

# **Vliv půdního dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti plodu paprik**

Bc. Irena Hlaváčová

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Irena Hlaváčová**  
Osobní číslo: **T12693**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vliv půdního dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti plodu paprik**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Chemické složení zeleniny, zejména s ohledem na zeleninovou papriku.
2. Význam minerálních prvků ve výživě rostlin.
3. Problematika výskytu antioxidantů v potravinách.

### II. Praktická část

1. Provedení nádobového pokusu a získání vzorků
2. Chemické analýzy
3. Vyhodnocení výsledků a jejich diskuse

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] PETŘÍKOVÁ, K. a kol. Zelenina, pěstování, ekonomika, prodej, Profi Press, Praha 2006.

[2] RICHTER, R. a kol. Výživa a hnojení rostlin /I. obecná část/, MZLU, Brno 1997.

[3] MALÝ, I. Polní zelinářství, Agrospoj, Praha 1998.

[4] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 2002.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Otakar Rop, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

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

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

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: HLAVÁČOVÁ IRENA

Obor: THEVA

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 13.5. 2013

HLAVÁČOVÁ IRENA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce bylo sledovat vliv stupňovaných dávek půdního dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti paprik. Byly použity tři úrovně hnojení. Sledován byl obsah polyfenolů, flavonoidů a celkové antioxidační aktivity. Výzkum byl prováděn formou nádobového pokusu. Chemickými analýzami byl zjištěn vliv různých dávek hnojení na zmíněné parametry.

Klíčová slova: *papriky, polyfenoly, flavonoidy, antioxidační aktivita, hnojení*

## **ABSTRACT**

The aim of this diploma thesis is to observe the antioxidant properties of peppers during increasing the amount of soil nitrogen and phosphorus. There were three levels of fertilization used. Specifically, polyphenols, flavonoids and total antioxidant activity were monitored. This research was carried out using the container experiment. The influence of various amounts of fertilization on parameters mentioned above was determined by chemical analysis.

Keywords: *polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, fertilization*

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Otakaru Ropovi, Ph. D. za odborné vedení, rady a připomínky, za věnovaný čas a ochotu během zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jakubovi Kotůlkovi za pomoc v laboratořích. Především však děkuji svým prarodičům za podporu a trpělivost během celého studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA ZELENINOVÉ PAPRIKY</b> .....	<b>12</b>
1.1 HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ .....	12
1.2 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ A CHARAKTERISTIKA.....	13
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	14
1.3.1 Voda .....	14
1.3.2 Sacharidy.....	14
1.3.3 Dusíkaté látky.....	15
1.3.4 Lipidy .....	15
1.3.5 Organické kyseliny.....	16
1.3.6 Vitamíny.....	16
1.3.7 Minerální látky .....	17
1.3.8 Enzymy .....	17
1.3.9 Těkavé aromatické látky .....	17
1.3.10 Alkaloidy.....	18
1.3.11 Antioxidační látky.....	18
1.3.12 Barviva .....	18
1.4 VÝZNAM ZELENINOVÉ PAPRIKY VE VÝŽIVĚ.....	19
<b>2 AGROTECHNIKA</b> .....	<b>22</b>
2.1 NÁROKY NA STANOVIŠTĚ .....	22
2.2 NÁROKY NA HNOJENÍ .....	22
2.3 PŘEDPĚSTOVÁNÍ A VÝSADBA.....	23
2.4 SKLIZEŇ, POŽADAVKY NA JAKOST.....	23
2.5 SKLADOVÁNÍ.....	24
<b>3 VÝŽIVA A HNOJENÍ ZELENINY</b> .....	<b>25</b>
3.1 MAKROELEMENTY A MIKROELEMENTY VE VÝŽIVĚ .....	25
3.1.1 Dusík .....	25
3.1.1.1 Projevy nedostatku dusíku .....	26
3.1.1.2 Projevy nadbytku dusíku .....	26
3.1.1.3 Dusíkatá hnojiva .....	26
3.1.2 Fosfor .....	27
3.1.2.1 Projevy nedostatku fosforu .....	27
3.1.2.2 Projevy nadbytku fosforu.....	28
3.1.2.3 Fosforečná hnojiva.....	28
3.1.3 Draslík, vápník, hořčík, síra .....	28
<b>4 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA</b> .....	<b>30</b>
4.1 VOLNÉ RADIKÁLY .....	30
4.2 ANTIOXIDANTY .....	30
4.3 ČLENĚNÍ ANTIOXIDANTŮ.....	31
4.3.1 Přírodní antioxidanty.....	31
4.3.1.1 Vitamín E ( tokoferoly a tokotrienoly) .....	32
4.3.1.2 Vitamín C (kyselina L- askorbová, kyselina L-dehydroaskorbová )...32	



4.3.1.3	Karotenoidy .....	33
4.3.1.4	Fenolové látky.....	33
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>37</b>
6.1	METODIKA PRÁCE .....	37
6.2	CHEMICKÁ ANALÝZA .....	40
6.2.1	Příprava vzorku .....	40
6.2.2	Stanovení antioxidační aktivity.....	41
6.2.3	Stanovení celkového obsahu polyfenolů.....	42
6.2.4	Stanovení celkového obsahu flavonoidů.....	43
<b>7</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>44</b>
7.1	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY .....	44
7.2	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ .....	46
7.3	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU FLAVONOIDŮ .....	48
<b>8</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>51</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>69</b>

## ÚVOD

Za zeleninu jsou považovány jedlé části rostlin, většinou jednoleté nebo dvouleté, které jsou používány buď v čerstvém stavu či různě upravené. Zelenina má vysokou biologickou a nízkou energetickou hodnotu, proto je důležitou součástí naší výživy. Je hodnotným zdrojem vitamínů (vitamín C, provitamin A, vitamíny skupiny B) a minerálních látek (vápník, fosfor, železo, draslík, sodík). Je doporučeno konzumovat minimálně 100 kg zeleniny za rok na jednoho obyvatele, což je přibližně o 20 kg více, než je ve skutečnosti konzumováno.

Paprika roční (*Capsicum annuum L.*) patří do čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Je to jeden z nejvýznamnějších zástupců plodové zeleniny. Spotřebovává se oplodí, které je hodnotným zdrojem nutričně významných látek, patří mezi nejbohatší zdroje vitamínu C.

Plodová zelenina je velmi náročná na živiny po celou dobu vegetace. Při nedostatku živin dochází ke špatnému vývinu plodů, k nedostačujícímu vybarvení a ke vzniku nevyhovujících chuťových vlastností. K nejdůležitějším živinám patří dusík a fosfor. Tyto živiny je potřeba během vegetace doplňovat.

Antioxidanty jsou látky, jejichž molekuly mají schopnost snižovat aktivitu volných radikálů tím, že je převádí do méně reaktivních nebo nereaktivních forem. Tímto způsobem chrání buňky a jejich struktury před negativním působením těchto radikálů, zejména kyslíku a dusíku.

Diplomová práce se zabývá vlivem stupňovaných dávek dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti plodu paprik. Hodnocen byl obsah polyfenolů, flavonoidů a celkové antioxidační aktivity.

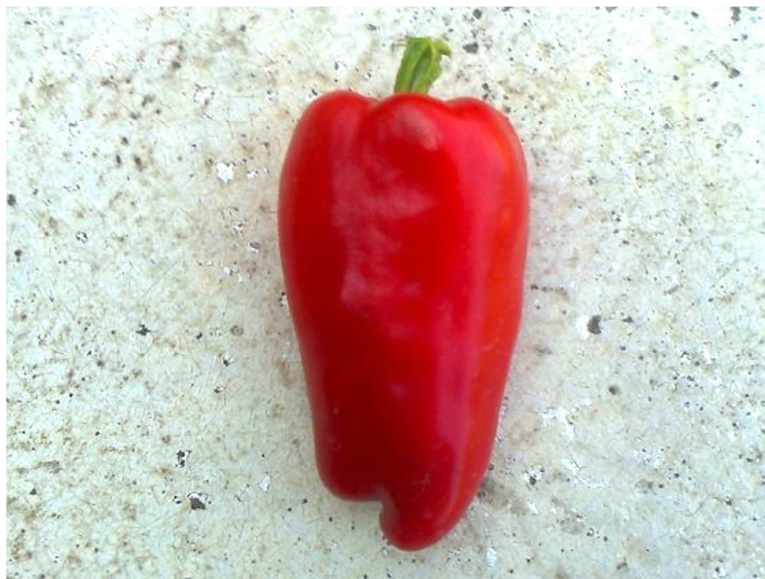
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 CHARAKTERISTIKA ZELENINOVÉ PAPRIKY

## 1.1 Historie a rozšíření

Paprika roční (*Capsicum annuum L.*) pochází z Mexika, odkud se rozšířila do celé Ameriky. Z dochovaných historických zdrojů vyplývá, že se paprika na jídelníčku tehdejších obyvatel objevovala již 7500 let před naším letopočtem. Z pramenů, které pochází z doby 5200 až 3400 let před Kristem je zřejmé, že domorodí obyvatelé Amerického kontinentu papriku cílevědomě pěstovali. Plody a semena papriky byly nalezeny v 9 tisíc let starých hrobech v oblastech dnešního Tamaulipas a Tehuacanu [1].

Do Evropy ji přivezl Kryštof Kolumbus. Nejprve se začala pěstovat ve Španělsku, Portugalsku a v Itálii. Do ostatních zemí se pěstování dostalo až v 18. a 19. století, zásluhou především bulharských zahradníků [2]. Název „paprika“ je odvozen od jihoslovanského bulharského jména „piperka“. V České republice došlo k významnějšímu rozšíření až po roce 1945. Pěstují se odrůdy zeleninové papriky pro přímý konzum nebo zpracovatelský průmysl a odrůdy kořeninové papriky. Největším pěstitelem papriky je Nigérie [3].



**Obr. č. 1:** Plod papriky roční

## 1.2 Botanické zařazení a charakteristika

Paprika roční je v našich podmínkách jednoletá rostlina, která patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*), řadí se mezi plodovou zeleninu. Kořenová soustava papriky je tvořena velkým množstvím postranních kořenů. Hlavní kulový kořen brzy ukončuje svůj růst. Adventivní kořeny jsou tvořeny jen v nepatrné míře, a proto odpadá možnost hlubší výsadby [4, 5].

Sympodiálně větvený stonek tvoří před větvením květ a list, přičemž počet listů na stonku se pohybuje od sedmi do dvanácti. Listy jsou vejčité, celokrajné. Paprika má oboupohlavné květy se srostlými kališními lístky, korunní plátky jsou nejčastěji bílé, pěti až sedmičetné. Pět až sedm je také tyčinek, pylové váčky jsou namodralé, semeník je vrchní. Květy jsou samosprašné, za určitých okolností může dojít i k cizosprašení [2].

Plodem je vysychavá, podlouhlá, kuželovitá, kvadratická bobule. Tvary bobule se liší v závislosti na odrůdě, stejné je to i s barvami – od zelené a žluté přes odstíny červené a fialové až po hnědou [6]. Sklizeň plodů se provádí ve zralosti technologické, kdy mají barvu charakteristickou pro odrůdu nebo ve zralosti botanické, kdy jsou plody oranžové, červené nebo žluté [7]. Semena jsou plochá ledvinovitého tvaru, žluté barvy. Jsou umístěna na centrálním semeníku a na prodloužené placentě. Hmotnost tisíce semen se pohybuje v rozmezí 6,0 - 7,3 g [5].

### Botanické zařazení papriky [8]

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

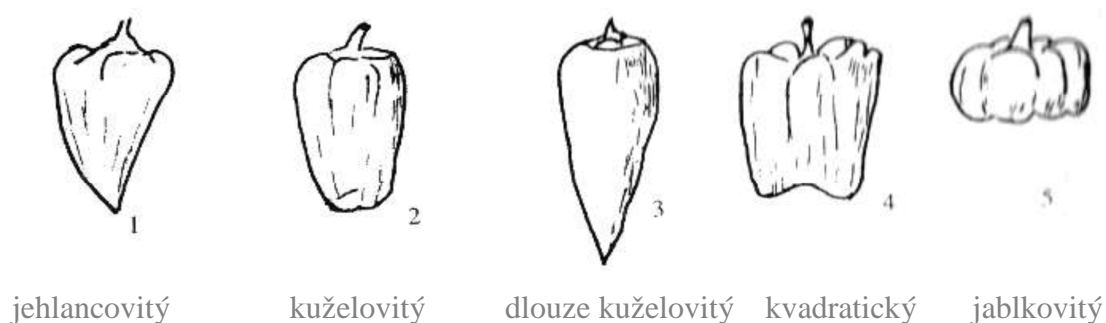
Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: lilkotvaré (*Solanales*)

Čeleď: lilkovité (*Solanaceae*)

Rod: paprika (*Capsicum*)

Mezi nejpěstovanější druhy rodu *Capsicum* patří *Capsicum annuum* a *Capsicum frutescens*. *Capsicum annuum* L. (paprika roční) má dva poddruhy *Capsicum annuum* subsp. *Macrocarpum* Pop. (velkoplodá), vyskytující se ve dvou varietách *var. grossum* Sendt. (variety se širokými plody) a *var. longum* Sendt. (variety s dlouhými plody) a *Capsicum annuum* subsp. *Microcarpum* Pop. (drobnoplodá) *var. Abbreviatum* Fingherh (variety menších rozměrů, většinou kuželovitěho tvaru) [9].



Obr. č. 2: Různé tvary plodu [2]

**Kvadratický plod** je typ velmi pozdních odrůd paprik, které zrají začátkem září.

**Jablkovitý plod** slouží jen k přímému konzumu.

### 1.3 Chemické složení

#### 1.3.1 Voda

Převládající složkou neúdržných potravin je voda, ve většině druhů zeleniny je jí obsaženo kolem 90 %, zbytek připadá na sušinu [10]. Voda v ovoci a zelenině je z hlediska výživy velmi hodnotná, protože je v ní rozpuštěna řada živin. Je přítomna ve formách dobře přípustných lidskému organismu a její osmotický tlak je blízký osmotickému tlaku tělních tekutin [11, 30]. Kopec (1998) uvádí, že zelená paprika obsahuje 933 g vody/kg čerstvé hmoty a červená paprika 920 g vody/kg čerstvé hmoty.

#### 1.3.2 Sacharidy

Sacharidy patří mezi nejvýznamnější energetickou složku zeleniny (výjimku tvoří nestravitelný podíl vlákniny). Řadí se k nim jak vlastní sacharidy

(monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy, vláknina), tak i látky sekundárního původu (kyseliny, heteroglykosidy, přírodní barviva, třísloviny, atd.) [11].

Tvoří významný podíl sušiny zeleniny. Jejich obsah závisí na odrůdě, zralosti, podmínkách pěstování a hnojení. Vznikají jako produkty fotosyntézy [12].

Zelenina obsahuje v průměru 7 % sacharidů. Z monosacharidů jsou nejvíce zastoupeny glukóza a fruktóza. Jejich obsah se zvyšuje během zrání. Mezi disacharidy obsažené v zelenině patří hlavně sacharóza, složená z jednotek glukózy a fruktózy. Z polysacharidů se v zelenině nachází hlavně škrob, celulóza, hemicelulóza a pektiny [10].

Škrob je hlavní zásobní polysacharid rostlin, skládá se z amylózy a amylopektinu. Celulóza je základní stavební polysacharid rostlin, je složená z mnoha jednotek glukózy. Pektinové látky jsou obsaženy v pletivech vyšších rostlin, hrají významnou úlohu během zrání. Řetězec je tvořen jednotkami kyseliny D – galakturonové, která může být více nebo méně esterifikována metanolem [13]. Zelenina je díky obsahu stavebních polysacharidů významným zdrojem nerozpustné vlákniny [30].

Paprika obsahuje poměrně vysoké množství sacharidů, asi 3 – 5 %. Hlavní složku tvoří fruktóza, dále glukóza, zastoupena je také sacharóza a v malém množství galaktóza a maltóza. Z polysacharidů se v paprice nachází pektin a celulóza [14].

### 1.3.3 Dusíkaté látky

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky složené ze sta až tisíce aminokyselin, tvoří základní stavební materiál buněk [15]. Rostlinné bílkoviny jsou v lidském organismu využívány pouze částečně, jejich využitelnost lze zvýšit kombinací s živočišnými bílkovinami. V zelenině je jich obsaženo kolem 0,13 % [11]. Z dusíkatých látek obsažených v zelenině připadá na bílkoviny pouze část, 20 – 65 % dusíkatých látek je tvořeno nebílkovinnými látkami, např. amidy, aminokyselinami [10].

Zeleninová paprika obsahuje 0,3 – 1,5 % bílkovin [9].

### 1.3.4 Lipidy

Lipidy tvoří početnou skupinu chemicky i funkčně různorodých nízkomolekulárních látek, jsou nerozpustné ve vodě. Plní stavební, energetickou a zásobní funkci [16]. Obsah lipidů v zelenině je nízký asi 0,4 % a nemají význam z hlediska výživy. Nachází se hlavně

v semenech. Často bývají vázány v aromatických sloučeninách a podílí se na vůni a chuti [17].

Obsah lipidů v paprice je 0,4 %. Největší zastoupení připadá na kyselinu linoleovou. Lipidy mají velký význam u mleté kořeninové papriky, kde zintenzivňují červenou barvu [14].

### 1.3.5 Organické kyseliny

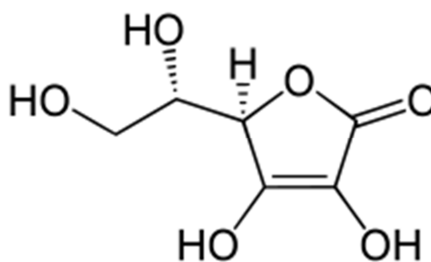
Organické kyseliny jsou významnou složkou zeleniny, i když jejich obsah je poměrně nízký 0,2 – 0,4 %. Dodávají zelenině typickou chuť a působí bakteriostaticky [18]. Větší část kyselin je vázána ve formě solí. Nejvíce je zastoupena kyselina jablečná a citrónová, v menším množství kyselina šťavelová [10].

Celkový obsah organických kyselin v paprice je 0,08 – 0,22 %. Hlavní podíl tvoří kyselina citrónová, dále se v paprice nachází také kyselina šťavelová, jablečná, vinná a salicylová [14].

### 1.3.6 Vitamíny

Komplex vitamínů chrání lidský organismus v mnoha směrech, působí zejména proti hypovitaminózám a avitaminózám. Některé působí také proti nádorovým onemocněním (např. tokoferol, kyselina askorbová,  $\beta$  – karoten). Vitamín A a C jsou důležité při ochraně před nežádoucími účinky volných radikálů. Z vitamínů skupiny B jsou u zeleniny nejdůležitější vitamín  $B_1$ ,  $B_2$  a vitamín PP [18].

Z vitamínů obsažených v paprice je nejvýznamnější obsah vitamínu C. V plodu se nachází kolem 1500 mg v 1 kg čerstvé hmoty, což je dvojnásobek doporučené denní dávky tohoto vitamínu [2].



Obr. č. 3: Kyselina askorbová [19]



Další důležitá složka v paprice je  $\beta$  – karoten (provitamin A), který se v organismu mění na vitamín A. Denní potřeba tohoto vitamínu je 1,5 – 2 mg, čemuž odpovídá asi 100 g čerstvé papriky. Plody papriky dále obsahují stejně jako plody rajčat S – metylmethionin (vitamín U) a ve významném množství vitamín  $B_1$ ,  $B_2$  a PP [9, 14, 20].

### 1.3.7 Minerální látky

Zelenina je nejvýznamnějším zdrojem minerálních látek, nachází se v ní v lehce přijatelných sloučeninách. Regulují fyziologické a biochemické funkce [17, 18].

Minerální látky obsažené v paprice, hlavně vápník, draslík, sodík, hořčík a železo jsou důležité pro udržování acidobazické rovnováhy v organismu. Tyto zásadotvorné prvky vyrovnávají kyselinotvorné složky obsažené v masité a moučné stravě [14, 22].

### 1.3.8 Enzymy

Enzymy jsou makromolekulární biokatalyzátory, které umožňují složité biochemické reakce. Skládají se z bílkovinné části apoenzymu a nebílkovinné části kofaktoru [15, 16]. Důležité jsou především při skladování a zpracování zeleniny. Z hydroláz se nejvíce uplatňují glukooxidázy a proteázy. Z oxidoreduktáz hlavně lipoxygenázy, některé zmíněné enzymy mají vliv na změnu vůně a chuti během zpracování zeleniny [10].

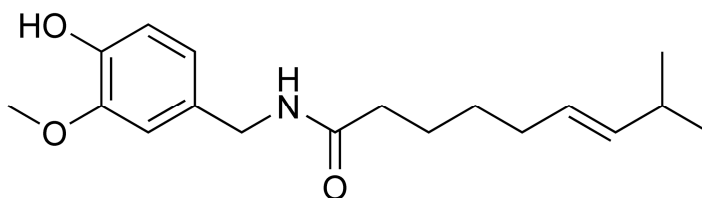
### 1.3.9 Těkavé aromatické látky

Těkavé aromatické látky (éterické oleje) dodávají zelenině typickou vůni. Jsou směsí různých látek, kdy nejmenší zastoupení mají obvykle alkoholy a největší těkavé sirné sloučeniny. V paprice se tyto látky nachází v dužině [18]. Belko (2005) uvádí, že jejich obsah se pohybuje v rozmezí od 0,1 – 0,3 %.

### 1.3.10 Alkaloidy

Štiplavá chuť papriky je způsobena alkaloidem kapsaicinem. Ve sladké paprice se ho nachází asi 0,1 %, v pálivé paprice asi 1 %. V malých dávkách má pozitivní vliv na trávení, ve větších dávkách dráždí pokožku i sliznici [22].

Pálivými látkami různých odrůd paprik rodu *Capsicum annuum* a *Capsicum frutescens* jsou kapsaicinoidy. Asi 90 % kapsaicinoidů tvoří kapsaicin a dihydrokapsaicin, zbytek připadá na další příbuzné sloučeniny [23, 24]. Práh rozpoznání pálivé chuti kapsaicinu je 0,1 mg/kg při koncentraci 10 mg/kg. Pálivost dihydrokapsaicinu je přibližně stejná. Oba kapsaicinoidy vykazují asi 150 až 300 krát vyšší pálivost než pálivé látky obsažené v zázvoru a černém kořenu [24, 25].



Obr. č. 4: Kapsaicin [26]

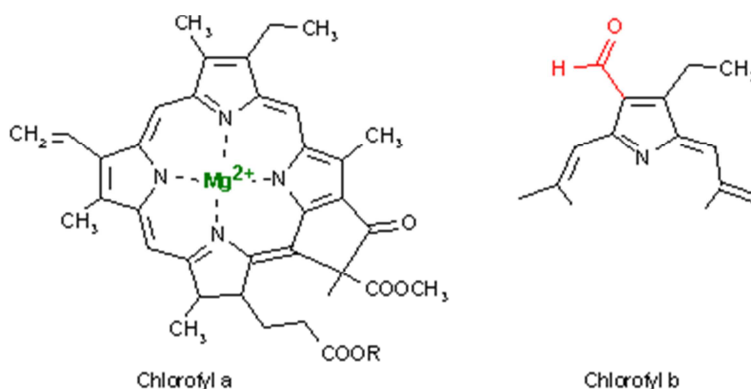
### 1.3.11 Antioxidační látky

Antioxidační látky mají v paprice významnou úlohu. Mají vliv na stabilitu barviv. Kapsaicinoidy se nachází především v žilkách, které obsahují 10 až 60 krát více těchto látek než dužina. Tyto látky dráždí žaludeční a střevní sliznici, podporují činnost trávicího traktu. Dále paprika obsahuje poměrně vysoké množství flavonoidů, což jsou látky se silným antioxidačním účinkem. Chrání oběhovou soustavu [9, 14, 27].

### 1.3.12 Barviva

Barva plodu papriky je způsobena pigmentovým složením, které je nejvíce ovlivněno stupněm zralosti a odrůdou. V technologické zralosti (zelená barva) je nejvíce zastoupen chlorofyl A a B. Postupným zráním se odbourává a dochází ke vzniku typických karotenoidových barviv. Hlavními barvivy červených plodů paprik jsou kapsanthin

a kapsorubin. Dále se na červené barvě podílí také kryptokapsin. U odrůd, které mají žluté nebo oranžové plody, nejsou tyto barviva převládající [14, 28, 29].



Obr. č. 5: Chlorofyl A a B [11]

#### 1.4 Význam zeleninové papriky ve výživě

Paprika roční patří mezi nutričně hodnotnou zeleninu s nízkou energetickou hodnotou. Je hodnotným zdrojem vitamínu C. Další významnou sloučeninou tvoří karoten, který dodává plodům papriky sytou barvu. Pálivá chuť papriky je způsobena alkaloidem kapsaicinem. Nejvíce se ho nachází na vnitřní stěně plodu. Paprika patří mezi potraviny s vysokými antioxidačními schopnostmi, podporuje imunitu, má antiflogistické účinky. Inhibuje shlukování trombocytů a brání oxidaci lipoproteinů o nízké hustotě, snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Podporuje prokrvení pokožky, produkci tepla, zvyšuje vylučování trávicích šťáv i chuť k jídlu. Významný je také obsah bioflavonoidů [2, 9, 12, 14].

Největší část plodu paprik tvoří voda, proto zastoupení ostatních složek tj. bílkovin, sacharidů, tuků a minerálních látek je poměrně nízké.

Obsah jednotlivých složek a srovnání chemického složení červené papriky, zelené papriky a rajčete jsou uvedeny v tabulkách č. 1 a 2. Údaje jsou vyjádřeny v čerstvé hmotě.

Tab. č. 1: Základní složky plodové zeleniny [11]

	Paprika červená	Paprika zelená	Rajče
<b>Energie kJ/kg</b>	1210	650	1030
<b>Základní složky g/kg</b>			
Voda	920	933	937
Sušina	80	67	63
Bílkoviny	12	8	11
Lipidy	5	3	3
Sacharidy	52	26	46
Popeloviny	6	n	5,9
Vláknina	16	19	15

Tab. č. 2: Minerální látky a vitamíny v plodové zelenině [11]

Minerální látky, vitamíny mg/kg	Paprika červená	Paprika zelená	Rajče
Ca - vápník	80	80	260
Fe - železo	6,5	4	11,8
Na - sodík	20	40	63
Mg - hořčík	130	100	200
P - fosfor	300	190	260
Cl - chlor	115	100	600
K - draslík	2120	1700	2970
Zn - zinek	3,7	1	2,2
J - jod	0,027	0,010	0,027
Mn - mangan	1	1	1,4
S - síra	210	210	188
Cu - měď	1,6	0,2	0,1
A (karoten)	38,4	2,65	3,59
B1 (thiamin)	0,48	0,4	0,92
B2 (riboflavin)	0,5	0,3	0,76
B6 (pyridoxin)	5,7	3	1,16
PP (niacin)	13	2	5,3
B9 (folacin)	0,22	0,36	0,37
B12 (kobalamin)	0	0	0
- kys. pantotenová	0,8	0,8	3
C (kys. askorbová)	1615	1200	224
D (kalciferol)	0	0	0
E ( tokoferol)	8	8	12,2
P a bioflavonoidy	225	0	47
S - methylmethionin	38,7	0	44,6

## 2 AGROTECHNIKA

### 2.1 Nároky na stanoviště

Paprika patří mezi náročnou teplomilnou zeleninu, má vysoké požadavky na světlo, teplo a vodu. Nedostatek světla způsobuje opadávání květů a květních pupat. Minimální teplota pro růst je 14 °C, teploty nad 30 °C mají negativní dopad na výnos. Optimální teplota pro pěstování je během dne 22 – 25 °C a v noci 18 – 20 °C. Pro pěstování v ČR jsou přijatelné nejteplejší kukuřičné výrobní oblasti [3, 4, 31].

V důsledku slabší kořenové soustavy potřebuje paprika dostatečné zásobení vodou. Ideální zásobení vody v půdě je 60 – 80 % polní vodní kapacity, vlhkost vzduchu se má pohybovat v rozmezí 60 – 80 % [7].

Půda sloužící pro pěstování paprik má být lehká, záhřevná s dostatkem humusu, lehké půdy 2 – 3 %, hlinité 4 %. Nejvhodnější jsou černozemě, hnědozemě a spraše s pH 6 – 6,5. Důležitá je také dobrá provzdušněnost půdy. Paprika je náročná na obsah a výměnu půdního vzduchu, z tohoto důvodu je potřeba věnovat pozornost nejen výběru půdy, ale také kultivaci [2, 9, 32].

### 2.2 Nároky na hnojení

Paprika se zařazuje do I. trati, dávka chlévského hnoje po organicky nehnojených předplodinách je 40 t/ha. Vhodnou předplodinou jsou obilniny, krmné směsky, luskoviny. Nevhodnými předplodinami jsou plodiny z čeledi lilkovitých, stejně i vojtěška, z důvodu rozšíření virových chorob. Paprika se po sobě zařazuje za 4 – 5 let [3, 12].

Na jednu tunu papriky je z půdy odčerpáno 2,75 kg dusíku, 0,38 kg fosforu, 2,3 kg draslíku, 2,24 kg vápníku a 0,25 kg hořčíku. U minerálních hnojiv se při hnojení dusíkem aplikuje první polovina dávky ve formě síranu amonného a druhá polovina v ledkové formě. Při hnojení draslíkem se nesmí dodávat hnojiva obsahující chlór, protože způsobuje žloutenku a opad listů. Množství hnojiva se stanovuje podle půdního rozboru s ohledem na plánovaný výnos a po odpočtu živin dodaných v organickém hnojivu [2, 4].

Při výnosu 20 t je vyžadováno 20 – 30 kg  $P_2O_5$ , 70 – 90 kg  $K_2O$  a 10 – 15 kg  $MgO$ / ha [2].

### 2.3 Předpěstování a výsadba

Paprika má dlouhou vegetační dobu, proto ji pěstujeme z předpěstované sadby. Optimální termín výsevu semen je dle Petříkové (2006) do 20. února. Ideální teplota pro klíčení je 25 – 30 °C, při této teplotě semeno vyklíčí za 7 – 8 dní. Po vzejítí je vhodná teplota 15 – 17 °C v délce jednoho týdne, v další etapě se udržuje teplota 17 – 20 °C přes den a 12 – 14 °C v noci [2, 3].

Sazenice paprik určené pro výsadbu by měly mít výšku asi 150 mm. Malý (1998) doporučuje termín výsadby kolem 15. května za teplého podmračeného počasí. Odrůdy mohutnějšího vzrůstu jsou předpěstovány a vysazovány po jedné rostlině do sponu 0,6 x 0,4 m, odrůdy se slabším vzrůstem po dvou rostlinách z důvodu lepší stability a většího výnosu do sponu 0,5 x 0,3 – 0,4 m [4, 12]. Po výsadbě i během vegetace je nutné porost zavlažovat. Během pěstování je potřeba ničit plevely a provzdušňovat půdu [18]. Vývin plodů od opylení po technickou zralost trvá přibližně 45 dnů. Dalších 20 dnů je potřeba pro dozrání do botanické zralosti [3].

### 2.4 Sklizeň, požadavky na jakost

Plody zeleninové papriky se sklízí během celé vegetace až do mrazů. Sklizeň se provádí ručně, a to buď v technické, nebo botanické zralosti. Paprika se nachází v technologické zralosti, když je plod pevný, lesklý a má světlejší barvu, při stlačení by měl mírně lupnout. Velikost plodu se u jednotlivých odrůd liší. Botanické zralosti je dosaženo po vybarvení, které je typické pro danou odrůdu [7, 31]. Sklizeň paprik se provádí tak, aby se s plodem ulomila také celá stopka. Pokud by stopka zůstala na rostlině, hrozil by rozvoj bakteriálních a houbových chorob [9].

Po sklizni následuje třídění. Kvalitou a způsobem třídění se zabývá norma ČSN 46 3156 *Paprika zeleninová*. Tato norma platí pro zeleninovou papriku určenou k přímé spotřebě.

Podle tvaru se zde rozlišují čtyři druhy zeleninové papriky:

- paprika zeleninová podlouhlá (špičatá)
- paprika zeleninová hranatá bez špičky (tupá)
- paprika zeleninová hranatá se špičkou (ve tvaru mrkve)
- paprika zeleninová zploštělá (rajčínová)

Dále norma uvádí minimální požadavky, které stanovují, že paprika musí být celá, čerstvého vzhledu, zdravá, čistá, dobře vyvinutá, nepoškozená mrazem ani škůdci, bez poranění, bez popálenin způsobených sluncem, se stopkou a bez cizího pachu a chuti.

Zeleninová paprika se zařazuje do dvou jakostních tříd. Do I. třídy patří plody dobré jakosti, které musí být pevné, beze skvrn a jejich tvar a vybarvení musí odpovídat odrůdě v závislosti na stadiu zralosti. Stopka může být mírně poškozena nebo odříznuta, ale kalich musí být beze změn.

Do II. třídy jakosti se zařazují plody, které neodpovídají požadavkům na I. jakostní třídu, ale splňují minimální požadavky. Přípustné jsou pouze tyto odchylky (pokud neovlivňují základní vlastnosti týkající se jakosti, skladovatelnosti a obchodní úpravy) vady tvaru a vývinu, popáleniny způsobené sluncem nebo lehká zacelená poškození (jestliže celková plocha nepřesahuje více než  $10 \text{ mm}^2$  nebo 20 mm délky plodu) a povrchové praskliny do 30 mm. Plod smí být méně pevný, nemůže však být zvadlý. Stopka může být poškozena i odříznuta [38].

## 2.5 Skladování

Zeleninová paprika se řadí mezi krátkodobě skladovatelné zeleniny. Bartoš (2000) uvádí jako optimální teplotu pro skladování 8 – 12 °C a relativní vlhkost vzduchu 85 – 90 %. Při skladování pod 7,5 °C je u většiny odrůd nebezpečí vzniku poškození chladem a rozvoje houbových chorob. Při skladovacích teplotách nad 12 °C nastává zrychlené dozrávání a rozvoj bakteriálních chorob. Při dodržení výše uvedených podmínek lze papriky skladovat 10 – 20 dnů.



### 3 VÝŽIVA A HNOJENÍ ZELENINY

Zelenina má ve srovnání s ostatními zemědělskými plodinami vysoké nároky na živiny. Z tohoto důvodu je výživa a hnojení rostlin jedním z nejdůležitějších faktorů pěstitelských technologií. Při intenzivním pěstování je nezbytné pravidelně dodávat odčerpané živiny z půdy, aby neklesla půdní úrodnost [33, 36].

Podle zákona č. 156/1998 Sb. jsou za hnojiva považovány látky, které obsahují živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce [39].

Hnojiva se rozdělují do tří základních skupin:

1. podle účinnosti – hnojiva přímá, pomocné látky
2. podle původu – hnojiva minerální, hnojiva statková
3. podle skupenství – hnojiva tuhá, hnojiva statková

#### 3.1 Makroelementy a mikroelementy ve výživě

Každý z prvků má ve výživě rostlin specifický význam. Funkce jednotlivých živin jsou odlišné u rozdílných druhů zeleniny, proto mají jednotlivé druhy zeleniny různé nároky na živiny. Mezi makroelementy ve výživě zeleniny patří dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg) a síra (S). Z mikroelementů se největší pozornost věnuje molybdenu (Mo), bóru (B), manganu (Mn), mědi (Cu) a železu (Fe) [40].

##### 3.1.1 Dusík

Dusík je významným prvkem pro všechny živé organismy, nejvíce zasahuje do životních pochodů rostlin ze všech živin. Je součástí aminokyselin, amidů, bílkovin, pyrimidinových, purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu, enzymů a ostatních biologicky aktivních látek [34].

Má klíčové postavení v metabolismu rostliny. Dusík je živina s nejpodstatnějším vlivem na objem rostlinné produkce a při vyrovnané výživě všemi ostatními živinami má pozitivní vliv i na kvalitu. Je to tedy prvořadý prvek růstu, výnosu a kvality. V půdě se dusík nachází ve formě organické (98 – 99 %) rostlinám nepřístupné a jen malá část ve formě minerální [2, 7].

Přijatý dusík je zakomponován do uhlíkatých sloučenin v aminoskupinách za vzniku aminokyselin. Dusík je rostlinou přijímán převážně ze dvou forem  $NO_3^-$  a  $NH_4^+$

iontů. Obě podoby dusíku jsou pohyblivé, metabolicky využitelné, ale mají odlišný význam, úměrný rozdílu oxidace obou iontových forem. Rostliny jsou také schopny omezeně přijímat i určité dusíkaté organické sloučeniny (močovinu) [35].

### 3.1.1.1 *Projevy nedostatku dusíku*

Nedostatek dusíku se projevuje špatným růstem rostlin, rostliny jsou malé. Dochází také ke změnám listů, jsou malé, úzké, bledě zelené, žluté, oranžové až červené. Při silném nedostatku může list od spodu odumřít a odpadnout [36].

Nedostatkem dusíku trpí nejprve listy nižších pater, protože se v nich dusík přemisťuje, aby udržel vývoj mladých listů, plodů a semen. Tento děj je někdy zaměňován s dojmem rychlého dozrávání. Ke změnám dochází také v morfologii kořenů, málo se větví a zvyšuje se poměr hmoty kořenu k nadzemní části [37].

U košťálovin se deficit dusíku projevuje šedozeleným zbarvením listů, salát, zelí a kapusta špatně tvoří hlávky. Červená řepa a červené zelí se barví do červena. U obilovin se snižuje délka klasů, počet klasů na plochu a počet i hmotnost zrn [2, 34].

### 3.1.1.2 *Projevy nadbytku dusíku*

Při nadbytku dusíku dochází k hojnému růstu rostlin. Rostliny mají větší asimilační plochu, listy jsou temně zelené. Dochází ke snížení obsahu sušiny, tím se zvyšuje náchylnost na houbové choroby a snižuje skladovatelnost [37].

### 3.1.1.3 *Dusíkatá hnojiva*

Dusíkatá hnojiva se dělí podle formy, v jaké je dusík v hnojivu vázán.

Amoniakální dusíkatá hnojiva obsahují dusík ve formě  $\text{NH}_4^+$ , např. dusičnan amonný  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  a síran amonný  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Jsou vyráběny neutralizací příslušné kyseliny amoniakem [34].

Nitrátová dusíkatá hnojiva obsahují dusík ve formě  $\text{NO}_3^-$ , např. dusičnan vápenatý  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , dusičnan hořečnato-vápenatý  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

Jako amidová dusíkatá hnojiva je označována např. močovina  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , dusíkaté vápno  $\text{CaNCN}$  [36].

Amoniakální dusíkatá hnojiva se někdy nazývají jako fyziologicky kyselá, zatímco nitrátová dusíkatá hnojiva jako ledky. Jako dusíkaté hnojivo se též používá kapalný

amoniak. Nejdůležitějším způsobem výroby síranu amonného je neutralizace kyseliny sírové amoniakem. Síran amonný je možné získat jako odpadní produkt např. při odsíření kouřových plynů. Dusíkaté vápno se vyrábí reakcí dusíku s karbidem vápníku. Význam amonných a nitrátových dusíkatých hnojiv postupně klesá, v současnosti se používají nejvíce dusíkatá hnojiva amidová, zejména močovina [36].

### 3.1.2 Fosfor

Fosfor a organické sloučeniny fosforu (ATP, NADPH) se účastní fotosyntetických pochodů (fosforylace) a tím se podílí na stavbě základní cytoplazmy. Je důležitým stavebním prvkem proteinů a enzymů. Má vliv také na tvorbu lipidů a jejich štěpení [33].

Fosfor má v rostlině energetickou a stavební funkci. Energetická funkce spočívá v přenosu metabolické energie a schopnosti ortofosfátu tvořit se sacharidy esterické vazby. Stavební funkce fosforu vychází také z tvorby esteru s cukry a cukernými deriváty. Mezi tyto látky se řadí mono- a dinukleotidy, fosfoglyceridy, fosfolipidy a fosfatidy [35].

Fosfor se také zúčastňuje stavby ATP a ADP. Má nezbytnou funkci v procesech fotosyntézy, dýchání, metabolismu tuků, sacharidů a bílkovin a podílí se na dalších metabolických procesech.

Rostliny potřebují značné množství fosforu již v počátečních stádiích růstu. Fosforečná hnojiva nedodávají pouze hlavní živinu, ale zlepšují fyzikální vlastnosti půd a také zásobují půdu fosforem pro mikroorganismy. Fosfor podporuje růst kořenů a tím ovlivňuje tvorbu humusu z kořenových zbytků. Na přijatelnost fosforu má vliv teplota půdy a osvětlení. Zeleniny jsou na fosfor náročné hlavně v počátečním vývojovém stadiu [2].

#### 3.1.2.1 *Projevy nedostatku fosforu*

Za normálních podmínek jsou příznaky nedostatku fosforu málo výrazné. Nedostatek fosforu má za následek zpomalení růstu nadzemních orgánů a negativní vliv na kořeny. Listy jsou menší a postupně odumírají. Při poklesu koncentrace fosforu výrazně pod ideální hodnotu může dojít k hyperchlorofylaci listu, která se vyznačuje černofialovým zabarvením (způsobeným zvýšeným obsahem antokyanu) [36].

Dvouděložné rostliny mají dlouze řapíkaté listy se silně vystouplou nervaturou. Někdy dochází ke vzniku červených nebo purpurových pigmentů a později nekrózy označované jako „bronzing“. Ovocné stromy (jabloně, broskvoně) mají kožovitý povrch

listů s bronzovým leskem. Poškozený list ze stromu předčasně opadne. Dochází k opožděnému rašení pupenů [33].

### **3.1.2.2 *Projevy nadbytku fosforu***

Projevy nadbytku fosforu na rostlinách nebyly upozorovány na středních a těžších půdách pro vysokou schopnost poutat fosfát. Nadměrné dávky rozpustných fosfátů mohou však způsobit škody z přehnojení, tím dochází ke zpomalení příjmu ostatních živin, což může mít za následek předčasné zrání a snížení výnosů [2, 37].

### **3.1.2.3 *Fosforečná hnojiva***

Důležitými fosforečnými hnojivy jsou superfosfát, trojitý superfosfát, fosforečnaný amonný, nitrofosfáty, slinované fosfáty, tavené fosfáty a Thomasova moučka [7].

Superfosfát se vyrábí rozkladem apatitu 70% kyselinou sírovou. Význam tohoto hnojiva v současnosti klesá, protože obsahuje přibližně jen 20 % oxidu fosforečného s poměrně nízkou biologickou využitelností. Trojitý superfosfát se vyrábí rozkladem apatitu kyselinou fosforečnou a obsahuje přibližně 47 % oxidu fosforečného ve formě biologicky vhodnější. V současnosti narůstá produkce fosforečnanů amonných, připravovaných neutralizací kyseliny fosforečné amoniakem. Jsou používány jak v pevné, tak i v kapalně formě. Nitrofosfáty se připravují rozkladem apatitu kyselinou dusičnou [12, 35, 36].

### **3.1.3 *Draslík, vápník, hořčík, síra***

#### **Draslík**

Nároky zeleniny na draslík jsou vysoké. V rostlinných produktech zvyšuje obsah cukru, škrobu, celulózy a určitých vitamínů. Ovlivňuje vybarvení květů a plodů. Prodlužuje skladovatelnost a zvyšuje odolnost proti napadení chorobami. Draslík je tedy důležitý pro růst, výnosy i kvalitu pěstovaných plodin. Nedostatek se projevuje světle zeleným zbarvením listů a opožděným růstem. Nadbytek draslíku brání příjmu vápníku, hořčíku, aj., čímž může dojít k projevům nedostatku těchto prvků [33].

### **Vápník**

Vápník má pozitivní vliv na růst a funkci kořenů, ovlivňuje přijatelnost různých živin. Neutralizuje nadbytek kyselin v plodinách. Nedostatek se projevuje slabým růstem kořenů, jejich černáním a zahníváním. Nadbytek vápníku většině rostlin neškodí [4].

### **Hořčík**

Hořčík je významnou složkou chlorofylu, nachází se také v mitochondriích a buněčných stěnách. Ovlivňuje aktivaci enzymatických pochodů a má význam při metabolismu cukrů, lipidů, bílkovin a nukleových kyselin. Nedostatek hořčíku u rostlin snižuje výnosy v důsledku chlorózy a nekróz na listech. Dochází k poklesu intenzity fotosyntézy, čímž je snížena tvorba cukrů, bílkovin a dochází k hromadění amidického dusíku a volných aminokyselin. Přebytek hořčíku se projevuje snížením zkrácením hlavního kořene, snížením tvorby postranních a kořenových vlásků [40].

### **Síra**

Síra má u zeleniny význam při proteosyntéze a ovlivňuje tvorbu sekundárních metabolitů, které jsou typické pro určité druhy zeleniny (glukosinoláty, hořčičné silice). Při nedostatku síry dochází nejprve ke žloutnutí starých listů, později zežloutne celá rostlina [41].

## 4 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA

### 4.1 Volné radikály

Pro volné radikály jsou charakteristické nepárové elektrony. V přítomnosti kyslíku dojde k navázání molekuly kyslíku na místo nepárového elektronu a vzniká peroxylový radikál, který se snaží z jiné sloučeniny získat chybějící elektron, čímž dochází k vytvoření jiného volného radikálu [42].

Volné radikály působí na biologicky významné sloučeniny, hlavně lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny a mění jejich strukturu, čímž pozměňují jejich funkci. Způsobují oxidační stres (převaha volných radikálů nad antioxidanty), ovlivňují vznik a šíření závažných onemocnění a důležitou roli mají také při stárnutí [43]. Jedná se především o reaktivní kyslíkové radikály (ROS – reactive oxygen species) a dusíkaté radikály (RNS – reactive nitrogen species) [44].

### 4.2 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky, jejichž molekuly snižují aktivitu volných radikálů tím, že je převádí do méně reaktivních nebo nereaktivních forem [45]. Vytváří přirozený ochranný systém organismu proti nežádoucím změnám, chrání buňky a jejich struktury. Ochrana před oxidačním poškozením je zajištěna nejen antioxidanty syntetizovanými v těle, ale také antioxidanty přijímanými potravou [44].

Množství antioxidantů v potravinách je možné zvýšit přidáním dalších antioxidantů. Přidání antioxidantů do potravin se využívá při prodloužení trvanlivosti, zabránění vzniku nežádoucí chuti a vůně nebo pro dosažení vyšší nutriční hodnoty potravin, které obsahují lehce oxidovatelné složky, hlavně lipidy s vyšším podílem nenasycených mastných kyselin [46].

Přidávání antioxidantů do potravin se řídí vyhláškou č. 4/2008 Sb., ve které jsou uvedeny druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Musí být zdravotně nezávadné, účinné v nízkých koncentracích, bez nežádoucí chuti a aroma, snadno aplikovatelné, cenově dostupné [47].

### 4.3 Členění antioxidantů

Antioxidanty se člení podle různých kritérií. Velíšek (2002) uvádí dělení antioxidantů podle mechanismu působení, podle chemické struktury a podle původu.

#### Členění podle mechanismu působení

Antioxidanty působí na proces oxidace lipidů a dalších oxylabilních sloučenin tak, že:

- vstupují do reakce s volnými radikály (primární antioxidanty) nebo redukují vytvořené hydroperoxydy (sekundární antioxidanty)
- navazují do komplexů katalyticky působící kovy
- eliminují existující kyslík

#### Členění podle chemické struktury

Podle chemické struktury se rozlišují antioxidanty na:

- fenolové – tokoferoly, fenolové antioxidanty, galláty
- endioly – kyselina askorbová a erythorbová
- ostatní látky

#### Členění podle původu

Podle původu se antioxidanty dělí na:

- přírodní
- syntetické – BHA (butylhydroxyanisol), BHT (butylhydroxytoluen), TBHQ (2-terc-butylhydrochinon)

#### 4.3.1 Přírodní antioxidanty

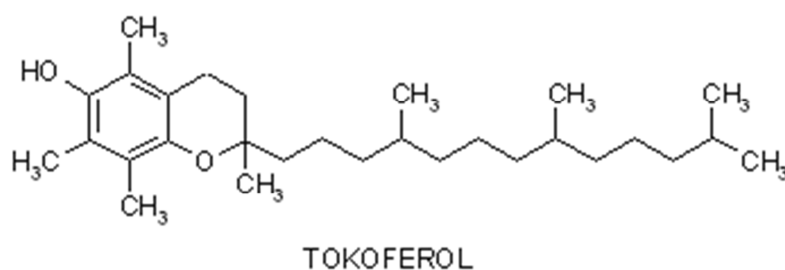
Přírodní antioxidanty se nachází v rostlinných materiálech. Z potravinářských surovin jsou to především byliny a koření (rozmarýna, šalvěj, oregano, hřebíček) a ovoce a zelenina (paprika a cibule). Často mají omezené využití, protože ovlivňují barvu, chuť i vůni [46].

Mezi nejdůležitější přírodní antioxidanty patří tokoferoly a tokotrienoly (vitamín E), kyselina askorbová (vitamín C), karotenoidy a fenolové látky (flavonoidy, fenolové kyseliny, jednoduché fenoly) [48].

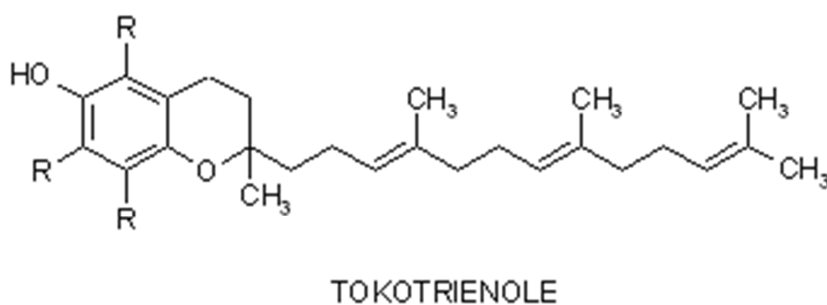
#### 4.3.1.1 Vitamín E (tokoferoly a tokotrienoly)

Vitamín E je soubor osmi izomerů obsahujících chromanový kruh, ze kterých je neúčinnější  $\alpha$ -tokoferol. Je součástí lipidových membrán. Tokoferoly jsou čtyři formy s nasyceným terpenoidním postranním řetězcem, které jsou odvozené od tokolu. Tokotrienoly jsou čtyři formy s nenasyceným postranním řetězcem odvozené od tokotrienolu [25].

Antioxidační účinek tohoto vitamínu spočívá v tom, že dokáže zničit peroxylové radikály mastných kyselin dříve, než stačí napadnout nepoškozené lipidy. Sám se přitom mění na tokoferolový radikál, který má větší stabilitu než sloučeniny, se kterými reaguje [42].



Obr. č. 6: Tokoferol [25]



Obr. č. 7: Tokotrienol [25]

#### 4.3.1.2 Vitamín C (kyselina L-askorbová, kyselina L-dehydroaskorbová)

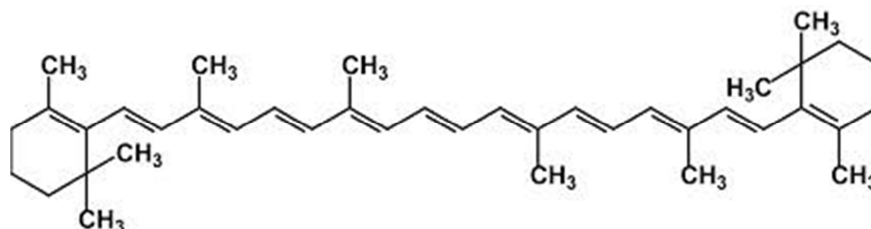
Vitamín C je významnou složkou potravin, je nepostradatelný pro celou řadu dějů. Základní biologicky aktivní látkou je kyselina L-askorbová. Z chemického hlediska je to 2,3-endiol-4-lakton L-threohexulonové kyseliny. V roztocích lehce oxiduje



na dehydro-L- askorbovou kyselinu. Za nepřítomnosti kyslíku je kyselina askorbová stálá také při vyšších teplotách [46].

#### 4.3.1.3 Karotenoidy

Karotenoidy jsou barviva obsahující žluté a červené pigmenty. Jsou lipofilní povahy. Patří mezi izoprenové sloučeniny, zařazují se mezi terpeny. Jednotlivé karoteny se navzájem liší v chemické struktuře. Karoteny  $\alpha$  a  $\beta$  se skládají ze dvou cyklohexenylových kruhů, karoteny  $\gamma$  a  $\delta$  obsahují jen jeden kruh a lykopen má lineární řetězec. Nejvýznamnějším zástupcem je  $\beta$  – karoten, který je provitamínem vitamínu A [42, 48].



Obr. č. 8:  $\beta$ -karoten [42]

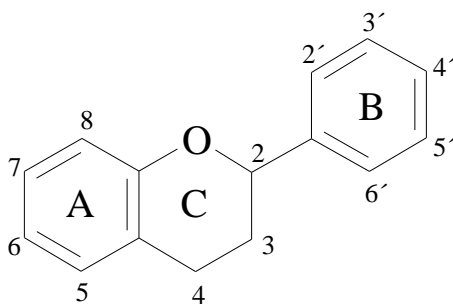
#### 4.3.1.4 Fenolové látky

V rostlinách byly objeveny tisíce fenolických látek s různorodou strukturou. Společným znakem těchto látek je, že se skládají z jednoho nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami. Antioxidační účinek těchto látek závisí na počtu a poloze hydroxylových skupin a také na typu ostatních substituentů. Pozitivní vliv na zdraví mají především polyfenoly, což jsou fenolické látky obsahující více než jedno aromatické jádro. Podporují antioxidační účinek vitamínu C [43, 50].

K nejvýznamnějším fenolickým látkám jsou řazeny fenolické kyseliny, flavonoidy a skupina stilbenů a lignanů [51].

Fenolické kyseliny tvoří asi jednu třetinu polyfenolů. Odvozují se od kyseliny benzoové a skořicové. Patří mezi primární antioxidanty. Antioxidační aktivitu vykazují ve volné formě i vázané (estery, glykosidy, amidy) [46].

Flavonoidy jsou žlutá, ve vodě rozpustná barviva v rostlinách. Jsou to nejvíce se vyskytující polyfenoly ve výživě [49]. Jejich chemická struktura je odvozena od 2-fenylchromonu. Hlavní skupiny flavonoidů tvoří flavanoly, flavanony, flavony, flavonoly, proantokyanidiny, sanidiny a izoflavonoidy [52].



**Obr. č. 9:** Základní struktura flavonoidů [48]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Papriky patří mezi jednu z nejvýznamnějších plodových zelenin. Pro optimální výnos je nutné paprikám dodávat živiny, např. ve formě minerálních hnojiv. Přitom mezi nejdůležitější živiny patří dusík a fosfor. Při aplikaci obou prvků však může dojít ke změnám v chemickém složení plodu.

### **Konkrétní cíle diplomové práce byly stanoveny takto:**

1. Charakterizovat chemické složení zeleniny, zejména s ohledem na zeleninovou papriku
2. Vysvětlit význam minerálních prvků ve výživě rostlin
3. Popsat problematiku výskytu antioxidantů v potravinách
4. Založit nádobový pokus a provést zkoušení vzorků
5. Vyhodnotit výsledky a jejich diskuze

## 6 METODIKA

### 6.1 Metodika práce

Experimentální část byla provedena založením nádobového pokusu. Byly použity plastové nádoby, do kterých bylo naváženo po 8 kg stejné zeminy. Nádoby byly umístěny na pokusné lokalitě v katastrálním území jihomoravské obce Prušánky. Obec Prušánky leží v nadmořské výšce 185 m [53].



**Obr. č. 10:** *Výsadba sazenic paprik*

V tabulce č. 3 jsou uvedeny průměrné denní teploty a množství srážek během vegetace.

**Tab. č. 3:** *Průměrné denní teploty a množství srážek během vegetace*

MĚSÍC	TEPLOTA (°C)	SRÁŽKY (MM)
Květen	17,2	14,3
Červen	20,3	124,5
Červenec	21,5	69,7
Srpen	21,5	17,1

Týden před vysazením sazenic byly do nádob se zeminou naváženy a aplikovány stupňované dávky dusíky a fosforu. Každá varianta byla třikrát opakována. Dusík byl použit ve formě dusičnanu amonného a fosfor ve formě dihydrofosforečnanu vápenatého. Množství použitého dusíku a fosforu je uvedeno v tabulce č. 4. Schéma nádobového pokusu znázorňuje obrázek č. 4.

**Tab. č. 4:** *Vlastní pokus*

ČÍSLO VARIANTY	POUŽITÉ PŘÍHNOJENÍ (mg/kg zeminy)
1	přirozený obsah - kontrola
2	20 mg N/kg
3	40 mg N/kg
4	80 mg N/kg
5	50 mg P/kg
6	100 mg P/kg
7	150 mg P/kg

Pro nádobový pokus byla vybrána odrůda 'ZLATA'.



**Obr. č. 11:** *Paprika roční 'ZLATA'*

'Zlata' je všeobecně rozšířená odrůda zeleninové papriky. Je vhodná pro pěstování na záhonu i ve skleníku. Rostlině se daří na slunném místě chráněném před větrem. Vyžaduje kyprou půdu bohatou na živiny a pravidelnou zálivku. Vytváří pevné vzpřímené keřky. Plody jsou převislé, kuželovité se středně silnou dužinou. Dozrávají ze zelené barvy do žluta až do červena a jsou mírně aromatické [54].

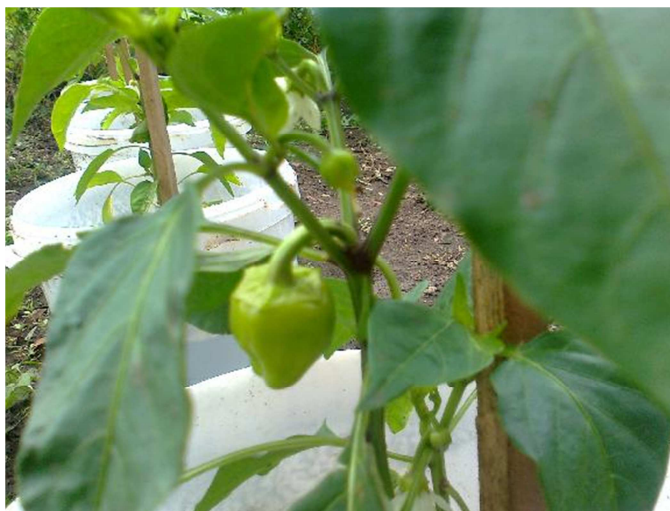


**Obr. č. 12:** *Zrání paprik 1*



**Obr. č. 13:** *Zrání paprik 2*

Sazenice paprik byly vysazeny 16.5.2012, do každé nádoby po dvou rostlinách. Vysazené rostliny byly ihned zavlaženy. Zavlažování probíhalo pravidelně i během vegetace. Dle potřeby bylo prováděno odplevelení a nakypření půdy. Sklizeň plodů paprik proběhla postupně v konzumní zralosti [58] dne 18.8.2012. Sklizené plody paprik ze stejného opakování byly smíchány a zmraženy na teplotu – 18 °C.



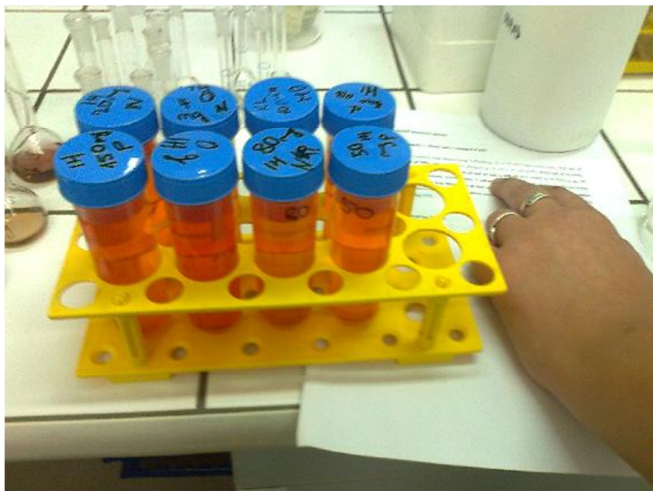
**Obr. č. 14:** *Roustoucí plod papriky*

## **6.2 Chemická analýza**

### **6.2.1 Příprava vzorku**

Před jednotlivými stanoveními byl nejprve přichystán vzorek. Vzorek byl připraven extrakcí. K 5 g vzorku papriky rozetřené v třecí misce bylo přidáno 50 ml metanolu. Vzniklý roztok byl převeden do Erlenmayerovy baňky, obalen hliníkovou fólií, promíchán a ponechán 14 hodin ve vodní lázni při 25 °C. Po uplynutí této doby byl roztok zfiltrován přes filtrační papír.





Obr. č. 15: Zfiltrovaný extrakt papriky

## 6.2.2 Stanovení antioxidační aktivity

### Princip

Principem této metody je reakce volného radikálu DPPH (1,1- bifenyl-2-(2,4,6 – trinitrofenol)hydrazyl) s antioxidanty obsaženými ve vzorku papriky. Během stanovení nastává změna barvy a dochází k úbytku absorbance. Absorbance se měří při vlnové délce 515 nm [55].

### Postup

Pro stanovení antioxidační aktivity byly použity připravené extrakty. Rozpuštěním 0,024 g DPPH ve 100 ml metanolu byl přichystán zásobní roztok. Z tohoto roztoku bylo odebráno 10 ml a smícháno se 45 ml metanolu. Vznikl pracovní roztok, u kterého byla změřena absorbance.

Reakční směs byla vytvořena přidáním 8,55 ml pracovního roztoku ke 450  $\mu$ l zfiltrovaného extraktu. Tato směs byla na hodinu uložena do tmy. Po uplynutí této doby byla u každého vzorku proměřena absorbance. Měření proběhlo vždy dvakrát. Výsledky byly vyjádřeny v procentech.



Obr. č. 16: Stanovení antioxidační aktivity

### 6.2.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

#### Princip

Polyfenoly reagují s Folin-Ciocalteuovým činidlem. Změna zbarvení je pozorována spektrofotometricky. Jako standard slouží kyselina gallová [56].

#### Postup

Ke stanovení celkového obsahu polyfenolů byly použity připravené extrakty. Do 10 ml odměrné baňky bylo odměřeno 0,1 ml extraktu, 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla, 1,5 ml 20 % uhličitanu sodného a doplněno vodou. Byl přichystán slepý pokus, který obsahoval stejná činidla kromě extraktu. Proti slepému pokusu byly proměřeny všechny vzorky při vlnové délce 765 nm. Měření proběhlo vždy dvakrát.



**Obr. č. 17:** Stanovení polyfenolů

#### 6.2.4 Stanovení celkového obsahu flavonoidů

##### Princip

Změnu zbarvení roztoků dusitanu sodného s hlinitou solí vyvolává přítomnost flavonoidů. Změna zbarvení je sledována spektrofotometricky. Jako standard se používá rutin [57].

##### Postup

Ke stanovení celkového obsahu flavonoidů byly použity připravené extrakty. Do zkumavky bylo napipetováno 0,3 ml extraktu, 3,4 ml 30 % etanolu, 0,15 ml dusitanu sodného a 0,15 ml hexahydrátu chloridu hlinitého. Obsah zkumavky byl promíchán a ponechán v klidu. Po 5 minutách byl přidán 1 ml hydroxidu sodného, obsah opět promíchám a ihned proměřen při vlnové délce 506 nm. U všech vzorků byla provedena dvě měření [58].

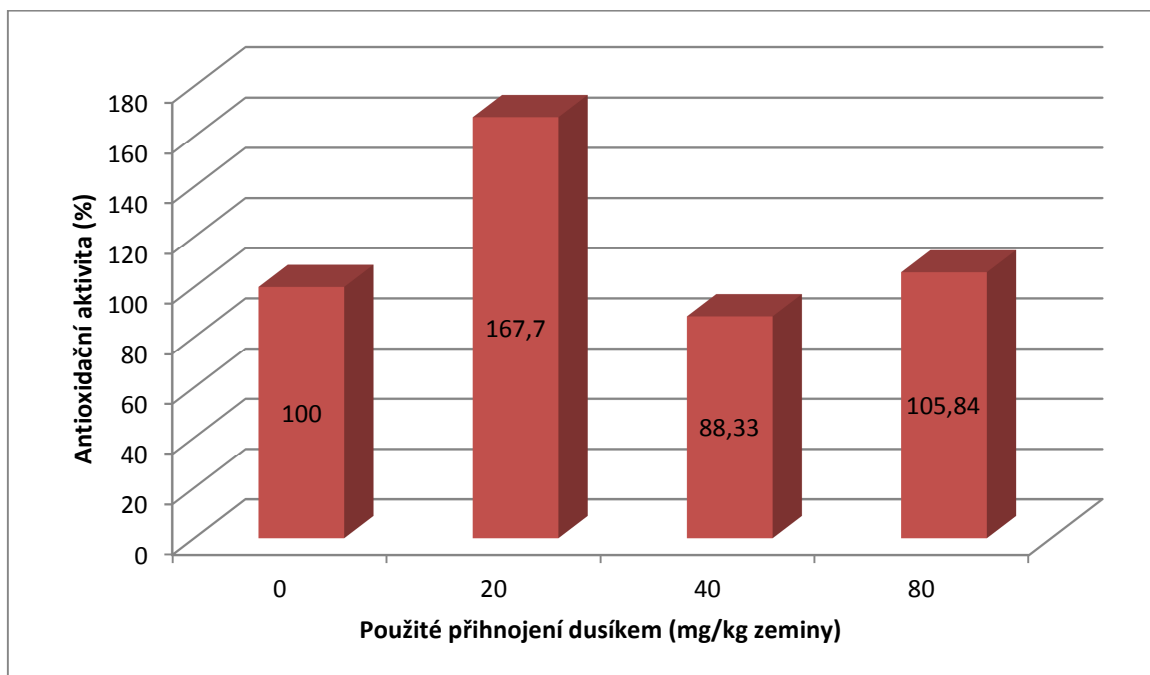
## 7 VÝSLEDKY

### 7.1 Stanovení antioxidační aktivity

Antioxidační aktivita byla stanovena spektrofotometricky. Výsledky byly vyjádřeny v procentech a jsou uvedeny v tabulkách č. 5 a 6, grafické znázornění uvádí grafy č. 1 a 2.

**Tab. č. 5:** *Vliv obsahu dusíku na antioxidační aktivitu paprik*

Použité přihnojení dusíkem (mg/kg zeminy)	Antioxidační aktivita – index (%)
0	100
20	167,70
40	88,33
80	105,84

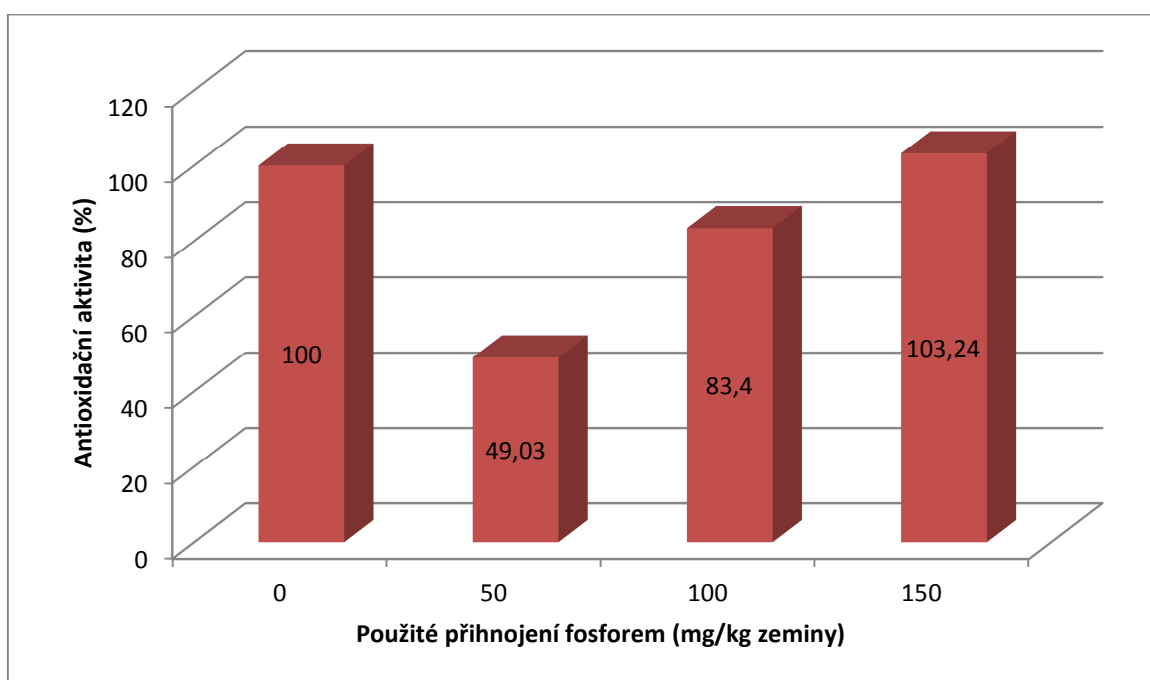


**Graf č. 1:** *Vliv obsahu dusíku na antioxidační aktivitu paprik*

Z grafu č. 1 vyplývá, že největší antioxidační aktivita byla při přidání 20 mg dusíku na 1 kg zeminy, došlo ke zvýšení o 67,70 %. Dalším přidavkem dusíku do půdy se antioxidační aktivita snížila, při přihnojení 40 mg dusíku na kg zeminy na 88,33 %, při 80 mg dusíku na kg zeminy se mírně zvýšila na 105,84 %. Jako standard byla zvolena varianta s přirozeným obsahem dusíku v půdě, která se nepřihnojovala (počítáno jako 100 %).

**Tab. č. 6:** Vliv obsahu fosforu na antioxidační aktivitu paprik

Použité přihnojení fosforem (mg/kg zeminy)	Antioxidační aktivita – index (%)
0	100
50	49,03
100	83,40
150	103,24



**Graf č. 2:** Vliv obsahu fosforu na antioxidační aktivitu paprik

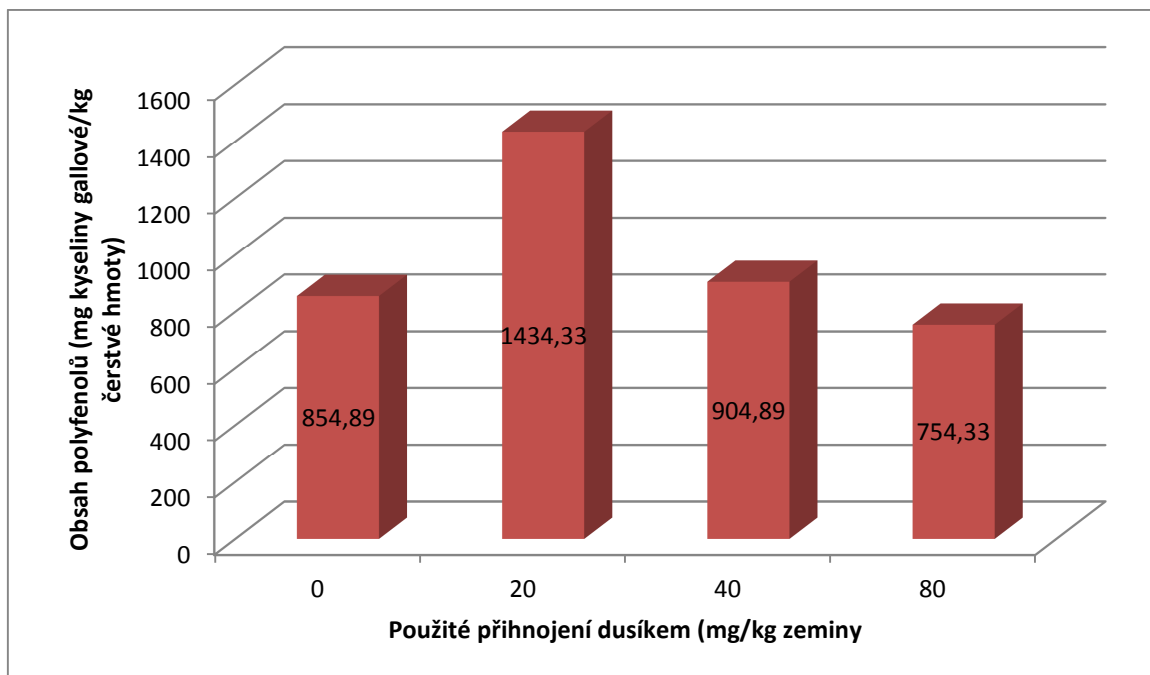
Se stupňujícím obsahem fosforu se antioxidační aktivita zvyšovala. Nejvyšší antioxidační aktivita byla u variant s nejvyšší koncentrací fosforu v půdě (103,24 %) a nejnižší u variant s nejnižší koncentrací fosforu v půdě (49,03 %). Při dávce 50 mg na 1 kg zeminy se antioxidační aktivita snížila asi o 51 %, při dávce 100 mg fosforu na 1 kg zeminy o 16,6 % a při přihnojení 150 mg fosforu na 1 kg zeminy se zvýšila asi o 3 %. Jako standard byla zvolena varianta s přirozeným obsahem fosforu v půdě (počítáno jako 100 %).

## 7.2 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

Pro stanovení celkového obsahu polyfenolů u plodů paprik byla použita spektrofotometrie. Jako standard sloužila kyselina gallová. Výsledky měření se nachází v tabulkách č. 7 a 8, grafické vyhodnocení uvádí grafy č. 3 a 4.

**Tab. č. 7:** *Vliv obsahu dusíku na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik*

<b>Použité přihnojení dusíkem (mg/kg zeminy)</b>	<b>Obsah polyfenolů (mg kyseliny gallové/kg čerstvé hmoty)</b>
0	854,89
20	1434,33
40	904,89
80	754,33

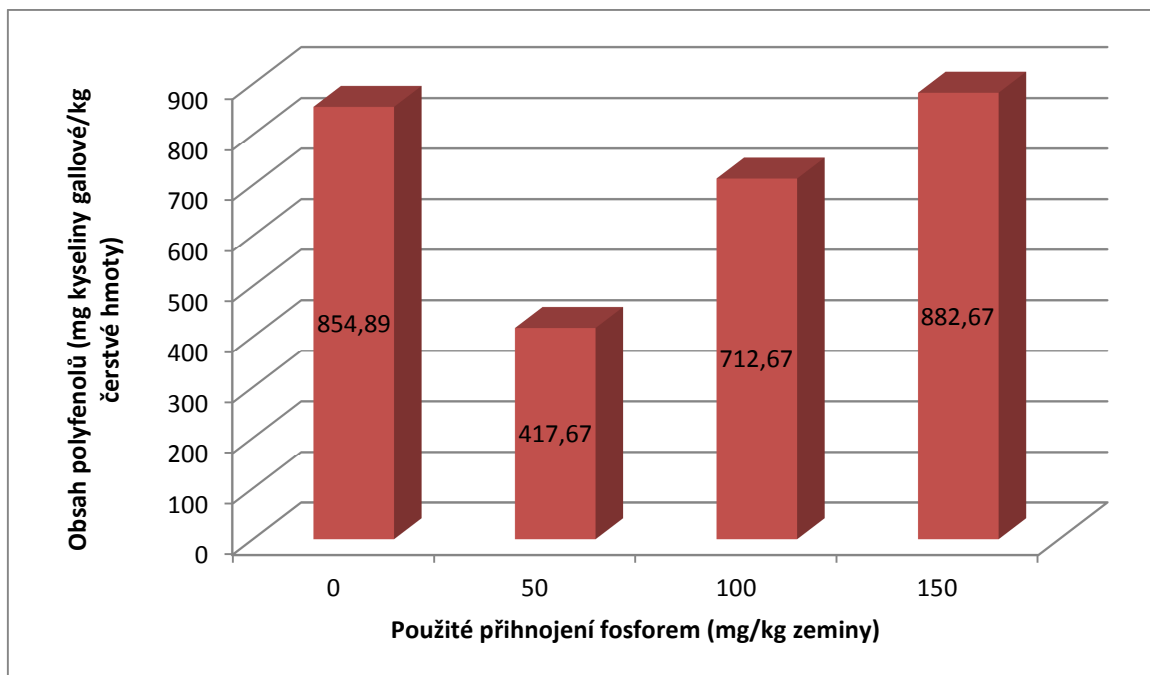


**Graf č. 3:** Vliv obsahu dusíku na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik

Celkový obsah polyfenolů byl nejvyšší při přihnojení 20 mg dusíku na 1 kg zeminy (1434,33 mg/kg čerstvé hmoty), dalším zvýšením množství dusíku se celkový obsah polyfenolů snížil. Přirozený obsah polyfenolů byl bez přihnojení 854,89 mg/kg čerstvé hmoty. Při dávce 20 mg dusíku na 1 kg zeminy se obsah polyfenolů zvýšil o 579,44 mg/kg čerstvé hmoty. Při přihnojení 40 mg na 1 kg zeminy se obsah polyfenolů snížil o 529,44 mg/kg čerstvé hmoty. Ke snížení celkového obsahu polyfenolů došlo také při přidání 80 mg dusíku na 1 kg zeminy, a to o 150,56 mg/kg čerstvé hmoty.

**Tab. č. 8:** Vliv obsahu fosforu na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik

Použité přihnojení fosforem (mg/kg zeminy)	Obsah polyfenolů (mg kyseliny gallové/kg čerstvé hmoty)
0	854,89
50	417,67
100	712,67
150	882,67



**Graf č. 4:** Vliv obsahu fosforu na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik

Z grafu č. 4 je zřejmé, že při zvyšování fosforu v půdě došlo také ke zvýšení celkového obsahu polyfenolů. U varianty bez přihnojení bylo zjištěno 854,89 mg/kg čerstvé hmoty polyfenolů. Při dávce 50 mg fosforu na 1 kg zeminy byl celkový obsah polyfenolů 417,67 mg/kg čerstvé hmoty, při 100 mg fosforu na 1 kg zeminy došlo ke zvýšení na 712,67 mg/kg čerstvé hmoty. Nejvíce polyfenolů bylo naměřeno po přidání 150 mg fosforu na 1 kg zeminy (882,67 mg/kg čerstvé hmoty).

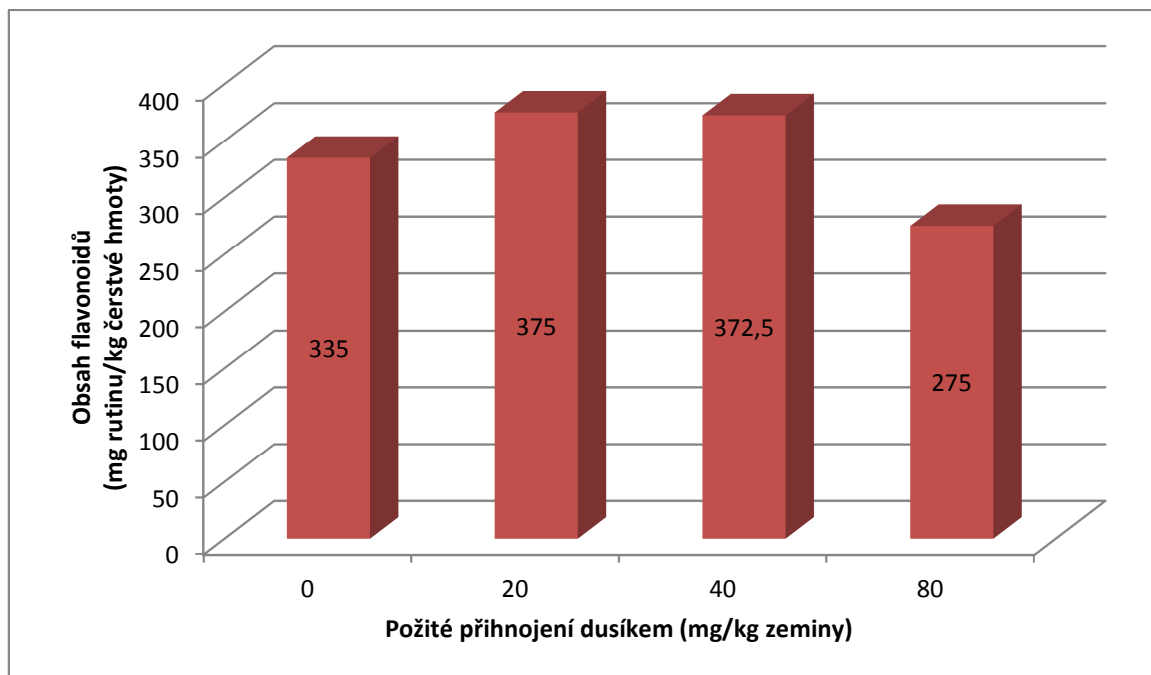
### 7.3 Stanovení celkového obsahu flavonoidů

Celkový obsah flavonoidů byl stanoven spektrofotometricky. Jako standard byl použit rutin. Výsledky stanovení a grafické znázornění uvádí tabulky č. 9, 10 a grafy č. 5 a 6.



Tab. č. 9: Vliv obsahu dusíku na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik

Použité přihnojení dusíkem (mg/kg zeminy)	Obsah flavonoidů (mg rutinu/kg čerstvé hmoty)
0	335
20	375
40	372,5
80	275

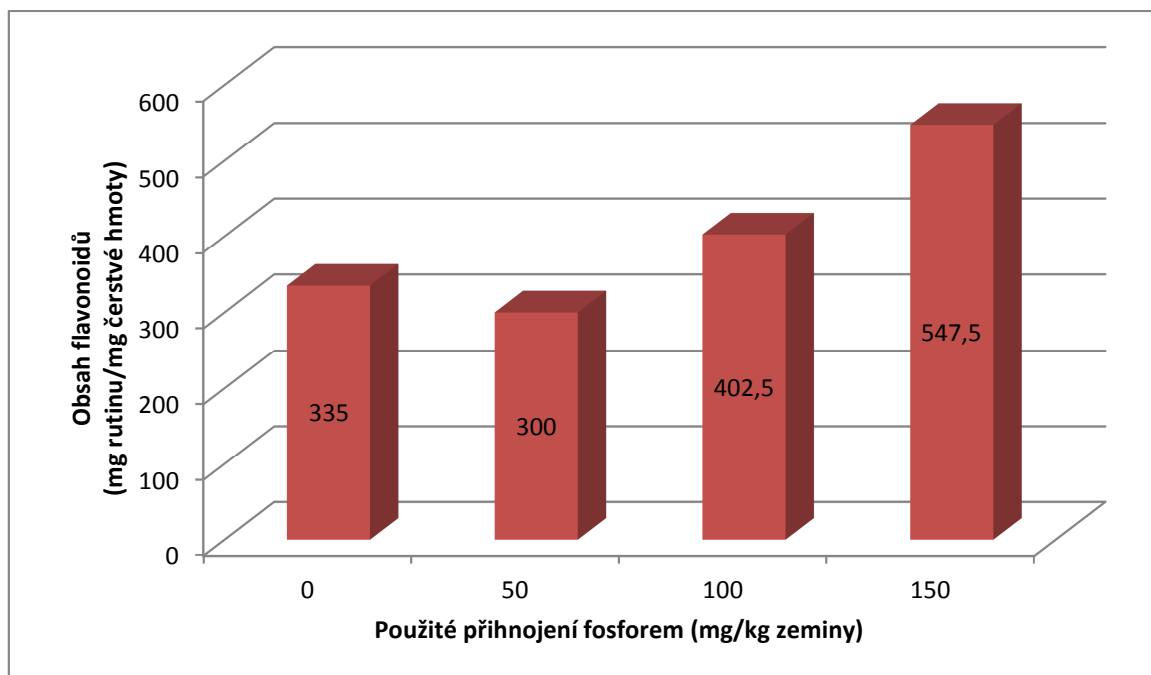


Graf č. 5: Vliv obsahu dusíku na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik

Největší množství flavonoidů v paprikách se nacházelo po přidání 20 mg dusíku na 1 kg zeminy (375 mg/kg čerstvé hmoty), dalším přidáváním dusíku do půdy se celkový obsah flavonoidů snižoval. Při dávce 40 mg dusíku na 1 kg zeminy se obsah flavonoidů snížil o 2,5 mg/kg čerstvé hmoty a při dávce 80 mg dusíku na 1 kg zeminy ještě o 97,5 mg/kg čerstvé hmoty.

**Tab. č. 10:** *Vliv obsahu fosforu na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik*

Použité přihnojení fosforem (mg/kg zeminy)	Obsah flavonoidů (mg rutinu/kg čerstvé hmoty)
0	335
50	300
100	402,5
150	547,5

**Graf č. 6:** *Vliv obsahu fosforu na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik*

Graf č. 6 ukazuje, že se zvyšujícím se obsahem fosforu v půdě roste také obsah flavonoidů. Nejvyšší obsah flavonoidů byl při přihnojení 150 mg fosforu na 1 kg zeminy (547,5 mg/kg čerstvé hmoty), nejnižší při 50 mg fosforu na 1 kg zeminy (300 mg/kg čerstvé hmoty).

## 8 DISKUZE

Zeleninová paprika patří mezi nejhodnotnější druhy zeleniny. Ke konzumaci slouží šťavnaté oplodí obsahující látky, které jsou nezbytné pro zdravou funkci lidského organismu. Paprika je tedy nejen chutnou potravinou, ale pro velký obsah vitamínů má také léčivé účinky [1]. Obsahuje látky dráždivého a antibiotického charakteru (kapsaicin, kapsaicidin). Významný je především obsah vitamínu C. Melichar a kol. (1997) uvádí, že obsahuje dvakrát až pětkrát více tohoto vitamínu než citrony.

Paprika se řadí mezi plodovou zeleninu do čeledi lilkovité (*Solanaceae*) [2]. Tato čeleď spadá do zelenin, které jsou velmi náročné na živiny. Vysoké požadavky na obsah živin má paprika po celou dobu vegetace. Při nedostatku živin rostliny špatně rostou a málo nasazují květy. Plody se špatně vyvíjí, jsou nedostatečně vybarvené a jejich chuť neodpovídá běžným požadavkům na kvalitu. Zároveň se na rostlinách objevují projevy nedostatku živin. K nejdůležitějším živinám patří dusík a fosfor [3].

Dusík má při pěstování zeleniny rozhodující význam, závisí na něm dosažený výnos a kvalita zeleniny. Nejvíce ovlivňuje tvorbu nadzemní části [6]. Tvoří významnou část bílkovin, enzymů a má vliv na tvorbu vitamínů [5]. U papriky ovlivňuje tvorbu karotenu. Nadbytek dusíku omezuje nasazení plodů a květů. Zeleninová paprika snese vyšší dávky dusíku ve srovnání s ostatními zástupci plodové zeleniny [4]. Hlušek a kol. (2002) doporučují k základnímu hnojení dusíkatými hnojivy používat močovinu, síran amonný, ledek amonný s vápencem a dusičnan amonný. K přihnojování během vegetace Neuberg (1998) radí aplikovat ledek amonný nebo hydrosulfan.

Fosfor je nepostradatelným prvkem pro ukládání, přenos a uvolňování energie v rostlinách. Nachází se v zásobních bílkovinách. Působí pozitivně na rozvoj kořenového systému a zvyšuje odolnost proti nízkým teplotám. Důležitým obdobím pro příjem fosforu je počátek vegetace [33]. Má vliv při nasazení květů, urychluje zrání a podporuje kvalitu plodů [7]. Z fosforečných hnojiv Hlušek a kol. (2002) doporučuje použití superfosfátů aplikovaných na jaře. Fosforečná hnojiva je možno kombinovat s ostatními hnojivy.

Tato diplomová práce se zabývá vlivem stupňovaných dávek půdního dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti paprik. Byl sledován vliv na celkovou antioxidační aktivitu, na obsah polyfenolů a flavonoidů.

Ze zjištěných výsledků v této práci je zřejmé, že přihnojování zkoumané plodiny dusíkem i fosforem mělo dopad na její antioxidační vlastnosti. Změny v antioxidačních vlastnostech paprik jsou patrné také ve studii provedené Aminifardem et al. (2012).

Zvyšující se dávky půdního dusíku způsobily snižování antioxidační aktivity, snižování celkového obsahu polyfenolů i flavonoidů.

Nejvyšší antioxidační aktivita byla po přidání 20 mg dusíku/kg zeminy, kde došlo ke zvýšení o 67,70 % oproti standardu. Jako standard byla použita varianta bez přihnojení (počítáno jako 100 %). Při dalším přihnojení se antioxidační aktivita snížila. Při dávce 40 mg dusíku/kg zeminy o 11,67 % a při 80 mg dusíku/kg zeminy došlo k mírnému zvýšení o 5,84 % ve srovnání se standardem. Podobným výzkumem se zabýval del Amor (2011), který tvrdí, že zvýšením množství dusíku se sníží antioxidační aktivita. Dále toto téma zkoumal Nunez-Ramirez et al. (2011), který použil čtyři dávky přihnojení dusíkem (32, 80, 160 a 320 mg/ha). Výsledkem jeho práce bylo zjištění, že použité dávky dusíku nemají významný vliv na antioxidační aktivitu paprik. Flores et al. (2004) nezjistil významné působení půdního dusíku na antioxidační aktivitu paprik.

Nejvíce polyfenolů bylo naměřeno při nejnižším přihnojení (20 mg dusíku/kg zeminy) 1434,33 mg/kg čerstvé hmoty zeleninové papriky. Postupným zvyšováním dávek dusíku v půdě se celkový obsah polyfenolů snižoval, při nejvyšší dávce dusíku 150 mg/kg zeminy o 680 mg/kg čerstvé hmoty. Jako standard byla použita kyselina gallová. Flores et al. (2009) nezjistil výrazné změny v obsahu polyfenolů u paprik při hnojení dusíkem. Obdobným výzkumem se zabírala Moigradean et al. (2007). Tato autorka zkoumala ovlivnění rajčat, což je zelenina spadající do stejné čeledi jako paprika. Podle Rodrígueza – Maturina et al (2012) se v pálivých paprikách nachází 5000 – 6000 mg gallové kyseliny/kg čerstvé hmoty. Podle Brandta et al. (2001) je značný význam v poměru dusíku a uhlíku, který rostlina přijímá. Pokud se v rostlině nachází dostatečné množství dusíku, dochází k vytvoření významných látek obsahujících vysoký podíl dusíku např. bílkovin. Při nízkém příjmu dusíku se tvoří sekundární metabolity obsahující vyšší množství uhlíku např. fenolické látky, celulóza, škrob.

Při přihnojení 20 mg dusíku na 1 kg zeminy obsahoval plod papriky 375 mg flavonoidů/kg čerstvé hmoty. Zvýšením dávky půdního dusíku na 40 mg/kg zeminy se obsah flavonoidů snížil na 372,5 mg/kg čerstvé hmoty,

u 80 mg dusíku v 1 kg zeminy na 275 mg/kg čerstvé hmoty. Jako standard sloužil rutin. Podobným výzkumem se zabýval také Stefanelli et al. (2010). Z jeho výsledků je patrné, že zvyšováním dávek dusíku při hnojení zeleniny dochází ke snižování obsahu flavonoidů. Tento autor také uvádí optimální množství dusíku v půdě pro optimální množství flavonoidů v paprice 96 kg/ha, což odpovídá 32 mg dusíku na 1 kg zeminy. Ke stejnému závěru došli také Bénard et al. (2009) a Stout et al. (1998).

Postupným zvyšováním přihnojení fosforem do půdy došlo k nárůstu antioxidační aktivity, celkového obsahu polyfenolů a flavonoidů v paprikách. Knowles et al. (2001) ve svém výzkumu uvádí, že zvyšování dávek fosforu v půdě může vést ke změnám chemického složení zeleniny. Konkrétně se zabýval vlivem hnojení na vlastnosti okurky (*Cucumis sativus*).

Nejvyšší antioxidační aktivita byla u varianty s nejvyšší koncentrací fosforu v půdě 150 mg fosforu/kg zeminy (103,24 %) a nejnižší u varianty s nejnižším přídatkem fosforu do půdy 50 mg fosforu/kg zeminy (49,03%). Jako 100 % byla počítána varianta bez přihnojení. Odborné výzkumy, jak působí fosfor na antioxidační aktivitu paprik, neexistují. Bylo zkoumáno pouze působení dávek půdního fosforu na antioxidační aktivitu u salátu, kde Balsam et al. (2011) uvádí, že fosfor nemá podstatný dopad na zmíněný parametr. Sawan et al. (2008) zjišťoval vliv fosforu na antioxidační aktivitu jahod a přišel k závěru, že se zvyšujícím se obsahem fosforu v půdě, se zvýšila i antioxidační aktivita jahod.

Při dávce fosforu 50 mg/kg zeminy bylo naměřeno 417,67 mg polyfenolů/kg čerstvé hmoty. Při přihnojení 100 mg/kg zeminy se obsah polyfenolů zvýšil o 295 mg/kg čerstvé hmoty. Po přidání 150 mg fosforu na 1 kg zeminy došlo ke zvýšení množství polyfenolů o 464,78 mg/kg čerstvé hmoty. Jako standard sloužila kyselina gallová. Studie zjišťující dopad hnojení fosforem na obsah polyfenolů v paprice nejsou k dispozici. Dle Omara et al. (2012) vede hnojení hnojiv obsahujícími fosfor ke zvýšení obsahu polyfenolů v zelenině.

Nejvíce flavonoidů se nacházelo u variant paprik, které byly přihnojeny 150 mg fosforu na 1 kg zeminy (547,5 mg/kg čerstvé hmoty). Při dávce fosforu 100 mg/kg zeminy se obsah flavonoidů snížil na 402,5 mg/kg čerstvé hmoty a při 50 mg/kg zeminy na 300 mg/kg čerstvé hmoty. Jako standard byl použit rutin. Výzkumy, které by hodnotily vliv půdního fosforu na obsah flavonoidů v paprikách, příp. jiné zelenině, nebyly

provedeny. Riahi et al. (2013) zjišťoval pouze působení kombinovaného hnojiva obsahujícího fosfor na množství flavonoidů v plodech rajčete a přišel k zjištění, že použité hnojivo nemá vliv na obsah těchto látek v rajčeti.

## ZÁVĚR

Paprika roční (*Capsicum annuum* L.) je teplomilná rostlina, která patří k oblíbené plodové zelenině a řadí se do čeledi Lilkovité (*Solanaceae*). Pro optimální růst a chemické složení je důležité, aby měla rostlina dostatek živin, které je možné dodávat např. ve formě minerálních hnojiv. K nejdůležitějším živinám se řadí dusík a fosfor. Při použití těchto prvků mohou ovšem nastat změny v chemickém složení plodů papriky.

Cílem mé diplomové práce bylo pozorovat vliv stupňovaných dávek půdního dusíku a fosforu na antioxidační vlastnosti plodů paprik. Chemickými analýzami byl sledován vliv různých dávek hnojení na obsah polyfenolů, flavonoidů a celkové antioxidační aktivity.

U každého prvku byly použity tři úrovně hnojení. Při hnojení dusíkem bylo aplikováno 20 mg, 40 mg a 80 mg dusíku na 1 kg zeminy, při přihnojování fosforem 50 mg, 100 mg a 150 mg fosforu na 1 kg zeminy. Výzkum byl veden formou nádobového pokusu.

Výsledky chemických analýz byly zpracovány a vyhodnoceny. Konkrétní výstupy jsou následující:

1. Se zvyšujícími se dávkami půdního dusíku došlo ke snížení celkové antioxidační aktivity, snížení celkového obsahu polyfenolů i flavonoidů. Nejvyšší antioxidační aktivita byla zaznamenána po přihnojení 20 mg dusíku na 1 kg zeminy, kde došlo ke zvýšení o 67,70 % oproti kontrolnímu vzorku, kam se dusík nepřidával. Dalším přidáváním dusíku do půdy se antioxidační aktivita snižovala. Nejvíce polyfenolů bylo naměřeno při dávce dusíku 20 mg/kg zeminy (1434,33 mg/kg čerstvé hmoty) a nejméně při přihnojení 80 mg dusíku na 1 kg zeminy (754,33 mg/kg čerstvé hmoty). Nejvyšší množství flavonoidů se nacházelo opět při koncentraci 20 mg dusíku na 1 kg zeminy, a to 375 mg/kg čerstvé hmoty, a nejnižší při koncentraci 80 mg dusíku na 1 kg zeminy (275 mg/kg čerstvé hmoty).
2. Postupným zvyšováním koncentrace fosforu v půdě se zvyšovala také antioxidační aktivita, obsah polyfenolů i flavonoidů. Nejvyšší antioxidační aktivita byla u varianty s dávkou 150 mg fosforu na 1 kg zeminy, nejnižší při 50 mg fosforu na 1 kg zeminy (49,03 %). Celkový obsah polyfenolů byl nejvyšší při přihnojení 150 mg fosforu na 1 kg zeminy (882,67 mg/kg čerstvé hmoty) a nejnižší při přihnojení 50 mg fosforu na 1 kg zeminy (417,67 mg/kg čerstvé hmoty).

Při koncentraci 150 mg fosforu/kg zeminy bylo zjištěno také nejvíce flavonoidů (547,5 mg/kg čerstvé hmoty), při 50 mg fosforu/kg zeminy nejméně flavonoidů (300 mg/kg čerstvé hmoty).

Prezentované výsledky jsou originální, mohou přinést nové poznatky jak v teoretické, tak i v praktické oblasti. Vyplývá z nich, že dávky půdního dusíku i fosforu ovlivňují chemické složení plodů paprik.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] GOVINDARAJAN, V. S.; SATHYANARAYANA, M. N. Capsicum—production, technology, chemistry, and quality. Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition, and metabolism; structure, pungency, pain, and desensitization sequences. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 1991, 29.6: 435-474.
- [2] MALÝ, I. a kol. *Polní zelinářství*. Praha: Agrospoj, 1998, 196 s.
- [3] PETŘÍKOVÁ, K., MALÝ, I. *Základy pěstování plodové zeleniny*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998, 44 s. ISBN 80-7105-165-9.
- [4] PETŘÍKOVÁ, K., a kol. *Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 240 s. ISBN 80-86726-20-7.
- [5] KELLER, U., et al. Volatiles from red pepper (*Capsicum* spp.). *Quality of Selected Fruits and Vegetables of North America*, 1981, 137-146.
- [6] EGGINK, P. M., et al. A taste of sweet pepper: Volatile and non-volatile chemical composition of fresh sweet pepper (*Capsicum annuum*) in relation to sensory evaluation of taste. *Food Chemistry*, 2012, 132.1: 301-310.
- [7] BARTOŠ, J., a kol. *Pěstování a odbyt zeleniny*. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 2000, 323 s. ISBN 80-239-4242-5.
- [8] Paprika. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Paprika>
- [9] VALŠÍKOVÁ, M., a kol. *Papriky, rajčiaky a baklažány*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1987, 155 s.

- [10] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: pro kombinované studium*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [11] KOPEC, K. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 1998, 72 s. ISBN 8086153649.
- [12] MELICHAR, M., a kol. *Zelinářství*. 1. vyd. Praha: KVĚT, 1997, 165 s. ISBN 80-85362-29-5.
- [13] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. vyd., upr. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-86659-00-3.
- [14] BELKO, I. *Podohospodársky poradenský systém* [online]. Nové zámky: Výskumný ústav zelinarsky, 2005 [cit. 2013-02-04]. Látkové zloženie papriky, jej nutričná hodnota a význam v potrave. Dostupné z:  
[http://agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/zlozenie\\_papriky.htm](http://agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/zlozenie_papriky.htm)
- [15] ZEHNÁLEK, J. *Biochemie 2*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 200 s. ISBN 80-7157-716-2.
- [16] KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J. *Chemie II: /organická a biochemie/ pro gymnázia*. 1. vyd. Praha: SPN, 1997, 128 s. ISBN 80-859-3749-2.
- [17] PELEŠKA, S. *Zelenina na zahrádce a balkóně*. 2. vyd. Praha: Brána, 1995, 132 s. ISBN 80-85946-02-5.
- [18] PEKÁRKOVÁ, E. *Pěstujeme zdravou zeleninu*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1992, 143 s. ISBN 80-03-00664-3.

[19] Vitamín C. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_C](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C)

[20] PANDIA, O., et al. Vitamin C, Carotene and Protein – Therapy and Nutrition – obtained from *Capsicum annum* L. *Metalurgia international*, 2013. p. 186-189.

[21] SOMOS, A., et al. *The paprika*. Akadémiai Kiadó, 1984.

[22] ANU, A., et al. The chemistry of paprika. *Capsicum & Eggplant Newsletter*, 2000, 19: 19-22.

[23] LAPČÍK O., OPLETAL, L., MORAVCOVÁ, J., ČOPÍKOVÁ, J., DRAŠAR, P. Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. *Chemické listy*, 2011, roč. 105, s. 452 – 457.

[24] GUTMAN, I., et al. Chemistry of paprika. *Hemijski pregled*, 2009, 50.5: 120-123.

[25] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 2. vyd. uprav. Tábor: OSSIS, 2002, 304 s. ISBN 8086659011.

[26] Kapsaicin. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kapsaicin>

[27] FAUSTINO, J. M. F.; BARROCA, M. J; GUINÉ, R. P. F. Study of the drying kinetics of green bell pepper and chemical characterization. *Food and Bioproducts Processing*, 2007, 85.3: 163-170.

[28] NARESH, P., et al. Allelic variation at capsanthin capsorubin synthase gene for ripening fruit color in chilli (*Capsicum annum* L.). *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2012, 72.1: 72-78.

- [29] MATSUFUJI, H., et al. Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green, yellow, orange and red (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 2007, 42.12: 1482-1488.
- [30] CEREVITINOV, F. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952, 321, [1] s.
- [31] PEKÁRKOVÁ, E. *Pěstujeme rajčata, papriky a další plodové zeleniny*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001, 68 s. ISBN 80-247-0170-7.
- [32] STEIN, S. *Zelenina*. 1.vyd. Bratislava: Příroda, 1999, 101 s. ISBN 80-07-01074-2.
- [33] HLUŠEK, J., RICHTER, R., RYANT, P. *Výživa a hnojení zahradních plodin*. 1. vyd. Praha: [Martin Sedláček], 2002, 81 s. ISBN 80-902413-5-2.
- [34] HLUŠEK, J. *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*. 2. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004, 56 s. ISBN 80-7271-147-4.
- [35] VANĚK, V. *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny*. 1.vyd. Praha: Farmář - Zemědělské listy, 1998, 124 s. ISBN 80-902413-1
- [36] RICHTER, R., a HLUŠEK, R. *Výživa a hnojení rostlin: (I. obecná část)*. 1. vyd. Brno: VŠZ, 1994, 171 s. ISBN 80-7157-138-5.
- [37] NEUBERG, J. *Hnojení a výživa rostlin na zahradě*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 149 s. ISBN 80-7169-496-7.
- [38] ČSN 46 3156. *Paprika zeleninová*. Praha: Český normalizační institut, 1996.

[39] Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)

[40] KALINA, M. *Hnojení v zahradě*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2005, 114 s. ISBN 80-247-1275-1.

[41] KOVÁČIK, P. *Agrochémia a výživa rastlín*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011, 153 s. ISBN 978-80-552-0710-0.

[42] ŠTÍPEK, S. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 314 s. ISBN 8071697044.

[43] STOPKA, P., KŘÍŽOVÁ, J. Antioxidanty a volné radikály v přírodních produktech. *Chemické listy*, 2006, roč. 100, s. 723 – 732.

[44] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*, 2004, roč. 98, s. 174 – 179.

[45] PITERKOVÁ, J., TOMÁNKOVÁ, K., LUHOVÁ, L. a kol. Oxidativní stres: lokalizace tvorby aktivních forem kyslíku a jejich degradace v rostlinném organismu. *Chemické listy*, 2005, roč. 99, s. 455 – 466

[46] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. Vyd. 2. uprav. Tábor: OSSIS, 2002, 343 s. ISBN 808665902x.

[47] Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

[48] PARKÁNYIOVÁ, J., PARKÁNYIOVÁ, L., POKORNÝ, J. *Rostliny jako zdroje přírodních antioxidantů* [online]. 2003 [cit. 2013-09-01]. Dostupné z: [http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/p/P\\_30C.doc](http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/p/P_30C.doc)

[49] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983, 629 s.

[50] SCALBERT, A; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American journal of clinical nutrition*, 2005, 81.1: 215S-217S.

[51] HALLIWELL, B., et al. Are polyphenols antioxidants or pro-oxidants? What do we learn from cell culture and in vivo studies?. *Archives of biochemistry and biophysics*, 2008, 476.2: 107.

[52] HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, Dennis J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 2002, 13.10: 572-584.

[53] ČAPKA, F. a kol. *Prušánky, vinařská obec Podluží*, 1. vyd. Brno: Cerm, 1999, 278 s. ISBN 85 048 – 93 -0.

[54] SEMO KOLEKTIV: *Katalog 2009 – 2010*, SEMO s r.o., 2009.

[55] THAIPONG, K., BOONPRAKOB, U., CROSBY, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assai for estimating antioxidant aktivty from guava fruits ekstrakts, *Journal of Food Composition and Analysis*. 19 (2006) 669 – 675.

[56] RUPASINGHE, V. H. P., JAYASANKAR, S., LAY, W., Variation in total phenolic and antioxidant capacity among European plum genotypes, *Scientia Horticulturae*. 108 (2006) 243 – 246.

[57] PARK, Y. S., JUNG, S. T., KANG, S.G. et al., Antioxidants and protein in ethylene – treated kiwifruits, *Food Chemistry*. 107 (2008) 640 – 648.

- [58] POKLUDA, R. *Pěstujeme zeleninu: kapesní příručka pro zahrádkáře*. 1. vyd. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2009, 139 s. ISBN 978-80-87156-36-0.
- [59] MAVENGAHAMA, S.; OGUNLELA, V. B.; MARIGA, D. I. K. Response of paprika (*Capsicum annuum* L.) to different basal fertilizers. In: *African Crop Science Conference Proceedings*. 2003. p. 9-13.
- [60] SATUGAITIS, G. Impact of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium rates on paprika in greenhouses. *Scientific works*, 1998, 17.
- [61] NÚÑEZ-RAMÍREZ, F., et al. Nitrogen fertilization effect on antioxidants compounds in fruits of habanero chili pepper (*Capsicum chinense*). *Int. J. Agric. Biol.*, 2011, 13: 827-830.
- [62] DEL AMOR, F. M.; CUADRA-CRESPO, P. Gas exchange and antioxidant response of sweet pepper to foliar urea spray as affected by ambient temperature. *Scientia Horticulturae*, 2011, 127.3: 334-340.
- [63] FLORES, P; HELLIN, P; FENOLL, J. Effect of manure and mineral fertilisation on pepper nutritional quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2009, 89.9: 1581-1586.
- [64] DEL AMOR, Francisco M., et al. Influence of foliar urea on the antioxidant response and fruit color of sweet pepper under limited N supply. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2009, 89.3: 504-510.
- [65] DEL AMOR, F. M. Yield and fruit quality response of sweet pepper to organic and mineral fertilization. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2007, 22.3: 233-238.

[66] FLORES, P., et al. Influence of Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> fertilisation on nutritional quality of pepper. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2004, 84.6: 569-574.

[67] OMAR, N. F., et al. Phenolics, flavonoids, antioxidant activity and cyanogenic glycosides of organic and mineral-base fertilized cassava tubers. *Molecules*, 2012, 17.3: 2378-2387.

[68] KNOWLES, L.; TRIMBLE, M. R; KNOWLES, N. R. Phosphorus status affects postharvest respiration, membrane permeability and lipid chemistry of European seedless cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.). *Postharvest biology and technology*, 2001, 21.2: 179-188.

[69] BRANDT, K; MØLGAARD, J. P.. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001, 81.9: 924-931.

[70] SAWAN, Z. M.; MAHMOUD, M. H.; MOMTAZ, Osama A. Influence of nitrogen fertilization and foliar application of plant growth retardants and zinc on quantitative and qualitative properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L. var. Giza 75). *Journal of agricultural and food chemistry*, 1997, 45.8: 3331-3336.

[71] BASLAM, M., et al. Improvement of nutritional quality of greenhouse-grown lettuce by arbuscular mycorrhizal fungi is conditioned by the source of phosphorus nutrition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2011, 59.20: 11129-11140.

[72] MOIGRADEAN, Diana, et al. The influence of mineral fertilization about nitrogen content in soil, plant and tomato fruit. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 2008, 65.1: 172-177.



[73] RIAHI, A; HDIDER, C. Bioactive compounds and antioxidant activity of organically grown tomato (< i> Solanum lycopersicum</i> L.) cultivars as affected by fertilization. *Scientia Horticulturae*, 2013, 151: 90-96.

[74] RODRÍGUEZ-MATURINO, A., et al. Antioxidant activity and bioactive compounds of Chiltepin (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) and Habanero (*Capsicum chinense*): a comparative study. *J Med Plant Res*, 2012, 6.9: 1758-1763.

[75] AMINIFARD, M. H., et al. The Influence of Compost on Antioxidant Activities and Quality of Hot Pepper (*Capsicum annum* L.).

[76] STEFANELLI, D.; GOODWIN, I; JONES, R. Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients. *Food Research International*, 2010, 43.7: 1833-1843.

[77] BÉNARD, C., et al. Effects of low nitrogen supply on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit yield and quality with special emphasis on sugars, acids, ascorbate, carotenoids, and phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2009, 57.10: 4112-4123.

[78] SHARAFZADEH, S., et al. Interaction effects of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, essential oil and total phenolic content of Sweet basil. *Advances in Environmental Biology*, 2011, 19: 110-122.

[79] STOUT, M. J., BROVONT, R. A.; DUFFEY, S. S. Effect of nitrogen availability on expression of constitutive and inducible chemical defenses in tomato, *Lycopersicon esculentum*. *Journal of Chemical Ecology*, 1998, 24.6: 945-963.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<b>Obr. č. 1:</b> <i>Plod papriky roční</i> .....	12
<b>Obr. č. 2:</b> <i>Různé tvary plodu</i> [2] .....	14
<b>Obr. č. 3:</b> <i>Kyselina askorbová</i> [19].....	16
<b>Obr. č. 4:</b> <i>Kapsaicin</i> [26] .....	18
<b>Obr. č. 5:</b> <i>Chlorofyl A a B</i> [11] .....	19
<b>Obr. č. 6:</b> <i>Tokoferol</i> [25].....	32
<b>Obr. č. 7:</b> <i>Tokotrienol</i> [25].....	32
<b>Obr. č. 8:</b> <i><math>\beta</math>-karoten</i> [42].....	33
<b>Obr. č. 9:</b> <i>Základní struktura flavonoidů</i> [48].....	34
<b>Obr. č. 10:</b> <i>Výsadba sazenic paprik</i> .....	37
<b>Obr. č. 11:</b> <i>Paprika roční 'ZLATA'</i> .....	38
<b>Obr. č. 12:</b> <i>Zrání paprik 1</i> .....	39
<b>Obr. č. 13:</b> <i>Zrání paprik 2</i> .....	39
<b>Obr. č. 14:</b> <i>Roustoucí plod papriky</i> .....	40
<b>Obr. č. 15:</b> <i>Zfiltrovaný extrakt papriky</i> .....	41
<b>Obr. č. 16:</b> <i>Stanovení antioxidační aktivity</i> .....	42
<b>Obr. č. 17:</b> <i>Stanovení polyfenolů</i> .....	43

**SEZNAM TABULEK**

<b>Tab. č. 1:</b> <i>Základní složky plodové zeleniny [11]</i> .....	20
<b>Tab. č. 2:</b> <i>Minerální látky a vitamíny v plodové zelenině [11]</i> .....	21
<b>Tab. č. 3:</b> <i>Průměrné denní teploty a množství srážek během vegetace</i> .....	37
<b>Tab. č. 4:</b> <i>Vlastní pokus</i> .....	38
<b>Tab. č. 6:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na antioxidační aktivitu paprik</i> .....	44
<b>Tab. č. 7:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na antioxidační aktivitu paprik</i> .....	45
<b>Tab. č. 8:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik</i> .....	46
<b>Tab. č. 9:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik</i> .....	47
<b>Tab. č. 10:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik</i> .....	49
<b>Tab. č. 11:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik</i> .....	50

**SEZNAM GRAFŮ**

<b>Graf č. 7:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na antioxidační aktivitu paprik .....</i>	44
<b>Graf č. 8:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na antioxidační aktivitu paprik .....</i>	45
<b>Graf č. 9:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik .....</i>	47
<b>Graf č. 10:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na celkový obsah polyfenolů u plodů paprik.....</i>	48
<b>Graf č. 11:</b> <i>Vliv obsahu dusíku na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik .....</i>	49
<b>Graf č. 12:</b> <i>Vliv obsahu fosforu na celkový obsah flavonoidů u plodů paprik .....</i>	50

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DPPH 1,1- bifenyl-2-(2,4,6 – trinitrofenol)hydrazyl

BHA Butylhydroxyanisol

BHT Butylhydroxytoluen

TBHQ 2-*terc*-butylhydrochinon

