

Vliv dusíku a fosforu na jakostní ukazatele rajčat

Zdeňka Slezáčková

Diplomová práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zdeňka SLEZÁČKOVÁ**

Studijní program: **M 6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Ekonomika a hygiena výživy**

Téma práce: **Vliv dusíku a fosforu na jakostní ukazatele rajčat**

Zásady pro vypracování:

1. V literární části popište současné poznatky o výživě a pěstování rajčat ve vztahu k jakostním ukazatelům plodů rajčat.
2. Založte a vedte pokus se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu v půdě. Jako indikační plodinu použijte plody rajčat.
3. U vypěstovaných plodů rajčat sledujte výnosové parametry, proveďte senzorické hodnocení a chemické analýzy pro stanovení jakostních ukazatelů podle metodik ÚKZÚZ.
4. Získané výsledky statisticky vyhodnoňte a srovnajte s nejnovějšími výzkumy publikovanými v této oblasti.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce

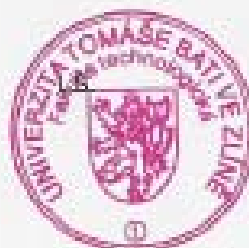
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Otakar Rop, Ph.D.**
Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce: **10. října 2005**

Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce bylo sledovat vliv dusíku a fosforu na vybrané ukazatele jakosti u rajčat. Rajčata byla pěstována v plastových vegetačních nádobách. Byly použity rajčata odrůdy Domino F1. Plody byly použity ve sklizňové konzumní zralosti, analyzovány na sušinu, organické kyseliny a fosfor. Součástí práce je rozsáhlý literární přehled týkající se chemického složení rajčat ve vztahu k ekologickým faktorům a dalšímu potravinářskému zpracování.

Klíčová slova: rajčata, sušina, organické kyseliny, dusík, fosfor.

ABSTRACT

The goal of this thesis was observing an effect of nitrogen and phosphorus on select quality index in tomatoes. They were grown up in plastic vegetative box. There was used Domino F1 variety of tomatoes. Growths of tomatoes were used in consumer maturity and analyzed for dry matter, organic acid and phosphorus. This thesis includes extensive literature search about chemical constitution of tomatoes in relation to ecological factors and following food processing.

Keywords: tomatoes, dry matter, organic acids, nitrogen, phosphorus.

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

Můj dík patří také Ing. Františku Buňkovi, Ph.D., Ivoně Turečkové a pracovníkům ústavu potravinářského inženýrství a chemie za pomoc v laboratořích, vstřícnost a výborné pracovní podmínky.

Dále bych chtěla ze srdce poděkovat rodině, svému příteli Liborovi, přátelům a kolegům za poskytnutí možnosti studovat a za jejich oporu, trpělivost a povzbuzení při studiu.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SLOŽENÍ ROSTLIN A ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH PRVKŮ	11
1.1 VÝŽIVA ROSTLIN – PŘÍJEM MINERÁLNÍCH LÁTEK	11
1.2 FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM BIOGENNÍCH PRVKŮ VE VÝŽIVĚ ROSTLIN	12
1.2.1 Význam makrobiogenních prvků ve výživě rostlin	12
1.2.2 Význam mikrobiogenních prvků ve výživě rostlin.....	13
2 ZELENINA	14
2.1 CHARAKTERISTIKA ZELINÁŘSTVÍ ČR	14
2.2 VÝZNAM ZELENINY VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA	14
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZELENINY	15
2.3.1 Voda	15
2.3.2 Sušina	15
2.3.3 Tuky	15
2.3.4 Bílkoviny a dusíkaté látky.....	15
2.3.5 Sacharidy	16
2.3.6 Kyseliny	16
2.3.7 Enzymy	16
2.3.8 Těkavé aromatické látky (éterické oleje)	16
2.3.9 Bezdušíkatá barviva	17
2.3.10 Dusíkatá barviva.....	17
2.3.11 Pektiny.....	17
2.3.12 Biogenní minerální látky.....	18
2.3.13 Vitaminy.....	18
2.3.14 Látky antibiotického charakteru.....	20
2.3.15 Vlákna	20
2.3.16 Třísloviny	20
2.4 EKOLOGICKÝ VÝZNAM PĚSTOVÁNÍ ZELENINY	21
2.4.1 Pozitivní význam.....	21
2.4.2 Negativní význam	22
3 PLODOVÁ ZELENINA	24
3.1 SPOTŘEBA PLODOVÝCH ZELENIN.....	24
3.2 VÝZNAM PLODOVÉ ZELENINY	24
3.3 NUTRIČNÍ HODNOTA PLODOVÉ ZELENINY	25
4 RAJČATA	26
4.1 BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA RAJČAT	26
4.2 HISTORIE	26
4.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PLODŮ RAJČAT.....	27
4.3.1 Sušina	27
4.3.2 Sacharidy.....	27

4.3.3	Organické kyseliny.....	27
4.3.4	Vitamíny.....	28
4.3.5	Minerální látky.....	28
4.3.6	Glykoalkaloidy.....	28
4.3.7	Karotenoidy.....	29
4.4	VÝZNAM RAJČAT V LIDSKÉ STRAVĚ.....	29
4.5	PĚSTOVÁNÍ RAJČAT.....	30
4.5.1	Odrůdy rajčat.....	30
4.6	F1 HYBRIDY.....	31
4.7	PRODUKCE RAJČAT V ZEMÍCH EU.....	32
4.8	ZPRACOVÁNÍ RAJČAT.....	32
5	HNOJENÍ A VÝŽIVA ZELENINY.....	34
5.1	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝŽIVU A HNOJENÍ ZELENINY.....	34
5.2	CHARAKTERISTIKA DUSÍKU A FOSFORU V ROSTLINÁCH.....	35
5.2.1	Význam dusíku v rostlině.....	35
5.2.2	Příjem dusíku rostlinou.....	35
5.2.3	Dusíkatá hnojiva.....	36
5.2.4	Význam fosforu v rostlině.....	37
5.2.5	Příjem fosforu rostlinou.....	37
5.2.6	Fosforečná hnojiva.....	38
5.3	NÁROKY ZELENIN NA VÝŽIVU.....	39
5.3.1	Nároky košťálovin na výživu.....	39
5.3.2	Nároky cibulové zeleniny na výživu.....	39
5.3.3	Nároky kořenové zeleniny na výživu.....	40
5.3.4	Nároky listové zeleniny na výživu.....	40
5.3.5	Nároky luskových zelenin na výživu.....	40
5.4	NÁROKY PLODOVÉ ZELENINY NA VÝŽIVU.....	40
5.5	NÁROKY RAJČAT NA VÝŽIVU.....	41
5.5.1	Hnojení rajčat dusíkem.....	41
5.5.2	Hnojení rajčat fosforem.....	42
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	44
6	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	45
7	METODIKA.....	46
7.1	STANOVENÍ SUŠINY.....	47
7.2	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI, STANOVENÍ OBSAHU ORGANICKÝCH KYSELIN (CELKOVÁ KYSELOST).....	47
7.3	MINERALIZACE ORGANICKÉ HMOTY.....	48
7.4	STANOVENÍ FOSFORU KOLORIMETRICKY VANADIČNANOVOU METODOU.....	49
8	VÝSLEDKY.....	50

8.1	VÝNOSOVÉ PARAMETRY PLODŮ RAJČAT.....	50
8.2	VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK N A P V PŮDĚ NA OBSAH SUŠINY V PLODECH RAJČAT	52
8.3	VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK N A P V PŮDĚ NA OBSAH ORGANICKÝCH KYSELIN V PLODECH RAJČAT	53
8.4	VLIV STUPŇOVANÝCH DÁVEK N A P V PŮDĚ NA OBSAH FOSFORU V PLODECH RAJČAT	54
9	DISKUSE	56
10	DOPORUČENÍ.....	61
	ZÁVĚR.....	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72

ÚVOD

Rozvoj společnosti podstatně ovlivnil životní úroveň obyvatelstva. Pokrok výrazně přispěl k významnému snížení těžké fyzické práce v zaměstnání i v domácnosti. Při současném dostatku potravin pro všechny skupiny obyvatelstva to představuje výrazné porušení rovnováhy mezi příjmem a výdajem energie lidského těla a s tím spojené poruchy látkové přeměny. Současně se zvýšily nároky na činnost nervové soustavy v důsledku náročnějších životních situací, hlučného nebo znečištěného prostředí. Vyžaduje to vyšší příjem ochranných látek do organismu, jako jsou například vitamíny a minerální látky. Jedním z významných faktorů, které pomáhají aspoň zčásti eliminovat negativní vlivy špatného prostředí a nevhodného životního stylu na zdraví a život člověka, je správná životospráva.

V nynější moderní společnosti vystupuje do popředí otázka potřeby potravin s nižším energetickým obsahem a vysokou biologickou hodnotou. Mezi takové potraviny patří zelenina, která představuje jeden z nejdůležitějších zdrojů naší výživy. Lidé si uvědomují význam zeleniny ve výživě, a proto ji stále víc zařazují do svého jídelníčku. Zeleninu jako skupinu užitkových rostlin oceňujeme nejen pro její složení, ale také proto, že se většina konzumuje v čerstvém stavu, bez tepelné úpravy.

Práce je zaměřená na zeleninu, především na rajčata, která byla vypěstována s rozdílnou zásobou živin v půdě. Zemědělská prvovýroba se dnes bez aplikace hnojiv neobejde. Hnojení však musí být zaměřeno nejen na vysoký výnos, ale i na dosažení jakostních produktů. Na druhou stranu hnojením nesmí dojít k ohrožení životního prostředí a zdraví spotřebitelů.

Cílem práce bylo navrhnout nejvhodnější dávky dusíkatých a fosforečných hnojiv pro dosažení optimálních výnosových parametrů a jakostních ukazatelů rajčat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SLOŽENÍ ROSTLIN A ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH PRVKŮ

Zemědělsky pěstované rostliny patří k autotrofním organismům. Tyto organismy jsou schopné syntetizovat všechny potřebné, složité látky ústrojně (organické) za pomoci světelné energie z výchozích látek neústrojných (anorganických). [1] Všechny ostatní organismy – nezelené rostliny, houby, živočichové (včetně člověka) a některé mikroorganismy, jsou heterotrofní, tzn. potravně závislé na zelených rostlinách. [2]

Prvky, které jsou pro zdárný růst rostliny nenahraditelné, nazýváme živinami, nebo též stavebními či biogenními prvky. Pletivo rostlinného organismu se skládá z vody a sušiny. Přitom rostliny obsahují relativně velké množství vody (80 – 95 %) a poměrně malé množství sušiny (5 – 20 %). [1]

Sušina obsahuje jednak organické látky (proteiny, lipidy, sacharidy, glykosidy atd.) a jednak látky anorganické. Průměrné složení sušiny činí: 45 % uhlíku (C), 42 % kyslíku (O₂) a 7 % vodíku (H). Zbytek, 6 %, je tvořen z 1,5 % dusíkem (N) a 4,5 % činí popel. [3]

Popelovinu získáme spálením sušiny. Analýzou popeloviny bylo dále zjištěno, že tělo rostliny obsahuje více než 50 minerálních prvků. [4]

1.1 Výživa rostlin – příjem minerálních látek

Živiny v půdě jsou přítomny jednak v půdním roztoku v iontové formě a dále v tuhé půdní fázi ve vazbách [2] jako soli, fixované v jílových minerálech, vázané v organické hmotě nebo v biomase atd. [3] Celkový obsah živin v půdě je vysoký a u různých půd rozdílný. Proces zpřístupňování živin nazýváme mobilizací, kterou charakterizujeme jako přechod určité živiny z nerozpustné nebo obtížně rozpustné do rozpustnější formy, která je i lehčeji přijatelná pro rostliny. [5]

Z celkového obsahu živin v půdě tvoří přístupné živiny jen malou část, dosahují jen několik desetin až 1 % z veškerého obsahu. [5] Tyto přístupné minerální látky přijímají rostliny především z půdního roztoku ve formě iontů, [6] které vznikají štěpením (tzv. disociací) zejména solí na záporně nabitě aniony a kladně nabitě kationy. [4] Z tohoto roztoku jsou živiny přijímány kořeny, především kořenovým vlášením (kořenová výživa rostlin). [2] Jestliže dochází k nadbytečné výživě, živiny se hromadí v kořeni. V opačném případě, kořen poskytuje živiny ze svých zásob. [6]

Z půdního roztoku mohou pronikat živiny do kořenů jednak pasivním transportem - difúzí prostory v buněčných stěnách, říkáme také apoplastickou cestou, což znamená bez účasti energie. [5] Druhý způsob je aktivní transport. V tomto případě živiny pronikají cytoplazmatickými obsahy jednotlivých buněk, od buňky k buňce přes cytoplazmatické biomembrány, tzv. symplastickou cestou. Při tomto způsobu příjmu se spotřebovává energie z molekul ATP. [6] Tato energie je potřeba na aktivaci nosiče (přenašeče) nebo na jeho pohyb přes membránu. Když má nosič specifická vazebná místa jen pro určitý iont, jedná se o selektivní příjem. Aktivním transportem přijímá rostlina živiny i proti koncentračnímu spádu. [5]

Některé živiny mohou být přijímány též listy či dalšími nadzemními orgány (mimokořenová neboli foliární výživa rostlin). [2] Pro dobrou výživu pěstované rostliny je rozhodující výživa kořenová. [5] Mimokořenová výživa může sloužit pouze jako korigující faktor pro doplňkovou výživu rostlin. [1]

1.2 Fyziologický význam biogenních prvků ve výživě rostlin

Význam hlavních biogenních prvků uhlíku, kyslíku a vodíku je především v účasti na průběhu fotosyntézy a tyto prvky tvoří hlavní část obsahu sušiny. [7]

1.2.1 Význam makrobiogenních prvků ve výživě rostlin

Uhlík (C) je rostlinou přijímán v podobě CO_2 listy při fotosyntéze. Je to základní prvek všech organických sloučenin. Kyslík (O_2) je přijímán v podobě CO_2 , H_2O , O_2 . Je součástí organických sloučenin a je důležitý pro aerobní metabolismus. Vodík (H) je přijímán fotolýzou z vody a je také součástí organických látek. Síra (S) je složka bílkovin a silic. Z půdy ji rostlina přijímá jako SO_4^{2-} (SO_3^{2-} , H_2S a SO_2 jsou pro rostliny jedovaté formy). Draslík (K) je důležitý pro metabolismus (aktivátor enzymů), ovlivňuje otevírání průduchů a zvyšuje obsah vody v cytoplazmě. Rostlinou je přijímán jako K^+ . Nedostatek se projevuje tmavnutím okrajů listů, rostliny jsou zakrnělé, plody malé, u semen je snižená klíčivost, u rostliny je snižená odolnost proti nepříznivému klimatu. [3] Hořčík (Mg) je součástí chlorofylu, bílkovin buněčného jádra a je aktivátor enzymů. Je rostlinou přijímán jako Mg^{2+} . Nedostatek se projevuje skvrnitostí a zasycháním listů. [2] Vápník (Ca) snižuje obsah vody v cytoplazmě, zpevňuje buněčné stěny, neutralizuje toxické účinky organických kyselin vznikajících v průběhu metabolismu a reguluje pH prostředí. Rostlinou je přijímán jako Ca^{2+} . Nedostatek tohoto prvku zpomaluje růst a může dojít až k úhynu rostliny. Snižuje také

transport sacharidů z listů. [5] Charakteristika dusíku (N) a fosforu (P) je popsána v kapitole 5.2.

1.2.2 Význam mikrobiogenních prvků ve výživě rostlin

Mezi mikrobiogenní prvky ve výživě rostlin řadíme železo, bór, mangan, zinek, chlór, molybden, sodík a křemík. [4]

Železo (Fe) je složkou enzymů a podílí se na tvorbě chlorofylu. Bór (B) je nutný pro přemísťování sacharidů. Nedostatek se projevuje odumíráním vzrostlého vrcholu a stonkového parenchymu. [2] Mangan (Mn) má katalytický účinek na tvorbu chlorofylu a je důležitý pro fotolýzu vody. Nedostatek tohoto prvku zpomaluje růst rostliny. Zinek (Zn) je aktivátor enzymů a je důležitý pro tvorbu auxinů. Nedostatek zinku snižuje účinek fosforu a má vliv na špatný rozvoj semen. Chlór (Cl) je důležitý pro fotochemické reakce fotosyntézy. Molybden (Mo) je nezbytný pro asimilaci dusíku nitrogenními bakteriemi. Nedostatek Mo způsobuje blednutí listů a zpomalení růstu rostlinných pletiv (např. květák nevytváří květní růžice). [8] Křemík (Si) má vliv na pevnost buněčných stěn. [5]

Příjem živin rostlinou není závislý jen na jejich obsahu v půdě a na množství dodaném do půdy, ale i na půdním druhu, půdní vlhkosti, vzájemném ovlivňování (synergismus a antagonismus) při příjmu živin a na příjmové kapacitě rostlin. Pro rostlinu je důležité, aby přijala dostatek všech živin ve vhodném (vyváženém) poměru. Vhodný poměr živin, který je závislý na druhu a odrůdě, zaručuje vysoké využití přijatých živin pro tvorbu květů a plodů a následnou kvalitu výnosu. [6]

2 ZELENINA

2.1 Charakteristika zelinářství ČR

Zelinářství je intenzivním odvětvím rostlinné výroby v České Republice a výměrou zaujímá 1,07 % orné půdy, zatímco na hrubé tržní produkci se podílí 5 %. Specifickým znakem zelinářství je široká druhová a odrůdová variabilita, vždyť jenom v současnosti se ve velkovýrobě ČR pěstuje 45 druhů zeleniny a do budoucna se počítá s 60 druhy. Registrováno je 1200 odrůd. Široký sortiment pěstovaných druhů vyžaduje specifické podmínky půdní, klimatické, klade značné nároky na agrotechniku, hnojení, závlahu, způsob sklizně, tržní úpravu, skladování a zpracování. [9]

2.2 Význam zeleniny ve výživě člověka

S rozvojem vědeckých poznatků o výživě člověka je stále více zdůrazňován význam zeleniny jako nepostradatelné součásti lidské potravy. Výsledky ukazují, že energetická hodnota stravy v ČR je značně vysoká a řadí nás, z tohoto pohledu, na jedno z předních míst na světě. [10]

Spotřeba zeleniny na osobu za rok 2004 v ČR dosáhla 79,8 kg (jak je vidět v tabulce 1), což je mnohem méně, než doporučují odborníci (autoři se různí v doporučeném množství roční spotřeby zeleniny, která by měla být podle Melichara 90 - 100 kg, [11] podle Šapira dokonce 122 kg na osobu. [12] Za minimální hranici v konzumaci zeleniny je zdravotníky považováno 90 kg, za ideální stav 120 - 130 kg na osobu a rok. [9] Spotřeba zeleniny u nás nedosahuje potřebné úrovně co do množství, rovněž ani druhová skladba nemá žádoucí strukturu. [13] I když z tabulky 1 vyplývá, že spotřeba od roku 1999 neustále klesá, lze předpokládat, že v budoucnu spotřeba zeleniny opět poroste, což dává perspektivu pěstitelům zeleniny. [9]

Tab. 1. Spotřeba zeleniny v ČR v hodnotě čerstvé hmoty (kg/osoba/rok) [9]

Rok	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Spotřeba	81,1	82,2	85,3	82,9	82,1	78,7	80,0	79,8

2.3 Chemické složení zeleniny

Látkové složení i kvantitativní zastoupení jednotlivých složek je do značné míry určeno botanickou příslušností jednotlivých zeleninových druhů, i když všechny druhy vykazují zvláště co do chemické kvality přítomných složek společnou charakteristiku. [14]

2.3.1 Voda

Je hlavní složkou zeleniny, [15] její podíl je 70 - 95 % v závislosti na druhu, odrůdě, stáří, vegetačních podmínkách apod. [16] V zelenině je obsažena voda jednak volná, jednak vázaná ionty a koloidy. Volná voda je ve šťávě buněk zeleniny a jsou v ní rozpuštěny ostatní látky, které šťávy obsahují (cukr, kyseliny apod.). Voda, vázaná na koloidy, tvoří okolo nich vodní obal, který je jejich neoddělitelnou částí. [17]

2.3.2 Sušina

Zbytek látky po vysušení při určité teplotě do konstantní hmotnosti tvoří sušinu. Sušina obsahuje řadu chemických látek, které rozdělujeme například na látky dusíkaté, sacharidy, tuky, minerální látky a ostatní skupiny látek. [18]

2.3.3 Tuky

Obsah tuků v zelenině je většinou tak malý, že nemá z energetického hlediska žádný význam. [15] Tuky jsou zdrojem a rezervou energie a patří k energeticky nejbohatší složce potravy. [16] Doporučuje se, aby asi 20 - 25 % energetického obsahu stravy tvořily tuky, mimo jiné také proto, aby umožnily vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích. [11]

2.3.4 Bílkoviny a dusíkaté látky

Obsah bílkovin je podobně jako u ovoce velmi malý. Dusíkaté látky jsou tvořeny pouze částečně bílkovinami, 20 - 65 % dusíkatých látek připadá na nebílkovinné složky (aminokyseliny, amidy). Zeleniny s intenzivně zelenými listy jako je špenát a kapusta se vyznačují vyšším obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin. Ze světle žlutého zbarvení listové zeleniny je možné vyvodit, že zelenina má nižší obsah bílkovin, vitamínu C a karotenů. [15]

2.3.5 Sacharidy

Velmi významný podíl sušiny je tvořen sacharidy, přičemž obsah škrobu obvykle převyšuje obsah ostatních cukrů. [18] Vedle glukosy (hroznový cukr) a fruktosy (ovocný cukr) jsou zastoupeny v zelenině ještě sacharosa (cukr řepný) a různé polysacharidy. Z alkoholických cukrů přichází v úvahu manit (mrkev, celer, zelí aj.). [20] Z polysacharidů obsahuje zelenina i celulosu, hemicelulosu a pektiny jako stavební složku buněčných stěn. [17]

2.3.6 Kyseliny

Zelenina obsahuje (s výjimkou rajčat a reвенě) malé množství (0,2-0,4 %) volných kyselin. Původci nepatrné kyselosti běžné zeleniny jsou jednak kyselé soli, jednak malá množství netěkavých kyselin. Větší část je vázána ve formě solí. [21] U zeleniny pH kolísá většinou v rozmezí 5,0 – 6,6, řadíme ji proto k potravinám, které jsou v technologickém smyslu málo kyselé, popřípadě nekyselé. [16]

Organické kyseliny, které se v potravinách vyskytují, tj. především kyselina jablečná, citrónová, vinná, chinová, mléčná a octová, jsou vesměs slabé. Jejich vliv na pH systém, v němž jsou obsaženy, je tedy poměrně malý a snadno bývá dále omezován přítomností jiných látek, zejména bílkovin. [22] Podobně jako v ovoci se v zelenině vyskytuje kyselina jablečná a citrónová. V zelenině je rovněž v malém množství obsažena kyselina šťavelová, zejména ve špenátu a v reveni. [15]

2.3.7 Enzymy

Enzymy mají, podobně jako u ovoce, při skladování a zpracování zeleniny značný význam, poněvadž mohou měnit nejrůznější substráty. Z hydrolas se uplatní především různé glukooxidasy a proteasy. [17] Významnou úlohu plní oxidoreduktasy a z nich hlavně lipoxygenasy, polyfenoloxidasy, proti tepelným záhřevům velmi odolné peroxidasy a askorbat oxidasa (okurky, tykve). Enzymové hnědnutí má narozdíl od ovoce, brambor a hub u zeleniny jenom malý význam, protože účinné polyfenoloxidázy většinou chybí. [15]

2.3.8 Těkavé aromatické látky (éterické oleje)

Přispívají vedle netěkavých látek k typickým vůním a ovlivňují i chuť. [16] Těkavé látky jsou složitou směsí různých, často příbuzných látek, z nichž nejmenší podíl tvoří obvykle alkoholy a největší těkavé sírné sloučeniny. [15] Obsah aromatických látek v zelenině nebý-

vá vysoký, dosahuje 10 – 400 mg na 1 kg čerstvé hmoty. [19] Významné jsou aromatické látky u zelenin jako je česnek, cibule, pór a pažitka. [20]

2.3.9 Bezdusíkatá barviva

Karotenoidy jsou provitaminem vitamínu A. [16] Vyskytují se v zelených pletivech, kde doprovázejí chlorofyl a lykopen a tvoří žluté až červenofialové barevné odstíny. [15] V chloroplastech listů jsou obsaženy hlavně β -karoten, dále neoxantin, lutein a zeaxantin. [18] Karotenoidy se vyskytují jako uhlovodíky, alkoholy, estery, ketony a karbové kyseliny. [15] Pro tvorbu karotenoidů a chlorofylu je rozhodující světlo, na rozdíl od tvorby lykopenu, jehož tvorba závisí na teplotě. [17] Karotenoidy tvoří pigment červených rajčat a mrkve. [20]

Rostlinné fenoly se vyskytují ve formě fenolkarbové kyseliny. Ze známých fenolů se vyskytují hlavně flavony a flavanoly, převážně jako glykosidy. Anthokyany jako modré nebo červené pigmenty jsou obsaženy pouze u červeného zelí, ředkviček, chřestu a cibule. [15] Tyto fenoly jsou reaktivní a tudíž nestálé. [22]

2.3.10 Dusíkatá barviva

Chlorofyl způsobuje zelené zbarvení listů a nezralých plodů. V chloroplastech je chlorofyl vázán na proteiny nebo na lipoproteidy, čímž si získává stabilitu vůči světlu a kyslíku. [15] Rostlinné barvivo má podobné chemické složení jako barvivo krevní a podporuje jeho tvorbu. Základní rozdíl je ve středovém prvku (hemoglobin – Fe, chlorofyl – Mg). [8]

2.3.11 Pektiny

Pektiny jsou to složené látky, které jsou uloženy v buněčných stěnách a mezibuněčných výplních rostlinných pletiv. [18] Obsah pektinu v zelenině je malý, pohybuje se většinou v mezích 0,2 – 1,5 %. Nezralé plody obsahují relativně více pektinu než plody zralé nebo přezralé. [23]

Pektin se uplatňuje v konzervářském průmyslu jako rosolotvorná složka při výrobě ovocných pomazánek. [17] Při vaření zeleniny se ve vodě rozpustné pektiny dále odbourávají. Také při zrání dochází k podobnému procesu a tím k měknutí plodů. [15]

2.3.12 Biogenní minerální látky

Zelenina obsahuje velké množství minerálních látek, které zároveň patří k jejím nejdůležitějším složkám. [15] Minerální látky se v zelenině vyskytují ve formě organických a anorganických sloučenin. [24] Přední místo mezi minerálními látkami v zelenině svým obsahem i významem zaujímá železo, které podporuje tvorbu krevního barviva v lidském organismu. [7] Vysoký obsah hořčíku a železa mají zejména kedlubny, kapusta, salát a špenát. [15] Ovoce a zelenina jsou bohaté na sloučeniny draslíku. V organismu podporují vylučování vody a chloridu sodného ledvinami. Významná je rovněž úloha draslíku při předávání nervových impulsů. [23]

Menší význam má ovoce a zelenina jako zdroj solí vápníku a fosforu. Navíc se tyto prvky ve formách obsažených v ovoci a zelenině vstřebávají v organismu mnohem obtížněji než sloučeniny vápníku a fosforu dodávané do organismu například s mléčnými produkty. [22] Vápník je hlavní stavební složkou opěrných tkání. Značné množství fosforu, prvku důležitého pro vývoj kostí, obsahuje petržel a zelený hrášek. Nejvíce vápníku ze všech zelenin mají cibule, česnek a salát. [18]

Měď, kobalt a mangan se účastní procesů tvorby lidské krve. [7] Obsah iontů sodíku bývá v zelenině nízký. Ve stopových množstvích se vyskytují ionty manganu, molybdenu, kobaltu, mědi, fluoru a jodu. [15] Přítomnost určitého množství jódu v potravě je nutná pro normální funkci štítné žlázy. [8]

2.3.13 Vitamíny

Pro vitamíny je charakteristická jejich exogenost, esencialita (tj. nutný příjem z okolního prostředí a nepostradatelnost pro lidský organismus) a katalytický charakter (potřeba malých množství). Jako provitamíny se označují ty organické látky, ze kterých působením enzymů nebo jiných vlivů (ultrafialové záření) mohou v organismech vitamíny vznikat. Vitamíny v organismech buď samy, nebo ve sloučeninách urychlují nezbytné reakce látkové přeměny. Nedostatek se projevuje u živočichů řadou postupně se rozvíjejících onemocnění, z nichž lehčí se nazývají hypovitaminózy, těžší avitaminózy. [16]

Z chemického hlediska jsou vitamíny velmi početné sloučeniny s rozmanitými funkčními skupinami. Dělí se na lipofilní (rozpuštěné v tucích – A, D, E, K) a hydrofilní (rozpuštěné ve vodě). [22]

Vysoká biologická hodnota zeleniny spočívá především ve vysokém obsahu vitamínů. A nejde jen o obsah vitamínu C, jehož je zelenina a ovoce prakticky jediným zdrojem. [18]

Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamín C patří mezi nejdůležitější vitamíny. Příznivě působí na syntézu bílkovin v lidském organismu. Při jeho nedostatku se u lidí projevují příznaky nechutenství, malátnost a krvácení z dásní. Dostatečný přísun tohoto vitamínu do lidského organismu zvyšuje jeho odolnost proti infekcím. [7] Vitamín C působí v lidském organismu proti volným radikálům, má preventivní účinek proti arteroskleróze, onkogenezi a zabraňuje účinku některých škodlivých látek v organismu, např. nitrátů a nikotinu. [10] Zdravotně zdůvodněná denní dávka vitamínu C je 70 mg a více. [7] Průměrný obsah v zelenině je 209 mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty (Kopec, 1998), ale je řada druhů, kde obsah dosahuje hodnot nad 1000 mg.kg⁻¹, jako například brokolice, křen, paprika, růžičková kapusta. [10] Vzhledem k tomu, že vitamín C je velmi choulostivý na teplo, při kterém se oxiduje a rozkládá, doporučuje se zelenina konzumovat v syrovém stavu. Lidský organismus si vyžaduje pravidelný přísun vitamínu C, protože ho neumí ukládat do zásoby. [25] Obsah vitamínu C je u většiny listových zeleniny vyšší než u plodových. [15] Nejvíce vitamínu C obsahuje paprika, dokonce několikrát více než ostatní druhy zelenin. [26]

Vitamíny skupiny B zabezpečují normální činnost hlavních orgánů lidského organismu. Jejich význam je v komplexnosti spolu s jinými složkami. [4] Ze skupiny vitamínů B jsou v zelenině obsaženy především B₁, B₂, B₆, kyselina listová, kyselina nikotinová a kyselina pantotenová. Jejich nedostatek vyvolává únavu, různé poruchy a onemocnění kůže. [22] Riboflavin se vyskytuje v listech, květech apod., zatímco podzemní části rostlin jsou na něj chudé. Kyselina pantotenová se vyskytuje v nejrůznějších částech rostlin. [15]

Vitamíny rozpustné v tucích

Vitamín A se v zelenině nachází ve formě provitamínu – β-karotenu, vitamínu A1 – retinolu a vitamínu A2 – dehydroretinolu. [19] Proto si v zelenině ceníme i karotenoidů, z nichž si naše tělo umí vytvořit vitamín A. β-karoten se v organismu štěpí na dvě molekuly vitamínu A1. Vitamínu A se připisuje aktivní účast na různých oxidoredukčních procesech v organismu [16] a zabezpečuje dobrý stav pokožky a ostatních tkání. [7] Je známé, že jeho nedostatek způsobuje u lidí šeroslepost, poruchy sliznic, nervů, kůže a snižuje odolnost vůči infekcím. [27] Provitamín A je obsažen v mrkvi, petrželi a ve špenátu. Vitamín E je vý-

znamný pro dělení buněk, ale i pro řádnou funkci mozku, jater a ledvin. Vitamín E, který omezuje nadměrný vznik peroxidů, jež jsou pro organismus nežádoucí, obsahují listové zeleniny, především salát a dále hrášek a kapusta. [26] Vitamín K podporuje krevní srážlivost [8] tím, že se podílí na katalýze vzniku protrombinu v játrech. V zelenině se provitamíny vitamínu D vyskytují jen zřídka a v malém množství. Vlastní vitamín D vzniká z provitamínu ozářením ultrafialovými paprsky. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje u dětí poruchu metabolismu vápníku a fosforu a vyvolává křivici (rachitis). [17] Z dalších vitamínů jsou v zelenině obsaženy vitamín H a vitamín P. [28] První z nich je důležitý pro funkci kůže, druhý pak udržuje propustnost cévních stěn. [8] Průměrný obsah nejdůležitějších vitamínů v různých druzích zeleniny v miligramech na 100 g čerstvé hmoty je uveden v příloze P I.

2.3.14 Látky antibiotického charakteru

Omezují a potlačují růst škodlivých mikroorganismů. [22] Mezi zvláště významné patří antibiotika obsažená v česneku, křenu, cibuli, póru a další fytoncidy v zelenině. [7] Fytoncidy jsou látky s antimikrobiálním účinkem. Jejich cennou vlastností je lehká stravitelnost, proto se využívají v léčebné výživě. Fytoncidy nacházejí rozsáhlé uplatnění v lékařství, potravinářském průmyslu a v zemědělství. [17]

2.3.15 Vlákna

Vlákna obsažená v ovoci a zelenině je velmi prospěšná. Vláknu lidský organismus téměř netráví, ale při průchodu střevy příznivě upravuje vlákna jejich pohyb (peristaltiku) [23] a podporuje tak jejich vyprazdňování. Pozitivně tak působí na lidský metabolismus. Vlákna také normalizuje činnost užitečných mikroorganismů ve střevech. [22] Vysoký obsah vlákniny je hlavně v košťálové a kořenové zelenině. Vlákna snižuje riziko intoxikace organismu škodlivými, zvláště karcinogenními látkami. [10]

2.3.16 Třísloviny

Mají značný chuťový význam, neboť způsobují trpkou stahující chuť. Množství tříslovin je důležité pro zjišťování vhodnosti ovocných odrůd ke zpracování. Třísloviny pomáhají k lepšímu čištění vína a zlepšují trvanlivost vína při skladování. [17]

Zeleniny s výjimkou rajčat třísloviny prakticky neobsahují. Třísloviny spolupůsobí při vytváření chuti mnohých konzervářských výrobků. Jsou značně reaktivní a snadno se oxidují. Na vzduchu se proto okysličují a hnědnou. [16]

Význam zeleniny ve výživě nelze omezit jen výčtem biologicky významných látek. Zelenina se vyznačuje rozmanitostí tvarů, barev, chutí, vůně a konzistence. Obsahuje látky, které vnímáme chutí, čichem nebo zrakem. [14]

2.4 Ekologický význam pěstování zeleniny

Pěstování zeleniny patří k významným odvětvím zemědělské výroby, neboť zelenina představuje nezbytnou součást lidské výživy. [9]

2.4.1 Pozitivní význam

a) Lusková zelenina – hlízkové bakterie

Luskoviny jsou důležitou skupinou polních plodin náležejících do čeledě bobovité (Fabaceae), jejichž plodem je lusk. Z hlediska pěstitelského jsou ceněny některé jejich agronomické vlastnosti, hlavně vysoká předplodinová hodnota. Luskoviny v osevním sledu příznivě ovlivňují půdní úrodnost, proto patří k nejlepším předplodinám. Z kladných pěstitelských vlastností je třeba uvést zejména, že prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi pou- távají vzdušný dusík, [29] jehož množství pokrývá téměř celkovou potřebu rostlin a obohacuje půdu i pro následné plodiny. [9] Proto u luskovin platí zásada, že rozhodující pro výnos semene je předběžná příprava stanoviště tak, aby se mohly vytvořit příznivé podmínky pro vývoj těchto bakterií. Náhrada fixace vzdušného dusíku, dusíkem z průmyslových hnojiv není nikdy ekvivalentním opatřením z hlediska výnosu semene, ani z hlediska následného vlivu na půdní úrodnost. [1]

b) Struktura půdy

Luskoviny mohutným kořenovým systémem přispívají i ke zlepšování půdní struktury i celkového fyzikálního stavu půdy. Vhodným složením (poměr N:C – 1:6-8) posklizňových zbytků ovlivňují kvalitu výsledného produktu rozkladu organické hmoty, aniž by bylo třeba aplikovat anorganický N na podporu mineralizace. Mohou se též využívat na zelené hnojení. [30]

c) Vysoké dávky chlévského hnoje a minerálních látek

Ochrana životního prostředí se zajišťuje systémem péče o půdní úrodnost s důrazem na využití účinků víceletých pícnin, které zlepšují půdu a na důslednou péči o organická (statková) hnojiva, zvláště stájová (hnůj, kejda, močůvka). Farmy bez živočišné výroby by měly využívat další zdroje organických látek – sláma, zelené hnojení, posklizňové zbytky apod. [31]

d) Zelené hnojení

Rostliny pro zelené hnojení se sejí na prázdné záhony se záměrem zapravit vytvořenou zelenou hmotu a obohatit tak půdu o organickou hmotu a rostlinné živiny. Půda se však obohacuje o organickou hmotu jen do určité míry, protože měkký zelený materiál se rychle rozloží a zanechá v půdě jen malé množství nerozložené organické hmoty. [29] Přesto každé množství organické hmoty je přínosem, protože zvyšuje biologickou aktivitu půdy a zlepšuje její přístupnost pro kořeny rostlin a propustnost pro vodu. [32]

2.4.2 Negativní význam

a) Hnojení

Chemizace je velkým nebezpečím pro jakost zeleniny. Mnoho druhů zeleniny se konzumuje v syrovém stavu. Záleží tedy nejenom na vnitřní jakosti zeleniny, která se cílevědomou agrotechnikou a šlechtěním neustále zlepšuje, ale i na obsahu škodlivých látek. [28] Rostliny potřebují ke svému zdravému růstu určité množství živin. K zajištění živin se používají minerální průmyslová hnojiva. Tato hnojiva dodávají rostlinám, které se konzumují, cizí látky a znečišťují vodní zdroje. [29]

b) Dusičnany

Nežádoucím jevem je hromadění dusičnanů převážně v zelenině. Při optimálním průběhu biologických pochodů v rostlinách je obsah nitrátového (dusičnanového) dusíku v rostlinných pletivech nízký. Nastanou-li však poruchy, jejichž příčinou je nedostatek některého vegetačního činitele (nedostatečný příjem některého z dalších živin, nedostatek světla, tepla, popř. vody) anebo vlivem nadbytečného nevyváženého příjmu dusíku, hromadí se dusičnany v rostlinách. Dosáhne-li jejich obsah vyšších hodnot, mohou ohrozit zdraví nejen hospodářských zvířat při zkrmování píce s vysokým obsahem dusičnanů (nitrátů), ale i lidí při konzumaci jedlých produktů. [32] U tzv. nitrofilních zelenin dochází k hromadění dusičnanů zejména při nadměrném hnojení dusíkatými hnojivy. Mezi tyto druhy patří listová ze-

lenina (špenát, zelí, salátová zelenina, hlávkový salát) a kořenová zelenina (mrkev). Redukcí dusičnanů vznikají dusitany, které oxidují hemoglobin na methemoglobin a vzniká nebezpečí alimentární methemoglobinémie, zejména u kojenců v prvních třech měsících života. I u dospělých je zvýšený příjem dusičnanů rizikový. [15]

c) Těžké kovy

Životní prostředí je neustále zatěžováno negativními vlivy lidské činnosti. K této činnosti patří především rozvíjející se průmyslová výroba, používání různých chemických látek v zemědělství, urbanizace a s tím související narůstající množství odpadů. [5] Důsledkem nesprávného používání hnojiv může dojít ke znečištění prostředí a akumulaci těžkých kovů v půdě a vodě. Tyto látky mohou vnikat do rostlinného, živočišného a následně i do lidského organismu. Může docházet k různým poškozením lidského zdraví a vzniku nemocí. [29]

3 PLODOVÁ ZELENINA

Plodové zeleniny patří mezi teplomilné rostliny, pocházejí vesměs z tropických a subtropických krajín [10] a vyznačují se nejen vysokými nároky na teplo a dostatek vláhy, ale i na pohotové živiny a vodu. [16] V našich podmínkách se většinou pěstují z předpěstované sadby. Mezi plodové zeleniny zařazujeme především zeleniny z čeledi lilkovitých a tykvovitých rostlin. [26] Rozdělení plodových zelenin je uvedeno v příloze P II.

3.1 Spotřeba plodových zelenin

Plodové zeleniny jsou rozšířené ve všech zemích světa. [21] Současný podíl plodových zelenin na spotřebě zeleniny stále roste. Ze všech zeleninových druhů představují 35 procent světové produkce. Jsou významným artiklem mezinárodního obchodu. [9]

Také u nás jsou spotřebitelsky i obchodně jednou z nejzajímavějších skupin zelenin. Na domácí produkci zeleniny se podílejí 20 procenty, přestože české klimatické podmínky s krátkou vegetační dobou umožňují pěstování plodových zelenin jen v některých oblastech. Proto se plody této skupiny ve velkém rozsahu dovážejí, zejména mimo hlavní pěstitelskou sezónu. [9]

Celková spotřeba zeleniny na osobu za rok 2004 v České Republice činila asi 80 kg. Z tohoto množství plodové zeleniny, především tradiční okurky, rajčata a paprika zahrnují 34 procent. Rostoucí oblibu plodové zeleniny je možné odůvodnit nejen prospěšností pro zdraví, ale i lákavostí vzhledu a mimořádnou různorodostí využití. [9]

3.2 Význam plodové zeleniny

Užitkovou částí této skupiny zelenin jsou výhradně plody, které se sklízají a konzumují postupně během vegetace. Podle druhu a způsobu využití se sklízají v různém stadiu vývoje, někdy velmi mladé, ještě nevyvinuté, jindy vyvinuté, ale nedozrálé, popřípadě až plně vyvinuté a vyzrálé. [33]

Až do 19. století byla v ČR tradičním zástupcem plodových zelenin pouze okurka, v teplejších oblastech tykev pěstovaná pro zralé plody a melouny. Ve 20. století se však velmi rozšířilo pěstování rajčat. [34] Zájem také vzrostl o papriku, která předtím byla využívána jen jako pochutina pro svou ostrou chuť. Rychlost vzniku nových forem a obliby těchto dvou zeleninových druhů nemá v naší historii obdobu. Ve druhé polovině 20. století se staly

pro české spotřebitele zajímavé rovněž zeleninové tykve, zejména cukety. Dříve je naše kuchyně vůbec neznala. Na okraji pěstitelského zájmu zůstává zatím lilek, cukrová kukuřice, ibišek a mochně. [10]

3.3 Nutriční hodnota plodové zeleniny

Některé druhy, zejména rajče a paprika, jsou mimořádně bohaté na vitaminy, hlavně C a provitamin A, na cukry, organická barviva, kyseliny a aromatické látky. Okurky a zeleninové tykve mají sice významných obsahových látek méně, cenná je však jejich nízká energetická hodnota, obsah minerálií a jejich celkově příznivý vliv na funkci trávicí soustavy. [18]

Výhodou plodových zelenin je, že se jejich plody požívají většinou v čerstvém stavu. Navíc je lze konzumovat ve značném množství. Ze všech zelenin jsou nejhudší na dusičnany, které jsou v lidské potravě nežádoucí. Rostliny je totiž hromadí především ve vegetativních částech – listech, stoncích, kořenech a nejméně v plodech. [26]

4 RAJČATA

Rajče je plodová zelenina. Plodem je vícekomorová bobule různé barvy, tvaru a velikosti. [26]

4.1 Biologická charakteristika rajčat

Lycopersicon esculentum, čeleď *Solanaceae* – rajče jedlé, patří k nejoblíbenějším a nejrozšířenějším zeleninám vůbec. Žláznatě chlupatá bylina s původně poléhavou, silně větvenou, dužnatou a rozvětvenou lodyhou dosahuje výšky 180 - 250 cm. Lodyha je zpočátku bylinná, později dřevnatí. Má přetrhovaně lichozpeřené listy. [33] Žluté květy jsou zpravidla pětičetné, samosprašné, uspořádány v jednoduchých až několikanásobně větvených vijanech. [26]

Rajče je jednoletá rostlina s mohutným kořenovým systémem. [34] Na lodyze se snadno vytvářejí adventní kořeny. Semena jsou plochá, stříbřitě plstnatá. Celá rostlina má typické aroma. [28] Plod je kulovitá, zploštělá nebo protáhlá, hladká, dužnatá, dvou nebo vícekomorová bobule červené, oranžové nebo žluté barvy. [26]

Ve světě byly vyšlechtěny stovky tyčkových (indeterminantních) a keříčkových (determinantních) kultivarů, které se pěstují v tropech, subtropích i mírném pásu celého světa. [35]

4.2 Historie

Historie pěstování dnes celosvětově rozšířených rajčat je krátká. Centrem původu rajčat je Jižní Amerika, zřejmě horské oblasti na území dnešního Peru a Ekvádoru. Obyvatelé Peru je pěstovali již v 5. století před naším letopočtem. [34] Do Evropy se dostala společně s bramborami až po Kolumbově objevení Ameriky, na začátku 16. století. Pěstovat je začali Italové po roce 1560, nejdříve jen jako okrasné rostliny. Ještě v první polovině 19. století bylo rajče pokládáno za nezdravou až jedovatou rostlinu. Toto tvrzení bylo do jisté míry podložené, protože rajčata ve svých zelených částech obsahují jedovaté glykoalkaloidy solanin a tomatin. Solanin se však při postupném zrání a skladování odbourává, takže v červených rajčatech není přítomen vůbec. [28] Oblibu získala rajčata pro výraznou chuť a lákavý vzhled barevně i tvarově různých plodů. Původní plané typy byly drobnoplodé a měly poléhavé stonky. V našich zemích se rajče na trhu objevilo teprve začátkem 20. století. Zpět přes oceán si rajčata přivezli evropští přistěhovalci až na počátku 19. století. [26]

Pěstování rajčat se rozšířilo mezi světovými válkami, kdy vzrostla jejich pěstební plocha více než desetkrát. Jejich pěstování souviselo s rozvojem konzervářského průmyslu a intenzivně pokračovalo i po druhé světové válce. I v současnosti se pěstování rajčat stále rozšiřuje. Vyšlechtilo se mnoho nových kultivarů vhodných na konzum nebo na průmyslové zpracování. [33] Z rajčat se vyrábějí šťávy, protlaky, pasty, kečupy a konzervují se zmrazováním. [21]

4.3 Chemické složení plodů rajčat

4.3.1 Sušina

Obsah sušiny v plodech rajčat je 5 - 6 %. Největší část sušiny rajčat tvoří cukry a organické kyseliny. [20]

4.3.2 Sacharidy

V rajčatech jsou přítomné lehko stravitelné, jednoduché cukry. [20] Ze všech cukrů převládá glukóza (60 %), fruktóza (30 %) a disacharid sacharóza (10 %). Obsah cukrů v sušině je v průměru 0,5 až 0,8 %. [17] Škrob se v rajčatech nachází jen v malém množství. Celulóza se ve větší míře vyskytuje v zelených plodech rajčat a při dozrávání její množství klesá. [22] Chuť rajčat vytváří především přítomnost cukrů. Cukry společně s kyselinami vytváří příjemnou sladkokyselou chuť rajčat. [35]

4.3.3 Organické kyseliny

Obsah veškerých kyselin u rajčat bývá asi 0,3 - 0,5 % a pH dužniny plodů se pohybuje kolem 4,3. U koncentrovaných výrobků z rajčat může kyselost snadno přestoupit hranici mezi vysloveně a málo kyselými potravinami, čehož lze pak dobře konzervářsky využít. U rajčat je možno také nalézt malé množství těkavé kyseliny mravenčí. [21] Z organických kyselin je na prvním místě kyselina citrónová (přibližně 60 % všech kyselin), po ní následuje kyselina jablečná, šťavelová a vinná. Kyseliny šťavelové je v rajčatech málo - 0,05 až 0,06 %) - to je přibližně dvakrát méně než v řepě a stejně jako v plodech černého rybízu. V přezrálých plodech je také kyselina jantarová. [23] Zastoupení nejdůležitějších kyselin v některých druzích ovoce a zeleniny je uvedeno v příloze P III.

4.3.4 Vitamíny

Rajčata se hodně využívají jako zdroj vitamínů. [35] V rajčatech je obsaženo mnoho β -karotenu, ale jeho množství závisí na stupni zralosti plodů. Zelená rajčata mají méně karotenu než zralá. Při přezrávání, obsah karotenu značně klesá. [33] Rajčata vynikají oproti jiným druhům zeleniny vysokým obsahem vitamínu E, kyseliny nikotinové a pantothenové. Důležité je, že při zpracování syrových rajčat se dobře uchovává kyselina askorbová. Ve 100 g rajčatové šťávy je 10 až 12 mg vitamínu C, ve stejném množství rajčatového protlaku dokonce 45 mg vitamínu C. [17] Vitamínu C je v povrchové vrstvě třikrát víc jako ve vnitřní dužině a šťávě. [20] Obsah kyseliny askorbové kolísá nejen podle čeledí, rodů a druhů, ale i podle odrůd, přičemž plané formy zpravidla vynikají jejím vyšším obsahem než kulturní variety těchto druhů. [14]

4.3.5 Minerální látky

Z minerálních látek v rajčatech převládají sloučeniny draslíku (280 až 305 mg/100g čh), sodíku (40 mg/100 g čh) a hořčíku (20 mg/100 g čh), při poměrně nízkém obsahu vápníku. [23] Draslík svým močopudným účinkem zlepšuje látkovou výměnu v lidském organismu. [20] Rajčata obsahují také hodně železa (84 mg/100 g čh), kobaltu a zinku. Přítomny jsou rovněž sloučeniny vanadu, jódu (jehož obsah v rajčatech je nižší než v okurkách, mrkvi, bramborách a dalších plodinách), manganu, mědi, molybdenu, fluóru, chrómu a dalších mikroelementů. [23] Obsah fosforu se pohybuje od 10 do 50 mg ve 100 g čerstvých plodů. Tyto sloučeniny minerálních látek mají příznivý vliv na zdraví člověka. [35]

4.3.6 Glykoalkaloidy

Rajče patří do čeledi lilkovitých, která je typická tvorbou alkaloidů. [14] Glykoalkaloidy (tomatin a další) jsou obsaženy v různých částech rajčete, hlavně ve slupce, semenech, [16] v zelených částech rostlin a v nezralých plodech. Ve velkých dávkách mohou působit na organismus toxicky. Ve zralých plodech nepřekračují koncentrace glykoalkaloidů hodnoty, které by mohly být zdravotně závadné (tj. 1,4 – 3,4 mg/100 g čh). V nezralých plodech bývá tomatinu i několik set miligramů na 100 g. Při skladování rajčat, a to i nezralých, tomatinu výrazně ubývá díky jeho rozkladu. [23] V sušině zelené pokožky plodů bývá 0,3 % tomatinu. [33]

4.3.7 Karotenoidy

Karotenoidy jsou rostlinné pigmenty, které působí jako antioxidanty, prekurzory hormonů, barviva a základní součásti všech fotosyntetických aparátů. Barevnost zralých plodů rajčete je způsobena obsahem karotenoidních barviv, hlavně lykopenu, karotenu a xantofylu. [26] Jejich množství se zvyšuje s postupujícím zráním. [17] Zbarvení červených plodů působí především karotenoid lykopen, ve žlutých a oranžových plodech rajčat je karotenu značně více. [20] Látkové složení rajčat je uvedeno v příloze P IV.

4.4 Význam rajčat v lidské stravě

Rajčata patří mezi nutričně hodnotné zeleniny. Syrová rajčata, šťáva z rajčat, protlak a další konzervované výrobky z rajčat posilují vylučování žaludečních šťáv a zlepšují trávení. [35] Díky množství vitamínů, vysokému obsahu solí draslíku, železa, hořčíku, kobaltu a zinku je třeba rajčata zařazovat do stravy nemocných s nemocemi srdce a oběhové soustavy a poruchami látkové výměny. Doporučují se rovněž při nemocech žlučníku a střev, neboť obsahují málo vlákniny a jejich jemná dužnina je snadno stravitelná. Rajčata mají mírný projímavý účinek, podporují peristaltiku střev. [23] Doporučená spotřeba rajčat je 16 kg, skutečná 9,3 kg na osobu a rok. [33]

Velmi významně na zdraví lidí působí i lykopen. Lykopen patří do skupiny karotenoidů a je považován za jeden z nejúčinnějších antioxidantů rostlinného původu. Vyskytuje se jako červené barvivo ve více druzích ovoce a zeleniny (vodní melouny, grepy, červené pomeranče), ale jeho nejvýznamnějším zdrojem jsou rajčata. [17] Proto se z rajčat extrahuje čistý lykopen pro léčebné účely. Brandt a kol. (2006) uvádí, že užívání lykopenu jako potravinového doplňku předchází vzniku rakoviny plic, kůže, prostaty a zažívacího ústrojí, blokuje tvorbu škodlivého cholesterolu, a dokonce brání přenosu rakovinových buněk z jednoho orgánu na druhý. [38] Podle Dumase a kol. (2003) se lykopen v lidském organismu vstřebává daleko lépe, jsou-li rajčata krátce tepelně zpracována. Navíc patří do skupiny látek rozpustných v tucích, takže je dobré přidat do připravovaného pokrmu alespoň malé množství např. olivového oleje. [39]

Podle Anthonyho (2005) se lykopen rozpouští v tuku, prochází krví pomocí lipoproteinů, což jsou malé částičky, které nesou tuk a cholesterol ke tkáním. Předcházením oxidace LDL cholesterolu, může lykopen zmenšit jeho přilnavost ke stěnám věnčitých tepen. Nedávné studie potvrzují, že lykopen může taky zabránit rakovinovému bujení buď povzbuzením

mezibuněčné komunikace, která řídí buněčný růst, nebo ničením faktorů, které růstové ra-
kovinové buňky potřebují. Další cennou stránkou lykopenu je trvanlivost a stabilita při zpra-
cování. [40]

4.5 Pěstování rajčat

Rajče je nejpěstovanější zelenina na světě, u nás je až na devátém místě co do výměry a na
pátém místě se spotřebou 9,3 kg na osobu a rok v roce 2004. [9]

Rajče potřebuje osluněné stanoviště, dostatek prostoru (protože nesnáší uzavřené polohy)
a pravidelné zásobení živinami i vláhou. Rajčata jsou velmi citlivá na mráz. Chlad oddaluje
vývoj a mráz je zcela ničící. Proto prospívají nejlépe v letech s časným jarem, kdy neklesají
teploty v květnu k bodu mrazu a teplé léto přechází do suššího podzimu. [41] Při 10 °C rost-
liny zastavují růst, při delším poklesu teploty pod 15 °C, nízké teploty vedou k opadu květ-
ních poupat, [31] pod 13 °C je pyl neklíčivý. Minimální teplota pro klíčení semen je 9 °C,
optimum 20 – 25 °C. Červené barvivo plodů, lykopen, se tvoří při teplotách nad 16 °C a jeho
tvorba přestává při teplotě nad 35 °C. Tvorba lykopenu není závislá na světle. [33] K růstu
rajčata nevyžadují vysoké teploty, stačí teploty okolo 20 °C, proto se jim u nás daří i na ven-
kovních záhonech ve všech oblastech, s výjimkou podhorských. [42]

Rajčatům vyhovuje půda s neutrální reakcí, může být i mírně kyselá. [26] Nejlépe se jim
daří na záhřevných hlinitopísčitých půdách, nevhodné jsou těžké zamokřené půdy nebo ex-
trémně lehké, ale i těžké. Na vláhu jsou rajčata náročná, vyžadují 210 mm vody za vegetaci.
[33] Ve srovnání s paprikou, nebo lilkem, je však rajče vůči suchu odolnější, protože má
hlubší kořenový systém. Rostliny rajčete mají velkou schopnost vytvářet ze stonku adven-
tivní kořeny. [29] Zásadně se rajčata nepěstují po bramborách, které mohou půdu infikovat
chorobami (především plísní bramborovou), jimiž by rajčata později trpěla. Vhodnými
předplodinami pro rajčata často bývá přezimovaný pór, špenát vysetý na podzim předchozí-
ho roku nebo raný hlávkový salát. [35] Rajčata mají dlouhou vegetační dobu (120 až 140
dní). Prodloužením vegetační doby předpěstováním rostlin se dosahuje vyšších výnosů. [26]

4.5.1 Odrůdy rajčat

Způsob pěstování i využití se odlišuje podle odrůd rajčat, které rozdělujeme na tyčkové (vy-
soké, indeterminantní) a na keříčkové (nízké, determinantní). [33]

Tyčkové odrůdy se projevují bujným růstem hlavní osy, u níž postranní výhony vyrůstají z úžlabí listů. Protože hlavní výhon během vegetace narůstá často do dvou metrů i více, musí se vyvazovat k opoře, aby rostlina nepoléhala. [26] Rostliny tyčkovitých odrůd se pěstují na venkovních záhonech, ve fóliovnících, ve sklenicích i pod ochranou dočasných fóliových krytů. [36]

Keříčkové odrůdy vyvazování nepotřebují a pěstují se výhradně na venkovních záhonech. Tato odrůda vytváří na terminálu v určité výšce květenství a tím je podpořena tvorba bočních os. Tyčkové odrůdy jdou určené pro sklizeň stolních plodů, keříčkové především pro ruční sklizeň a přímý konzum, nebo pro mechanizovanou sklizeň a průmyslové zpracování. [43] Keříčkové odrůdy jsou proti tyčkovým více ohroženy chorobami plodů. [28]

Dnes jsou rajčata všeobecně známá po celém světě. Na trhu se můžeme setkat s celou řadou odrůd, které se liší především charakterem plodů: ty mohou být kulovité, zploštělé, protáhlé nebo hruškovité, hladké nebo žebnaté, v barvě žluté, oranžové nebo červené, velikosti třešně až pomeranče. [36] V Evropě jsou nejoblíbenější kulatá červená rajčata. Mají většinou dvě až tři plodové komory s mnoha nažloutlými semeny, měkký vnitřek a poměrně malý podíl plodové dužiny. Oválná rajčata připomínají svým tvarem vejce a pocházejí ze Středozezemí. Mají velký podíl dužiny a intenzivní vůni. Dají se dobře sušit i nakládat. Slupka z těchto rajčat se obvykle v jižních zemích loupe. Velkoplodá rajčata jsou masitá, mají kulovitý tvar a někdy jsou žebnatá. Koktejlová (třešňová, rybízová nebo cherry) rajčata jsou stále více oblíbenější. Jsou trvanlivější a mají znamenitou chuť. Zelená (nezralá) rajčata se sice k přímé konzumaci nedoporučují, ale používají se k nakládání. [26]

4.6 F1 hybridy

Pokrok v genetice a šlechtění dovoluje poměrně rychle šlechtit rostliny v souladu s požadavky moderní technologie, s nároky na jakost, odolnost proti chorobám a škůdcům a samozřejmě i na výnos a ostatní důležité hospodářské vlastnosti. Produkce hybridů vyřešila šlechtitelskou vyrovnanost rostlinného materiálu a umožnila plnou mechanizaci sklizně, posklizňové úpravy zeleniny i přesné časování sklizně. [28]

Plodové zeleniny mají ve svém sortimentu největší zastoupení F1 hybridů. Ze všech zemědělských plodin se staly proto jedněmi z nejvýnosnějších skleníkových plodin vůbec. Využívání F1 hybridů má jednoznačné přednosti, které jsou dány hybridním efektem, který se

právě u plodových druhů projevuje ze všech zelenin nejvýrazněji. Spojuje především ranost a výnos, zkracuje vegetační dobu a zajišťuje rezistenci k chorobám. [32]

4.7 Produkce rajčat v zemích EU

Největším producentem rajčat pro přímou spotřebu v rámci EU je Španělsko (průměrně 2,2 mil. tun), které je zároveň i největším exportérem rajčat (cca 50 % sklizně jde na export). Druhým největším producentem rajčat pro čerstvý trh (kolem 1,2 mil. tun) je Itálie. Na rozdíl od Španělska je skoro 90 % produkce určeno pro domácí trh. Průměrná spotřeba na osobu činí kolem 40 kg a je největší na světě. [9]

Produkce rajčat v zemích východní Evropy je významná, ačkoliv je určena zejména pro domácí trh. Statistické údaje o celkové produkci zahrnují nejen produkci rajčat pro přímou spotřebu, ale rovněž produkci pro zpracovatelský průmysl a produkci ze zahrádek. Nejvýznamnějšími producenty je Rumunsko, Bulharsko, Maďarsko a Polsko. Relativně velké množství je také pěstováno v balkánských zemích. Polská statistika uvádí, že v roce 2004 bylo vypěstováno až 610 tis. tun rajčat, tj. včetně produkce rajčat ve skleníkách a včetně rajčat na zpracování. Polsko je druhým největším pěstitelem rajčat v zemích východní Evropy po Rumunsku, kde produkce činila 818 tis. tun, v Bulharsku bylo sklizeno 400 tis. tun. [9]

Celkový vývoz ze zemí východní Evropy je bezvýznamný. Polský export dosáhl v roce 2004 kolem 36 tis. tun, zatímco z Maďarska bylo vyvezeno méně než 1 tis. tun. Na druhé straně značné množství rajčat dováží Česká republika, Slovensko a Baltské země. [9]

4.8 Zpracování rajčat

Hlavní ukazatelé nutriční a biologické hodnoty u konzervářských surovin jsou obsah sušiny, cukrů, vitamínů, minerálních látek, kyselin, škrobu a buničiny. Velmi důležité při zpracování některých druhů zeleniny jsou enzymy, jako askorbáza, některé hydrolázy a pektinázy, jejichž aktivita má být minimální. Konzervárny stejně jako spotřebitelé vyžadují vysoký obsah vitamínů a jiných nutričně významných látek. [28]

Rajčata jsou důležitou surovinou pro konzervářský průmysl a zpracovávají se převážně na rajský protlak a šťávu. Pro tento účel se vyžadují rajčata sytě červená, vybarvená v celé dužnině, bez zelených skvrn u stopky, s vysokou refrakcí a s příznivým poměrem cukrů ke

kyselinám. Při výrobě protlaků, které se zahušťují na určité procento sušiny, záleží na tom, aby výchozí surovina měla vysoký procentický obsah sušiny. Má to velký význam pro ekonomiku konzervářské výroby, protože zvýšením sušiny se snižuje spotřeba suroviny na 1 tunu hotového výrobku a zkracuje se také doba zahušťování, což se projevuje v úspoře energie a pracovních hodin. [13]

5 HNOJENÍ A VÝŽIVA ZELENINY

Žádoucí růst a vývoj rostlin a vysoké i kvalitní výnosy nejsou možné bez dostatečné a vyhovující výživy rostlin. [6] Dobrou zásobu živin v půdě vyžadují všechny zeleniny. Hnojiva jsou látky, které přidáním do živného prostředí rostlin mohou zvýšit příjem živin a tím výnos, popř. jakost rostlin. [29]

Hnojiva dělíme na:

1. organická (statková) – komposty, hnůj, zelené hnojení, rašelina,
2. minerální (průmyslová) – dusíkatá, fosforečná, draselná, vícesložková apod.,
3. ostatní odpadní hmoty a látky např. vysokopecní strusky, odpadní kaly, odpadní sádra, luční křída a popel. [6]

5.1 Faktory ovlivňující výživu a hnojení zeleniny

Výživu a hnojení zeleniny přitom ovlivňuje mnoho faktorů, které je nutno respektovat s ohledem na výnos, kvalitu a zachování zdravého životního prostředí. Jsou to především:

- **půdní druh** - pro pěstování zeleniny se vybírají půdy středně těžké, písčitohlinité a hlinité. Na lehkých půdách a při malém obsahu humusu zeleniny vyžadují vyšší dávky hnojiv a jejich účinek je v těchto podmínkách nižší. V půdě dostatečně zásobené humusem mají zeleniny lepší podmínky pro příjem živin. [1]
- **druh pěstované zeleniny** – jednotlivé druhy mají různou schopnost příjmu živin. Je např. známo, že košťáloviny jsou náročné na dusík a celer, mrkev a luskoviny na draslík a vápník. [29] Tabulka s odběrem živin 1 tunou produkce zeleniny v kg je uvedena v příloze P V.
- **délka vegetace** – čím kratší vegetační dobu mají zeleniny, tím více potřebují přijatelných živin. Nároky na hnojení souvisí kromě délky vegetace také s dobou sázení zelenin. Rané odrůdy mají vyšší nároky na hnojení než odrůdy letní nebo podzimní (týká se to zejména dusíku). [6]
- **technologie pěstování zeleniny** – dávky živin ve sklenících musí být vyšší než v přirozených podmínkách. [42]

- **klimatické podmínky** – průměrné roční teploty v našich zelinářských oblastech jsou 7 až 10 °C a vyhovují i pro pěstování náročnějších teplomilných zelenin. Nízká teplota půdy omezuje příjem zejména fosforu. [6] Významným faktorem, který ovlivňuje příjem živin, je voda. Za sucha trpí rostliny většinou nedostatkem všech živin. [41] Naopak v letech s vyššími srážkami jsou potřebné vyšší dávky živin. Zvýšená intenzita osvětlení příznivě ovlivňuje příjem dusíku, fosforu a síry. Draslíku přijímají rostliny při silném osvětlení podstatně nižší množství než při zastínění. [6]
- **půdní vlastnosti** – optimální obsah živin v půdním prostředí je předpokladem harmonického vývinu rostlin. Při nedostatku živin rostlina není schopna využít svého genetického potenciálu a snižuje nejen výnos, ale i kvalitu. Pro kontrolu stavu je třeba pravidelně využívat agrochemické rozborů půdy a hladinu živin udržovat v oblasti vyhovujícího až dobrého obsahu. [29]

5.2 Charakteristika dusíku a fosforu v rostlinách

5.2.1 Význam dusíku v rostlině

Dusík (N) je významnou živinou nejen pro rostliny, ale i pro půdní mikroflóru (bakterie atd.). Je též nepostradatelnou součástí chlorofylu – pigmentu, který dává rostlinám zelenou barvu [29] a podílí se tím na úspěšné fotosyntéze. [1] Dusík je součástí všech aminokyselin, ze kterých je sestavena molekula bílkoviny, základní složka protoplazmy. Je součástí purinových a pyrimidinových bází v nukleových kyselinách, které se zúčastňují nejen předávání genetických informací, ale i vlastní syntézy bílkovin. Dusík je součástí i enzymů a vitamínů, které významně zasahují do metabolismu rostlin. [32]

5.2.2 Příjem dusíku rostlinou

Rostliny přijímají dusík nejvíce ze všech prvků. [1] Přestože dnešní atmosféra obsahuje 78 obj. % dusíku, rostliny ho nejsou schopny ve formě dvouatomových molekul (N₂) přijímat. [2] Výjimkou jsou bobovité rostliny, které díky symbióze s hlízkovými bakteriemi přijímají vzdušný N₂. [36] Rostlina přijímá dusík z půdního roztoku ze dvou forem a to jako NO₃⁻ dusičnanové a NH₄⁺ amonné ionty. [41] Kromě těchto dvou forem mohou rostliny přijímat i některé dusíkaté organické látky, např. močovinu, aminokyseliny aj. [36]

Při nižších teplotách na jaře je omezená mikrobiální činnost v půdě, a tím se uvolňuje málo dusíku mineralizací. Stejně i u ostatních živin dochází ke zpřístupnění z půdy ve větší míře až v létě, v době intenzivní mikrobiologické činnosti. [29]

Nedostatek dusíku způsobuje úbytek chlorofylu v listech, které v důsledku toho žloutnou a blednou [2], rostliny slabě rostou, zakrňují, málo kvetou a plodí. Projevy nedostatku dusíku bývají časté, protože se z půdy snadno vyplavuje. [29] Při nedostatku dusíku se větší množství cukrů přeměňuje v zásobní sloučeniny (škrob, tuky) a využívá se jich v sekundárním metabolismu (např. zvýšená syntéza ligninu). [31]

Nadbytek dusíku naopak podporuje bujný růst, pletiva zelenin přehnojených dusíkem jsou nevyzrálá, řídká s menším obsahem sušiny [41] a špatně odolávají mrazu a různým chorobám. Také semena opožděně dozrávají. Záporné účinky přebytečného dusíku lze zčásti omezit zvýšeným dodáním draselných a fosforečných hnojiv do půdy. [6] Zeleniny přehnojené dusíkem jsou nevhodné ke skladování. Jestliže vyšší obsah dusičnanů v zelenině překročí povolenou normu, musí být tato zelenina vyřazena z oběhu. [41]

5.2.3 Dusíkatá hnojiva

Do skupiny dusíkatých hnojiv zařazujeme všechny dusíkaté sloučeniny v minerální i organické formě, v tuhém i kapalném skupenství, které rostlinám poskytují dusík jako živinu a jsou podle obsahu tohoto prvku také oceňována. [42]

Rozdělení N hnojiv:

- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým) NO_3^- ,
- s dusíkem amonným a amoniakálním NH_4^+ , NH_3 ,
- s dusíkem amidovým (organickým) $-\text{NH}_2$,
- s dusíkem ve dvou i více formách NH_4^+ , NO_3^- , NH_2 ,
- pomalu působící. [29]

Nejčastěji používaná hnojiva při hnojení zeleniny jsou:

Ledek vápenatý čili dusičnan vápenatý obsahuje 15 % dusíku a 21 % vápníku a 1,5 % N- NH_4 . [5] Protože snižuje půdní kyselost (patří k fyziologicky zásaditým hnojivům), je vhodný do kyslejších půd. Přihnojuje se jím v malých dávkách během vegetace. [42]

Ledek amonný neboli dusičnan amonný obsahuje 34 až 35 % dusíku, z toho polovina ve čpavkové (pozvolně působící) a polovina v ledkové (rychle působící) formě. [32] Hnojí se jím ve všech půdách pod všechny plodiny na počátku i během vegetace. [42] Ledek amonný (NH_4NO_3) se ve vodě štěpí na aniont NO_3^- a kationt NH_4^+ . [7]

Síran amonný čili amonná sůl kyseliny sírové obsahuje 20 až 21 % dusíku ve čpavkové formě a 24 % síry. Ve vodě se snadno rozpouští. Hnojí se jím nejčastěji před setím nebo před výsadbou. [41]

Močovina obsahuje až 46 % dusíku v organické formě. Má dlouhodobý účinek, protože organický dusík se v půdě přeměňuje na čpavkový a posléze na ledkový dusík, který teprve rostliny přijímají. Močovina se používá ke hnojení na podzim i brzy na jaře. [42]

Obsah živin v základních dusíkatých hnojivech je vidět v příloze P VI.

5.2.4 Význam fosforu v rostlině

Fosfor (P) v rostlině a organické sloučeniny fosforu (ATP, NADPH) [1] se účastní fotosyntetických pochodů (fosforylace) a tím se podílí na stavbě základní cytoplazmy. Je důležitým stavebním prvkem proteinů a enzymů. Ovlivňuje též tvorbu lipidů a jejich štěpení. [8] Funkci fosforu v rostlině můžeme rozdělit na energetickou a stavební. [5] Energetická funkce spočívá v přenosu metabolické energie a schopností ortofosfátu tvořit se sacharidy esterické vazby. [25] Stavební funkce fosforu vychází prakticky rovněž z tvorby esteru s cukry a cukernými deriváty. Mezi tyto důležité látky patří mono- a dinukleotidy, a další jako fosfoglyceridy, fosfolipidy, fosfatidy. [5] Zúčastňuje se při výstavbě buněčného jádra syntézou nukleoproteinů a nukleové kyseliny. Podstatný význam má v bílkovinách buněčných jader (nukleoproteidech), které jsou nositeli dědičnosti. Fosfor se také zúčastňuje stavby ATP a ADP. Má nezastupitelnou funkci v procesech fotosyntézy, dýchání, metabolismu tuků, sacharidů a bílkovin a podílí se na dalších metabolických procesech. [41]

5.2.5 Příjem fosforu rostlinou

Rostliny přijímají fosfor v minerální formě z půdního roztoku a to převážně jako kationy H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Množství přijímaného fosforu je limitováno jeho obsahem v rostlině. Fosfor je v rostlině mimořádně pohyblivý a proto se mezi jeho obsahem v rostlině a v půdním roztoku ustavuje dynamická rovnováha. Příjem fosforu je též závislý na druhu pěstované rostliny. [1] Rostliny potřebují značné množství fosforu již v počátečních stádiích růstu.

Tento fosfor získávají z fyтину v semeni a dále z lehce přístupných forem sloučenin fosforu z vnějšího prostředí. Celkově je obsah fosforu důležitým ukazatelem stavu výživy. Jeho koncentrace je ovlivněna druhem rostliny, stářím a rostlinným orgánem. Roční odběr tohoto prvku různými druhy zemědělských plodin je značně rozdílný a pohybuje se nejčastěji mezi 15 – 45 kg P na ha. Vyplavování fosforu z půdy je velmi malé a ročně se takto ztratí z půd v průměru 2,8 kg P na ha. [42] Z hlavních biogenních prvků je to právě fosfor, u něhož jsou nejmenší ztráty vyplavením. [41]

Nedostatek fosforu má u zeleniny vliv na chuťové látky, jejichž obsah klesá. Rostliny málo a pozdě kvetou a špatně se oplodňují. Prodlužuje se doba zrání, plody bývají nevyvinuté a brzy opadávají. [42] Snižuje se výživná hodnota zeleniny a trvanlivost při skladování. [34] Jeho nedostatek vyvolává růstové deprese a způsobuje tmavě zelené zbarvení listů, tj. hyperchlorofylace, což je provázeno často červeným nebo fialovým zbarvením, způsobeným obohacením listů antokyanem. Experimenty bylo prokázáno, že při nedostatku fosforu rostlina přestane růst proto, že vyčerpá fosfor i z vakuol. Proto je nutné, aby byly vytvořeny pro rostliny vhodné podmínky pro doplňování fosforu v živném prostředí a to od klíčení až do fáze jeho maximálního odběru. [5]

Nadbytek fosforu může mít za následek předčasné zrání plodů, ale i stárnutí a předčasné dospívání rostlin. [5] Tento stav je možno upravit přidáním dusíkatých a draselných hnojiv do půdy. [41]

5.2.6 Fosforečná hnojiva

Jde o hnojiva obsahující jako hlavní složku fosfor ve formě oxidu fosforečného, kyseliny fosforečné, nebo vápenatých a amonných solí kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4). Pouze u některých nových typů kapalných hnojiv se jedná též o difosforečnan a trifosforečnan. [29] Kyselina fosforečná je v hnojivech obsažena jako rozpustná ve vodě, rozpustná ve slabých kyselinách a rozpustná v silných kyselinách. Nejrychleji působí hnojiva s obsahem kyseliny fosforečné rozpustné ve vodě, naopak hnojiva s kyselinou fosforečnou rozpustnou v silných kyselinách působí velmi pomalu. Zelenina vyžaduje kyselinu fosforečnou ve zvýšené míře při vzcházení a klíčení, proto se fosforečnými hnojivy přihnojuje zvláště na počátku vegetačního období, popřípadě již na podzim. [6] Fosforečná hnojiva nedodávají pouze hlavní živinu, ale současně zlepšují fyzikální vlastnosti půd. Neméně důležité je zásobo-

vání půd fosforem pro mikroorganismy. Fosfor podporuje růst kořenů, a tím ovlivňuje tvorbu humusu z kořenových zbytků. [29]

Superfosfát čili kyselý fosforečnan vápenatý je nejčastěji používané fosforečné hnojivo zvláště poté, co se přestala vyrábět Thomasova moučka, kterou vcelku dobře nahradí. V zelinářství se superfosfát osvědčil jako univerzální hnojivo. [31] Bývá k dispozici v granulové či práškové formě a obsahuje 8 % fosforu, 18 % vápníku a malé množství síry. Protože obsahuje kyselinu fosforečnou rozpustnou ve vodě, [32] působí v půdě velmi rychle. Hnojí se jím nejlépe před setím nebo před výsadbou zeleniny. Nejvíce se uplatňuje při hnojení rajčat, okurek, květáku, zelí a celeru. [6]

Obsah živin v základních fosforečných hnojivech je uveden v příloze P VII.

5.3 Nároky zelenin na výživu

Zelenina obecně patří k plodinám s vyššími nároky na živiny. [29] Zelenina má vysoké nároky i na pěstitelské podmínky. Vyžaduje tzv. intenzivní agrotechniku. Pěstitelský úspěch u ní závisí – mnohem více než u polních plodin – na pravidelném zajištění základních vegetativních faktorů, tj. světla, tepla, vody, živin a půdních podmínek. [42]

5.3.1 Nároky košťálovin na výživu

Košťáloviny patří mezi nejnáročnější zeleniny na výživu. Mají velkou potřebu dusíku a hořčiku, zelí a květák má vysoké nároky na fosfor, kapusta a květák také na draslík. [29] Nežádoucí je přehnojení dusíkem zejména v ledkové formě, během vegetace snižuje krouhárenskou hodnotu zelí. Kedlubny při nedostatku dusíku brzy stárnou a dřevnatí. [32] Hnojení fosforem průkazně zvyšuje obsah bílkovin. Nadbytečná výživa fosforem může způsobit prorůstání vegetačního vrcholu hlavně u zelí. [29]

5.3.2 Nároky cibulové zeleniny na výživu

Nároky cibulovin na živiny je možno označit za střední. Jsou středně náročné na fosfor, draslík i dusík a náročné na hořčik. [29] U cibule v první polovině vegetace převládá příjem dusíku nad ostatními prvky. Hnojení dusíkem v této fázi prodlužuje vegetační období, zvyšuje krkatost cibule a snižuje skladovatelnost. [6] Česnek je třeba hnojit dusíkem citlivě, protože zvýšená dávka N snižuje jakost, skladovatelnost a odolnost proti chorobám. Fosfor ovlivňuje včasnou zralost, velikost a pevnost cibulí. [31]

5.3.3 Nároky kořenové zeleniny na výživu

Kořenovým zeleninám nejlépe vyhovují půdy dobře zásobené vápníkem. Celer má vysoké nároky na dusík, mrkev a petržel patří ke středně náročným zeleninám na dusík. [29] Při neúměrně vysoké dávce dusíku se zhoršuje kvalita kořenů (celer může trpět fyziologickými poruchami, mrkev se špatně vybarvuje a kumuluje dusičnany). [32] Celer a petržel má střední nároky na fosfor. Mrkev patří k silně náročným zeleninám na fosfor. Ředkvička patří k málo náročným zeleninám na živiny. [41]

5.3.4 Nároky listové zeleniny na výživu

Listová zelenina patří ke středně náročným zeleninám na živiny. Charakteristickým znakem pro tyto druhy je krátká vegetační doba a slabší kořenový systém. Z toho vyplývají požadavky na vyšší zásobu přístupných živin, i když jejich celková spotřeba je poměrně nízká. U salátu zvýšený příjem živin nastává od začátku tvorby hlávek a v posledních třech týdnech přijme asi 70 % živin z celkové spotřeby. [42] Při hnojení listových zelenin dusíkem je třeba respektovat jejich kumulativní schopnosti nitrátů. [29]

5.3.5 Nároky luskových zelenin na výživu

Luskové zeleniny jsou po stránce výživy značně odlišné od ostatních, dříve uvedených druhů. Mají specifickou výživu dusíkem, dovedou lépe využívat živiny z půdy (z méně rozpustných forem i z větší hloubky). Po odkvětu reexportují (vylučují) některé živiny (N, K) zpět do půdy. Jsou to zeleniny zlepšující půdní úrodnost. [31] Na dusík jsou nenáročné proto, že mají schopnost osvojovat si dusík ze vzduchu pomocí hlízkových bakterií, se kterými žijí v symbióze. [41] Výživa luskovin fosforem pozitivně ovlivňuje počet semen v luscích. [36]

5.4 Nároky plodové zeleniny na výživu

Plodové zeleniny patří mezi zeleniny středně náročné až náročné na živiny. Vyžadují kypré, teplé a propustné půdy bohaté na humus a živiny. Potřebují dobrou zásobu přijatelných živin v půdě, protože bohatě plodí a intenzivně čerpají živiny z půdní zásoby. Plodové zeleniny mají poměrně mělký kořenový systém a vyžadují vyšší obsah přístupných živin, zvláště draslíku. Jsou citlivé na vyšší koncentrace solí v půdním roztoku a také na chlór, proto se doporučují používat síranové formy hnojiv. [6] Střední odběr živin plodovými zeleninami

v gramech na 1 kg užitkového výnosu je pro srovnání v příloze P VIII. Z tabulky vyplývá, že rajče je z plodových zelenin nejnáročnější na příjem dusíku a fosforu, proto by se měla věnovat při pěstování rajčat pozornost právě těmto prvkům. [41]

5.5 Nároky rajčat na výživu

Rajčatům vyhovují teplé propustné půdy bohaté na humus a živiny. Velmi dobře reagují na hnojení organickými a průmyslovými hnojivy. Dusík je jedním z nejdůležitějších prvků pro výživu rajčat. Fosfor je významný prvek pro tvorbu výnosů i zvýšení kvality plodů. Draslík má příznivý vliv na velikost plodů, obsah cukrů a trvanlivost plodů rajčat. [29] Pro rajčata platí normativ dávek čistých živin v kg na 100 m². [1]

Dusík: 1,00 - 1,20 kg.

Fosfor: 0,87 kg při malé zásobě v půdě,

0,44 kg při střední zásobě v půdě,

0,28 kg při dobré zásobě v půdě.

Draslík: 1,66 kg při malé zásobě v půdě,

1,33 kg při střední zásobě v půdě,

0,83 kg při dobré zásobě v půdě. [6]

5.5.1 Hnojení rajčat dusíkem

Dusík (N) je při pěstování rajčat rozhodujícím prvkem růstu, výnosu a kvality. Rajčata patří ke středně náročným zeleninám na dusík. Za kritické období potřeby dusíku je považována fáze od začátku růstu do kvetení, tvoření a dozrávání plodů. [41] Použití dusíkatých hnojiv je odvislé od půdní reakce, půdního druhu a závlahy. Ledková hnojiva jsou vhodná na kysele půdy a dobře se uplatňují v počáteční růstové fázi. Rajčata vyžadují více hnojiva s amonnou formou dusíku, která je v půdě dobře vázána a nehrozí tak nebezpečí vyplavení. Dusíkatými hnojivy se nedoporučuje hnojit jednorázově. [36]

Rozdělení dávky dusíku má význam z několika hledisek:

- nedochází k zasolení půdy, a tím k poškození klíčení, vzcházení nebo růstu mladých rostlinek rajčat,

- dělení dávky umožňuje zásobování rostlin rajčat během vegetace v souladu s jejich požadavky,
- jednorázově vysoké dávky dusíku, zejména na propustnějších půdách, mohou ohrozit zdroje pitné vody. [29]

Jednou z chyb, která se stává někdy při hnojení dusíkem, je přehnojení. V takovém případě dochází k počátečnímu bujnému růstu rostlin rajčat, tvoří se řídká a vodnatá pletiva, která snadněji napadají choroby a škůdci. U rajčat se při přebytku dusíku opoždí nasazování a dozrávání plodů. Naopak, když je na začátku růstu rostliny dusíku nedostatek, urychluje se vývin prvního vijanu. [26]

U rajčat, které mají na listech trichomy, jsou vhodná granulovaná hnojiva, protože na listech neulpívají a nepoškozují je. S ohledem na hromadění dusičnanů v zelenině je nutné, aby dávka dusíku byla aplikována nejpozději 1 měsíc před ukončením vegetace. [36]

5.5.2 Hnojení rajčat fosforem

Fosfor (P) rovněž patří k esenciálním živinám pro zeleniny. Rajčata patří k zeleninám s velmi vysokou potřebou fosforu [6], přesto ho rajčata vyžadují v mnohem menším množství než dusík (asi jedna desetina příjmu dusíku). [29] Přijatelnost fosforu ovlivňuje teplota půdy. Bylo zjištěno, že rajčata odebírají z půdy při 18 °C více fosforu než při teplotě 12 °C. Důležité je i to, že větší dávky fosforu vyžadují rajčata, která jsou více osvětlena. Potom také vytvářejí vyšší výnosy. [28]

Zeleniny jsou na fosfor náročné zejména v počátečním vývinovém stadiu. Fosfor je nejvíce obsažen v semenech a plodech. Je důležitý pro vývin a dobré opylení květů. Urychluje vyžívání pletiv a plodů a na rozdíl od dusíku zkracuje vegetační dobu rostlin. [41]

Rajčata reagují velmi citlivě na nedostatek fosforu. Stav nedostatku se v období vývinu prvních dvou lístků projevuje nejen růstovými depresiemi, ale i postavením těchto lístků. Při nedostatku tohoto prvku svírají tupý úhel. [29] U rajčat se nedostatek fosforu dále projevuje načervenalým zbarvením spodní strany listů. [6] Po přehnojení fosforem jsou rajčata méně šťavnatá, bohatší na sušinu a méně chutná. [42]

Při pěstování rajčat se úspěšně využívá i hnojení na list. Z makroelementů má nejlepší účinek roztok superfosfátu. [31] Tato mimokořenová výživa má vliv i na jakostní ukazatele rajčat.

Fyziologický význam uvedených i dalších mikroprvků není zatím ještě dostatečně prozkoumán. Prověřování jejich fyziologické funkce je značně obtížné, neboť je významně ovlivňována nejen dědičnými vlastnostmi rostliny, ale i vlivem ostatních faktorů prostředí. [29]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Rajčata patří k nejrozšířenějším zeleninám na českém trhu. Svým chemickým složením přispívají k obohacování jídelníčku a jsou nedílnou součástí moderní zdravé výživy.

Chemické složení rajčat lze ovlivnit mnoha způsoby. Přitom základním a prvotním aspektem je zemědělská prvovýroba. Právě podmínky za jakých byla rajčata vypěstována mají rozhodující vliv na jejich vhodnost pro kuchyňské nebo konzervářské zpracování.

Pěstování zeleniny si dnes nelze představit bez správně volené výživy v průběhu vegetace. Rajčata patří k rostlinám, které vyžadují vysokou hladinu obsahu živin v půdě. Základní roli plní zejména dvě minerální látky, a to dusík a fosfor, které nejvýznamnější měrou rozhodují o výnosu a kvalitativních ukazatelích plodů rajčat. [41]

Konkrétní cíle práce byly stanoveny takto:

1. V literární části zpracovat současné poznatky o působení dusíku a fosforu v rostlinách a o jejich významu ve výživě rostlin. Dále se zaměřit na rajčata, jejich hnojení a význam dusíku a fosforu ve vztahu k chemickému složení plodů rajčat.
2. Založit pokus s tyčkovou odrůdou rajčat a variantami hnojení stupňovanými dávkami dusíku a fosforu.
3. U vypěstovaných rostlin sledovat výnosové parametry.
4. U plodů rajčat získaných z variant hnojených stupňovanými dávkami dusíku a fosforu provést chemické rozboru na obsah sušiny, fosforu a stanovit množství organických kyselin v jednotlivých variantách.
5. Získané výsledky statisticky zpracovat, srovnat s dalšími literárními zdroji a navrhnout nejvhodnější optimalizaci výživy rajčat dusíkem a fosforem s ohledem na sledované výnosové a chemické parametry rajčat.

7 METODIKA

Experimentální část práce byla řešena formou vegetačního pokusu. Pokus byl prováděn v plastových nádobách, do kterých bylo navažováno po 10 kg stejné zeminy. Nádoby byly umístěny na pokusném pracovišti Ústavu potravinářského inženýrství a chemie FT UTB, a to v Haluzicích u Valašských Klobouk.

Pro pěstování byla vybrána odrůda F1 tyčkových rajčat DOMINO, která patří k tradičním na našem trhu. Do pokusu byly zařazeny varianty se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu podle následujícího schématu:

Tab. 2. Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a fosforu do půdy v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zeminy. Pro srovnání je v posledním sloupci uvedeno množství odpovídající dávce na 1 hektar. [vlastní zpracování]

Číslo varianty	Použité přihnojení	Množství na hektar
1	KONTROLA	Přirozený obsah
2	20 $\text{mg N}\cdot\text{kg}^{-1}$	60 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
3	40 $\text{mg N}\cdot\text{kg}^{-1}$	120 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
4	80 $\text{mg N}\cdot\text{kg}^{-1}$	240 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
5	100 $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$	300 $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$
6	200 $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$	600 $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$
7	400 $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$	1200 $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$

Každá varianta byla 4x opakována. První dvě dávky dusíku a fosforu vycházely z běžně používaných množství živin ke hnojení na základě kritérií pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd ÚKZÚZ. Nejvyšší množství dusíku i fosforu bylo potom zvoleno záměrně dvojnásobně vyšší než standardně používané dávky. [42]

Dusík byl použit ve formě dusičnanu amonného a fosfor ve formě dihydrogenfosforečnanu vápenatého, což jsou u nás často používaná hnojiva. [31] Jejich aplikace byla provedena 14 dní před výsadbou sazenic rajčat.

Výsadba sazenic rajčat byla provedena 15. 5. 2005 po jedné rostlině na nádobu. V průběhu vegetace byly rostliny pravidelně zalévány destilovanou vodou a byla prováděna likvidace plevelů. Plody rajčat byly sklizeny postupně ve fázi konzumní zralosti.

Po sklizni byly plody z každé varianty zváženy a spočítány. Sušina byla stanovena vysušením do konstantní hmotnosti. Obsah kyselin byl určován jako titrační kyselost potenciometrickou titrací hydroxidem sodným s následným přepočtením na procenta veškerých kyselin vyjádřených ve formě kyseliny citrónové. Pro analýzu na obsah fosforu byly plody rajčat zmineralizovány ve směsi koncentrované kyseliny sírové a 30 % peroxidu vodíku. [44] V mineralizátoru byl potom obsah fosforu stanoven kolorimetricky vanadičnanovou metodou. [42]

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny metodou analýzy variance. Pro porovnání rozdílů průměrů byl použit Scheffeho test při 95 % hladině významnosti. [45]

7.1 Stanovení sušiny

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

Postup

Do čisté a zvážené hliníkové misky bylo naváženo 10 g důkladně promíchaného laboratorního vzorku s přesností na 1 mg. Vzorek byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy na dno misky a miska se umístila v sušárně s odklopeným víčkem. Misky byly v sušárně dány nejméně 600 mm od stěn. Vzorky byly sušeny do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C. Misky byly ještě v sušárně uzavřeny a přendány do exsikátoru. Po ochlazení vzorku na teplotu 18–20 °C (asi 45 minut) byly misky opět zváženy s přesností na 1 mg. [46]

Výpočet

Sušina v % = hmotnost navážky po vysušení / hmotnost navážky · 100

7.2 Stanovení titrační kyselosti, stanovení obsahu organických kyselin (celková kyselost)

Postup

Bylo odváženo 20 g jemně rozemletého vzorku zeleniny (rajčete) a spláchnuto destilovanou převařenou vodou do baňky o obsahu 200 ml. Byla přidána destilovaná voda asi na objem

150 ml a celý obsah byl zahřán na 80 °C. Na této teplotě byl roztok vzorku udržován po dobu 30 minut. Potom byl obsah kádinky kvantitativně převeden do odměrné baňky o obsahu 200 ml. Po ochlazení na 20 °C bylo provedeno doplnění po značku a filtrováno přes skládaný filtr. Z filtrátu bylo odměřeno určité množství a titrováno roztokem NaOH, $C(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ na fenolftalein. Silně zbarvený zkušební materiál byl analyzován za použití potenciometrické titrace na pH 7,8.

Titrační výsledek byl vyjádřen v g organické kyseliny a přepočten na procenta sušiny. Množství spotřebovaných ml roztoku NaOH, $C(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ byl přepočítán na obsah organické kyseliny v g násobením faktorem pro příslušnou skupinu ovoce (kyselinu), do které zkušební materiál náleží. [44]

Výpočet

$$\% \text{ kys.} = \frac{a \cdot f \cdot 0,0064 \cdot 100 \cdot b}{n}$$

a – spotřeba NaOH (ml)

b – obsah baňky (ml) 200 ml

f – faktor NaOH 0,9745

n – navážka (g)

Tabulka faktorů

Peckové a jádrové ovoce 0,0067 (výsledek vyjádřen jako kyselina jablečná).

Bobulové ovoce a rajčata 0,0064 (výsledek vyjádřen jako kyselina citrónová).

Réva vinná 0,0075 (výsledek vyjádřen jako kyselina vinná). [44]

7.3 Mineralizace organické hmoty

Princip

Oxidace organické hmoty se provádí spalováním v koncentrované H_2SO_4 za postupného přidávání H_2O_2 až do vzniku bezbarvého roztoku. Tento postup je určen pro rozklad rostlinného materiálu a následné stanovení fosforu a dalších prvků. [47]

Postup

Do odměrné baňky 50 ml bylo naváženo 0,5 g organické hmoty (sušiny rajčat), přidáno 5 ml koncentrované H_2SO_4 a poté se nechal vzorek několik minut provlhnout. Potom bylo odměřeno 5 ml H_2O_2 a kruhovým pohybem promícháno. Došlo k bouřlivé oxidaci organické

hmoty, jejímž výsledkem byla destrukce rostlinné hmoty a slabé zbarvení mineralizátoru. Odměrná baňka byla vložena do hliníkového válce a spalována až do vzniku bílých par. Jestliže se objevilo zbarvení mineralizátoru, bylo přidáno po ochladnutí dalších 5 ml H_2O_2 . Zvýšila-li se intenzita zbarvení, znovu bylo přidáno 5 ml H_2O_2 a postup jsem opakovala až do vzniku bílých par, kdy současně roztok zůstával bezbarvý. Po spálení se nechal vzorek vychladnout a následně bylo provedeno ředění H_2O do odměrné baňky o objemu 250 ml. V takto připraveném zásobním roztoku bylo provedeno stanovení fosforu. [47]

7.4 Stanovení fosforu kolorimetricky vanadičnanovou metodou

Princip

Ionty kyseliny orthofosforečné dávají v kyselém prostředí v přítomnosti vanadičnanu a molybdenanu amonného žlutě zbarvený komplex. Intenzita tohoto zbarvení se zjistí kolorimetricky a výsledek se porovná s kalibrační křivkou zhotovenou po proměření sady standardních roztoků. [47]

Postup

Do odměrné baňky obsahu 50 ml bylo vpraveno 25 ml zásobního roztoku a přidáno 15 ml reagenční směsi. Směs byla protřepána a doplněna vodou po značku. Stejným způsobem jako u zkoušených vzorků byl připraven slepý vzorek. Slepý vzorek slouží k nastavení nulového bodu kolorimetru a ke kontrole měření. Měření bylo prováděno při 442 nm. [47]

Reagencie

1. HNO_3 – zředěná 1:2 vodou.
2. Roztok vanadičnanu amonného – 2,5 g NH_4NO_3 p.a. byl rozpuštěn v 500 ml vařící vody, po ochlazení bylo přidáno 20 ml koncentrované HNO_3 a doplněno vodou na 1000 ml.
3. 5 %ní roztok molybdenanu amonného – 50 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ byl rozpuštěn v 800 ml vody při cca 50 °C a po rozpuštění a ochlazení doplněn na 1000 ml.
4. Reagenční směs – kyselina dusičná, roztok vanadičnanu amonného a roztok molybdenanu amonného byli v uvedeném pořadí smícháni v poměru 1:1:1. [47]

8 VÝSLEDKY

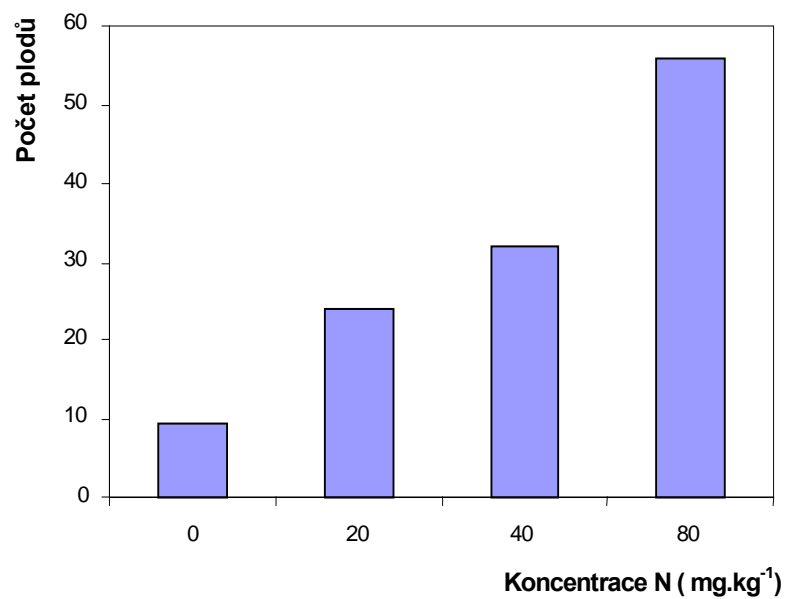
8.1 Výnosové parametry plodů rajčat

V nádobovém pokusu byl sledován výnos a počet plodů rajčat pěstovaných v půdě se stupňovanými dávkami dusíku a fosforu.

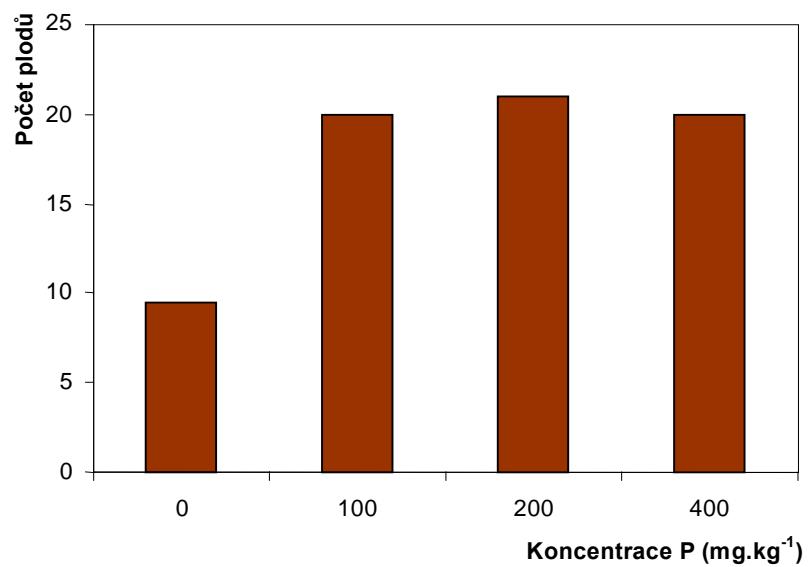
Získané výsledky jsou uvedeny v příloze P IX. a na obrázcích 1 a 2. Po vyhodnocení výsledků se zjistilo, že výnosové parametry byly na základě dávek dusíku a fosforu statisticky průkazné.

Varianta s nejvyšší koncentrací N (80 mg N.kg^{-1}) byla statisticky průkazná s kontrolní variantou, s variantou s nejnižší, střední a nejvyšší dávkou P (100 mg P.kg^{-1} , 200 mg P.kg^{-1} a 400 mg P.kg^{-1}). Varianta s nejnižším přídávkem P (100 mg P.kg^{-1}) byla navíc ještě statisticky průkazná s variantou s nejvyšší koncentrací N (80 mg N.kg^{-1}).

Počet vypěstovaných plodů u všech variant se pohyboval v rozmezí 11 - 56 kusů. Při hnojení dusíkem byl zjištěn růst počtu plodů v závislosti na stupňovaných dávkách dusíku. Nejvyšší průměrný počet plodů byl 56 kusů. Tohoto výsledku bylo dosaženo u varianty s nejvyšší koncentrací dusíku. Naopak nejnižší průměrný počet plodů byl zjištěn v kontrolní variantě s přirozeným obsahem dusíku a fosforu. Počet plodů z kontrolní varianty byl 11. Nejvyšší průměrná hmotnost plodů byla $35,5 \text{ g}$ a byla zjištěna ve variantě s nejnižším přídávkem dusíku. Naopak nejnižší hmotnost plodů byla $24,4 \text{ g}$. Tato průměrná hodnota byla navážena ve variantě s nejnižším přídávkem fosforu. Při zvyšujících se koncentracích fosforu byl pozorován vliv fosforu na počet plodů rajčat pouze ve srovnání s kontrolní variantou.



Obr. 1. Závislost výnosu plodů rajčat na koncentraci N v půdě. [vlastní zpracování]



Obr. 2. Závislost výnosu plodů rajčat na koncentraci P v půdě. [vlastní zpracování]

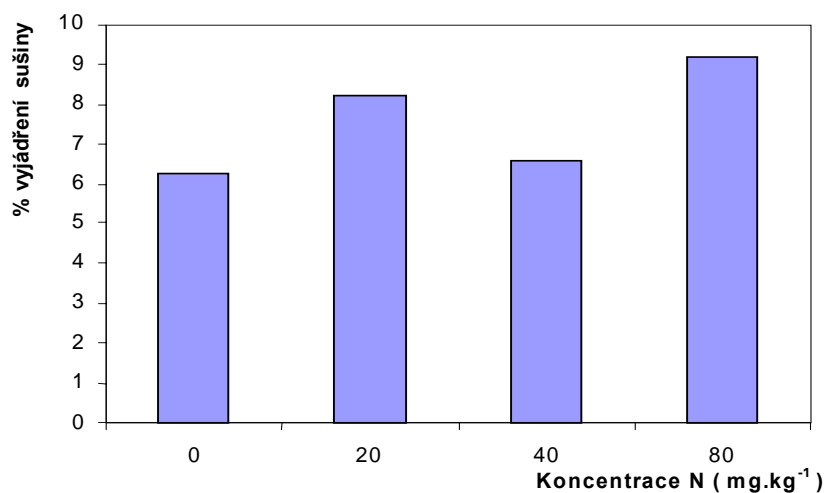
8.2 Vliv stupňovaných dávek N a P v půdě na obsah sušiny v plodech rajčat

Získané výsledky jsou uvedeny v příloze P X. a na obrázcích 3 a 4. Při hodnocení vlivu dusíku a fosforu v půdě na obsah sušiny v plodech rajčat byla zjištěna statistická průkaznost v závislosti na zvyšujících se koncentracích dusíku a fosforu v půdě.

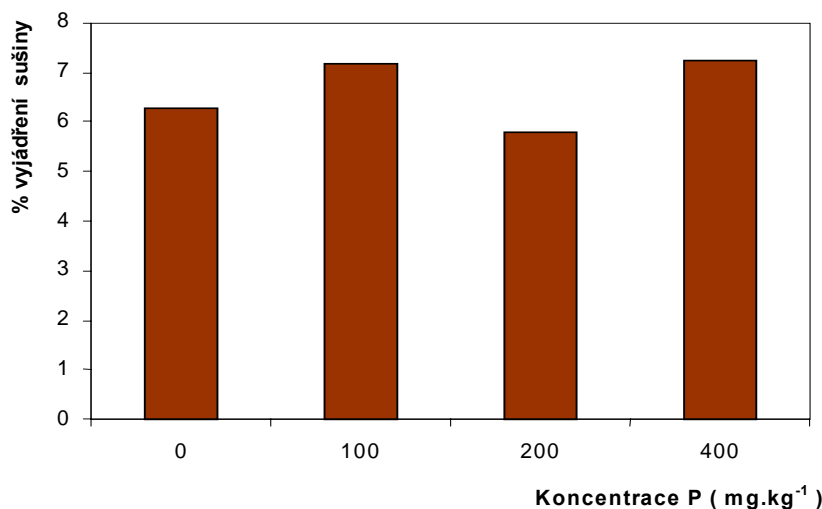
Statistická průkaznost se projevila u varianty s nejnižší koncentrací N (20 mg N.kg^{-1}) a varianty se střední koncentrací N (40 mg N.kg^{-1}). Dále mezi variantou se střední dávkou N (40 mg N.kg^{-1}) a variantou s nejvyšší dávkou N (80 mg N.kg^{-1}). Varianta s nejvyšším přídávkem N (80 mg N.kg^{-1}) byla statisticky průkazná s kontrolní variantou. Varianty s přídávkem fosforu byly ve vztahu k obsahu sušiny statisticky průkazné kromě kontrolní varianty a varianty s nejnižší koncentrací P (100 mg P.kg^{-1}).

U varianty s nejnižší koncentrací N a P se obsah sušiny oproti kontrolní variantě zvýšil. V případě variant se středním přídávkem N a P došlo ke snížení obsahu sušiny v plodech rajčat, ale u variant s nejvyšší koncentrací N a P byl zjištěn opět nárůst obsahu sušiny.

Nejvyšší hodnota obsahu sušiny byla naměřena u varianty s nejvyšší koncentrací N v půdě (80 mg N.kg^{-1}). Naopak sušina s nejnižší hodnotou byla zjištěna v plodech varianty se středním přídávkem P v půdě (200 mg P.kg^{-1}).



Obr. 3. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci N v půdě. [vlastní zpracování]



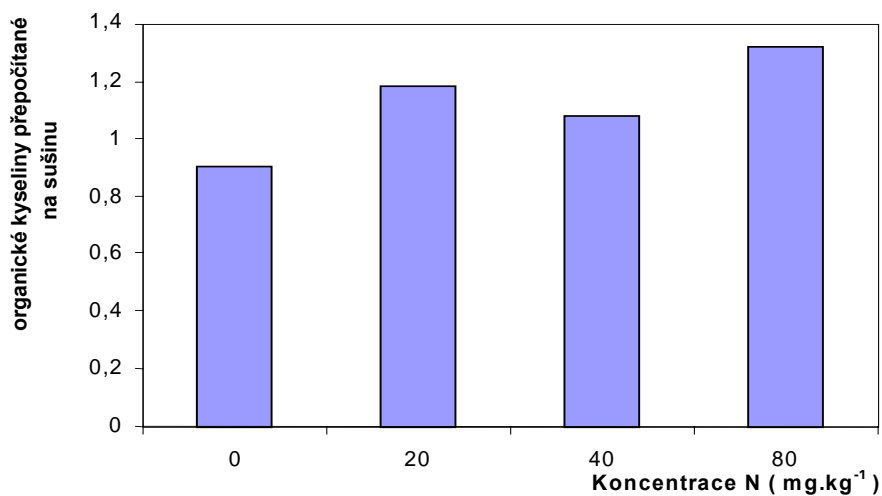
Obr. 4. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci P v půdě. [vlastní zpracování]

8.3 Vliv stupňovaných dávek N a P v půdě na obsah organických kyselin v plodech rajčat

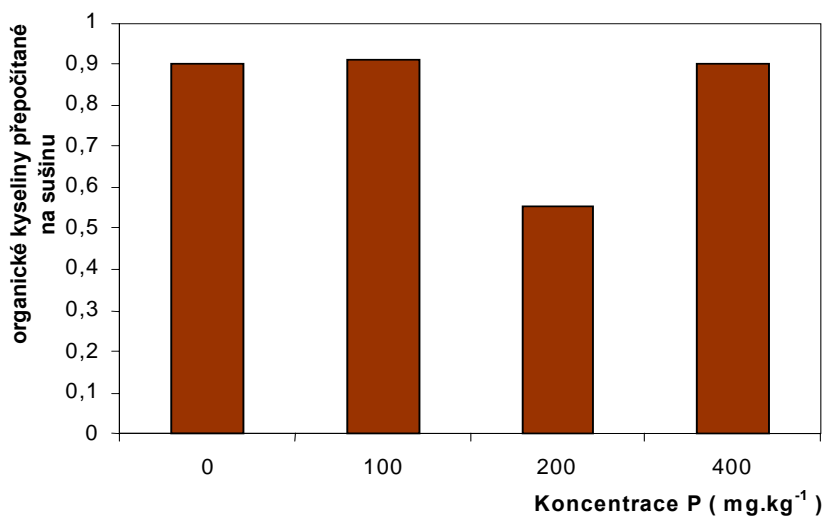
Získané výsledky jsou uvedeny v příloze P XI. a na obrázcích 5 a 6. Po vyhodnocení výsledků, bylo zjištěno, že vliv zvyšujících se dávek dusíku a fosforu na obsah organických kyselin byl statisticky průkazný.

Statistická průkaznost nebyla zjištěna pouze mezi kontrolní variantou a variantou s nejnižší a střední koncentrací N (20 mg N.kg⁻¹ a 40 mg N.kg⁻¹). Dále mezi variantou s nejvyšší dávkou N (80 mg N.kg⁻¹) a variantou se střední a nejvyšší dávkou P (200 mg P.kg⁻¹ a 400 mg P.kg⁻¹). Také mezi variantami se středním přídatkem P (200 mg P.kg⁻¹) a variantou s nejvyšším přídatkem P (400 mg P.kg⁻¹).

Nejnižší obsah organických kyselin byl zjištěn u varianty se střední koncentrací P (200 mg P.kg⁻¹). Nejvyšší množství organických kyselin bylo naměřeno u varianty s nejvyšší dávkou dusíku (80 mg N.kg⁻¹). Zajímavý je výsledek obsahu organických kyselin u variant se zvýšenými koncentracemi P. Kromě varianty se středním přídatkem P byl obsah organických kyselin ve srovnání s kontrolní variantou na stejné úrovni.



Obr. 5. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci N v půdě. [vlastní zpracování]

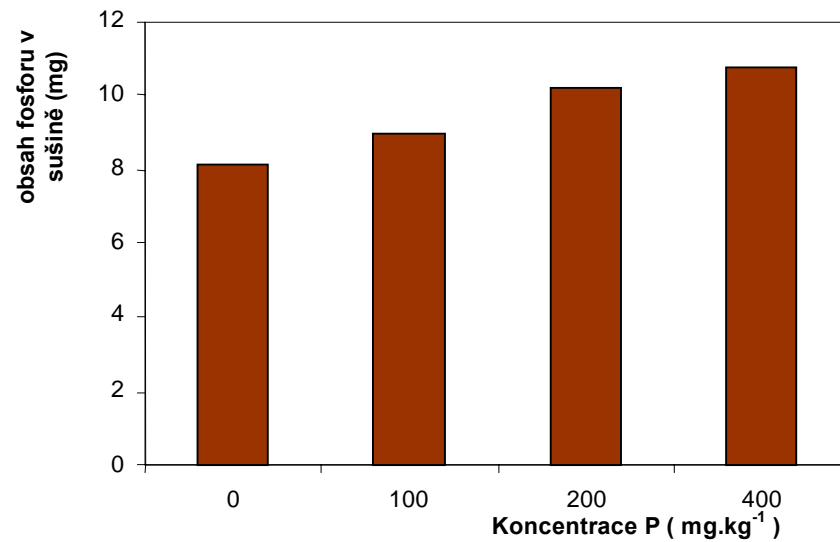


Obr. 6. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci P v půdě. [vlastní zpracování]

8.4 Vliv stupňovaných dávek N a P v půdě na obsah fosforu v plodech rajčat

Výsledky jsou uvedeny v příloze P XII. a na obrázku 7. Z výsledků měření vyplývá, že vzrůstající koncentrace dusíku a fosforu v půdě způsobuje rostoucí obsah fosforu v plodech

rajčat. Tento závěr lze vyčíst z obrázku 7, ale nebyl statisticky prokázán. Nejnižší obsah fosforu byl zjištěn v kontrolní variantě a nejvyšší obsah fosforu u varianty s nejvyšší koncentrací P (400 mg P.kg⁻¹).



Obr. 7. Závislost obsahu fosforu v plodech rajčat na koncentraci P v půdě. [vlastní zpracování]

9 DISKUSE

Jednou z možností, jak lze ovlivnit nejen výnosové parametry a kvalitu rostlin, ale i chemické vlastnosti a složení půd, je aplikace hnojiv. Mezi nejdůležitější prvky obsažené v hnojivech patří dusík, fosfor a draslík (tzv. NPK – hnojiva). Tato diplomová práce byla zaměřena převážně na vliv N a P na rostliny rajčete. Množství dusíku ovlivňuje výnos rostlin. Je důležitou složkou chlorofylu a stavebním kamenem aminokyselin. Dusík je součástí pyrimidinových a purinových bází a zasahuje do metabolismu katalytických látek. Fosfor zastává v rostlinách funkci energetickou a stavební. Tvoří vazbu s cukry o energii několika $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Mezi jeho nejvýznamnější sloučeninu patří především ATP. Dále je součástí mnoha enzymů (FAD, NADPH, CoA), fosfolipidů atd.

Předložená práce se věnuje problematice různých dávek N a P při výživě rajčat a působení těchto prvků na jakostní ukazatele rajčat. Z vnějších činitelů působí na jakost zeleniny především složení půdy a výživa rostlin, proto zde bylo popsáno složení a výživa rostlin, dále je zde charakterizována zelenina, plodová zelenina, rajčata a jejich chemické složení. Zkoumány byly především vlastnosti dusíku a fosforu a potřeba těchto prvků ve výživě rostlin, hlavně rajčat. Praktická část zahrnuje sledování vlivu zvyšujícího se množství N a P v půdě na výnosové parametry, obsah sušiny, organické kyseliny a množství fosforu v plodech rajčat odrůdy Domino F1.

Vliv hnojení na kvalitu zeleniny je nutno hodnotit ve vztahu k výnosům. Požadavek vysoké biologické hodnoty nelze při dnešní intenzivní zemědělské výrobě prosazovat bez současného splnění požadavku vysokého výnosu. Podle dnešních znalostí této složité problematiky se stoupající dávky živin projevují vzestupem výnosu, avšak jen do určité hranice, od níž působí další zvyšování dávek již negativně, tzn. výnosy se snižují. [14]

Stupňované dávky N a P v půdě ovlivnily statisticky průkazně počet a hmotnost plodů. Nejvyšší počet plodů byl u varianty s nejvyšším přídávkem N ($80 \text{ mg N}\cdot\text{kg}^{-1}$). V tomto případě počet plodů dosahoval 56 kusů. Naproti tomu nejnižší počet plodů byl v kontrolní variantě. Počet plodů byl jen 11 kusů. Nejvyšší průměrná váha byla u varianty s nejnižším přídávkem N ($20 \text{ mg N}\cdot\text{kg}^{-1}$). Jeden plod rajčete vážil průměrně 3,55 dkg. Nejnižší průměrná váha byla spočítána u varianty s nejnižším přídávkem P ($100 \text{ mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$). Nejnižší váha jednoho plodu rajčete byla průměrně 2,44 dkg.

Výsledky mnohaletých pokusů VÚZ v Olomouci, kde byl sledován vliv vysokých a nízkých dávek průmyslových a organických hnojiv na některé složky biologické hodnoty, jednoznačně prokázaly příznivý vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na chemické složení pěstované zeleniny. Především při vysoké dávce organických hnojiv u salátu, rajčat, papriky a kedlubně. [27] Citlivost jednotlivých druhů zeleniny na dávky hnojiv není stejná. Z toho vyplývá nutný požadavek hledat optimální kombinaci hnojení, která by zaručovala vysoké výnosy a současně i vysokou biologickou hodnotu. [14]

Stupňované dávky fosforu v půdě v této diplomové práci ovlivnili statisticky průkazně počet a hmotnost plodů rajčat. Oke a kol. (2005) ve svých experimentech zjistili, že ani kořenové ani mimokořenové hnojení rajčat fosforem nevykazovalo statisticky významné zvýšení výnosu plodů rajčat. [48] Se závěry tohoto autora se shodují i výsledky Browna a kol. (2002). [49] Hochmuth a kol. (1999) uvádí, že zvyšující se dávky P při hnojení rajčat nemají významný vliv na výnos plodů rajčat. [50] Naproti tomu se podle Prugara (1977) dobré zásobení půd fosforem považuje za příznivé pro výnos, tržní kvalitu a obsah biologicky významných složek v zelenině. Vyšší dávky fosforu zvyšují procento nestejně zralých plodů, zvláště při nízkých dávkách dusíku. [51]

Z uvedených výsledků (kap. 8) vyplývá, že zvyšující se dávky N mají podstatný vliv na výnos plodů rajčat. Stejně tak Heeb a kol. (2005), kteří zkoumali vliv N na výnos, kvalitu a chuť rajčat, zjistili zvýšení výnosu při vyšších dávkách dusíkatých hnojiv. [52] Tento poznatek potvrdili svými pokusy i Sainju a kol. (2000), kteří zjistili, že se zvyšujícími se dávkami N v půdě (0, 90 a 180 kg N.ha⁻¹), se zvyšuje i výnos rajčat. [53] Wahle a Masiunas (2003) ve své práci uvedli, že hnojení dusíkem má vliv na výnos plodů rajčat, který byl pětikrát větší oproti variantě bez přídatku dusíku. [54]

Wopereis a kol. (2006) ve své práci uvádějí, že při zvyšujících se dávkách N (0, 50 a 100 kg N.ha⁻¹) a P (0, 15 a 30 kg P.ha⁻¹) při hnojení kukuřice, se dosahovalo vyšších výnosů kukuřičných klasů, než u varianty bez hnojiva. Dále zjistili, že fosfor měl na ostatní jakostní ukazatele jen menší, ve většině případech bezvýznamný efekt. [55]

Kolota a Osinska (2000) vyhodnocovali vliv mimokořenové výživy na výnos a kvalitu rajčat. Výsledky prokázaly prospěšný účinek listového postřiku. Tržní výnos se zvýšil v průměru o 10 %. Podle jejich výsledků neměla listová výživa rajčat žádný vliv na obsah sušiny nebo L-askorbové kyseliny, ale zvýšil se obsah celkových a redukujících cukrů. [56] Podle

Mitchella a kol. (1991) má na výnos rajčat vliv vodní deficit a obsah soli. Deficit zavlažování vedl ke zvýšení kyseliny citrónové a draslíku. [57]

Podle Sainju a kol. (2005) mají předplodiny pozitivní vliv na výnos rajčat, protože podle výsledků jejich experimentu zlepšují předplodiny kvalitu půdy. [58] Singh a kol. (2001) také zjistili, že předplodiny mohou ovlivňovat vlastnosti půdy, výnos a růst rostliny. Byly zkoumány dva druhy předplodin. Bobovité luskoviny (vikev a jetel) a obilovina (žito). Vliv předplodin na výnos rajčat byl srovnáván s vlivem přídatku dusíku do půdy (0, 90 a 180 kg N.ha⁻¹). Závěr tohoto experimentu je, že největší výnosy plodů rajčat byly u varianty luskovin – předplodiny (vikev a jetel) a přídatky dusíku (90 a 180 kg N.ha⁻¹). Nejmenší výnosy byly zjištěny po žitu jako předplodině a po nulovém přídatku N do půdy. [59] Podobný experiment prováděli Whitehead a kol. (2000), kteří dospěli k výsledkům, že předplodiny jetel a vikev mají stejný vliv na výnos plodů rajčete jako přídatky N do půdy (90 a 180 kg N.ha⁻¹). [60]

Po vyhodnocení výsledků z měření obsahu sušiny se statisticky prokázalo, že se vzrůstajícím množstvím dusíku a fosforu obsah sušiny v plodech rajčat nejdříve klesá a poté opět roste. Podle Sainju a kol. (2000) měly zvyšující se dávky dusíku vliv na zvyšování sušiny. [53] Na druhou stranu Prugar (1977) tvrdí, že zvyšování dávek dusíku má za následek snižování obsahu cukrů a sušiny, kdežto fosfor má na tyto hodnoty malý vliv. Dále zjistil, že u plodových zelenin se vlivem zasolení půdy snižuje obsah sušiny. [51]

Oke a kol. (2005) prováděli zkoumání, ze kterého vyplynulo, že ani kořenové ani mimokořenové hnojení rajčat fosforem nevykazovalo statisticky významný vliv na obsah sušiny v plodech rajčat. [48] Naproti tomu Wold a kol. (2004) ve svých experimentech zjistili, že při pěstování rajčat v rašelině s kompletním živným roztokem dochází ke zvyšování hodnot sušiny. [61]

Na základě výsledků této diplomové práce lze říct, že vliv vzrůstajících dávek N a P na obsah organických kyselin se statisticky prokázal. Bylo zjištěno, že ve srovnání s kontrolní variantou mají zvýšené dávky N rostoucí vliv na množství organických kyselin. Zatímco stupňované dávky P mají buď klesající vliv na obsah organických kyselin, nebo nemají významný vliv. Také podle Prugara (1977) střední a vysoké dávky dusíku zvyšují obsah kyselin v plodech, zatímco hnojení fosforem má opačný účinek. [51]

Zatímco Oke a kol. (2005) zjistili, že vliv zvyšujících se dávek P přidávané jak do půdy tak nástřikem na listy, neovlivnili statisticky významně celkovou kyselost rajčat. Změny byly ve zkoumaných jakostních znacích jen okrajové, statisticky bezvýznamné a ovlivněné jen obdobím. Hnojení rajčat fosforem podle tohoto autora významně neovlivňuje jakostní znaky důležité pro následující zpracování (sušina, výnos, celková kyselost, pH, hmotnostní poměr, viskozita, vitamín C, barva, obsah lykopenu). [48]

Podle Heeba a kol. (2005) se zvýšením dusíkatých hnojiv ve výživě rajčat zvýšila i kyselost a celková chuť rajčat byla hodnocena pozitivněji než u kontrolní varianty. [52] Wold a kol. (2004) ve svých experimentech zjistili, že při pěstování rajčat v rašelině s kompletním živným roztokem dochází ke zvyšování hodnot celkové kyselosti a kyseliny L-askorbové. Dále uvedli, že aktivita antioxidantů nebyla ovlivněna koncentrací živného roztoku. [61] Mareček a kol. (1976) tvrdí, že dusík značně snižuje obsah cukrů v plodech a fosfor naopak snižuje kyselost. [28]

Po vyhodnocení výsledků z této práce bylo zjištěno, že zvyšující se množství fosforu v půdě zvyšovalo obsah P i v plodech rajčat. Rostoucí vliv je vidět na obrázku 7. Tato závislost však nebyla statisticky průkazná.

Výsledky experimentů Richtera a Hluška (1997) dokazují vliv fosforečné výživy na zvýšení jeho obsahu v celé rostlině, což vede k intenzivnímu růstu rostlin. Dochází k tvorbě semen se zvýšeným obsahem P. Tato semena mají větší energii klíčivosti. Dobrá zásoba fosforu v půdě zajišťuje tedy nejen kvalitní výnosy, ale zajišťuje i jeho koloběh do celého potravního řetězce. [44]

Chapagain a Wiesman (2004) se zabývali vývojem rajčat v závislosti na vyčerpání listového draslíku. V pokusu byly listy rajčete nastříkány výživným postřikem Nutri-Vant-PeaK, který obsahuje 95 % fosforečnanu draselného. Rostliny ošetřené postřikem byly vyšší, plody dozrávaly dřív a výnos byl významně vyšší než u neošetřených rostlin. Také kvalita plodů byla lepší u ošetřených plodů, kde bylo vyšší procento pevných plodů a nižší procento skvrnitých a shnilých plodů než v kontrolních neošetřených rostlinách. Obsah glukózy a sušiny po uskladnění byl také vyšší než u kontrolních rostlin. V ošetřených plodech se zvýšil obsah draslíku, fosforu a hořčíku. Výsledky zřetelně ukazují, že aplikace draslíku a fosforu pomocí listového postřiku je prospěšná pro produkci rajčat. [62]

Podle Prugara (1977) se při příliš vysokých dávkách dusíku uplatňuje jako jeho regulátor draslík. Obsah L-askorbové kyseliny se ve špenátu snižuje také při jednostranném zvýšení dvou hlavních živin, dusíku a fosforu v půdě. Tento vliv je nejvýraznější při přehnojení dusíkem, méně se uplatňuje při přehnojení fosforem. Ionty draslíku příjem dusičnanů snižují, chloridové a sulfátové naopak zvyšují. Prugar (1977) dále zjistil, že na obsah dusičnanů mají vliv i klimatické podmínky, tj. teplota, srážky a světelné podmínky. Zvýšená světelná intenzita za jinak stejných podmínek koncentraci dusičnanů snižuje. U rajčat se mění se změnami teploty poměr β -karotenu a lykopenu. Při nižších teplotách je tento poměr příznivější pro β -karoten, při vyšších teplotách je tomu naopak. Na tvorbu karotenů u rajčat má negativní vliv nedostatečná zásoba živin v půdě. [51]

Brandt a kol. (2006) ve své práci uvádí, že biosyntéza lykopenu je ovlivňována podmínkami prostředí. Jestliže teplota plodů překračuje 30 °C, syntéza lykopenu je potlačena. Dále zjistili, že vystavení plodů příliš vysokým teplotám má škodlivé účinky na lykopen.

Tab. 3. Obsah lykopenu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty rajčete) v závislosti na době sklizně podle Brandta [38]

Datum sklizně plodů	Obsah lykopenu
18. 6. 2002	64,9
25. 6. 2002	35,5
9. 7. 2002	68,9

Snížený obsah lykopenu v druhé sklizni byl způsobený vystavením extrémním teplotám. Průměrná teplota byla 28 – 32 °C a maximální rozsah teplot byl mezi 40 a 43 °C. [38] Při nedostatku fosforu v půdě obsahují plody méně lykopenu, karotenu a xantofylu. [28]

10 DOPORUČENÍ

Moderní agrotechnika stojí stále častěji před problémem, jaké cesty volit pro optimální řešení poměru mezi kvalitou a kvantitou produktu. Ne vždy se podaří najít cesty a metody, které dávají do souladu obě kritéria. Proto je důležité neustále zkoumat různé pěstební zásahy, přičemž k těm základním patří hnojení. Světové zkušenosti s používáním průmyslových hnojiv ukazují, že jednotlivá fakta jejich záporného vlivu na okolní prostředí souvisí především s chybami v jejich použití.

Z výsledku této diplomové práce vyplývá, že při pěstování rajčat se nejlépe osvědčila koncentrace hnojiva 80 mg N.kg^{-1} a 100 mg P.kg^{-1} . Tyto koncentrace jsou velmi vysoké, proto je nutné zvážit i ekologické hledisko. Musí se dbát na to, aby nedošlo ke kontaminaci životního prostředí. Tyto koncentrace měly pozitivní vliv na výnosy i nutriční obsah, proto bych doporučila buď tyto koncentrace, nebo v případě hnojení dusíkem zařazení předplodin do osevního postupu. Předplodiny jsou nenahraditelným zdrojem organické hmoty, dusíku a prostředkem k mobilizaci živin z půdní zásoby.

Při použití doporučených koncentrací, bylo dosaženo nejvyšších výnosů a plody rajčat byly největší. Také obsah sušiny a organických kyselin dosáhl nejvyšších hodnot. Při výrobě protlaků, které se zahušťují na určité procento sušiny, záleží na tom, aby výchozí surovina měla vysoký procentický obsah sušiny. To má význam pro ekonomiku konzervářské výroby, protože zvýšením sušiny se snižuje spotřeba suroviny na 1 tunu hotového výrobku. Zkracuje se také doba zahušťování, což se projevuje v úspoře energie a pracovních hodin. Organické kyseliny okyselují potraviny, snižují hodnotu pH. Při snížení kyselosti potravin na hodnotu pH menší než 4 je zvýšena účinnost některých jiných konzervačních zákroků a je možno použít nižších termosterilačních teplot, poněvadž nízké pH brání rozvoji sporulujících anaerobních mikroorganismů. Kyselina citrónová, která v rajčatech převládá, potlačuje rozvoj mikroorganismů.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo v literární části zpracovat současné poznatky o působení dusíku a fosforu v rostlinách, se zaměřením na rajčata. Byl založen pokus s tyčkovou odrůdou rajčat a sledován vliv stupňujících se dávek dusíku a fosforu v půdě na jakostní ukazatele rajčat. Experiment byl proveden formou nádobového pokusu a byla sledována tato kritéria: výnosové parametry – počet plodů a jejich hmotnost, obsah sušiny, dále obsah organických kyselin a fosforu v plodech rajčat.

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

1. Vliv zvyšujících se koncentrací dusíku a fosforu v půdě na výnosové parametry, obsah sušiny a organických kyselin byl statisticky průkazný. V případě rostoucích koncentrací dusíku měl počet plodů vzrůstající tendenci. Oproti kontrolní variantě se počet plodů u varianty s nejvyšším přídatkem dusíku zvýšil o 80 %. Zvyšující se koncentrace fosforu neměli žádný vliv na počet plodů rajčat. Přesto oproti kontrolní variantě došlo ke zvýšení plodů téměř o 50 %.
2. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vždy obsah sušiny vyšší, kromě varianty se středním přídatkem fosforu. Varianta s nejnižší koncentrací dusíku a fosforu měla oproti kontrolní variantě rostoucí tendenci. U střední varianty byl zaznamenán pokles obsahu sušiny a u varianty s nejvyšší dávkou dusíku i fosforu zase vzrůst. Nejvyšší obsah sušiny byl naměřen u varianty s nejvyšším přídatkem dusíku. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vyšší o 32 %.
3. Varianta s nejnižším přídatkem dusíku měla ve srovnání s kontrolní variantou rostoucí tendenci, u střední varianty byl zaznamenán pokles obsahu organických kyselin a u varianty s nejvyšší koncentrací dusíku zase vzrůst. Nejvyšší obsah organických kyselin byl naměřen u varianty s nejvyšší dávkou dusíku. Ve srovnání s kontrolní variantou byl vyšší o 32 %. V případě zvyšujících se koncentrací fosforu v půdě byl obsah organických kyselin ve srovnání s kontrolní variantou stejný. Výjimkou byla varianta se středním přídatkem fosforu, kde došlo k poklesu obsahu organických kyselin o 39 %.

4. Zvyšující se dávky fosforu v půdě neměly statisticky průkazný vliv na obsah fosforu v plodech rajčat. Ve srovnání s kontrolní variantou vzrostl obsah fosforu u varianty s nejvyšší koncentrací P o 25 %.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] UHLÍŘ, Z., SOCHA, J. *Agrochemie*. 2. vyd. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1993. 148 s. ISBN 80-85113-51-1.
- [2] KINCL, L., KINCL, M., JAKRLOVÁ, J. *Biologie rostlin*. 2. vyd. Praha: Fortuna, 1996. 112 s. ISBN 80-7168-364-7.
- [3] PROCHÁZKA, S. *Fyziologie rostlin*. 1. vyd. Praha: Academia, 1982. 422 s. Bez ISBN.
- [4] LENOCHOVÁ, M. *Biologie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1985. 254 s. Bez ISBN.
- [5] HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M. *Biologie v kostce I*. 2. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 1999. 112 s. ISBN 80-7200-340-2.
- [6] HLUŠEK, J. *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 1996. 48 s. Bez ISBN.
- [7] PURVES, W.K. *Life: the science of Biology*. 7. vyd. Sunderland: Sinauer Associates, 1121 s. ISBN 0-7167-9856-5.
- [8] ROZSYPAL, S. *Přehled biologie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1987. 688 s. Bez ISBN.
- [9] *Zelenina situační a výhledová zpráva*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2005. ISBN 80-7084-436-1.
- [10] ILČÍK, F. *Technologie konzervárenství*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 216 s. Bez ISBN.
- [11] MELICHAR, M. *Zelinářství*. 1. vyd. Praha: Český zahrádkářský svaz, 1997. 166 s. ISBN 80-85362-29-5.
- [12] ŠAPIRO, D. *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*. 1. vyd. Praha: SZN, 1988. 232 s. Bez ISBN.
- [13] BALAŠTÍK, J. *Konzervace ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. 336 s. Bez ISBN.
- [14] FUSKOVÁ, L., SKOKOVÁ, M. *Nauka o zboží – potraviny*. 1. vyd. Praha: SPN, 1989. 295 s. Bez ISBN.
- [15] SOVJÁK, R., REISNEROVÁ, H., MATĚJÍČKOVÁ, R. *Hygiena a zdravotní nezávadnost potravin II*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. 248 s. ISBN 80-213-0974-1.
- [16] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.

- [17] CEREVITINOV, F. V. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. 322 s. Bez ISBN.
- [18] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1980. 516 s. Bez ISBN.
- [19] DRDÁK, M. *Techológia rastlinných neúdržných potravín*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989. 304 s. ISBN 80-05-00121-5.
- [20] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. *Teoretické principy konzervace potravin I Hlavní konzervářenské suroviny*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. 130 s. ISBN 80-7318-339-0.
- [21] TRONÍČKOVÁ, E. *Zelenina*. 1. vyd. Praha: Artia, 1985. 223 s. Bez ISBN.
- [22] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 632 s. Bez ISBN.
- [23] DUDA, M., STŘELEČEK, V. *Lahodková zelenina*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1986. 217 s. Bez ISBN.
- [24] BAŠOVSKÁ, M. *Biologie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1985. 284 s. Bez ISBN.
- [25] *Biologie* [online]. [cit. 2006-01-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.biology.webz.cz/min.php>>.
- [26] PEKÁRKOVÁ, E. *Pěstujeme rajčata, papriky a další plodové zeleniny*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 72 s. ISBN 80-247-0170-7.
- [27] JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie*. 1. vyd. Olomouc: FIN Publishibng, 1996. 415 s. ISBN 80-86002-01-2.
- [28] MAREČEK, F., a kol. *Tržní zelinářství*. 1. vyd. Praha: SZN, 1976. 327 s. Bez ISBN.
- [29] ZAKOPAL, J., ŠEDIVÝ, J., a kol. *Chemie na zahrádce*. 2. vyd. Praha: SZN, 1990. 416 s. Bez ISBN.
- [30] HAMILTON, G. *Biozahrada*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1994. 288 s. ISBN 80-07-00617-6.
- [31] RICHTER, R. a kol. *Výživa a hnojení rostlin /I. obecná část/*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1997. 177 s. ISBN 80-7157-138-5.
- [32] ZIMOLKA, J. *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 245 s. ISBN 80-7157-451-1.
- [33] RYCHLÍK, A. J. *Rajčata rady, nápady, recepty*. 1. vyd. Vizovice: Lípa, 1997. 172 s. ISBN 80-86093-06-9.
- [34] VALÍČEK, P., a kol. *Užitkové rostliny tropů subtropů*. 1. vyd. Praha: Academia, 1989. 420 s. ISBN 80-200-0000-3.

- [35] DOLEJŠÍ, A. *Zelenina na zahrádce*. 1. vyd. Praha: SZN, 1982. 216 s. Bez ISBN.
- [36] VALŠÍKOVÁ, M., a kol. *Papriky, rajčičky a baklažány*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1987. 155 s. Bez ISBN.
- [37] PEKÁRKOVÁ, E. *Když zelenina neroste, 500 rad pro zahrádkáře*. 1. vyd. Praha: Víkend, 2001. 127 s. ISBN 80-7222-154-X.
- [38] BRANDT, S, PEK, Z, BARNA, E, LUGASI, A, HELYES, L. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Science of food and agriculture*. 2006, roč. 86, č. 4. ISSN 0096-4522.
- [39] DUMAS, Y, DADOMO, M, DI LUCCA, G, GROLIER, P. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Science of food and agriculture*. 2003, roč. 83, č. 5. ISSN 0022-5142.
- [40] ANTHONY, M. Lycopene, the disease-protective antioxidant from tomatoes, es showing a wealth of new health benefits. *Agriculture*. 2005, roč. 31, č.5. ISSN 0140-7791.
- [41] HAVELKA, B. *Výživa a hnojení zahradnických rostlin*. 1. vyd. Praha: SPN, 1990. 99 s. Bez ISBN.
- [42] RICHTER, R., HLUŠEK, J., HŘIVNA L. *Výživa a hnojení rostlin – návody do cvičení*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999. 187 s. Bez ISBN.
- [43] ŠROT, R. *88 rad pěstitelům zeleniny*. 1. vyd. Praha: Aventinum, 1996. 190 s. ISBN 80-7151-852-2.
- [44] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd II. díl*. 1. vyd. Brno: ÚKZÚZ, 2000. 553 s. ISBN 80-86051-75-7.
- [45] UNISTAT, *Statistical Package for Windows*. London. 2002. Unistat House: 406-419.
- [46] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd I. díl*. 1. vyd. Brno: ÚKZÚZ, 2000. 173 s. ISBN 80-86051-70-6.
- [47] RICHTER, R., HLUŠEK, J., HŘIVNA, L. *Výživa a hnojení rostlin – praktická cvičení*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999. 188 s. ISBN 80-7157-346-9.
- [48] OKE, M., AHN, T., SCHOFIELD A., PALIYATH G. Manifestation of black spot disease (*Alternaria brassicicola*) in intact leaves and detached leaf segments of cabbage plants grown in nutrient solutions without N, P, K and Ca. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005, roč. 53, č. 5. ISSN 0021-8561.

- [49] BROWN, KM., VAVRINA, CS, SNYDER, R, ORZOLEK M., LYNCH, JP. Production of high-quality tomato transplants with a novel buffered fertilizer. *Horttechnologie*. 2002, roč. 12, č. 4. ISSN 1063-0198.
- [50] HOCHMUT, G, CARRIJO, O., SCHULER, K. Tomato yield and fruit size did not respond to P fertilization of a sandy soil testing very high in Mehlich-1 P. *Hortscience*. 1999, roč. 34, č. 4. ISSN 0018-5345.
- [51] PRUGAR, a kol. *Kvalita rostlinných produktů*. 1. vyd. Praha: SZN, 1977. 302 s. Bez ISBN.
- [52] HEEB, A, LUNDEGARDH, B, ERICSSON, T, SAVAGE, GP. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the science of food and agriculture*. 2005, roč. 85, č. 8. ISSN 0022-5142.
- [53] SAINJU, UM, SINGH, BP, RAHMAN, S, REDDY, VR. Tillage, cover cropping, and nitrogen fertilization influence tomato yield and nitrogen uptake. *Hortscience*. 2000, roč. 35, č. 2. ISSN 0018-5345.
- [54] WAHLE, EA, MASIUNAS, JB. Population density and nitrogen fertility effects on tomato growth and yield. *Hortscience*. 2003, roč. 38, č. 3. ISSN 0018-5345.
- [55] WOPEREIS, MCS, TAMELOKPO, A, EZUI, K, GNAKPENOU, D, FOFANA, B, BREMAN, H. Mineral fertilizer management of maize on farmer fields differing in organic inputs in the West African savanna. *Agronomy*. 2006, roč. 96, č. 2-3. ISSN 0378-4290.
- [56] KOLOTA, E, OSINSKA, M. The effect of foliar nutrition on yield of greenhouse tomatoes and quality of the crop. *Acta physiologiae plantarum*. 2000, roč. 22, č.3. ISSN 0137-5881.
- [57] MITCHELL, JP, SHENNAN, C, GRATTAN, SR, MAY, DM. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *Horticulture*. 1991, roč. 116, č. 2. ISSN 0003-1062.
- [58] SAINJU, UM, WHITEHEAD, WF, SINGH, BP. Biculture legume-cereal cover crops for enhanced biomass yield and carbon and nitrogen. *Agronomy journal*. 2005, roč. 97, č. 5. ISSN 0002-1962.
- [59] SINGH, BP, SAINJU, UM, WHITEHEAD, WF. Comparison of the effects of cover crops and nitrogen fertilization on tomato yield, root growth, and soil properties. *Horticulture*. 2001, roč. 91, č. 3-4. ISSN 0304-4238.

- [60] WHITEHEAD, WF, SAINJU, UM, SINGH, BP. Cover crops and nitrogen fertilization effects on soil carbon and nitrogen and tomato yield. *Canadian journal of soil science*. 2000, roč. 80, č. 3. ISSN 0008-4271.
- [61] WOLD, AB, ROSENFELD, HJ, BAUGEROD, H, BLOMHOFF, R. The effect of fertilization on antioxidant activity and chemical composition of tomato cultivars. *European journal of horticultural science*. 2004, roč. 69, č. 4. ISSN 1611-4426.
- [62] CHAPAGAIN, BP, WIESMAN, Z. Effect of Nutri-Vant-PeaK foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. *Scientia Horticulturae*. 2004, roč. 102, č. 2. ISSN 0304-4238.
- [63] SATTI, SME, ALYHYAI, RA, ALSAID, F. Fruit quality and partitioning of mineral elements in processing tomato in response to saline nutrients. *Journal of plant nutrition*. 1996, roč. 19, č. 5. ISSN 0190-4167.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

aj.	A jiné
apod.	A podobně
atd.	A tak dál
ADP	Adenosindifosfát
ATP	Adenosintrifosfát
CoA	Koenzym A
čh	Čerstvé hmoty
ČR	Česká Republika
EU	Evropská Unie
FAD	Flavinadenindinukleotid
FT	Fakulta technologická
LDL	Low density lipoprotein
NADPH	Nikotinamidadenindinukleotidfosfát
např.	Například
tj.	To jest
tzn.	To znamená
tzv.	Tak zvané
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
UTB	Univerzita Tomáše Bati
VÚZ	Výzkumný ústav zemědělství

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Závislost výnosu plodů rajčat na koncentraci N v půdě.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 2. Závislost výnosu plodů rajčat na koncentraci P v půdě.</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 3. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci N v půdě.</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 4. Závislost obsahu sušiny plodů rajčat na koncentraci P v půdě.</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 5. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci N v půdě.</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 6. Závislost obsahu organických kyselin v plodech rajčat na koncentraci P v půdě.</i>	<i>54</i>
<i>obr. 7. Závislost obsahu fosforu v plodech rajčat na koncentraci P v půdě.....</i>	<i>55</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Spotřeba zeleniny v ČR v hodnotě čerstvé hmoty (kg/osoba/rok)</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 2. Schéma pokusu – čísla variant a jim odpovídající přídavek dusíku a fosforu do půdy v mg.kg⁻¹ zeminy, pro srovnání je v posledním sloupci uvedeno množství odpovídající dávce na 1 hektar.</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 3. Obsah lykopenu (mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty rajčete) v závislosti na době sklizně podle Brandta</i>	<i>60</i>

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Průměrný obsah nejdůležitějších vitamínů v různých druzích zeleniny v miligramech na 100 g čerstvé hmoty
- P II Zařazení plodových zelenin do botanických čeledí
- P III Zastoupení nejdůležitějších kyselin v některých druzích ovoce a zeleniny
- P IV Látkové složení rajčat
- P V Odběr živin 1 tunou produkce zeleniny v kg
- P VI Obsah živin v základních dusíkatých hnojivech
- P VII Obsah živin v základních fosforečných hnojivech
- P VIII Střední odběr živin plodovými zeleninami v gramech na 1 kg užitkového výnosu
- P IX Výsledky závislosti výnosu plodů rajčat na zvyšující se koncentraci N a P v půdě
- P X Výsledky závislosti obsahu sušiny plodů rajčat na zvyšující se koncentraci N a P v půdě
- P XI Výsledky závislosti obsahu organických kyselin rajčat na zvyšující se koncentraci N a P v půdě
- P XII Výsledky závislosti obsahu fosforu v plodech rajčat na zvyšující se koncentraci P v půdě

**PŘÍLOHA P I: PRŮMĚRNÝ OBSAH NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH
VITAMÍNŮ V RŮZNÝCH DRUZÍCH ZELENINY V MILIGRAMECH
NA 100 G ČERSTVÉ HMOTY PODLE ŠAPIRA [12]**

Druh	Provitamín A	Vitamíny skupiny B			Vitamín C	Vitamín E	Vitamín K
	β-karoten	thiamin	riboflavin	niacin			
Celer (v kořenu)	0,10	0,02	0,03	0,30	10-20		
Cibule (v cibuli)	0,25	0,30	0,10	1	5-9		
Česnek	0,01	0,03	0,03	0,74	15		
Fazole	0,36		0,1-0,2	0,2-0,6	3-20		0,28
Hrášek	0,26	0,20	0,25	2,10	16-30	4-6	0,28-1
Kapusta hlávková	0,90	0,14	0,08	0,45	40	2-3	4
Kapusta růžičková	4,80	0,15	0,05	0,30	100	2-3	0,08-3
Kedluben	0,01	0,04	0,04	0,15	30		
Květák	0,09	0,05	0,12	0,60	25-60	0,4-0,8	4
Mrkev	2-10	0,19	0,10	0,3-1,5	4-10	3,1	0,1-2
Paprika	0,19-0,22	0,04	0,05	0,67	80-250		
Petržel (v kořenu)	2,10	0,05	0,09		40		
Rajčata	0,25-8,75	0,12	0,05	0,3-1	20-50		0,3-0,8
Salát	1-6	0,10	0,13	0,14	3-15	10	
Špenát	3-9	0,10	0,33	0,4-1,7	45-60	6	5
Zelí	2,25	0,10	0,20	1,6	40		

PŘÍLOHA P II: ZAŘAZENÍ PLODOVÝCH ZELENIN DO BOTANICKÝCH ČELEDÍ PODLE PEKÁRKOVÉ [26]

Čeď	Druhy	Vlastnosti
Lilkovité <i>(Solanaceae)</i>	lilek, mochně, paprika, pepino, rajče , rajčenka	středně teplomilné, samosprašné, významní dodavatelé vitaminů, plody aromatické
Tykvovité <i>(Cucurbitaceae)</i>	beninkáza, lagenárie, lufa, meloun cukrový, meloun vodní, okurka, tykev	výrazně teplomilné, cizosprašné, nezralé plody - kaloricky chudé, zralé plody – bohaté na cukry
Slézovité <i>(Malvaceae)</i>	ibišek	značně teplomilný, samosprašný, plody aromatické
Lipnicovité <i>(Poaceae)</i>	kukuřice	středně teplomilná, cizosprašná, zrna bohaté na cukry

**PŘÍLOHA P III: ZASTOUPENÍ NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH KYSELIN
V NĚKTERÝCH DRUZÍCH OVOCE A ZELENINY PODLE
MELICHARA [11]**

Ovoce (zelenina)	Obsah veškerých kyselin (%)	Z celkového množství kyselin připadá přibližně na kyselinu		
		citrónovou (%)	jablečnou (%)	vinnou (%)
hrušky	0,1-0,9	66	33	
třešně	0,3-1,6	2	83	
citrusové ovoce	0,7-8,0	100		
jeřabiny	1,6-3,1		100	
rajčata	0,3-0,5	60	40	

PŘÍLOHA P IV: LÁTKOVÉ SLOŽENÍ RAJČAT PODLE CEREVITINOVA [17]

Složka	Jednotka	Průměrné množství
Energie	$\text{kJ} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	84
Hodnota pH		4,2
Voda	%	92 - 94
Sušina	%	5 - 6
Bílkoviny	%	1,0
Lipidy	%	0,26
Sacharidy	%	4,0
Celulóza	%	0,75
Organické kyseliny (v přepočtu na kys. jablečnou)	$\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,3 – 0,6
Minerální látky – popel	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	541,2
Hořčík	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	26,81
Fosfor	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	35
Vápník	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	28
Železo	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	84
Zinek	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,29
Vitamín A	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	1,5
Vitamín E	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,29
Vitamín B ₁	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,08
Vitamín B ₂	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,07
Vitamín PP	$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,53

Vitamín B ₆	mg.100 g ⁻¹	0,15
Vitamín C	mg.100 g ⁻¹	22
Biotin	g. 100 g ⁻¹	1,2
Kyselina listová	g. 100 g ⁻¹	11

**PŘÍLOHA P V: ODBĚR ŽIVIN 1 TUNOU PRODUKCE ZELENINY
V KG PODLE HLUŠKA [6]**

Zelenina	N	P	K	Ca	Mg
Celer	6,50	1,00	8,50	5,00	1,50
Okurky	1,67	0,67	2,33	0,67	0,50
Rajčata	2,75	0,38	3,00	2,25	0,25
Paprika	2,75	0,38	3,00	2,25	0,25
Fazol luskový	9,20	1,10	6,00	6,50	1,00

**PŘÍLOHA P VI: OBSAH ŽIVIN V ZÁKLADNÍCH DUSÍKATÝCH
HNOJIVECH PODLE ZAKOPALA [29]**

Skupina minerál- ních hnojiv	Název hnojiva	Zkratka hnojiva	Střední obsah živin v %				
			N (du- sík)	P (fos- for)	K (dras- lík)	Ca (vápník)	Mg (hořčík)
Dusíkatá	Síran amonný	SA	20	-	-	-	-
	Dusičnan amonný	LA	34	-	-	-	-
	ledek vápenatý	LV	15	-	-	21	-
	močovi- na	MO	45	-	-	-	-
	Dusíkaté vápno	DV	18	-	-	36	-

**PŘÍLOHA P VII: OBSAH ŽIVIN V ZÁKLADNÍCH FOSFOREČNÝCH
HNOJIVECH PODLE ZAKOPALA [29]**

Skupina minerál- ních hnojiv	Název hno- jiva	Zkratka hnojiva	Střední obsah živin v %				
			N (du- sík)	P (fos- for)	K (dras- lík)	Ca (váp- ník)	Mg (hořčík)
Fosforečná	superfosfát	SP	-	8	-	18	-
	Trojitý superfosfát	TSP	-	19	-	13	-
	Thomasova moučka	TM	-	7	-	34	2
	Hyperfosfát	HP	-	13	-	34	-

**PŘÍLOHA P VIII: STŘEDNÍ ODBĚR ŽIVIN PLODOVÝMI
ZELENINAMI V GRAMECH NA 1 KG UŽITKOVÉHO VÝNOSU
PODLE DOLEJŠÍHO [35]**

Skupina	Druh	Dusík (N)	Fosfor (P)	Draslík (K)	Vápník (Ca)	Hořčík (Mg)
Plodové zeleniny	Okurka	1,7	0,6	2,2	1,8	0,3
	Rajče	2,7	0,8	3,0	2,3	0,3
	Tykev	1,1	0,4	1,3	2,0	0,2

**PŘÍLOHA P IX: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI VÝNOSU PLODŮ
RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI N A P V PŮDĚ**

Varianta	Počet plodů	Váha v g (průměr)
Kontrola	11	34,8
20 mg N.kg⁻¹	24	35,5
40 mg N.kg⁻¹	32	34,9
80 mg N.kg⁻¹	56	31,8
100 mg P.kg⁻¹	20	24,4
200 mg P.kg⁻¹	21	32,7
400 mg P.kg⁻¹	20	24,8

**PŘÍLOHA P X: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU SUŠINY PLODŮ
RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI N A P V PŮDĚ**

Varianta	Ø hodnota sušiny v %	sd
Kontrola	6,26	0,23
20 mg N.kg⁻¹	8,20	0,21
40 mg N.kg⁻¹	6,61	0,16
80 mg N.kg⁻¹	9,19	0,25
100 mg P.kg-1	7,17	0,60
200 mg P.kg-1	5,80	0,20
400 mg P.kg-1	7,22	0,15

PŘÍLOHA P XI: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU ORGANICKÝCH KYSELIN PLODŮ RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI N A P V PŮDĚ

Varianta	Ø hodnota org. kys. přepočítaná na sušinu v %	sd
Kontrola	0,90	0,04
20 mg N.kg⁻¹	1,18	0,05
40 mg N.kg⁻¹	1,08	0,02
80 mg N.kg⁻¹	1,32	0,05
100 mg P.kg-1	0,91	0,05
200 mg P.kg-1	0,55	0,02
400 mg P.kg-1	0,90	0,04

**PŘÍLOHA P XII: VÝSLEDKY ZÁVISLOSTI OBSAHU FOSFORU
V PLODECH RAJČAT NA ZVYŠUJÍCÍ SE KONCENTRACI P V PŮDĚ**

Varianta	Ø hodnota P v %	sd
Kontrola	8,16	0,10
100 mg P.kg-1	8,98	0,06
200 mg P.kg-1	10,15	0,04
400 mg P.kg-1	10,75	0,20