, podporuje růst sliznice na vnitřním povrchu střeva a její funkce. Vláknina dále reguluje, popřípadě stimuluje, imunologickou aktivitu střeva. [8] Je taky zdrojem antioxidantů, které udržují oxidoredukční rovnováhu v prostředí a chrání střevní stěnu před oxidačním poškození. [4] Vysoký obsah vlákniny je obsažen zejména v košťálové a kořenové zelenině. [7]

Další polysacharidy obsažené v zelenině jsou pektiny. Mají rovněž velký význam pro správné zažívání. Vyskytují se v rostlinných pletivech, zejména v ovoci, a jsou schopny bobtnat a vytvářet rosoly - želé. [3]

Mnoho se jich nachází například v bobulovém ovoci, kdoulích, jablkách, meruňkách, jahodách, citrusech, ale i v tykvi, lilku, česneku, červené řepě a mrkvi. Považují se za jednu z látek upravujících obsah cholesterolu v krvi. [6] Regulují rovněž trávicí procesy svou schopností silně bobtnat. Ovlivňují i činnost mikroflóry střev. V potravinářství se pektiny získávají ze slupek citrusových plodů a jablečných výlisků. [3] Pektin se používá jako želírující látka, stabilizátor, emulgátor a zahušťovadlo do zavařenin, džemů, lesklých polev, cukrovinek, mléčných výrobků, zmrzlin a ovocných nápojů. Pektin je přirozená složka lidské stravy a považuje se tedy za bezpečnou přídatnou látku. Jeho vysoké dávky však mohou způsobovat přechodné nadýmání či střevní potíže. [11] Příbuzné jsou i rostlinné slizy chránící sliznice střevního traktu. [2]

1.3.5 Bílkoviny a dusíkaté látky

Obsah bílkovin v zelenině se pohybuje v rozmezí 0,5-5 %. Bílkoviny obsažené v zelenině se řadí mezi neplnohodnotné, neboť zde chybí některé z esenciálních aminokyselin. [2] Esenciální aminokyseliny jsou ty, které si živočišný organismus nedokáže syntetizovat sám, a proto musí být tyto aminokyseliny do organismu dodávány s potravou. Mezi esenciální aminokyseliny patří Leucin, Isoleucin, Lysin, Valin, Methionin, Fenylalanin, Threonin a Tryptofan. [12]

Velké množství bílkovin obsahuje sója, hrách, fazole, růžičková kapusta, kadeřávek, česnek a petržel. [2] Dusíkaté látky jsou tvořeny pouze částečně bílkovinami. 20 – 65 % dusíkatých látek připadá na nebílkovinné složky (volné aminokyseliny, amidy). Zelenina s intenzivně zelenými listy jako je například špenát a kapusta se vyznačují vyšším obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin. Ze světle žlutého zabarvení listové zeleniny je možno soudit na nižší obsah bílkovin, vitaminu C a karotenů. [11] Zvláštní význam má v zelenině obsah dusičnanů. U některých druhů zelenin dochází k hromadění dusičnanů zejména při nadměrném hnojení dusíkatými hnojivy. Mezi tyto druhy patří listová zelenina (špenát, zelí, salátová zelenina, hlávkový salát), kořenová zelenina (mrkev) a rovněž jahody. [13] Redukcí dusičnanů vznikají dusitany, které oxidují hemoglobin

na methemoglobin a vzniká nebezpečí alimentární methemoglobinémie zejména u kojenců v prvních třech měsících života. [5] Dusičnany jsou ve střevě přeměněny vlivem střevní flóry na dusitany, které se vstřebávají do krve a reagují s hemoglobinem (krevní barvivo). Hemoglobin
se dále mění na methemoglobin, který pevně váže kyslík. Kyslík není následně uvolňován ve tkáních a vzniká cyanóza (modré zbarvení z nedokrvení), dušnost až šokový stav. Rovněž u dospělých je zvýšený příjem dusičnanů rizikový. [14]

1.3.6 Vitamíny

Vitamíny patří mezi látky, které se zúčastňují biologických procesů v živých organismech a to zejména tím, že vstupují do jejich metabolických drah. Chemicky se jedná o velmi různorodé látky, jejichž účinky jsou však do určité míry společné a často je řadíme mezi tzv. biokatalyzátory. [15] Podle rozpustnosti dělíme vitamíny na dvě základní skupiny. Hydrofilní vitamíny (vitamíny skupiny B, biotin, bioflavonoidy a vitamin C) jsou vitamíny rozpustné ve vodě a lipofilní vitamíny (vitamin A, D, E ,K a vitamin F - esenciální mastné kyseliny) jsou vitamíny rozpustné v tucích. [16]

V zelenině je obsažen zejména vitamin C. Jeho obsah je u většiny listových zelenin vyšší než u plodových. [6] Vitamín C, jehož hlavní součástí je kyselina L-askorbová, je důležitý například pro prevenci kurdějí, zmírňuje účinky některých jedů, posiluje imunitní systém, snižuje krevní tlak či působí jako prevence proti chudokrevnosti. [17] Ze zeleniny je nejbohatším zdrojem vitaminu C zelená paprika, růžičková kapusta, petržel, pažitka, kopr, listy celeru a naťová cibule. Nejvíce vitamínu C obsahují listy a plody, méně řapíky a stonky. [9]

Z vitamínů skupiny B jsou v zelenině zastoupeny vitamin B_1 (thiamin), který je významný u člověka pro činnost nervového systému. [18] Je obsažen zejména v hrachu, cibuli, ošťálovinách, mrkvi, rajčatech a špenátu. [9]

Vitamin B_2 (riboflavin) je důležitý pro růst a pro správnou činnost nervových a kožních buněk. Jeho vyšší obsah se nachází v listech a květech. [8] V podzemních částech rostlin je obsah riboflavinu podstatně nižší. Je přítomen zejména ve špenátu, v zelených luskovinách, květáku a salátu. [4]

Vitamin B_6 (pyridoxin) chrání cévy před kornatěním a přispívá ke správné funkci jater a nervů. [18] Je obsažen především v salátu, bramborách, hrachu, kapustě a rajčatech. [9]

Vitamin PP (kyselina nikotinová, niacin) je vitamin zabraňující *pellagře* (onemocnění, které vzniká, chybí-li v organismu protipelagrový činitel, což je kyselina nikotinová. Onemocnění se projevuje záněty kůže, průjmy a psychickými poruchami). [17] Vitamin PP dále podporuje činnost trávicího a nervového ústrojí. [18] Vysoký obsah tohoto vitaminu nalezneme v hrachu. [4]

Vitamin B_9 (kyselina listová), je vitamin důležitý pro tvorbu krve [18], nachází se především ve špenátu, v salátově řepě, petrželi a tykvích. [9]

Vitamin E (tokoferol), je vitamin důležitý pro činnost nervů, mozku a pro tvorbu krve. [17] Nejvíce je obsažen v salátu, špenátu, chřestu, v petrželové nati a hrachu. [18]

Vitamin A (retinol), má u člověka protiinfekční účinky. Dále je důležitý pro funkci zraku, vývin a růst lidského organismu. Vitamin A je v rostlinách, a tedy i v zelenině, obsažen pouze ve formě provitamínů (karotenoidů). Teprve v lidském organismu vzniká z karotenoidů vitamín A. [19] Nejvíce karotenoidů obsahuje mrkev, rajčata, růžičková kapusta, špenát a jiná listová zelenina. [8]

Vitamin K (fylochinon), je vitamin potřebný pro srážlivost krve. [17] Je přítomen především ve špenátu a zelí. [4]

Vitamín H (též je nazýván biotin) je vitamín, jehož nedostatek může u lidí vyvolat změny na pokožce a nervové poruchy. [16] Experimentálně lze navodit avitaminosu používáním většího množství syrových vajec, neboť bílek obsahuje bílkovinu *avidin*, tvořící s biotinem neúčinný komplex odcházející s výkaly. U lidí se avitaminosa ani hypovitaminosa nevyskytuje. [9]

Vitamíny obecně se nacházejí zejména v nejaktivnějších rostlinných orgánech, mezi které řadíme listy, rašící pupeny či mladá oplodí [2]

1.3.7 Minerální látky

Zelenina obsahuje velké množství minerálních látek. Minerální látky se v zelenině vyskytují ve formě organických i anorganických sloučenin. [20]

Z minerálních látek je v zelenině nejvíce obsažen draslík. Je důležitý pro vylučování vody z lidského těla a pro správnou činnost srdce, ledvin a nadledvin. Je rovněž nutný pro správnou funkci a regeneraci svalů a nervů. [20] Draslík je nejvíce zastoupen v semenech fazolu, hrachu, dále v petrželové nati, špenátu, křenu, bramborách, kořenu petržele, brokolici
a mangoldu. [21]

Sodík působí antagonisticky vůči draslíku. Jeho význam u člověka spočívá v tom, že zadržuje vodu v těle. Uplatňuje se při neutralizaci kyselin, které se tvoří v těle při látkové přeměně. [22] Nároky na sodík se zvyšují při tělesné námaze, při vyšší teplotě a při rostlinné stravě bohaté na draslík. Nižší spotřeba sodíku je doporučována při chorobách ledvin, srdce, při revmatismu, při *diabetes mellitus* a otocích. [20] Ve vyšším množství je sodík obsažen především v mangoldu, řepě salátové, celeru, špenátu a mrkvi. [23]

Vápník je potřebný v lidském organismu při stavbě kostí a zubů. Dále je důležitý pro správnou činnost nervů, srdce a uplatňuje se při srážení krve. [22] Značné množství vápníku je obsaženo v petrželové nati, křenu, brokolici, mangoldu, póru, špenátu, salátu a v semenech fazolu. [24]

Fosfor je v lidském organismu nezbytný ke stavbě kostí, svalů a nervů. Zvýšené nároky na jeho příjem jsou především v dětství, v době těhotenství a při těžké fyzické práci. [25] Nejvíce je obsažen v semenech luskovin, v kukuřičných palicích, petrželové nati, špenátu, brokolici, černém kořenu, kapustě a petrželovém kořenu. [21]

Hořčík má doplňkový vliv při stavbě kostí a zubů. Dále má příznivý účinek na prokrvení srdečního svalu. Podílí se na přeměně sacharidů a na syntéze bílkovin. [22] Hořčík je ve vyšším množství obsažen v semenech luskovin, v kukuřičných palicích, ve špenátu, petrželové nati a v kedlubnách. [18]

Železo je důležité pro tvorbu červeného krevního barviva hemoglobinu. [19] Je obsaženo zejména v pažitce, petrželové nati, v semenech luskovin, v černém kořenu, špenátu, mangoldu, kukuřici a tykvi. [21]

Minerální látky jsou pro lidský organismus nepostradatelné. Regulují fyziologické a biochemické funkce, stavbu kostí, zubů, tvorbu enzymů a hormonů. Převahou obsahu

zásadotvorných prvků (draslíku, sodíku, hořčíku a železa) pomáhá zelenina udržet acidobazickou rovnováhu a regulovat kyselinotvorné složky obsažené v masité a moučné potravě. [20] Významnou alkalizující potravinou tak může být například špenát, mrkev, meloun, rajčata, ředkev, růžičková kapusta, kedlubny nebo artyčoky. [11]

Zelenina dále zajišťuje lidskému organismu příjem nutných stopových prvků. Patří mezi ně zejména měď, která je spolu se železem důležitá pro krvetvorbu. [6] Dále mangan, který urychluje oxidační pochody a ovlivňuje normální činnost pohlavních žláz. [14] Jód je důležitý pro správnou činnost štítné žlázy. Zinek regulující látkovou výměnu. [21] V nepatrném množství je v zelenině obsažen taky křemík, bór, bróm, hliník, lithium, molybden, kobalt a fluor. [18]

1.3.8 Kyseliny

Chuť zeleniny je ovlivněna především obsahem cukrů, organických kyselin, hořkých a štiplavých látek. Například kyselost rebarbory způsobuje kyselina šťavelová (2 %). V ostatních zeleninových druzích je kyselin pouze 0,1-0,5 %, a to ve formě kyselých solí nebo neprchavých organických kyselin – kyseliny jablečné, citrónové, vinné, mravenčí, mléčné a octové. [3] U zeleniny hodnota pH kolísá většinou v rozmezí 5,0 – 6,6. Zelenina se proto řadí k potravinám, které jsou v technologickém smyslu málo kyselé, popřípadě nekyselé. [26]

Kyselina šťavelová - je organická kyselina, která je obsažena prakticky ve veškerém ovoci a zelenině, kde způsobuje jejich kyselost. Vyskytuje se například v jahodách a ve větším množství je obsažena ve šťovíku. Soli kyseliny šťavelové se nazývají šťavelany nebo oxaláty. [27]

Kyselina jablečná - je trpce chutnající organická dikarboxylová kyselina, která se vyskytuje v mnoha trpkých nebo kyselých pokrmech. Její anion se nazývá malát a je důležitým článkem v citrátovém cyklu. [22] Kyselina jablečná je přítomna v jablkách a způsobuje kyselou chuť u zelených jablek. Tato kyselina může také způsobovat trpkou chuť vína. [28]

Kyselina citrónová - je slabá karboxylová kyselina nacházející se v citrusových plodech. Je přírodní konzervační látkou a používá se jako prostředek ke konečné úpravě chuti jídel

a nealkoholických nápojů. V biochemii je důležitým meziproduktem v citrátovém cyklu. Kyselina citrónová se nachází v různých druzích ovoce a zeleniny. Nejvyšší koncentrace je v citrónech a limetkách, kde může dosáhnout obsahu až 8 hmotnostních procent sušiny. [29]

Kyselina vinná - je bezbarvá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě a vyznačující se kyselou chutí. Vyskytuje se ve třech prostorových izomerech:

- L-kyselina vinná
- D-kyselina vinná
- kyselina meso-vinná [30]

V přírodě je nejvíce rozšířena L-kyselina vinná a racemická kyselina vinná, neboli kyselina hroznová. Kyselina vinná se používá zejména v potravinářství a vinařství. [22]

Kyselina mravenčí - je nejjednodušší karboxylovou kyselinou. Tato kyselina je obsažena v mravenčím jedu, odtud pochází její název. Dále je obsažena například v kopřivách. [6] Kyselina mravenčí má leptavé účinky a používá se zejména v organické technologii. Tvoří jako ostatní kyseliny soli, které se nazývají mravenčany. Syntetická kyselina mravenčí se používá k výrobě barviv, dále má využití v gumárenském průmyslu ale taky jako přídatná látka do potravin. [4]

Kyselina mléčná - je kysele chutnající, lehce rozpustná, bezbarvé krystaly tvořící kyselina. [22] Tato kyselina vzniká mléčným kvašením cukrů, například v mléce, sýrech nebo se uplatňuje při mléčném kvašení zeleniny. Kyselina mléčná má dále využití v pekařství, pivovarnictví, koželužství i k přípravě limonád. [3] Anion kyseliny mléčné se nazývá laktát. Laktát vzniká (krystalizuje) při nadměrné námaze, kdy se glukosa spaluje za nedostatku vzduchu ve svalech. To se projevuje bolestí svalů po pohybu (během určité doby se krystalky kyseliny mléčné ve svalech za přítomnosti kyslíku zase začnou rozpouštět, což pocítíme tím, že svaly po této době přestanou bolet). [31]

Kyselina octová - je druhou nejjednodušší jednosytnou karboxylovou kyselinou. Je to bezbarvá kapalina ostrého zápachu, dokonale mísitelná s vodou i s ethanolem. Čistá bezvodá kyselina tuhne za nižších teplot na bezbarvou až bílou krystalickou látku, připomínající led, které byl proto dán název *ledová kyselina octová*. [22] Je hygroskopická,

což znamená, že má schopnost pohlcovat vzdušnou vlhkost. Její vodný roztok, o koncentraci přibližně od 5 % do 8 %, se nazývá ocet. Ocet se používá jako okyselující i konzervační přísada. Kyselina octová se vyskytuje běžně v rostlinách, a to buď jako volná kyselina, nebo ve formě solí (octanů). [28]

1.3.9 Aromatické látky

Aromatické látky jsou složitou směsí různých, často příbuzných látek, z nichž nejmenší podíl tvoří obvykle alkoholy a největší podíl těkavé sirné sloučeniny. Aromatické látky jsou těkavé, ve vodě nerozpustné, olejovité látky nebo směsi látek. Často jsou vonné a mají palčivou chuť. Jsou velmi těkavé i při nízkých teplotách. [22] Kořenová zelenina obsahuje především sirné a dusíkaté terpeny. Obsah těkavých aromatických látek v zelenině je poměrně nízký. Dosahuje hodnot 10 – 400 mg na 1 kg čerstvé hmoty. [32] Aromatické látky dodávají surovinám a výrobkům z nich charakteristickou vůni a ovlivňují i jejich chuť. [3] Jiné aromatické látky zmírňují nadýmání a mají protizánětlivé účinky. Vytvářejí charakteristickou vůni ovoce i zeleniny. Tvoří vonnou součást listů bazalky, petržele, kopru,
ale i česneku a cibule. Jsou v nich obsaženy různé látky typu merkaptanů (merkaptany = thioly, jsou organické chemické sloučeniny obsahující skupinu SH. Mají silný charakteristický zápach), u cibulovin pak sulfidy a thiokyanáty nenasycených alkoholů. [6] Některé z aromatických látek mají i selektivní bakteriostatické nebo bakteriocidní vlastnosti a je možno je řadit k látkám podobným antibiotikům. Nejpočetnější skupinou jsou tzv. fytoncidy. [22]

Chemicky patří aromatické látky mezi organické látky typu alkoholů, esterů, ketonů, aldehydů, uhlovodíků, nižších mastných kyselin a terpenů. [12] Podle původu lze vonné a chuťové látky rozdělit do dvou základních skupin:

- primární senzoricky aktivní látky – jsou přítomny v potravinách jako produkty sekundárního metabolismu a jsou produkovány vnitrobuněčnými procesy.
- sekundární senzoricky aktivní látky – jsou přítomny ve volné nebo vázané formě. Vznikají během skladování a zpracování působením technologických enzymatických procesů. [3]

V současné době je známo asi 3 000 různých etérických olejů a více než 1 000 látek v nich obsažených. [10]

1.3.10 Fytoncidy

Fytoncidy jsou látky chemicky nejednotné. Již v malé koncentraci jsou toxické pro bakterie, houby a prvoky. Chemické složení fytoncidů je různé (organické kyseliny, glykosidy, hořčiny). Fytoncidy se využívají zejména v konzervárenském a farmaceutickém průmyslu. [12] Jsou obsaženy v rajčatech, cibuli, česneku, křenu, citrónech, v kopřivě, černém rybízu a v mnoha dalších rostlinách, v jejich nadzemních i podzemních částech. [15] Mají význam v ochraně před infekcemi, zvláště v období chřipkových nákaz. Také mají hojivý účinek na rány. [10]

1.3.11 Rostlinné fenoly

Rostlinné fenolické látky tvoří pestrou skupinu sloučenin, které jsou z chemického hlediska velmi heterogenní. Nejdůležitější místo ve skupině rostlinných fenolických látek zaujímají flavonoidní látky. S ohledem na biochemickou příbuznost i častý společný výskyt se ke skupině flavonidních látek přiřazují i hydroxyskořicové kyseliny a hydroxykumariny. [7]

Rostlinné fenoly se dělí na:

- hydroxybenzoové a hydroxyskořicové kyseliny
- hydroxykumariny
- katechiny
- leukoanthokyaniny a leukoanthokyany
- anthokyanidiny a anthokyany
- flavony a flavonoly
- flavanony a flavanonoly
- isoflavony
- chalkony a aurony [15]

Flavony a flavonoly, flavanony a flavanonoly, isoflavony, chalkony a aurony se někdy společně označují jako anthoxanthiny. [12]

Hydroxybenzoové a hydroxyskořicové kyseliny se v ovoci a v přirozených materiálech vyskytují v esterifikované formě. V materiálech po proběhlé fermentaci jsou přítomny zejména kyseliny ve volné formě, které se hydrolyzují během fermentačního procesu a skladování. [22] V přírodě se nejčastěji vyskytují kyseliny chlorogenová, neochlorogenová a isochlorogenová. Vyskytují se v množství až 0,25 % a to především v broskvích a jablkách. [10]

Hydroxykumariny jsou v rostlinných materiálech hojně zastoupeny. Vyskytují se volné i vázané jako glykosidy. Většina hydroxykumarinů se vyznačuje hořkou chutí a jejich množství se zvyšuje s napadením rostliny mikroorganismy. Vyskytují se v ovoci i zelenině. Nejvíce je jich obsaženo v meruňkách, salátu, bramborách a celeru. [15]

Katechiny se v přírodních materiálech vyskytují ve formě velkého počtu izomerů. Nejrozšířenější jsou zejména dva a to (+)- katechin a (-)- epikatechin. V rostlinných materiálech se vyskytují společně. [10]

Leukoanthokyaniny a leukoanthokyany se v přírodě vyskytují především glykosidicky vázané. Volné i glykosidicky vázané poskytují účinkem minerálních kyselin příslušné anthokyanidiny. [15]

Anthokyanidiny a anthokyany jsou v mnoha případech původci barvy u rostlinného materiálu. [15] Nejbohatší na tyto látky jsou zejména epidermální vrstvy, nejnižší koncentrace je obvykle ve dřeni. Koncentrace anthokyanů v průběhu vegetace vzrůstá a jejich maximum je v období zralosti. Anthokyany, jako modré nebo červené pigmenty, jsou obsaženy pouze u červeného zelí, ředkviček, chřestu a cibule. [33]

Flavony a flavonoly tvoří významnou skupinu flavonoidních látek. [12] Volně se vyskytují velmi zřídka. Častější jsou jejich glykosidy. Lokalizace těchto látek je nejvyšší v povrchových vrstvách a směrem do středu plodu jejich koncentrace klesá. [13]

Flavanony a flavanonoly nejsou v rostlinách zastoupeny ve vysokém množství. Jejich zvýšená koncentrace je pouze v citrusových plodech a v kůře některých stromů. V citrusech se vyskytují buď ve formě volné nebo vázané glykosidicky. Nejvyšší koncentrace těchto

látek se nachází v albedu citrusových plodů (75 – 90%). Zbývající část je vázána v pevných částech dužniny. [15]

Isoflavony byly ve vyšších koncentracích stanoveny pouze v luštěninách. Z potravinářského hlediska jsou tyto látky méně významné. [7]

Chalkony a aurony nejsou v rostlinách příliš rozšířeny. [33] Vyskytují se spíše v okvětních částech různých rostlin. Z potravinářského hlediska jsou tyto látky méně významné. [6]

1.3.12 Enzymy

Enzymy jsou biokatalyzátory na bílkovinné bázi urychlující (při teplotě kolem 37°C) chemické reakce $10^{12} – 10^{20}$ krát ve srovnání s reakcemi nekatalyzovanými. Tato schopnost urychlovat reakce souvisí s velkou katalytickou účinností enzymů. Jedna molekula enzymu může za minutu zpracovat $10^4 – 10^6$ molekul substrátu za poměrně nízké teploty. Z těchto důvodů je výhodné používat enzymy v potravinářském průmyslu, protože je možné potraviny zpracovávat za nízkých teplot, kdy nedochází k nežádoucím interakcím ve větším měřítku. [15] Většinou je ale přítomnost a působení enzymů v potravinách a potravinářských surovinách spíše nežádoucí. Je to dáno vysokou účinností enzymů za nízké aktivační energie. Řada enzymů je tedy v potravinách aktivní i při skladování za chladírenských teplot, a proto je v průběhu skladování nutné s těmito reakcemi počítat. [6] V potravinářství se nejčastěji setkáváme se třemi druhy enzymů. S enzymy původu rostlinného, živočišného a mikrobiálního. Nejdůležitější jsou enzymy původu rostlinného (například bromelain z ananasu a papain z papáje). [15] Činnost enzymů umožňuje vývoj, zrání a rozklad plodů. Nejaktivnější jsou enzymy během zrání, kdy probíhá v plodech nejvíce biochemických a fyzikálně-chemických procesů. [26] Enzymy živočišného původu nevykazují takovou aktivitu jako rostlinné. Nejvýznamnější jsou enzymy štěpící tuky a způsobující chuťové a čichové závady v mase. Činnost enzymů mikrobiálního původu se negativně projevuje při mikrobiálních bombážích konzerv. Při biologické konzervaci (jako je alkoholické kvašení či mléčné kvašení) je činnost enzymů naopak žádoucí. [7]

Enzymy se dělí do šesti tříd:

1) oxidoreduktasy katalyzují oxidačně redukční procesy,

2) transferasy katalyzují přenos skupin mezi sloučeninami,

3) hydrolasy katalyzují hydrolyzovatelných vazeb za účasti vody,

4) lyasy se podílejí na štěpení a tvorbě C-C, C-O, C-N vazeb bez přítomnosti vody,

5) isomerasy přeměňují sloučeniny v jejich prostorové, polohové či geometrické isomery,

6) ligasy se podílejí na syntéze energeticky náročných vazeb C-C, C-O, C-N za současného rozkladu látky uvolňující energii. [16]

Z potravinářského hlediska mají největší význam zejména enzymy patřící do skupiny oxidoreduktas a hydrolas. [11]

Významnými zástupci enzymů patřící do skupiny oxidoreduktas jsou například enzymy askorbáza, fenoloxidáza, polyfenoloxidáza, glukózooxidáza, kataláza, peroxidáza a další. [15]

Významnými zástupci enzymů patřící do skupiny hydrolas jsou například enzymy amyláza, celuláza, fosfatáza, invertáza, maltáza, lipáza, proteáza a další. [15]

1.3.13 Bezdusíkatá barviva

Bezdusíkatá barviva lze rozdělit do několika skupin. Technologicky významné jsou:

- karotenoidy – jsou to žlutá, oranžová až červeně zbarvená barviva. Jsou ve vodě nerozpustná, ale dobře rozpustná v tucích. Vyskytují se v zelenině (mrkev, paprika, rajčata, špenát, hrách) a i v některých druzích ovoce (meruňky, broskve, šípky). [15] Chemicky se jedná o nenasycené uhlovodíky a jejich kyslíkaté deriváty, které lze rozdělit na karoteny (bezkyslíkaté uhlovodíky) a xantofyly. [11] V chloroplastech listů jsou obsaženy především β-karoten, dále neoxantin, lutein a zeaxantin. β-karoten je důležitý z nutričního hlediska jako provitamin A. [7] Karotenoidní barviva se používají k přibarvování potravin. [6]

- anthokyany – jsou červená až modrofialová barviva, dobře rozpustná ve vodě i v ethanolu. Vyskytují se v barevných plodech (rybíz, maliny, bezinky, třešně, jahody) ale taky je nalezneme v zelenině. [14] Chemicky se jedná o heteroglykosidy. Anthokyanová barviva jsou málo stabilní. [9] Během technologických operací se mění a tyto změny mohou být reverzibilní či nikoliv. Barva anthokyanů je závislá

na hodnotě pH prostředí. V prostředí o hodnotě pH 1,0 a nižším se vyskytují tyto pigmenty pouze jako červeně zbarvené. V rozmezí hodnoty pH 4,0 až 4,5 dochází k jejich úplnému odbarvení. Dalším zvyšováním hodnoty pH dochází ke vzniku purpurově červeného zbarvení. V rozmezí hodnot pH 7,0 až 8,0 dochází k modrému zabarvení. [15] Z technologického hlediska je pro stabilitu anthokyanových barviv důležité zamezit přístupu vzduchu během technologického procesu i během skladování. [3]

- flavonová barviva – jsou hydroxyderiváty flavonu a flavonolu, které se v rostlinách vyskytují ve formě heteroglykosidů jako žlutá, ve vodě rozpustná barviva. Většinou jsou obsažena v rostlinných pletivech. [6] Mají schopnost vázat ionty těžkých kovů, čímž působí jako přirozené antioxidační látky. [15]

1.3.14 Dusíkatá barviva

Dusíkatá barviva lze rozdělit do několika skupin. Technologicky významné jsou:

- chlorofyl – je barvivo zelených částí rostlin. Skládá se ze dvou forem. Z *chlorofylu a* a *chlorofylu b*, které se vyskytují v poměru 3:1. *Chlorofyl a* je modrozelený a *chlorofyl b* je žlutozelený. [5] Základ chlorofylu tvoří protoporfirin s vázaným atomem hořčíku. Vazba hořčíku s chlorofylem není pevná a hořčík lze nahradit jiným kovem nebo vodíkem. Pokud dojde k náhradě vodíkem, vznikají sloučeniny zvané feofytiny, které mají olivově zelenou a žlutou barvu. Dříve se předcházelo přeměně chlorofylu na feofytin tím, že docházelo k výměně hořečnatého iontu za měďnatý. Tento komplex byl velmi pevný a nedocházelo k jeho uvolňování ani v průběhu technologických operací. V dnešní době je však použití mědi z hygienických důvodů nevhodné. Potravina obsahující měď by se musela dokonale promývat vodou, což by vedlo ke ztrátě živin rozpustných ve vodě. Výsledný produkt by měl požadovanou barvu, ale z nutričního hlediska by byl nevyhovující. Rozklad chlorofylu, působením slunečního záření, byl také zjištěn při sušení ovoce a zeleniny předem ošetřených oxidem siřičitým. [15] V chloroplastech je chlorofyl vázán na proteiny, čímž získává stabilitu vůči světlu a kyslíku. [7]

- betanin – je červené, ve vodě rozpustné barvivo červené řepy. Při běžných konzervárenských zákrocích je poměrně stálý. [34]

- myoglobin a hemoglobin – hemoglobin je barvivo červených krvinek a myoglobin je červené barvivo svalové tkáně. Základní složkou obou pigmentů je protoporfirinový komplex s dvojmocným železem, nazývaný jako hem, který je vázán na nosnou bílkovinu globin. [17] Hemoglobin se vyskytuje v erytrocytech a slouží jako přenašeč kyslíku z plic do tkání. Obě barviva jsou oxylabilní a mohou tak přecházet na různé deriváty. [19]

1.3.15 Saponiny

Saponiny jsou glykosidy izoprenoidního původu, jejichž typickou vlastností je schopnost snižovat povrchové napětí vody, ve které jsou rozpuštěny, a to již v minimálních koncentracích. Při jejich třepání s vodou získáme stabilní pěnu. [5] Saponiny dělíme na dvě skupiny – skupina obsahující triterpenoidní aglykony a druhou skupinou jsou steroidní aglykony. Většina saponinů přítomných v zrninách jsou triterpeny. Vyskytují se ve velkém množství rostlin jako je například vojtěška (zejména ve výhoncích), slunečnice, hrách, sója či podzemnice. [10] Dále jsou ve vyšší koncentraci obsaženy ve špenátu, mangoldu, červené řepě, chřestu a rajčatech. [5] Ačkoliv saponiny vytvářejí mnoho rozdílných látek, všechny mají několik společných charakteristik jako je hořká chuť, nadýmavost, hemolytické účinky a schopnost vytvářet složité komplexy se žlučovými kyselinami a cholesterolem. [24]

1.3.16 Gibereliny

Gibereliny jsou přirozené růstové látky rostlin (fytohormony). Chemicky jsou odvozeny od základního uhlovodíku gibanu. Nejznámější je kyselina giberelová. [35] Gibereliny podporují hlavně růst stonku, klíčení semen a u některých rostlin urychlují vývoj. Prakticky se uplatňují v zahradnictví a zelinářství. [36] Setkáváme se s nimi především u okurek, fazole a hrachu. [5]

1.3.17 Třísloviny

Třísloviny jsou složkami potravin rostlinného původu. Jsou to rostlinné polyfenoly, které mají schopnost srážet proteiny. Většina tříslovin vykazuje trpkou a svíravou chuť. Některé třísloviny podstatně ovlivňují chuťové vlastnosti mnoha potravinářských surovin, jejich barvu či vzhled. [37] Podle obsahu tříslovin se posuzuje vhodnost jednotlivých ovocných

odrůd ke zpracování. [6] Z chemického hlediska se třísloviny dělí na hydrolyzovatelné a kondenzované. Hydrolyzovatelné se hydrolyticky štěpí zředěnými minerálními kyselinami nebo působením enzymů na stavební složky. Stavebními složkami těchto tříslovin jsou kyselina gallová, ellagová a sacharidy. [38] Hydrolyzovatelné třísloviny se dělí na gallotaniny a ellagotaniny. Kondenzované třísloviny poskytují po ohřevu se zředěnými kyselinami vysokomolekulární, nerozpustné, tmavohnědé až hnědočervené sloučeniny zvané flobafeny. [12] Zelenina, s výjimkou rajčat, třísloviny prakticky neobsahuje. Vysoký obsah tříslovin naopak nalezneme například v jahodách, planých trnkách, brusinkách, borůvkách, v granátovém jablku, ale taky v čaji či víně (především červené víno). [39]

1.4 Zdravotní rizika zeleniny

U lidí s poruchou zažívání může syrová zelenina svým obsahem vlákniny způsobit nežádoucí mechanické dráždění a plynatost. Konzumování některých druhů zeleniny (křen, rajčata, cibule, špenát, celer, pór, okurky, červená řepa) v syrovém stavu může vyvolat u přecitlivělých lidí alergickou reakci. [19] Brukvovité druhy obsahují látky označované jako strumigeny. To jsou látky, které brzdí činnost štítné žlázy, ovšem jen při nadměrném a jednostranném požívání (např. přes 500 g zelí denně). [8]

Vysoké dávky dusíkatých hnojiv zvyšují výnosy zeleniny, zejména listové, ale zanechávají v ní zvýšený obsah dusičnanů, které se mění v lidském těle na zdraví škodlivé dusitany. Zelenina by se proto neměla přehnojovat dusíkatými hnojivy, a to především v zimě a brzy na jaře. [13] Rychlená zelenina má vždy vyšší obsah dusičnanů. Vyšší obsah dusičnanů je způsoben i nesprávným skladováním zeleniny a její přepravou za vysoké teploty. [11]
Povolený obsah dusičnanů v mg NO_3/kg čerstvé hmoty zeleniny je uveden v příloze P I.

Opatření vedoucí ke snížení obsahu dusičnanů v zelenině:

- správné dávkování dusíkatých hnojiv,
- používat vhodná dusíkatá hnojiva (výhodnější jsou pozvolna působící statková hnojiva a komposty. Pořadí vhodnosti použití průmyslových hnojiv je následující: dusíkaté vápno, močovina, amoniakální formy a nakonec ledková forma),
- u zeleninových druhů, které hromadí dusičnany, lze jejich obsah snížit odstraněním těch částí, které jsou na dusičnany bohaté (žebra a vnější listy, řapíky, košťály),

- snaha o co nejlepší světelné podmínky,
- vhodná volba odrůd,
- vhodná doba sklizně v průběhu dne. [40]

Zelenina však může obsahovat také další látky, které lidskému organismu neprospívají, a jsou v zelenině obsaženy zcela přirozeně. Je to například kyselina šťavelová a její sloučeniny u rebarbory nebo sirné sloučeniny označované jako brassica faktor u košťálovin, který působí na hypertrofii štítné žlázy. [34] Tyto zeleniny je nutné konzumovat ve vhodných kombinacích a v menším množství.

Dalším nebezpečím jsou rezidua pesticidů, což jsou přípravky pro chemickou ochranu proti chorobám, škůdcům a plevelům. Některé z těchto látek se ukládají uvnitř pletiv, a proto je nelze smýt. [4] Při chemické ochraně tedy musíme dodržovat předepsaný způsob aplikace (koncentrace, lhůta ošetření před sklizní a likvidace zbytků přípravku). Eventuální znečištění způsobené škodlivinami z ovzduší odstraníme důkladným omýváním zeleniny tekoucí vodou, případně vařením.[6]

2 PLODOVÁ ZELENINA

Plodová zelenina patří mezi teplomilné rostliny. Vyznačuje se nejen vysokými nároky na teplo, ale i na živiny a vodu. Většinou se pěstuje z předpěstované sadby. [1] Jedlé plody této zeleniny získáváme z rostlin dvou čeledí, a to pravé bobule rostlin čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Do této skupiny se řadí rajče, paprika a lilek. Nepravé bobule jsou plody zeleniny tykvovité (*Cucurbitaceae*). Zde řadíme především okurky, tykev, dýně, cuketu a meloun. [9]

2.1 Nároky plodové zeleniny na výživu

Plodová zelenina patří mezi středně náročnou až náročnou na živiny. Vyžaduje kypré, teplé a propustné půdy bohaté na humus a živiny. Tato zelenina potřebuje dobrou zásobu přijatelných živin v půdě, protože bohatě plodí a intenzivně čerpá živiny z půdních zásob. Půdní reakce je nejvhodnější neutrální. [40] Vhodnými předplodinami jsou košťáloviny, jetelovíny, ale i obiloviny. [2] Plodová zelenina má poměrně mělký kořenový systém a vyžaduje vyšší obsah přístupných živin, především draslíku. Plodová zelenina je citlivá na vyšší koncentraci solí v půdním roztoku a rovněž na chlór. Proto se doporučuje používat spíše síranové formy hnojiv. [34] Není vhodné plodovou zeleninu přehnojovat dusíkem, protože dochází k intenzivnímu růstu vegetativních orgánů, k menšímu nasazení květů a zhoršené tvorbě plodů. U rajčat se při přebytku dusíku opožďuje nasazování a dozrávání plodů. Při přehnojení fosforem jsou rajčata méně šťavnatá, mají vyšší podíl sušiny a jsou méně chutná. [13] Draslík má příznivý vliv na velikost plodů, obsah cukrů a trvanlivost plodů. Některé mikroelementy (například mangan) ovlivňují správné vybarvení rajčat. [5]

2.2 Biologická charakteristika jednotlivých druhů plodové zeleniny

Mezi významné zástupce plodové zeleniny patří okurka, tykev, dýně, cuketa, meloun, paprika a rajče. Všechny uvedené druhy plodové zeleniny jsou zde obecně charakterizovány. Rajče je předmětem mé diplomové práce, proto je popsáno podrobněji.

2.2.1 Okurka (*Cucumis sativus*, L.)

Okurka patří mezi jednu z nejrozšířenějších zelenin, i když její úspěšné pěstování je ovlivněno mnoha činiteli. Nejdůležitější je dostatečná teplota po dobu vegetace a pravidelné

zalévání, neboť sucho zastavuje jejich růst. [9] Rostlina má buď plazivé (okurky nakladačky) a nebo pnoucí (okurky salátovky) výhonky, dále žlutě zbarvené květy a zelené, podlouhlé plody. Plody okurek obsahují velké množství vody (92-96%) a jen velmi malé množství vitaminu C i minerálních látek. V dužnině je obsah těchto látek podstatně nižší než ve slupce. [2]

Okurky vyžadují zásadité půdy s vysokým obsahem humusu a živin. Pozemek pro pěstování okurek by měl být co nejvíce osluněn. [4]

Okurky pěstujeme z přímého výsevu nebo častěji z předpěstovaných sazenic. U přímého výsevu jsou rostliny odolnější vůči méně příznivým klimatickým podmínkám. Avšak při chladném a deštivém počasí semeno vůbec nevyklíčí. [1]

Okurky se dělí na několik odrůd a to jsou okurky nakladačky, salátové, skleníkové a pařeništní. [14]

2.2.2 Tykev (*Cucurbita,* L.)

Tykve rozdělujeme na plazivé (*Cucurbita maxima*, L..) a na keříčkové (*Cucurbita pepo*, L.). Tykev patří mezi méně rozšířenou zeleninu, i když se na zahrádkách často pěstuje. [40] Lodyha je dužnatá, silná a hranatá. Listy jsou pětilaločnaté s dlouhými stonky, drsně chlupaté jako lodyha. Květy jsou žlutě zbarvené. Plodem je dužnatá bobule různého tvaru a barvy. Semena jsou plochá, většinou bílá. Plody obsahují vitamin C a mají příznivé dietetické účinky. Vyzrálé plody se používají především ke kompotování. Jako krmivo pro hospodářská zvířata jsou tykve hodnotné stejně jako například krmná řepa. [9]

Tykev je teplomilná rostlina, která vyžaduje kromě optimální teploty taky půdu s dostatkem živin a vláhy. Vůči chladu je tykev více odolná než okurky. [13]

Tykev se pěstuje zpravidla z přímého výsevu, ale lze ji i předpěstovat, čehož se využívá zejména ve vyšších a chladnějších polohách. [1]

Tykev se dělí na několik odrůd a to jsou tykve plazivé, keříčkové a patizony. [4]

2.2.3 Dýně (*Cucurbita maxima,* L.)

Rostlina je velmi náročná na výživu. Má velké listy které vyrůstají z lodyhy, která je až jeden metr dlouhá a rozvětvená. Květy mají žlutou barvu a plody mohou dosahovat hmotnosti až 50 kilogramů. [14]

Půda pro pěstování dýně musí být velmi bohatá na výživné látky (používá se chlévská mrva nebo kompost). Rostlina musí být pravidelně a dostatečně zalévána a v době vytváření plodů je vhodné přidávat různé druhy hnojiv. [2]

2.2.4 Cuketa (*Cucurbita pepo,* L.)

Rostlina je velmi náročná na výživu. Cukety se vyznačují velkými listy, velkými žlutými květy a jejich plody jsou zelené, žluté či proužkované ve tvaru okurky, které dosahují váhy až 5 kilogramů. [36]

Půda pro pěstování cuket musí být bohatá na výživné látky a z tohoto důvodu se doporučuje pěstování cuket například na kompostu. Mělo by se ale zabránit položení plodu přímo na zeminu či kompost, neboť může dojít k jejich hnití. Důležité je i dostatečné zalévání. [40]

2.2.5 Meloun cukrový (*Cucumis melo,* L.)

Rostlina melounu cukrového je velmi podobná rostlině okurky. Listy jsou však pevnější a méně laločnaté. Dlouhé lodyhy se značně rozvětvují. [4] Květy jsou žluté barvy a plodem je bobule, která obsahuje dužninu zelené, žluté či oranžové barvy. Dužnina obsahuje 5 až 8 % cukru (glukóza, fruktóza a jiné) a má vynikající dietetické účinky. Plody dále obsahují vitamin C, kyselinu citrónovou a kyselinu jablečnou. [9]

Pro velké nároky na teplo lze meloun cukrový pěstovat ve volné přírodě jen na jižní Moravě a jižním Slovensku. V chladnějších oblastech se k jeho pěstování využívá například pařeniště. [36]

Půda pro pěstování melounů musí být bohatá na výživné látky. Větrné polohy, velké teplotní rozdíly a dlouhé deštivé období melounu spíše škodí. [1]

2.2.6 Meloun vodní (*Citrullus lanatus,* Thunb.)

Meloun vodní vytváří mohutnější rostliny s kulovitými, vejčitými nebo oválnými plody, které dorůstají hmotnosti 10 až 15 kilogramů. [40] Dužnina melounu vodního obsahuje 3 až 5 % cukru a má vynikající dietetické účinky jako meloun cukrový. Plody dále obsahují vitamin C. Nároky na pěstování vodních melounu jsou podobné jako u melounu cukrového. [2]

2.2.7 Paprika (*Capsicum annuum*, L.)

Paprika patří mezi oblíbené a hodnotné zeleniny. Lodyha papriky je vzpřímená a rozvětvená. Rostlina má dlouhé řapíkaté listy a květy jsou bílé nebo nažloutlé barvy, samosprašné. [4] Plodem je bobule, různé barvy a tvaru. V tržní zralosti mají plody barvu bílou, žlutou nebo zelenou. V botanické zralosti jsou plody většinou červené barvy. Chuť může být sladká nebo pálivá. [14] Semena jsou zploštělá, soustředěná v semenici. Ze všech druhů zeleniny má paprika nejvyšší obsah vitaminu C. V zelených, nedozrálých plodech je obsah vitaminu C až 200 mg ve 100 g čerstvé hmoty. [1] Paprika podporuje trávení a chuť k jídlu. [8] Zralé vybarvené plody obsahují velké množství provitaminu A. Z pěstitelského hlediska a podle použití plodů dělíme papriku na zeleninovou a kořeninovou. [9]

2.2.8 Lilek vejcoplodý - baklažán (*Solanum melongena*, L.)

Lilek patří mezi méně rozšířenou zeleninu. Je to keříčkovitá, rozvětvená rostlina s jednoduchými, pevnými listy fialové barvy. Plodem je převislá bobule, různé velikosti a barvy. Bobule bývá obvykle tmavě fialově zbarvená se světle zelenou dužninou. Barva bobule však může být podle druhu odrůdy bílá, žlutá, hnědá, purpurová až černá. Semena jsou světle hnědé barvy. [40]

Lilek obsahuje cukry, bílkoviny a tuky. Vitaminy a minerální látky jsou zde zastoupeny v nepatrném množství. Lilek snižuje obsah cholesterolu v krvi a podporuje vylučování žluče. [8]

Lilek vyžaduje teplé a chráněné polohy s vysokým obsahem živin v půdě. Pěstuje se z předpěstovaných sazenic, protože má velmi dlouhé vegetační období a je z plodových zelenin nejvíce náročný na teplo. V méně příznivých podmínkách se lilek pěstuje například v pařeništích. [36]

2.2.9 Rajče (*Lycopersicon esculentum*, MILL.)

Rajče v dnešní době patří na celém světě k nejdůležitějším zeleninovým druhům. Je to jednoletá rostlina s hlubokou kořenovou soustavou. Lodyha rostliny rajčete je dužnatá, rozvětvená, vytvářející rozkladité keře. Z lodyhy vyrůstají lichozpeřené listy. [2] Podle tvaru keře se rozlišují rajčata keříčková poléhavá, keříčková kompaktní a tyčková. Květy jsou dužnaté, pětičetné, samosprašné a jsou uspořádány v hroznech. Plodem je bobule různé

barvy, tvaru, velikosti a s různým počtem semenných komor. [4] Tyto plody mohou být intenzivně červené, masově růžové, žluté, oranžové i téměř bílé. Tvar mohou mít kulatý, protáhlý, hranatý, plochý, hruškovitý i laločnatý. Jejich velikost může být jako velikost třešně a nebo mohou dosahovat až velikosti velkého pomeranče. Plody jsou většinou zcela hladké. Semena rajčete jsou drobná, šedavá, pokrytá chloupky. [1]

Rajče je rostlina teplomilná a světlomilná. Při nadbytečné vzdušné vlhkosti a nedostatku světla se rostlina vytahuje a je méně odolná vůči chorobám. Celá rostlina má typické aroma a je pokryta žláznatými chlupy, které při dotyku žlutě barví.[4]

Rajče je oblíbená zelenina s vysokým obsahem vitaminů. Podporuje trávení a chuť k jídlu. Plody se konzumují čerstvé, různě upravené nebo konzervované. [24]

Obr. 1. Plody rajčat (intenzivně červené, kulaté) [41]

Obr. 2. Žluté květy rajčat s dělenými listy [41]

2.3 Historie pěstování rajčat

Rajče pochází z Peru a Ekvádoru a do Evropy se rozšířilo v 16. století. Obyvatelé Peru pěstovali rajčata již v 5. století před naším letopočtem. [42] Zpočátku se rajče pěstovalo jako okrasná rostlina, kterou mnozí považovali za jedovatou. To bylo způsobeno tím, že rajčata ve svých zelených částech obsahují jedovaté glykoalkaloidy solanin a tomatin. Solanin se však v průběhu zrání a skladování odbourává, tudíž v červených plodech není přítomen vůbec. [43] Rajčata nebyla vždy taková, jaká je známe dnes. Ještě v dnešní době v Peru,

Mexiku, na Kanárských ostrovech a Filipínách rostou na neobdělávané půdě plané příbuzné odrůdy rajčat. [8] Planá rajčata mají plody velikosti rybízu. Kulturní plodina vznikla z planého rajčete fasciací, to je srůstáním plodolistů. [40]

V našich zemích se rajčata začala objevovat teprve začátkem 20.století. [44] Rozvoj pěstování rajčat souvisel zejména s rozvojem konzervárenského průmyslu. Z rajčat se vyrábějí šťávy, protlaky, pasty, kečupy mohou se i konzervovat zmrazováním. [4] V důsledku přenesení rajčete do jiných podmínek přirozeného výběru a mnohaletého šlechtitelského úsilí byly vyšlechtěny nejrůznější výnosné odrůdy s dobrými chuťovými vlastnostmi. [36]

Rajče jedlé, též lilek rajče, je vytrvalá rostlina z čeledi lilkovité. Jeho taxonomickou klasifikaci uvádí tabulka 2.

Tab. 2: Taxonomická klasifikace Lycopersicon esculentum [41]

Říše	rostliny (*Plantae*)
Podříše	vyšší rostliny (*Cormobionta*)
Oddělení	krytosemenné (*Magnoliophyta*)
Třída	vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)
Řád	krtičníkotvaré (*Scrophulariales*)
Čeleď	lilkovité (*Solanaceae*)
Rod	lilek (*Solanum*)

2.4 Význam, použití a konzumní hodnota rajčat

Rajčata patří pro značný obsah provitaminu A (β-karoten), vitaminu C, vitaminu E, vitaminu K a vitaminů skupiny B k nejhodnotnějším zeleninám v lidské výživě. Vitaminu C je v povrchové vrstvě až třikrát více než ve vnitřní dužnině a šťávě. [8] Z minerálních látek se v rajčatech nejvíce vyskytuje draslík, fosfor, vápník a hořčík. V menším množství se vyskytuje sodík, železo a zinek. Dále zde nalezneme i jód, měď, kobalt, nikl a bór. [6] Svým složením působí rajče na lidský organismus antibakteriálně, žlučopudně a močopudně. Rajčata mají léčivé účinky při ateroskleróze, tukové degeneraci jater a podporují tvorbu hemoglobinu. Dále podporují chuť k jídlu, tvorbu krve, snižují krevní tlak a příznivě

ovlivňují činnost jater a ledvin. Rajčata mají příznivý vliv na zvýšení celkové imunity organismu. [19] Prospívají při dně a revmatismu. Semena rajčat obsahují 17 až 29 % oleje bohatého na nenasycené mastné kyseliny, které mají profylaktický i léčivý účinek při aterosklerózе a dále podporují vylučování cholesterolu z organismu. [40] Rajče pěstujeme ke konzumním účelům, ale i na semeno. Plody se konzumují čerstvé, různě upravené nebo konzervované. [4]

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A VÝŽIVOVÁ HODNOTA PLODŮ RAJČAT

Rajčata patří mezi nutričně hodnotné zeleniny. Plody rajčat obsahují v průměru asi 7 % sušiny a 93 % vody. Největší část sušiny rajčat tvoří především cukry a organické kyseliny. Dále se zde nacházejí i bílkoviny a lipidy. [33] Energetická hodnota rajčat není příliš vysoká. Na 100 g rajčat připadá pouze kolem 100 kJ (okolo 25 kcal). [44]

3.1 Sacharidy

Chuť rajčat vytváří především přítomné cukry. V rajčatech jsou přítomné lehce stravitelné jednoduché cukry v množství kolem 1%. Glukóza tvoří 60 %, fruktóza 30 % a disacharid sacharózy tvoří z celkového množství sacharidů 10 %. [6] Škrob se v rajčatech nachází jen v nepatrném množství. Celulóza je přítomna pouze v zelených plodech. Během dozrávání se její koncentrace snižuje na minimum. [6]

3.2 Organické kyseliny

Obsah organických kyselin u rajčat se pohybuje v rozmezí 0,3 až 0,5 % a pH dužniny plodů se pohybuje kolem hodnoty 4,3. [22] Z organických kyselin jsou nejvíce zastoupeny kyselina citrónová (tvoří asi 60% všech kyselin), jablečná, šťavelová, vinná, jantarová, mléčná, mravenčí a oxalátová. [4] Tyto kyseliny dodávají spolu s cukry rajčatům příjemnou sladkokyselou chuť. Dále podporují trávení a v trávícím traktu člověka působí inhibičně na mikroorganizmy. [8]

3.3 Vitamíny

Barvu rajčatům dodává β-karoten a typické rajčatové barvivo lykopen. Množství β-karotenu závisí na stupni zralosti plodů. U zralých rajčat je množství β-karotenu podstatně vyšší než v nezralých plodech. Rajčata mají poměrně nízký obsah vlákniny, což umožňuje jejich dobrou stravitelnost. [45] Rajčata obsahují vysoký podíl vitaminu E, kyseliny nikotinové a pantotenové. Obsah vitaminu C je rovněž vysoký. Ve 100 g rajčatové šťávy je 10 až 12 mg tohoto vitaminu. [6] Vitamin C je soustředěn především v povrchové vrstvě. Zde je ho asi třikrát více než v dužnině a šťávě. [7]

3.4 Minerální látky

Z minerálních látek převládají v plodech rajčat sloučeniny fosforu, hořčíku, vápníku, draslíku a sodíku. V menším množství se zde nachází také železo, kobalt či zinek. Tyto sloučeniny minerálních látek mají příznivý vliv na zdraví člověka. [9]

3.5 Glykoalkaloidy

Glykoalkaloidy jsou dusíkaté organické látky, které rostlina produkuje pro svoji ochranu a vyznačují se trpkou a hořkou chutí. Alkaloidy většinou vznikají jako sekundární produkty rostlinného metabolismu. Ve vysokých dávkách mohou působit na lidský organismus toxicky. [9] Glykoalkaloidy jsou u rajčete obsaženy v různých částech. Především ve slupce, semenech [26], v zelených částech rostlin a v nezralých plodech. [14]

V celé rostlině a v nezralých plodech je přítomný solanin. [44] Solanin je toxický glykoalkaloid, který je v čistém stavu bílá krystalická látka s jehličkovitými krystalky. Solanin se vyznačuje silnou hořkou chutí a je špatně rozpustný ve vodě. Jeho molekula se skládá z cukerné složky, trisacharidu solatriosy a z vlastního steroidního alkaloidu solanidinu. [46] V našich klimatických podmínkách se hromadí v plodech rajčat 3 až 6 mg solaninu na 100 g čerstvé hmoty. Při dozrávání plodů a při tepelném zpracování se však rozkládá. Zralé plody obsahují méně než 0,2 mg solaninu. [36] Za dávku škodlivou pro lidský organismus se považuje obsah 20 mg solaninu. Proto by se nezralé plody měly konzumovat v co nejmenším množství. [33]

Rajčata obsahují v množství 1,4 až 3,4 mg tomatinu na 100 g čerstvé hmoty. [36] Tomatin je glykoalkaloid, který má antimikrobiální účinky. Tím se vysvětluje příznivý účinek rajčat na střevní mikroflóru člověka, kde potlačují škodlivé bakterie. [43]

3.6 Rostlinné fenoly a další složky rajčete

Plody rajčat dále obsahují flavonoly jako je rutin, kampferol-3-rhamnoglykosid, kvercetin-3-rhamnoglykosid a kvercetin, které posilují krevní kapiláry, působí protisklerotický, protizánětlivě a antiradiačně. [33] V plodech se dále nachází β-sitosterol, cholin a triterpenové saponiny, které mají profylaktický i léčivý účinek při ateroskleróze. [10] Cholin snižuje obsah cholesterolu v krvi, předchází tukové degeneraci jater, zvyšuje imunitu organismu,

podporuje tvorbu krevního barviva (hemoglobinu). Léčivé vlastnosti cholinu se využívají při žloutence, zánětlivých procesech štítné žlázy a při ateroskleróze. [19]

Plody rajčat obsahují vysoký podíl vitamínů a minerálních látek, které jsou pro lidský organismus nezbytné. Ve vyšších koncentracích se zde nachází zejména vitamín C a z minerálních látek je to zejména fosfor, hořčík a vápník. Proto se rajčata zařazují do stravy nemocných s nemocemi srdce, oběhové soustavy a s poruchami látkové výměny. [44] Doporučují se rovněž při nemocech žlučníku a střev. Rajčata mají mírný projímavý účinek, podporují peristaltiku střev. [17] Syrová rajčata a rajčatová šťáva mají také schopnost mírně snižovat krevní tlak a snižovat úroveň cholesterolu v krvi. Syrová dužnina a rajčatová šťáva také brzdí růst řady mikroorganismů. [45] Rajčatová šťáva se u lidí používá k zevní léčbě infikovaných ran a vředů. Rajčata mají antibiotický účinek, brzdí vývoj řady plísní, které jsou původci chorob člověka, zvířat a rostlin. [19]

4 VÝZNAM RAJČAT V LIDSKÉ STRAVĚ

Rajče patří mezi oblíbené zeleniny s vysokým obsahem vitamínů a minerálních látek. Svým složením podporuje rajče trávení a chuť k jídlu. Plody se konzumují čerstvé, [1] nebo se konzumuje šťáva z rajčat, protlak či další konzervárenské výrobky. [9] Zařazení rajčat do stravy se doporučuje zejména pro nemocné s onemocněním srdce a oběhové soustavy a při poruchách látkové výměny. [36] Příznivý účinek rajčat je taky pozorován při výskytu revmatismu, žlučových či močových kaménků nebo při zácpě. [33] Podle Rychlíka (1997) je doporučená spotřeba rajčat 16 kilogramů. Skutečná spotřeba však činí pouze 9,3 kilogramů na osobu za rok.

Rajčata působí i proti kardiovaskulárním onemocněním a obsahují účinné látky sloužící jako antioxidanty. [21] Dále obsahují velké množství karotenoidů, zejména lykopenu. Lykopen je nenasycený karotenoid s otevřeným řetězcem, který dodává rajčatům (ale i jiným plodům) červenou barvu a působí jako účinný antioxidant. [6] Nejvyšší množství lykopenu u rajčat je obsaženo ve vnější slupce a čerstvé rajče, průměrné velkosti, obsahuje asi 3 mg lykopenu. [40] Lykopen je jedním z nejznámějších antioxidantů rostlinného původu, který chrání buňky před působením volných radikálů a může snižovat riziko některých onemocnění, včetně rakoviny (rakovina prostaty, prsu, dělohy, plic a střev) a srdečních chorob. [24] Tepelně upravená rajčata obsahují více dostupného (využitelného) lykopenu než rajčata syrová. Při vyšších teplotách se lykopen uvolňuje a v lidském organismu je snáze absorbován. Protože je lykopen rozpustný v tucích, zvyšuje se rychlost jeho vstřebávání vařením rajčat s olejem, nebo konzumací s jinými potravinami. [48] Lykopen si zachovává stabilitu a trvanlivost i během zpracování rajčat. [45]

4.1 Pěstování rajčat

Rajčata jsou náročná zejména na dostatek tepla. Jsou velmi citlivá na mráz. Nízká teplota zpomaluje jejich vývoj a mráz je zcela ničí. Minimální teplota pro klíčení semen je 9 °C a optimum je mezi 20 až 25 °C. [45] Rajčata tedy vyžadují slunnou a chráněnou polohu v humózních půdách bohatých na živiny i vláhu. Vyhovuje jim půda mírně neutrální, ale může být i mírně kyselá. Rajčata se nedoporučuje pěstovat po bramborách, neboť ty mohou půdu infikovat chorobami, kterými by pak mohla být rajčata napadena. Vhodnými předplodinami může být přezimovaný pór, špenát vysetý na podzim nebo raný hlávkový salát. [9]

4.2 Odrůdy rajčat

Rajčata rozdělujeme na dvě základní odrůdy. Na rajčata tyčková (vysoká) a na keříčková (nízká). Dělení vychází podle způsobu pěstování, velikosti, tvaru a využití rajčat. [2] Mezi méně známé odrůdy patří třešňová rajčata, koktejlová rajčata a vícekomorová rajčata. [44]

Tyčková (indeterminantní) rajčata se vyznačují stále pokračujícím růstem hlavního výhonu. Pěstují se na opoře (aby rostlina nepoléhala) [47] a vyžadují vylamování bočních výhonů vyrůstajících v úžlabí listů. [40] Rostliny tyčkovitých odrůd se pěstují na venkovních záhonech i ve sklenících. [45]

Keříčková (determinantní) rajčata mají výhon, který je ukončen květenstvím. U této odrůdy není vyvazování nutné a pěstují se výhradně na venkovních záhonech. [49] Jsou to především tzv. průmyslová rajčata určená pro velkovýrobu. Sklízí se pomocí kombajnů a zpracovávají se na džusy, kečupy či pyré. Vyznačují se pevnou dužninou plodu a vyšší sušinou. Čím méně má plod vody, tím méně energie je nutno použít na její odpaření a zahuštění při výrobě kečupu či protlaku. [3] Plody bývají válcovité, ale i kulaté a vždy pevnější. Keříčkové odrůdy nejsou mezi pěstiteli tolik oblíbené, neboť jsou více ohroženy chorobami plodů než odrůdy tyčkové. [28]

Třešňová rajčata mají plody velikosti třešně a jsou výjimečně hutná. Koktejlová rajčata mají plody o hmotnosti 20–40 g a průměrná velikost je asi 2 až 4 cm. Vícekomorová (Beefsteaková) rajčata jsou vhodná do salátů nebo na pizzu. [44]

4.3 Choroby a škůdci rajčat

Mezi hlavní škůdce rajčat patří vlnovník, krtonožka obecná, mšice broskvoňová, drátovci, potemníci a jejich larvy, molice skleníková, třásněnka skleníková, sviluška chmelová a kořenová háďátka. [49]

4.3.1 Padlí rajčete

Na rostlinách se objevují typické bělavé, moučnaté skvrny, které jsou zpočátku samostatné. Později dochází k jejich rychlému rozrůstání a splynutí. Brzy pokrývají celý povrch rostliny. [47]

4.3.2 Bronzovitost rajčete

U rajčete se tato choroba vyznačuje malými, oranžovými skvrnami na listech, které se posléze zbarvují do bronzova. [50] Na zelených plodech se objevují žluté skvrny. [2]

4.3.3 Plíseň rajčat

Od července se objevují na rajčatech vodnaté skvrny, které se rychle šíří (zasahují listy, lodyhu i plody) a později hnědnou. [44] Za vlhkého počasí se na spodní straně napadeného listu může objevit bílý povlak. [14]

4.3.4 Čerň rajčatová

Na horní straně listů nalezneme zřetelné žluté skvrny a na rubové straně se objevuje typický, sametově olivově hnědý povlak. Listy schnou a opadávají. [36]

4.3.5 Bakteriální vadnutí rajčete

Příznakem je náhlé vadnutí jednotlivých lístků na jedné straně lichozpeřených listů (tzv. unilaterální vadnutí), které následně usychají a hnědnou. [44] Poté vadnou a usychají celé listy, jednotlivé lodyhy a nakonec celé rostliny. [4]

4.3.6 Hnědá skvrnitost rajčete

Způsobuje na listech (od poloviny léta) velké, nepravidelné, tmavohnědé skvrny s typickými koncentrickými kruhy. [10] Napadení stonku je příčinou jeho lámání. Houba, na rozdíl od septoriové skvrnitosti (*Septoria lycopersici*), napadá také plody, kde způsobuje tmavé skvrny. [9]

5 VÝZNAM A CHARAKTERISTIKA MINERÁLNÍCH LÁTEK VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Minerální látky jsou důležitou složkou výživy člověka. Do organismu vstupují především prostřednictvím potravy a nápojů, někdy i vdechovaným vzduchem a přes kůži. Jejich biologická úloha je velmi mnohostranná. [18] Nejsou nepostradatelné pouze pro správný vývin kostry, ale jsou i významným faktorem intermediálního metabolizmu. Podmiňují udržování acidobazické rovnováhy a stálosti vnitřního prostředí. [6] Dále se účastní jako katalyzátory či stavební složky při syntéze enzymů, hormonů, vitamínů a jiných, pro život nezbytných látek. [20]

5.1 Klasifikace minerálních látek

Minerální látky (prvky) je možné rozdělit na tři skupiny:

- první skupina zahrnuje prvky, jejichž doporučená denní potřeba se pohybuje v řádu několika set miligramů. Patří sem makroprvky jako je vápník, fosfor, sodík, draslík, chlor, hořčík a síra.
- druhá skupina zahrnuje prvky, jejichž doporučená denní potřeba je několik desítek miligramů. Patří sem mikroprvky jako je železo, měď, zinek a mangan.
- třetí skupina zahrnuje prvky, jejichž doporučená denní potřeba je menší než u mikroprvků. Patří sem kobalt, molybden, jód, fluor, selen a chrom. [23]

5.2 Minerální látky v lidské výživě

V lidské výživě lze rozlišit tři základní stupně pokrytí potřeby minerálních látek:

1. nedostatek,

2. optimální příjem,

3. nadměrný příjem. [25]

Optimální příjem minerálních látek je z hlediska zdraví ideální. Nedostatek i nadměrný příjem, stejně tak jako nevyvážený poměr mezi jednotlivými prvky, vedou v poměrně krátké době k výraznému poškození orgánů a tkání. [19] Významným rizikem je i dlouhodobý

suboptimální příjem některých minerálií, projevující se poklesem výkonnosti a chronickými poruchami zdraví lidí. [11]

Pro pokrytí potřeby jednotlivých prvků není důležitý jen jejich obsah ve stravě, ale i jejich stravitelnost a využitelnost v organismu. [17] Dále pak jejich vzájemné interakce a rychlost jejich vylučování. Z těchto důvodů nabývá na důležitosti forma podávaných látek sloužících k obohacení potravin. Základní podmínkou využitelnosti je rozpustnost ve vodném prostředí a existence metabolických pochodů sloužících k uvolnění prvku ze sloučeniny a jeho zpřístupnění dalším biochemickým reakcím. [25]

Z anorganických sloučenin prvků se dobrá stravitelnost udávána u chloridů, méně u síranů a uhličitanů. Oxidy jsou považovány za velmi málo stravitelné. Je prokázáno, že organické formy některých prvků (například cheláty a proteináty) jsou pro člověka mnohem dostupnější než ve formě anorganické. [34]

6 MOLYBDEN

6.1 Obecná charakteristika molybdenu

Elementární molybden je stříbřitý až šedobílý, tvrdý a křehký kov se značně vysokým bodem tání. Na vzduchu je za normální teploty stálý a je odolný i vůči působení vody. S vodíkem nereaguje a nevytváří žádné hydridy. [51]

Molybden je vyznačuje i vysokou odolností při působení minerálních kyselin. Především oxidačně působící kyseliny pasivují (pasivace-samovolná nebo řízená tvorba ochranné vrstvy na povrchu kovu, zabraňující korozi a narušení povrchu kovu) jeho povrch a chrání jej tak před nepříznivými vlivy. [52] Zvýšená odolnost molybdenu byla zjištěna i při působení alkalických hydroxidů. [8]

Molybden se poměrně snadno rozpouští v kyselině chlorovodíkové. Nejsnáze se kovový molybden rozkládá alkalickým tavením například se směsí dusičnanu draselného a hydroxidu sodného (KNO_3 + NaOH). [20] Po zahřátí reaguje s mnoha nekovy za vzniku převážně intersticiálních sloučenin (vznikají reakcí mezi prvky se značně odlišným atomovým poloměrem. Tvoří je přechodné prvky). [53]

Ve sloučeninách se molybden vyskytuje v řadě různých mocenství od Mo^{2+} po Mo^{6+} a v rozsáhlé škále různých barev. [21]

Chemické vlastnosti molybdenu jsou uvedeny v příloze P III.

6.2 Výskyt molybdenu v lidském organismu

U lidí žijících v oblastech, kde je půda bohatá na tento prvek, se vyskytuje mnohem vzácněji zubní kaz. [25] Nejvyšší obsah molybdenu v potravě zahrnují celozrnné výrobky, luštěniny, rýže, pohanka, játra a jiné vnitřnosti, ryby, vejce, mléko a mléčné výrobky a listová zelenina. Méně molybdenu pak nalezneme především v ovoci. [54]

6.3 Nedostatek molybdenu v lidském organismu

I když je tento minerál důležitý, neobjevila se zatím potřeba jej zvláště doplňovat. V běžné, konzumované stravě, je jeho obsah dostatečný. Jeho nedostatek byl zaznamenán pouze u lidí se vzácnými genetickými vadami tvorby některých enzymů. [55]

Při nedostatku molybdenu v potravě může dojít k narušení sexuální činnosti u mužů a u malých dětí může způsobit epileptické záchvaty, mentální retardaci a vady zraku. [24] Deficit vede také k potlačení funkce enzymů obsahujících molybden, zpomalení růstu a zvýšení hladiny mědi v játrech. [19] Dále se nedostatek projevuje jako nepravidelná srdeční činnost, neschopnost tvořit kyselinu močovou a dráždivost. V důsledku nižšího ukládání fluóru v kostech může docházet k častějším zlomeninám. [23]

Výrazný nedostatek molybdenu se projevuje vážným poškozením mozku. Nedostatek může také zvýšit náchylnost k zubnímu kazu a nízký příjem souvisí s chorobami dásní a ústní sliznice. [46]

Nadměrné množství křemíku v potravě snižuje množství molybdenu v těle. Podobně působí i nadměrný příjem živočišných bílkovin, jako je maso a drůbež. Doplňky s křemíkem sníží vstřebávání molybdenu a jeho koncentraci v plazmě. [14] Nadměrný příjem mědi zvyšuje vylučování molybdenu z těla. Jednou z nejdůležitějších funkcí molybdenu je schopnost částečně zabraňovat chudokrevnosti. [18]

6.4 Nadbytek molybdenu v lidském organismu

Při vyváženém stravování by v lidském organismu nemělo dojít k toxicitě molybdenem. Může se vzácně projevit zejména u citlivých jedinců. V současné době však bývá častější než karence. [6] Nadbytek molybdenu brzdí resorpci mědi a tvorbu ceruloplazminu (protein, specializovaný k přenosu mědi), což může vést k anémii. Specifickým onemocněním z nadbytku molybdenu je molybdenóza, která se především projevuje průjmem, hubnutím, krvácivostí, a může dojít i k úmrtí. [20] Preventivně lze k odvrácení otravy molybdenem použít vysoké dávky mědi, nebo methioninu. [51] Zvýšit příjem molybdenu v podobě suplementů můžeme při nedostatečném vylučování kyseliny močové z těla. Působí jako ochrana před výskytem onemocnění zvaném dna, což je metabolické kloubní onemocnění. [19] Zvýšeným příjmem molybdenu může dojít k nedostatku mědi v těle a naopak. Při uží-

vání přípravků s molybdenem se velice zřídka objevily žaludeční potíže. Denní dávka molybdenu by neměla překročit hranici 2000 µg. [8]

6.5 Základní účinky molybdenu v lidském organismu

Mezi základní účinky molybdenu v lidském organismu patří:

1. účastní se metabolismu tuků a sacharidů,
2. aktivně se účastní v řadě enzymatických systémů, které jsou zodpovědné za metabolismus železa a detoxikaci sulfidů. [21]

6.5.1 Kladné účinky molybdenu

1. prevence proti nebezpečným druhům chudokrevnosti,
2. podporuje udržování dobrého zdravotního stavu. [25]

Nejvíce molybdenu je v lidském organismu obsaženo v játrech a ledvinách. Menší množství se nachází ve svalech a dalších orgánech. Z těla je vylučován močí. [23] Stravitelnost molybdenu je poměrně vysoká. Utilizace molybdenu v játrech je snížena při předávkování mědí. Naopak vysoký příjem molybdenu snižuje resorpci mědi a syntézu ceruloplazminu. Hladinu molybdenu a mědi ve tkáních lze snížit přídavkem síranů do doplňků potravin**.** [24]

Molybden má v našem těle nezastupitelnou úlohu. Přispívá k pocitu dobrého zdraví a životní vitalitě. Chrání nás před různými nádory, zubním kazem či impotencí u mužů. Jako součást enzymů má velký význam při látkové výměně a využívání železa v organismu. Dále pomáhá tělu udržet správnou činnost nervového systému. [56] V lidském těle je složkou enzymů, které se podílejí na rozkladu aminokyseliny cysteinu a na odbourávání některých složek nukleových kyselin. [46]

Molybden je součástí flavinových enzymů a některých metalloenzymů (například xanthinoxidázy, aldehydoxidázy a sulfátoxidázy), které se podílejí na oxidoredukčních pochodech. [52] Podporou ukládání fluóru má vliv na zvyšování pevnosti kostí a zubů. Je důležitým růstovým faktorem pro střevní mikroflóru. Molybden je v současné době předmětem intenzivního výzkumu ve spojitosti s tvorbou červených krvinek. Ovlivňuje totiž procesy uvolňování železa z jater. [18]

6.6 Výskyt molybdenu v půdě

Půda je jedním z faktorů, které rozhodují o výsledku pěstování zeleniny. Úrodná půda umožňuje rostlinám dobrý vývoj kořenového systému. Poskytuje jim také potřebné množství vody, živin, vzduchu a tepla. [57]

Celkový obsah molybdenu v půdách je relativně nízký. Pohybuje se v průměru od 0,1 do 5 mg na kilogram zeminy. V půdě se nachází především ve formě MoO_4^{2-}. [58] V nevýměnné formě je molybden obsažen v minerálech (olivín, molybdenit), dále jako hydratované oxidy a v půdní organické hmotě. Aniont MoO_4^{2-} tvoří zejména v kyselém prostředí málo rozpustné sloučeniny s amorfními hydroxidy železa a hliníku, jejichž forma je zřejmě příčinou nedostatku přístupného molybdenu v kyselých půdách. [31] Molybdenany jsou adsorbovány sesquioxidy a jílovými minerály podobně jako fosforečnany. Pevnost této vazby se s klesající hodnotou pH zvyšuje. [52]

Molybden se v půdním prostředí vyskytuje v následujících formách:

- Vodorozpustný - je dán rozpustnými ionty MoO_4^{2-} a jeho podíl v půdách může být velmi rozdílný (1-60 % z celkového obsahu). Rozpustnost, a tím i pohyblivost molybdenu v půdě, záleží zejména na stupni nasycení sorpčního komplexu vápníkem. Při vyšším obsahu výměnného vápníku a vápenatých humátů se pohyblivost molybdenu zvyšuje. Rovněž vyšší koncentrace fosfátových iontů může příznivě působit na zvýšení přístupnosti molybdenu.
- Výměnný - představuje ionty MoO_4^{2-} vázané na povrchu půdních koloidů. Pevnost této vazby se s klesající hodnotou pH zvyšuje, což má za následek snížení přístupnosti molybdenu pro rostliny v kyselých půdách. Předpokládá se, že zvyšování přístupného molybdenu v půdě se stoupající hodnotou pH je způsobeno zvýšením koncentrace OH^- iontů v půdním roztoku, které ve větší míře vytěsňují ionty MoO_4^{2-} ze sorpčního komplexu.
- Nevýměnný - molybden obsažený v nerostech (olivín, molybdenit), v hydratovaných oxidech molybdenu a v půdní organické hmotě. Z těchto půdních složek se stává přístupným po zvětrání a mineralizaci. Aniont MoO_4^{2-} tvoří zejména v kyselém prostředí málo rozpustné sloučeniny s amorfními hydroxidy železa a hliníku. [54]

Pro rostliny je přijatelný především molybden rozpustný ve vodě a také určitá část molybdenu vázaného. [10] Faktory zvyšující přístupnost MoO_4^{2-} pro rostliny tedy jsou:

1. vyšší koncentrace OH^- a fosforečnanových iontů,
2. použití uhličitanových a žíravých forem vápenatých hnojiv,
3. hnojení fosforečnými hnojivy s vodorozpustnou formou fosforu. [51]

6.7 Výskyt živin v rostlinách

Všechny rostliny nezbytně potřebují ke svému životu ve větším množství devět základních biogenních prvků. Mezi ně patří uhlík, kyslík, vodík dusík, fosfor, síra, vápník, draslík a hořčík. [6]

Uhlík, kyslík a vodík jsou prvky důležité při tvorbě všech organických látek. Kyslík také k dýchání. [18]

Dusík, fosfor a síra jsou součástí bílkovin. Dusík podporuje růst rostlin, fosfor je důležitý pro tvorbu a opylování květů, vyzrávání plodů a odolnost proti nízkým teplotám. [13]

Draslík je nezbytný při fotosyntéze pro tvorbu sacharidů. Zlepšuje jakost a uchovatelnost zeleniny. [19]

Vápník neutralizuje kyseliny v rostlinách i v půdě a pomáhá při fotosyntéze. Je součástí buněčných membrán. Hořčík je nezbytnou součástí chlorofylu. [25]

V nepatrném množství potřebují rostliny ještě stopové prvky (mikroelementy) jako je například železo, bor, měď, mangan, molybden, zinek, kobalt a jiné.Ve výživě rostlin se dále uplatňují ve větším množství ještě prvky jako jsou sodík, chlor, hliník a křemík, které mají funkci ochrannou. [8]

Vysušená, bezvodá tkáň rostlin má přibližně následující elementární složení:

uhlík……..45%

kyslík…….42%

vodík…….6,5%

dusík……..1,5%

minerální prvky…….5,0%

Prvky nazývané organogenní (uhlík, kyslík, vodík a dusík) představují 95% veškerých prvků tvořících sušinu. Zbývající část sušiny (5%) připadá na minerální prvky (popel). Kvalitativní i procentuální zastoupení prvků v rostlinách silně kolísá v závislosti na pěstitelských podmínkách. [35]

Ze všech orgánů rostliny jsou popelem nejbohatší listy. Poměrně vysoký obsah popelovin je také v kůře dřevin a v kořenech bylin. Poněkud nižší obsah popelovin se nachází v tkáních stonku a semenech. [33]

6.8 Výskyt molybdenu v rostlinách

Rostliny vyžadují molybden jen v nepatrném množství. Tento prvek podporuje činnost bakterií rodu *Rhizobium*. [20] Molybdenu tak nejvíce spotřebují jeteloviny a luštěniny z čeledi vikvovitých (*Viciaceae*) a někteří zástupci rodu brukve z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) zejména květák a růžičková kapusta. Nezbytnost molybdenu byla prokázána také pro některé obiloviny nebo cukrovou řepu. [34]

Nedostatek molybdenu se projevuje především na stavu listového aparátu rostlin. Listy nabývají charakteristickou nevýraznou, bledou, někdy žlutozelenou barvu. Z velké části ztrácejí turgor, což se nejsilněji projevuje na okraji čepele, jindy u báze listu. [57] Uvedené symptomy ukazují na poruchu v metabolismu dusíku a vodního režimu. Molybden je potřebný nejen pro vyšší rostliny, ale i pro mikroorganismy fixující dusík. K této skupině patří tak mikroorganismy volně žijící, tak také symbionti. Zvýšená spotřeba molybdenu se projevuje zejména při výživě rostlin nitráty. Méně výrazná je reakce rostlin na přidání molybdenu při výživě amoniakem nebo močovinou. [58] Příznivý vliv molybdenu na rozvoj kořenového systému vikvovitých rostlin je rovněž spojen s tím, že molybden zlepšuje podmínky výživy rostlin vápníkem. Molybden přidaný do půdy zesiluje příjem vápníku rostlinou. V kyselých půdách je molybden pro rostliny prakticky nedostupný, proto vápněním se zlepší podmínky pro příjem molybdenu rostlinami. [54]

Rostliny přijímají molybden převážně jako aniont MoO_4^{2-}. Jeho potřeba je pro rostliny všeobecně velmi nízká. Obsah molybdenu v sušině organické hmoty se pohybuje většinou kolem 1mg molybdenu na 1kg. Sklizní 10t sušiny organické hmoty se z půdy odebírá asi 10g molybdenu. [59] Přijatelnost molybdenu je vyšší na půdách zásaditých než na půdách

kyselých, kde je nebezpečí vzniku těžce rozpustných oxidů. Příjem molybdenu může být inhibován ionty SO_4^{2-}, zatímco ionty fosforu příjem molybdenu stimulují. [60]

Molybden je v rostlině snadno pohyblivý. Do rostliny může vstoupit jak kořeny, tak pokožkou nadzemních částí (zde je pohyblivý zejména během dne). Hromadí se hlavně ve vegetativních částech rostliny. [34] Při dozrávání dochází ke snížení obsahu molybdenu v listech a jeho zvýšené translokaci do reprodukčních orgánů. Semena rostlin tak hromadí značná množství tohoto prvku, které pak může být využíváno v průběhu vegetace, a tak zcela krýt požadavky rostlin i za úplného deficitu molybdenu v živném prostředí. [35] Pohyblivost molybdenu v rostlinách je spojena s hodnotou pH buněčné šťávy, s obsahem fosforu, železa, manganu a s možnostmi změn mocenství. [53]

Molybden má mimořádně vysokou fyziologickou účinnost. Význam molybdenu při redukci nitrátů aktivací nitrátreduktázy při syntéze bílkovin bývá zdůrazňován jako jeho hlavní funkce. Funguje jako nosič elektronů. [61] Molybden působí dále při fixaci elementárního dusíku nejen u volně žijících bakterií v půdě, ale i u symbiotických bakterií žijících v rhizosféře motýlokvětých rostlin. [37]

Při nedostatku molybdenu bylo zaznamenáno snížení obsahu kyseliny askorbové u zeleniny. Při hnojení za použití 1-2kg molybdenanu amonného na 1ha půdy se naopak dvojnásobně zvýšil obsah kyseliny askorbové, zvýšil se obsah chlorofylu, karotenoidů a zvýšila se intenzita fotosyntézy. [62] Nedostatek dále způsobuje, že starší listy mají světlý, popálený okraj a zpomaleně rostou. Může dojít k žloutnutí středů listů, stejně jako ke kroucení mladších lístků, které eventuálně odumírají nebo zakrní. Deficit molybdenu často připomíná nedostatek dusíku. [33] Na rozdíl od nedostatku dusíku se objevují červené špičky listů a toto zbarvení postupuje dovnitř listu. Obecně k nedostatku molybdenu dochází, když má rostlina málo síry a fosforu. [10]

V pokusech s radioaktivním izotopem ^{99}Mo bylo zjištěno, že se molybden nejdříve dostává do starších až středně starých listů a v druhé fázi se koncentruje v mladých listech. [63] Klasickou zeleninou reagující na nedostatek molybdenu je květák. Symptomy nedostatku u této zeleniny se projevují chlorózou nervatury a listových čepelí. Čepele omezují růst do šířky. Vegetační vrchol odumírá a netvoří se růžice. Deficience molybdenu se projevuje nejčastěji ve středu rostliny nebo na starých listech žlutou či žlutozelenou barvou. Listy jsou malé a mají nekrotické tečky. [13]

Toxické působení molybdenu není v praxi běžné. Toxicita byla pozorována až při vysokém obsahu v rostlinách. Na listech vzniká červenožlutá chloróza. Zvýšená koncentrace molybdenu v krmivech i potravinách je toxická pro živočichy i člověka. [54] Vyvolává tzv. molybdenovou podagru, při níž rychle vzrůstá xantinooxidační aktivita a dochází k nervovým poruchám. Vysoké množství molybdenu v rostlinách vypadá podobně jako nedostatek železa nebo mědi. [64]

7 MANGAN

7.1 Obecná charakteristika manganu

Mangan je kovový, křehký a značně tvrdý prvek světle šedé barvy. Patří mezi přechodné prvky. S rostoucím oxidačním číslem klesá zásaditost tohoto prvku a stoupá jeho kyselost. [52] Mangan se v některých svých vlastnostech velmi podobá prvkům a sloučeninám sedmé hlavní podskupiny halogenidům, zejména pak chlóru. [53]

V silných minerálních kyselinách je mangan rozpustný za vzniku plynného vodíku. V koncentrované kyselině sírové se rozpouští za vzniku oxidu siřičitého a v kyselině dusičné se podle její koncentrace rozpouští buď za vzniku oxidu dusnatého nebo oxidu dusičitého. [51] Protože je chemicky poměrně podobný železu, je jeho odolnost vůči korozi nízká. [35]

Jemně rozetřený práškový mangan je pyroforický (samozápalný na vzduchu). Mangan má také schopnost rozkládat vodu a uvolňovat z ní vodík. Za normálních teplot je tento prvek málo reaktivní, ale za vyšší teploty se slučuje s mnoha prvky jako je například fosfor, halogeny, dusík, síra, uhlík, křemík, bor a další. [65]

Ve sloučeninách se vyskytuje v mocenství od Mn^{1+} po Mn^{7+}. Nejstálejší jsou však sloučeniny manganu Mn^{2+}, Mn^{4+} a Mn^{7+}, ale snadno lze získat i sloučeniny s oxidačním číslem Mn^{3+}, Mn^{5+} i Mn^{6+}. [21]

Chemické vlastnosti manganu jsou uvedeny v příloze P IV.

7.2 Výskyt manganu v lidském organismu

Mangan se vyskytuje především v potravinách rostlinného původu, např. luštěninách, celozrnných výrobcích, obilných klíčcích, ovesných vločkách, avokádu, borůvkách, malinách, listové zelenině, čaji i kakau. [25] V menší míře je obsažen v rýži, olivách, žitném chlebu nebo ve špenátu. Strava bohatá na fosfor a vápník může snížit resorpci manganu. Pouze nepatrná část manganu se vstřebává v zažívacím traktu člověka. [54]

7.3 Nedostatek manganu v lidském organismu

Za normálních stravovacích podmínek se nedostatek manganu v těle vyskytuje pouze výjimečně. Projevy nedostatku manganu nebyly zatím u lidí dostatečně popsány. [24] V některých případech docházelo k nedostatečné funkci enzymů obsahujících mangan. Důsledkem bylo zpomalení růstu, abnormalita kostí, zvýšené ukládání tuků, dystrofie varlat a vaječníků. Další jeho nedostatek se projevuje epileptickými záchvaty, špatným hojením ran, únavou a poruchami paměti. [23] Nedostatek manganu brání účinnému uložení vápníku do kostí. Při výraznějším, déle trvajícím nedostatku, může být tento proces tak silně narušen, že ani zvýšený přívod vápníku v potravě nezajistí odpovídající zlepšení při léčbě osteoporózy. Další příznaky jsou poruchy nervového systému a narušení metabolismu odbourávání cukrů. [19]

Muži obecně vstřebávají mangan hůře než ženy. Vstřebávání manganu z potravy může narušit současný obsah železa (absorpce manganu je naopak zvýšena, je-li železa nedostatek). [46] Hořčík dodávaný v potravinových doplňcích snižuje dostupnost manganu jednak snížením jeho vstřebávání, jednak zvýšením jeho vylučování. Vitamin C společně se zinkem a vitaminy B_1, E a K mohou pomoci zlepšit vstřebávání manganu v těle. [14] Vysoké dávky vápníku a fosforu snižují vstřebávání manganu. Antibiotika či nadměrný příjem alkoholu mohou tělesné zásoby vyčerpat. U živočichů se nedostatek tohoto prvku projevuje poruchou reprodukce, růstu kostry, dále změnou metabolismu tuků a cukrů. [18]

7.4 Nadbytek manganu v lidském organismu

Nadměrný příjem manganu se v praxi nevyskytuje, s výjimkou oblastí zamořených průmyslovými exhaláty. [51] Dlouhodobý nadbytek způsobuje poruchy v metabolismu vápníku a hořčíku, což se může projevit patologickými změnami kostí a zubů, ale i zvracením, průjmy a pneumonií. [20] Vysoké dávky manganu jsou pro člověka toxické a ovlivňují i centrální nervový systém. [6] U pacientů s onemocněním jater může docházet k hromadění manganu v těle v důsledku jeho sníženého vylučování a vzniku nervových poruch připomínajících projevy Parkinsonovy choroby. [19] K poškození mozku manganem mohou být citlivější novorozenci. [8]

7.5 Základní účinky manganu v lidském organismu

Mezi základní účinky manganu v lidském organismu patří:

1. pomáhá aktivovat enzymy nutné k využívání biotinu, vitaminu B_1 a vitamin C,

2. usnadňuje ukládání vápníku a fosforu do kostí,

3. je nutný pro tvorbu tyroxinu, hlavního hormonu štítné žlázy,

4. je důležitý pro správné zažívání a využití potravy. [21]

7.5.1 Kladné účinky manganu

1. pomáhá odstraňovat únavu,

2. je nutný pro normální průběh svalových reflexů,

3. je prevencí osteoporózy,

4. zlepšuje paměť,

5. snižuje nervovou dráždivost. [25]

Nejvíce manganu je v lidském organismu obsaženo především v játrech, slinivce břišní, svalech, mozku, ledvinách a kostech. Resorbuje se především v duodenu (první část tenkého střeva) a dalších úsecích tenkého střeva. [23] Jeho množství v lidských tkáních, zejména v kostech, se snižuje s věkem. Tělo dospělého člověka obsahuje přibližně 10 mg manganu. Mangan se vylučuje převážně prostřednictvím žluče. V buňce se vyskytuje zejména v mitochondriích. [24]

Mangan se v přírodě vyskytuje nejčastěji ve formě oxidu manganičitého (MnO_2). Je nezbytným stopovým prvkem, který je nutný pro normální funkci lidského mozku a je účinný při léčbě mnoha nervových poruch. [56] Je to prvek, který je zároveň pro tělo nezbytný i potenciálně toxický. V organismu má mangan význam v řadě fyziologických pochodů, kterých se účastní buď jako součást enzymů (například v antioxidačních dějích) nebo jako jejich aktivátor (například enzymů podílejících se na metabolismu cukrů, amino-kyselin a cholesterolu). [18] Dále mangan podporuje normální vývoj chrupavky a kostí (je přidáván do přípravků tlumících bolesti kloubů) a podílí se i při procesu hojení ran. Dále ovlivňuje funkci nervové a trávící soustavy a pohlavních orgánů. Podporuje správnou

činnost slinivky břišní a slouží jako ochranný faktor proti *diabetes mellitus*. Je taky potřebný k tvorbě tyroxinu, hormonu štítné žlázy, podobně jako jód. [52]

Mangan je v lidském organismu vždy vázán v bílkovinách a v této podobě může být součástí enzymů. Díky tomu podporuje tvorbu a obnovu chrupavky a látkovou výměnu tuků a sacharidů. [46] Je významný pro vlastní obranyschopnost organismu, protože může katalyzovat protilátky, jako jsou interferony (ochrana proti některým druhům nádorů). Mangan má zásadní význam v ochraně buněčných membrán. Jeho přítomnost je nutná pro metabolizmus vitamínu B_1, vitamínu E a mědi. [53] Působí jako kofaktor některých enzymů a metalloenzymů. Je důležitý pro vývoj mezibuněčné hmoty kostí a chrupavek. Mangan významně ovlivňuje krvetvorbu a zasahuje do syntézy kyseliny askorbové. Přídavek manganu, jako doplňku stravy, zlepšuje příjem a ukládání vápníku a fosforu v kostech. [19]

7.6 Výskyt manganu v půdě

V písčitých půdách se nachází pouze nepatrné množství manganu. Sloučeniny vyskytující se v půdě obsahují mangan v oxidační formě Mn^{2+}, Mn^{3+} a Mn^{4+}. Vrchní vrstva půdy v důsledku biologické akumulace obsahuje více manganu než půdotvorný substrát. [66]

V půdě se mangan nachází v následujících formách:

1. vodorozpustný iont Mn^{2+},
2. ve formě adsorbovaného manganu v minerálních a organických koloidech,
3. ve formě oxidů a jejich hydrátů,
4. ve formě těžce rozpustných solí manganu (fosforečnany a uhličitany),
5. mangan organicky vázaný. [67]

Do půdy se mangan dostává například zvětráváním minerálů manganitu a pyrolusitu. Značný podíl se nachází v křemičitanech (30-50% celkového obsahu). [68] Dále je to ve formě různých amorfních nebo krystalických bezvodých nebo hydratovaných oxidů - MnO_2, $MnO_2.nH_2O$, Mn_2O_3, $Mn_2O_3.H_2O$ a $Mn(OH)_2$. Přijatelnost manganu z těchto sloučenin je závislá na jejich rozpustnosti, půdní reakci a redox potenciálu půdy. [69]

V organické formě je mangan v půdě v malém množství v rostlinných zbytcích, popřípadě v organických hnojivech, a stává se přijatelným teprve po jejich mineralizaci. [10]

Výměnný mangan, vázaný na minerálních a organických koloidech, tvoří podíl přístupný pro rostliny a jeho obsah kolísá v širokém rozmezí a jeho vazba je dosti pevná. [70] Vodorozpustná část manganu v půdě je tvořena zejména solemi dvojmocného manganu (chloridy, sírany, dusičnany), z nichž je tento prvek bezprostředně přijatelný. [71] Koncentrace vodorozpustných forem manganu v půdním roztoku závisí také na množství a podmínkách pro rozpouštění $Mn(OH)_2$. V kyselém prostředí se rozpustnost některých solí manganu podstatně zvyšuje. [72]

Rostliny přijímají mangan především vodorozpustný a výměnný. Trojmocný a čtyřmocný mangan musí být nejprve redukován na Mn^{2+}. S nedostatkem přístupného manganu se setkáváme v půdách s vysokou hodnotou pH a v půdách bohatých na organickou hmotu. [51]

7.7 Výskyt manganu v rostlinách

Největší množství manganu nalezneme především v obalech semen a plodů, dále v zárodcích semen a v zelených listech. Pěstované rostliny odčerpávají v průměru 500 až 1000 g Mn. ha $^{-1}$. rok $^{-1}$. [73] K odstranění deficience se používá $MnSO_4$ nebo vhodnější je chelát manganu (Mn-EDTA). [52]

Rostlina přijímá mangan v oxidační formě Mn^{2+} nebo jako Mn-chelát. Antagonisticky působí na příjem manganu vápník, hořčík nebo NH_4^+. [56] Synergický vliv se projevuje u nitrátů. Pohyblivost manganu v rostlině je velmi nízká. Pohybuje se zřejmě v chelátové vazbě. Jako transportéry slouží látky peptidického charakteru, které mohou být shodné pro několik kovů. [53]

Je pravděpodobné, že vysoká koncentrace manganu v rostlinách má vztah k deficienci auxinu (rostlinný hormon). Zvláště významná je jeho funkce při fotosyntetickém transportu elektronů (při fotolýze). [74]

Mangan je dále nezbytný pro redukci NO_2^- iontů z NO_3^- iontů. Nejcitlivějšími organelami na nedostatek manganu jsou chloroplasty. [75] Důležitý je i vzájemný vztah manganu a železa. Mangan má vliv na oxidoredukční přeměnu železa. Při nedostatku manganu je velká část železa přítomna v buňce ve formě oxidované, takže je fyziologicky inaktivní, což vyvolává chlorózu (nezdravé žloutnutí listů). [76] Optimální poměr manganu a železa má být přibližně 1:2 až 1:3. Absolutní obsah těchto prvků však může kolísat. [46]

Mezi rostlinami se projevují velké druhové rozdíly jak v nárocích, tak i ve schopnosti přijímat mangan z půdy. Klesne-li koncentrace přijatelného manganu v půdě pod určitou hranici, sníží se i jeho obsah v rostlinných tkáních, což se navenek projeví určitými příznaky. Nejčastěji dochází k listové chloróze. [10] Při silnějším nedostatku manganu se listy úplně odbarví, přičemž nervatura zůstává zelená. Růst je silně omezen nebo se dokonce zcela zastaví. V pozdějších stadiích se objevují šedozelené skvrny, které pak hnědnou a zasychají. Vnější příznaky vznikají následkem změn v plastidech, kde dochází k zastavení tvorby chlorofylu. Většina plastidů hrudkovatí, později se úplně rozpustí a tvoří žlutavý roztok v cytoplazmě. [13] Rostliny nemohou spotřebovat škrob a přeměňují jej v tuky, které se hromadí v buňkách. V lodyhách dochází k úbytku xylému, špatně se vyvíjí kořenový systém, přičemž jsou nejvíce postiženy postranní kořeny. Dochází k omezení růstu plodů a mnohdy se rostliny do tohoto stadia vůbec nedostávají. [35]

Nadbytek manganu v půdě vyvolává na rostlinách rovněž těžké chlorózy. Na rubu listů se tvoří hnědé až červenohnědé tečky, které v pozdějším stadiu splývají ve větší skvrny, které jsou způsobeny nedostatečnou syntézou chlorofylu. Při silném nadbytku listy odumírají. [14]

Na přihnojení manganem velmi dobře reaguje krmná řepa, oves, pšenice, ječmen, hrách, fazol, brambory, ovocné stromy či réva vinná. Dobrou reakcí se vyznačují také brukvovité rostliny. [34]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Rajčata patří k nejrozšířenějšímu druhu zeleniny na světě a to zejména pro jejich všestranné použití. Rajčata posilují metabolismus, buněčnou strukturu a chrání sliznice v celém těle. Mají příznivý vliv na činnost mozku a nervů a dále pomáhají při chronické únavě. Obsahují vitaminy skupiny B vitamin E a K, kyselinu listovou a velké množství vitaminu C, který podporuje zejména imunitní systém. Z minerálních látek či stopových prvků obsahují rajčata především draslík a železo. Ostatní prvky jako je vápník, fosfor a další, jsou zastoupeny v menším množství. Rajčata jsou i zdrojem prospěšné vlákniny. Chemické složení rajčat je ovlivněno především zemědělskou prvovýrobou.

Rajčata se řadí k rostlinám, které pro správný růst vyžadují vysokou hladinu obsahu živin v půdě. Zejména podmínky, za jakých jsou rajčata pěstována, mají rozhodující vliv na jejich vhodnost pro kuchyňské či konzervárenské zpracování.

Konkrétní cíle práce byly stanoveny následovně:

1. V literární části obecně charakterizovat zeleninu a zaměřit se především na rajčata.
2. Popsat vlastnosti manganu a molybdenu ve vztahu k živým organismům.
3. V experimentální části sledovat vliv stupňovaných dávek půdního manganu a molybdenu na jakostní ukazatele plodů rajčat.
4. Založit a vést nádobový pokus se stupňovanými dávkami manganu a molybdenu v půdě.
5. U rajčat vypěstovaných v nádobovém pokusu sledovat: distribuci zkoumaných kovů a dále jejich vliv na obsah sušiny, organických kyselin, dusíku a fosforu.

9 METODIKA

Cílem pokusu bylo sledovat vliv stupňovaných dávek molybdenu a manganu na jejich obsah v plodech rajčat a dále jejich vliv na některé vybrané jakostní ukazatele rajčat. Konkrétně byl stanoven obsah sušiny, hrubého proteinu, fosforu a organických kyselin (jako titrační kyselost).

Jako pokusné rostliny byla zvolena tyčková rajčata F1 – hybrid DOMINO. Pokus byl prováděn v plastových vegetačních nádobách, které byly umístěny v kryté vegetační hale. Do každé nádoby bylo navažováno 10 kilogramů stejné zeminy.

Do pokusu byly zařazeny 3 varianty se stupňovanými dávkami molybdenu a manganu v půdě podle následujícího schématu:

Tabulka č.3: Schéma pokusu se stupňovanými dávkami molybdenu a manganu v půdě

Aplikace kovu do půdy	Varianta	mg.kg $^{-1}$
KONTROLA	1	0,0
Molybden	2	2,0
	3	5,0
	4	10,0
Mangan	5	500
	6	2000
	7	5000

Použitá množství molybdenu a manganu vycházela z limitních obsahů rizikových prvků v půdách (Anonymus, 1994). Molybden byl aplikován ve formě molybdenanu amonného, který byl rozpuštěn v minimálním množství koncentrované kyseliny chlorovodíkové a následně zředěn destilovanou vodou. Přídavek manganu byl proveden ve formě síranu manganatého, který byl rozpuštěn v destilované vodě. Přídavek kovů byl proveden 20 dní před výsadbou předpěstovaných sazenic rajčat. Každá varianta byla 15x opakována za stejných podmínek (to je v každé variantě bylo 15 nádob). Rostliny byly pěstovány vždy po jednom kusu v nádobě.

Kontrola přirozeného obsahu mikroelementů v půdě byla prováděna měřením na atomovém absorpčním spektrofotometru (PHILIPS PU 9200X) ve výluhu půdy o c (HNO_3) = 2 mol.dm^{-3} a je uvedena v tabulce 4 (Javorský, 1984).

Pro chemické analýzy byly zralé plody homogenizovány. Obsah sušiny byl stanoven vysušením při 105°C ± 2°C. Množství organických kyselin (titrační kyselost) bylo měřeno potenciometricky titrací hydroxidem sodným a vyjádřeno jako kyselina citrónová. Pro ostatní rozbory byla rostlinná hmota mineralizována ve směsi koncentrované kyseliny sírové a 30 % peroxidu vodíku. Proměření mineralizátů rostlinné hmoty na obsah molybdenu a manganu bylo provedeno na atomovém absorpčním spektrofotometru PHILIPS PU 9200X. Fosfor byl stanoven kolometricky vanadičnanovou metodou a dusík metodou podle Kjeldala. Hrubý protein byl vyjádřen po vynásobení obsahu celkového dusíku koeficientem 6,25 (Novotný, 2000).

Výsledky chemických analýz byly zpracovány statisticky metodou analýzy variance (ANOVA). Pro vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit Tukayův test při 5 % hladině významnosti (Snedecor a Cochran, 1967).

Tabulka č.4: Přirozený obsah mikroelementů v zemině u kontrolní varianty

Prvek	mg.kg^{-1}
Molybden	1,22
Mangan	511,50

9.1 Stanovení sušiny

Sušina byla stanovena sušením vzorku při teplotě 105°C za předepsaných podmínek.

Postup

Do čisté a předem zvážené hliníkové misky bylo naváženo 10 gramů důkladně promíchaného laboratorního vzorku s přesností na 1 miligram. Vzorek byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy na dno misky a ta byla poté umístěna do sušárny s odklopeným víčkem. Misky byly v sušárně uloženy nejméně 600 mm od stěn. Vzorky byly sušeny do konstantní hmotnosti při dané teplotě. Po vysušení byly misky ještě v sušárně uzavřeny a umístěny do exsikátoru. Po ochlazení vzorku na teplotu 18-20°C (asi po 45 minutách) byly misky opět zváženy s přesností na 1 miligram. [76]

Výpočet

$$\text{Sušina v \%} = \frac{m_3 - m_2}{m_1 - m_2} \cdot 100$$

m_1 – navážka vzorku v gramech

m_2 – hmotnost misky v gramech

m_3 – hmotnost vysušeného vzorku s miskou v gramech

9.2 Stanovení titrační kyselosti

Postup

Bylo odváženo 20 gramů jemně rozemletého vzorku zeleniny (rajčete) a spláchnuto převařenou destilovanou vodou do baňky o obsahu 200 ml. Byla přidána destilovaná voda asi na objem 150 ml a celý obsah byl zahřán na 80°C. Při této teplotě byl roztok vzorku udržován po dobu 30 minut. Potom byl obsah kvantitativně převeden do odměrné baňky o obsahu 200 ml. Po ochlazení na 20°C bylo provedeno doplnění po značku a následovala filtrace přes skládaný filtr. Z filtrátu bylo odměřeno určité množství a titrováno roztokem hydroxidu sodného o c(NaOH) = 0,1 mol.dm^{-3} na fenolftalein. [77]

Výpočet

$$\% \text{ kys.} = \frac{\text{spotřeba} \cdot f \cdot 0{,}0064 \cdot 100 \cdot 200 \text{ (objem doplnění)}}{\text{navážka}}$$

f – koncentrace NaOH (mol/l) – 0,0957

Výpočet koncentrace NaOH

C NaOH = C. 10/a

$C_1 = 0{,}1 \cdot 10/10{,}4 = 0{,}0962 \text{ mol.dm}^{-3}$

$C_2 = 0{,}1 \cdot 10/10{,}5 = 0{,}0952 \text{ mol.dm}^{-3}$

$C_{Ø} = 0{,}0957 \text{ mol.dm}^{-3}$

9.3 Mineralizace organické hmoty

Princip

Oxidace organické hmoty se provádí spalováním v koncentrované kyselině sírové za postupného přidávání peroxidu vodíku až do vzniku bezbarvého roztoku. Tento postup je určen pro rozklad rostlinného materiálu a následné stanovení fosforu a dalších prvků. [78]

Postup

Do odměrné baňky o objemu 50 ml bylo naváženo 0,5 g organické hmoty (sušiny rajčat), přidáno 5 ml koncentrované kyseliny sírové a poté se nechal vzorek několik minut provlhnout. Potom bylo odměřeno 5 ml peroxidu vodíku a kruhovým pohybem byl celý obsah promíchán. Došlo k bouřlivé oxidaci organické hmoty, jejímž výsledkem byla destrukce rostlinné hmoty a slabé zabarvení mineralizátoru. Odměrná baňka byla vložena do hliníkového válce a spalována až do úniku bílých par. Pokud nebyl mineralizát čirý, bylo po ochladnutí přidáno dalších 5 ml peroxidu vodíku. Tento postup byl opakován až do vzniku bílých par a získání čirého roztoku. Po spálení se ponechal vzorek vychladnout a poté následovalo ředění destilovanou vodou do odměrné baňky o objemu 250 ml. Vzniklý zásobní roztok sloužil pro stanovení fosforu a hrubého proteinu. [78]

9.4 Stanovení fosforu kolometricky vanadičnanovou metodou

Princip

Ionty kyseliny orthofosforečné dávají v kyselém prostředí v přítomnosti vanadičnanu a molybdenanu amonného žlutě zabarvený komplex. Intenzita tohoto zbarvení se zjistí kolometricky a výsledek se porovná s kalibrační křivkou zhotovenou po proměření sady standardních roztoků. [78]

Postup

Do odměrné baňky o obsahu 50 ml bylo odměřeno 25 ml zásobního roztoku a přidáno 15 ml reagenční směsi. Směs byla promíchána a doplněna destilovanou vodou po značku. Stejným způsobem jako u zkoušených vzorků byl připraven slepý roztok. Ten sloužil k nastavení nulového bodu kolorimetru a ke kontrole měření. Měření bylo prováděno při vlnové délce 442 nm. [78]

Reagencie

1. HNO_3 – zředěná 1:2 vodou

2. roztok vanadičnanu amonného – 2,5 g vanadičnanu amonného bylo rozpuštěno ve 500 ml vařící vody. Po ochlazení bylo přidáno 20 ml koncentrované HNO_3 a doplněno destilovanou vodou na objem 1000 ml.

3. 5 % roztok molybdenanu amonného – 50 g $(NH_4)_6Mo_7O_2$. 4 H_2O byl rozpuštěn v 800 ml vody ohřáté na teplotu asi 50°C. Po rozpuštění a ochlazení následovalo doplnění na objem 1000 ml.

4. reagenční směs – kyselina dusičná, vanadičnan amonný a roztok molybdenanu amonného byli v uvedeném pořadí smícháni v poměru 1:1:1.

5. standardní roztok na měření kalibrační křivky – 0,4394 g KH_2PO_4 bylo rozpuštěno v destilované vodě a zředěno na objem 1000 ml. Při přípravě kalibrační křivky bylo ředěno následovně: 0,5; 1; 2; 3; 4 a 5 ml standardního roztoku bylo nepipetováno do odměrné baňky o objemu 100 ml. Poté bylo přidáno 15 ml reagenční směsi a doplnění destilovanou vodou po rysku. Měření bylo prováděno při vlnové délce 442 nm. [78]

9.5 Stanovení dusíku

Princip

Dusík je stanoven Kjeldalovou metodou. Princip spočívá v mineralizaci vzorku koncentrovanou kyselinou sírovou za varu, přičemž dusík přítomný ve vzorku přechází na $(NH_4)_2\ SO_4$. Ze vzniklého $(NH_4)_2\ SO_4$ je v Parnas – Wagnerově přístroji pomocí NaOH uvolněn za varu NH_3, který je jímán v roztoku H_3BO_3. Navázaný NH_3 je stanoven titrací odměrným roztokem H_2SO_4 a přepočten na dusík. [77]

Postup

Po překontrolování Parnas – Wagnerova přístroje byl tento přístroj uveden k varu při otevřeném odpadním kohoutku. Do chladiče byla puštěna voda a pod ústí chladiče byla postavena titrační baňka s 50 ml 2 % H_3BO_3. Ústí chladiče bylo ponořeno pod hladinou kyseliny. Do destilační baňky přístroje bylo odpipetováno 10 ml vzorku (nutno pipetu vzorkem propláchnout) a přidáno 20 ml 30 % NaOH (čerstvě připraven).

Po opláchnutí nálevky vodou a po uzavření kohoutů byl uvolněný amoniak předestilován s vodní párou. Destilace trvala 15 minut od počátku varu v destilační baňce. Po ukončení destilace a opláchnutí ústí chladiče vodou byly do titrační baňky přidány 3 – 4 kapky indikátoru Tashiro a titrace byla provedena pomocí 0,025M H_2SO_4 do stálého červenofialového zbarvení. [77]

Přepočet na hrubou bílkovinu:

$$\text{Hrubá bílkovina \%} = \frac{0{,}35025 \cdot a \cdot f}{\text{navážka vzorku pro mineralizaci}} \cdot 6{,}25$$

a – spotřeba 0,025M H_2SO_4

f – 0,9716 $mol.dm^{-3}$

10 VÝSLEDKY

10.1 Vliv stupňovaných dávek Mo a Mn v půdě na obsah sušiny v plodech rajčat

Získané výsledky jsou uvedeny v příloze P V a graficky znázorněny na níže uvedených grafech 1 a 2.

Varianta s nejvyšším přídavkem molybdenu (10 mg $Mo.kg^{-1}$) a varianta s nejnižší dávkou molybdenu (2 mg $Mo.kg^{-1}$) byly statisticky neprůkazné s kontrolní variantou. S kontrolní variantou byla průkazná jen varianta se středním přídavkem molybdenu (5 mg $Mo.kg^{-1}$).

Se zvyšujícím se přídavkem molybdenu docházelo ke vzrůstu procentuálního obsahu sušiny v rajčatech. Pouze nepatrný pokles nastal u varianty se středním přídavkem molybdenu (5 mg $Mo.kg^{-1}$).

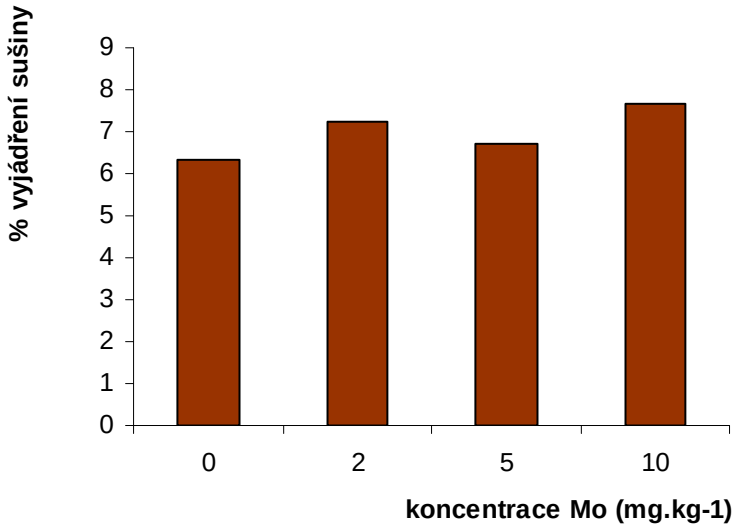
Varianta s nejnižší (500 mg $Mn.kg^{-1}$) a střední (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) dávkou manganu byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. Nejvyšší (5000 mg $Mn.kg^{-1}$) dávka manganu byla s kontrolní variantou statisticky neprůkazná.

Se zvyšujícím se přídavkem manganu docházelo ke vzrůstu procentuálního obsahu sušiny v rajčatech. Pouze nepatrný pokles nastal u varianty se středním (2000 mg $Mn.kg^{-1}$)

přídavkem manganu.

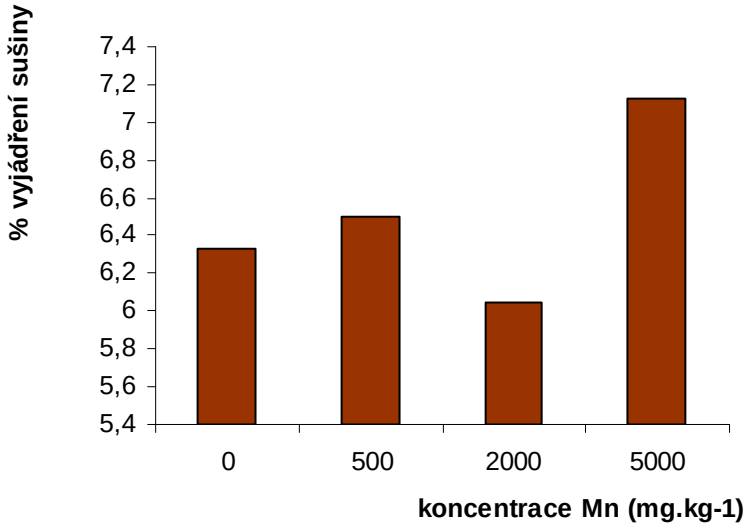
Nejvyšší hodnota obsahu sušiny byla zjištěna u varianty s nejvyšším přídavkem molybdenu (10 mg $Mo.kg^{-1}$) v půdě.

Nejnižší hodnota obsahu sušiny byla zjištěna u varianty se středním přídavkem manganu (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) v půdě.



Graf 1. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci molybdenu v půdě

[vlastní zpracování]



Graf 2. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci manganu v půdě

[vlastní zpracování]

10.2 Vliv stupňovaných dávek Mo a Mn v půdě na obsah organických kyselin v plodech rajčat

Získané výsledky jsou uvedeny v příloze P VI a graficky znázorněny na níže uvedených grafech 3 a 4.

Varianta s nejvyšším přídavkem molybdenu (10 mg $Mo.kg^{-1}$) byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. V případě přídavku středního (5 mg $Mo.kg^{-1}$) a nejnižšího (2 mg $Mo.kg^{-1}$) množství molybdenu nebyla statistická průkaznost zjištěna.

Se zvyšujícím se přídavkem molybdenu docházelo ke vzrůstu obsahu organických kyselin v rajčatech. Pouze nepatrný pokles nastal u varianty se středním (5 mg $Mo.kg^{-1}$)

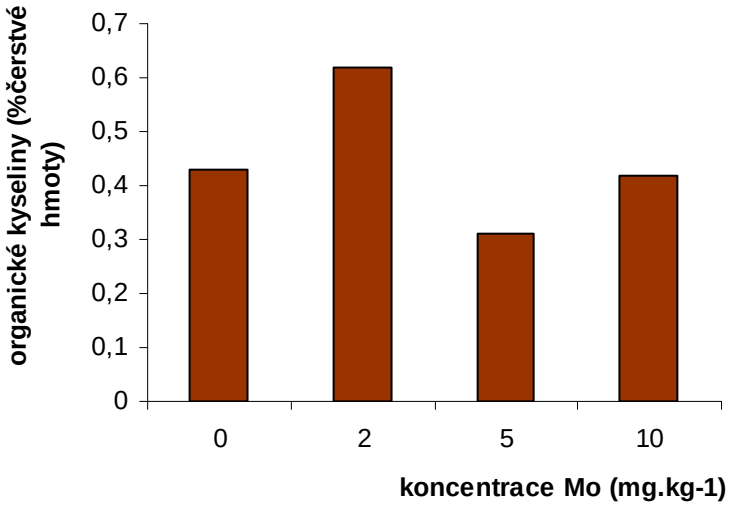
přídavkem molybdenu.

Varianta s nejnižší (500 mg $Mn.kg^{-1}$), střední (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) i nejvyšší (5000 mg $Mn.kg^{-1}$) dávkou manganu byly statisticky průkazné s kontrolní variantou.

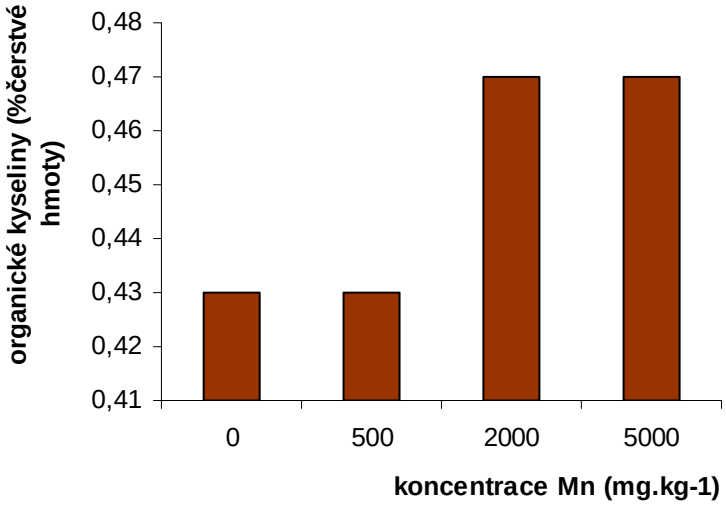
Se zvyšujícím se přídavkem manganu docházelo ke vzrůstu obsahu organických kyselin v rajčatech.

Nejvyšší hodnota obsahu organických kyselin byla zjištěna u varianty s nejnižším přídavkem molybdenu (10 mg $Mo.kg^{-1}$) v půdě.

Nejnižší hodnota obsahu organických kyselin byla zjištěna u varianty se středním přídavkem molybdenu (5 mg $Mo.kg^{-1}$) v půdě.



Graf 3. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci molybdenu v půdě [vlastní zpracování]



Graf 4. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci manganu v půdě [vlastní zpracování]

10.3 Vliv stupňovaných dávek Mo a Mn v půdě na obsah fosforu v plodech rajčat.

Získané výsledky jsou uvedeny v příloze VII a graficky znázorněny na níže uvedených grafech 5 a 6.

Varianta s nejnižším přídavkem molybdenu (2 mg $Mo.kg^{-1}$) byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. V případě přídavku středního (5 mg $Mo.kg^{-1}$) a nejvyššího (10 mg $Mo.kg^{-1}$) množství molybdenu nebyla statistická průkaznost zjištěna.

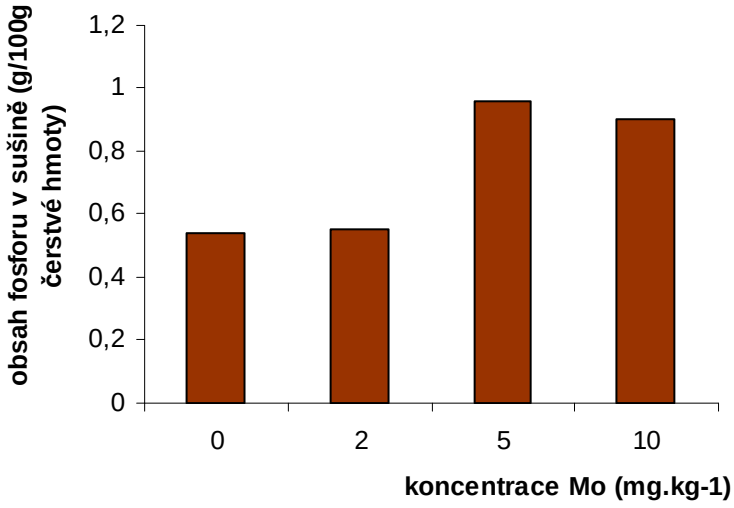
Se zvyšujícím se přídavkem molybdenu docházelo ke vzrůstu obsahu fosforu v plodech rajčat. Vyšší nárůst byl zaznamenán u varianty se středním (5 mg $Mo.kg^{-1}$) přídavkem molybdenu ve srovnání se zbývajícími variantami.

Varianta s nejvyšším (5000 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. Varianta s nejnižším (500 mg $Mn.kg^{-1}$) a středním (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu nebyly s kontrolní variantou statisticky průkazné.

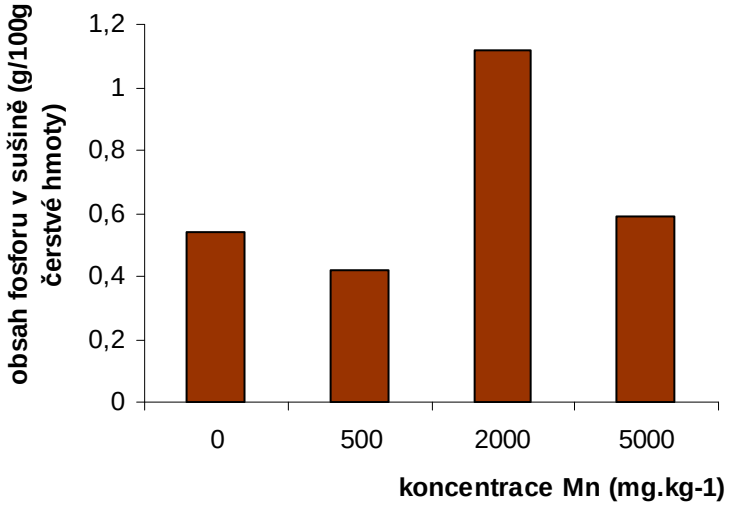
Se zvyšujícím se přídavkem manganu došlo ke vzrůstu obsahu fosforu v plodech rajčat u varianty se středním (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) a nejvyšším (5000 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu. U varianty s nejnižším (500 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu došlo k poklesu obsahu fosforu v plodech rajčat ve srovnání s kontrolní variantou.

Nejvyšší hodnota obsahu fosforu byla zjištěna u varianty se středním (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu v půdě.

Nejnižší hodnota obsahu fosforu byla zjištěna u varianty s nejnižším (500 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu v půdě.



Graf 5. Závislost obsahu fosforu v plodech rajčat na koncentraci molybdenu v půdě [vlastní zpracování]



Graf 6. Závislost obsahu fosforu v plodech rajčat na koncentraci manganu v půdě

[vlastní zpracování]

10.4 Vliv stupňovaných dávek Mo a Mn v půdě na obsah dusíku v plodech rajčat

Získané výsledky jsou uvedeny v příloze VIII a graficky znázorněny na níže uvedených grafech 7 a 8.

Ze získaných výsledků vyplývá, že v případě přídavku molybdenu, u všech tří variant, nebyla zjištěna statistická průkaznost s kontrolní variantou.

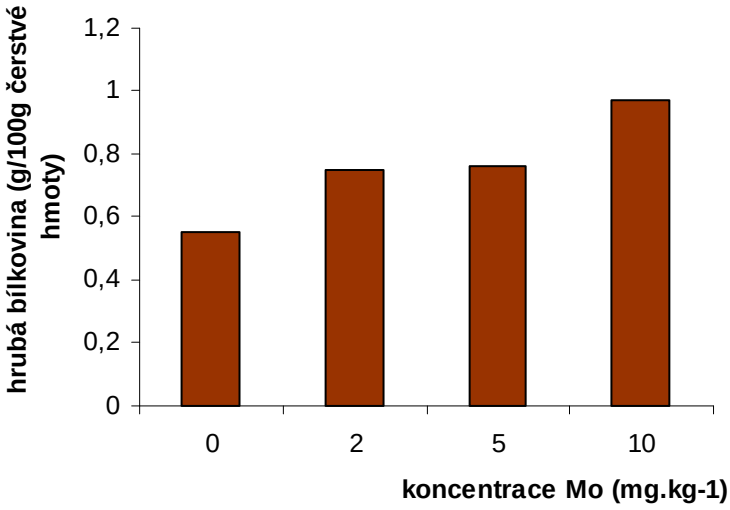
Se zvyšujícím se přídavkem molybdenu ale docházelo k postupnému vzrůstu obsahu dusíku v plodech rajčat.

Varianta s nejnižším (500 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. Varianta s nejvyšším (5000 mg $Mn.kg^{-1}$) a středním (2000 mg $Mn.kg^{-1}$) obsahem manganu nebyly s kontrolní variantou statisticky průkazné.

Se zvyšujícím se přídavkem manganu docházelo k postupnému vzrůstu obsahu dusíku v plodech rajčat.

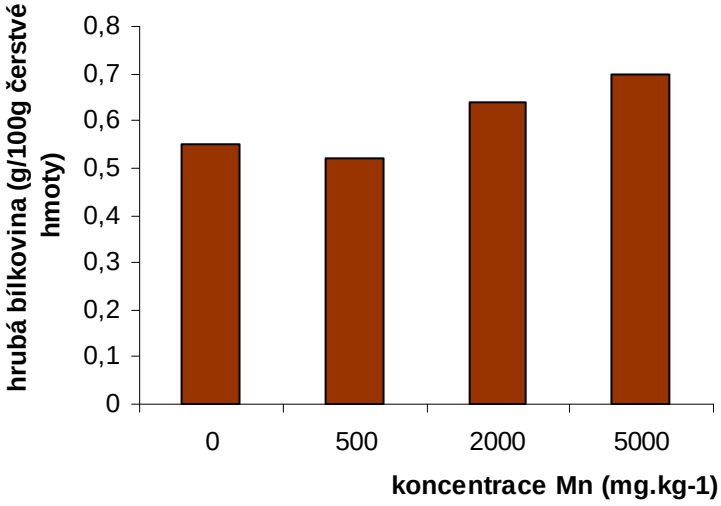
Nejvyšší hodnota obsahu dusíku byla zjištěna u varianty s nejvyšším (10 mg $Mo.kg^{-1}$) přídavkem molybdenu v půdě.

Nejnižší hodnota obsahu dusíku byla zjištěna u varianty s nejnižším (500 mg $Mn.kg^{-1}$) přídavkem manganu v půdě.



Graf 7. Závislost obsahu dusíku v plodech rajčat na koncentraci molybdenu v půdě

[vlastní zpracování]



Graf 8. Závislost obsahu dusíku v plodech rajčat na koncentraci manganu v půdě

[vlastní zpracování]

11 DISKUZE

Současný vývoj v produktivitě zemědělských půd zaznamenává pokles efektivní úrodnosti, což je způsobeno snižováním dávek průmyslových hnojiv. Prokázalo se, že i relativně příznivá zásoba živin na některých půdách, které byly v mnoha případech i přehnojovány, nevedla ke stabilizaci výnosů po snížení dávek hnojiv. Současná situace plně prokázala, že se ani zdaleka nepodařilo vyloučit vliv nepříznivých klimatických faktorů na výnos. [34] Právě v současné době se však i ve stejných klimatických podmínkách projevila výrazněji diferenciace ve výnosech zemědělských plodin, a to zejména v závislosti na tom jaká organizace půdu obhospodařuje, ale důležitým faktorem je i to, s jakou filosofií se přistupuje k tvorbě výnosu. Prokázalo se, že i nadále platí zásada, že výnos je limitován hnojením půdy organickými, minerálními hnojivy, dále střídáním plodin, úrovní agrotechniky, dodržováním agrotechnických lhůt, realizací bezztrátové sklizně apod. [82]

Důležitým faktorem, ovlivňujícím výnosy různých plodin, je obsah živin v půdě. Obsah živin v půdách však nemůžeme posuzovat pouze z pohledu jejich vlivu na výnos rostlin, ale i na kvalitu, která je významná nejen pro člověka, ale i zvířata. Živiny jsou nezbytné k zajištění výživy rostlin. V zemědělské výrobě je cíleně využíváme pro pěstování zemědělských plodin. Proto regulujeme jejich obsah v půdách tak, aby byla zajištěna nejen potřebná biomasa - výnos, ale byly vyloučeny i některé negativní dopady na další složky exosféry jako je například voda (povrchová či podzemní) s kontaminací nitráty. [46] Rostlinná biomasa může být syntetizována pouze zelenými rostlinami v procesu fotosyntézy. Zelené rostliny jsou proto označeny jako producenti a jsou základem celého dalšího potravního řetězce. [37]

Předložená práce se zabývá problematikou působení různých dávek manganu a molybdenu při výživě rajčat a taky působením těchto prvků na jakostní ukazatele rajčat. Jakost zeleniny je ovlivněna výživou rostlin a taky složením půdy. Proto v této práci bylo popsáno, jaké důležité živiny se nacházejí v rostlinách se zaměřením zejména na mangan a molybden a taky byl popsán jejich účinek v půdě. Dále byly popsány kladné i negativní účinky těchto prvků na lidský organismus. Je zde charakterizována zelenina obecně, dále plodová zelenina, chemické složení a výživová hodnota plodů rajčat a jejich význam v lidské stravě. V praktické části jsou uvedeny výsledky sledování vlivu zvyšujícího se množství manganu a molybdenu v půdě na obsah sušiny, organických kyselin, množství fosforu a dusíku v plodech rajčat odrůdy Domino F1.

Po vyhodnocení výsledků z měření obsahu sušiny bylo prokázáno, že se vzrůstajícím přídavkem molybdenu obsah sušiny v plodech rajčat vzrůstal v porovnání s kontrolní variantou. V případě zvyšujících se dávek manganu došlo k mírnému snížení obsahu sušiny pouze u varianty se středním přídavkem manganu. Mangan má tedy minimální vliv na změnu v obsahu sušiny v plodech rajčat, což je typické i pro jiné plodiny. Při jeho vysokém obsahu v rostlinách vznikají na rubu listů těžké chlorózy. Při silném nadbytku manganu v rostlině dochází k tomu, že listy odumírají. [14] Naopak při nízkém obsahu manganu v rostlinách může dojít k porušení redukce NO_2^- iontů z NO_3^- iontů. Mangan má dále velký vliv na oxidoredukční přeměnu železa. [75] Vyšší obsah jiných prvků, jako je například dusík, mají podle Sainju a kol. (2000) vliv na zvyšování obsahu sušiny v plodech rajčat.

Obsah organických kyselin, byl na základě získaných výsledků, rostoucí v případě přídavku nejnižší dávky molybdenu do půdy. V případě přídavku středního a nejvyššího obsahu tohoto prvku nastal pokles ve srovnání s kontrolní variantou. Pokus provedený s přídavkem manganu měl u nejnižšího přídavku tohoto prvku stejnou hodnotu v porovnání s kontrolní variantou. V případě zbývajících dvou variant nastal mírný vzrůst v porovnání s kontrolní variantou. Mangan měl tedy zanedbatelný vliv na obsah organických kyselin v plodech rajčat, což je typické i pro ostatní rostliny. Kdežto jiné prvky jako jsou například zinek a fosfor způsobují pokles obsahu organických kyselin v plodech rajčat. Na vyšší obsah organických kyselin v plodech rajčat má podle Prugara (1977) vliv střední až vysoký obsah dusíku.

Na základě výsledků této diplomové práce lze říci, že vzrůstající obsah přidávaného molybdenu do půdy nebyl statisticky průkazný ve srovnání s kontrolní variantou při stanovení obsahu hrubé bílkoviny v plodech rajčat. Ale v případě přídavku všech dávek molybdenu do půdy došlo k velkému nárůstu obsahu hrubé bílkoviny v plodech rajčat. U manganu byl zaznamenán nejdříve pokles a poté opět růst obsahu hrubé bílkoviny v porovnání s kontrolní variantou. Mikroelementy nemají takový vliv na zvyšování obsahu hrubé
bílkoviny v plodech rajčat, ale například zvýšený obsah dusíku způsobuje nárůst obsahu hrubé bílkoviny v plodech rajčat. [34]

Po zpracování výsledků bylo zjištěno, že zvyšující se množství molybdenu v půdě bylo statisticky prokázáno pouze u varianty s nejnižším přídavkem tohoto prvku při stanovení

obsahu fosforu v plodech rajčat. U zbývajících variant nebyla zjištěna statistická průkaznost. Ve všech případech ale došlo ke zvýšení obsahu fosforu v plodech rajčat v porovnání s kontrolní variantou. U manganu byl pozorován nejprve pokles obsahu fosforu, ale poté nastal růst v porovnání s kontrolní variantou. Statistická průkaznost byla zjištěna pouze v případě přídavku nejvyššího přídavku manganu do půdy. Se zvyšujícím se obsahem fosforu v půdě dochází i k jeho zvýšenému obsahu v plodech rajčat. Při vysokém obsahu fosforu v půdě dochází k intenzivnímu růstu celé rostliny. [13] V semenech se také vyskytuje zvýšený obsah fosforu, což má příznivý vliv na jejich klíčivost. Vysoké dávky fosforu tedy zajišťují kvalitní výnosy plodů rajčat. [77]

Tyto faktory zřejmě souvisí se všeobecně známými synergickými a antagonistickými účinky prvků v půdě. [85] Známé je například synergické působení nitrátu na příjem manganu rostlinou. Zatímco amoniak působí antagonisticky. Podobně se při zvýšené hladině manganu, ve výživném prostředí, snižuje obsah železa v rostlinách. [13]

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo zpracovat v literární části současné poznatky zejména o působení molybdenu a manganu v rostlinách se zaměřením na rajčata. Byl založen pokus s tyčkovou odrůdou rajčat a sledován vliv stupňujících se dávek molybdenu a manganu v půdě na jakostní ukazatele rajčat. Experiment byl proveden formou nádobového pokusu a byla sledována tato kritéria: obsah sušiny, obsah organických kyselin, obsah fosforu a dusíku v plodech rajčat.

Získané výsledky byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny. Na základě tohoto měření je možno učinit tyto závěry:

1. Ve srovnání s kontrolní variantou byl obsah sušiny u všech variant s přídavkem molybdenu i manganu vyšší. Pouze u varianty se středním přídavkem manganu došlo k poklesu ve srovnání s kontrolní variantou. Varianta s nejnižší koncentrací molybdenu i manganu měla oproti kontrolní variantě rostoucí tendenci. U střední varianty byl zaznamenán pokles obsahu sušiny s přídavkem manganu. U téže varianty s přídavkem molybdenu byl zaznamenán mírný vzrůst. Nejvyšší obsah sušiny byl naměřen u varianty s nejvyšším přídavkem molybdenu. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vyšší o 17 %.

2. U varianty s nejnižším přídavkem molybdenu byl zaznamenán vzrůst obsahu organických kyselin ve srovnání s kontrolní variantou. U střední a nejvyšší varianty s přídavkem molybdenu byl zaznamenán pokles obsahu organických kyselin. Nejvyšší obsah organických kyselin byl zjištěn u varianty s nejnižším přídavkem molybdenu. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vyšší o 31 %. V případě zvyšujících se koncentrací manganu v půdě byl obsah organických kyselin téměř srovnatelný. Při přídavku nejnižší koncentrace manganu byla zjištěná hodnota totožná s hodnotou kontrolní varianty. U střední a nejvyšší koncentrace byl ve srovnání s kontrolní variantou pozorován mírný nárůst.

3. Zvyšující se dávky fosforu v půdě neměly statisticky průkazný vliv na obsah molybdenu a manganu v plodech rajčat. Výjimkou byl přídavek molybdenu s nejnižší koncentrací a přídavek manganu s nejvyšší koncentrací. Zde byly výsledky statisticky průkazné. V případě všech variant přídavku molybdenu došlo k nárůstu obsahu fosforu ve srovnání s kontrolní variantou. Při přídavku manganu

došlo ke zvýšení hodnot u středního a nejvyššího obsahu manganu v půdě. U nejnižší koncentrace došlo k poklesu ve srovnání s kontrolní variantou. Nejvyšší obsah fosforu byl zjištěn u varianty se středním přídavkem manganu. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vyšší o 52 %.

4. Obsah dusíku v plodech rajčat nebyl u varianty s rostoucím přídavkem molybdenu statisticky průkazný. Ve všech případech přídavku molybdenu byla zjištěna vyšší hodnota v porovnání s kontrolní variantou. Statisticky průkazná byla pouze hodnota s nejnižším přídavkem manganu. Zbývající dvě varianty nebyly statisticky průkazné. Nejvyšší obsah dusíku byl zjištěn u varianty s nejvyšším přídavkem molybdenu. Ve srovnání s kontrolní variantou byla tato hodnota vyšší o 76 %.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] MELICHAR, M. *Zelinářství*, 1. vydání Praha 3: Vydal Český zahrádkářský svaz, nakladatelství Květ, 1997. 165s. ISBN 80-58362-29-5.

[2] ŠROT, R. *Zelenina*, 3. vydání Praha 4: Aventinum nakladatelství, s.r.o., 2005. 191s. ISBN 80-7151-248-6.

[3] BALAŠTÍK, J. *Konzervace ovoce a zeleniny*, 1. vydání Praha: SNTL, 1975. 336 s. Bez ISBN.

[4] TRONÍČKOVÁ, E. *Zelenina*, vydání Praha, 1985. 220s. ISBN 59-314-82.

[5] HRABĚ, J.; KOMÁR, A. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin rostlinného původu*, vydání Vyškov, 2003. 159s. ISBN 80-7231-107-7.

[6] CEREVITINOV, F. V. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*, 1.vydání Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. 322s. Bez ISBN.

[7] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*, 2.vydání Praha: SNTL, 1980. 516s. Bez ISBN.

[8] ŠAPIRO, D.K. *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*, 1. vydání Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988. 232s. ISBN 5-7860-0431-7.

[9] DOLEJŠÍ, A. *Zelenina na zahrádce*, 1. vydání Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1982. 216s. ISBN 07-082-82.

[10] PROCHÁZKA, S. *Fyziologie rostlin*, 1.vydání: Praha Academia, 1982. 422s. Bez ISBN.

[11] SOVJÁK, R., REISNEROVÁ, H., MATĚJÍČKOVÁ, R. *Hygiena a zdravotní nezávadnost potravin II*, 1. vydání Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. 248s. ISBN 80-213-0974-1.

[12] DAVÍDEK, J.; HAJŠLOVÁ, J.; POKORNÝ, J.; VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*, 2. vydání Praha: VŠCHT, 1991. 142s. ISBN 80-7080-097-6.

[13] RICHTER, R. a kol. *Výživa a hnojení rostlin /obecná část/*, 1. vydání Brno: MZLU, 1994. 177s. ISBN 80-7157-138-5.

[14] HAMILTON, G. *Biozahrada*, 1.vydání Bratislava: Príroda, 1994. 288s. ISBN 80-07-00617-6.

[15] VELÍŠEK, J. a kol. *Chemie potravin* (díl 3), 1. vydání Tábor: Ossis, 1999. 342s. ISBN 80-902391-5-3.

[16] HOZA, I.; KRAMÁŘOVÁ D.; BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie II*, 1. vydání Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 102s. ISBN 80-7318-395-1.

[17] MAROUNEK, M.; BŘEZINA, P.; ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*, 2. vydání Vyškov: VVŠ PV, 2003. 138s. ISBN 80-7231-106-9.

[18] URSELLOVÁ, A. *Vitamíny a minerály*, 1. vydání Bratislava: vydavatelství NOXI, s.r.o., 2004. 128s. ISBN 80-89179-00-2.

[19] BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*, 1.vydání Vyškov: VVŠ PV, 1995. 145s. Bez ISBN.

[20] HOPFENZITZOVÁ, P. *Minerální látky: udržují tělo fit*, 1. vydání Praha: Ikar, a.s., 1999. 88 s. ISBN 80-7202-546-5.

[21] JANČA, J. *Co nám chybí: Kovy, jiné prvky a vitamíny v lidském těle*, 1. vydání Praha: Eminent, 1991. 122 s. ISBN 80-900176-2-2.

[22] DAVÍDEK, J.; JANÍČEK; G.; POKORNÝ, J.*Chemie potravin*, 1.vydání Praha 1: vydalo SNTL – nakladatelství technické literatury, 1983. 632s. Bez ISBN.

[23] KVASNIČKOVÁ, A. *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě.* 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. 128 s. ISBN 80-85120-94-1.

[24] SHARON, M. *Moderní výživa od A do Z: malá encyklopedie výživy.* 1.vydání Praha: Euromedia CS, s.r.o., 1998. 225 s. ISBN 80-902502-1-1.

[25] SULLIVANOVÁ, K. *Vitaminy a minerály v kostce.* 1. vydání Praha: Slovart, 1998. 58 s. ISBN 80-7209-068-2.

[26] HRABĚ, J.; ROP, O.; HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1.vydání Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 178s. ISBN 80-7318-372-2.

[27] VELÍŠEK, J. a kol. *Chemie potravin* (díl 2), 2. vydání Tábor: Ossis, 1999. *304 s.* ISBN 80-902391-4-5.

[28] BALAŠTÍK, J. *Konzervace ovoce a zeleniny*, 1.vydání Praha: SNTL, 1975. 336s. Bez ISBN.

[29] FIKR, J. *Názvosloví organické chemie*, 2.vydání Olomouc: Rubico, 2002. 240 s. ISBN 80-85839-71-7.

[30] KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin I.*, 1.vydání Praha: skripta VŠCHT, 2002 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

[31] PACÁK, J. *Jak porozumět organické chemii*, 1. vydání Praha : Karolinum, 1997. 80- ISBN 7184-261-3.

[32] DRDÁK, M. *Technológia rastlinných neúdržných potravin*, 1.vydání Bratislava: Alfa, 1989. 304s. ISBN 80-05-00121-5.

[33] ZAKOPAL, J.; ŠEDIVÝ, J. a kol. *Chemie na zahrádce*, 2.vydání Praha: SZN, 1990. 416s. Bez ISBN.

[34] HLUŠEK, J. *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*, 1. vydání Praha: vydal institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-111-X.

[35] LARCHER, W. *Fyziologická ekologie rostlin*, 1. vydání Praha: Academia, 1988. 361s. Bez ISBN.

[36] DUDA, M.; STŘELEC, V. *Lahodková zelenina*, 1.vydání Bratislava: Príroda, 1986. 217s. Bez ISBN.

[37] KINCL, L.; KINCL, M.; JAKRLOVÁ, J. *Biologie rostlin* 2. vydání Praha: Fortuna, 1996. 112s. ISBN 80-7168-364-7.

[38] ILČÍK, F. *Technologie konzervárenství*. 1. vydání Praha: SNTL, 1980. 216s. Bez ISBN.

[39] BLAŽEJ, A. *Rastlinné fenolové zlúčeniny* 1. vydání Bratislava: Alfa, 1973. 235s. Bez ISBN.

[40] POKORNÝ, J. *Zelinářství*, 1.vydání Septima, s.r.o., 2002. 62s. ISBN 80-7216-159-8.

[41] WIKIPEDIA – otevřená encyklopedie. *Rajčata*: [online]. [cit.200-02-14]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Raj%C4%8De.

[42] VALÍČEK, P. a kol. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*, 1.vydání Praha: Academia, 1989. 420s. ISBN 80-200-0000-3.

[43] MAREČEK, F. a kol., *Tržní zelinářství*, 1.vydání Praha: SZN, 1976. 327s. Bez ISBN.

[44] PEKARKOVÁ, E. *Pěstujeme rajčata, papriky a další plodové zeleniny*, 1.vydání Praha: Grada Publishing, 2001. 72s. ISBN 80-247-0170-7.

[45] RYCHLÍK, A.J. *Rajčata-rady, nápady, recepty*, 1.vydání Vizovice: Lípa, 1997. 172s. ISBN 80-86093-06-9.

[46] SUHAJ, M. *Prírodné toxikanty a antinutričné látky v potravinách*, 1.vydání Bratislava: VÚ potravinársky, 1996. 140s. Bez ISBN.

[47] VALŠÍKOVÁ, M. a kol. *Papriky, rajčiaky, a baklažány*, 1.vydání Bratislava: Príroda, 1987. 155s. ISBN 064-136-87.

[48] DUMAS, Y.; DADOMO, M.; DI LUCCA, G.; GROLIER, P. Effects of enviromental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Science of food and agriculture*, 2003. ročník 83, č. 5. ISSN 0022-5142.

[49] ŠROT, R. *88 rad pěstitelům zeleniny* 1.vydání Praha: Aventinum, 1996. 190s. ISBN 80-7151-852-2.

[50] TYMČENKO,V.J. , JEFREMOVOVÁ, T. G. *Atlas škůdců a chorob zeleniny a bramboru ,* Státní zemědělské nakladatelství: Praha, 1987.

[51] PROKEŠ, J. *Základy toxikologie*, 1 vydání Praha: nakladatelství Galén a Univerzita Karlova v Praze, 2005. 248s. ISBN 80-7262-301-X (Galén), ISBN 80-246-1085-X (Karolinum).

[52] BENCKO J.; CIKRT M.; LENER J. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*, 1. vydání Praha: Grada, 1995. 288 s.ISBN 80-7169-150-X.

[53] TUREK B.; HRUBÝ S.; ČERNÁ M. *Nutriční toxikologie*, 1. vydání Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994. 123 s. ISBN 80-7013-177-2.

[54] KUBOTA, J. *Molybdenum status of United States soils and plants, in Molybdenum in the Environment,* Chappell, W. R. and Peterson, K.K., Eds., Marcel Dekker, New York, 1977. 555p.

[55] VLEK, P.L.G.; LINDSAY, W. L., *Thermodynamic stability and solubility of molybdenum minerals in salts,* J. Soil Sci. Soc. Am., 1977. 42p.

[56] MUSIL, J. *Molekulové základy klinické biochemie*, 1. vydání Praha: Grada Avicenum, 1994. 384s. ISBN 80-7169-056-2.

[57] NORRISH, K. *The geochemistry and mineralogy of trace elements, in Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems,* Nicolas, D.J.D. and Egan, A.R., Eds., Academic Press, New York, 1975. 55p.

[58] COX, F.R.; KAMPRATH, E. J., *Micronutrient soil tests, in Micronutrients in Agriculture*, Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M.; Lindsay, W.L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, Wis., 1982. 289p.

[59] MOORE, D. P., *Mechanisms of micronutrient uptake by plants, in Micronutrients in Agriculture*, Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M.; Lindsay, W.L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, Wis., 1982. 17p.

[60] NICHOLAS, D.J.D., *The functions of trace elements in Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems*, Nicholas, D. J. D.; Egan, A.R., Eds., Academic Press, New York, 1975. 181p.

[61] DAVIS, R.D.; BECKETT, P.H.T.; WOLLAN, E., *Critical levels of twenty potentially toxic elements in young spring barely, Plant Soil*, 1978. 395p.

[62] MURPHY, L.S.; WALSH, L.M., *Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers, in Micronutrients in Agriculture*, Mortvedt, J. J., Giordano, P. M.; Lindsay, W.L., Eds., Soil Science Society of America, Madison, Wis., 1982. 347p.

[63] PIOTROWSKA, M., *The mobility of heavy metals in soils contaminated with the copper smelter dusts, and metal uptake by orchard grass*, Materialy IUNG, 159-R, Pulawy, Poland, 1981. 88p.

[64] PROKEŠ, J. *Základy toxikologie*, 1 vydání Praha: nakladatelství Galén a Univerzita Karlova v Praze, 2005. 248s. ISBN 80-7262-301-X (Galén), ISBN 80-246-1085-X (Karolinum).

[65] HODGSON, J. F.; GEERING, H. R.; NORVELL, W. A., *Micronutrient kation complexes in soil solution,* Soil Sci. Soc. Am. Proc.I. 29. 665; 1975; II. 30. 723.

[66] RUBIN, B.A., *Fyziologie rostlin,* 2 vydání Praha: nakladatelství Československé akademie věd, 1966. 488s.

[67] HEENAN, D.P.; CAMPBELL, L. C., *Transport and distribution of manganese in two cultivars of soybean,* Aust. J. Agric. Res., 1980. 943p.

[68] GODO,G.H.; REISENAUER, H. M., *Plant effects on soil manganese availability, Soil* Sci. Soc. Am. J., 1980. 993p.

[69] LINDSAY, W.L., *Chemical Equilibria in Soils, Wiley-Interscience*, New York, 1979. 449p.

[70] ISERMANN, K., *Method to reduce contamination and uptake of lead by plants from car exhaust gases*, Environ. Pollut., 1977. 199p.

[71] RICHTER, R.; HLUŠEK, J. *Půdní úrodnost-mangan v půdě,* 1 vydání Praha: ÚZPI, 2003. 44s. ISBN 80-7271-130.

[72] IVLEV, A. M.; TENO-CHAK-MUN; ZBRUYEVA, A. I., *On biogeochemistry of manganese in southern part of Sachalin, in Biogeokhimiya Zony Gipergeneza*, NEDRA, Moscow, 1971. 92p.

[73] REUTER, D.J., *The recognition and correction of trace element deficiencies, in Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems*, Nicholas, D.J.D.; Egan, A.R., Academic Press, New York, 1975. 291p.

[74] GOUGH, L. P.; SHACKLETTE, H. T.; CASE, A. A., *Element concentrations toxic to plants, animals and man,* U.S. Geol. Surv. Bull., 1979. 80p.

[75] BERGENDI, L.; ČÁRSKY, J.; PECHÁŇ, I., *Základy biologické chemie a enzymologie,* 1. vydání Bratislava: Vydavatelstvo Palestra 1997.367s.ISBN 80-88718-05-8.

[76] UDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F., *The mineral nutrition of livestock,* CABI Publishing,1999. 642 p.

[77] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd* (díl 1), 1. vydání Brno: ÚKZÚZ, 2002. 553 s. ISBN 80-86051-75-7.

[78] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd* (díl 2), 1. vydání Brno: ÚKZÚZ, 2000. 173s. ISBN 80-86051-70-6.

[79] RICHTER, R.; HLUŠEK, J.; HŘIVNA, L. Výživa a hnojení rostlin – praktická cvičení, 1. vydání Brno: MZLU, 1999. 188s. ISBN 80-7157-346-9.

[80] JAVORSKÝ, P. Chemické rozbory v zemědělských laboratořích, Praha: Ministerstvo zemědělství a výživy, 1987. 285s.

[81] SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. Statistical Methods, Iowa: Iowa State University Press, 1967.

[82] ANONYMOUS: Vyhláška Ministerstva životního prostředí České republiky 13/1994 Sb.

[83] JONÁŠ, F.; PEROUTKOVÁ, K. Učební texty – kultivace a rekultivace, 1. vydání Praha: LF – ZU, 1997. Bez ISBN.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
µg	mikrogram
cm	centimetr
ha	hektar
t	tuna
ČR	Česká republika
tzv.	Tak zvané
např.	Například
kJ	Kilojouly
kcal	Kilokalorie
c	Koncentrace
mm	Milimetr
nm	Nanometr
ml	Mililitr
ČSÚ	Český Statistický Úřad

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Plody rajčat (intenzivně červené, kulaté) ……....34

Obr. 2. Žluté květy rajčat s dělenými listy…….…….....35

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Spotřeba zeleniny v ČR v hodnotě čerstvé hmoty (kg/osoba/rok)……12

Tab.2. Taxonomická klasifikace Lycopersicon esculentum……..36

Tab.3. Schéma pokusu se stupňovanými dávkami molybdenu a manganu v půdě……...62

Tab.4. *Přirozený obsah mikroelementů v zemině u kontrolní varianty*……....63

SEZNAM PŘÍLOH

P I Povolený obsah dusičnanů v různých druzích zeleniny v miligramech na kilogram čerstvé hmoty

P II Látkové složení plodů rajčat

P III Chemické vlastnosti molybdenu

P IV Chemické vlastnosti manganu

P V Výsledky závislosti obsahu sušiny plodů rajčat na zvyšující se koncentraci molybdenu a manganu v půdě

P VI Výsledky závislosti obsahu organických kyselin v plodech rajčat na zvyšující se koncentraci molybdenu a manganu v půdě

P VII Výsledky závislosti obsahu fosforu v plodech rajčat na zvyšující se koncentraci molybdenu a manganu v půdě

P VIII Výsledky závislosti obsahu dusíku v plodech rajčat na zvyšující se koncentraci molybdenu a manganu v půdě

PŘÍLOHA P I: POVOLENÝ OBSAH DUSIČNANŮ V RŮZNÝCH DRUZÍCH ZELENINY V MILIGRAMECH NA KILOGRAM ČERSTVÉ HMOTY PODLE VYHLÁŠKY MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ Č.53/2002 SB.

Druh zeleniny	Obsah NO3 mg/kg čerstvé hmoty zeleniny
Listová zelenina	1000
Plodová a lusková zelenina	400
Kořenová a košťálová zelenina	700
Špenát	2500
Špenát rychlený (období září – březen)	3000
Salát	2500
Salát rychlený (období říjen – březen)	3500
Ředkvičky, brukev	1500
Červená řepa	3000
Pór	2000
Dětská kojenecká výživa na bázi zeleniny	200

PŘÍLOHA P II: LÁTKOVÉ SLOŽENÍ PLODŮ RAJČAT PODLE CEREVITINOVA [6]

Složka	**Jednotka**	C_{min}	C_{max}	$C_{průměr}$
Energie	kJ.100 g $^{-1}$	70,71	104,70	87,70
Voda	%	89,88	96,50	92,88
Sušina	%	2,82	10,53	7,04
Bílkoviny	%	0,37	1,11	0,98
Lipidy	%	0,19	0,30	0,26
Sacharidy	%	1,00	8,81	4,19
Celulóza	%	0,60	0,90	0,75
Minerální látky	mg.100 g $^{-1}$	200,00	686,00	541,20
Hořčík	mg.100 g $^{-1}$	8,20	85,00	26,81
Fosfor	mg.100 g $^{-1}$	10,00	93,00	32,91
Vápník	mg.100 g^{-1}	8,25	71,50	24,36
Železo	mg.100 g^{-1}	0,10	2,39	0,84
Zinek	mg.100 g $^{-1}$	0,21	0,42	0,29
Vitamin A	mg.100 g $^{-1}$	0,24	1,11	0,462
Vitamin E	mg.100 g $^{-1}$	0,20	0,50	0,29
Vitamin B	mg.100 g^{-1}	0,01	0,16	0,074
Vitamin B	mg.100 g $^{-1}$	0,005	0,20	0,078
Vitamin PP	mg.100 g $^{-1}$	0,30	0,70	0,53
Vitamin B	mg.100 g $^{-1}$	0,10	1,00	0,15
Vitamin C	mg.100 g $^{-1}$	7,90	100,00	21,88

PŘÍLOHA III: CHEMICKÉ VLASTNOSTI MOLYBDENU [46]

Název	Molybden
Latinsky	*Molybdaenum*
Anglicky	Molybdenum
Značka	Mo
Protonové číslo	42
Atomová hmotnost	95,94
Skupina	VI.B
Perioda	5
Skupenství	pevné
Oxidační číslo	II, III, IV,V, VI

PŘÍLOHA IV: CHEMICKÉ VLASTNOSTI MANGANU [46]

Název	Mangan
Latinsky	*Manganum*
Anglicky	Manganese
Značka	Mn
Protonové číslo	25
Atomová hmotnost	54,938049
Skupina	VII.B
Perioda	4
Skupenství	pevné
Oxidační číslo	II, III, IV, V, VI, VII

PŘÍLOHA V: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU SUŠINY PLODŮ RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI MOLYBDENU A MANGANU V PŮDĚ

Varianta	Ø hodnota sušiny v %	sd
Kontrola	6,33	0,26
2 mg $Mo.kg^{-1}$	7,26	0,27
5 mg $Mo.kg^{-1}$	6,72	0,19
10 mg $Mo.kg^{-1}$	7,67	0,22
500 mg $Mn.kg^{-1}$	6,50	0,35
2000 mg $Mn.kg^{-1}$	6,05	0,28
5000 mg $Mn.kg^{-1}$	7,12	0,32

PŘÍLOHA VI: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU ORGANICKÝCH KYSELIN V PLODECH RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI MOLYBDENU A MANGANU V PŮDĚ

Varianta	Ø hodnota organických kyselin/ 100g čerstvé hmoty	sd
Kontrola	0,43	0,01
2 mg $Mo.kg^{-1}$	0,62	0,01
5 mg $Mo.kg^{-1}$	0,31	0,02
10 mg $Mo.kg^{-1}$	0,42	0,01
500 mg $Mn.kg^{-1}$	0,43	0,02
2000 mg $Mn.kg^{-1}$	0,47	0,02
5000 mg $Mn.kg^{-1}$	0,47	0,04

PŘÍLOHA VII: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU FOSFORU V PLODECH RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI MOLYBDENU A MANGANU V PŮDĚ

Varianta	Ø hodnota fosforu/ 100g čerstvé hmoty	sd
Kontrola	0,54	0,01
2 mg $Mo.kg^{-1}$	0,55	0,02
5 mg $Mo.kg^{-1}$	0,96	0,06
10 mg $Mo.kg^{-1}$	0,90	0,05
500 mg $Mn.kg^{-1}$	0,42	0,03
2000 mg $Mn.kg^{-1}$	1,12	0,07
5000 mg $Mn.kg^{-1}$	0,59	0,06

PŘÍLOHA VIII: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU DUSÍKU V PLODECH RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI MOLYBDENU A MANGANU V PŮDĚ

Varianta	Ø hodnota dusíku/ 100g čerstvé hmoty	sd
Kontrola	0,55	0,10
2 mg $Mo.kg^{-1}$	0,75	0,09
5 mg $Mo.kg^{-1}$	0,76	0,07
10 mg $Mo.kg^{-1}$	0,97	0,09
500 mg $Mn.kg^{-1}$	0,52	0,07
2000 mg $Mn.kg^{-1}$	0,64	0,07
5000 mg $Mn.kg^{-1}$	0,71	0,06