

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



**Sledování kvalitativních ukazatelů u vybraného
sortimentu zeleniny**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Johana Černá

Vedoucí práce: doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

© 2013 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Sledování kvalitativních ukazatelů u vybraného sortimentu zeleniny“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne

.....

podpis studenta

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat doc. Ing. Lence Kouřimské Ph.D. za její konzultace a vedení mé diplomové práce. Zároveň děkuji rodině i přátelům za veškerou psychickou podporu při psaní a hlavně dokončování této práce.

Souhrn

Obsahem této diplomové práce bylo stanovení některých kvalitativních ukazatelů u vybraných druhů listové zeleniny. Mezi vybrané druhy patřila mizuna (*Brassica rapa ssp. japonica*), hořčice čínská (*Brassica juncea*), chryzantéma jedlá (*Chrysanthemum coronarium*) a roкета setá (*Eruca sativa*). U těchto 4 druhů byly provedeny dva výsevy na stejném pozemku v Tróji a to jeden jarní výsev 21. 4. 2011 a druhý výsev podzimní 23. 8. 2011. Mezi stanovované ukazatele patřil výnos rostliny, obsah dusičnanů, obsah kyseliny askorbové a obsah sušiny. Výsledky měření v obou variantách výsevu byly vzájemně porovnávány.

Obsah sušiny se pohyboval u všech rostlin mezi 10 – 15 % v jarní i podzimní variantě. Rostliny pěstované na jaře měly větší vzrůst, hmotnost a tudíž i větší výnos než rostliny z výsevu podzimního. Obsah dusičnanů na podzim byl několikanásobně vyšší než na jaře. Největší množství dusičnanů obsahovala roкета, pro kterou také Evropská Unie v nedávné době vytvořila limity a zařadila ji do svých studií pro pozorování, zda správná zemědělská praxe pomůže časem snížit hodnoty dusičnanů. Obsah kyseliny askorbové byl velmi vysoký u všech 4 stanovovaných druhů a to kromě mizuny v obou variantách výsevu, mohou se tudíž zařadit k významným zdrojům vitamínu C.

Klíčová slova: kyselina askorbová; dusičnany; mizuna; hořčice čínská; chryzantéma jedlá; roкета setá

Summary

The main subject of this diploma work is determination of some qualitative attributes for selected species of leaf vegetables. The selected species involved mizuna (*Brassica rapa ssp. japonica*), mustard red giant (*Brassica juncea*), edible chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) and arugula (*Eruca sativa*). Two seedings of these four species were accomplished in the same location in Troja, one spring seeding on the 21st April 2011 and one autumn seeding on the 23rd of August 2011. Four fresh samples were selected for each determination, one from every fourth line of each species. Attributes to be defined included plant production, nitrates contents, ascorbic acid contents and solids contents. Measurement results of both seedings variants were mutually compared.

Solids contents of all plants was between 10 and 15 % in both spring and autumn variants. Plants grown in spring were of bigger size, weight and consequently bigger production than plants seeded in autumn. Nitrates contents in autumn was severalfold bigger than in spring. The biggest contents of nitrates was found in rocket, which was limited by the European Union recently and was included in EU's observations to find out if right agricultural praxis could decrease the nitrates contents in leaf vegetables. Ascorbic acid contents was very high in all four species, apart from mizuna, in both spring and autumn seedings. This means they can be considered an important source of vitamin C.

key words: ascorbic acid; nitrates; mizuna; mustard red giant; edible chrysanthemum; arugula

Obsah:

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3 Přehled literatury	3
3.1 Listová zelenina	3
3.1.1 Charakteristika	3
3.1.2 Složení	3
3.1.3 Netradiční druhy listové zeleniny	4
3.1.3.1 Mizuna	4
3.1.3.2 Hořčice čínská	5
3.1.3.3 Chryzantéma jedlá	5
3.1.3.4 Roketa setá	6
3.2 Dusičnany	7
3.2.1 Charakteristika	7
3.2.2 Obsah v listové zelenině	8
3.2.3 Metody stanovení	10
3.2.3.1 Kolorimetrická stanovení	10
3.2.3.2 Metody iontové selektivní elektrody	10
3.2.3.3 Stanovení dle ČSN	10
3.2.3.3.1 Metoda HPLC/IC	10
3.2.3.3.2 Stanovení pomocí enzymově katalyzované reakce ve vodném extraktu vzorku	11

3.2.3.3.3 Metoda kontinuálního průtoku	11
3.2.3.4 Reflektometrická metoda	11
3.3 Vitamin C - L-askorbová kyselina	12
3.3.1 Charakteristika	12
3.3.2 Výskyt	13
3.3.3 Metody stanovení	13
3.3.3.1 Kolorimetrické stanovení	13
3.3.3.2 Spektrofotometrické stanovení	13
3.3.3.3 Polarografické stanovení	13
3.3.3.4 Chromatografické metody	13
3.3.3.5 Reflektometrická metoda	14
4 Materiál a metody	15
4.1 Materiál	15
4.1.1 Semena	15
4.1.2 Použité chemikálie	15
4.1.3 Použité přístroje	15
4.2 Metody	15
4.2.1 Příprava vzorku – výsev	15
4.2.2 Odběr vzorků	16
4.2.2.1 Vzorky pro stanovení výnosu a pro stanovení dusičnanů	16
4.2.2.2 Vzorky pro stanovení kyseliny askorbové	16

4.2.2.3 Vzorky pro stanovení sušiny	16
4.2.3 Příprava vzorků pro měření	17
4.2.3.1 Vzorky pro stanovení výnosu	17
4.2.3.2 Vzorky pro stanovení dusičnanů	17
4.2.3.3 Vzorky pro stanovení kyseliny askorbové	17
4.2.3.4 Vzorky pro stanovení sušiny	18
4.2.4 Vyhodnocení výsledků	18
4.2.4.1 Hodnocení výnosu	18
4.2.4.2 Stanovení dusičnanů	18
4.2.4.3 Stanovení kyseliny askorbové	18
4.2.4.4 Stanovení sušiny	19
5 Výsledky	20
5.1 Hodnocení výnosu	20
5.1.1 Jarní výsev	20
5.1.2 Podzimní výsev	21
5.2 Stanovení dusičnanů	23
5.2.1 Jarní výsev	23
5.2.2 Podzimní výsev	28
5.3 Stanovení kyseliny askorbové	33
5.3.1 Jarní výsev	33
5.3.2 Podzimní výsev	37

5.4 Stanovení sušiny	43
5.4.1 Jarní výsev	43
5.4.2 Podzimní výsev	44
6 Diskuze	46
6.1 Zhodnocení výnosu	46
6.2 Zhodnocení obsahu dusičnanů	47
6.3 Zhodnocení obsahu kyseliny askorbové	48
6.4 Zhodnocení obsahu sušiny	48
6.5 Celkové zhodnocení práce	49
7 Závěr	50
8 Seznam literatury	51

1 Úvod

Zelenina je pro člověka největším zdrojem dusičnanů, přijímáme z ní až 2/3 celkového příjmu. V této práci jsem stanovovala nejen obsah dusičnanů, ale i obsah vitamínu C a sušiny u 4 vybraných netradičních druhů listové zeleniny.

Mezi zkoumané netradiční druhy patřila mizuna (*Brassica rapa ssp. japonica*), hořčice čínská (*Brassica juncea*), chryzantéma jedlá (*Chrysanthemum coronarium L*) a roketa setá (*Eruca sativa*). Tyto druhy jsou na českém trhu stále viditelnější, především roketa setá. Stanovení byla prováděna na rostlinách, které byly pěstovány na školním pozemku v Tróji a to v jarním i podzimním výsevu pro porovnání.

Problematika dusičnanů v listové zelenině je dodnes vzhledem k jejich stále vysokému obsahu v některých druzích zkoumána. Ze studií vychází, že samotné dusičnany nejsou zdraví příliš nebezpečné, ale dusitany a nitrosaminy které z nich vznikají mohou být až toxické. Dusitany vznikají redukcí dusičnanů, jsou nebezpečné zejména u kojenců a malých dětí, u nich mohou působit jako tzv. krevní jed a vyvolat methemoglobinemii. Další zdravotní riziko, tentokrát i pro dospělé, představují nitrosaminy, které vznikají reakcí dusitanů se sekundárními aminy přítomnými v těle. Nitrosaminy jsou karcinogenní látky a tak mohou způsobit vznik nádorových onemocnění např. jater, tlustého střeva nebo žaludku. Mohou mít též teratogenní účinky. Zvýšený příjem vitamínu C pomáhá přeměně dusitanů na oxid dusnatý a tím zabraňuje vzniku nitrosaminů. Proto bych ráda ve své práci poukázala na to, že zelenina obsahující větší množství dusičnanů velmi často obsahuje i větší množství vitamínu C a tím se z části eliminuje jejich možný škodlivý vliv. Listová zelenina je velkým zdrojem vlákniny, vitamínů i minerálních látek a je přínosné seznámit se i s méně tradičními druhy pro jejich nutriční hodnoty i nové chuťové prožitky.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Listová zelenina obsahuje řadu nutričně cenných látek, ale i sloučenin negativně ovlivňujících metabolismus. Protože se na našem trhu stále častěji objevují některé méně známé odrůdy listové zeleniny, bylo cílem práce posouzení jejich kvalitativních ukazatelů (obsah kyseliny askorbové, dusičnanů, sušiny, apod.)

Prací jsem chtěla hypoteticky prokázat, že zelenina obsahující větší množství dusičnanů obsahuje též větší množství vitamínu C a že obsah dusičnanů i vitamínu C by se měl mezi jarní a podzimní variantou podstatně lišit v závislosti na odlišných klimatických podmínkách pro růst rostlin.

3 Přehled literatury

3.1 Listová zelenina

3.1.1 Charakteristika

Mezi listové zeleniny se řadí ty druhy, u kterých se konzumují celé listy nebo jen jejich části jako jsou čepele a řapíky (Pekárková, 2002). Konzumují se v čerstvém stavu, většinou se tepelně nezpracovávají, výjimku tvoří např. špenát. Vhodný způsob k jejich uchování je zmrazení v nakrájeném stavu.

Listová zelenina se pěstuje po celém světě, velká většina pochází z dálných krajin. Evropský původ má např. salát, čekanka nebo polníček. Daří se jí v mnoha oblastech a velkou část lze pěstovat během celého roku. Listové zeleniny jsou mimořádně druhově pestré. V našich podmínkách jsou nejvíce pěstované druhy salát a špenát. Nové druhy se k nám dostávají především ze západní Evropy a v posledních pár letech i z Orientu.

3.1.2 Složení

Listy jsou hlavními orgány v nichž probíhá asimilace rostlin, proto obsahují velké množství různých látek. Obsahují kolem 90 % vody, malé množství sacharidů a bílkovin. Průměrný obsah sacharidů je 28 g/kg čerstvé hmoty. Ze sacharidů jsou nejdůležitějšími glukóza a fruktóza, z kterých polymeracemi vzniká až škrob a celulóza. Průměrný obsah bílkovin v zelenině je 18 g/kg čerstvé hmoty. Tyto bílkoviny jsou však pro lidskou výživu využitelné spíše jako doprovodné k bílkovinám živočišným (Pokluda, 2006).

Cenný je obsah vitaminů, především vitamínu C a vitamínu A, ale i skupiny B a vitaminy E, H a K. Vitaminy jsou obsaženy hlavně v aktivních rostlinných orgánech. Listová zelenina obsahuje také značné množství minerálních látek, především K, Fe, Ca a Zn. Velmi důležitý je i vlastní obsah chlorofylu a v něm obsaženého Mg. Zajímavý je u některých druhů i obsah peprných látek, např. u Hořčice čínské. Důležitý je také obsah organických kyselin, především kyseliny jablečné a citronové. Dále obsahuje listová zelenina z významnějších kyselinu jantarovou, glukuronovou, mravenčí a další (Pokluda, 2006).

Zelenina obsahuje i řadu dalších látek, některé můžeme řadit mezi rizikové, např. v nepříznivých podmínkách nahromaděné dusičnany, kterým bude věnována další kapitola. Nejproblematictější látkou je kyselina šťavelová, která váže vápník a tím omezuje jeho

využití v organismu. Její negativní vliv lze ale neutralizovat vyšším příjmem vápníku z jiných zdrojů.

3.1.3 Netradiční druhy listové zeleniny

V posledních letech se na trhu začínají prosazovat listové zeleniny nejen ze západní Evropy, ale i z Orientu.

3.1.3.1 Mizuna

Mizuna pochází z Asie, je to listový typ kořenové zeleniny vodnice. Je jednoletá, daří se jí dobře i v mírném klimatu, snáší i mrazy do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sklízí se celé listy, které jsou lesklé, velké se šťavnatými řapíky (viz obrázek 1). Sklízet se může už za dva až tři týdny, dorostlé rostliny jsou 8 - 10 týdnů po výsevu. Listy mají vysoký obsah vitamínu C, draslíku a vápníku. Z mladých čerstvých listů se připravuje salát, starší se vaří a nakládají (Pekárková, 2002). Mizuna existuje nejméně 16 známých odrůd lišících se texturou, barvou i chutí. Zelené listy mají vysoký obsah beta karotenu a minerálních látek.

Obrázek 1 - mizuna



foto: archiv autorky

3.1.3.2 Hořčice čínská

Pekárková (2002) uvádí, že v Evropě je hořčice čínská nejdéle známá a nejrozšířenější z Orientálních zelenin. Má velmi široké použití, listy obsahují velké množství vitamínu C, mají dietetické vlastnosti, podporují chuť k jídlu a do jisté míry jsou baktericidní. Je to rostlina jednoletá. Listy jsou světle nebo tmavě zelené, lesklé, hladké s bílými žebry (viz obrázek 2). Patří k zimě nejodolnějším asijským rostlinám, podobně jako mizuna snáší teploty i okolo -10 °C. Listy lze sklízet v kterémkoliv stadiu vývoje. Mladé listy mají pikantnější ostřejší chuť. S věkem rostliny se aroma ještě zvýrazňuje. Nejčastěji se využívají syrové na salát.

Čínská hořčice je u nás známá pro svá semena, její pěstování jako listové zeleniny není zatím mnoho využíváno. S ohledem na krátkou vegetační dobu by ale v budoucnu mohla oživit sortiment pěstované zeleniny u nás.

.Obrázek 2 – hořčice čínská



foto: archiv autorky

3.1.3.3 Chryzantéma jedlá

Jde o jednoletou rostlinu, její listy jsou laločnaté (viz obrázek 3.). Chryzantéma jedlá obsahuje velké množství vitaminů, hlavně provitaminu A. Využívá se především v asijské kuchyni, u nás je její využití zatím spíše netradiční. Pro kuchyňské zpracování se používají mladé stonky a listy, nejčastěji jako čerstvé. Při teplotách blížících se nule její nadzemní část ztrácí chutnost díky namrzání (Kopec, 2010). Je též velmi bohatá na obsah vlákniny,

flavonoidů, vápníku a hlavně draslíku, kterého obsahuje dokonce víc než banány. Při vyšších teplotách a velké expozici slunci dochází k tvorbě velmi hořké chutě a tuhosti rostliny.

Obrázek 3 – chryzantéma jedlá



foto: archiv autorky

3.1.3.4 Roketa setá

Miyazawa et al. (2002) uvádí, že roketa přišla do Evropy ze středomoří z malé Asie. Původně byla jen plevelnou rostlinou v porostech lnu a obilí. Patří do čeledi brukvovitých, její listy jsou jemně vykrajované a tvoří růžici (viz obrázek 4). Je to rostlina jednoletá. Dá se vysévat během celého roku, listy se mohou sklízet 6 - 8 týdnů po zasetí. Je velmi odolná vůči suchu, snáší teploty do -4 °C. Má lehce štiplavou chuť, obsahuje velké množství vitamínu C. Při vyšších dávkách při hnojení dusíkem má velký obsah dusičnanů. Používá se především do salátů.

Obrázek 4 – roketa setá



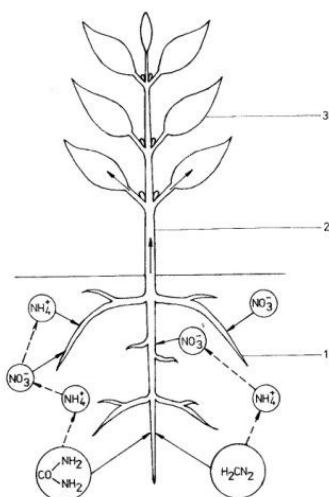
foto: archiv autorky

3. 2 Dusičnany

3.2.1 Charakteristika

Dusičnany jsou přirozené metabolity všech rostlin, rostliny je syntetizují pro svůj vlastní růst a vývoj (Pekárková, 2002). V rostlině se akumulují především v nepříznivých podmínkách nebo při hnojení dusíkatými hnojivy, ukládají se především v listech a vodivých tkáních jako jsou stonky a kořeny (viz obr. 5). Důležité je zajistit rostlinám dostatek světla, dostatek vláhy a nehnojit velkými dávkami dusíkatých hnojiv (Hlušek, 2004).

Obr. 5 – akumulace dusičnanů



1. Kořen – redukce dusičnanů, syntéza aminokyselin a bílkovin
2. Stonek – transport a ukládání dusičnanů, aminokyselin a amidů
3. Listy – redukce dusičnanů, syntéza aminokyselin, bílkovin a chlorofylu

Weigthman et al. (2006) učinili závěr, že plodiny sklizené v chladnějších podmínkách mají obecně vyšší koncentraci dusičnanů, než letní úroda ve stejném prostředí. Plodiny ze států severní Evropy mají vyšší obsahy než stejné plodiny ze států jižní Evropy. S těmito tvrzeními souhlasí i Prugar a kol. (2008) a dodává že nejvíce se dusičnany kumulují v zimě a při nedostatku světla, dále uvádí že nitrátový (dusičnanový) aniont NO_3^- je pro rostliny esenciálním a účastní se mnohých biochemických a fyziologických procesů. Proto je z přírodovědeckého hlediska nesmyslné hovořit o dusičnanech jako o „cizorodých, škodlivých a dokonce toxických“ látkách. Nežádoucími se stávají až v okamžiku, kdy se

jejich koncentrace zvýší nad přijatelnou mez a jakmile se redukují na dusitany. Dusičnany přijímané v obvyklých množstvích s potravou nejsou pro člověka nebezpečné. V zažívacím traktu se vstřebávají do krve a v ledvinách převážně vylučují do moče. Zdravotní rizika vznikají při redukci dusičnanů na toxické dusitany. Tuto redukci zajišťuje enzym nitrátoreduktasa, kterou produkují některé běžné, většinou neškodné mikroorganismy, přítomné v potravinách a ve střevní mikroflóře člověka. Dusitany se také vstřebávají do krve v které oxidují krevní barvivo hemoglobin na methemoglobin, ten potom nemá schopnost přenášet kyslík. Tím vzniká nebezpečí tzv. dusičnanové methemoglobinemie. U zdravého dospělého člověka je v erythrocytech přítomna methemoglobinoreduktasa díky které se methemoglobin rychle likviduje obranným enzymovým oxidoredukčním systémem. Díky aktivitě tohoto systému je zdravý člověk schopen vyrovnat se i se zvýšeným příjmem dusičnanů anebo přímo dusitanů. Jinak je tomu u kojenců (do cca 4 měsíců), ti ještě nemají dostatečně vyvinutý obranný enzymový systém a v jejich krvi převládá z matčina těla přinesený tzv. fetální hemoglobin, který je mnohem citlivější na dusitany než hemoglobin u člověka dospělého. Mimo methemoglobinemie existuje ještě další riziko spojené se zatížením člověka dusičnany a dusitany z potravy, a to je možnost vzniku N-nitrosloúčenin (nitrosaminů a eventuálně i nitrosamidů), které jsou kancerogenní, mutagenní a teratogenní (Prugar, 2008). Negativní vliv N-nitrosloúčenin není omezen jen na malé děti, nebezpečí ohrožuje celou populaci, jak bylo experimentálně mnohokrát ověřeno na zvířatech.

Pravidelný přísun kyseliny askorbové významně potlačuje proces tvorby nitrosaminů. Avšak kromě vitamínu C jsou i další látky, které mají podobné žádoucí účinky, např. některé další vitamíny (karoteny, tokoferoly), pektiny, vláknina a některé minerály které zelenina obsahuje (Šrot, 2005).

Zdravotní nezávadnost dusičnanů potvrzují i Velíšek a Hajšlová (2009) kteří uvádějí, že dusičnany nejsou pro dospělého člověka nebezpečné, neboť se relativně rychle vyloučí močí asi 80 % během 4 – 12 hodin (u starších lidí 50 %). Zbylé dusičnany se v zažívacím traktu přemění hlavně na amonné soli.

3.2.2 Obsah v listové zelenině

U rostlinných produktů, především u zeleniny se obsahy dusičnanů pohybují od 50 až po několik tisíc mg na kg čerstvé hmoty. Dle Prugara a kol. (2008) se zeleniny dělí do tří skupin, právě podle obsahu dusičnanů. Listová zelenina patří do 1. skupiny zelenin s vysokým

obsahem dusičnanů > 1000 mg/kg. Dle zdrojů od EFSA (2008) měla v testovaných zeleninách skupina listových nejvyšší obsahy dusičnanů.

Nejvyšší naměřený obsah dusičnanů byl zaznamenán u rukoly, porovnávány byly vzorky z 20 členských států EU a Norska. Střední hodnota testovaných rukol obsahovala až 4 800 mg dusičnanů/kg, přitom maximální povolené množství např. u salátu je 3 000 mg/kg. Konzumace více než 47 g rukoly denně by vedla k překročení doporučené ADI pro dusičnany, ale takový denní příjem je velmi nepravděpodobný. Význam množství dusičnanů nacházejících se v této zelenině by měl zohledňovat přípravu pokrmů a další úpravu, kterou se množství dusičnanů výrazně sníží. Vzhledem k vyššímu obsahu dusičnanů v rukole vydala Evropská vědecká komise v roce 2008 stanovisko o posouzení vhodného limitu pro tuto zeleninu. V roce 2010 Evropská komise rozhodla, že je vhodné stanovit maximální limity pro obsah dusičnanů v rukole. Maximální limity pro rukolu (tabulka 1) se začali užívat 1. dubna 2012 [EUR-Lex, 2011].

. Vzhledem k nižším obsahům dusičnanů a ne tak výrazné konzumaci dalších mnou stanovovaných rostlin nebyly pro tyto druhy určeny speciální limity na obsahy dusičnanů. Tabulka 1 – maximální limity dusičnanů v zelenině

Potravina	Maximální limity (mg NO₃/kg)
čerstvý špenát	3 500
zmrazený, konzervovaný špenát	2 000
čerstvý hlávkový salát (1. 10. - 31. 3.)	5 000
čerstvý hlávkový salát (1. 4. - 30. 9.)	4 000
rukola (1. 10. - 31. 3.)	7 000
rukola (1. 4. - 30. 9.)	6 000

zdroj: EUR-Lex, 2011

3.2.3 Metody stanovení

Na stanovení obsahu dusičnanů v biologických materiálech se používají různé analytické metody, zejména spektrofotometrické (kolorimetrická xylenová metoda), potenciometrické (iontově selektivní dusičnanová elektroda) a chromatografické. Dusičnany je možné stanovit i s využitím polarografie, atomové absorpční spektrofotometrie, kapilární isotachografie atd. (Prugar a kol., 2008)

3.2.3.1 Kolorimetrická stanovení

Tato stanovení byla používána dříve, dnes je jejich užití spíše raritou. Principem byly reakce dusičnanů v kyselém prostředí s chemickými látkami, při kterých dle použití dané chemikálie vznikala různá zbarvení. Intenzita zbarvení poté byla porovnávána se standardními roztoky. Mezi kolorimetrická stanovení patří: stanovení s 3,4 xylenolem, stanovení s kyselinou fenoldisulfonovou, stanovení s difenylalaninem, stanovení se síranem železnatým a stanovení s pyrogalolem (Prugar a Prugarová, 1985).

3.2.3.2 Metody iontové selektivní elektrody

Rutinní orientační metoda potenciometrického stanovení dusičnanů pomocí iontoselektivní elektrody využívá změny potenciálu elektrod, způsobené změnami aktivity dusičnanových iontů v roztoku filtrovaného extraktu vzorku. Zhomogenizovaný vzorek se po protřepání s extrakčním roztokem přefiltruje, potom se měří elektromotorická síla článku v roztoku filtrátu a z analytické přímky se odečte odpovídající množství dusičnanů (Prugar a Prugarová, 1985).

3.2.3.3 Stanovení dle ČSN

Stanovení obsahu dusičnanů nebo dusitanů v potravinách zaznamenává norma ČSN EN 12014, která je českou verzí evropské normy EN 12014 (1998).

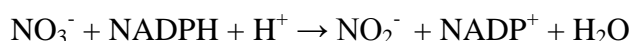
3.2.3.3.1 Metoda HPLC/IC pro stanovení obsahu dusičnanů v zeleninových výrobcích a zelenině

Metoda je použitelná pro obsah dusičnanů v rozsahu 50 – 3000 mg/kg. Podstatou je extrakce dusičnanů ze vzorku horkou vodou a odstranění rušivých příměsí pomocí Carrezova činidla nebo přečištěním na SPE kolonce (extrakcí s tuhým sorbentem). Stanovení se provádí

pomocí HPLC (vysokotlaká kapalinová chromatografie) s reverzní fází s UV detekcí nebo pomocí metody IC (iontová chromatografie) s vodivostním detektorem.

3.2.3.3.2 Stanovení pomocí enzymově katalyzované reakce ve vodném extraktu vzorku

Stanovení slouží k zjištění obsahů dusičnanů v kojenecké a dětské výživě se zeleninou. Vhodné pro obsahy dusičnanů od 50 do 200 mg/kg. Principem je měření množství spotřebovaného NADPH na následující reakci:



Reakce probíhá za působení nitrátreduktázy. Množství spotřebovaného NADPH se přímo rovná množství obsažených dusičnanů (ČSN, 1998).

3.2.3.3.3 Metoda kontinuálního průtoku

Metoda kontinuálního průtoku (CF) je automatizovaná verze manuálního postupu pro stanovení dusičnanů v listové zelenině. Automatizace umožňuje delší dobu využívat kadmium, které je potřeba k redukci dusičnanů na dusitany. Dusitany reagují se sulfanilamidem a N-(1-naftyl)ethylendiaminem za vzniku červenopurpurového azobarviva. Intenzita vzniklého zbarvení se měří spektrofotometricky při 520 – 540 nm. Metoda je vhodná pro stanovení dusičnanů v zelenině a zeleninových výrobcích v rozsahu 900 – 5200 mg/kg. Byla prokázána jako vhodná i pro obsahy dusičnanů větší než 50 mg/kg (ČSN, 1998).

3.2.3.4 Reflektometrická metoda

Metoda je založena na principu reflektometrie (remise fotometrie), rozdíl v intenzitě vyzařovaného a odraženého světla měřeného pomocí testovacích proužků reflektquant v přístroji reflektometru umožňuje kvantitativní stanovení koncentrace požadovaného analytu. Reflektometr nabízí uložení až 5 různých metod měření a kolem 50 změřených výsledků. Požadované metody jsou načteny pomocí specifických pásků s čárovým kódem. Čárový kód obsahuje informace pro vlnovou délku měření. Přístroj má rozměry 19 x 8 x 2 cm, obsahuje multifunkční LCD displej na kterém se zobrazí odpočítávání času po vložení testovacího proužku namočeného ve vzorku, stav baterie, kód metody měření a nakonec výsledná hodnota koncentrace analytu po uplynutí doby měření. Ideální teplota pro měření je 5 – 40 °C (Merck, 2013).

Pro stanovení dusičnanů slouží speciální testovací proužky Reflectoquant 116971 Test pro stanovení dusičnanů. Reflektometr měří v rozsahu 5 - 225 mg dusičnanů/litr.

3. 3 Vitamin C - L-askorbová kyselina

3.3.1 Charakteristika

Systematický chemický název vitamínu C je kyselina L – askorbová, přesněji řečeno jde o L-enantiomer kyseliny askorbové (tzn. optický izomer), sumární vzorec je $C_6H_8O_6$. Účastní se při vstřebávání železa, brání oxidaci LDL cholesterolu, podporuje imunitní systém při virových a bakteriálních onemocněních, tlumí vznik nitrosaminů, podporuje tvorbu kolagenu a karnitinu. Zdrojem jsou nejen citrusové plody ale i listová a brukvovitá zelenina (Fořt, 2011).

Podle Velíška (2008) dokáží askorbovou kyselinu syntetizovat veškeré fotoautotrofní rostliny (schopné fotosyntézy). Vitamin C je vitamínem pouze pro člověka a některé savce (opice, morčata a netopýři). U rostlin má určitou úlohu při fotosyntéze, kde reguluje množství aktivních forem kyslíku. Štěpením vznikají jedinečné metabolity, např. L-vinná kyselina nebo šťavelová kyselina.

U živočichů se podílí na řadě reakcí probíhajících v organismu, např. syntéza některých polysacharidů, absorpce železa v iontové formě, stimulace přenosu sodných a chloridových iontů. Podílí se i na metabolismu cholesterolu. Působí jako antioxidant díky navázání se na volné radikály a chrání tak např. vit E a lipidy membrán před oxidací. Inhibuje tvorbu nitrosaminů, proto obsah vitamínu C koreluje s obsahem dusičnanů. Vitamin C dokáže snížit množství nitrosaminů vznikajících z dusičnanů téměř o polovinu (Brambilla and Martelli, 2007).

Při zpracování zeleniny dochází ke ztrátám vitamínu C, minimální ztráty nastávají při mytí, naopak značné při tepelných úpravách (např. blanšírování, vaření, konzervování, atd.). Ztráty výluhem jsou vyšší u listové zeleniny s velkým povrchem než u kořenové. Ke ztrátám dochází např. i při mléčném kvašení zeleniny. Ztráty můžeme snížit omezíme-li kontakt potravin se vzduchem, aby nedocházelo k oxidaci a využíváním zeleniny v čerstvém stavu, která obsahuje největší koncentrace vitaminů. Obsah je významně závislý i na podmínkách vegetačních. Nejstabilnější je vitamin C při zmrazování a mrazírenském skladování, ale ke značným ztrátám může dojít při rozmrazování (Velíšek, 2008).

3.3.2 Výskyt

V potravinách rostlinného původu je zpravidla 90 - 95 % vitamínu C přítomno jako askorbová kyselina, zbytek je ve formě kyseliny dehydroaskorbové.

Doporučená denní dávka (DDD) je 60 - 200 mg. Při oslabení organismu několikanásobně vyšší 400 - 1000 mg. Zelenina pokryje asi 30 - 40 % denního příjmu. Potřebná minimální dávka je 60 - 80 mg, vyšší se podávají v těhotenství, při kojení a u starších osob a kuřáků. Nevyužité vyšší dávky odcházejí močí, z toho důvodu nedochází k předávkování vitamínem C (Mindell, 2010).

3.3.3 Metody stanovení

3.3.3.1 Kolorimetrické stanovení

Tato stanovení jsou založena na řadě různých reakcí, které kyselina askorbová dává, např. modré zbarvení s kyselinou fosfowolframovou (Velíšek, 2008).

3.3.3.2 Spektrofotometrické stanovení

Tato metoda má v dnešní době malé praktické využití. Je třeba při ní pracovat rychle, aby nedošlo k oxidaci. Měření absorbance se provádí ve viditelné oblasti, intenzita zbarvení vzorku se porovnává se standardem (Valášek a Rop, 2007).

3.3.3.3 Polarografické stanovení

Založeno na elektrochemické oxidaci kyseliny askorbové na rtuťové elektrodě. Používá se především pro vzorky koření, ovoce a zeleninu. Vzorek se musí upravit použitím formaldehydu (Arya et al., 2000).

3.3.3.4 Chromatografické metody

Při chromatografii je třeba mít k dispozici mobilní a stacionární fázi. Mobilní fázi je kapalina poháněná vysokým tlakem – vstříkáváním vzorku. Stacionární fáze je polární, nejčastěji se používá silikagel. V dnešní době patří mezi nejpoužívanější kapalinová chromatografie HPLC. Metoda je velmi citlivá, ze vzorků se nejčastěji extrahuje kyselina askorbová pomocí kyseliny metafosforečné (Škrovánková a kol., 2007).

3.3.3.5 Reflektometrická metoda

Test je založen na principu reflektometrie (remise fotometrie), rozdíl v intenzitě vyzařovaného a odraženého světla umožňuje kvantitativní stanovení (viz kapitola 3.2.3.4). Používá se přístroj RQflex plus 10 (viz obr. 6)

Pro stanovení kyseliny askorbové slouží speciální testovací proužky Reflectoquant 116981 Test pro stanovení kyseliny askorbové. Reflektometr měří v rozsahu 25 - 450 mg kyseliny askorbové/litr.

Obrázek 6 – RQflex plus 10



zdroj: [Merck chemicals, 2011]

4 Materiál a metody

4.1 Materiál

4.1.1 Semena

Semena stanovených druhů mizuny (*Brassica rapa ssp. japonica*), hořčice čínské (*Brassica juncea*), chryzantémy jedlé (*Chrysanthemum coronarium*) a roketky seté (*Eruca sativa*) byla nakoupena v semenářství v Biskupské ulici v Praze. Všechna pocházela od firmy SEMO. Polovina jich byla použita na jarní výsev a druhá polovina po uchování v suchu na výsev podzimní.

4.1.2 Použité chemikálie

NaNO₃; Kyselina metafosforečná

4.1.3 Použité přístroje

Reflektometr a testovací proužky Reflectoquant – výrobce Merck KGaA, Germany

Infračervené sušící váhy

4.2 Metody

4.2.1 Příprava vzorku – výsev

Pro výsev bylo stanoveno místo na pokusném pozemku ČZU v Tróji. Každý druh byl vyset na 40 m řádek s přibližně 5 cm mezerami mezi semínky a 40 cm mezerami mezi jednotlivými řádky (viz obrázek 7).

Obrázek 7 - výsev



foto: archiv autorky

Jarní výsev se uskutečnil 21. dubna 2011. Podzimní varianta potom 23. srpna 2011.

Rostliny byly ve 14 denních intervalech udržovány pletím a zalévány přibližně 3 krát týdně.

4.2.2 Odběr vzorků

Vždy byly odebírány od každého druhu 4 rostliny a to jedna z každé čtvrtě řádku. Ty byly po přinesení do laboratoře dále zpracovány podle druhu stanovení. Odběr se uskutečňoval pro různá stanovení v několika dnech.

Pro stanovení dusičnanů je důležitý ranní odběr, protože obsahy dusičnanů se v průběhu dne výrazně snižují, obzvláště v teplém období, kdy vlivem zvyšování teploty narůstá aktivita nitrátoreduktázy v rostlinách a to se projeví snížením naakumulovaných dusičnanů (Weightman et al., 2006).

4.2.2.1 Vzorky pro stanovení výnosu a pro stanovení dusičnanů

Rostliny z jarního výsevu byly sklizeny 20. 6. 2011 mezi 7 a 7:30 hodinou při 20 °C za slunečného počasí. U podzimního výsevu byly chryzantéma jedlá a hořčice čínská sklizeny 25. 10. 2011 mezi 9:15 a 9:30 hodinou při 16 °C za oblačného počasí. Mizuna a roseta setá byly sklizeny 1. 11. 2011 mezi 10:15 a 10:30 hodinou při 14 °C za oblačného počasí.

4.2.2.2 Vzorky pro stanovení kyseliny askorbové

Rostliny z jarního výsevu byly sklizeny 22. 6. 2011 mezi 7 a 7:30 hodinou při 18 °C a polojasnu. U podzimního výsevu byly sklizeny 8. 11. 2011 mezi 9 a 9:30 hodinou při 12 °C za oblačného počasí.

4.2.2.3 Vzorky pro stanovení sušiny

Rostliny z jarního výsevu byly sklizeny 20. 6. 2011 mezi 7 a 7:30 hodinou při 20 °C za slunečného počasí. U podzimního výsevu byly sklizeny 10. 11. 2011 mezi 9 a 9:30 hodinou při 13 °C za oblačného počasí.

4.2.3 Příprava vzorků pro měření

4.2.3.1 Vzorky pro stanovení výnosu

Kořeny rostlin byly po přinesení do laboratoře omyty a osušeny. Po oschnutí byly rostliny po jedné váženy s přesností na 2 desetinná místa. Poté byly rostliny použity pro další stanovení.

4.2.3.2 Vzorky pro stanovení dusičnanů

Ze všech 4 rostlin stejného druhu byly odtrženy listy a ty smíšeny pro přípravu reprezentativního vzorku. Z této směsi se ke stanovení odebíralo 4 x 10,0 g. Vzorek byl navážen s přesností na 3 desetinná místa do speciálních 200 ml odměrných baněk s rozšířeným hrdlem, doplněn destilovanou vodou přibližně do 2/3 obsahu a 15 minut zahříván v třepačce ve vodní lázni přibližně 100 °C. Po vyjmutí z třepačky se nechal zchladnout, doplnil se destilovanou vodou po rysku na 200 ml a filtroval přes papírový filtr. Filtrát se poté přelil do 50 ml kádinky a byl do něj vložen speciální testovací proužek pro stanovení dusičnanů na RQflex plus 10, který byl nastaven na Test pro stanovení dusičnanů s měřícím rozsahem 5 – 225 mg/l. Proužek byl po 10 s lehce osušen a vložen do přístroje a displej ukázal obsah dusičnanů v mg/l.

Podle rozsahu výsledků byly vytvořeny kalibrační roztoky z NaNO₃. Ty byly proměřeny pomocí testovacích proužků na přístroji RQflex plus 10. Z hodnot získaných pro kalibrační roztoky byla vytvořena kalibrační křivka.

4.2.3.3 Vzorky pro stanovení kyseliny askorbové

Pro stanovení kyseliny askorbové byl připraven 3% roztok kyseliny metafosforečné pro extrakci kyseliny. Kyselina metafosforečná byla připravena do 1 l odměrné baňky navážením 30 g kyseliny metafosforečné. Baňka byla doplněna po rysku destilovanou vodou.

Z čerstvě odebraných 4 ks rostlin byly odebrány listy a z nich vytvořen směsný vzorek. Z něj se ke stanovení použilo 4 x 5 g. Vzorek byl natrhán a navážen s přesností na 3 desetinná místa do širší 200 ml kádinky, pipetou bylo přidáno 50 ml kyseliny metafosforečné a 1 minutu byla směs homogenizována tyčovým mixérem při nejmenších otáčkách. Extrakt byl zfiltrován přes papírový filtr a filtrát se přelil do 50 ml kádinky. Do filtrátu se vložil speciální testovací proužek pro stanovení kyseliny askorbové na přístroji

RQflex plus 10. Přístroj byl nastaven na Test pro stanovení kyseliny askorbové s rozsahem měření 25 – 450 mg/l. Proužek byl po 5 s osušen a vložen do přístroje a displej ukázal obsah kyseliny askorbové v mg/l.

Podle rozsahu výsledků byly vytvořeny kalibrační roztoky o známé koncentraci kyseliny askorbové a z nich vytvořena kalibrační křivka.

4.2.3.4 Vzorky pro stanovení sušiny

Ze směsi vzorků ze 4 rostlin jednoho druhu bylo natrháno na drobné kousky a naváženo přesně 1,000 g na infračervené sušicí váhy, na kterých byl nastaven program pro sušení zeleniny. Zaklapnuto víčko a automaticky sušeno do zaznění signálu a objevení konečného čísla obsahu sušiny v % na displeji. Stanovení bylo prováděno, dokud nebyl rozdíl mezi dvěma vzorky $\leq 0,1$ %.

4.2.4 Vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení výsledků byly použity vhodné statistické a matematické metody v programu Microsoft Excel. Výsledky z jarního a podzimního výsevu byly navzájem porovnány.

4.2.4.1 Hodnocení výnosu

Rostliny byly zváženy i s kořeny, stanovena průměrná hmotnost jedné rostliny a výsledek byl přepočten z plochy na které byly pěstovány na výnos v t/ha.

4.2.4.2 Stanovení dusičnanů

Hodnota zobrazená na displeji RQflex plus 10 byla pro přesnost přepočítána přes kalibrační křivku. Dále se přepočtl obsah dusičnanů v mg/l které ukázal reflektometr na obsah dusičnanů v mg/200 ml ve kterých probíhalo stanovení a dále byl přes navážku vzorku vypočítán obsah dusičnanů v mg/kg (ppm).

4.2.4.3 Stanovení kyseliny askorbové

Hodnota na displeji přístroje RQFlex plus 10 byla přepočtena pomocí kalibrační křivky na přesnější hodnotu udávající obsah kyseliny askorbové v mg/l. Z tohoto obsahu bylo přepočteno kolik mg kyseliny askorbové je v 50 ml použitých při stanovení a dále přes navážku vzorku kolik je mg kyseliny askorbové/kg (ppm).

4.2.4.4 Stanovení sušiny

Hodnota z infračervených vah byla konečnou hodnotou obsahu sušiny a tak byl z výsledků vytvořen pouze průměr a určena směrodatná odchylka a maximální a minimální hodnota pro jednotlivé druhy.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení výnosu

5.1.1 Jarní výsev

Pro výpočet výnosu byly rostliny váženy (tabulka 2).

Tabulka 2 - hmotnost rostlin

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hmotnost 1. rostliny (g)	63,26	70,92	53,28	63,24
hmotnost 2. rostliny (g)	66,43	70,86	54,49	60,23
hmotnost 3. rostliny (g)	58,62	74,26	55,61	69,39
hmotnost 4. rostliny (g)	69,43	73,14	54,81	61,85
průměrná hmotnost (g)	64,44	72,30	54,55	63,68
maximum (g)	69,43	74,26	55,61	69,39
minimum (g)	58,62	70,86	53,28	60,23
medián (g)	64,85	72,03	54,65	62,55
směrodatná odchylka (g)	4	1,46	0,84	3,47

Hořčice čínská měla nejvyšší hmotnost okolo 70 g, nejmenší hmotnost měla mizuna hodnoty okolo 55 g a chryzantéma jedlá i roketá setá se průměrně pohybovaly okolo 65 g.

Z průměrné hmotnosti rostliny (g) na pěstované ploše 40 m X 0,15 m (6 m²) se provedl přepočít pro údaj o výnosu rostliny (tabulka 3) pomocí koeficientu (1,66 *10⁻³) pro převod z g/6 m² na t/ha.

Tabulka 3 – výnosy rostlin

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
výnos (g/6m²)	64,44	72,30	54,55	63,68
výnos (t/ha)	0,107	0,120	0,091	0,106

Výnos všech stanovovaných druhů se pohyboval okolo 0,1 t/ha.

5.1.2 Podzimní výsev

Rostliny byly váženy pro výpočet výnosu (tabulka 4).

Tabulka 4 - hmotnost rostlin

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hmotnost 1. rostliny (g)	56,38	38,08	45,82	18,68
hmotnost 2. rostliny (g)	47,39	52,71	37,88	26,19
hmotnost 3. rostliny (g)	45,43	47,72	43,07	25,92

hmotnost 4. rostliny (g)	47,57	39,07	41,83	18,44
průměrná hmotnost (g)	49,19	44,40	42,15	22,31
maximum (g)	56,38	52,71	45,82	26,19
minimum (g)	45,43	38,08	37,88	18,44
medián (g)	47,48	43,40	42,45	22,30
směrodatná odchylka (g)	4,23	6,09	2,86	3,75

Nejvyšší hmotnost měla chryzantéma jedlá, přibližně 50 g, nejnižší roseta setá oproti chryzantémě méně než poloviční okolo 20 g. Hořčice a mizuna se pohybovaly okolo 40 až 45 g.

Z průměrné hmotnosti rostliny (g) na pěstované ploše 40 m X 0,15 m (6 m²) se provedl přepočít pro údaj o výnosu rostliny (tabulka 5) pomocí koeficientu (1,66*10⁻³) pro převod z g/6 m² na t/ha.

Tabulka 5 – výnosy rostlin

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
průměrná hmotnost (g)	49,19	44,40	42,15	22,31
průměrný výnos (t/ha)	0,082	0,074	0,07	0,037

Na základě těchto 2 variant pěstování bylo provedeno porovnání jarního a podzimního výsevu z hlediska větší výnosnosti (tabulka 6).

Tabulka 6 – porovnání výsevů

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
jarní výnosy (t/ha)	0,107	0,120	0,091	0,106
podzimní výnosy (t/ha)	0,082	0,074	0,07	0,037

Z tabulky č. 6 vyplývá, že podzimní výnosy rostlin byly nižší než ty z jarního výsevu.

5.2 Stanovení dusičnanů

5.2.1 Jarní výsev

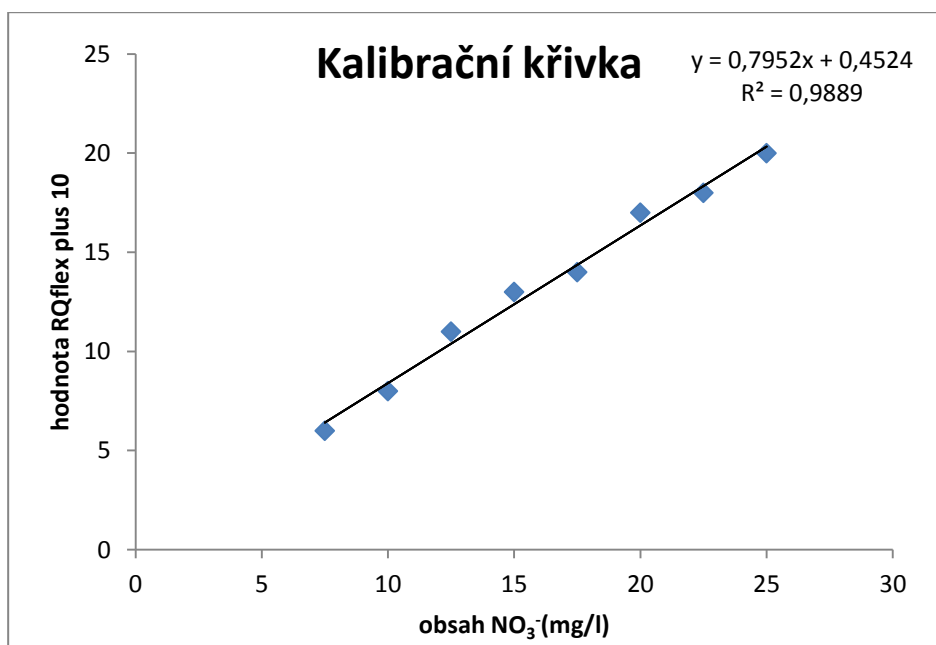
Dle výsledků RQflex plus 10 u kalibračních roztoků (tabulka 7) byla sestavena kalibrační křivka (graf 1)

Tabulka 7 – kalibrace

navážka (mg NO₃⁻/l)	hodnota RQ (mg NO₃⁻/l)
5	LO
7,5	6
10	8

12,5	11
15	13
17,5	14
20	17
22,5	18
25	20

Graf 1 – kalibrační křivka



U každého druhu rostliny byly provedeny 4 měření (tabulka 8) pomocí testovacího zařízení RQ (RQflex plus 10).

Tabulka 8 – stanovení hodnot RQ pro dusičnany

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg NO₃⁻/l)	13	8	8	13
hodnota RQ 2 (mg NO₃⁻/l)	11	10	8	14
hodnota RQ 3 (mg NO₃⁻/l)	15	8	10	16
hodnota RQ 4 (mg NO₃⁻/l)	12	11	11	12

Pomocí rovnice regrese (graf 1) byly přepočteny ukázané hodnoty z RQflex plus 10 na přesnější s hodnotou spolehlivosti 98,8 %. Pro upřesnění obsahu nitrátů ve zkoumaných vzorcích bylo třeba dopočítat x pomocí dosazení naměřených hodnot RQ za y pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 9).

Tabulka 9 – obsahy nitrátů ve vzorcích

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg NO₃⁻/l)	13	8	8	13
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	15,8	9,5	9,5	15,8

hodnota RQ 2 (mg NO₃⁻/l)	11	10	8	14
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	13,3	12,0	9,5	17,0
hodnota RQ 3 (mg NO₃⁻/l)	15	8	10	16
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	18,3	9,5	12,0	19,6
hodnota RQ 4 (mg NO₃⁻/l)	12	11	11	12
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	14,5	13,3	13,3	14,5

Z navážky vzorku a jí odpovídajícího obsahu dusičnanů ve stanovovaných 200 ml byl proveden přepočít na ppm (mg/kg) a to pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 10)

Tabulka 10 – obsah nitrátů v ppm

Chryzantéma jedlá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,013	10,002	10,004	10,014	10,008
obsah nitrátů (mg/l)	15,8	13,3	18,3	14,5	15,5
obsah nitrátů (mg/200 ml)	3,2	2,7	3,7	2,9	3,1

obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	315	265	366	290	309
Hořčice čínská	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,007	10,004	10,004	10,051	10,017
obsah nitrátů (mg/l)	9,5	12,0	9,5	13,3	11,1
obsah nitrátů (mg/200 ml)	1,9	2,4	1,9	2,7	2,2
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	190	240	190	264	221
Mizuna	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,004	10,001	10,005	10,005	10,004
obsah nitrátů (mg/l)	9,5	9,5	12,0	13,3	11,1
obsah nitrátů (mg/200 ml)	1,9	1,9	2,4	2,7	2,2
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	190	190	240	265	221
Roketa setá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,009	10,007	10,031	10,007	10,014

obsah nitrátů (mg/l)	15,8	17,0	19,6	14,5	16,7
obsah nitrátů (mg/200 ml)	3,2	3,4	3,9	2,9	3,3
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	315	341	390	290	334

Jak vyplývá z tabulky č. 10 obsah nitrátů (dusičnanů) se u hořčice čínské a mizuny pohyboval okolo 200 mg/kg a u chryzantémy jedlé a rockety seté okolo 300 mg/kg.

5.2.2 Podzimní výsev

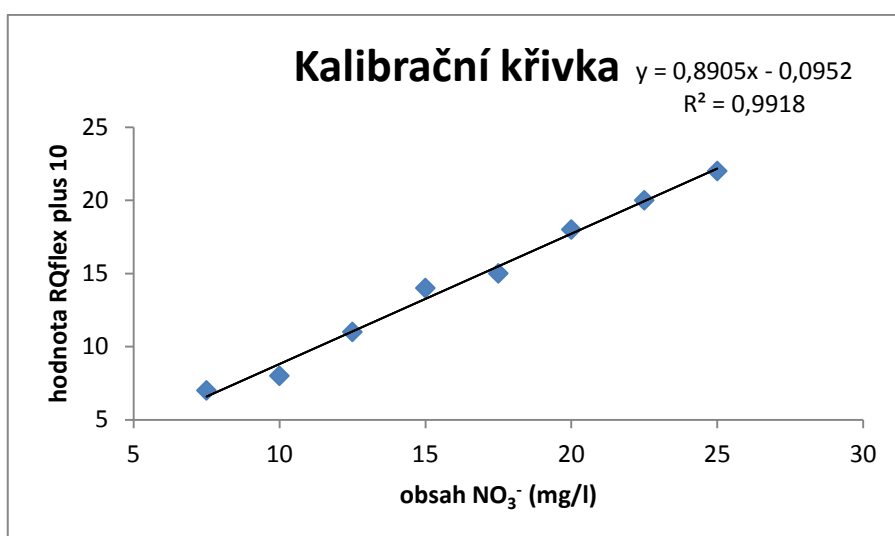
Dle výsledků RQflex plus 10 u kalibračních roztoků (tabulka 11) byla sestavena kalibrační křivka (graf 2).

Tabulka 11 – kalibrace

navážka (mg NO₃⁻ / l)	hodnota RQ (mg NO₃⁻ / l)
5	LO
7,5	7
10	8
12,5	11
15	14
17,5	15

20	18
22,5	20
25	22

Graf 2 – kalibrační křivka



U každého druhu rostliny byly provedeny 4 měření (tabulka 12) pomocí testovacího zařízení RQ (RQflex plus 10).

Tabulka 12 – stanovení hodnot RQ pro dusičnany

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg NO ₃ ⁻ /l)	13	16	15	19
hodnota RQ 2 (mg NO ₃ ⁻ /l)	12	12	13	14

hodnota RQ 3 (mg NO ₃ ⁻ /l)	10	15	12	17
hodnota RQ 4 (mg NO ₃ ⁻ /l)	9	7	9	18

Pomocí rovnice regrese (graf 2) byly přepočteny ukázané hodnoty z RQflex plus 10 na přesnější s hodnotou spolehlivosti 99,1%. Pro upřesnění obsahu dusičnanů (nitrátů) ve zkoumaných vzorcích bylo třeba dopočítat x pomocí dosazení naměřených hodnot RQ za y pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 13)

Tabulka 13 – obsahy nitrátů ve vzorcích

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg NO ₃ ⁻ /l)	13	16	15	19
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	14,7	18,1	17,0	21,5
hodnota RQ 2 (mg NO ₃ ⁻ /l)	12	12	13	14
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	13,6	13,6	14,7	15,8
hodnota RQ 3 (mg NO ₃ ⁻ /l)	10	15	12	17
odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	11,3	17,0	13,6	19,2
hodnota RQ 4 (mg NO ₃ ⁻ /l)	9	7	9	18

odpovídající obsah NO₃⁻ (mg/l)	10,2	8,0	10,2	20,3
---	------	-----	------	------

Z navážky vzorku a jí odpovídajícího obsahu dusičnanů ve stanovovaných 200 ml byl proveden přepočít na ppm (mg/kg) a to pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 14)

Tabulka 14 – obsah nitrátů v ppm

Chryzantéma jedlá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,013	10,002	10,004	10,014	10,008
obsah nitrátů (mg/l)	14,7	13,6	11,3	10,2	12,5
obsah nitrátů (mg/200 ml)	2,9	2,7	2,4	2,0	2,5
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	2 939	2 717	2 268	2 041	2 491
Hořčice čínská	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,007	10,004	10,004	10,051	10,017
obsah nitrátů (mg/l)	18,1	13,6	17,0	8,0	14,2
obsah nitrátů (mg/200 ml)	3,6	2,7	3,4	1,6	2,8
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	3614	2717	3391	1586	2826

Mizuna	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,004	10,001	10,005	10,005	10,004
obsah nitrátů (mg/l)	17,0	14,7	13,6	10,2	13,9
obsah nitrátů (mg/200 ml)	3,4	2,9	2,7	2,0	2,8
obsah nitrátů v ppm (mg/kg)	3391	2942	2717	2043	2773
Roketa setá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	10,009	10,007	10,031	10,007	10,014
obsah nitrátů (mg/l)	21,5	15,8	19,2	20,3	19,2
obsah nitrátů (mg/200 ml)	4,3	3,2	3,8	4,1	3,8
obsah nitrátů (mg/kg)	4287	3165	3830	4063	3836

Z tabulky č. 14 vyplývá, že chryzantéma jedlá obsahovala téměř 2 500 g/kg, mizuna a hořčice čínská obsahovaly průměrně okolo 2 800 g/kg a nejvíc obsahovala roketa setá okolo 4 000 mg/kg.

Po získání výsledků došlo k porovnání jarní a podzimní varianty pomocí průměrných obsahů nitrátů v ppm (tabulka 15).

Tabulka 15 – porovnání výsevů

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
jarní obsahy nitrátů (mg/kg)	309	221	221	334
podzimní obsahy nitrátů (mg/kg)	2491	2826	2773	3836

Z tabulky vyplývá, že rostliny pěstované na podzim obsahovali až desetinásobné koncentrace nitrátů oproti rostlinám z výsevu jarního a že největší množství dusičnanů obsahuje roketa setá v obou variantách.

5.3 Stanovení kyseliny askorbové

5.3.1 Jarní výsev

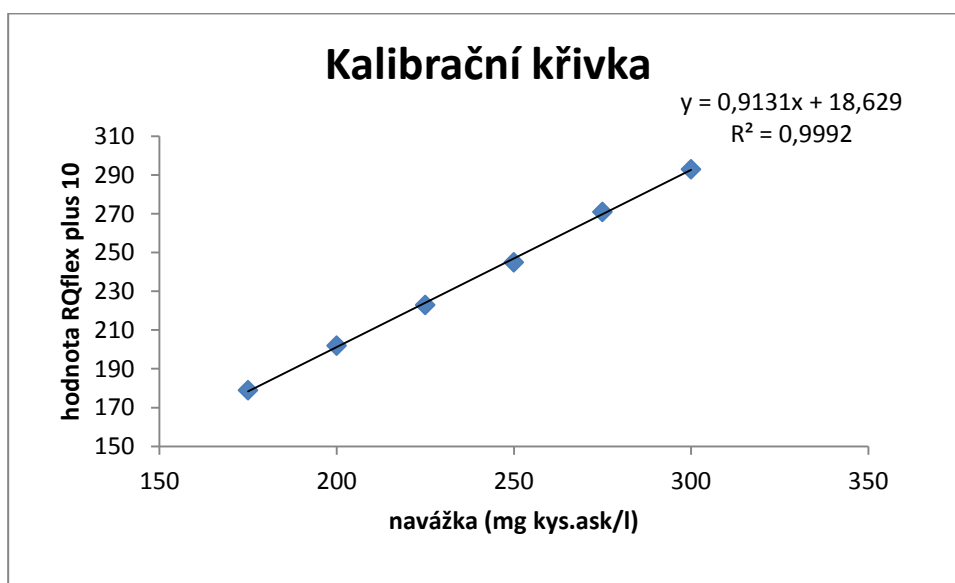
Dle výsledků RQflex plus 10 u kalibračních roztoků (tabulka 16) byla sestavena kalibrační křivka (graf 3).

Tabulka 16 – kalibrace

navážka (mg kys. askorbové/l)	hodnota RQ (mg kys. askorbové/l)
175	179
200	202
225	223
250	245

275	271
300	293

Graf 3 – kalibrační křivka



Od každého druhu rostliny byly proměřeny 4 vzorky pomocí RQflex plus 10 (tabulka 17).

Tabulka 17 – stanovení hodnot RQ pro kyselinu askorbovou

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg kys.askorbové/l)	198	206	249	279
hodnota RQ 2 (mg kys.askorbové/l)	192	208	244	285

hodnota RQ 3 (mg kys. askorbové/l)	190	210	239	278
hodnota RQ 4 (mg kys. askorbové/l)	185	206	248	295

Pomocí rovnice regrese (graf 3) byly přepočteny ukázané hodnoty z RQflex plus 10 na přesnější s hodnotou spolehlivosti 99,9%. Tato regresní rovnice byla použita pro přepočet ukázaných hodnot RQ na přesný obsah kyseliny askorbové v mg na litr (tabulka 18).

Tabulka 18 – obsahy kyseliny askorbové ve vzorcích

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg kys. askorbové/l)	198	206	249	279
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	196,5	205,2	252,3	285,2
hodnota RQ 2 (mg kys. askorbové/l)	192	208	244	285
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	189,9	207,4	246,9	291,8
hodnota RQ 3 (mg kys. askorbové/l)	190	210	239	278
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	187,7	209,6	241,4	284,1
hodnota RQ 4 (mg kys. askorbové/l)	185	206	248	295

odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	182,2	205,2	251,2	302,7
---	-------	-------	-------	-------

Z navážky vzorku a jí odpovídajícího množství mg kyseliny askorbové ve stanovovaných 50 ml se provedl přepočít na ppm kyseliny askorbové a to pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 19).

Tabulka 19 – obsah kyseliny askorbové v ppm

Chryzantéma jedlá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,002	5,001	5	5,001	5,001
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	196,5	189,9	187,7	182,2	189,1
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	9,8	9,5	9,4	9,1	9,5
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	1 964	1 899	1 877	1 822	1 890
Hořčice čínská	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,002	5,003	5,003	5	5,002
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	205,2	207,4	209,6	205,2	206,9
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	10,3	10,4	10,5	10,3	10,3
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	2052	2073	2095	2052	2068
Mizuna	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,003	5	5,001	5	5,001
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	252,3	246,9	241,4	251,2	248,0

obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	12,6	12,3	12,1	12,6	12,4
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	2522	2469	2413	2512	2479
Roketa setá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,002	5,001	5	5,002	5,00125
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	285,2	291,8	284,1	302,7	290,9
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	14,3	14,6	14,2	15,1	14,5
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	2851	2917	2841	3026	2909

Z tabulky č. 19 plyne že chryzantéma jedlá a hořčice čínská obsahují okolo 2 000 mg kyseliny askorbové na kg, mizuna přibližně 2 500 mg/kg a roketa setá 3 000 mg/kg.

5.3.2 Podzimní výsev

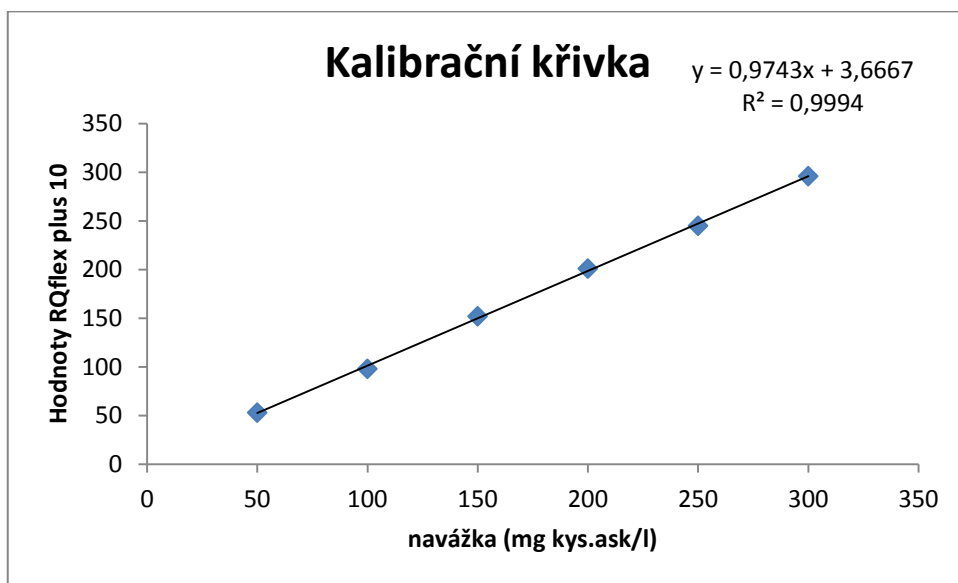
Dle výsledků RQflex plus 10 u kalibračních roztoků (tabulka 20) byla sestavena kalibrační křivka (graf 4).

Tabulka 20 – kalibrace

navážka (mg kys. askorbové/l)	hodnota RQ (mg kys. askorbové/l)
50	53
100	98

150	152
200	201
250	245
300	296

Graf 4 – kalibrační křivka



Od každého druhu rostliny se proměřily 4 vzorky pomocí RQflex plus 10 (tabulka 21).

Tabulka 21 – stanovení hodnot RQ pro kyselinu askorbovou

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg kys. askorbové/l)	189	206	86	260
hodnota RQ 2 (mg kys. askorbové/l)	188	202	85	268
hodnota RQ 3 (mg kys. askorbové/l)	178	205	83	275
hodnota RQ 4 (mg kys. askorbové/l)	196	200	88	271

Pomocí rovnice regrese (graf 4) přepočteny ukázané hodnoty z RQflex plus 10 na přesnější s hodnotou spolehlivosti 99,9%. Tato regresní rovnice byla použita pro přepočet ukázaných hodnot RQ na přesný obsah kyseliny askorbové v mg na litr (tabulka 22)

Tabulka 22 – obsahy kyseliny askorbové ve vzorcích

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
hodnota RQ 1 (mg kys. askorbové/l)	189	206	86	260
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	190,3	207,7	84,5	263,2
hodnota RQ 2 (mg kys. askorbové/l)	188	202	85	268
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	189,3	203,6	83,5	271,4

hodnota RQ 3 (mg kys. askorbové/l)	178	205	83	275
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	179,0	206,7	81,5	278,6
hodnota RQ 4 (mg kys. askorbové/l)	196	200	88	271
odpovídající obsah k. askorbové (mg/l)	197,5	201,6	86,6	274,5

Z navážky vzorku a jí odpovídajícího množství mg kyseliny askorbové ve stanovovaných 50 ml se provedl přepočet na ppm kyseliny askorbové a to pro každou rostlinu zvlášť (tabulka 23).

Tabulka 23 – obsah kyseliny askorbové v ppm

Chryzantéma jedlá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,002	5,003	5,001	5,005	5,003
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	190,3	189,3	179,0	197,5	189,0
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	9,5	9,5	8,9	9,9	9,5
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	1 902	1 891	1 790	1 973	1 889

Hořčice čínská	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,001	5,004	5,005	5,006	5,004
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	207,7	203,6	206,7	201,6	204,9
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	10,4	10,2	10,3	10,1	10,2
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	2077	2035	2065	2013	2047
Mizuna	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,009	5,001	5,007	5,008	5,006
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	84,5	83,5	81,5	86,6	84,0
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	4,2	4,2	4,1	4,3	4,2

obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	844	835	813	864	839
Roketa setá	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	průměr
navážka (g)	5,006	5,004	5,003	5,001	5,004
obsah kyseliny askorbové (mg/l)	263,2	271,4	278,6	274,5	271,9
obsah kyseliny askorbové (mg/50 ml)	13,2	13,6	13,9	13,7	13,6
obsah kyseliny askorbové v ppm (mg/kg)	2629	2712	2784	2744	2717

Z tabulky č. 23 vyplývá, že největší množství kyseliny askorbové obsahovala roketka setá okolo 2 700 mg/kg, nejmenší potom mizuna okolo 840 mg/kg.

Po získání výsledků došlo k porovnání jarní a podzimní varianty pomocí průměrných obsahů kyseliny askorbové v ppm (tabulka 24).

Tabulka 24 – porovnání výsevů

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
jarní obsahy kyseliny askorbové (mg/kg)	1890	2068	2479	2909
podzimní obsahy kyseliny askorbové (mg/kg)	1889	2047	839	2717

Z tabulky je znát, že mezi obsahy kyseliny askorbové u 3 druhů nebyl velký rozdíl, výjimku tvoří pouze mizuna, která v podzimní variantě obsahovala pouze třetinu množství jarního.

5.4 Stanovení sušiny

5.4.1 Jarní výsev

Pro každou rostlinu byla provedena 3 měření na infračervených vahách, které při programu pro sušení zeleniny udaly rovnou výsledný obsah sušiny (tabulka 25).

Tabulka 25 – Stanovení sušiny

Sušina (%)	1. měření	2. měření	3. měření	Průměr	Max	Min	Medián	SD
Chryzantéma jedlá	12,62	12,56	12,51	12,56	12,62	12,5	12,56	0,04
Hořčice čínská	13,93	13,79	13,83	13,85	13,93	13,8	13,83	0,06
Mizuna	11,23	11,37	11,23	11,28	11,37	11,2	11,23	0,07

Roketa setá	12,94	12,89	12,78	12,87	12,94	12,8	12,89	0,07
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------

Z tabulky č. 25 vyplývá že roketa setá a chryzantéma jedlá obsahují přibližně 13% sušiny, mizuna 11% a hořčice čínská téměř 14%.

5.4.2 Podzimní výsev

Pro každou rostlinu byla provedena 3 měření na infračervených vahách, které při programu pro sušení zeleniny udaly rovnou výsledný obsah sušiny (tabulka 26)

Tabulka 26 – Stanovení sušiny

Sušina (%)	1. měření	2. měření	3. měření	Průměr	Max	Min	Medián	SD
Chryzantéma jedlá	12,35	12,43	12,36	12,38	12,43	12,35	12,4	0,04
Hořčice čínská	15,33	15,4	15,37	15,37	15,40	15,33	15,4	0,03
Mizuna	12,5	12,33	12,47	12,43	12,50	12,33	12,5	0,07
Roketa setá	12,68	12,76	12,41	12,62	12,76	12,41	12,7	0,15

Nejvyšší obsah sušiny byl naměřen u hořčice čínské, více než 15%, ostatní 3 druhy obsahovaly přibližně 12,5%.

Z obou výsevů byly porovnány průměrné hodnoty obsahu sušiny (tabulka 27)

Tabulka 27 – porovnání výsevů

Druh zeleniny	Chryzantéma jedlá	Hořčice čínská	Mizuna	Roketa setá
jarní obsahy sušiny (%)	12,56	13,85	11,28	12,87
podzimní obsahy sušiny (%)	12,38	15,37	12,43	12,62

Z tabulky je patrné, že u rostlin chryzantémy jedlé a roketky seté nebyl mezi variantami velký rozdíl. U hořčice čínské a mizuny obsahovala podzimní varianta přibližně o 1,5% více sušiny oproti jarní.

6 Diskuze

Během jednoho roku je vliv všech možných podmínek na pěstování tak výrazný, že tato práce může sloužit pouze jako orientační. Pokud bych se problematikou zde popisovaných stanovení ve zvolených netradičních druzích zabývala více let, byly by výsledky průkaznější a zajímavé srovnání mezi jednotlivými roky.

6.1 Zhodnocení výnosu

Výnosnost plodin popisovaných v této práci byla určena pouze velmi orientačně, protože pro pěstování byla vymezena jen velmi malá plocha a to vždy přibližně 6 m² pro jeden stanovovaný druh. Z měření vyplynuly větší hodnoty u výsevů jarních a to u roketky a chryzantémy až několikanásobně oproti podzimní variantě. Tato skutečnost může být způsobena mnoha faktory, jako jsou např. klimatické podmínky při růstu rostlin, které jsou na jaře samozřejmě příznivější, dobou v kterou byly sklizeny pro měření (jarní varianta po 60 dnech a podzimní varianta chryzantéma a hořčice po 63 dnech a mizuna s roketou po 70 dnech). Logicky by ale po delší době růstu měla být větší hmotnost plodin a to se v tomto případě nepotvrdilo. Proto můžeme říct, že hráli větší roli než doba sklizení od zasazení jiné vegetační podmínky (světlo, teplo, voda, vzduch, živiny ale např. i hustota porostu a další). Podstatný vliv mohlo mít také použití stejných semen pro oba výsevy, kdy i za dodržení skladovacích podmínek mezi výsevy nemusela být udržena stejná kvalita semen jako byla při nákupu na začátku měření.

Výnosy plodin okolo 0,110 t/ha (hovoříme-li o jarní variantě) jsou velmi malé v porovnání s výnosy nejpěstovanějších druhů zemědělských plodin u nás (ISSaR, 2013). Porovnávané druhy jsou agrotechnicky celkem nenáročné a obsahují řadu nutričně cenných látek, a proto může časem dojít k nárůstu jejich produkce jako se tomu děje v posledních letech u roketky.

Na podzim se nedařilo hlavně roketě, která nevzešla ani do třetiny své jarní hmotnosti a velikosti. Ze stanovení plyne, že pokud chceme rychlejší nárůst biomasy je všechny 4 druhy lepší pěstovat v jarní variantě. Nejvyšší výnos v jarních měsících potvrzuje i Tuncay et al. (2011) kteří posuzovali během dvouleté studie vliv jednotlivých měsíců na obsah látek a výnos roketky. Největšího výnosu dosahovala roketka dubnová.

6.2 Zhodnocení obsahu dusičnanů

Podle výsledků měření se ukázalo, že jarní varianty podle očekávání obsahovala nižší množství dusičnanů, což odpovídá zkoumáním Weightmana et al. (2006) o příznivém vlivu světla a tepla na snížení obsahu nitrátů. Překvapivé ale je, že podzimní hodnoty byly dokonce až desetinásobkem hodnot jarních. Vliv na tuto skutečnost může mít nedostatek světla v podzimním období i obsah dusičnanů v půdě, který zde pravděpodobně byl na podzim větší vzhledem k tomu, že na okolních záhonech se přihnojovaly plodiny dusíkem.

Pro přesnější zhodnocení, co vše vedlo k tak dramatickému nárůstu obsahu dusičnanů by byl potřeba půdní rozbor, detailní popis klimatických podmínek při pěstování, rozbor zavlažovací vody a mnoho dalších faktorů.

V jarní variantě spadaly všechny rostliny do kategorie se středním obsahem dusičnanů, zato v podzimní variantě kdy se pohybovaly v rozmezí 2 500 – 3 000 mg/kg spadaly do skupiny s vysokým obsahem.

Chryzantéma, hořčice ani mizuna nemají zatím tak široké využití v Evropě aby se jejich vyššími obsahy dusičnanů zabývala legislativa. Jinak je tomu ale u rukoly, která se stává stále oblíbenější v mnoha kuchyních a zároveň obsahuje velké množství dusičnanů, bývají naměřeny hodnoty i okolo 8 000 mg/kg. Santamaria (2006) uvádí, že v Itálii byla naměřena dokonce hodnota 9 300 mg/kg. Naproti tomu Kim and Ishii (2007) v Japonsku naměřili hodnotu 4 400 mg/kg. Tyto dva rozdílné výsledky potvrzují velký vliv klimatických podmínek pěstování na obsah dusičnanů v čerstvé hmotě. Rukola je rostlina s největší kumulací dusičnanů z listové zeleniny vůbec, přijímá a zabudovává do sebe dusičnanový aniont velmi rychle a poté ho velmi těžko odbourává a zpracovává. Rostliny hodnocené v této práci nepřekročily limit pro rukolu (7 000 mg/kg) ani se k němu výrazně nepřiblížily. Pěstování bylo ekologické bez přímého použití dusíkatých hnojiv na porost, ale jak je již uvedeno výše, v okolí místa pěstování dusíkatá hnojiva používána byla a tudíž je vyšší výskyt dusičnanů v půdě předpokládán. Fontana and Nicola (2009) vypracovali studii o vlivu způsobu pěstování na obsah dusičnanů v rukole, pomocí metody SCS – chráněného pěstování se jim podařilo získat i rostliny obsahující méně než 2 500 mg dusičnanů/kg.

6.3 Zhodnocení obsahu kyseliny askorbové

Výsledky měření potvrzují, že stanovované druhy jsou opravdu dobrým zdrojem vitamínu C, především roseta která obsahovala skoro 3 000 mg/kg. Kim and Ishii (2007) naměřili v listech rosety přibližně poloviční množství 1 420 mg kyseliny askorbové/kg a pozorovali její snižující se množství vlivem skladování. Z toho plyne, že z nutričního hlediska je výhodnější konzumovat rosetu čerstvou. Na obsah kyseliny askorbové v chryzantémě hořčici a rosetě nemělo vliv jde-li o jarní nebo podzimní variantu. Při obou typech výsevu obsahovaly tyto 3 druhy značné množství vitamínu C. Jen mizuna v podzimní variantě obsahovala až o 2/3 menší množství vitamínu než v jarní. Nižší obsah vitamínu C v pozdější variantě výsevu potvrzují i výsledky ke kterým došli Kalisz et al. (2012). Ti uvádějí že, při výsevu mizuny 19. 7. 2004 a 21. 7. 2005 byl oproti výsevům 2. 8. 2004 a 3. 8. 2005 znát větší obsah kyseliny askorbové v sušině. Faktory klimatickými se zabývá i Aires et al. (2011), porovnávají hlavně vliv klimatických podmínek na obsah antioxidantů (kyseliny askorbové) ale i dalších látek. Ve své práci autoři poukazují na větší obsah kyseliny askorbové v jarní variantě pro rod *Brassica* obecně.

Roketa díky nejvyššímu obsahu jak dusičnanů tak vitamínu C potvrzuje hypotézu, že se stoupajícím množstvím dusičnanů v rostlině stoupá také počet látek, které jsou schopné eliminovat škodlivý vliv dusičnanů. Pro úplné doložení této teze by bylo zapotřebí stanovit i další látky jako je vláknina, další vitamíny nebo minerální látky.

6.4 Zhodnocení obsahu sušiny

Výsledky pro stanovení sušiny odpovídaly u všech druhů očekáváním. Listová zelenina patří k druhům s velkým obsahem vody okolo 90 % což se hodnotami sušiny okolo 12 % potvrdilo. Jarní varianta mizuny a hořčice byla nepatrně sušší oproti podzimní. Vliv na tuto skutečnost mohl mít větší sluneční svit a teploty při jarním pěstování. Nejnižší obsah sušiny vykazovala mizuna (okolo 11 %) u té uvádí Kalisz et al. (2012) naměření i nižších hodnot např. 9,3 % sušiny. Oproti ostatním rostlinám měla vyšší obsah vody hořčice, což odpovídá jejímu přirozenému složení a pravděpodobně má vliv i velikost listů, které díky své velké ploše více poutají vodu.

6. 5 Celkové zhodnocení práce

Vzhledem k rozsahu práce, ale i způsobu měření kdy z časových důvodů mohlo být uděláno pro každou rostlinu stanovení pouze 4x je tato diplomová práce pouze orientační.

Práce ale jistě byla přínosem v tom, že poukázala na vysoký obsah dusičnanů v netradičních druzích pěstovaných v podzimní variantě. Tato skutečnost by mohla být předmětem dalšího zkoumání se zaměřením se s větším množstvím vzorků na jeden druh nebo řešeno stále týž počet druhů ale v průběhu několika let pro lepší porovnání výsledků a zjištění většího množství faktorů, které mají na pěstování vliv.

Cíl práce kvalitativní posouzení nutričních ukazatelů byl splněn, netradiční druhy se vyznačují sice velkým množstvím dusičnanů, ale zároveň jsou též dobrým zdrojem vitamínu C. Hypotéza o rozdílu mezi výsevy byla potvrzena, pokud jde o dusičnany a výnos u všech rostlin, ale vyvrácena v případě obsahu sušiny a vitamínu C, kde kromě mizuny nebyl zaznamenán mezi variantami výraznější rozdíl.

7 Závěr

Jarní varianta obsahovala téměř jen desetiny dusičnanů oproti podzimní. Roketa setá obsahovala dusičnanů nejvíce, v podzimní variantě necelé 4 000 mg/kg. Chryzantéma jedlá, mizuna i hořčice čínská v podzimní variantě obsahovaly také výrazné množství dusičnanů od 2 500 do 3 000 mg/kg. Roketa setá je ze stanovovaných druhů v této práci kulinářsky nejvyužívanější, obsah dusičnanů u ní ošetřuje i legislativa EU narozdíl od ostatních druhů.

Všechny druhy se ukázaly jako významný zdroj vitamínu C, okolo 2 000 – 3 000 mg/kg a to jak v jarním tak podzimním výsevu (výjimka mizuna). Potvrdily tím hypotézu, že vyšší obsah dusičnanů sebou nese i vyšší obsah nutričně cenných látek.

Mezi jarním a podzimním výsevem byl rozdíl ve výnosu a obsahu dusičnanů. Obsah sušiny mezi výsevy se výrazně nelišil.

Z práce plyne, že je kvalitativně i kvantitativně výhodnější pěstovat netradiční druhy v jarní variantě. Práce poukázala na zajímavou nutriční hodnotu netradičních druhů listové zeleniny díky výraznému obsahu kyseliny askorbové.

8 Seznam literatury

Aires, Alfredo; Fernandes, Conceicao; Carvalho, Rosa; et al. 2011. Seasonal Effects on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Six Economically Important Brassica Vegetables. *Molecules*. Volume 16. Issue 8. p. 6816-6832

Arya, J.P., Mahajan, M., Jain, P., 2000. Non - spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. *Analytica chimica acta*, roč. 417, vyd. 1. s. 1 - 14

Brambilla, G. and Martelli, A. 2007. Genotoxic and carcinogenic risk to humans of drug-nitrite interaction products. *Mutat res.* p. 635

ČSN EN 12014. Potraviny – Stanovení obsahu dusičnanů a/nebo dusitanů. 1999. Český normalizační institut. Praha

EFSA. Nitrate in vegetables – Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. 10. April 2008[online]. EFSA [cit. 2010-3-4]. Dostupné z http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178712852460.htm

Fontana, Emanuela; Nicola, Silvana. 2009. Traditional and soilless culture systems to produce corn salad (*Valerianella olitoria* L) and rocket (*Eruca sativa* Mill.) with low nitrate content. *Journal of food agriculture & environment*. Volume 7. Issue 2. p. 405-410

Fořt, P. 2011. Zdraví a potravní doplňky. Euromedia. Praha

Hlušek, J. 2004. Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha, s. 7-28; 37-54

ISSaR. Informační systém statistiky a reportingu [online]. Hektarové výnosy hlavních zemědělských plodin. In Ministerstvo životního prostředí. 2013 [cit. 2013-07-02]. Dostupné také z <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=429>

Kalisz, Andrzej; Sekara, Agnieszka; Kostrzewa, Joanna. 2012. Effect of growing date and kultivar on the morphological parameters and yield of Brassica rapa var. Japonka. Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus. Volume 11. Issue 3. p. 131-143

Kim, Sun-Ju; Ishii, Gensho . 2007. Effect of storage temperature and where science meets business duration on glucosinolate, total vitamin C and nitrate contents in rocket salad (*Eruca sativa* Mill.). Journal of the science of food and agriculture. Volume 87. Issue 6. p. 966-973

Kopec, K. 2010. Zelenina ve výživě člověka. Grada Publishing a.s. Praha. s. 159

Merck Chemicals. 2013 [online]. Germany [cit. 1. 4. 2013]. Dostupné z <https://www.merckmillipore.com/czech-republic/food-analytics>

Mindell, E. and Mundisová H. 2010. Nová vitaminová bible. Ikar Praha. s. 128

Miyazawa, M., Maehara, T. and Kurose, K. 2002. Composition of the essential oil from the leaves of *Eruca sativa*. Flavour and Fragrance Journal. 17 (3) 187-190

Nařízení komise EU č.1258/2011 ze dne 2. prosince 2011 [online] kterým se mění nařízení (ES) č.1881/2006 pokud jde o maximální limity dusičnanů v potravinách. In úřední věstník evropské unie. 2011 [cit. 2013-03-02]. Dostupné také z <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0015:0017:CS:PDF>

- Pekárková E. 2002. Pěstujeme salát, špenát a další listové zeleniny. GRADA publ. Praha s. 143
- Prugar, J., Prugarová, A. 1985. dusičnany v zelenině. Příroda. s.10-11; 68-71; 94 -110, s. 72 (obr. 5)
- Prugar,J., Polišenská, I., Dostálová,J., Hajšlová, J., Hrubý,J., Kalač, P., Vaculová, P.2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. s. 49-52
- Santamaria. P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulativ. Journal of the Science of Food and Agriculture. 86. 2006. Italy. p. 10 - 17
- Škrovánková, S., Kramářová, D., Šimánková, K., Hoza, I. 2007. Chromatografické stanovení kyseliny askorbové v ovoci a zelenině. Laboralim. vyd. 1. s. 449
- Šrot, R. 2005. Zelenina, rady pěstitelům. Aventinum s.r.o. s. 44-45
- Tuncay, Ozlem; Esiyok, Dursun; Yagmur, Bulent; et al. 2011. The effect of nitrogen sources on yield and quality of salad rocket grown in different months of the year. Journal of plant nutrition. Volume 34. Issue 4. p. 477-491
- Valášek, P., Rop O. 2007. Analýza potravin. UTB. Zlín. s. 157
- Velíšek J., Cejpek K. 2008. Biosynthesis of food components. OSSIS. Tábor. p. 220 - 230
- Velíšek, J. a Hajšlová,J. 2009. Chemie potravin 1-2, 3 vydání. OSSIS. s.482-483, 429 - 444
- Weightman, R.M., Dyer, C., Buxton, J. and Farrington, D.S. 2006. Effects of light level, time of harvest and position within field on the variability of tissue nitrate concentration in commercial crops of lettuce (*Lactuca sativa*) and endive (*Cichorium endiva*). Food Addit.Contaminteraction products. Mutat.Res. 635, 32. 23, 462-469