



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Hodnocení kvalitativních parametrů salátové řepy

Autorka práce: Bc. Mariana Mikešová

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Markéta Jarošová

České Budějovice
2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Salátová řepa je významná kořenová zelenina, jejíž pěstování je rozšířeno celosvětově. Její konzumace přináší řadu nutričně cenných složek, jde zejména o vlákninu, vodorozpustná barviva betalainy a fenolové látky, které jsou spojeny s antioxidační aktivitou. Obsah těchto látek jako i obsah ostatních složek závisí na řadě pěstitelských faktorů, mezi které patří zejména vliv odrůdy.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit obsah betalainových barviv a zanalyzovat antioxidační aktivitu u vybraných odrůd salátové řepy. Práce je členěna do několika kapitol. V první části je nastíněna historie salátové řepy, pěstování, jednotlivé odrůdy. Dále jsou uvedeny informace o antioxidační aktivitě a barvivech, která se v salátové řepě vyskytují.

V druhé části je provedena analýza betalainových barviv a zhodnocena antioxidační aktivita. Tímto pokusem se potvrdilo, že salátové řepy s červeno-fialovým zbarvením dužniny vykazují vyšší antioxidační aktivitu.

Při zkoumání jednotlivých barviv u vybraných odrůd bylo zjištěno, že bohaté na betakyaniny a betaxantiny jsou především odrůdy „*Redshine*“, „*Monorubra*“. Nejvyšší obsah těchto barviv mají odrůdy, které mají barvu dužniny dočervena až dořívová. Jejich hodnoty se pohybovaly výrazně výše než u odrůdy „*Boldor F1*“, u které by se čekalo zastoupení betaxantinů naopak vyšší než u červeně zbarvených odrůd.

Klíčová slova: Salátová řepa, betalainová barviva, antioxidační aktivita

Abstract

Beetroot is an important root vegetable, the cultivation of which is widespread worldwide. Its consumption brings a number of nutritionally valuable ingredients, mainly fiber, water-soluble betalain pigments and phenolic substances, which are associated with antioxidant activity. The content of these substances, as well as the content of other ingredients, depends on a number of growing factors, including in particular the influence of the variety.

The thesis is intended to evaluate the volume of betalain pigments and analyze antioxidant activity in selected species of beetroot. The thesis is divided into several chapters. The first chapter discusses the history, individual species of beetroot and general properties. There is information about antioxidant activity and pigments, which is discussed in beetroot in the next.

The second part of the thesis is focused on analyzing the betalain pigments and evaluating antioxidant activity. It leads to the conclusion that beetroots with red-violet color are more rich in antioxidant substances.

Examination of the individual colors for the selected varieties revealed that the 'Redshine' varieties were mainly rich in beta-cyanins and betaxanthins. "Monorubra." The highest content of these dyes are the varieties which have the color of the pulp red to dark red. Their values were significantly higher than those of the 'Boldor F1' variety, which would have been expected to have a higher betaxanthin content than the red-colored varieties.

Keywords: Beetroot, betalain pigments, antioxidant activity

Poděkování

Tímto bych chtěla velice poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za cenné rady a celkový přístup v průběhu zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Markétě Jarošové, která mě skvěle vedla při zpracování pokusu v laboratoři a při vyhodnocování zjištěných informací.

Největší poděkování patří mé rodině a přáteli, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

Obsah

Úvod.....	9
1 Literární přehled.....	10
1.1 Původ a historie salátové řepy	10
1.2 Botanická charakteristika.....	10
1.3 Pěstování	12
1.3.1 Stanoviště.....	12
1.3.2 Osevní postup	12
1.3.3 Výsev	13
1.3.4 Ošetřování během vegetace	14
1.3.5 Odrůdy	15
1.3.6 Choroby	16
1.3.7 Škůdci	17
1.3.8 Fyziologické poruchy	18
1.3.9 Sklizeň a skladování	19
1.4 Výživa půdy	20
1.5 Využití řepy.....	24
1.6 Látky v salátové řepě	24
1.6.1 Antioxidanty	24
1.6.2 Betalainová barviva	26
1.6.3 Betakyany	28
1.6.4 Betaxantiny	28
1.6.5 Polyfenoly	28
1.7 Metody eliminace radikálů.....	29
1.8 Redoxní vlastnosti látek	30
1.9 Stanovení barviv.....	30

1.9.1	Extrakce	30
1.9.2	Chromatografické metody	31
1.9.3	Spektrofotometrické metody.....	31
2	Cíl práce	33
3	Materiál a metodika	34
3.1	Popis použitých odrůd salátové řepy a kontrolních odrůd.....	34
3.1.1	Boldor F1	34
3.1.2	Monoruba.....	35
3.1.3	CrosbyEgyptian	35
3.1.4	Redshine.....	35
3.1.5	Cukrovka Picobella.....	36
3.1.6	Krmná řepa s červenou slupkou.....	36
3.2	Příprava materiálu	37
3.3	Laboratorní metody.....	37
3.3.1	Stanovení barviv (betaxantiny a betakyany) u salátové řepy	37
3.3.2	Stanovení antioxidační aktivity	38
3.3.3	Stanovení obsahu polyfenolů.....	39
4	Výsledky.....	41
4.1	Obsah celkových polyfenolů.....	41
4.2	Obsah betakyanů	41
4.3	Obsah betaxantinů.....	42
4.4	Obsah betalainů.....	43
4.5	Antioxidační aktivita.....	43
5	Diskuse	45
5.1	Stanovení barviv.....	45
5.2	Stanovení antioxidační aktivity.....	45
5.3	Stanovení celkových polyfenolů.....	45

Závěr	47
Seznam použité literatury.....	48
Seznam obrázků	54
Seznam tabulek	55
Seznam grafů.....	56
Seznam použitých zkratk	57

Úvod

Salátová řepa je významným zdrojem vitaminů, minerálů a vlákniny. Ve vysokém množství obsahuje především měď, která podporuje krvetvorbu a je doporučována při nemocech srdce a krevního oběhu, podporuje činnost nervové soustavy a stabilizuje zdravý krevní tlak.

Složení řepy je velice pestré. Obsahuje látky, které jsou pro člověka nestravitelné – celulózu, ale také další prospěšné látky, jako jsou draslík, hořčík, měď a značné zastoupení aminokyselin a minerálních látek. Z aminokyselin zde najdeme především leucin, valin, lyzin a izoleucin. Z minerálních látek především hořčík a ze stopových prvků měď a selen. Celulóza přispívá k čištění trávicího traktu a stabilizaci peristaltiky. Řepa dále obsahuje látky pektin a poměrně velké množství ligninů, které také přispívají k detoxikaci organismu. Pektiny podporují vylučování cholesterolu, olova a radioaktivních látek z těla organismů. Nesmíme opomíjet vitaminy, kterých najdeme v řepě celou řadu, především vitaminy B C a E a také látky zvané betalainy, které jsou důležité pro své antioxidační, antivirové a antimikrobiální účinky. Nejdůležitější jsou antioxidační účinky, které snižují v těle oxidační procesy. Bylo prokázáno, že jsou významné v prevenci i léčbě některých kardiovaskulárních a nádorových onemocnění. Nízká stabilita betalainů je jediná nevýhoda. Betalainy reagují s molekulárním kyslíkem za světla a tím urychlují degradaci. Degradaci betalainů ovlivňuje ale i přítomnost některých kovových kationtů, mezi které řadíme Fe^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} a Pb^{2+} . Řepa by se měla skladovat pouze ve tmě a nejlépe bez přístupu vzduchu.

Řepa je rostlinou s dlouhou tradicí pěstování, jak dokazují četné historické prameny. Již i staří Římané ji pěstovali a používali pro její účinky na lidský organismus. Z řepy si Římané připravovali různé zábaly, aby omladili pokožku a také s ní obohacovali svůj jídelníček.

Salátová řepa je vyšlechtěna ve více barevných variantách, ve žluté, červené, ale také v bílé a dvoubarevné. Nejvíce se pěstují červené odrůdy.

1 Literární přehled

1.1 Původ a historie salátové řepy

Na pobřeží Atlantiku ve Francii a Anglii roste jednoletá planá přímořská řepa (*Beta vulgaris* var. *maritima*), z které pochází salátová řepa. Ve starověkém Řecku a Římě se tato planá řepa používala jako krmivo pro zvířata a pro lidskou obživu, kdy se používala pouze nať a také kořen, ale byl využit pouze k léčivým účinkům (Bartoš, 2000).

Dnešní cukrová, salátová a krmná řepa byla vyšlechtěna až v 19. století. Šlechtění bylo diferencováno ve dvou liniích: listová (mangold) a kořenová (salátová řepa) (Troníčková, 1985).

Rostliny řepy pocházejí ze severní Afriky a rozšířily se přes Středozevní moře a přes mořské břehy Asie a Evropy (Neelwame a Halagur, 2013). Řepa se pěstuje po celém světě v mírných oblastech v Severní Americe, Evropě, Asii a v severní Africe (Kowalski a Szadzinska, 2014).

Řepa salátová (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*, Chenopodiaceae) patří mezi 10 nejsilnějších druhů zeleniny s ohledem na antioxidační kapacitu připisovanou celkovému fenolickému obsahu 50-60 $\mu\text{mol/g}$ suché hmotnosti (Vinson et al., 1998; Kähkönen et al., 1999).

Řepný kořen je potenciálním zdrojem cenných ve vodě rozpustných dusíkatých pigmentů, nazývaných betalainy, které se skládají ze dvou hlavních skupin, červených betacyanů a žlutých betaxantinů. Jsou to mrchožrouti volných radikálů a zabraňují aktivní oxidaci biologických molekul indukované kyslíkem a oxidaci biologických molekul zprostředkované volnými radikály (Pedreno a Escibano 2001).

1.2 Botanická charakteristika

Řepa salátová (*B. vulgaris*, var. *Crassa*) je jednoletá, či vytrvalá cizosprašná dvouděložná bylina, která se řadí do čeledi laskavcovité (Amaranthaceae). V našich podmínkách se pěstuje pouze jednoletá. V některých starších zdrojích patří řepa do čeledi merlíkovité (Chenopodiaceae), ale v současném taxonomickém systému je řazena do čeledi laskavcovité (Petříková, 2006).

Salátová řepa se pěstuje v oblastech mírného podnebného pásu. Není náročná na pěstování. Nejvíce se řepě daří v zásadité půdě. Půda musí obsahovat dostatek vláhy a živin. Před výsevem se doporučuje nechat hnojivo uležené rok v půdě, především při hnojení chlévským hnojem. U minerálních hnojiv předpokládáme, že se dobře

vstřebávají do půdy a nemusejí být v půdě tak dlouho, jako chlěvský hnůj. Pro průmyslové pěstování salátové řepy je efektivnější používat minerální hnojiva (Narasimha, 2019).

Řepu řadíme do kořenové zeleniny, ke konzumaci se využívá pouze její podzemní část, listy řepy je možné zkrmovat zvěři. Listy jsou střídavé, nedělené nebo velké. Vzhled řepy určuje její odrůda (Hejny; Slavík, 2003).

Řepa obsahuje vysoký obsah sacharózy. Přidává se do sportovních nápojů pro sportovce (Murray et al., 1989).

Salátová řepa se řadí mezi kořenovou zeleninu. Tvoří bulvu, neboli ztlustělý kořen. Bulva může mít tvar kulovitý, válcovitý nebo zploštělý. Válcovitý tvar má řepa speciálně vyšlechtěný z důvodu menšího podílu odpadu při průmyslovém zpracování. Kořenový systém se skládá z hlavního kulového kořene. Kulový kořen má za úkol rostlinu zásobovat vodou ze spodních vrstev půdy vlásečnicovými kořínky, které čerpají živný roztok pro rostlinu. Dále má bulva listy, které jsou v prvním roce v přízemní růžici. Listy jsou sytě zelené, až tmavě fialové, jsou řapíkaté, mají vejčitý zvlněný okraj, který je hladký a lesklý. Barva listů nebývá jednotná. Žilnatina a řapík jsou zbarveny do červené barvy. Ve druhém roce se tvoří statný stonek, který se rozvětjuje v latu a v úžlabí listů vyrůstají 2 – 4 drobné květy. Plodem řepy je kulovitá nažka v zatvrdlém okvětí. Řepné semeno je útvar, který je srostlý nepravými plody do klubíčka. Uvnitř klubíčka jsou většinou 3 – 4 semena. HTS u červené řepy je 13–20 g. U salátové řepy je HTS 13 – 22 g (Petříková, 2006).

Oblíbenost salátové řepy je převážně díky barvě dužnatého kořene. Barva je u velké většiny odrůd červená, jsou ale popsány známé odrůdy se žlutou nebo bílo-růžovou barvou. Nositeli barevnosti kořene u salátové řepy jsou betalainová barviva, což jsou pigmenty, které obsahují dusík a tyto pigmenty jsou lokalizovány ve vakuolách (Khan a Giridhar, 2015). V kořeni salátové řepy se uvádí obsah betalainů na úrovni 0,1 % čerstvé hmoty, ale u některých odrůd může být obsah až 2 g/kg čerstvé hmoty kořene (Velíšek et al., 1999). Některé práce potvrzují, že kromě podílu na antioxidační aktivitě (Bucur et al., 2016; Sawicki a Wiczowski, 2018), mají betalainová barviva také antikarcinogenní aktivitu (Gengatharan et al., 2015).

1.3 Pěstování

1.3.1 Stanoviště

Rozlišujeme několik základních výrobních oblastí. Kukuřičnou, řepařskou, bramborářskou a horskou. Pro salátovou řepu a ostatní druhy řepy je nejvhodnější k pěstování řepařská oblast (Němec et al., 2009).

Salátová řepa může růst ve všech polohách a není náročná na půdu. Nejvíce se jí daří v nižších stálých teplotách. Půdní pH by mělo být mezi 6 – 6,8 (Bartoš, 2000).

Dusík, který rostliny přijímají je ve formě amonné – NH_4^+ , nebo nitrátové – NO_3 (Vaněk, 2007). Hnojení dusíku se věnují další kapitoly.

Vhodná půda pro pěstování řepy by měla mít optimální pórovitost, příznivý vodní a vzdušný režim a také neutrální až slabě alkalickou půdní reakci. Obsah humusu by měl být nad 2,5 %. Nejvyšších výnosů řepa dosahuje v klimatických regionech T3 a T2 v kombinaci s půdními typy hnědozem, černozem, fluvizem a luvizem. Z půdních druhů jsou pro pěstování řepy nejvhodnější písčito-hlinité, hlinité až jílovito-hlinité (Pulkrábek et al., 2007).

1.3.2 Osevní postup

Řepa se řadí v rámci osevního postupu mezi zlepšující plodiny Pěstování řepy, především cukrové, snižuje infekčnost houbových chorob v půdě, jelikož řepa je významným přerušovačem tzv. obilných sledů. Chrást řepy je významným zdrojem živin a organické hmoty v půdě. Chrást se do půdy dostává zaoráním. Řepa je schopná se prokořenit do půdního profilu do hloubky až 150 centimetrů a tím dokáže odčerpat některý přebytečný nitrátový dusík, který je v takto hlubokých vrstvách nedostupný pro některé rostliny a hrozí zde vyplavování dusíku do spodních vod (Chochola, 2010).

Vhodnou předplodinou pro pěstování cukrové řepy jsou brambory, listová a plodová zelenina, ale také košťáloviny. Pro pěstování salátové řepy jsou vhodné předplodiny především kedlubny, okurky, mrkve, hlávkový salát, cibule, luštěniny společně s řepkou, kromě pnuocích druhů luštěnin. V dnešní době jsou nejvyužívanější předplodinou obiloviny. Řepa by se neměla pěstovat v blízkosti pěstování fenyklu, jelikož fenykl by mohl přitáhnout škůdce. Řepa je vhodná meziplodina, protože se dobře snáší s většinou plodin (Malý, 1998).

V minulosti byly osevní postupy řešeny nevhodně a docházelo tím ke snižování výnosů (Šimon et al., 1964). Řepa je vhodnou předplodinou pro pěstování jarních

obilovin. Neměla by se zařazovat po kukuřici a řepce, kdy je půda vyčerpaná (Jůzl et al., 2014).

1.3.3 Výsev

Výsev se provádí do hloubky 2,5 – 4 cm při teplotě půdy 5 – 6°C. Těmto podmínkám nejvíce odpovídá měsíc duben. Vhodným prostředím pro vysetí řepy je dobře prohnojená půda. Pokud půdu hnojíme chlévským hnojem, je zapotřebí, aby byl chlévský hnůj rok uleželý. Zaorání se provádí na podzim v dávce 35 – 45 t.ha⁻¹. Může být zaorána také kejda o dávce 60 – 80 m³.ha⁻¹. Nesmíme opomíjet pH půdy, které by mělo být 6.5 – 7.5. Pokud je půda kyselejší, je vhodné použít vápno pro zvýšení pH (Šroller, 1993; Brickell et al., 1999).

Množství a doporučené druhy hnojiv se vzájemně liší. Pokud hnojíme dusíkatými hnojivy, hnojíme před setím na jaře. Množství, které se doporučuje je 80 – 100 kg/ha/plochy dusíkatého hnojiva. Množství dusíkatých hnojiv závisí na procentuálním obsahu dusíku v hnojivu, které se pohybuje mezi 16 – 46%. Dle obsahu draslíku a fosforu v půdě určujeme využití draselných a fosforečných hnojiv. Těmito hnojivy hnojíme zásadně v období podzimu (Šroller, 1993).

Odrůdy odolné proti takzvanému vybíhání, což znamená tendenci rostliny růst nad zemí a při tom vytvářet květy, vyséváme na přelomu zimy a jara. Musíme se řídit vždy teplotou půdy, která musí být mezi 5-6°C. Odrůdy, které nevybíhají vyséváme v období dubna až května. Tyto odrůdy jsou méně odolné proti nízkým teplotám. Ideální teplota pro růst řepy je okolo 16°C (Pekárková, 1992).

Je důležité zachovat ideální teplotu vyšší než 7°C pro naklíčení. Pokud by byla teplota nižší, semena dostatečně nenaklíčí a proces vzrůstu budou pomalý. Červená řepa je velice náchylná k namrzání. Doporučuje si ji sklízet před příchodem prvních mrazíků (Brickell et al., 1999).

Rané odrůdy se vysévají ke konci zimy, nebo na počátku jara, ale pouze odrůdy, které předčasně nevybíhají do květu. Výsev se provádí pod malými skleníky do řádků hlubokých 1,2 – 2 cm, od sebe 2,5 cm a vzdálených 23 cm. Zbylé odrůdy salátové řepy se vysévají v dubnu až v květnu, jelikož jim nesvědčí teploty těsně nad nulou, na venkovní záhony. Teploty nad nulou způsobují vybíhání do květu v témže roce, což není žádoucí. Jednoklíčkové odrůdy mají přírodní inhibitory, které zcela blokují, nebo zpomalují klíčení. Tyto látky by se měly před výsevem vymýt. Inhibitory odstraníme tak, že je namočíme, nebo propláchneme pod tekoucí vodou. Klíčení probíhá pomalu, když teplota venku nepřekročí 7°C, proto se rané odrůdy vysévají do

řádků, nebo na záhony, které jsou přikryté i po výsevu za špatného počasí. Když roste řepa na záhonu zakrytém zahradnickou textilií, úroda může být vyšší a to až o 50%. Zahradnická propustná textilie se odstraňuje 4 – 6 týdnů po výsevu (Malý, 1998).

Pokud je půda správně připravena před výsevem a obsahuje dostatek vláhy, lze řepu vysévat na konečnou vzdálenost. Řepa, pěstovaná na přímý konzum, se vysévá na 8 cm, při pěstování na konzervářenské kostky na 12 cm. Výsevní hloubka je 2 – 3 cm (Melichar et al. 1997).

Salátová řepa se pěstuje pouze jako jednoletá, přestože jde o rostlinu dvouletou. Jako jednoletá se pěstuje z důvodu, že v prvním roce vegetace dochází k růstu podzemní části a listové růžice. Bulva z řepy se využívá v gastronomii, především pro mrazírny, zelárny, sušárny, konzervárny a jiné. Na trhu v roce 2019 tvořila salátová řepa 10% z celkového odbytu čerstvé zeleniny od pěstitelů v ČR (Buchtová, 2019).

1.3.4 Ošetřování během vegetace

Po výsevu by se řepa měla udržovat v bezplevelném stavu a to až do 9. týdne. Po 9. týdnu růst plevelů potlačuje vzrostlý chrást. Mezi 2. – 3. týdnem, kdy vzrůstají děložní lístky, se provádí 1. okopání. Pokud je pozemek silně zaplevelený, provádí se preemergentní postřik herbicidů v období růstu 2 – 4 pravých listů plevelů. Rostliny vyjednucujeme na vzdálenost 10 – 15 cm, když vytvoří 2 – 3 lístky. To neplatí u pěstování menších jemnějších bulev, které se vyjednucují po 7 cm (Pekárková, 2000).

Ve druhém roce růstu salátové řepy vznikají květy a semena. Semenáčky označujeme rostliny využívající se na vysemenění. Pěstování semenáčků není dobré provádět dvě a více období po sobě z důvodu nesnášenlivosti řepy po sobě. Řepa se doporučuje vysévat po sobě po 4 letech nejdříve na to stejné stanoviště. Nesmí se opomíjet plevelné rostliny, které rostou na stanovišti. Příkladem je vojtěška, která nepříznivě působí na salátovou řepu a neměla by se pěstovat ihned po sobě (Bartoš et al., 2000; Urban, 2008).

Meziřádky u řepy se musí mechanicky ošetřovat proti plevelům. Nejčastěji se využívá mechanická nebo ruční plečka u menších porostů. Ty využívají pěstitelé v ekologickém zemědělství. Plečkování se provádí z důvodu prokypření půdy a také se tím zabrání vzniku půdního škraloupu. Na větších plochách se řepa ošetřuje rotačními plečkami, kde jsou radličky nastaveny tak, aby nepoškodily rostliny. Porost se během vegetace plečkuje několikrát (Kosař et al., 1985).

Během vegetace se doporučuje řepu přihnojit. Přihnojení se provádí ledkem amonným, nebo méně vhodným vápencem. Dávka při hnojení před začátkem vegetace se uvádí 30 g/m^2 a NPK^{-1} v dávce 65 g/m^2 . Záhony by se měly odplevelit a prokypřit. V průběhu růstu může dojít k šokům a tím vyrostou nekvalitní bulvy. Pro správný růst a dobrou úrodu je také zapotřebí mít dostatek vláhy, jinak bulva zdřevnatí. Není ale dobrý ani opak, tedy přebytek vláhy, kdy řepa začne praskat. Pokud je méně vláhy, doporučuje se mulčování, které udržuje vlhkost v okolí rostlin. Mulčování se dělá tak, že se na povrch půdy okolo rostlin naklade vrstva vyzrálého kompostu a to alespoň 5 - ti centimetrová vrstva. Může se použít zbylý substrát po pěstování žampionu. Pokud se výsev provede v květnu až v červnu, tak se získají kvalitnější bulvy (Melichar, 1997).

1.3.5 Odrůdy

V současné době je registrováno 16 odrůd salátové řepy ve státní odrůdové knize ČR. Ostatní odrůdy jsou registrované ve Společném katalogu odrůd zemědělských rostlin (tabulka 1). Odrůdy dělíme na tradiční s kulatou bulvou a s ploše kulovitou bulvou a dále na odrůdy s delší válcovitou bulvou. Tyto odrůdy mají nižší výnos. V ČR se upřednostňují odrůdy jednoklíčkové, které mají obroušené osivo a odrůdy stejně vybarvené, které jsou odolné proti kroužkovitosti bulv (ÚKZÚZ, 2018).

V ČR je v současné době rozsáhlá možnost zakoupit jednoklíčkové a víceklíčkové odrůdy, které jsou vyšlechtěné. Technologické postupy přípravy osiva a pěstitelské vlastnosti jsou stále zlepšovány šlechtěním (Jozefyová a kol., 2002).

Odrůdový výběr se řídí stanovištěm a podle předpokládané technologie pěstování. Pro úsporné pěstování, kdy se šetří s mechanickými úkony, se volí geneticky upravené jednoklíčkové osivo. Toto osivo bývá upraveno kalibrací a je možno, především fungicidy a insekticidy (Šroller, Pulkrábek, 1993).

Tabulka 1 Seznam odrůd salátové řepy zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2019

Název Odrůdy	Rok zápisu
1. Alexis	2007
2. Betina	1974
3. Bona	1999

4. Crosby	2014
5. Cylindra	2011
6. Červená kulatá	1941
7. D'Egypte	2009
8. Chrisha	2013
9. Kahira	2003
10. Karkulka	2017
11. Monika	2004
12. Monorubra	1987
13. Opolski	2009
14. Redshine	2017
15. Renova	1979
16. Rywal	2017

1.3.6 Choroby

Řepná spála, černá hniloba, padání klíčnic rostlin (*Phoma* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp.) – Tyto choroby rozpoznáme tak, že špatně vzcházejí mezerovité porosty. Dojde k zaškrcení kořenového krčku a následně klíčnic rostliny padají. Rostliny, které vzcházejí, žloutnou kořinky, hnědnou a černají. Hnědnout a černat mohou také báze stonků. Mezi takzvané hostitelské rostliny patří krmná řepa, cukrová řepa, špenát, mangold, salátová řepa a další merlíkovité rostliny. Houby přezimují na napadených zbytcích kořenů jako saprofyty. Houby rodu *Phoma* a *Colletotrichum* se mohou přenést osivem. Houby jsou rovnoměrně na celém pozemku, nikoli pouze v ohniscích. Kontraindikací v tomto případě je úzký osevní postup. Proti houbám se nepřímo chrání přerušением osevního sledu s náchylnými plodinami na 4 – 5 let. Dále

se výsev řepy nedoporučuje na mokřích pozemcích, kde je sklon k dlouhodobému zamokření. Přímá ochrana proti houbám je mořením osiva (Schwarz et al., 1996).

Strupovitost řepné bulvy (*Streptomyces - scabies*) – Na úrovni povrchu půdy se vytvářejí na bulvě řepy bradavičnaté výrůstky. Bakterie je v některých oblastech hojně rozšířena. Napadená místa při vaření tmavnou. Strupovitost je nejnebezpečnější v 5 – 7 týdnu po výsevu na alkalických, záhřevných půdách a při dlouhodobém suchu. Větší pravděpodobnost výskytu strupovitosti je po výsevu po bramborách. Napadení zabráníme, nebo alespoň omezíme, pokud zaléváme rostliny v období sucha, především v červenci a srpnu, a když přerušíme osevní sled kořenových zelenin (Schwarz et al., 1996).

Žlutá skvrnitost (virus mozaiky okurky, CVM) – Zprvu se tvoří difuzní, pomalu se zvětšující žluté skvrny na srdéčkovitých listech. Později se objevuje zkadeření, puchýřivost a deformace starších listů. Listy odumírají, žloutnou, vadnou. Žlutá skvrnitost se přenáší mšicemi (Schwarz et al., 1996).

Skvrnatička řepná (*Cercospora beticola*) – Tato choroba se objevuje na nejstarších listech mangoldu a salátové řepy. Začnou se objevovat okrouhlé šedobílé velké skvrny, které jsou 2 – 3 mm velké a mají červené okraje. Tento patogen se přenáší na napadených zbytcích rostlin, nebo osivem. Skvrnatička řepná je rozšířena v teplých oblastech s vlhkým podnebím. Osivo je zapotřebí mořit a posklizňové zbytky, které jsou napadené, zaorat (Schwarz et al., 1996).

1.3.7 Škůdci

Drátovci (*Agriotes spp.*)

Mladé rostliny odumírají a vadnou. Larvy, které jsou 10 – 20 mm dlouhé, žijí na kořenech a uvnitř kořenů. Žír larev poznáme velice zřetelně, jelikož v kořenech jsou kruhové vyhlodané otvory – chodbičky. Účinná opatření proti drátovcům spočívají v používání osiva, které je mořené insekticidy a nepěstováním merlíkovitých rostlin po sobě dříve než po 3 letech. Je možné při setí řepy aplikovat granulované insekticidy (Schwarz et al., 1996).

Hád'átko řepné – (*Globodera schachtii*) – Hád'átko lze rozpoznat vadnutím pravých listů a následným zaostáváním v růstu. Také se mohou na postranních kořenech objevovat bílé, později hnědavé cysty, které mají průměr 1 mm. Během roku se vytvářejí dvě generace. Nejvíce rostlinu napadají za teplého počasí a na vlhkých půdách. Pro účinné odmoření se pěstují nepřátelské rostliny, jako jsou kukuřice, žito,

cibule, vojtěška. Hostitelské rostliny by se měly pěstovat jednou za 5 let (Schwarz et al., 1996).

Osenice – (housenky – různé druhy měřovitých) Zelené a hnědé housenky zprvu žerou nad zemí, později pod povrchem země. Osenici rozpoznáme snadno a to tak, že stonek je těsně nad zemí požrán. Starší housenky vylézají v noci nad povrch země. Nejvíce osenice škodí v červenci a srpnu. Účinným opatřením je aplikace insekticidů v noci (Schwarz et al., 1996).

Mšice (*Aphisfabae*, *Myzuspersicea*) – Od měsíce května jsou listy stočené a zkažené po napadení a jsou pokryté medovicí. Černé mšice (mšice maková) nalezneme na spodní straně listu. Pokud řepu mšice napadnou, tak mohou snížit výrazně výnos. Mšice broskvoňová, zeleně zbarvená, řepě tolik neškodí, ale je přenašečem virů. Objevuje se od měsíce června (Schwarz et al., 1996).

1.3.8 Fyziologické poruchy

Nedostatek bóru – Takový nedostatek se na rostlině projevuje bezsrdečkovitostí a suchým tlením. Srdéčkové listy zasychají, černají a zastavují svůj růst. Na řapíku vznikají strupovité vyvýšeniny. Postihuje to také bulvu, na které se tvoří široké trhliny. Pletivo bulvy černá a dřevnatí. Rostliny bývají zakrslé a listy žloutnou. Při nedostatku bóru během vegetace lze aplikovat listová hnojiva, která jsou tekutá a obsahují bór (Schwarz et al., 1996).

Nedostatek důležitých prvků, má negativní vliv na výnos a kvalitu bulev. U cukrové řepy to má negativní vliv na cukernatost (Hřivna et al., 2003).

Nedostatek manganu – Na středních, mladých listech se objevují světlé skvrny mezi žilkami. Tyto skvrny později z části nekrotizují. Listy jsou intenzivně tmavočervené, vzprámené a lžícovité. Během vegetace se při objevení nedostatku manganu mohou aplikovat tekutá listová hnojiva, která obsahují mangan (Schwarz et al., 1996).

Poruchy v důsledku špatné struktury půdy – Správnému vsakování vody do půdy zabraňují silně utužené půdy. Starší rostliny pak začínají žloutnout a chřadnout a mladé rostliny odumírají. Na půdách se po vydatných silných deštích vytváří půdní škraloup. Půdnímu škraloupu lze předejít správnou přípravou půdy a dostatečným množstvím humusu v půdě. V některých případech lze do půdy přidávat vyžralý kompost (Schwarz et al., 1996).

Dřevnatění bulev a vybíhání do květu – Tento jev se stává u časného výsevu nebo při vyšších teplotách a suchu (Schwarz et al., 1996).

1.3.9 Sklizeň a skladování

Sklizeň provádíme podle následného využití. Bulvy se sklízí před příchodem mrazů, jelikož bulvy jsou částečně nad povrchem půdy a mohly by namrznout. Aby se bulvy nepoškodily, tak se sklízí ručně vytahováním z půdy. Ihned po vytažení se osekává chrást z bulvy. Ruční sklizeň se provádí pro využití bulev pro potravinářské účely, ale i pro tržní účely. Při mechanizované sklizni, která se provádí stroji pro sklizeň cukrové řepy, dochází k poškození bulev, jelikož bulvy salátové řepy jsou mnohem křehčí. Bulvy se do konzerváren dostávají až v zimních měsících, takže je nutné bulvy dobře skladovat a bulvy nesmí být poškozené (Troníčková, 1985).

Sklizeň se provádí ve dvou termínech. První sklizeň, která se nazývá též předčasná, se provádí v měsících červenec a srpen. Je důležité, aby bulvy měly průměr alespoň 30 – 40 mm. Tyto bulvy se konzervují celé. Druhá sklizeň probíhá v říjnu. Průměr bulev u této sklizně je už o něco větší. Průměr bulev je 4 – 15 cm. Tyto bulvy jsou využity pro konzervářské zpracování. Když se sklizeň provede později, bulvy můžou být zdřevnatělé, přemrzlé, mohou praskat a mohou mít i špatné zbarvení. Nať by se měla ukrotit, neměla by se odřezávat. Nemělo by se také zasahovat do kořenových krčků, aby nedocházelo ke vstupu patogenů (Petříková et al., 2006).

Bulvy se třídí podle ČSN 36 3120 do dvou jakostních tříd:

- I. jakost: kulovité odrůdy – průměr bulvy 4 – 15 cm
válnovitá odrůdy – 4 – 8 cm
délka bulvy by měla být nejméně 15 cm
válnovitá odrůdy musí mít stejnoměrné intenzivní vybarvení
- II. jakost: průměr bulev musí být nejméně 4 cm, méně intenzivně vybarvené, světlejší kruhy by neměly být příliš patrné

(Bartoš, 2000)

Skladování – skladovatelnost salátové řepy je snadná ve srovnání s ostatní zeleninou.

Řepa vydrží ve skladu až do konce května. Některé odrůdy vydrží v dobrých podmínkách do začátku nové sklizně (Petříková, 2006).

Řepa, ať už krmná, cukrová, nebo salátová se skladuje v kretech, kde se přikryje slámou. Je možné řepu skladovat v ohradových paletách ve skladu. Teplota skladování je 0 – 1°C, při relativní vzdušné vlhkosti 95 – 98%. Je nutné mít sklad slabě odvětraný (Bartoš, 2000).

Během skladování může dojít ke skládkovým chorobám, nejčastěji dochází k napadení bulv houbovými ale i bakteriálními původci. To se stává při nevhodných podmínkách při skladování. Bulvy jsou napadeny sklerociniovou hnilobou, fomovou hnilobou, plísněmi, černou hnilobou a mokrou hnilobou kořenů. Tyto choroby se do skladišť dostávají s již nakaženými bulvami.

Většina původců chorob ve skladech jsou parazité nebo saprofyty, kteří využívají oslabených pletiv. Z tohoto důvodu se přítomnost takovýchto hnilob přičítá nevhodnému pěstování řepy, nevhodným podmínkám při skladování, mechanickému poškození, nebo také samozahřívání bulv na skládkovišti.

Takto napadené bulvy nejsou vhodné ke konzumaci, jelikož jsou zdravotně závadné a je nejlepším řešením tyto bulvy vyhodit. Pokud se plíseň objeví na bulvě, tak je napadena celá bulva (Ackermann et al., 1998).

1.4 Výživa půdy

Správná výživa rostlin může u řepy, stejně tak u dalších plodin, ovlivnit její výnos. V minulých letech se velmi používalo hnojení draslíkem a fosforem tzv. do zásoby, z čehož se v nynější době ustupuje. Následkem toho je však pozorováno na některých honech snížení výnosů. Hnojení dusíkem je velice důležité z hlediska načasování. Řepa cukrová má velmi specifické nároky při hnojení. Při velkém výnosu biomasy snižuje v půdě i velké množství živin. Naproti tomu je ale naopak nadměrné hnojení neefektivní, až dokonce škodlivé – zhoršuje zpracování bulv a zvyšuje ekonomické nároky. U hnojení dusíkem je třeba zohlednit jeho zásobu v půdě a zbytečně nepřehnojovat. Dostatkem dusíku se podporuje růst zelené hmoty (Pulkrábek et al., 2007).

Způsob, jak hnojit řepu se odvíjí podle zásobení půdy živinami a také dle hospodaření na pozemku. Zde je zapotřebí uvést důležitost dobrého pravidelného provádění chemického rozboru půd. Jedině tímto způsobem lze docílit vyváženého hnojení a dobrého vysokého výnosu plodin. Hnojení draslíkem, fosforem a vápníkem provádíme nejlépe ihned po sklizení předplodiny. Hnojiva se tím velmi dobře zapraví do celého půdního profilu. Naopak hořčík a dusík je nutné aplikovat na počátku vegetace, protože se z půdy snadno a rychle vyplavují (Chochola, 2010).

Hnojení hnojiv je důležitou součástí pěstování řepy cukrovky i salátové řepy a to především hnojení organickými hnojivy. Nejvhodnějšími hnojivy jsou kompost a hnůj. K těmto hnojivům se v poslední době přidává ještě tzv. zelené hnojení. Dávka

hnoje se pohybuje okolo $40\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale důležitější je doba zaorání. Nejvhodnější doba pro přeměnu hnoje a vytvoření správné půdní struktury je zaorání během září. Využívá se ale také zaorání k předplodině, když se hospodaří na těžkých nebo hodně suchých půdách. Stejně tak můžeme po sklizni přímo na slámu aplikovat kejdu (Pulkrábek et al., 2007).

Aby mohly rostliny dobře růst, potřebují správnou půdní výživu. To samozřejmě platí i pro řepu. Rostliny potřebují fosfor, hořčík, jednotlivé složky jsou popsány níže.

FOSFOR

Fosfor řepa přijímá jako ortofosfát (Pulkrábek et al., 2007). Fosfor je přijímán v anorganické formě a plní v organismu velice důležitou funkci přenašeče energie (Terry et al., 1973). Fosfor rostliny přijímají během celé vegetace. Příznaky nedostatku fosforu nejsou tak viditelné, jako třeba u nedostatku dusíku. Očividné příznaky jsou načervenalé skvrny na listech a vztyčené řapíky. Změny jsou očividné také u kořenů, kde se projevují takzvanou vousatostí kořenů (Bittner, 2012).

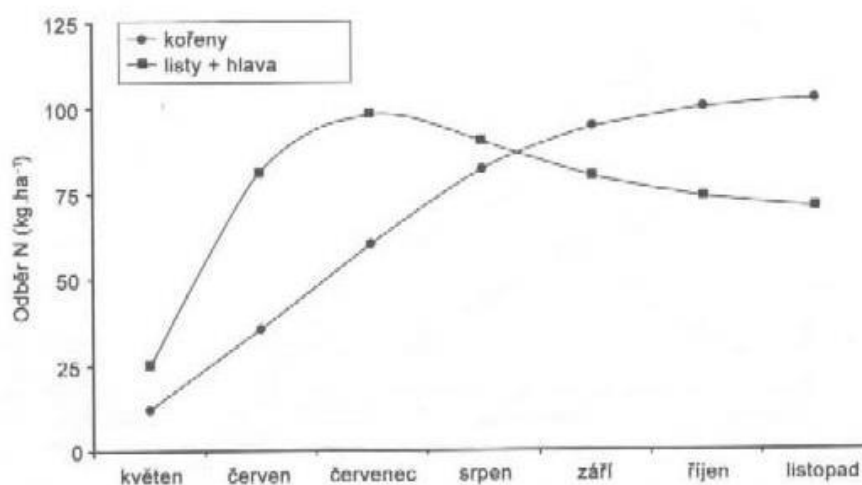
HOŘČÍK

Dalším zásadním prvkem u výživy rostlin je hořčík. Hořčík napomáhá syntéze bílkovin a chlorofylu, regulaci pH, ovlivňuje správnou funkci enzymů. Při správném množství rostliny rostou dostatečně. U cukrové řepy správné množství hořčíku ovlivňuje cukernatost a celkový výnos (Hřivna et al., 2003). Deficit se u rostlin projevuje změnou barvy na listech a to jak u samotných listů, tak i u žilnatiny. Hnojivo s hořčíkem se aplikuje při nedostatku na podzim do půdy, nebo během vegetace na listy (Bittner, 2012).

DUSÍK

Řepa, především řepa cukrová, přijímá dusík v nitrátové formě. Pokud se půda přehnojí, tak dochází k poklesu výnosu a také cukernatosti. Přehnojení lze rozpoznat podle barvy listů. Barva je tmavě zelená a čepel se zvlíní. Pokud je dusíku nedostatek, listy naopak mají světle zelenou barvu a dokonce jsou menšího vzrůstu (Barbanti et al. 2007). Nedostatky dusíku se projevují také na půdě. Nedostatek může být způsoben špatným rozložením organické hmoty a nebo výrazným suchem. U takových případech si lze povšimnout takzvaného „pásování“, což kopíruje zpracování půdy a zaorání slámy (Bittner, 2012a). Graf na obrázku č.1 znázorňuje rozdílnou distribuci dusíkatých látek do listů a kořenů v závislosti na délce vegetačního období.

Graf 1.1 Znázornění rozdílné distribuce dusíkatých látek do listů během vegetace



Půda se může hnojit také průmyslově vyrobenými dusíkatými hnojivy. Tato hnojiva jsou vyrobena z atmosférického dusíku. Dusík se v takových hnojivech nachází v nitrátové formě (ledkové), nebo amonné (čpavkové). Amoniakální hnojiva jsou z půdy méně vyplavována, oproti formě nitrátové. Amoniakální hnojiva se v půdě přeměňují pomocí nitrifikačních (hlízkových) bakterií na formu ledkovou. Ledkový dusík se využívá jako síran amonný, ledek vápenatý, ledek amonný s vápencem a jako močovina a dusíkaté vápno (Baier, 1969).

Dusík je hlavní makrobiogenní prvek ve výživě okopanin. Dusík je přeměňován autotrofní nitrifikací pomocí bakterií *Nitrosocystis* a *Nitrosomonas*, které oxidují látku amoniak na dusitany. Druhým stupněm přeměny dusíku je nitratace, kdy dusitany se přeměňují na dusičnany za vzniku energie. Tuto fázi zajišťují bakterie rodu *Nitrobacter*. Rostliny ale z celkového množství dusíku přijmou asi jen 30 až 70 %. Zbytkový dusík se vytrácí. V našich podmínkách se na ztrátách dusíku nejčastěji podílí vyplavování a denitrifikace. V ostatních podmínkách převládá volatizace, neboť se nejvíce využívá jako dusíkaté hnojivo močovina. Aby zemědělec předešel ztrátám dusíku, musí si zvolit vhodný postup během celého roku. Na podzim se musí provést orba co nejdříve po rozmetání hnoje po pozemku. V průběhu vegetace aplikovat hnojiva za dobrého počasí a nehnojit před srážkami (Lošák, 2014).

Zelené hnojení napomáhá udržování dusíkatých látek v půdě, jelikož přispívají k udržení mikroorganismů v půdě, napomáhá provzdušňování kořenů a také tvorbě

strukturních orgánů. Zelené hnojení snižuje výpar vody. Využívané rostliny jako zelené hnojení jsou hořčice, svazenka. Tyto rostliny přijímají živiny i z těžce dostupných vrstev půdy. Dalšími využívanými rostlinami jsou vojtěška, hrách, jetel, vikev a tyto rostliny zanechávají při svém rozkládání dusík v půdě, jelikož jsou to rostliny, které poutají vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií (Vokál, 2000).

Dusík je ve výživě řepy důležitý. Je nezbytný pro růst biomasy. Pro dostatečnou tvorbu chrástů se hnojí cca 120 kg N·ha⁻¹. Proto je nezbytné, aby se hnojilo před začátkem vegetace, kdy převládá chrást, rostoucí dřívě, než kořenový systém (Malnou et al., 2008).

Řepa vykazuje během vegetace různé nároky na přísun dusíku. Nejvíce se dusík z půdy odčerpává během měsíce května a června při intenzivním růstu. Spotřeba se uvádí až 5 kg dusíku· ha/den. Poté příjem dusíku klesne až na cca 1 kg dusíku· ha/den (Hřivna et al., 2003).

DRASLÍK

Draslík je nejrozšířenější živinou. Jeho dostupnost závisí na koncentraci draslíku v půdě. Kationt draslíku ovlivňuje několik důležitých funkcí:

- ❖ látkovou výměnu
- ❖ dýchání
- ❖ enzymatickou aktivitu
- ❖ vodní režim
- ❖ fotosyntézu (Wakeel et al., 2010).

SÍRA

Dalším velmi významným prvkem v oblasti rostlinné výživy je síra. Nachází se v bílkovinách, vitamínech, aminokyselinách a enzimech. Rostliny nedokážou přijímat síru vázanou, ale přeměněnou síru do síranové formy. Rostliny dokážou přijímat síru také ze vzduchu. Bohužel jsou v dnešní době emise síry tak malé, že rostliny nemají síry ze vzduchu dostatek (Ryant et al., 2007).

VÁPŇÍK

Vápník má v rostlinné výživě 2 velmi důležité úkoly. Podílí se významně na pH půdy a také má výživovou schopnost. Vápník má hlavní význam především z hlediska regulace iontové rovnováhy, metabolismu sacharidů a např. na osmoregulaci. Deficit vápníku se projevuje špatným vývojem listů (Draycott, 2008).

BÓR

Bór je jeden z velmi důležitých mikroprvků, které se podílejí na metabolismu cukru a na buněčném dělení a také se podílí na příjmu vápníku. Při nedostatku bóru rostliny nedokážou využít vápník. Příjem bóru je závislý na dostatku draslíku. Bór se hromadí nejvíce v listech, kde jeho koncentrace je až 10krát vyšší, než v jiných částech rostliny (Hřivna et al., 2014). Nedostatek mikroprvků se projevuje již na mladých listech. Ty jsou „pomačkané“, křehké, zůstávají drobné, později se objevuje skvrnitost na listech i kořenech. Dochází k odumírání listů, v hlavě bulvy dochází ke vzniku dutiny. Obecně se tento jev označuje termínem suchá srdéčková hniloba. V některých případech dochází k nekrotickým prasklinám na čepeli listů (Bittner, 2012).

1.5 Využití řepy

Čerstvá salátová řepa se ve světě prodává ve svazcích. Bulvy mají v průměru 6 cm. V České republice se řepa dodává bez natě (Šrot, 2005).

V obchodech se salátová řepa prodává již zpracována, většinou je předvařená a vakuově balená. Z řepy se také vyrábí řepná šťáva, která surová, nebo mléčně zkvášená využívá do zeleninových a ovocných směsí (Petříková et al., 2006).

Tato zelenina se požívá zejména ve východní Evropě jako hlavní složka boršče. Boršč je kyselá polévka oblíbená v Rumunsku, Moldavsku, Ukrajině, Rusku, Bělorusku, Lotyšsku a v Litvě a také v polské kuchyni. Červená řepa má mnoho využití v lidské výživě. Lze jí použít v různých formách jako červené potravinové koloranty, např. ke zlepšení barvy rajčatové pasty, omáček, dezertů, džemů, želé a zmrzliny. Také se využívá u sladkostí a cereálií (Glokhale a Lele, 2011), stejně jako v sušených formách jako chipsy, čaj, prášek v pekárně a doplňky stravy (Kaur a Singh, 2014).

V posledních letech přitahuje kořenová zelenina salátová řepa značnou pozornost jako zdraví prospěšný funkční potravinový produkt (Clifford et al., 2015). Vědecký zájem byl tvrzen složením různých živin červené řepy. Červená řepa je bohatá na cenné aktivní sloučeniny, jako jsou karotenoidy, betalainy, polyfenoly a flavonoidy. (Figiel, 2010; Kaur a Singh, 2014; Kowalski a Lechtanska, 2015).

1.6 Látky v salátové řepě

1.6.1 Antioxidanty

Jedná se o látky, napomáhající odstraňovat škodlivé radikály, které se v těle tvoří v důsledku metabolických reakcí. Tyto škodlivé radikály poškozují jednotlivé buňky a tím napomáhají stárnutí organismu. V důsledku toho je pak tělo více náchylnější na

vznik takzvaných civilizačních chorob a jiných závažných onemocnění, jako je například rakovina (Zatloukal, 2011; Vilímovský, 2018).

Lidské tělo stejně jako ostatní živé organismy se skládá z obrovského množství molekul, které z důvodu zachování stálosti vnitřního prostředí se štěpí na menší molekuly, nebo se naopak spojují ve větší molekuly. Jelikož každá molekula má určitý počet elektronů, běžně dochází k tomu, že některý z těchto elektronů ztratí. Tím vzniká volný radikál, který je nestabilní molekulou, která působí v organismu škodícím efektem. Může se navázat na jiné molekuly, které tímto přemění také na volné radikály, a spustí tak řetězovou reakci. Možným znepokojujícím příkladem může být, pokud se takový volný radikál naváže na molekuly DNA. V takovém případě mohou vznikat choroby, které jsou dědičné, jelikož DNA přenáší genetickou informaci (Zatloukal, 2011).

Antioxidanty poskytují volným radikálům své elektrony, které jsou pro antioxidanty nadbytečné, a tím je zneutralizují. Tím pádem se stávají z volných radikálů molekuly, které se nenavážou na ostatní molekuly a nemohou je poškozovat (Vilímovský, 2018). Volné radikály jsou však v určitém množství v lidském těle důležité. Imunitní systém využívá volné radikály k eliminaci infekčních onemocnění, které jsou způsobené bakteriemi (Vilímovský, 2018).

Mezi základní antioxidanty patří vitaminy rozpustné ve vodě, vitamin C a vitamin B3. Tyto vitaminy přispívají k normální funkci nervové soustavy a imunitního systému. Antioxidanty A, D, E, K, jsou vitaminy rozpustné v tucích. Tyto vitaminy pomáhají ke správnému ukládání a uchování vápníku v těle, ale také napomáhají se organismu vypořádat s různými infekčními onemocněními (Vilímovský, 2018; Keller, 1993).

Mezi antioxidanty řadíme také látky, které se nazývají flavonoidy. Flavonoidy jsou barviva, která se nacházejí v rostlinách. Primárně mezi flavonoidy řadíme rutin, rhamnetin, rhamnocitrin, kaempferol a astragalín. Flavonoidy se řadí podle základních skupin na flavonoidy, neoflavonoidy a isoflavonoidy. Nejvíce se nacházejí v rostlinné potravě. U rostlin způsobují zbarvení plodů a květů, ale mají důležitou funkci, kdy ochraňují rostliny před zevními vlivy. Tyto látky jsou díky této funkci využívány jako látky, které chrání před volnými radikály, nádorovými onemocněními, napomáhají při zánětlivých a srdečních chorobách. Snižují riziko vzniku trombózy a napomáhají regeneraci buněčných struktur. Flavonoidy na sebe dokážou vázat těžké kovové ionty, které způsobují celou řadu onemocnění, například poškození

funkce vnitřních orgánů. Příklad těžkých kovových iontů je Fe^{3+} nebo Cu^{2+} (Lechner, 2019).

V červené řepě najdeme látky, které se nazývají karotenoidy. V největším zastoupení nalezneme β -karoten a lutein. Tyto látky přispívají k prevenci proti karcinogenním onemocněním. Lutein snižuje růst karcinomu prsu (Lechner, 2019).

Potraviny s vyšším obsahem tuku obsahují synteticky vyrobené antioxidanty za účelem oddálení oxidačních procesů. Tyto látky se přidávají typicky do masa. Kdyby se syntetické antioxidanty nepřidávaly do potravin, způsobilo by to sensorické změny a snížilo by to nutriční hodnotu a dobu spotřebování. Některé tyto syntetické antioxidanty poškozují zdraví. Látky butyl-hydroxytoluen (BHT) a butylhydroxyanisol (BHA) údajně způsobují karcinom v těle. Díky tomuto zjištění se usiluje o nahrazování umělých látek přírodními (Silva, 2019; Wruss, 2015).

Antioxidační aktivita se liší u každého antioxidantu. Různé oxidanty mají obecně různou schopnost uvolňovat své elektrony. Rozlišujeme antioxidační kapacitu a antioxidační reaktivitu. Aktivitě, která určuje dobu účinku antioxidantu se říká antioxidační kapacita. Antioxidační proces závisí na antioxidantu, na použitém množství a na jeho koncentraci. Jeho dynamiku určuje antioxidační reaktivita. Tato aktivita se měří různými metodami, které se označují jako TAA, souhrnně antioxidační metody. Název je z anglických slov „Total Antioxidant Activity“. Tyto metody dělíme na dvě skupiny (Zatloukal, 2011; Paulová, 2004).

1.6.2 Betalainová barviva

Betalainy jsou specializované (sekundární) metabolity obsahující dusík a přírodní pigmenty rozpustné ve vodě (také uznávané jako chromoalkaloidy). Tyto pigmenty jsou rozděleny do dvou hlavních strukturálních skupin, betakyanů a betaxantinů, které se projevují červenofialovými a žlutooranžovými zbarveními. Je třeba prozkoumat několik zdrojů betalainů, které představují oblast příležitostí v rámci výzkumu přírodních barviv. Tyto pigmenty vykazovaly pozitivní vliv na kardiovaskulární, gastrointestinální a metabolické poruchy, stejně jako protinádorové, protizánětlivé a chemopreventivní účinky (Ravichandran et al., 2003).

Betalainy vykazují největší stabilitu v rozmezí pH 4-6, jsou-li uchovávány při teplotě 4 °C. Proto by tyto pigmenty mohly být použity jako barviva ve zmrazených potravinách, nízkoteplotních mléčných výrobcích a potravinách s krátkou dobou použitelnosti. Tyto pigmenty jsou však náchylné k různým fyzikálně-chemickým faktorům, jako je světlo, teplo, vysoké pH (>6), vzduch a kovy, jako je Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} ,

Cu^+ , Sn^{2+} , Al^{3+} , Hg^{2+} , Cr^{3+} (Herbach et al., 2006). Díky tomu se betalainy v potravinách uplatňují jen v omezené míře. Na druhou stranu betalainy mohou být do určité míry stabilizovány antioxidanty, jako je kyselina askorbová (AA), kyselina izoaskorbová, kyselina citronová a další konzervanty, zatímco antioxidační fenolické kombajny nemají stabilizační účinek na pigmenty, protože degrace betalainů nezahrnuje tvorbu volných radikálů (Attoe 1985; Pasch a von Elbe, 1979).

Salátová řepa obsahuje betalainová barviva a flavonoidy. Řepa obsahuje také velké množství dusičnanů, které se za určitých podmínek v těle mění na karcinogenní látky, nitrosaminy. V omezeném množství se dusičnany mění na oxid dusnatý, který má pozitivní účinky na prevenci srdečně- cévní onemocnění. Oxid dusnatý rozšiřuje cévy a tím zlepšuje prokrvení (Dostálová, 2019).

Betalainy jsou používány jako přírodní barviva v potravinářském průmyslu, ale také se jim dostává stále větší pozornosti vzhledem k možným zdravotním přínosům pro člověka, zejména díky antioxidační a protizánětlivé aktivitě (Georgiey et al., 2010; Zielinska-Przyjemska et al., 2009).

V současnosti bylo nalezeno přibližně 55 struktur sloučenin betalainů. Tyto sloučeniny lze najít ve švýcarském mangoldu (Ninfali et al., 2007), hruška kaktusová, pitaya (Moßhammer et al., 2005).

Betalainová barviva jsou dobře rozpustná ve vodě. Obsahují dusík a jsou syntetizována z aminokyselin tyrosinu do dvou konstrukčních skupin (Azeredo, 2000).

Kondenzace kyseliny betalainové cyklo-DOPA (L-3,4-dihydroxyfenylalanin), derivátů glukosylu a derivátů aminokyseliny Tyrosinu, vede k tvorbě dvou kategorií betalainů. Fialové betakyaniny a žluté betaxantiny. Do roku 1957 byly betalainy považovány za antokyany, nebo přesněji za dusíkaté antokyany (Peterson a Joslyn, 1958).

Betalainová barviva jsou látky, které se přirozeně nacházejí v rostlinách, jako jsou kaktusové plody a červená řepa. Jsou to látky, které se vyskytují v mikroorganismech, řasách a ve vyšších rostlinách. Jsou to sensoricky aktivní látky, takže se mohou vnímat hmatem, sluchem, čichem, zrakem a chutí. U barviv je to samozřejmě zrakový vjem. Obsah betalainů se v červené řepě pohybuje kolem 0,1% - 0,2% (Czapski, 2009, Váchalová, 2019).

Betalainová barviva pohlcují viditelné záření v rozsahu 476 – 600 nm. Betaniny byly poprvé jako barvivo použity v roce 1960, ale poprvé byly objeveny v roce 1920. Obsah betalainových barviv záleží na pěstované odrůdě (Azeredo, 2009).

Červená řepa obsahuje až 30 různých betalainů. Obsah těchto betalainů se liší napříč odrůdami a kořenovými částmi. Červená řepná kůra má obvykle nejvyšší koncentraci betalainu (Sawicki et al., 2016).

Období sklizně výrazně ovlivňuje množství betalainů u červené řepy a její antioxidační aktivitu (Bucur et al., 2016).

1.6.3 Betakyany

Betakyany jsou výrazně červené. 75 – 95 % zaujímá složka betanin, který převládá nad žlutými betaxantiny. Dosud známe 50 sloučenin betakyanů a je možné je nalézt ve formě acylových glykosidů a glykosidů. V červené řepě betakyany převládají, proto má červená řepa svoji typickou červeno-růžovo-černou barvu. Betakyany jsou stabilní při zahřívání i při běžné teplotě (Azeredo, 2009; Váchalová, 2019).

1.6.4 Betaxantiny

Zabarvení je nejčastěji žluté, až oranžové. 95% zaujímá žlutý vulgoxantin. Betaxantiny jsou méně stabilní za stálé i různé teploty vůči betaxantiny. Nejvíce stabilní jsou v roztocích s pH 4-5, ale při vyšších hodnotách dochází k jejich rozkladu a výrazně klesá jejich stabilita (Azeredo, 2009; Váchalová, 2019).

Tato barviva dobře reagují s volnými radikály a mají dobrou antioxidační aktivitu. Toto barvivo nemá žádné nežádoucí účinky, může se tedy bezpečně používat jako potravinářské barvivo. Využívá se u jogurtů, u cukrovinek a také jako přídatná látka v nápojích. Má také svoji nevýhodu a tou je nízká stabilita. Musí se tedy používat u výrobků, které mají krátké datum spotřeby (Azeredo, 2009; Czapski, 2009).

1.6.5 Polyfenoly

Sloučeniny polyfenolů obsahují dvě a více hydroxylových skupin, které se vážou k aromatickému jádru v molekule. Polyfenoly se nacházejí téměř ve všech rostlinách, ale jen jako sekundární metabolity rostlin. Mají ochrannou funkci proti oxidačnímu stresu, proti UV záření. Polyfenoly jsou výstavbové molekuly, které vyztužují těla rostlin a mohou také přenášet signály. V živých organismech je nalezneme také a pomáhají při biologických procesech (Zendulka, 2008; Carrilloa, 2019).

Denní příjem polyfenolů pro organizmy není stanoven, jelikož nebyly stanovené doporučené hodnoty. První odhad byl proveden v roce 1976 a hodnota polyfenolů pro denní příjem byla 1g glykosidů pro dospělé osobu. Tento odhad provedl Kuhnu a denní množství by mělo být 170 mg polyfenolových látek na den (Zendulka, 2008).

V potravinách se obsah polyfenolů zjišťuje pomocí chromatografických metod, ale také reakcí extraktu s Folin-Ciocalteuovým činidlem. Nejlepší je využít obě metody a zprůměrovat je, jelikož při použití chromatografické metody mohou být některé polyfenoly nerozpoznatelné. U druhé metody činidlo může reagovat s jinými sloučeninami (Zendulka, 2008).

V rostlině se polyfenoly tvoří ve stresových podmínkách. Obsah se liší na základě určité odrůdy a typu rostliny. Organicky pěstované odrůdy by měly vykazovat větší množství polyfenolyckých látek oproti konvenčně pěstovaným odrůdám. Důvodem je použití syntetických hnojiv a pesticidů u konvenčního zemědělství, kdy se u rostlin snižuje potřeba se bránit vnějším vlivům, jako u organicky pěstovaných rostlin (Carilloa, 2019).

Příkladem polyfenolů je například rutin a kvercetin. Rutin napomáhá propustnosti krevních vlásečnic, snižuje hladinu LDL-cholesterolu a dobře reaguje s vitamínem C. Kvercetin prospívá při ochraně DNA, ničí rakovinotvorné látky a vyskytuje se ve všech druzích ovoce a zeleniny.

Resveratrol je polyfenol, který se nachází v 72 druzích ovoce a zeleniny. Tato látka ředí krev a tím pádem napomáhá proti vzniku sraženin a také napomáhá při prevenci proti mozkové příhodě a infarktu. Je dokázáno, že zabraňuje růstu nádorových buněk (Zatloukal, 2011).

1.7 Metody eliminace radikálů

Mezi tyto metody řadíme metodu TEAC a metodu ORAC.

TEAC

Metoda TEAC je spektrofotometrická metoda. Do vzorku se přidává činidlo, zpravidla syntetický antioxidant se známou antioxidantní aktivitou a po té se zkoumá, jestli se ve vzorku nachází antioxidantní látky, či nenachází. Antioxidant, který se nejčastěji používá se nazývá „Trolox“. Tato látka je „6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylova kyselina“. Při této metodě se porovnává rychlost odbarvení u zkoumaného vzorku. Přítomnost antioxidantních látek dokazuje odbarvení sloučeniny. Při této metodě se hodnotí míra a rychlost zbarvení sloučeniny. Činidla askorbát, epikatechin a gallat se při této metodě také používají. Využívají se k objektivnímu posuzování kvality daného vzorku (Zatloukal, 2011; Paulová, 2004).

ORAC

Tato metoda je z anglických slov „Oxygen Radical Absorbance Capacity“. Zabývá se zkoumáním antioxidantů, jak jsou schopné eliminovat radikály kyslíku. Ty jsou ve vzorku schválně vytvářeny za účelem zkoumání. Metoda se provádí tak, že se na sondě měří fluorescenční signál a v přítomnosti druhů kyslíku (ROS), kteří jsou reaktivní, dochází k útlumu. Tato metoda je biologickou reakcí a tím je jedinečná, jelikož se při měření generuje volný peroxidový radikál AAPH (2,2'-azobis(2-methylpropionamidineDihydrochloride), který se běžně nachází i v lidském organismu. AAPH dobře reagují s látkami rozpustných ve vodě a v tucích. Díky této vlastnosti lze změřit celkový antioxidační potenciál. Tuto metodu provádíme určením kvantity radikálu, který se určuje fluorimetrickou metodou a následně se sleduje rychlost, při které ubývá fluorescence po přidání testovaného vzorku (Zatloukal, 2011; Paulová, 2004).

1.8 Redoxní vlastnosti látek

FRAP

Tato metoda se řadí mezi metody, které jsou založeny na hodnocení redoxních vlastností u látek. Řadí se tam proto, že se využívají jako činidla neenzymové antioxidanty. Tato činidla dobře reagují s oxidanty. Při této chemické reakci dochází k deaktivaci reagujících oxidantů. Projev metody je redukce železitých iontů, která se provádí při nízké hodnotě pH. Dochází zde k tvorbě komplexu, který je barevný a nazývá se železotripyridyltriazin. Mohou se použít také činidla DMPD-N, N-dimethyl-p-fenylendiaminudihydrochloridu., nebo železité soli, kdy vznikne s červeným zabarvením radikálová forma $DMPD^+$. Při použití tohoto radikálu dojde k jeho redukci a následně k odbarvení vzorku (Zatloukal, 2011; Paulová, 2004).

Hodnoty se získávají při porovnání změn absorbance při 593 nm v testovaných reakčních směsích, které obsahují železité ionty s již předem známou koncentrací.

Tato metoda není vhodná u hodnocení aktivity u potravin, jelikož jsou velmi nízké hodnoty pH (Paulová, 2004; Benzie, 1996; Carrilloa, 2019).

1.9 Stanovení barviv

1.9.1 Extrakce

Extrakce je proces, při kterém přechází určité látky do kapalně fáze (rozpouštědla). Zpravidla jsou to přírodní látky, které se z materiálu extrahují pomocí organických rozpouštědel. Příkladem rozpouštědla je aceton. Mohou se použít ale i jiná rozpouštědla, různé směsi látek smíchané s vodou. Pro úspěšnou extrakci je vhodné provést

homogenizaci za pomoci jemnozrnného křemenného písku, nebo tekutého dusíku. Extrakci můžeme ještě vylepšit neutralizací hořečnatými anebo vápenatými ionty. Pokud by se nepovedla neutralizace, bylo by pH příliš kyselé a při extrakci chlorofylového barviva by došlo ke zhnědnutí. Materiál se homogenizovaný filtruje, po té se vloží do centrifugy, kde dochází k oddělení látek. Vzorek, se kterým se dále pracuje, musí být čistý (Hee-Ock, 2012).

Před samotnou extrakcí je potřeba bulvy řepy omýt od nečistot a po té rozřezat na kusy. Z rozřezaných kusů se extrahuje šťáva pomocí odšťavňovače a následně se vzorek smísí s 95% ethanol v poměru 1:7 a tento vzorek se vkládá do centrifugy a centrifuguje se při 10000x g/ 15 min. Dále se vzorek zmrazí na – 35°C a pak se suší při teplotě +15°C 17 hodin (Mikołajczyk-Bator, 2017; Sawicki, 2016).

1.9.2 Chromatografické metody

Po extrakci a po vyčištění extrahovaného vzorku se provádí chromatografické rozdělení barviv. Existují dvě možnosti: TLC a HPLC metody.

Metoda TLC

Metoda TLC je metoda chromatografie na tzv. tenké vrstvě. Jedná se o velice rychlou a nenáročnou metodu, co se týká finančních nákladů. Používají se organická rozpouštědla, nejčastěji benzen, toluen, chloroform, benzin a jiné. Pro tuto metodu se používají hliníkové destičky se silikem a gelem, který se nanáší a má komerční název „Silufol“. Na destičku se 31 nanáší extrakt. Důležitou součástí metody je směs benzínu, vody a izopropanolu. Tato směs má poměr 100:10:0.25 a používá se k oddělení barviv v chromatografické komoře (Maitland, 2010).

Nevýhodou metody je malá přesnost a nemožnost vícekrát opakovat pokusy.

Metoda HPLC

Tato metoda je na rozdíl od té předchozí hodně přesná, jelikož umožňuje závěrečnou kvantifikaci (Moldovenau, 2017).

1.9.3 Spektrofotometrické metody

Jsou to optické metody, které jsou založené na vzájemné interakci elektromagnetického záření s určitým zkoumaným vzorkem. Podle interakce se zářením se dělí:

- ❖ metody absorbující záření
- ❖ metody emitující záření
- ❖ metody, které sledují průchod hmotou elektromagnetickým zářením

Tato metoda je popsána v metodické části, jelikož byla použita pro pokus závěrečné práce.

Spektrofotometrie je absorpční metoda, při které se analyzují fotosyntetická barviva. Jedná se o metodu kvantitativní. Měří se absorbance (A). Ta se vyjadřuje úbytkem záření procházejícího zkoumaným vzorkem. A je určeno vzorcem na výpočet absorbance. Jedná se o záporný logaritmus hodnoty transmitance (Hejsková, 2016).

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce (DP) bylo hodnocení odrůdové variability kvalitativních parametrů salátové řepy. Pro účel řešení DP byly napěstovány rostliny 6-8 odrůd salátové řepy na pokusném pozemku ZF JU. Pro srovnání byla pěstována také 1 odrůda krmné řepy a 1 odrůda cukrové řepy. V průběhu vegetace byly u pěstovaných odrůd hodnoceny nástupy jednotlivých růstových fází, zdravotní a celkový stav rostlin. Po sklizni byl proveden odhad výnosu, stanovena průměrná hmotnost bulev, byl hodnocen tvar bulev a rozsah jejich případných poškození. Dále byl stanoven obsah sušiny bulev, obsah základních obsahových látek a obsah betalainových barviv – červenofialových betacyanů a žlutooranžových betaxantinů. Rovněž byl stanoven obsah celkových polyfenolů a antioxidační aktivita.

3 Materiál a metodika

3.1 Popis použitých odrůd salátové řepy a kontrolních odrůd

Řepa salátová má více svých odrůd. Každá odrůda se od sebe liší svým vzhledem, využitím a také odolností vůči chorobám. Kromě běžně pěstovaných odrůd se šlechtí nové hybridní odrůdy, které mají vyšší odolnost vůči vybíhání a nemocem. Tyto odrůdy rychleji rostou a chuťově jsou výraznější. Pro zpracování této práce bylo použito šest odrůd. Čtyři z nich jsou odrůdy salátové řepy. Pro srovnání byla vybrána jedna odrůda cukrové řepy a jedna odrůda řepy krmné.

3.1.1 Boldor F1

Jedná se o ranou odrůdu. Bulvy jsou hladké, kulovitého, středně velkého tvaru a mají oranžově červenou slupku a jasně žlutou, sladkou a křehkou dužinu. Chuťově jemné a sladké chuti. Pěstují se pro přímý konzum. Listy jsou vzpřímené, zeleno-červené barvy. Barevně se podobá odrůdě „*Burpee's Golden*“ (Bejo, 2019).

Udržovatelem je:

BEJO BOHEMIA s.r.o., Podůlšany 49, Podůlšany, Česká republika, CZ

Obrázek 3.1: Bulva odrůdy Boldor F1



Obrázek 3.2: Řez bulvy



3.1.2 Monorubra

Je to jednoklíčková polopozdní, až pozdní odrůda. Má střední vzrůst a bulva je válcovitého tvaru. Dužina je červená. Výsev se provádí od dubna, pokud je pěstována na přímý konzum. Od května do června se pěstuje pro účel konzervování. Vegetační doba je 130 dnů.

3.1.3 Crosby Egyptian

Odrůda vytvářející červenou až tmavě červenou kulovitou bulvu. Dužina má červenou barvu, vhodná je pro přímý konzum a pro konzervování. Bulvy jsou dobře skladovatelné.

3.1.4 Redshine

Jednoklíčková salátová řepa červené barvy. Je poloraná a je vhodná pro časný výsev. Je velmi dobře skladovatelná.

3.1.5 Cukrovka Picobella

Tato odrůda se vyznačuje vysokou odolností vůči rhizomanii. Je odolná vůči časnému vyběhání do květu. Odrůda je vhodná do různých půdních druhů. Kořen má vysoký obsah cukru a díky tomu má tato odrůda vysoký výnos (Anonym, 2019).

Udržovatelem této odrůdy je:

KWS SAAT SE & Co. Kga A, Grimsehlstrasse 31, Einbeck,
Německo, DE.

Obrázek 3.3: Bulva odrůdy Picobella



Obrázek 3.4 Řez bulvy Picobella



3.1.6 Krmná řepa Kostelecká Barres

Krmná řepa Kostelecká Barres je diploidní víceklíčková odrůda. Je velice odolnou odrůdou vůči vyběhání do květu. Tato odrůda je využita především ke zkrmování hospodářským zvířatům. Tvar má protáhlý a je červeno-oranžová. Odrůda je nenáročná na skladování a při pěstování. (Anonym, 2019).

Udržovatelé jsou:

Ing. Vladimír Pokorný, Čelakovského 957, Jaroměřice nad
Rokytnou, Česká republika, CZ

Luděk Pokorný, Zahradní 1121, Jaroměřice nad Rokytnou, Česká
republika, CZ.

3.2 Příprava materiálu

Odrůdy použité pro účely zpracování práce byly vypěstovány na pokusném pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity, který se nachází v obilnářské výrobní zemědělské oblasti, v nadmořské výšce 396 m n. m. bez použití minerálních hnojiv a chemických prostředků na ochranu rostlin. Sklizeň byla provedena ručně.

Pro účely zpracování diplomové práce byly použity vzorky vysušených plátků bulev šesti odrůd, které byly následně namlety na planetovém mlýnu. Čtyři vybrané odrůdy jsou salátové řepy a dvě odrůdy patří ke kontrolním genotypům. Byly použity kontrolní odrůdy cukrovka „*Picobella*“ a krmná řepa „*Kostelecká Barres*“.

3.3 Laboratorní metody

3.3.1 Stanovení barviv (betaxantiny a betakyany) u salátové řepy

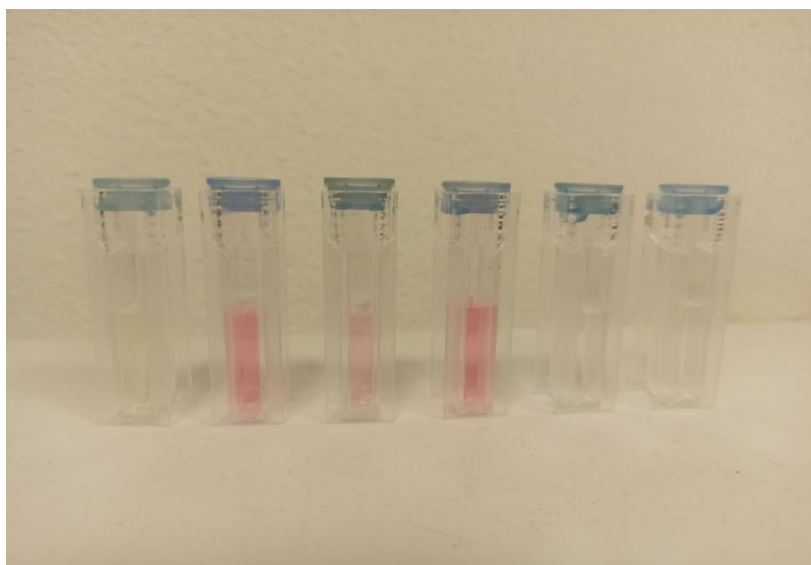
Stanovení barviv u vybraných vzorků salátové, krmné a cukrové řepy bylo provedeno spektrofotometricky na přístroji Bio Mate 5 spektrofotometr z USA. Bylo naváženo 100mg řepné mouky. Následně byl vzorek extrahován v 1ml 50% roztoku vodného ethanolu. Následovalo promíchání vzorků na vortexu k dosažení dokonalého promísení obou složek. Extrakce probíhala 10 min při laboratorní teplotě.

Vzorky byly centrifugovány při 10000 otáčkách deset minut, při teplotě 20 °C. Poté byl obsah přelit do 5ml tuby a pelet znovu extrahován v 1ml 50% ethanolu po dobu deseti minut. Tento proces byl zopakován ještě dvakrát.

Vzorek byl třikrát odstředěn na centrifuze a třikrát prošel extrakcí. Poté byl vzorek naředěn v poměru 1:49 deionizovanou vodou. Konkrétně 20 µl vzorku a 980 µl vody.

Červená barviva, neboli betakyany, byla měřena na spektrofotometru při vlnové délce 540 nm a pro žluto-oranžová barviva, tedy betaxantiny, při 480 nm. Vzorky byly měřeny proti slepému vzorku, místo vzorku byl použit 50 % ethanol (Nistor, 2017).

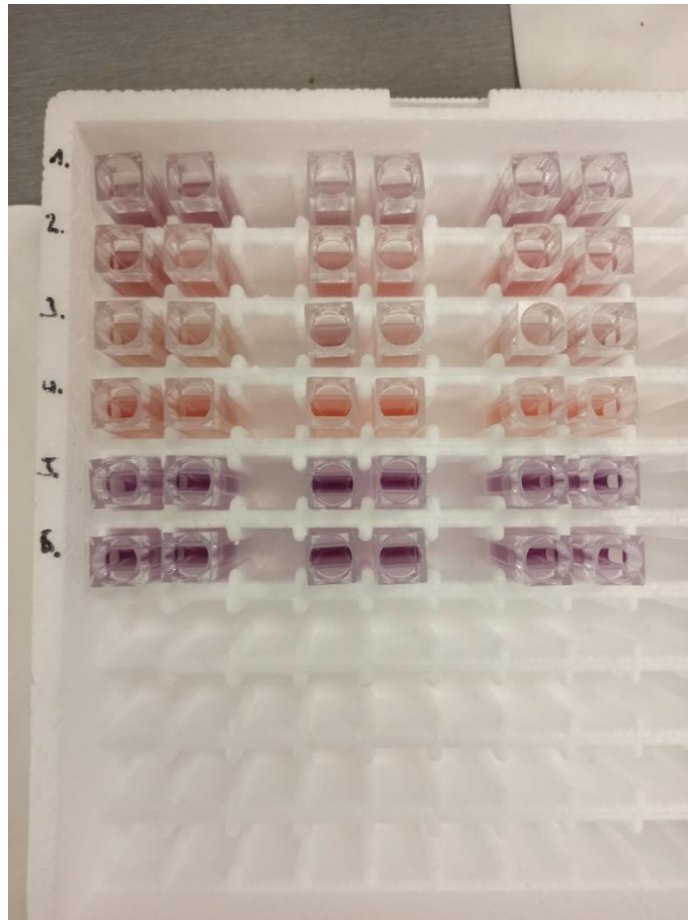
Obrázek 3.5 Vzorčky v kivetách



3.3.2 Stanovení antioxidační aktivity

Pro stanovení antioxidační aktivity s radikálem DPPH je nutné připravit zásobní roztok radikálu. Do odměrné baňky o objemu 100 ml je kvantitativně převedeno 0,025 g radikálu DPPH a rozpuštěno v methanolu, následně doplněno po rysku. Roztok je poté uložen do chladničky do tmy. Ze zásobního roztoku je připraven vždy čerstvý pracovní roztok. Do 100 ml odměrné baňky bylo odebráno 10 ml zásobního roztoku radikálu DPPH a doplněno methanolem po rysku. Úbytek absorbance byl měřen při vlnové délce 515 nm po 30 minutách po smíchání 25 μ l vzorku a 975 μ l radikálu DPPH (blankmethanol) na spektrofotometru Bio Mate 5 (USA). Antioxidační aktivita byla vyjádřena v mg askorbové kyseliny (EKA) na g sušiny.

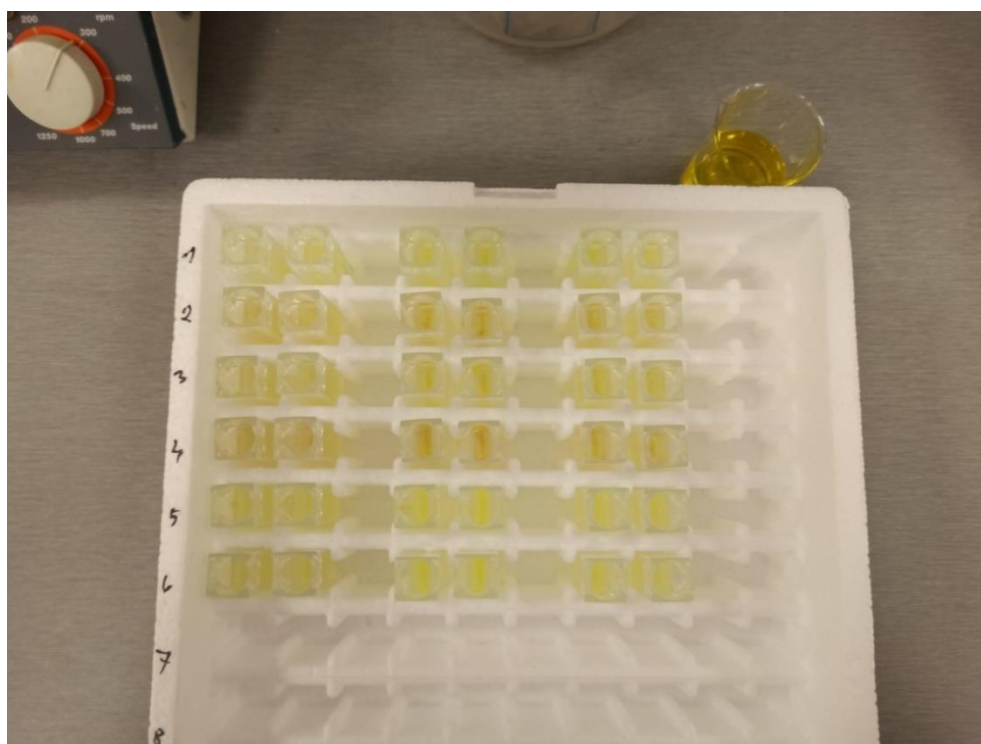
Obrázek 3.6 Měření betalainových barviv



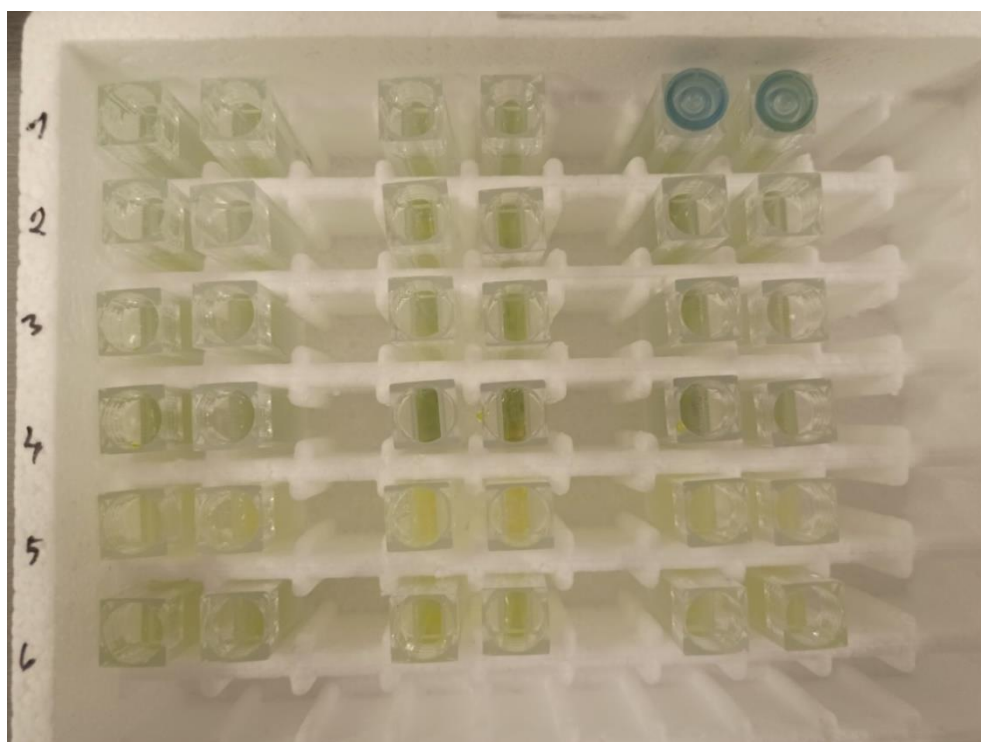
3.3.3 Stanovení obsahu polyfenolů

Před samotným měřením byla provedena extrakce vzorků. Mouka byla navážena do mikro centrifugačních zkumavek v množství 50 mg hodin v 1ml 80% vodného roztoku ethanolu po dobu 24. Poslední hodinu byly vzorky vloženy na hodinu do ultrazvukové lázně. Následovala centrifugace při 10 000 otáčkách po dobu patnácti minut za teploty 20°C. Následně byl odebrán supernatant. Pro samotné měření bylo k 10 μ l vzorku přidáno 990 μ l destilované vody a promícháno. Dále bylo přidáno 50 μ l Folin-Cicalteauva činidla a 150 μ l (20%) karbonátu sodného. Výsledná reakce byla promíchána a inkubována při pokojové teplotě po dobu 2 h. Po inkubaci byl vzorek spektrofotometricky měřen při 765 nm proti slepému vzorku. Jako standard byla použita kyselina gallová. Jako slepý vzorek byl použit 80% vodný roztok ethanolu. Výsledek byl vyjádřen jako ekvivalent gallové kyseliny (v g/kg sušiny) (Lachman et al., 2006).

Obrázek 3.7 Vzorky odrůd řepy v kivetách při měření obsahu polyfenolů



Obrázek 3.8 Vzorky odrůd řepy v kivetách při měření obsahu polyfenolů 2



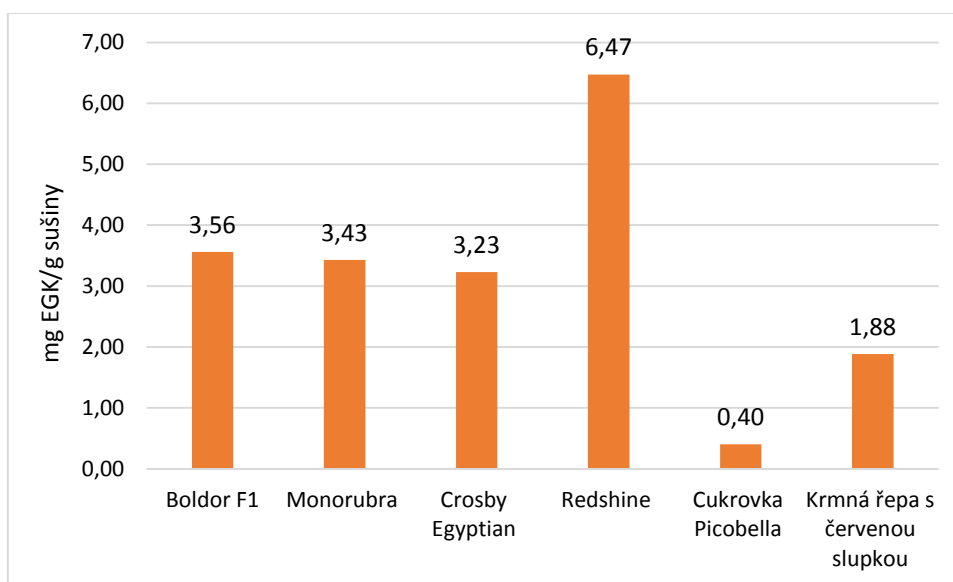
4 Výsledky

4.1 Obsah celkových polyfenolů

Byl zjišťován obsah celkových polyfenolů a výsledky prokázaly, že hodnoty jednotlivých odrůd se značně liší. A to v rozmezí od 0,4 do 6,47 mg/EGK na gram sušiny. Je tedy zřejmé, že červeno-fialové odrůdy obsahují vyšší množství celkových polyfenolů oproti žluto-oranžové odrůdě „*Boldor F1*“. Rozdíl mezi odrůdou „*Redshine*“ a „*Boldor F1*“ činil téměř 50%. Z toho lze usuzovat, že odrůdy s červeno-fialovým zbarvením dužniny mají obecně vyšší obsah celkových polyfenolů.

Jako zajímavé porovnání byla použita odrůda „*Picobella*“. Ta v tomto měření dosáhla téměř 9krát méně celkových polyfenolů proti odrůdě „*Redshine*“. Její naměřená hodnota činila ani ne celý miligram. Konkrétně u ní bylo zjištěno množství celkových polyfenolů o hodnotě 0,40 mg/EGK na gram sušiny, díky čemuž její hranice významnosti pro toto měření klesla na poslední příčku. Lze se také podívat na odrůdu „*Redshine*“, která pravděpodobně díky svému zbarvení dosáhla vyšších hodnot než „*Boldor F1*“. Z toho vyplývá, že vyšší obsah celkových polyfenolů budou mít odrůdy s červeno-fialově zbarvenou dužninou

Graf 4.1 Naměřené vzorky polyfenolových látek

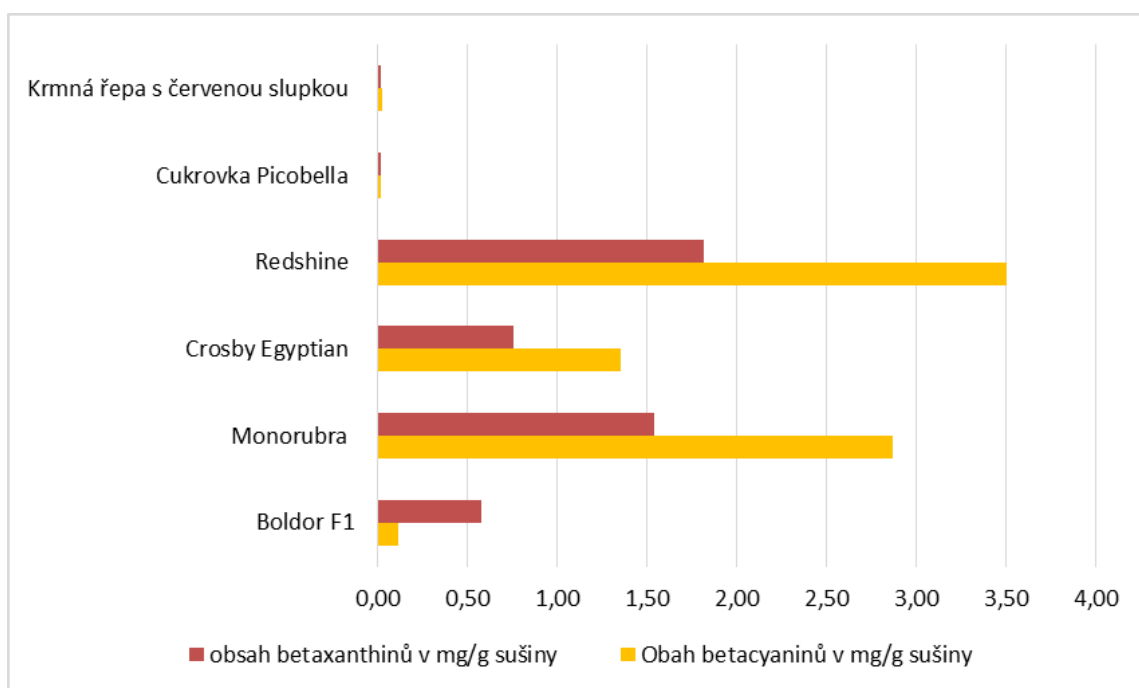


4.2 Obsah betakyanů

U výsledků obsahu betakyanů si můžeme povšimnout, že odrůdy „*Crosby Egyptian*“, „*Monorubra*“ a „*Redshine*“ mají v porovnání s ostatními odrůdami vyšší hodnotu obsahu betakyanů, než další testované odrůdy. Největší rozdíl obsahu betakyanů vykazovaly odrůdy cukrovka „*Picobella*“ a „*Kostelecká Barres*“, které oproti odrůdě

„Redshine“ mají obsah barviv o 98% menší. Podobný obsah betakyanů obsahuje také odrůda „Boldor F1“. Lze předpokládat, že podobné výsledky bychom získali při testování jiných odrůd s odlišným zbarvením než červeno-fialové. Mezi testovanými odrůdami s červeno-fialovým zbarvením dužniny jsou ale poměrně velké rozdíly, viz graf č. 5. Odrůda „Redshine“ má o 65% více betakyanů, než odrůda „Crosby Egyptian“.

Graf 4.2 Obsah barviv u salátové řepy 1



4.3 Obsah betaxantinů

U obsahu betaxantinů u vybraných testovaných odrůd si jsou zřejmé velké rozdíly. V nejvyšším počtu obsahu betaxantinů je odrůda salátové řepy Redshine s obsahem 1,83 mg/g, jak je na obrázku č. 10. Odrůda cukrovka Picobella a krmná řepa Kostelecká Barres vykazují menší hodnoty betaxantinů, oproti ostatním, což je zajímavý výsledek u odrůdy Picobella, jelikož se jedná o žluto-oranžovou odrůdu, u které by se dalo předpokládat, že bude vykazovat vyšší obsah žluto-oranžových barviv. Zjistilo se, že větší množství betaxantinů účinně potlačí obsah betaxantinů, které by jinak způsobovaly žluto-oranžové zbarvení. U odrůdy „BoldorF1“, díky menšímu obsahu betaxantinů z předchozího měření a vyššímu obsahu betaxantinů uvedeného na obrázku 18, dochází k dominanci tohoto barviva nad jinými a tím pádem i ke zbarvení žluto-oranžovou barvou.

4.4 Obsah betalainů

Výsledky, které byly dosaženy při zjišťování obsahu betalainových barviv jsou podobné, jako u předchozích dvou měření. Z výsledků na obrázku č. 11. vychází jako odrůdy s největším obsahem barviv v sušině odrůdy Redshine, Monorubra a Crosby Egyptian. Naopak odrůdy, které vykazovaly nejmenší obsah barviv v sušině byly Boldor F1, cukrovka Picobella a krmná řepa s červenou slupkou. Nejmenší obsah betalainů obsahovala odrůda cukrovka Picobella. Tím jsou podpořeny výsledky z předchozích dvou měření.

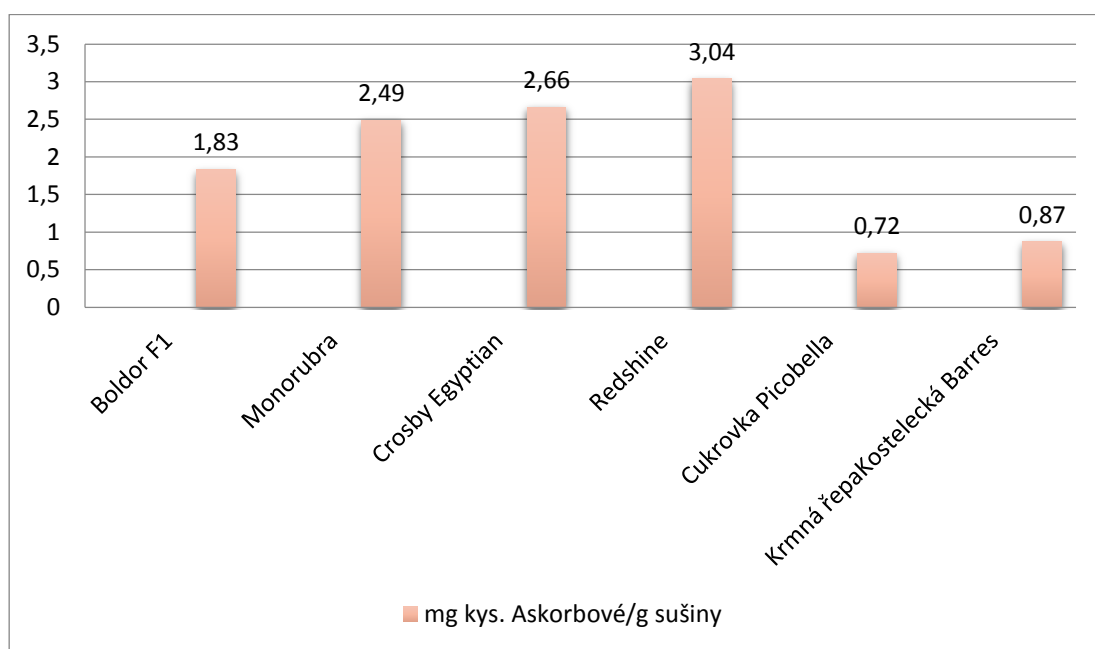
Při porovnávání odrůd cukrové a krmné řepy měla menší hodnoty odrůda cukrové řepy Picobella. Odrůda Picobella téměř nedosáhla na mg na gram sušiny, takže její obsah se dostal na 0,97 mg, což je v porovnání s odrůdou Redshine o téměř 95% nižší obsah. Jak je uvedeno v předchozích výsledcích, rozdíl obsahu betalainů u odrůdy Boldor F1 s ostatními odrůdami salátových řep, je značný. Tato odrůda má rozdíl obsahu betalainových barviv, oproti zbytku testovaných odrůd salátové řepy, nižší v řádu několika desítek procent.

4.5 Antioxidační aktivita

Z výsledků na obrázku 20 je zřejmé, že naměřená antioxidační aktivita u jednotlivých odrůd se lišila, ale ne nijak výrazně. Jako odrůda s nejvyšší hodnotou antioxidační aktivity se jeví odrůda „Redshine“, u které byla naměřena hodnota 2,9 mg AAE na gram sušiny. Další dvě s vysokou hodnotou byly odrůdy „Crosby Egyptian“ a „Monorubra“, u kterých byla zjištěna úroveň antioxidační aktivity na 2,8 mg EKA (ekvivalent askorbové kyseliny) a 2,4 mg EKA na gram sušiny.

Opět si lze však povšimnout, že nejvyšší hodnoty dosahují genotypy s červenofialovým zbarvením. Z testovaných vzorků pak odrůdy s nejnižší hodnotou byly Cukrovka „Picobella“, krmná řepa s červenou slupkou a „Boldor F1“. Jejich hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,72 – 1,83 mg EKA na gram sušiny. U odrůdy „Boldor F1“ byly hodnoty 1,8 mg EKA. Uvedené výsledky vypovídají o tom, že odrůdy, které jsou bohatší na betalainy, mají hodnotu antioxidační aktivity vyšší než ostatní odrůdy. Díky tomu jsou lepší jako zdroje antioxidantů.

Graf 4.3 Naměřená antioxidační aktivita



5 Diskuse

5.1 Stanovení barviv

Pro stanovení barviv byla použita spektrofotometrická metoda. Betakyany se měří při 540 nm a vyznačují se červeným zbarvením a betacyany se měří při 480 nm a vyznačují se žluto-oranžovým zbarvením.

Spektrofotometrickým měřením bylo zjištěno, že odrůdy s červeno-fialovým zbarvením, které byly zkoumány, mají vyšší hodnoty celkového množství betakyanů, než odrůdy se žluto-oranžovým zbarvením dužniny. Toto je zajímavé zjištění, jelikož se očekávalo, že odrůda „*Boldor FI*“, která má žluto-oranžové zbarvení, bude mít hodnoty betakyanů vyšší.

Odrůdy s červeno-fialovým zbarvením dužniny měly zjištěny vyšší hodnoty betakyanů. Odrůdy salátové řepy mají vyšší koncentraci betakyanů, než jiné odrůdy, které se zkoumaly. Nejvyšších hodnot dosáhla odrůda „*Redshine*“, dle grafu č. 4.2.

5.2 Stanovení antioxidační aktivity

Měření antioxidační aktivity je popsáno v kapitole 2.4.5. K prezentování výsledků měření byl použit ekvivalent kyseliny askorbové (KA). Z názorných výsledků je zřejmé, že nejvyšších hodnotu zkoumaných vzorků dosáhly odrůdy, které obsahují více červeného barviva. Proto si můžeme povšimnout, že odrůdy cukrové řepy „*Picobella*“ a odrůda krmné řepy krmná řepa s červenou slupkou, mají hodnoty 0,72 – 01,83 mg EKA/g sušiny, kdežto odrůda „*Redshine*“ a odrůda „*Monorubra*“ dosáhly hodnot 2,6 – 3,04 mg EKA na gram sušiny. Dalo by se tedy říct, že ze zkoumaných odrůd se jako nejvíc užitečnou odrůdou v tomto směru jeví odrůda salátové řepy „*Redshine*“ a naopak nejméně užitečnou odrůdou odrůda „*Boldor FI*“ jako zástupce salátové řepy.

I přesto, že žluto-oranžové zbarvení u odrůd je více zajímavé, ze zdravotního hlediska jsou přínosnější pro zdraví odrůdy s červeno-fialovým zbarvením. Odrůdy totiž obsahují více antioxidačních látek a tím lépe neutralizují volné radikály.

5.3 Stanovení celkových polyfenolů

Nejvyšší obsah polyfenolových látek byl naměřen u odrůdy „*Redshine*“, jenž byl nejvyšší obsah polyfenolů byl naměřen u odrůdy „*Renova*“. Nejnižší obsah polyfenolových látek byl u odrůdy salátové řepy „*CrosbyEgyptian*“.

Vulic et al., 2012 ve své práci uvedli, že obsah celkových polyfenolů byl u odrůdy *Crosby Egyptian* 1,87mg GAE/ gram sušiny salátové řepy.

Shyamala a Jamuna (2010) zjistili obsah celkových polyfenolů u červené řepy v hodnotách 90,00 mg ekv. taninu/100g. Kdy jako extrakční činidlo použili také ethanolový roztok.

Závěr

V diplomové práci byly zjišťovány rozdíly v antioxidační aktivitě a obsahy jednotlivých barviv mezi různými odrůdami salátové řepy. Ze zjištěných výsledků je možné vyvodit následující závěry:

Při zkoumání jednotlivých barviv u vybraných odrůd bylo zjištěno, že bohaté na betakyaniny a betaxantiny jsou především odrůdy „*Redshine*“, „*Monorubra*“. Nejvyšší obsah těchto barviv mají odrůdy, které mají barvu dužniny dočervena až dofiolova. Jejich hodnoty se pohybovaly výrazně výše než u odrůdy „*Boldor FI*“, u které by se čekalo zastoupení betaxantinů naopak vyšší než u červeně zbarvených odrůd.

V diplomové práci byla zjišťována antioxidační aktivita jednotlivých odrůd salátové řepy. Nejvyšších hodnot dosáhla odrůda „*Redshine*“ a odrůda „*Monorubra*“, naopak nejnižší aktivitou se vyznačovala odrůda „*Boldor FI*“. Pokud bychom srovnali tyto výsledky s cukrovou a krmnou řepou, nejnižší hodnoty dosáhla odrůda „*Picobella*“. Opět si lze všimnout, že vyšší antioxidační aktivitu mají odrůdy vyznačující se sytější červenou barvou dužniny. Oproti nim odrůdy s barvou dužniny ve světle žlutých až bílých odstínech mají, podle výsledků této práce, antioxidační aktivitu spíše nízkou. Pro účely, kde je potřeba mít co nejvyšší hodnoty antioxidačních látek, je proto vhodné používat odrůdy s červeným zbarvením dužnin.

Seznam použité literatury

Azeredo H., Betalains: properties, sources, applications, and stability, *International Journal of Food Science and Technology*, 2009, 2365- 2376.

Beier, J. a Baierová, V. (1969). *Abeceda výživy a hnojení rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-082-69-04/17.

Barbanti, L. et al., (2007). *Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in leaves of different*.

Bartoš, Jaroslav (2017). *Pěstování a odbyt zeleniny*. Praha: Agrospoj, 2000 Beet Betalains, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*.

Bejo Bohemia, Katalog 2019 – 2021 (Osiva zeleniny). [cit. 2021-03-25] Dostupné z: <https://www.bejo.cz/magazine/katalog-2019-2021> .

Benzie I. F. a Strain J.J.,(1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. 145s.

Bittner, V. (2012). *Bakteriální choroby cukrovky*. Listy Cukrovarnické a Řepařské, 128s.

Brickell V., (1999). *Velká zahrádkářská encyklopedie*, 2. vydání, Praha: Ikar, , 624s, ISBN 978-80-7202-569-5.

Bucur L. et al., (2016): Thebetalains kontent and antioxidant capacity ofredbeet (Beta vulgaris L. subs. vulgaris) root. *Farmacia* 64: 198 – 201.

Buchtová I., Situační a výhledová zprava zelenina. In: Ministerstvo zemědělství, Odbor zemědělských komodit MZe, 2019, ISBN 978-80-7434-257-2.

Carrilloa C. et al., (2019). Organic versus conventionalbeetroot. Bioactivecompounds and antioxidantproperties, *LWT - Food Science and Technology*. ISSN 0023-6438.

Clifford T. et al., (2015). The Potential Benefits of Red Beetroot Supplementation in Health and Disease, *Nutrients*, 7, 2801-2822. ISSN 2072-6643.

Czapski J. et al., 2009). Relationship between antioxidant capacity od red beet juice and contensof its betalain pigments, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, pp. 119-122.

Dostálová J.,(2019). Červená řepa a doporučení „všeho s mírou". Společnost pro výživu. 287 s.

Draycott, A. P. (ed.). (2008). *Sugar beet*. John Wiley & Sons. 369s.

EAGRI.CZ, Databáze odrůd [online]. Dostupné z: www.eagri.cz. [cit. 2021-03-25]

Figiel, A. (2010). Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, 98(4), 461–470.

Gengatharan A. et al., (2015): Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. *LWT – Food Science and Technology* 64: 645 – 649.

Glokhale, S. V., a Lele, S. S. (2011). Dehydration of red beetroot (*Beta vulgaris*) by hot air drying: process optimization and mathematical modeling. *Food Science and Biotechnology*, 20(4), 955–964.

Hee-Ock, B., (2012), Extraction and characterization of some natural plant pigments, 154s.

Hejtný S. a Slavík B., *Květena České republiky*, 1. vydání, Praha: Academia, 2003, ISBN 80-200-1090-4.

Hejsková, V., UV/VIS (2016), spektrofotometrie a možnosti jejího využití v rámci vzdělávání učitelů chemie, Praha, Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze. 62s.

Herbach, K. M. et al., (2006). Structural and chromatic stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. *Food Research International*, 39, 667–677.

Hřivna, L. et al. (2003): *Komplexní výživa cukrovky*. Danisco, 84 s.

Chochola J. (2010). Průvodce pěstováním cukrové řepy. Semčice: KWS Osiva, 65 s.

Jozefyová, L. et al., (2002). The influence of harvest date and crop treatment on the production of two different sugar beet variety types. Prague: Czech University of Agriculture in Prague, 2002.

Jůzl, M. et al., (2014). Pěstování okopanin, Brno, 2014. 250s.

K., & SINGH, A. Kaur. (2014). Drying kinetics and quality characteristics of beetroot slice under hot air followed by microwave finish drying. *African Journal of Agricultural Research*, 9(12), 1036–1044.

Keller U. et al., (1993) *Klinická výživa* 1. vyd. Praha: Scientia. 156 s.

Khan M. I., Giridhar P. (2015): Plant betalains: Chemistry and biochemistry. *Phytochemistry*: 267-295.

Kosař, J., a kolektiv, (1985). *Krmná řepa*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985.

Kowalski, S.J., a Lechtanská, J.M. (2015). Drying of red beetroot after osmotic pre-treatment: Kinetics and quality considerations. *Chemical and Process Engineering*, 36(3), 345–354.

Kowalski, S. J., a Szadzinská, J. (2014). Kinetics and quality aspect of beetroot dried in non-stationary conditions. *Drying Technology*, 32, 1310–1318.

Lachman J. et al., (2012) Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. *Chemické listy* 2006, 100: 522-527.

Lechner J. F., Stoner G. D., (2019). Red Beetroot and Betalains as Cancer Chemo preventative Agents, *Molecules*. 1-12 ISSN 1420-3049.

Lošák, T. *Uplatnění dusíku a hnojiva s inhibítorem ureázy při hnojení brambor: Certifikovaná metodika*. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o., 2014. ISBN 978-80-86940-62-5.

Malý, Ivan. *Polní zelinářství*. Praha: Agrospoj, 1998. 147 s.

Maitland, D. P., Maitland P. D. (2010). Chromatography: Are we getting it right? *Journal of Biological Education*. 2002, 37(1), 6–8.

Majeti, Narasimha, Vara, Prasad, (2019). Transgenic Plant Technology for remediation of toxic metals and metalloids. 189s.

Malnou, C. S. et al., (2008). *Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer*. *European Journal of Agronomy*, 28(1), 47-56 .medica, spol. s r.o., 1993. 240 s. ISBN 80-85526-08-5.

Melichar, Miroslav. *Zelinářství*. Praha: Květ, 1997. ISBN 80-85362-29-5.

Mikolajczyk-Bator K., (2017). Effect of pH Changes on Antioxidant Capacity and the Content of Betalain Pigments During the Heating of a Solution of Red Beet Betalains, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 250 s.

Minx, L., Diviš, J. (1994). *Rostlinná výroba-III:(okopaniny)*. Vysoká škola zemědělská. Praha nakladatelství technické literatury, 1992, 144s,

Murray, M. J.; Campbell, C. A., 1989. Guava and passionfruit as commercial crops in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 102: 212-213

Neelwarne, B. a Halagur, S.B. RedBeet: An Overview. Chapter 1. In book *RedBeet Biotechnology. Food and Pharmaceutica l Applications*, Springer. 250 – 112.

Němec et al. (2009). *Situační a výhledová zpráva Půda 2009*, Ministerstvo zemědělství, Praha. *Nutrition*, 2010, 16, 397-408.

Nistor O. V. et al., (2017)., Influence of different drying methods on the physico chemical properties of red beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *Cylindra*), *Food Chemistry*, 2017, 236, 59-67.

Paulová, H. et al., (2004). Metody stanovení antioxidační aktivity u přírodních látek in vitro. *Chemické listy*., 89s.

Pedreno M.A., Eexcribano J. (2001): Correlation between antiradical activity and stability of betanin from *Beta vulgaris* L root sun der different pH, temperature and light conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 627–631.

Pekarková E. (1992). *Pěstujeme zdravou zeleninu*. 1. vyd. Praha: Statni nakladatelství technické literatury, 144s, ISBN 80-0300-664-3.

Petříková, Kristína. (2006). *Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej*. Praha: Profi Press, ISBN 80-86726-20-7.

Pospíšiliová, L., Vlček, (2010). Properties of Pulp Waste *Daucus carota* and *Beta vulgaris*, *Malays Journal of Reasearch International* , 43, 1017-1020 Remediation of Toxic Metals and Metalloids [online], Academic Press, 2019. Remediation of Toxic Metals and Metalloids [online], Academic Press, 2019 right. *Journal of Biological Education*. 2002, 37(1), 6–8.7

Ravichandran et al., 2003, Structural Comportment of Extract of *Bougainvillea xbutiana* Flower Incorporated in Silica Xerogel Matrix, 245s.

Ryant, A. et al., (2007) The Changes in Genetic and Environmental Variance With Inbreeding in *Drosophila melanogaster*. 89s.

Sawicki T. et al., (2016), Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part, *Journal of Functional Foods* .2016, 27, 249-261, ISSN 2333-1240.

Shyamala, BN., P. JAMUNA, (2012). Nutritional Content and Antioxidant, pp. 357 – 362.

Schwarz, A. *Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny: ochrana zeleniny v integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory, 1996. ISBN 80-901874-1-2.

Silva D. et al., (2019) Betanin, a Natural Food Additive: Stability, Bioavailability, Antioxidant and Preservative Ability Assessments, *Molecules* ISSN 1420-3049.

Sreeramulu, D., M. Raghunath., (2010). Antioxidant activity and phenolic content of roots tubers and vegetables commonly consumed in India, *Food Reasearch Internati-ona*, 43, 1017-1020.

Šarapatka, B. (2014). *Pedologie a ochrana půdy*. Univerzita Palackého v Olomouci. 232 s.

Šarapatka, B - Urban N, J. (2014). *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO, 2006. 502 s. ISBN 80-87080-00-9.

Šimon, J., (1964). *Rostlinná výroba 2*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství a Slovenské vydavatelství půdo hospodářské literatury. 160 s.

Šroller J. Pulkrábek (1993). *Základy pěstování krmné řepy. Význam, využití, prostředí, oseední postup, odrůdy, osivo, výživa, hnojení, půda, založení, seti, ošetřování, ochrana, sklizeň, skladování, konzervace, úprava, zkrmování, časový plán*, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, ISBN 80-7105-036-9.

Šrot, Radoslav. *Zelenina*. Vyd. 3. Praha: Aventinum, 2005. Rady pro chovatele a pěstitele. ISBN 80-7151-248-6.

Šulc M. et al., (2007)., Výběr a zhodnocení vhodných metod pro stanovení antioxidační aktivity fialových a červených odrůd brambor. *Chemické listy*, 2007, 101: 584-591

Tauferová, A. et al. (2014). *Rostlinná produkce*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

Terry, N., Ulrich, A. (1973). *Effects of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet*. *Plant Physiology*, 51(1), s 43-47.

Troníčková, Eva. *Zelenina*. Ilustroval Zdeňka Krejčová. Praha: Artia, 1985.

Váchalová et al., (2019). Betalainy v červené řepě ve vztahu k hnojení řepy sodíkem, *Listy cukrovarnické a řepařské*, 135(1), 25-26.

Vaněk, V., (2007): *Výživa polních a zahradních plodin*, ČZU Praha. 192 s.

Velíšek J. et al. (1999): *Chemie potravin*. OSSIS, Tábor, 3. díl, 368 s. (ISBN 80-902391-5-3) In Czech.

Vilimovský M., (2018). *Co jsou antioxidanty?* Medclicker, 2018. 201 s.

Vinson J.A. et al., (1998): Phenolantioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3630–3634. 585 Czech J. Food Sci. Vol. 29, 2011, No. 6: 575–585 von Elbe J.H. (2003): *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, New York: F4.1.1– F4.1.9.

Vokál, B. *Brambory. I.*. Praha: Agrospoj, 2000. ISBN 24-804-2.

Vulic J. et al., (2012) Antioxidant and cell growth activities of beetroot pomace extracts. *Journal of Functional Foods* 4: 670-678

Wakeel, A. et al., (2010). Potassium substitution by sodium in sugar beet (*Beta vulgaris*) nutrition on K-fixing soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173(1), 127-134.

Wruss J. et al., (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria, *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46-55, ISSN: 0889-1575.

Zatloukal J., (2011). *Stanovení antioxidační aktivity u méně známých ovocných druhů*, Brno, Diplomová práce, Mendlova Univerzita v Brně. 65s.

Zendulka O., (2008). Polyfenoly ve výživě jako možná prevence nádorových onemocnění, Brno, 2008, Disertační práce, Masarykova Univerzita, 57s.

Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Bulva odrůdy Boldor F1	35
Obrázek 3.2 Řez bulvy	35
Obrázek 3.3 Bulva odrůdy Picobella	36
Obrázek 3.4 Řez bulvy Picobella	36
Obrázek 3.5 Vzorky v kivetách.....	38
Obrázek 3.6 Měření betalainových barviv	39
Obrázek 3.7 Vzorky odrůd řepy v kivetách při měření obsahu polyfenolů	40
Obrázek 3.8 Vzorky odrůd řepy v kivetách při měření obsahu polyfenolů 2	40

Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam odrůd salátové řepy zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2019	15
--	----

Seznam grafů

Graf 1.1 Znázornění rozdílné distribuce dus. látek do listů během vegetace ..	22
Graf 4.1 Naměřené vzorky polyfenolových látek	41
Graf 4.2 Obsah barviv u salátové řepy 1	42
Graf 4.3 Naměřená antioxidační aktivita	44

Seznam použitých zkratek