

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



**Vliv dusíkatých hnojiv s humáty
na výnos a kvalitu řepky ozimé**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Vypracoval:
Jan Vlášek

Brno 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Jan Vlášek**
Studijní program: **Agrobiologie**
Obor: **Všeobecné zemědělství**
Konzultant: **Ing. Jiří Antošovský**
Název tématu: **Vliv dusíkatých hnojiv s humáty na výnos a kvalitu řepky ozimé**
Rozsah práce: **cca 30 – 40 stran**

Zásady pro vypracování:

1. Studium literárních pramenů týkajících se řešení problematiky.
2. Zpracování literární rešerše se zaměřením na výživu řepky ozimé a hnojiva s humáty.
3. Založení a vedení maloparcelkového polního pokusu s aplikací dusíkatých hnojiv s humáty.
4. Posouzení vlivu sledovaných hnojiv na výnosové a kvalitativní parametry sklizeného semene řepky ozimé.
5. Statistické zhodnocení dosažených výsledků, formulace závěrů a doporučení.



Seznam odborné literatury:

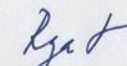
1. BARANYK, P. – FÁBRY, A. a kol. *Řepka : pěstování, využití, ekonomika*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2007. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.
2. BARKER, A V. – PILBEAM, D J. *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis, 2007. 613 s. ISBN 978-0-8247-5904-9.
3. FECENKO, J. – LOŽEK, O. *Výživa a hnojení polních plodin*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2000. 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
4. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin. [online]. 2004. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin.
5. RYANT, P. a kol. Multimediální učební texty z výživy rostlin. [online]. 2003. URL: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin.
6. VANĚK, V. a kol. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press, 2007. 176 s. ISBN 978-80-86726-25-0.
7. BURDICK, E. Commercial Humates for Agriculture and the Fertilizer Industry. [online]. 1965. URL: http://www.bioag.com/images/Commercial_Humates_for_Ag_and_fert_industry.pdf.


Datum zadání bakalářské práce: listopad 2015

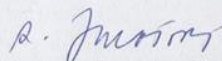
Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017


Jan Vlášek
Autor práce




doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Petr Škarpa, Ph.D.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Vliv dusíkatých hnojiv s humáty na kvality a výnos řepky ozimé.

Vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Ryantovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále Ing. Jiřímu Antošovskému za pomoc při provedení pokusné části. Rovněž tímto děkuji společnosti AGROFERT, a.s. za významný podíl na financování polních pokusů. V neposlední řadě děkuji za podporu při studiu rodině a mé přítelkyni.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce *vliv dusíkatých hnojiv s humáty na výnos a kvalitu řepky ozimé* bylo zpracovat literární přehled zaměřený na téma humáty, jejich kombinace s hnojivou a výživu řepky ozimé. V praktické části pak posoudit vliv přídatku humátu do dusíkatých hnojiv se sírou, respektive se sírou a hořčíkem, na výnos semen ozimé řepky a jejich olejnatost.

Maloparcelkový polní pokus probíhal v hospodářském roce 2015/2016 na pokusných stanicích Mendelovi univerzity, v Žabčicích u Brna (179 m n. m.) a ve Vatíně u Žďáru nad Sázavou (535 m n. m.). Do pokusu byly zařazeny varianty s aplikací hnojiv DASA 26-13, MAGNISUL a DASAMAG a hnojiv s přídatkem humátu DASA H, MAGNISUL H a DASAMAG H. Uvedená hnojiva byla aplikována jako regeneračního hnojení.

Výnos semen řepky ozimé byl statisticky vyšší na lokalitě Žabčice. Příklad humátu se na výnosu průkazně neprojevil., pouze u varianty MAGNISUL H byl dosažen vyšší výnos o 11 % oproti variantě MAGNISUL. Rozdíly v dosažené olejnatosti semen nebyly statisticky významné.

Klíčová slova: řepka ozimá, huminové látky, dusíkatá hnojiva, výnos, olejnatost

Abstract

The goal of bachelor's thesis effect of nitrogen fertilizers with humates on the yield and quality of winter rape was to make a literature summary focused on humic substances, their mixture with fertilizers and nutrition of winter rape. In practical experiment evaluate the influence of addition of humic substances to nitrogen fertilizers with sulphur, sulphur and magnesium to be more precise to the yield of winter rape seeds and oil production.

Patch field tests were done on experimental stations of Mendel University, Žabčice u Brna (179 m a. s. l.) and Vatín u Žďáru na Sázavou (535 m a. s. l.) in the year 2015/2016. Several variations were included in these experiments, with fertilizes DASA 26-13, MAGNISUL and DASAMAG and fertilizes with addition of humic substances DASA H, MAGNISUL H and DASAMAG H. Mentioned fertilizers were applied as regenerative fertilization.

Yield of winter rape seeds was statistically higher on site Žabčice. Addition of humic substances did not significantly manifest on yield. Only variation with MAGNISUL H had 11 % higher yield than MAGNISUL. Differences in achieved oiliness of seeds were not statistically significant.

Key words: winter rape, humic substances, nitrogen fertilizers, yield, oilseed

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	11
2.1	Řepka ozimá	11
2.1.1	Agromický význam a využití	12
2.1.2	Pěstování.....	14
2.1.3	Faktory výnosu a olejnatosti semen	15
2.1.4	Výživa a hnojení řepky ozimé.....	16
2.1.4.1	Organické hnojení.....	17
2.1.4.2	Minerální hnojení	18
2.2	Huminové látky.....	23
2.2.1	Fulvokyseliny	24
2.2.2	Huminové kyseliny.....	24
2.2.3	Humíny a humusové uhlí.....	25
2.2.4	Humáty a fulváty	25
2.2.5	Vývoj preparátů na bázi huminových látek.....	25
2.2.6	Historie výzkumu vlivu huminových látek na rostliny	27
2.2.7	Hnojiva obohacená huminovými látkami.....	29
3	CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	32
4	MATERIÁL A METODIKA	33
4.1	Charakteristika a klimatologické podmínky pokusných stanovišť	33
4.1.1	Stanoviště Žabčice.....	33
4.1.2	Stanoviště Vatín.....	35
4.2	Metodika pokusu.....	38
4.3	Použitá odrůda	39
4.4	Použitá hnojiva	39
4.5	Použité analytické metody	41

4.5.1	Stanovení výměnné půdní reakce	41
4.5.2	Stanovení vodorozpustné síry.....	41
4.5.3	Stanovení přístupných živin podle Mehlicha III	41
4.5.4	Stanovení olejnatosti semen řepky	42
4.6	Použité statistické metody	42
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	43
5.1	Výnos semene řepky ozimé	43
5.2	Olejnatost semene řepky ozimé	45
6	ZÁVĚR	48
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
9	SEZNAM GRAFŮ.....	59
10	SEZNAM TABULEK.....	60

1 ÚVOD

S neustále rostoucím počtem obyvatel planety narůstá spíše exponenciálně i spotřeba potravin, zejména tuků. Zemědělství se tím pádem dostává do čím dál většího zájmu výzkumu inovací.

Plochy řepky ozimé, jakožto zdroje vhodného rostlinného tuku pro lidskou výživu, však nejen na území České republiky stagnují a očekává se jejich snižování. Nárůst výnosů semene by s dostupnými odrůdami, regulátory růstu, ochrannými přípravky a hnojivy mohl být vyšší. V posledních letech je však stále častěji limitujícím prvkem průběh počasí.

V Malajsii a Indonésii mezi lety 2005 a 2010 narostla plocha pěstování palmy olejné asi o 2 000 000 ha. Výnos oleje je oproti řepce olejné několikanásobně vyšší, jeho kvalita je však diskutována. Tímto se palma olejná stala zdatným konkurentem na trhu olejnin. Dalším podobným konkurentem řepky je i sója. Proto se hledají způsoby jak konkurenceschopnost řepky ozimé zvýšit. I proto jsme tuto plodinu vybrali jako modelovou pro aplikaci dusíkatých hnojiv obohacených o huminové látky.

Huminové látky jsou v poslední době jedním z objektů výzkumu v oblasti zemědělství. Ještě v nedávné době vytrvale klesal počet hospodářských zvířat a tím se snižovalo i množství kvalitní organické hmoty vrácené do půdy, ze které se stává mimo jiné i humus, jehož jsou tyto látky součástí. Odborníci očekávají, že aplikací huminových látek v podobě přírodních substrátů nebo koncentrovaných extraktů mohou zvýšit produkci a kvalitu pěstovaných plodin.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Řepka ozimá

Řepka olejná (*Brassica napus* L.var. *napus*) z čeledi *Brassicaceae* je rostlina s původním výskytem v oblasti středomoří, kde vznikla s největší pravděpodobností zkřížením dvou druhů rostlin, jimiž byly brukev zelná (*Brassica oleracea*) a řepice olejná (*Brassica campestris*), které se zde obě vyskytují. Nejspíše tedy nemá planého předka (Baranyk a kol., 2010).

Z hlediska genetického je řepka takzvaný amfiallotetraploid s 38 chromozomy (2n), jenž pochází z kombinace 20 chromozomů řepice (2n) a 18 chromozomů brukve zelné (2n). Těto, genetickými pokusy potvrzené, skutečnosti se využívá ve šlechtitelství, pro získání větší genetické variability za vzniku nových odrůd. Nyní se pěstuje jako kulturní plodina v celé oblasti mírného pásu. Ozimá varianta je rozšířena méně a vyskytuje se zejména ve střední a západní Evropě, nejjižnější části Skandinávie a Kanady. V našich podmínkách je pro ozimý typ typická délka vegetační doby mezi 300 až 340 dny (Baranyk a kol., 2007).

Kořen této rostliny je v optimálních podmínkách mohutný, kulový a z většiny uložený v ornici. Na počátku vegetačního cyklu má kořen funkci uložistiště a zdroje živin pro správný vývoj. Pro přezimování je rovněž důležitá síla kořenového krčku, která by měla být větší než 8 až 12 mm (Hosnedl a kol., 1998).

Nadzemní biomasu můžeme rozdělit na dvě fáze. Na podzim mluvíme o fázi vegetativní (fáze listové růžice), kdy by se měla pokryvnost listy pohybovat mezi hodnotami indexu listové plochy (LAI) mezi 1,5 až 2,5. Na jaře je to fáze generativní (prodlužovací, fáze rychlého růstu), v období počátku kvetení, by se hodnota LAI měla pohybovat mezi 3 až 4 m²/m². Vegetativní fáze by měla skončit ideálně vývojem vegetačního vrcholu a listovou růžicí s více než 10 listy. Délka lodyhy je velmi variabilní, a proto není výjimkou vzrůst 125, ale rovněž až 200 cm. V průběhu vegetace vyrůstá 6 až 8 větví prvního řádu, následně pak větve řádu druhého a třetího. Počet větví je v pozitivní korelaci s počtem pravých listů (Baranyk a kol., 2007).

Květenství je hroznovité, květy jsou čtyřčetné, korunní lístky bledožluté až tmavožluté. 300 až 500 květů můžeme zjistit u porostu o hustotě asi 60 jedinců na 1 m².

Rostlina je fakultativně cizosprašná s velkým podílem sprášení vlastním pylem. Kvetení probíhá většinou v květnu a trvá asi 20 až 25 dní. Díky stavbě květu se u ní uplatňuje heterózní efekt (Baranyk a kol., 2007).

Plodem řepky jsou šešule se dvěma chlopněmi a blanitou přepážkou, která odděluje ve většině případů 2 řady semen, kterých je přibližně 15 až 20. Semena mají barvu červenohnědou až modročernou a jsou kulovitá (Vašák, 2000).

2.1.1 Agronomický význam a využití

Cestou k široké možnosti využití, tím i vzniku odbytišť a rentabilitě produkce byla práce kanadských šlechtitelů, kteří dokázali snížit obsah nežádoucí kyseliny erukové na takovou míru, že olej z rostliny splňuje 2% normu obsahu této kyseliny. Při dalších šlechtitelských pracích došlo k redukci obsahu sirných sloučenin – glukosinolátů. Odrůdy s těmito vlastnostmi dostaly název dvojnulové (Baranyk a kol., 2010).

Agronomický význam

Řepka se řadí mezi plodiny zlepšující, přerušující obilné sledy. Odpleveluje, podstatná část živin z průmyslových hnojiv, a díky vynikající osvojovací schopnosti i živiny získané z hůře přístupných vazeb, se do půdy po sklizni navrací zanecháním posklizňových zbytků. Napomáhá také udržovat vyrovnanou bilanci organické hmoty v půdě, kdy její přínos dokáže nahradit 40 – 60 tun hnoje. V neposlední řadě brání erozi půdy (Vašák, 2000; Bečka a kol., 2007).

Využití v potravinářství

Olej ze současných odrůd označených jako „00“ je vhodný pro lidskou výživu zejména proto, že obsahuje malé množství nežádoucích nasycených kyselin (6 – 8 %) a naopak příznivý, vyšší obsah nenasycené kyseliny olejové (50 – 60 %). Kvalitně zpracovaný olej se vyznačuje neutrální vůní i chutí (Hosnedl a kol., 1998).

Využití v krmivářství

Extrahované šrotky z řepky, výlisky nebo drcená semena jsou významnou součástí krmných směsí z hlediska bílkovinné složky. Jedná se o náhradu sójového šrotu, který je do naší země silně importován. Potenciál směsí s řepkovým šrotem je veliký, většímu

rozšíření však bránily obavy zemědělců z negativních účinků antinutričních látek obsažených v řepce, takzvaných glukosinolátů, sinapinu, taninu, kyseliny fytinové atd. Je to však obava přetrvávající z minulosti, již značnou dobu jsou odrůdy zaměřeny právě na nízký obsah těchto látek (Vašák, 2000).

Využití v oleochemii

V oleochemii se využívá rozmanitého množství produktů rozkladu olejů a tuků buď hydrolýzou, anebo alkoholýzou. Základními produkty jsou mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Z uvedeného mají největší význam hydrolýzou uvolněné mastné kyseliny vzhledem k přítomnosti reaktivních dvojných vazeb a karboxylové skupiny. Právě řízené reakce na dvojných vazbách a karboxylové skupině vedou ke vzniku velkého množství produktů. Glycerol se využívá v oblasti farmacie, kosmetiky a výbušnin (Baranyk a kol., 2007).

Využití jako zdroj obnovitelné energie

Metylester řepkového oleje

Chemickou reakcí metanolu a řepkového oleje se získává produkt s názvem metylester řepkového oleje. V porovnání s motorovou naftou má takzvané MĚŘO příznivé emisní složení díky pozitivní uhlíkové bilanci, dále neobsahuje síru a rakovinotvorné polycyklické aromatické uhlovodíky, otory mají nižší kouřivost. Negativní vlastností je mírný nárůst ve spotřebě oproti čisté naftě, agresivita vůči běžným plastům a nevýhodou je i nutnost přidávání depresantů, které zlepšují odolnost proti tuhnutí při chladných podmínkách (Baranyk a kol., 2010). Ze Situační a výhledové zprávy MZe (2015) vyplývá, že v roce 2014 bylo na výrobu MĚŘO použito 36 % produkce semene řepky ozimé.

Čistý řepkový olej jako palivo

V dnešní době se můžeme setkat s využitím chemicky neupraveného řepkového oleje, který však pro své využití jako palivo potřebuje buďto adaptační zařízení na motoru pro úpravu vstupní teploty, a tím pádem i viskozity, anebo ho musíme používat v konstrukčně upravených motorech (Baranyk a kol., 2007).

Energetické využití řepkové slámy

Spalování řepkové slámy je v praxi používáno, jako zdroj energie z biomasy. Výhřevnost řepkové slámy je srovnatelná s hnědým uhlím a to při 20x nižší produkci emisí síry a 5x nižší produkci oxidů dusíku. Nevýhodou je nebezpečí úletu drobného popílku, dále pak tvorba aromatických uhlovodíků a oxidu uhelnatého při spalování vlhké slámy (Vašák, 2000). Z pohledu pěstitele je však nutné zvážit tuto otázku v širším kontextu. Je to zejména bilance odvezeného a nenávratně ztraceného množství živin a až 6 tun organické hmoty, což bude následně plodině chybět (Baranyk a kol., 2010).

2.1.2 Pěstování

Řepka ozimá je nejpěstovanější olejninou nejen České republiky, ale rovněž celé Evropy, z pohledu celého světa zaujímá třetí místo po palmě olejné a sóji. V roce 2016 nabyla pěstovaná plocha této rostliny v ČR hodnoty 392 990 hektarů (Eagri, 2017). V posledních letech jsme sledovali neustálý trend navyšování ploch této olejnin, což je zapříčiněno její dobrou rentabilitou, velkým množstvím odbytových příležitostí a v neposlední řadě je to i díky nízkému zatížení kvalitativními požadavky, na rozdíl od potravinářské pšenice (Krček, 2014). Od roku 2013 však plochy mírně klesly. Celorepublikový průměrný výnos v roce 2016 dosáhl 3,57 t/ha. V kraji Jihomoravském to bylo 3,85 t/ha (Eagri, 2017).

Po mnoha informačních příspěvcích o stále rostoucí výměře řepky ozimé přichází Vašák a kol. (2013) se svým příspěvkem o řešení možného začínajícím útlumu jejího pěstování. Ten by měl přijít z důvodů stagnace spotřeby řepkového oleje pro energetické účely a rostoucího dovozu oleje palmového. Palma olejná je totiž oproti řepce asi třikrát výkonnější a její plochy rostou nejvíce ze všech olejnin. Šancí na udržení ploch řepky je zvednutí výnosů na úroveň 4 – 5 tun v roce 2020. Pokusy o zvýšení výnosů skrze vyšší úroveň vstupů (vyšší dávky N, použití Mg, B, lepší herbicidy, regulátory růstu atd.) se

ukázaly jako neekonomické. Proto se otevírá možnost uplatnění lepších biotechnologických principů v technologii jejího pěstování. Těmi mohou být například zajištění vzejití i za sucha, třeba v mulči. Na dobré a silné porosty lze aplikovat azolové regulátory pro posílení kořenového systému, který v zimě při půdních teplotách + 2 °C a vyšších intenzivně roste. Dále lze aplikovat dávku dusíku na přelomu října a listopadu, kdy vlivem teplot ustává růst nadzemní biomasy a zvětšuje se kořenový systém.

Šilha a kol. (2014) referovali o metodě flower power systém, která je novinkou v technologii pěstování a může zlepšit ekonomickou stránku produkce řepky. Jedná se o pěstování ranější, žlutě kvetoucí odrůdy na obsevu, u velkých honů je možné zasít i střední pás, a pozdnější, bíle kvetoucí odrůdy na zbytku pole. Cílem je usnadnění ochrany proti některým škůdcům, kteří budou preferovat odrůdu s pokročilejší fenologickou fází (dřívější tvorba poupatek) a se žlutou barvou. Proto může být zásah proveden pouze na žluté řepce a tím selepší jak ekonomická, tak i ekologická stránka ochrany proti škůdcům.

Tabulka č. 1: Vývoj ploch a výnosů řepky ozimé v letech 2007-2016 (Eagri, 2017)

Rok	Pěstovaná plocha (ha)	Výnos (t/ha)
2007	337 570	3,09
2008	356 358	2,94
2009	354 887	3,18
2010	368 824	2,83
2011	373 386	2,80
2012	401 319	2,76
2013	418 500	3,48
2014	389 300	3,95
2015	366 179	3,43
2016	392 990	3,57

2.1.3 Faktory výnosu a olejnatosti semen

Mezi hlavní výnosotvorné prvky u řepky řadíme hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m² a počet šesulí na jedné rostlině, čímž je určen počet semen. Úroveň výnosotvorných prvků je dána genotypem odrůdy, který je však překrytý průběhem ročníku, ekologickými podmínkami a agrotechnikou. Mezi těmito vlivy dochází ke vzájemnému spolupůsobení, které jsou navíc silně modifikovány konkurenčními vztahy a organizací porostu (Baranyk a kol., 2010). Wielebski (2011) uvádí jako další důležitý

faktor výnosu a olejnatosti stanovištní podmínky, především množství a rozložení srážek v období jarní a letní vegetace. V běžné praxi se od optima odchyľují všechny výnosotvorné prvky, nejvíce je to však patrné na počtu semen v šešuli a počtu šešulí na rostlině, nejméně ovlivněna je HTS (Baranyk a kol., 2007).

Tabulka č. 2: Prvky výnosu řepky ozimé – požadavek a skutečnost (Hosnedl a kol., 1998)

Výnosový prvek	Požadavek	Převládající skutečnost
počet rostlin (ks/m ²)	30-60 ¹	40-80
počet šešulí na rostlině (ks)	150-200	80-100
počet semen v šešuli (ks)	20	15-20
HTS (g)	5	4,5-5
dosažitelná produkce (t/ha)	7-8	2,7-4

¹ – U hybridních odrůd 30 – 40 jedinců, u liniových 50 – 60 (Bečka a kol., 2007).

Vzhledem k tomu, že se u řepky sklízí semena z plodů, oplývá tato rostlina výraznou schopností kompenzace ve vzájemné interakci výnosotvorných prvků, rovněž významněji reaguje na vlivy prostředí (Baranyk a kol., 2007).

Jak potravinářství, tak technický průmysl vyžaduje vysokou olejnatost semen a to bez dalších požadavků na jejich kvalitu. V práci Zukalové a kol. (2007) byl dlouhodobě studován vliv faktorů, které mohou olejnatost ovlivnit. Následně byly tyto faktory seřazeny dle jejich vlivu. Největší vliv má genetický základ odrůdy, dále průběh ročníku a pěstitelská oblast, posklizňové opatření, utužení půdy a až na posledním místě je komplex agrotechnických opatření.

Chladné pěstitelské oblasti mohou olejnatost zvýšit, rovněž dostatek půdní vláhy zvyšuje obsah oleje v semeni. Naopak negativně se projeví pozdní termín výsevu (Baranyk a kol., 2010).

2.1.4 Výživa a hnojení řepky ozimé

V nárocích na živiny se řepka řadí mezi velmi náročné plodiny. Oproti obilninám můžeme mluvit o 2–3 násobné potřebě (Baranyk a kol., 2007). Úspěšnost jejího pěstování je tedy značně závislá na péči, kterou pěstitel věnuje její výživě. Na půdách propustných, vzdušných, s dobrým vláhovým režimem můžeme do značné míry korigovat i přirozeně nižší úrodnost půdy (Vašák, 2000). I přesto, že mohutnost kořenového systému řepky je pouze střední, převyšuje výkonností příjmového aparátu ostatní běžné plodiny. Oproti

pšenici je stejná povrchová jednotka až 3 krát výkonnější (Bečka a kol., 2007). V následujících tabulce číslo 3 je uvedena potřeba živin na výnos 1 t semene a k tomu odpovídající množství biomasy. V tabulce číslo 4 je naopak uvedena návratnost těchto živin do půdy prostřednictvím posklizňových zbytků.

Tabulka č. 3: Odběrový normativ na výnos 1 t semene řepky olejné a odpovídající množství slámy (Balík, 2007)

kg/t					
N	P	K	Ca	Mg	S
52-59	11-18	40-50	30-38	4-6	12-16
g/t					
Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
140-170	60-80	60-100	18-25	2-5	75-110

Tabulka č. 4: Návratnost živin do půdy posklizňovými zbytky včetně opadu listů (Balík, 2007)

Návratnost jednotlivých živin v %					
N	P	K	Ca	Mg	S
30-45	20-45	75-88	83-88	45-55	70-78
Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
50-70	40-60	45-60	80-85	80-90	75-85

2.1.4.1 Organické hnojení

V minulosti bylo hnojení řepky ozimé založeno na využití statkového hnoje. V současné době je však jeho aplikace k řepce omezená z důvodu nižší produkce oproti minulosti. Nejlepší je aplikace hnoje k přímé předplodině, v případě zapravení hnoje přímo pod řepku je zapotřebí hnůj zaorat minimálně 3-4 týdny před setím, aby měla půda čas na ulehnutí a tím obnovení kapilarity. Z důvodu pracovní špičky se volí spíše varianta takzvané druhé tratě organického hnojení (Bečka a kol., 2007). Hnůj by měl být po jeho rozházení ihned zaorán, aby nedocházelo ke snížení hnojivé účinnosti, která se se uběhlým časem snižuje. Po 1 dnu o 6-21 %. Obvykle se snažíme o 2 až 3 letý cyklus hnojení hnojem v dávce 20-40 t/ha (Baranyk a kol., 2007). Při dávkování 30-35 t/ha dodáváme do půdy cca 150 kg N, 75 kg P₂O a 210 kg K₂O (Klír a kol., 2008). Vedle těchto živin obsahuje humusotvorné látky, hormony, růstové látky a látky potřebné pro výživu mikroflóry a mikrofauny - celulóza, lignin, pektiny, bílkoviny, aminokyseliny, stopové prvky aj. (Kulovaná, 2001).

Další dobrou možností organického hnojení je kejda jak prasat, skotu, tak drůbeže. Dávka kejdy je určena jejím rozbořem a následným určením potřebné dávky dusíku v daném termínu. Kejdou můžeme hnojit na podzim při aplikaci na strniště obilní předplodiny s následným zapravením orbou. Dávka kejdy by neměla překročit 35 t/ha u kejdy skotu, 30 t/ha u kejdy prasat a 15 t/ha u kejdy drůbeže, která je dle Bečky a kol. (2007) z pohledu obsahu celkového N nejkonzentrovanejší – 9,6 kg N na t. Dále lze hnojit kejdou ve fázi 4. – 6. pravého listu, tuto variantu volíme, jestliže nebyla provedena předseťová aplikace, tentokrát v dávce 8–10 t/ha. Kejdou lze rovněž hnojit i na jaře při 1. nebo 2. jarní aplikaci, v dávkách do 20 t/ha (Baranyk a kol., 2010).

2.1.4.2 Minerální hnojení

Význam a hnojení dusíkem

Dusík představuje jednu z nejvýznamnějších živin. V rostlinách se nachází v bílkovinách, nukleotidech, chlorofylu apod. Rostlinou je přijímán jako amonný kationt, nebo dusičnanový aniont (Vaněk a kol., 2013). Řepka ozimá vyčerpá až 80 % celkové dávky dusíku v průběhu své regenerace a během dlouhivého růstu. Konec příjmu dusíku přichází se začátkem kvetení (Hřivna a Richter, 2009). Velikost dávky dusíku je určena vyhodnocením následujících informací - obsah minerálního dusíku (N_{\min}) v půdě, předplodinová hodnota, organické hnojení a stanoviště (Baranyk a kol., 2010). Odběrový normativ tohoto prvku je okolo 50–55 kg/t produkce semene.

Podzimní hnojení dusíkem

Předseťové hnojení

Předseťová dávka dusíku se aplikuje spíše výjimečně. Jedná se o případy, kdy nebylo použito organické hnojení, nacházíme-li se ve vyšších polohách bramborářské oblasti, je-li půda chudá a mělká, jsou-li předplodinou 2 obilniny, anebo vyséváme po agrotechnickém termínu (Vaněk a kol., 2013). Výjimkou je aplikace dusíku současně se zapravením slámy kvůli vyrovnání poměru C:N. Rovněž způsob zpracování půdy má značný vliv na množství N_{\min} v půdě, časná orba zpřístupní o 20–40 kg/ha N více než minimalizační technologie (Baranyk a kol., 2010). Průběh srážek množství minerálního dusíku v půdě ovlivňuje také.

Hnojení v průběhu podzimní vegetace

Hnojení v průběhu podzimní vegetace připadá v úvahu v případě, že nebyl dusík aplikován předset'ově a porost je slabý. Dávka může být asi 20–40 kg/ha N, při tomto množství se není třeba obávat vyplavení dusíku (Baranyk a kol., 2007). Vašák a kol. (2013) uvádí jako důvod hnojení dusíkem v této fázi zlepšení růstu kořenů.

Jarní hnojení dusíkem

Jarní hnojení dusíkem je rozhodující z hlediska výnosu. Pro současné odrůdy je nejvíce vyhovující jeho dělená dávka (Vaněk a kol., 2013).

Regenerační hnojení

Řepka je plodinou, která vyžaduje časnou regenerační dávku dusíku. Její velikost by měla být v dobré korelaci s půdněklimatickými podmínkami. Vaněk a kol. (2013) uvádí regenerační dávku okolo 60–90 kg/ha N. Černý a kol. (2014) uvádí, že dávka 60 kg/ha N je možná při obsahu N_{\min} v půdě v rozmezí 28–30 mg/kg zeminy. Až 100 kg/ha N se může aplikovat při zásobě minerálního dusíku do 10 mg/kg. Vzhledem k nebezpečí návratu zimy je u řepky doporučováno rozdělit tuto dávku na dvě. První regenerační dávku 30–40 kg/ha N a druhou regenerační dávku 30–60 kg/ha N (Baranyk a kol., 2010). Časový rozestup mezi těmito dávkami by měl být asi dva týdny.

Produkční hnojení v době tvorby nadzemní biomasy až počátku prodlužování

Hovoříme o termínu okolo 1.–10. dubna, 2 až 3 týdny po druhé regenerační dávce. Dávka se v tomto období diferencuje podle stavu porostu. U silných porostů řepky hnojíme asi 70 – 100 kg N/ha (Baranyk a kol., 2010). Nejvhodnějším hnojivem je DAM 390 kvůli možnosti kombinace s insekticidem, termín se potom řídí dle nutnosti aplikace insekticidu. Používá se neředěný DAM 390 v dávce alespoň 70–100 l/ha. Popálení rostlin hrozí při aplikaci více než 150 l/ha (Vaněk a kol., 2013).

Produkční hnojení ve fázi žlutých pupat

Aplikace dusíku v této fázi má své opodstatnění na chudých a lehkých půdách, kde hrozí deficit dostupného dusíku ve fázi květu a zelených šesulí. Rovněž u porostů, které mají potenciál k dosažení nadprůměrných výnosů je možné dodat dusík v dávce

20–40 kg/ha. Nebezpečí hnojení dusíkem v dnešní době, zejména pomocí hnojiva DAM 390, se skrývá v možnosti popálení rostlin a jejich nerovnoměrného dozrávání (Baranyk a kol., 2007).

Význam a hnojení sírou

Hlavní význam síry je při syntéze sirných aminokyselin (cystein, cystin a metionin) a tím pádem při utváření bílkovin, jichž jsou součástí. Richter (2005) podotýká, že síra podporuje tvorbu glykosidů, které podmiňují fyto-sanitární účinek, dále zvyšuje využití dusíku a stabilizuje obsah oleje v semeni. Nedostatek síry v rostlinách se projeví zvýšenou kumulací nitrátů v důsledku poklesu aktivity nitrátoreduktázy. Vzhledem k nízké mobilitě síry v rostlině jsou příznaky nedostatku patrné nejdříve na mladých listech, které žloutnou.

Na podzim je ideální obsah síry v rostlině 0,4 %. Největší obsah, kolem 0,7 %, nalézáme v období intenzivního růstu. V době kvetení by obsah tohoto prvku v rostlině neměl klesnout pod 0,5 %. V posledních letech se stále více apeluje na potřebu sírou hnojit, což je důsledek odsíření elektráren na tuhá paliva (Vaněk a kol., 2002).

Řepka je náročnou plodinou na síru. Odběrový normativ je asi 20 kg S na tunu semene. Doporučována je aplikace síry před setím v dávce asi 20 kg/ha S v podobě síranu amonného či hnojiva DASA. Při projevech nedostatku lze pomocí kieseritu, nebo hořké soli hnojit v průběhu podzimní vegetace, nebyla-li síra aplikována předset'ově. Důležitější je však přihnojení brzy na jaře, kdy je v půdě deficit síry největší, a kdy je současně potřeba řepky nejvyšší. Doporučenou dávkou je 30–40 kg/ha S, na půdách s vyšším deficitem asi o 20 kg více. Nejčastěji používaným hnojivem je DASA (Baranyk a kol., 2010).

Význam a hnojení hořčíkem

Hořčík je poután z 15–20 % ve chlorofylu, kde tvoří centrální atom jeho struktury, dalším místem jeho působení je fyтин a oxaláty. Černý a kol. (2016) ve svém příspěvku shrnují význam a současný stav výživy hořčíkem. Při velkém množství nadzemní biomasy řepky může zbývat méně hořčíku na fyziologické působení, které zahrnuje značné množství procesů. Můžeme jmenovat například aktivaci enzymu 1,5–difosfát karboxylázu (RuBisCo), jenž je klíčovým enzymem fotosyntézy, poté

utváření a aktivace ATP v chloroplastech a dále kupříkladu syntéza aminokyselin, potažmo bílkovin.

U hořčíku platí, že jeho příjem je velmi závislý na agrometeorologických podmínkách. Proto bychom měli zajistit udržení dobré zásoby Mg v půdě. Při aplikaci této živiny zohledňujeme zejména půdní vlastnosti, hlavně riziko jeho vyplavení a obsah hořčíku v půdě. Využit můžeme pro udržení hladiny Mg hnojiva s pomalu rozpustnou formou hořčíku – uhličitananovou, příkladem je dolomit. Při snaze přihnout řepku během vegetace se hodí dusíkatá hnojiva s Mg, jímž je například MAGNISUL (Černý a kol., 2016).

Význam a hnojení fosforem

Fosfor je pro rostliny významný z hlediska biochemických procesů a přenosu energie. Je přijímán aktivně jako aniont kyseliny trihydrogenfosforečné z půdního roztoku. Při jeho nedostatku se narušují pochody související převážně s fotosyntézou. Dlouhodobý nedostatek se projevuje purpurovým zbarvením listů (tvorba antokyanů). Rostlina v pozdější fázi nevyrovnaně kvete a redukuje se počet semen. Při jeho dostatku u rostlin dochází k rychlejšímu generativnímu růstu a k tvorbě dostatečného počtu květů a semen. Vyšší obsah P v semenech má dobrý vliv na energii klíčení. Ke kritickému období z hlediska nedostatku fosforu dochází na počátku vegetačního období, kdy je vyčerpána zásoba P ze semene a kořenový systém ještě není dostatečně vyvinut, aby mohla rostlina uplatnit svojí dobrou schopnost osvojení si fosforu z půdy. Proto se na půdách s nízkou zásobou P někdy volí hnojení pod patu.

Ke hnojení fosforem by mělo docházet kontinuálně a neměla by situace zajít až do stavu zásoby nízké, což se však děje. Fosforečná hnojiva je účelné aplikovat na pozemky před, anebo současně s organickými hnojivy. Při aplikaci fosforu se využívá superfosfát (Baranyk a kol., 2005; Baranyk a kol., 2007).

Význam a hnojení draslíkem

Jak uvádí Baranyk a kol. (2007), draslík plní v rostlinách značné množství funkcí a je přijímán ve formě draselných iontů. Jeho pohyblivost v rostlině ovlivňuje transport dalších látek. Má vliv na osmotický tlak a turgor buněk, při jeho dobré zásobě snižuje transpirační koeficient, čili množství vody potřebné k produkci sušiny. Při jeho

nedostatku jsou rostliny poškozovány mrazem, obtížněji regenerují a jsou častěji napadány houbovými chorobami. Jeho nedostatek se projevuje zasycháním spodních listů (Mengel, 2007).

Potřeba draslíku je u řepky obdobná jako u dusíku, čili asi 40–50 kg K na tunu semene, avšak většina se ho vrací zpět do půdy skrze posklizňové zbytky. Obdobně jako u fosforu platí, že zásobu K je nutné udržovat na dobré úrovni systematickým kontinuálním hnojením na základě půdních rozborů. Draslík se do půdy dodává draselnými hnojivy, příkladem je draselná sůl (Baranyk a kol., 2007).

Význam a hnojení vápníkem

Význam vápníku pro rostliny spočívá především ve stabilizaci buněčných stěn. Dále se podílí na tvorbě a růstu kořenů, zvláště kořenového vlášení. Obdobně jako draslík zvyšuje u rostlin odolnost proti nepříznivým vlivům. Jeho nedostatek se projevuje sníženou tvorbou kořenů, poruchami růstu vegetačního vrcholu a jeho lámáním (Baranyk a kol., 2007).

Nejlépe je vápnit řepku k její přímé předplodině, díky čemuž jsou vápenatá hnojiva zapravena do celého orničního profilu. Při vápnění používáme vápenatá hnojiva v uhličitanové formě, a kde je málo hořčíku v půdě upřednostňujeme dolomitický vápenec (Baranyk a kol., 2005).

Význam a hnojení bórem

Řepka ozimá patří mezi plodiny indikující deficit tohoto mikroprvku. Bór ovlivňuje především procesy tvorby, transportu a ukládání energetických látek a podílí se na stavbě a stabilitě buněčných stěn (Baranyk a kol., 2007). Bór má rovněž vztah k syntéze cytokininu a zvyšuje hladinu auxinu. Nedostatek B u řepky znamená zpomalení růstu vegetačního vrcholu a kořenové špičky, mladé listy jsou zakrnělé a silné. Stonek je rovněž silný a praská. Menší nedostatek většinou znamená snížení kvality produkce, větší se projeví na výnosu. Projevy nedostatku se umocňují nedostatkem vápníku. Lépe je bór přijímán při dostatečné zásobě draslíku.

Rostliny přijímají bór převážně ve formě nedisociované kyseliny borité. Vhodný obsah v půdě je Kováčikem a Gallikovou (2010) uváděn do 2 mg/kg, proto reálně hrozí přehnojení, které může působit toxicky. U řepky je vhodná mimokořenová aplikace

postřikem například s hnojivem DAM 390. Dávka bóru by měla být maximálně 300 – 400 g/ha, přičemž lépe je dávku rozdělit aby mohl být bór, jakožto málo mobilní živina, efektivně využít (Vaněk a kol., 2013).

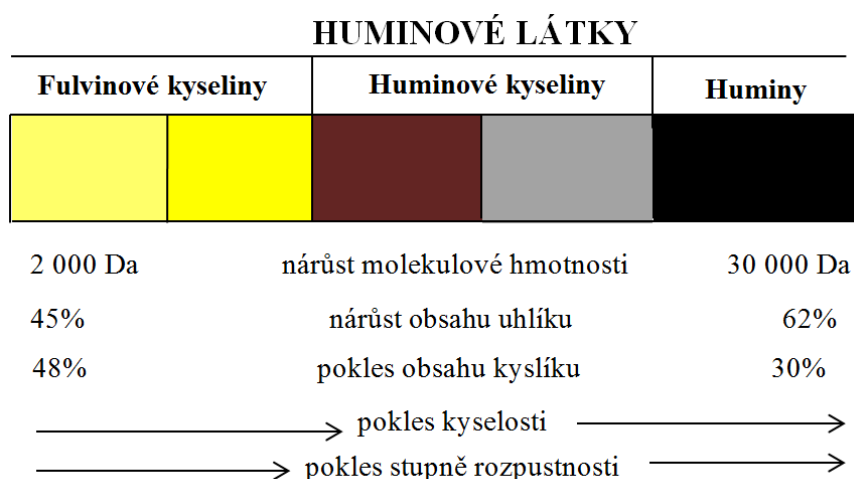
2.2 Huminové látky

Huminové látky jsou přírodní organické sloučeniny, které vznikly chemickým a biologickým rozkladem organické hmoty a jsou tedy součástí humusu. Tvoří jeho takzvanou specifickou část. Druhá, nespecifická část, je tvořena lehce rozložitelnými a mikroorganismy snadno odbouratelnými látkami organické povahy jako jsou bílkoviny, pektiny, třísloviny, tuky, glycidy aj. Specifické humusové látky se vyznačují vysokou biologickou rezistencí a tvoří asi 65–75 % z celkové organické hmoty v půdě. Obsah humusu v přírodních materiálech značně kolísá. I u stejné suroviny existují velké rozdíly v závislosti na stáří a místu získání (Skokanová a Dercová, 2008). V tabulce číslo 5 jsou uvedena procentická zastoupení huminových kyselin (HK) a fulvokyselin (FK) v přírodních zdrojích.

Tabulka č. 5: Obsah huminových látek v přírodních materiálech (Skokanová a Dercová, 2008)

Přírodní zdroj	Obsah HK a FK (%)
oxihumolit	40-85
Rašelina	10-40
Hnědé uhlí	10-30
Hnůj	5-15
Půda	1-5

Při rozdělení huminových látek vycházíme zejména z různé rozpustnosti jednotlivých frakcí ve vodném prostředí o různé hodnotě pH. Další vlastnosti jako kyselost, obsah kyslíku, obsah uhlíku a molekulovou hmotnost ukazuje obrázek č. 1. Huminové látky dělíme do následujících kategorií – fulvokyseliny, huminové kyseliny, humíny a humusové uhlí (Šarapatka, 2014).



Obrázek č. 1: Vlastnosti huminových látek (Stevenson, 1982)

2.2.1 Fulvokyseliny

Fulvokyseliny mají barvu žlutou až hnědou, jsou velmi pohyblivé, zejména díky rozpustnosti ve vodném prostředí při jakékoliv hodnotě pH. Zároveň jsou málo odolné k mikrobiálnímu rozkladu, rovněž se však v procesu humifikace lehce vytváří, zejména v půdách s nižší biologickou aktivitou (Šarapatka, 2014). Základním stavebním kamenem je jedna aromatická skupina, která je doplněna množstvím polysacharidů. Kyselinový charakter je dán obsahem karboxylových skupin (Brtnický a kol., 2015). Fulvinové kyseliny poskytují vyšší sorpční kapacitu než kyseliny huminové, a to až 700 mmol/100 g FK (Richter, 2004a).

2.2.2 Huminové kyseliny

Jedná se o látky tmavé barvy, které se většinou hromadí na místě vzniku. Jsou charakteristické dobrou rozpustností v louhu a roztocích hydrolyticky zásaditých solí, ve vodě jsou jen velmi slabě rozpustné. V kyselinách se vysráží (Šarapatka, 2014). Základní stavební složkou je aromatické jádro fenolického nebo chinoidního typu s účastí cyklických i alifatických dusíkatých sloučenin. Kyselinový charakter je dán přítomností kyselých funkčních skupin, ze kterých jsou nejdůležitější karboxylové (COOH) a fenol hydroxylové skupiny (OH). Vodíkové ionty těchto skupin mají schopnost vyměňovat se za ionty jiné. Huminové kyseliny jsou považovány za ty nejhodnotnější produkty humifikace. Jejich funkcí je výrazné ovlivnění půdních vlastností, které podmiňují úrodnost půdy. Jedná se zejména o ovlivnění kationtové výměnné kapacity, zlepšení půdní struktury a jejich vysokou pufrovací schopnost. V nasyceném stavu jsou tyto látky

stálé, vysoce odolné vůči mineralizaci. (Jandák, 2010) Maximální sorpční kapacita na 100 g HK je asi 350 – 500 mmol (Richter, 2004a).

2.2.3 Humíny a humusové uhlí

Jandák a kol. (2010) udávají, že humíny jsou pravděpodobně silně zkarbonyzovaná organická hmota, která je pevně vázána na minerální podíl půdy, a proto se nedá z půdy získat ani mnohonásobnou extrakcí alkáliemi. Často jsou charakterizovány jako nerozpustná forma huminových kyselin, navíc odolná k mikrobiálnímu rozkladu (Šarapatka, 2014).

Humusové uhlí se vyskytuje v půdním humusu jako nejstarší, kulminující složka produktů humifikace. Jedná se o tmavou, zuhelnatělou, na uhlík a dusík bohatou hmotu. Dusík vázaný v humínech a humusovém uhlí je roven 20 – 30 % veškerého dusíku v půdě. Tato látka nepeptizuje, nerozpouští se, nehydrolyzuje, nezúčastňuje se půdotvorného procesu, a proto ztratila význam pravého humusu (Jandák a kol., 2010).

2.2.4 Humáty a fulváty

Humát je název pro soli huminových kyselin s kovovými ionty. Humáty F^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ jsou lehce rozpustné ve vodě. Humáty Ca^{2+} , Mg^{2+} jsou rozpustné těžce. Hořčnaté humáty přechází do formy gelu, který je lépe pohyblivý, nežli humáty vápenaté.

Soli fulvokyselin, fulváty, s Ca^{2+} , Mg^{2+} a Fe^{2+} , ale i řadou těžkých kovů jsou dobře rozpustné ve vodě. Pouze fulváty Al^{3+} a Fe^{3+} jsou při neutrální a alkalické reakci vodostálé (Richter, 2004b).

Tyto soli vážou do svých sloučenin živiny, a to do forem, které jsou rostlinám přístupné (Richter a Hlušek, 1994).

2.2.5 Vývoj preparátů na bázi huminových látek

Historie snažení nalézt látku podobnou, ne-li kvalitnější, k přírodnímu humusu sahá až na konec 19. století, kdy si pěstitelé začali uvědomovat přínos humusu pro růst a vývin rostlin. Tím byla započata snaha vytvořit huminový preparát. Vývoj můžeme rozdělit do následujících třech etap (Ordeltová, 2012).

První generace huminových látek

Do této kategorie patří komerčně vyráběné přípravky, jež jsou získávány těžbou a následnou fyzikální a chemickou úpravou suroviny, která je podobná uhlí, proto pro ně někdy můžeme najít označení uhelné humáty. Výchozí látkou jsou neprouhelněné části organických látek jako lignit, nebo oxyhumolit (kapucín). Naše oxihumolity patří k nejkvalitnějším na světě (Veselá a kol., 2005). Tyto látky vznikaly za vysokých teplot a tlaků v hlubinách země po dobu milionů let, a proto byly nízkomolekulární části humínového spektra a i soli huminových kyselin, vzhledem ke své dokonalé rozpustnosti, za tuto dobu vyplaveny. Naopak huminové kyseliny, které se vyznačují mimo jiné schopností navázat na sebe těžké kovy, tu zůstali zastoupeny (Amagro, 2008). V současné době se tyto suroviny zpracovávají na humát sodný a draselný, v omezené míře na huminové kyseliny. (Pořízková, 2014).

Lignit

Lignit je nejmladší forma hnědého uhlí, po léta těžená pro běžné palivářsko-energetické účely. Chemicky se jedná zejména o makromolekulární komplex elektrolytů, jako jsou huminové kyseliny, polysacharidy a uhlíkové řetězce s navázanou sírou, dusíkem a kyslíkem. Svým prouhelněním se řadí zhruba mezi rašelinu a hnědé uhlí. Z energetického hlediska lignit nepatří ke kvalitním palivům. Jeho spalováním tak dochází k plýtvání cenným materiálem, který nalézá své uplatnění v jiných sektorech. V České republice je několik desetiletí těžen v oblasti Jižní Moravy, zde je lignit také nejkvalitnější. Z největší části je využíván v elektrárně Hodonín. Lignit obsahuje jako svojí hlavní část huminové kyseliny, rovněž obsahuje značné množství vody, až 50 %. Chemické složení a povrchové struktury předurčují lignit jako sorbent. Jeho vlastnosti se pak mohou pro konkrétní aplikace upravit fyzikální a chemickou transformací (Roubíček a Buchtele, 2002).

Druhá generace huminových látek

Za druhou generaci jsou pokládány preparáty vyrobené z rašeliny, jezerních sapropelů (organického bahna) a alginit, který patří mezi přední environmentální suroviny využívané na sorpci těžkých kovů (Pořízková, 2014). Zpravidla se jedná o poměrně kvalitní, ale slabě koncentrované roztoky – většinou obsahují do 8 % huminových látek. Nízká koncentrace aktivní látky znamená, že roztok obsahuje přes

90 % vody, což s sebou nese značné náklady na transport. I u této kategorie musí výrobce řešit problém s odloučením těžkých kovů, což opět prodraží finální produkt (Živna, 2012 a Flora Bohemia, 2007). Navíc kromě Ruska a Běloruska nemá žádná země na světě tolik rašeliny, aby si mohla dovolit výrobu takových preparátů.

Třetí generace huminových látek

Takto jsou označovány preparáty obsahující jak vysokomolekulární, tak nízkomolekulární část a jsou rozpustné ve vodě. Do této kategorie spadá pouze jediný produkt a nese patentově chráněný název lignohumát. Vzniká hydrolyticko-oxidačním rozkladem technických lignosulfonátů, což jsou odpadní produkty při výrobě papíru. Výrobou lignohumátu se stimuluje a urychluje proces přirozené humifikace, navíc tento děj probíhá v uzavřeném prostoru, a tak nemají fulvočástice možnost se vyplavit. Výsledný produkt vyniká koncentrací účinné látky, která dosahuje asi 90 % objemu. Postup výroby lignohumátu má, oproti jiným humátům, největší výhodu v tom, že pochází z absolutně čisté suroviny, dřevní hmoty, a tím je dána dobrá ovlivnitelnost jeho výsledné kvality. (Amagro, 2008)

2.2.6 Historie výzkumu vlivu huminových látek na rostliny

Jak Burdic a kol. (1965), dále v českém prostředí profesor botaniky Prát (1964), tak téměř po 40 letech Nardi a kol. (2002) popisují ve svých pracích fyziologický vliv huminových látek na vývoj a růst rostlin. Profesori Sladký a Tichý (1959) vyřkli myšlenku aplikace huminových látek na rostliny v postřiku. Všichni uvedení se shodují, že je zapotřebí využít huminové látky ke zvýšení rostlinné produkce. Bez povšimnutí nemůže zůstat ani výzkum akademiků z Ukrajiny, jak upozorňují Vrba a Huleš (2006). Například profesorka Kristěva, spolu se spolupracovníky, v 50. letech používala kapalné přípravky vyrobené z rašeliny alkalickou extrakcí. Na její práci navázali později v roce 1957 Kucharevski a kol. Studium huminových látek se v poslední době stává velmi žádaným tématem řady probíhajících výzkumů. Roku 1981 byla založena mezinárodní asociace pro huminové látky (IHSS), aby sjednotila vědce a pracovníky z mnoha oborů se zájmem o huminové látky (Mot'ka, 2008).

Některé studie s aplikací těchto látek prokázaly, že mohou na rostliny působit přímo, či nepřímo prostřednictvím půdy (Aşik a kol., 2009). V otázkách přínosu a aplikačních způsobech humátů však nejsou jednotné. Většina prací se naopak shoduje v tom, že

vysoké dávky humátů již nepřináší očekávané zlepšení na rostlinách, ba naopak začínají působit inhibičně. Cihacek (1985), který čerpal hlavně z práce Stvensona (1979), dále Stevenson a Cole (1999), se věnují humátům z pohledu jejich aplikovaného množství a jejich složení. Upozorňují, že množství huminových látek dodaných v komerčním přípravku je příliš nízké na to, aby mohly spolehlivě působit na rostliny stejně jako přírodní humus. Rovněž uvádí, že těmto přípravkům chybí složené cukry obsahující aminokyseliny a kyselinu uronovou, které jsou nejefektivnější ve tvorbě stabilní struktury agregátů a chybí i další organické sloučeniny, které jsou v půdním humusu přítomny.

Lyons s Gencem (2016) ve své práci analyzují současný výzkum, přínos humátů a aplikační množství huminových látek v zemědělství. Dochází k názoru, že výsledky výzkumů jsou nekonzistentní a očekávané benefity od komerčních humátů jsou přemrštěné, zejména díky malému množství a odlišnému složení oproti humusu půdnímu. Rovněž avizují, že jsou zapotřebí další výzkumy zaměřené zejména na použití humátů u půd zasolených, kyselých a písčitých, kde lze očekávat lepší výsledky oproti půdám s podmínkami lepšími. V reakci na Burdic a kol. (1965) uvádí, že zájem o výzkum komerčních humátů by je jistě potěšil, autorům však v dnešní době chybí důkazy z praktického využití. V následujících řádcích jsou popsány některá pozitivní působení huminových látek na rostliny spolu s pracemi, které se jimi zabývaly.

Nepřímý vliv huminových látek spočívá v jejich schopnosti ovlivňovat chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy. Ouni a kol. (2014) uvádí, že aplikace huminových látek přináší řadu výhod. Patří mezi ně zlepšení retenční schopnosti půdy, zlepšení strukturních vlastností, jako je stabilita agregátů, udržení drobtovité struktury a dále pak zlepšování přístupnosti živin a stopových prvků pro rostliny tvorbou humusových a organominerálních koloidů (Richter, 2004b). Obecně by dle jejich závěrů měla aplikace huminových látek zlepšovat produktivitu zemědělské půdy.

Přímý efekt huminových látek na rostliny spočívá zejména v jejich schopnosti ovlivnit rostlinný metabolismus. To je způsobeno příjmem organických makromolekul, jimiž jsou v tomto smyslu huminové kyseliny a fulvokyseliny. Vstupem do rostliny mohou tyto látky ovlivnit intenzitu dýchání, fotosyntézy, syntézu nukleových kyselin a příjem iontů (Çimrin a kol., 2010; Aydin a kol., 2012; Nardi a kol., 2002). Další autoři zkoumali odezvu rostlin na auxin přítomný v huminových látkách. Muscolo a kol. (2012) došli k závěru, že pouhá přítomnost auxinu v molekule huminových látek není

dostatečným důvodem k biologické odpovědi rostlin, a jsou tedy zapotřebí další výzkumy v oblasti intramolekulových vztahů které snad přinesou odpověď, jak dochází k ovlivnění rostliny. Klíčení rostlin zkoumali například Piccolo a kol. (1993) na locice seté (*Lactuca sativa*) a na rajčeti jedlém (*Lycopersicon esculentum*). Došli k závěru, že huminové látky klíčení podporují, ale jejich nadměrné množství rostliny inhibuje. Galeev (1990) použil humát sodný na rostliny bramboru a došel k závěru, že aplikace 0,45 kg humátu/ha ve formě postřiku zvýšila výtěžek hlíz z 29 t/ha u kontroly na 33 t/ha. Přehled některých prací založených na zkoumání efektu huminových látek na rostliny uvádí následující tabulka číslo 6.

Tabulka č. 6: Vliv huminových látek na rostliny (Oukni a kol., 2014)

Efekt huminových látek na rostlin	Literární zdroj
Stimulace klíčení	Orlova a Arkhipchenko, 2009; Aşik a kol., 2009; Aydin a kol., 2012
Podpora růstu rostlin	Brunneti a kol., 2007; Paksoy a kol., 2010; Çimrin a kol., 2010
Stimulace příjmu živin	Chen a kl., 2002; Túrkmén a kol., 2004; Aydin a kol., 2012
Stimulace syntézy proteinů	Canellas s kol., 2002; Carletti a kol., 2008; Dantes a kol., 2007
Hormonální aktivita	Poccilo a kol., 1993; Trevisan a kol., 2010

2.2.7 Hnojiva obohacená huminovými látkami

V roce 2009 vyšel článek s názvem „*huminové a fulvové kyseliny: Prodej roste, ale současně také čestná a nečestná konkurence*“, kde jsou uvedeny rozhovory s obchodními zástupci a řediteli hlavních světových firem zabývajících se výrobou přípravků na bázi huminových látek. Jedná se o firmy Amagro, Dyamsa, Omnia Specialities a Humintech, kteří svorně mluvili o potřebě zavedení celosvětově uznávané normy na hodnocení kvality těchto produktů. V souvislosti s předchozím tvrzením uvedl ÚKZÚZ (2016) převzatou celosvětovou normu ISO/CD 19822, kterou je stanoven postup analýzy huminových látek v humátových výrobcích, v minerálních hnojivech obohacených huminovými látkami, organických hnojivech přírodního původu a půdách, která bude převzata do České republiky.

Calvo a kol. (2014) předpokládají růst globálního trhu s biostimulanty ročně o 12 %.

Stručný přehled nabízených produktů

Současná nabídka různých hnojiv v kombinaci s huminovými látkami se vyznačuje, napříč firemním spektrem, zejména nabídkou přípravků, které se aplikují zálivkou nebo postříkem v určité koncentraci.

Kováčik (2014) ve své publikaci uvádí kategorii humátová hnojiva, přičemž dle něj existuje široká škála komerčních názvů, v podstatě však jde o hnojiva totožná. Humát sodný, draselný a vápenatý se vyrábí alkalickou extrakcí huminových kyselin. Humát vápenato-hořečnatý je granulované hnojivo připravené z mletého dolomitu zahuštěné humátem sodným. Neutralizačním a strukturotvorným vlivem hořčíku a vápníku se zvyšuje využitelnost živin. Humát amonný při porovnání s amonizovaným uhlím dokazuje zvýšenou aktivitu izolovaných humátů. Oproti aplikaci 150–200 kg/ha amonizovaného uhlí totiž stačí 15 až 20 kg/ha humátu amonného. Kováčik uvádí i organo-minerální hnojiva ve smyslu kombinace minerálních živin s alkalickými humáty. Lze je vyrobit ve formě pevné, ale i kapalné. Takovým hnojivem je dle něj například Prefos H. Granulované humofosforečné hnojivo se vyrábí granulací práškové směsi jednoduchého superfosfátu a humátu sodného za současné neutralizace volné kyseliny fosforečné amonnou vodou. Pro ukázkou jsou v následujících odstavcích uvedeny některé firmy a jejich produkty.

Společnost Lovochemie nabízí produkty Lovohumin K, Lovohumin N a Lovohumine NP + Zn. Všechny nabízené produkty jsou listová tekutá hnojiva mísitelná s vodou. Jako zdroj huminových látek uvádí přepracované oxyhumolity (Lovochemie, 2017).

Německá firma Humintech má v nabídce kromě mnoha vodorozpustných a tekutých produktů i Perlhumus granules, což je leonardit, který doporučují aplikovat na půdu k polním plodinám v dávce 400 kg/ha. Mezi tekutá hnojiva patří Humagra NPK 10-0-3, který se vyrábí alkalickou extrakcí z leonarditu. Vodorozpustné dusíkaté hnojivo v sortimentu Humintechu je Humagra NPK 6-0-10, který se vyrábí stejně jako předchozí produkt (Humintech, 2017).

I společnost Amagro uvádí, že jejich výrobky pod značkou lignohumát jsou plně rozpustné a proto jsou předurčeny k foliární aplikaci. Komplexním preparátem v sortimentu firmy je ligno super NPK 7,5-8-6 s dodanými EDTA mikroelementy a 2 % lignohumátů. Dalšími výrobky jsou lignohumát A, práškový lignohumát s obsahem

mikroelementů původně obsažených ve výchozí surovině. Lignohumát AM je obohacen i o další mikroelementy (Amagro, 2008).

Duslo a.s. se vydalo cestou obohacování minerálních hnojiv jemně mletým lignitem. Jejich produktem je DASA H, která obsahuje právě jemně mletý lignit. Její popis je uveden v kapitole 4.1.4. Dalšími vyvíjenými hnojivy této společnosti jsou lignitové modifikace hnojiv DASAMAG a MAGNISUL (Duslo, 2017).

3 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv třech humátových dusíkatých hnojiv a totožných hnojiv bez tohoto aditiva na výnos a olejnatost řepky ozimé.

Předpokladem použití hnojiv obohacených o humáty je, že v lignitu přítomné humínové látky budou svými komplexními vlastnostmi působit přímo i nepřímo na rostliny a skrze to zvýší produkci a kvalitu semene. Současná doba četných výzkumů huminových látek informujících o přínosu ve vztahu k produkci přímo vybízí ke zhodnocení jejich vlivu na nejpěstovanější olejninu Evropy, řepku ozimou.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika a klimatologické podmínky pokusných stanovišť

Pokus probíhal souběžně na dvou pokusných stanicích Mendelovy univerzity, a to v Žabčicích a ve Vatíně.

4.1.1 Stanoviště Žabčice

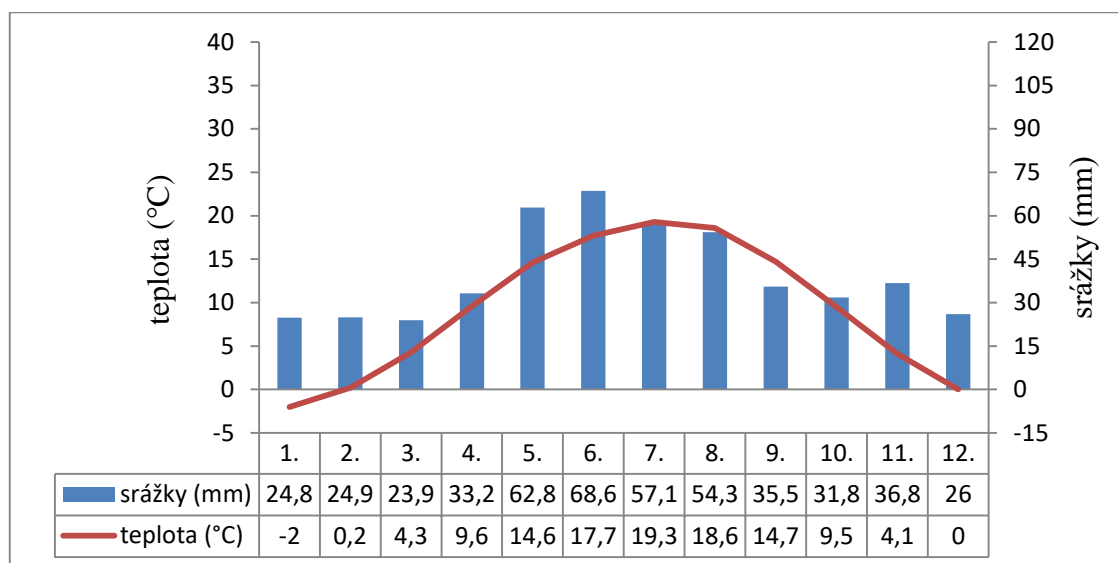
Polní pokusná stanice v Žabčicích se nachází asi 25 km jižně od Brna. Pozemky leží v kukuřičné výrobní oblasti s nadmořskou výškou 179 m. Z hlediska srážek se jedná o suchou lokalitu s průměrným srážkovým úhrnem 480 mm. Průměrná roční teplota je zde 9,2 °C, což oblast řadí k jedněm z nejteplejších v republice. Půdní typ je glejová fluvizem, půdní druh jílovitohlinitý, místy jílovitý, dle zrnitostního složení hovoříme o půdě středně těžké (Škarpa, 2010). Před založením pokusu byly odebrány půdní vzorky k analýze, výsledek uvádí tabulka 7.

Tabulka č. 7: Agrochemické vlastnosti půd před založením porostu, Žabčice

mg/kg					pH/CaCl ₂
P	K	Ca	Mg	S _{vod}	
198,4	332,3	2709	191,9	9,5	6,2

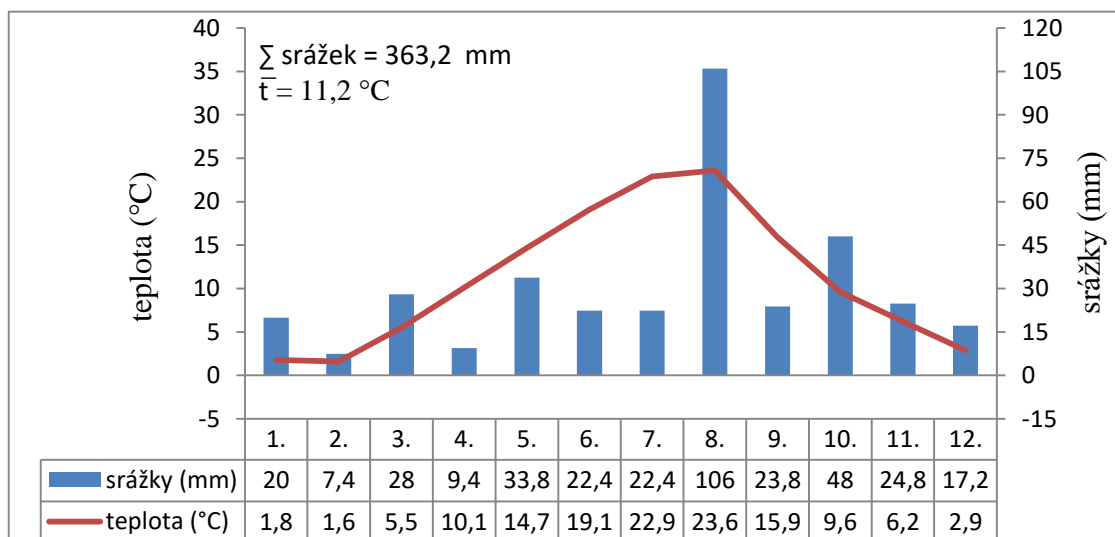
Dle vyhlášky 275/1998 Sb. hodnotíme zjištěný obsah fosforu na lokalitě Žabčice jako velmi vysoký, obsah draslíku je vysoký, hodnota vápníku spadá do kategorie dobrý, obsah hořčíku je také dobrý. Dle Matuly (2007) je v jarním období průměrný obsah aktuálně dostupné síry ve formě síranů 4–13 mg/kg, hodnota 9,5 mg/kg půdy je tedy odpovídající. Půdní reakce byla na pozemku slabě kyselá.

Klimatologické podmínky v době pokusu na lokalitě Žabčice

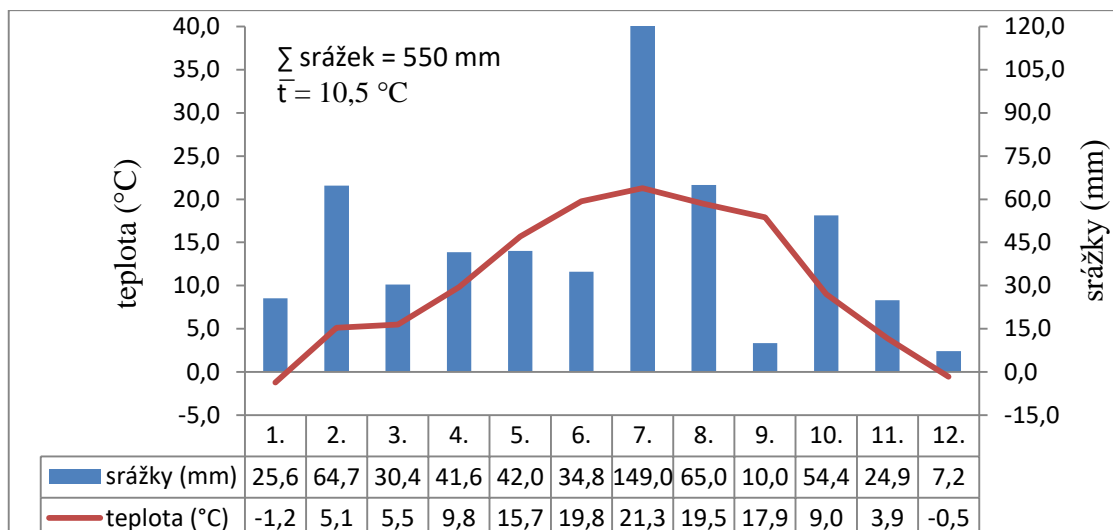


Graf č. 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu teplot a srážek v Žabčicích (1961-1990)

Graf č. 1 uvádí průměrného množství srážek a průměrné teploty v jednotlivých měsících z let 1961–1990, které se označují jako hodnoty normálu. Nejteplejším měsícem je červenec s teplotou 19,3 °C, nejchladnějším je naopak leden, kdy teplota klesá v průměru k - 2 °C. Konkrétní množství srážek a průměrné teploty jednotlivých měsíců lze vidět ve spodní části grafu.



Graf č. 2: Průběh teplot a srážek v Žabčicích v roce 2015



Graf č. 3: Průběh teplot a srážek v Žabčicích v roce 2016

Grafy č. 2 a 3 dokládají průběh počasí v ročnících 2015 a 2016. Dle hodnocení World Meteorological Organization (WMO, 2012) byl červen 2015 množstvím srážek silně podnormální, avšak srážkově normální a teplotně mimořádně nadnormální červenec spolu se srážkově nadnormálním a teplotně mimořádně nadnormálním srpnem umožnil zasetí řepky koncem srpna do optimálních podmínek a tím umožnily dobrý začátek růstu. Září, říjen, listopad, prosinec i leden se srážkově nesly v hodnotách označených jako normální, teplotně byl listopad a prosinec silně nadnormální. Únor, srážkově i teplotně mimořádně nadnormální, umožnil dobrý start do jarní, neboli generativní fáze růstu. Březen, duben a květen se nesly v duchu normálních hodnot. Červen byl teplotně nadnormální, srážkově podnormální. Červenec přinesl mimořádně nadnormální množství srážek, avšak sklizeň proběhla ještě před jejich spadem.

4.1.2 Stanoviště Vatín

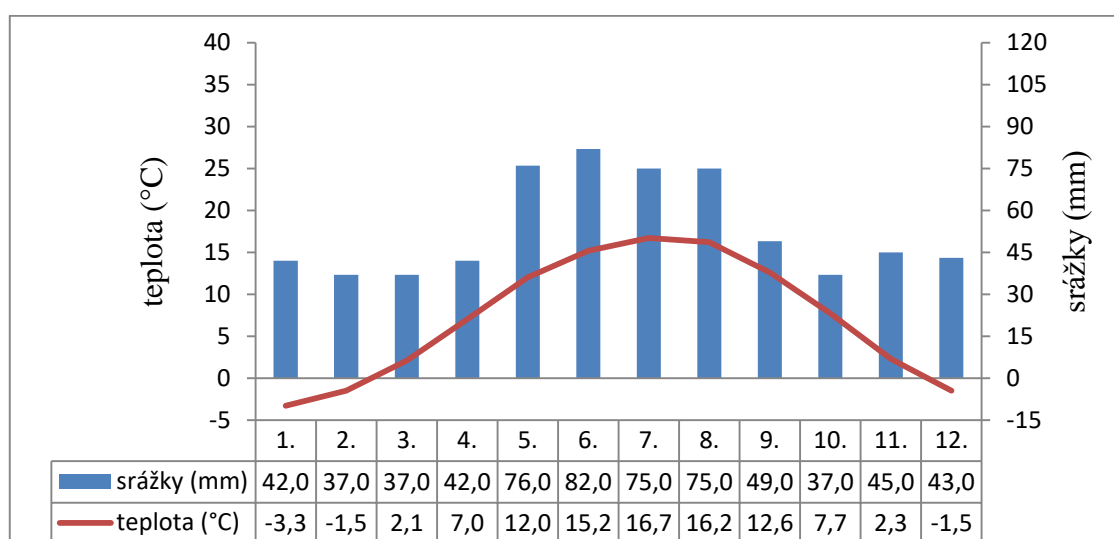
Výzkumná pícninářská stanice Vatín leží v oblasti Českomoravské vrchoviny, asi 8 km od města Žďár nad Sázavou. Tato oblast spadá do výrobní oblasti bramborářské s nadmořskou výškou 535 m, průměrnou roční teplotou 7,1 °C a průměrnými ročními srážkami 640 mm. Podloží tvoří kvartérní říční sedimenty hlinité až šterkovité, které leží na pararulách. Půdní typ je zde kambizem modální, půdní druh písčitohlinitý, což znamená půdu střední (Skládanka, 2014). Před založením pokusu byly odebrány půdní vzorky k analýze, výsledek uvádí tabulka 8.

Tabulka č. 8: Agrochemické vlastnosti půd před založením porostu, Vatín

mg/kg					pH/CaCl ₂
P	K	Ca	Mg	S _{vod}	
91	220	1230	90	10,1	4,98

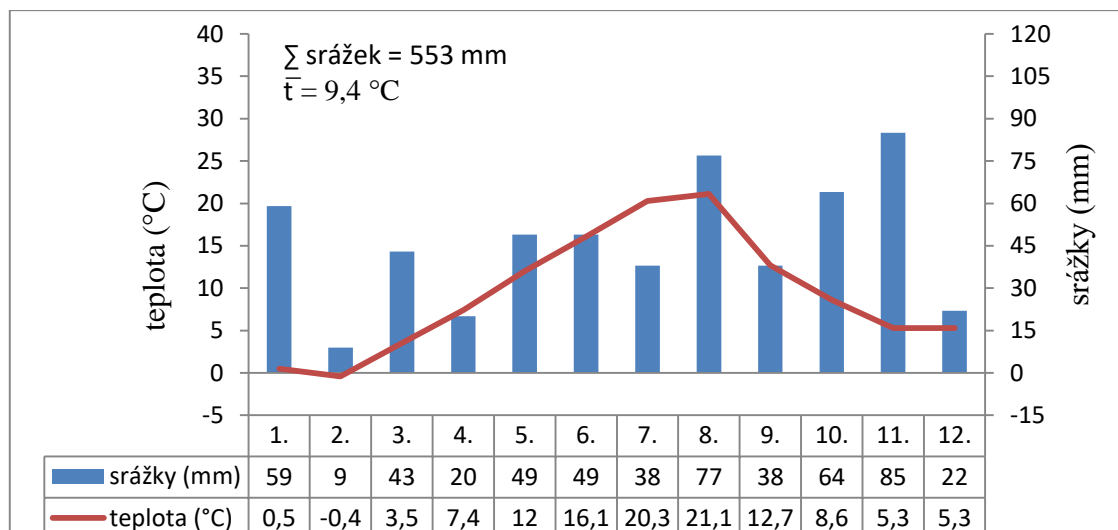
Na lokalitě Vatín byl obsah fosforu i draslíku dobrý, vápník je svou hodnotou vyhovující, obsah hořčíku byl nízký. Rovněž i zde odpovídá obsah vodorozpustné síry průměru. Půdní reakce na pozemku s parcelami byla silně kyselá, žádoucí by byla hodnota 6,3 – 6,7 (Škarpa, 2010).

Klimatologické podmínky v době pokusu na lokalitě Vatín

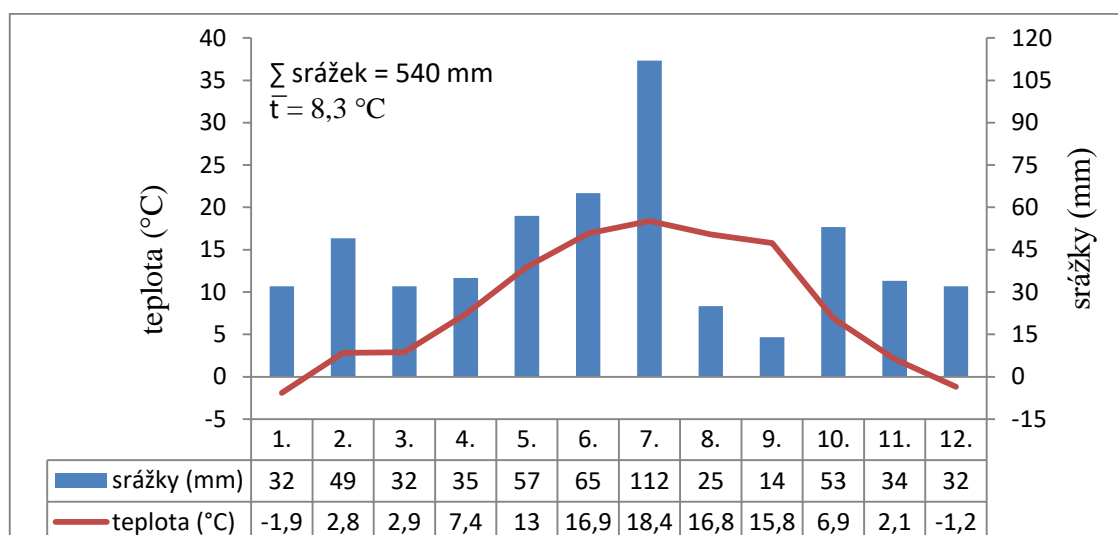


Graf č. 4: Klimadiagram dlouhodobého normálu teplot a srážek ve Vatíně (1961-1990)

Z grafu č. 4 vyplývá, že lokalita Vatín se nachází v oblasti s větším množstvím srážek a mírnějšími teplotami. Průměrná hodnota sumy ročních srážek z let 1961–1990 je 640 mm a průměrná roční teplota má hodnotu 7,1 °C. Konkrétní množství srážek v jednotlivých měsících lze vidět ve spodní části grafu. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnými -3,3 °C, nejteplejším je naopak červenec s 16,7 °C.



Graf č. 5: Průběh teplot a srážek ve Vatíně v roce 2015



Graf č. 6: Průběh teplot a srážek ve Vatíně v roce 2016

Grafy č. 5 a 6 ukazují průběh teplot a rozložení srážek v ročníkách 2015 a 2016, kdy byla řepka pěstována. Dle hodnocení WMO byl červen z hlediska teplot normální, z hlediska srážek podnormální. Červenec i srpen byly teplotně mimořádně nadnormální, ale díky normálním srážkám v srpnu i září mohla řepka kvalitně vzejít. Říjen i listopad byly ve znamení zvýšené srážkové četnosti, z hlediska teplot to byly měsíce normální a silně nadnormální. Prosinec byl podnormální srážkově, ale silně nadnormální teplotně, leden proběhl z hlediska srážek i teplot normálně díky čemuž nebyla vegetace stresována mrazy. Následující měsíce byly srážkově normální, kdežto teplota ve všech měsících až do sklizně 16. 8. 2016 byla mimořádně nadnormální. Nadnormální srážky v červenci přišly až po sklizni, avšak zhruba týden před sklizní přišlo krupobití, a proto jsou výnosy výrazně nižší než na lokalitě Žabčice.

4.2 Metodika pokusu

Problematika byla řešena formou maloparcelkového polního pokusu, kde výměra jednotlivých parcelk činila 15,4 m² v Žabčicích a 13,5 m² ve Vatíně. Jednotlivé varianty hnojení udává následující tabulka 9.

Tabulka č. 9: Varianty zařazené do pokusu

Varianta	Regenerační hnojení		I. Produkční hnojení		II. Produkční hnojení		Dávka N celkem (kg/ha)
	hnojivo	dávka (kg/ha)	hnojivo	dávka (kg/ha)	hnojivo	dávka (kg/ha)	
DASA 26-13	DASA 26-13	400	DAM 390	150	DAM 390	150	194
DASA H ¹	DASA H	400	DAM 390	150	DAM 390	150	194
DASAMAG	DASAMAG	433	DAM 390	150	DAM 390	150	194
DASAMAG H	DASAMAG H	433	DAM 390	150	DAM 390	150	194
MAGNISUL	MAGNISUL	495	DAM 390	150	DAM 390	150	194
MAGNISUL H	MAGNISUL H	495	DAM 390	150	DAM 390	150	194

¹ – H znamená hnojivo s přidavkem huminové látky.

Na lokalitě Žabčice byla dne 29. 7. 2015 provedena podmítka po ječmeni ozimém. 20. 8 orba, příprava půdy před setím a samotné setí odrůdy DK Excelium proběhlo ve dnech 24. a 25. 8., následně byl pozemek uválen. Následovala aplikace hnojiv a přípravků na ochranu rostlin a konečně 8. 7. 2016 proběhla sklizeň. Následující tabulka uvádí aplikace přípravků na ochranu rostlin použitých na lokalitě Žabčice.

Tabulka č. 10: Ošetření porostu herbicidy, fungicidy a insekticidy Žabčice

Datum	Operace	Přípravek	Dávka (l/ha)
27. 08. 2015	Herbicid	Teridox	2,0
27. 08. 2015	Herbicid	Command	0,2
29. 03. 2016	Herbicid	Fusilade	1,2
29. 03. 2016	Herbicid	Galera	0,35
30. 03. 2016	Fungicid	Toprex	0,5
30. 03. 2016	Insekticid	Nurelle D	0,6
19. 04. 2016	Insekticid	Proteus	0,75
19. 04. 2016	Fungicid	Propulse	1,0

Na lokalitě Vatín byla dne 13. 8. 2015 po pšenici ozimé provedena orba a 24. 8 se vysela i zde odrůda DK Excelium. Následně byla prováděna aplikace přípravků na ochranu rostlin a jednotlivá hnojení. Sklizeň proběhla 16. 8. 2016. Každá varianta měla i zde svá 4 opakování. Ošetření porostu během vegetace herbicidy, graminicidy, fungicidy, morforegulátorem růstu, insekticidy a na závěr desikací na lokalitě Vatín uvádí následující tabulka číslo 11.

Tabulka č. 11: Ošetření porostu herbicidy, fungicidy a insekticidy, Vatín

datum	operace	přípravek	Dávka (l/ha)
09. 09. 2015	herbucid	BUTISAN STAR	2l/ha
17. 09. 2015	graminucid	AGIL	0,4 l/ha
03. 11. 2015	fungicid + morforegulátor růstu	LYNX	1,5 l/ha
11. 04. 2016	insekticid	NURELLE	0,6 l/ha
11. 04. 2016	fungicid	BUMBER	1 l/ha
25. 07. 2016	desikace	ROUNDUP	

4.3 Použitá odrůda

DK EXCELIUM

V seznamu doporučených odrůd řepky olejné (2016) figuruje DK Excellium jako pylově fertilní hybrid, který je středně raný. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké, středně odolné proti poléhání. Hmotnost tisíce semen je nízká až středně vysoká. Obsah oleje v semeni je velmi vysoký, což je zároveň uváděno jako hlavní přednost. Udržovatelem odrůdy je firma Monsanto Technology LLC, USA. Registrována byla v roce 2014 (Dekalb, 2017).

Firma Dekalb v informačním letáku uvádí, že odrůda má excelentní výnosový potenciál, který se naplňuje zejména při zvýšené intenzitě pěstování, má velmi rychlý podzimní růst a začátek jarní regenerace. Je vybavena genem s rezistencí vůči Phomě, což je rod patogenních hub, které jsou v současnosti velmi rozšířené (Zimowska 2011; Volková 2001).

4.4 Použitá hnojiva

DAM 390

Je to kapalné dusíkaté hnojivo, které obsahuje minimálně 26 %, průměrně však 30 % dusíku. Jedna čtvrtina je ve formě amonné, druhá čtvrtina ve formě dusičnanové a jedna polovina je ve formě amidické. Ve 100 litrech obsahuje 39 kg dusíku (Agrochemtrade, 2010). V důsledku svých chemických vlastností je DAM mísitelný s mnoha dalšími živinami a přípravky na ochranu rostlin. Toto hnojivo je obvykle aplikováno na půdu, nebo pod její povrch, přidává se do závlahové vody, nebo slouží k přihnojení dusíkem mimokořenově (Škarpa a Ryant, 2015).

DASA 26-13

Jedná se o granulované dusíkaté hnojivo s obsahem síry. Hnojivo je tvořeno ledkem amonným a síranem amonným. Dusík je zde ve formě amonné a dusičnanové, a to v poměru 18,5 : 7,5 % hmot., celkový obsah živiny je tedy 26 %. Síra je ve formě síranové, která je rozpustná ve vodě. Granule jsou růžové až hnědé (Duslo a.s., 2017a).

Hnojivo je vhodné hlavně pro regenerační hnojení, anebo na hnojení produkční. Speciálně je určeno pro plodiny s vyššími nároky na síru, jimiž jsou například řepka, slunečnice, zelí, hořčice a brambory (Škarpa a Ryant, 2015).

DASA H

Minerálním složením a použitím je toto hnojivo identické s hnojivem DASA 26-13, obsahuje však navíc přídavek lignitu. Jeho množství je v informačním letáku uvedeno jako obsah uhlíku z lignitu a to minimálně v množství 0,25 % z celkové hmotnosti, hnojivo je díky tomu tmavě zbarveno. Přídavek huminových látek v hnojivu bude zvyšovat příjem živin rostlinami a tím následně úrodu a kvalitu plodin. Pozitivně působí na klíčení rostlin, zvyšuje jejich odolnost k abiotickým stresům, zlepšuje půdní vlastnosti a přirozeně váže mikroprvky do chelátových vazeb (Duslo a.s., 2017b).

MAGNISUL

Je to granulované dusíkaté hnojivo s obsahem vodorozpustné síry a vodorozpustného hořčíku. Celkový obsah dusíku je 21 % hmot., z toho je 13,6 % ve formě amonné a 7,4 % nitrátové. Oxid hořečnatý (MgO) je zastoupený minimálně 5 %, síra je zastoupena procenty 11. Granulát má hnědou barvu, získává se chemicky a je povrchově upravený.

Hnojivo se používá při základním, ale i regeneračním a produkčním hnojení u plodin s nároky na síru a lehký přístupný hořčík, jako jsou řepka, okopaniny, slunečnice (Duslo a.s., 2017c).

MAGNISUL H

Podobně jako u hnojiva DASA H můžeme konstatovat, že hnojivo MAGNISUL H je lignitem obohacenou analogií hnojiva MAGNISUL.

DASAMAG

Granulované dusíkaté hnojivo s obsahem síry a hořčíku. Celkový obsah dusíku je 24 % hmot., ten je zde ve formě dusičnanu amonného. Amonná forma je zastoupena 16,2 %, dusičnanová 7,8 %. Síran amonný zajišťuje 10% obsah vodorozpustné síry. Magnezit má za úkol poskytnout 6% obsah hořčíku.

Hnojivo se používá k základnímu hnojení, ale i k přihnojení plodin náročných na síru i hořčík jako jsou řepka, slunečnice a okopaniny. Vhodné je zejména na půdy kyselé pro vysoký obsah magnezitu, který zmírňuje kyselý charakter síranu a dusičnanu amonného (Duslo a.s., 2017d).

DASAMAG H

I v tomto případě byl ke hnojivu DASAMAG přidán lignit.

4.5 Použité analytické metody

4.5.1 Stanovení výměnné půdní reakce

Výměnná půdní reakce byla stanovena potenciometrickým měřením aktivity vodíkových iontů. Toto stanovení se provádí ve výluhu zeminy v 0,01 mol/l CaCl₂ pomocí pH metru (Zbiral, 2002).

4.5.2 Stanovení vodorozpustné síry

Stanovení vodorozpustné síry bylo provedeno z filtrátu vodného výluhu zeminy při dodržení předepsaného poměru zeminy k vodě v poměru 1 : 5. Tato metoda měření se nazývá ICP-OES a provádí se na spektrometru (Zbiral, 2002).

4.5.3 Stanovení přístupných živin podle Mehlicha III

Touto metodou se zjišťoval obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Vzorek zeminy byl smíchán s extrakčním činidlem označovaným jako Mehlich III a následně

zfiltrován. Obsah draslíku byl z filtrátu zjištěn pomocí plamenné fotometrie, obsah vápníku a hořčíku pomocí atomové adsorpční spektrofotometrie a fosfor pomocí spektrofotometru (Škarpa, 2010).

4.5.4 Stanovení olejnatosti semen řepky

Zjištění celkového obsahu tuku v semenech bylo provedeno pomocí gravimetrie po trojnásobné extrakci n-hexanem (Novotný, 2006).

4.6 Použité statistické metody

Výnos a olejnatost byly hodnoceny vícefaktorovou analýzou rozptylu pomocí softwaru STATISTICA 12 a následné testování významnosti rozdílů jednotlivých variant bylo provedeno metodou podle Tukeye.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

V následujících řádcích je zhodnocen vliv jednotlivých variant hnojení, vliv lokality a rozdíl mezi hnojivy s humáty a hnojivy bez tohoto aditiva na výnos a olejnatost řepky ozimé.

5.1 Výnos semene řepky ozimé

Průměrné výnosy se směrodatnou odchylkou a zhodnocením statistické průkaznosti uvádí následující tabulka č. 12.

Tabulka č. 12: Průměrný výnos (t/ha) a průkaznost rozdílů dle Tukeyova testu

Faktor	Úroveň faktoru	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl	
Lokalita	Žabčice	24	3,70 ± 0,56	a	100,0	
	Vatín	24	1,25 ± 0,37	b	34,0	
Humát	bez humátu	24	2,48 ± 1,31	a	100,0	
	s humátem	24	2,47 ± 1,36	a	100,0	
Varianty hnojení	DASA 26-13	8	2,61 ± 1,45	a	100,0	100,0
	DASA H	8	2,40 ± 1,38	a	91,9	91,9
	DASAMAG	8	2,50 ± 1,39	a	95,8	100,0
	DASAMAG H	8	2,44 ± 1,49	a	93,5	97,6
	MAGNISUL	8	2,31 ± 1,24	a	88,6	100,0
	MAGNISUL H	8	2,56 ± 1,41	a	98,0	110,8

N – Počet opakování.

Mezi lokalitami byl prokázán statisticky významný rozdíl. V Žabčicích bylo dosaženo průměrného výnosu 3,70 t/ha, kdežto ve Vatíně pouze 1,25 t/ha. Rozdíl mezi lokalitami ve výnosu byl tedy 2,45 t/ha. To bylo způsobeno zejména krupobitím, které přišlo na lokalitě Vatín cca týden před sklizní. Jako další důvod nižšího výnosu na této lokalitě můžeme jmenovat horší půdní podmínky, zejména hodnota pH 4,98 je pro řepku těsně za hranicí tolerance, kterou Bečka a kol. (2007) uvádí do hodnoty 5,0. Optimální pro půdy střední by u této plodiny byla hodnota v rozmezí 5,9 – 6,5. V rozboru zásoby půdních živin byla zjištěna nízká zásoba přístupného hořčíku. Ten se v poslední době dostává do čím dál většího zájmu z pohledu intenzivního pěstování řepky ozimé, díky jeho klesajícímu přístupnému množství v půdách napříč celou republikou. Poměr mezi draslíkem a hořčíkem by měl být ideálně 1,1 – 1,6. Na lokalitě Vatín byl tento poměr 2,4, což už je pouze stav vyhovující (Černý a kol., 2016).

Mezi hnojivy bez humátu a s jeho přidavkem nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Nepatrně lépe dopadly v průměru varianty bez humátu (2,48 t/ha), oproti variantám s humátem (2,47 t/ha).

Ani mezi jednotlivými variantami nedošlo ve výnosu ke statisticky průkaznému rozdílu. Průměrné výnosy se pohybovaly od 2,31 do 2,61 t/ha. Nejvyššího výnosu ze sledovaných hnojiv dosáhla varianta DASA 26-13 s průměrnými 2,61 t/ha, ta zároveň slouží jako kontrola z důvodu jejího nejrozšířenějšího použití v praxi. Druhý nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty MAGNISUL H (2,56 t/ha). Třetí 2,50 t/ha DASAMAG. Čtvrtý DASAMAG H (2,44 t/ha). Předposlední DASA H (2,40 t/ha). A nejnižšího výnosu dosáhla varianta MAGNISUL a to 2,31 t/ha.

Co se týká porovnání jednotlivých dvojic ve smyslu humát ano/ne, můžeme konstatovat, že DASA 26-13 bez humátu dosáhla vyššího výnosu semene než-li jeho analogie s přidavkem humátu. Stejně, avšak s rozdílem průměrných hodnot pouze 0,06 t/ha ve prospěch bezhumátové formy, si vedl DASAMAG. Naopak u hnojiva MAGNISUL můžeme vidět, že vyššího výnosu, v průměru o 0,25 t/ha, dosáhla varianta o humát obohacená.

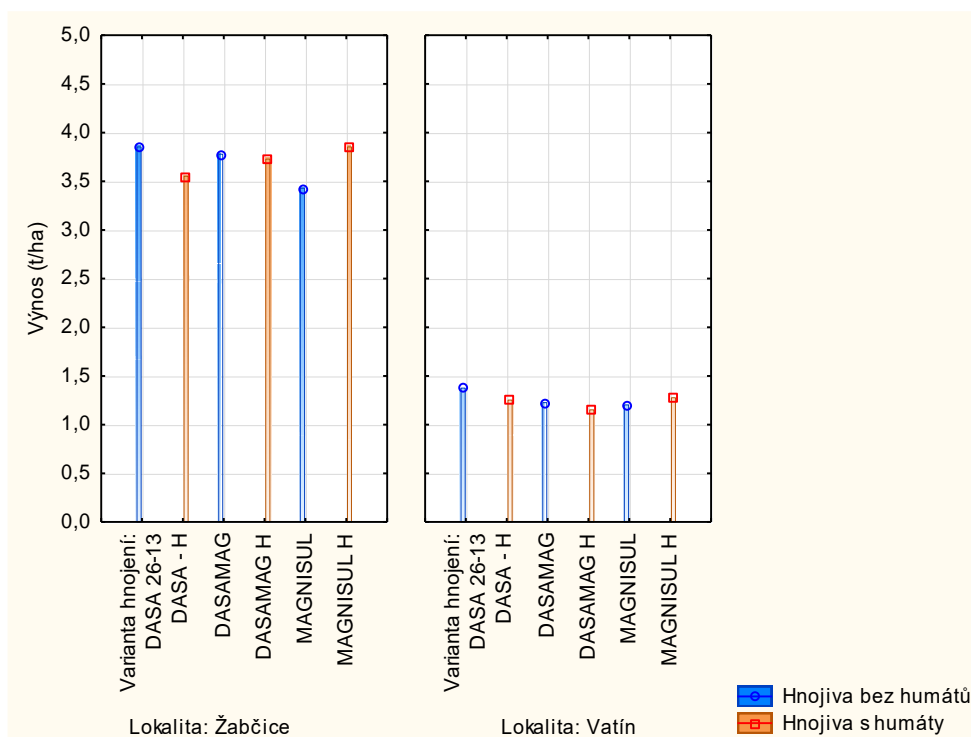
Ložek a Slamka (2017) sledovali vliv totožných hnojiv, navíc se dvěma úrovněmi přidavku humátu - 1 a 3 %, na výnos a další vybrané parametry ovsa setého (*Avena sativa*, L.). Z jejich závěrů vyplývá, že přidavek humátu u všech hnojiv zvyšoval oproti bezhumátové formě výnos ovsa, nejvíce u hnojiva DASA, nejméně u varianty MAGNISUL. To je v rozporu s našimi výsledky, ale šlo o jinou plodinu, což může hrát svou roli.

Aplikaci huminových látek v přípravku Humistar a draselné hnojivo Drakar na řepku ozimou testovali Szczepanek a kol. (2016). Ve svém 3 letém pokusu dospěli k závěru, že samotná aplikace huminových látek nepatrně zvyšuje výnos, v průměru o 0,01 t/ha z 5,89 na 5,90 t/ha. Aplikace Humistaru v kombinaci s Drakarem zvýšila výnos průměrně o 0,10 t/ha. Pouze v roce 2007 vyšlo statisticky průkazné zvýšení výnosu na této variantě o 0,50 t/ha. S těmito výsledky už naše práce v takovém rozporu není.

Akinremi a kol. (2000) zkoumali vliv aplikace Leonarditu, rovněž oxyhumolitu, na výnos sušiny a koncentraci N, P, K a S v rostlině. Jejich výsledky z nádobových pokusů se 3 kg půdy ukazují, že aplikace Leonarditu měla statisticky průkazně pozitivní vliv na

koncentraci živin v rostlině až při 200 g na nádobu. S tímto pozitivně koreluje i zvýšené množství sušiny při nejvyšší dávce Leonarditu. To by mělo mít v konečném důsledku vliv na výnos. Pro nás z této práce vyplývá, že množství humátu aplikovaného ve hnojivech k řepce ozimé mohlo být příliš nízké na to, aby se projevila jeho pozitivní vliv, což se shoduje s hypotézou autorů práce, že v terénních podmínkách může být zapotřebí pro pozitivní vliv aplikovat velké množství této suroviny.

Z obrázku č. 2 je patrné, že si hnojiva na obou lokalitách zachovala totožné trendy, ačkoliv krupobití ve Vatíně zřejmě snížilo možné rozdíly mezi variantami.



Obrázek č. 2: Výnos semen řepky ozimé pro jednotlivé varianty a lokality

5.2 Olejnatost semene řepky ozimé

V následující tabulce č. 13 jsou uvedeny dosažené průměrné hodnoty olejnatosti na obou lokalitách, hodnoty skupin s humátem a bez něj a poté i výsledky jednotlivých variant do pokusu zařazených. Výsledky jsou ze všech hledisek statisticky neprůkazné.

Tabulka č. 13: Průměrná olejnatost v % a průkaznost dle Tukeyova testu

Faktor	Úroveň faktoru	N	Průměr ± směrodatná odchylka	Statistická průkaznost	Procentický rozdíl	
Lokalita	Žabčice	24	40,89 ± 1,47	a	100,0	
	Vatín	24	40,89 ± 1,47	a	100,0	
Humát	bez humátu	24	40,83 ± 1,33	a	100,0	
	s humátem	24	40,94 ± 1,60	a	100,2	
Varianty hnojení	DASA 26-13	8	41,13 ± 2,40	a	100,0	100,0
	DASA H	8	40,53 ± 2,06	a	98,5	98,5
	DASAMAG	8	40,85 ± 1,50	a	99,3	100,0
	DASAMAG H	8	40,68 ± 1,35	a	98,9	99,6
	MAGNISUL	8	40,53 ± 1,18	a	98,5	100,0
	MAGNISUL H	8	41,63 ± 1,24	a	101,2	102,7

Při pohledu do tabulky je patrné, že ani jedna varianta nedosáhla hodnoty přes 42 %. Zukalová a kol. (2007) však uvádí, že požadavek ČN 462300 – 2 tj. 42 % oleje při 8 % vlhkosti je možno dosáhnout jen v mimořádných ročnících. Reálný je tedy hraniční 40% obsah oleje, který je dán pro kvalitu „Canola“ a tato hodnota je uvedena i v nákupních normách na mezinárodním trhu. Dále uvádí, že hlavní vliv na olejnatost má odrůda a průběh ročníku, což se výběrem odrůdy a relativně příznivým průběhem agrometeorologických podmínek potvrdilo dosažením průměrných hodnot nad 40 %.

Průměrná olejnatost na jednotlivých lokalitách vyšla shodně a dosáhla průměrné hodnoty 40,89 %. U skupin hnojiv s/bez humátu došlo rovněž k téměř shodnému výsledku, přídavek humátu zvýšil olejnatost o 0,24 relativních % na množství oleje 40,94 % oproti 40,83 % u variant bez aditiva.

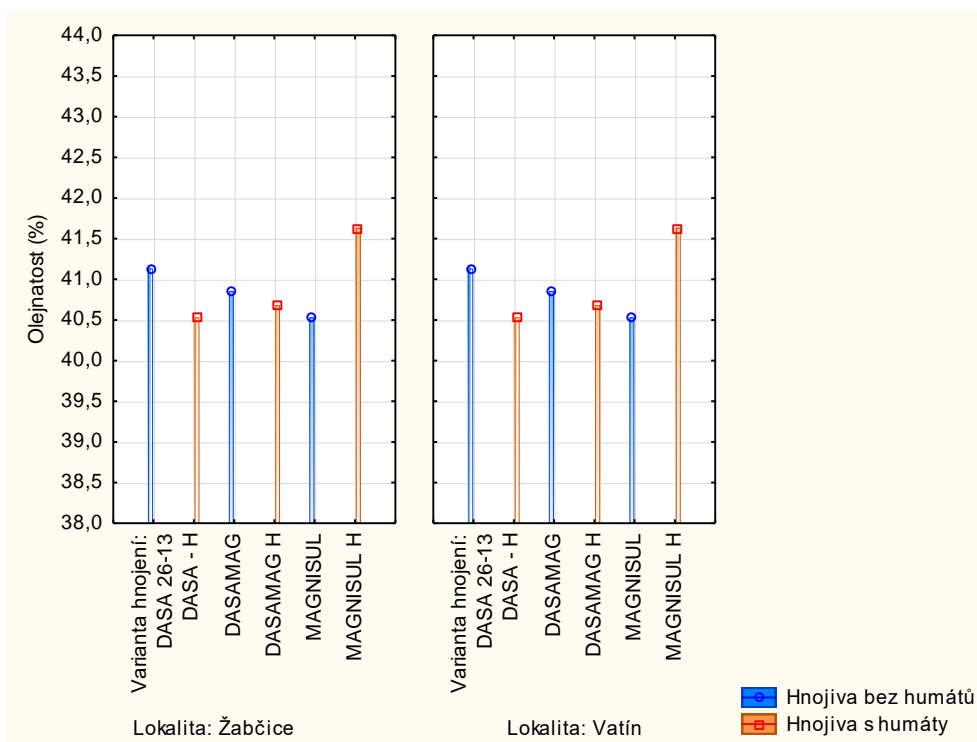
Konečně u jednotlivých hnojiv dosáhl nejvyšší olejnatosti 41,63 % MAGNISUL H, DASA 26-13 s olejnatostí 41,13 % je druhá. Třetí DASAMAG (40,85 %). Čtvrtý v pořadí DASAMAG H (40,68 %). Následován shodně nejnižší olejnatostí 40,53 % u variant MAGNISUL a DASA H.

Zhodnocením jednotlivých dvojic ve smyslu humát ano/ne nám vychází, že pouze u MAGNISULU s humátovou složkou došlo ke zvýšení olejnatosti o 1,1 % oproti formě bezhumátové a o 0,5 % oproti nejpoužívanějšímu hnojivu DASA 26-13. U humátových variant hnojiv DASA 26-13 a DASAMAG došlo ke snížení olejnatosti o 0,6 a 0,2 %.

Szczepanek a kol (2016) v práci uvádí, že průměrná olejnatost se oproti kontrole zvýšila o 0,1 % u variant Humistar a Drakar, při jejich kombinaci se naopak o 0,1 %

snížila. Statisticky průkazné zvýšení olejnatosti o 0,6 % vyšlo pouze v roce 2008 u variant Humistar a u varianty Drakar. Tyto výsledky s těmi našimi z pohledu aplikace huminových látek více méně korespondují.

I při hodnocení olejnatosti můžeme z pohledu na následující obrázek konstatovat, že výsledky na lokalitě Vatín kopírují trend jednotlivých hnojiv v Žabčicích.



Obrázek č. 3: Olejnatost semen řepky ozimé pro jednotlivé varianty a lokality

6 ZÁVĚR

Po provedení literární rešerše a zpracování výsledků z jednoletého maloparcelkového polního pokusu probíhajícího v hospodářském roce 2015/2016 lze vyvodit následující závěry, které však nelze zobecnit. Pro přesnější posouzení vlivu huminových látek z lignitu v kombinaci s dusíkatými hnojivy na výnos a olejnatost řepky ozimé by byl zapotřebí pokus víceletý.

Výnosový parametr

- Dosažené výsledky byly statisticky průkazné pouze z pohledu lokality. Přídavek lignitu ke hnojivům a ani rozdíly mezi jednotlivými variantami neposkytly statisticky významné rozdíly.
- Možnost vyhodnocení jednotlivých lokalit z pohledu výnosu znemožnilo zejména krupobití ve Vatíně, díky čemuž zde byl dosažen průměrný výnos pouze 1,25 t/ha. Z uvedeného důvodu je statisticky průkazný rozdíl mezi lokalitami pochopitelný.
- DASA 26-13 zvolená jako kontrola dosáhla nejvyššího průměrného výnosu ze všech zkoušených variant, 2,61 t/ha. Druhý nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty MAGNISUL H (2,56 t/ha). Třetí byl s 2,5 t/ha DASAMAG. Čtvrtý DASAMAG H (2,44 t/ha). Předposlední DASA H (2,40 t/ha). A nejnižšího výnosu dosáhla varianta MAGNISUL, 2,31 t/ha.
- Aplikace hnojiva s humátem oproti analogii bez humátu měla, přínos pouze u variant MAGNISUL/H. Ostatní humátová hnojiva dopadla ve srovnání s bezhumátovou formou hůře. DASA H o 0,21 t/ha a DASAMAG H o 0,06 t/ha.

Olejnatost

- Dosažené výsledky nebyly statisticky průkazné z pohledu lokality, přídavku humátu ke hnojivům a ani z pohledu jednotlivých variant.
- Obě lokality dosáhly totožné hodnoty olejnatosti 40,89 %.
- Nejvyšší olejnatosti, 41,63 %, dosáhla varianta MAGNISUL H. DASA 26-13 s olejnatostí 41,13 % je druhá. Třetí byl DASAMAG (40,85 %). Čtvrtý

v pořadí DASAMAG H (40,68 %). Následován shodně nejnižší olejnatostí 40,53 % u variant MAGNISUL a DASA H.

- Přínos aplikace hnojiva s humáty byl zaznamenán oproti formě bez humátů opět pouze u variant MAGNISULH, kdy se olejnatost zvýšila o 1,10 %. Po aplikaci hnojiv DASA H a DASAMAG H byl zaznamenán pokles olejnatosti o 0,60, respektive 0,17 %.

Podle zjištěných hodnot byla hypotéza zlepšení výnosu a kvality produkce řepky ozimé aplikací hnojiv DASA, DASAMAG a MAGNISUL s přidavkem humátu pro hospodářský rok 2015/2016 zamítnuta.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AGROCHEMTRADE s.r.o. *DAM 390 – zemědělské hnojivo*. [online], 2010. [cit. 2017-3-17]. Dostupné z: <http://agrochemtrade.cz/dam-390-zemedelske-hnojivo/>

AKINREMI, O. O. – JANZEN, H. H. – LEMKE R. L. – LARNEY F. J.: *Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions*. In.: *Can. J. Soil Sci.* 2000, 80: s. 437–443.

AMAGRO. *Lignohumát – nejvyšší standart v rodině humátů* [online]. 2008 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.amagro.com/amagro.html>

AŞIK, B. B. – TURAN, M. A. – ÇELİK, H. – KATKAT, A. V. *Effect of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (Triticum durumcv. Salihli) under conditions of salinity*. *Asian J. Crop Sci.* 2009, č. 1, 87-95.

AYDIN, A. – KANT, C. – TURAN, M. *Humic acid application alleviate salinity stress of bean (Phaseolus vulgarisL.) plants decreasing membrane leakage*. *Afr. J. Agric. Res.* 2012, č. 7, s. 1073-1086.

BALÍK, J. a kol. *Principy výživy a hnojení řepky ozimé*. Power Print, Praha, 2007.

BARANYK, P. – KAZDA, J. – ŠKEŘÍK, J. – VOLF, M. *Řepka olejka v českém zemědělství. Komplexní pěstitelská technologie*. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2005. ISBN 80-903464-3-X.

BARANYK, P. a kol. *Olejniny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. ISBN: 978-80-86726-38-0.

BARANYK, P. a kol. *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2007. ISBN: 987-80-86726-26-7

BEČKA, D. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007. ISBN 978-80-87111-05-5.

BRTNICKÝ, M. *Půdoznalství v kostce*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-283-0.

- BURDICK, E. a kol. *Commercial Humates for Agriculture and the Fertilizer Industry*. [online]. 1965 [cit. 2017-04-07] Dostupné z: http://www.bioag.com/images/Commercial_Humates_for_Ag_and_fert_industry.pdf
- CALVO, P. – NELSON, L. – KLOEPPER, J. W. *Agricultural uses of plant biostimulants*. *Plant and Soil*, 2014, 383.1-2: 3-41.
- ÇIMRIN, K. M. – TÜRKMEN, Ö. – TURAN, M. – TUNCER, B. *Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling*. *Afr. J. Biotechnol.* 2010, č. 9, s. 5845-5851.
- ČERNÝ, J. – BALÍK, J. – KULHÁNEK, M. – SEDLÁŘ, O. – KOVAŘÍK, J. 2016: *Potřeba hnojení hořčíkem při pěstování řepky ozimé*. In. *Agromanuál*, roč. 11, č. 7, s. 58-60. ISSN: 1801-7673.
- ČERNÝ, J. – BALÍK, J. – PEKLOVÁ, L. – SHEJBALOVÁ, Š. – KULHÁNEK, M. – PEKLOVÁ, Z. *Jarní hnojení dusíkem u ozimé řepky*. 2014, In.: *Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů v rámci Programu rozvoje venkova České republiky, Jarní semináře pro pěstitele olejnin*, Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. s. 21-23. ISBN: 978-80-87065-51-8.
- DEKALB: *DK EXCELLIUM*. [online]. 2017 [cit. 2017-04-03] Dostupné z: <https://www.dekalb.co.uk/product-catalogue/oilseed-rape/dk-excellium>
- DUSLO a.s.: *DASA 26 – 13*. [online] 2017a. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: http://duslo.sk/sites/default/files/dasa2613_hnojivo_es_sk.pdf
- DUSLO a.s.: *DASA H*. [online] 2017b. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_26860.pdf?id=26860 DASA H
- DUSLO a.s.: *DASAMAG*. [online] 2017d. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: http://www.duslo.sk/sites/default/files/dasamag_hnojivo_es.pdf
- DUSLO a.s.: *MAGNISUL*. [online] 2017c. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: http://www.duslo.sk/sites/default/files/magnisul_hnojivo_es_sk.pdf

EAGRI. Žňové zpravodajství, 2017. [online]. [cit. 2017-04-020] Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/>

Flora Bohemia: *Co ještě nevíte o humátech*. [online]. 2007 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.floraboheemia.cz/clanky/co-je-to-lignohumat/co-jeste-nevite-o-humatech.html>

GALEEV, R. R.: *Application of sodium humate to potatoes*. Kartofel' I Ovoshchi 1990, 2, s. 12–13.

HOSNEDL, V. – VAŠÁK, J. – MEČIAR, L. *Rostlinná výroba II: (luskoviny, olejnin)*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 80-213-0153-8.

HŘIVNA L. – RICHTER R., 2009: *Výživa ozimé řepky ve vztahu k bilanci živin*. In Sborník referátů z 26. vyhodnocovacího semináře Hluk 19.-20. 11. 2009. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: SPZO s.r.o., Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha, 300 - 308 s.

ISO/CD 19822. *Stanovení obsahu huminových kyselin a fulvokyselin gravimetricky*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní referenční laboratoř, jednotné pracovní postupy – zkoušení hnojiv, 2016, s. 1-8.

JANDÁK, J. – POKORNÝ, E. – PRAX, A. *Půdoznalství*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-445-7.

KLÍR, J. – KUNZOVÁ E. – ČERMÁK, P. *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008. ISBN 978-80-87011-61-4.

KOVÁČIK, P. – GALLIKOVÁ, M. *Výživa repky olejky a slnečnice ročnej bórom*. In Naše pole. 14, 9 (2010), s. 24 - 25. ISSN 1335-2466.

KOVÁČIK, P. *Princípy a spôsoby výživy rastlín*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2014. 278 s. ISBN 978-80-552-1193-0.

KRČEK, V. – BARANYK, P. – PULKRÁBEK, J. – SKREŘÍKOVÁ, M. *Vliv různých způsobů založení a organizace porostu na hmotnost tisíce semen ozimé řepky olejné*. In: Prosperující olejnin 2014. s. 42-47. ISBN 978-80-213-2517-3.

- KULOVANÁ, E. *Vliv animální a minerální výživy na metabolismus* [online]. 2001 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vliv-animalni-a-mineralni-vyzivy-na-metabolismus-a-technologickou-jakost-cukrovky/>
- LYONS, G. – GENC, Y. *Commercial Humates in Agriculture: Real Substance or Smoke and Mirrors?* *Agronomy* [online]. 2016 [cit. 2017-03-06] roč. 6, č. 4, s. 50. ISSN 2073-4395. Dostupné z: doi:10.3390/agronomy6040050
- MATULA, J. *Výživa a hnojení sírou*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. ISBN 978-80-87011-15-7.
- MENGEL, K., 2007: *Pottasium*. In: BARKER, A. – V., PILBEAM D. J. *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis, s. 94-100. ISBN 0-8247-5904-4.
- MOŤKA, P. *Frakcionace huminových kyselin izolovaných z lignitu*. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická, 2008, [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/13564>
- MUSCOLO, A. – SIDARI, M. – NARDI, S. *Humic substance: Relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings*. *J. Geochem. Explor.* 2013, č. 129, s. 57-63.
- NARDI, S. – PIZZEGHELLO, D. – MUSCOLO, A. – VIANELLO, A. *Physiological effects of humic substances on higher plants*. *Soil Biol. Biochem.* 2002, č. 34, s. 1527-1536.
- NOVOTNÝ, F. 2006: *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd II. (Jednoleté pracovní postupy)*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.
- ORDELTOVÁ, M. *Charakteristika humusových látek různého původu*. Brno, 2012, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta.
- OUNI, Y. – GHNAYA, T. – MONTEMURRO, F. – ABDELLEY, CH. – LAKHDAR, A. *The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant production*. *Internal. J. Plant Prod.* 2014, č. 8, s. 353-374.

PICCOLO, A. – CELANO, G. – PIETRAMELLARA, G. *Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (Lactuca sativa and Lycopersicum esculentum)*. Biol. Fertil. Soil 1993, č. 16, s. 11-15.

POŘÍZKOVÁ, K.: *Porovnání fluorescence přírodních humusových látek*. Brno, 2014, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta.

PRÁT, S. *Humus a jeho význam*. Praha: ČSAV, 1964.

RICHTER R., 2005: *Řepka ozimá*. In: RYANT, P., RICHTER, R., POULÍK, Z., HŘIVNA, L. *Multimediální učební texty z výživy a hnojení polních plodin* [online]. Brno, poslední revize 25. 1. 2005 [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/olejniny/a_index_olejnin_y.htm

RICHTER, R. – HLUŠEK R. *Výživa a hnojení rostlin: Určeno pro posl. AF, ZF*. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994. ISBN 80-7157-138-5.

RICHTER, R., 2004a: *Humifikované organické látky* In: RYANT, P. – RICHTER R. – HLUŠEK, J. – FRYŠČÁKOVÁ, E. *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online]. Brno, poslední revize 25. 1. 2004 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/ol_humifikovane.htm

RICHTER, R., 2004b: *Sorpční schopnost půdy, fyzikálně chemická (výměnná)* In: RYANT, P. – RICHTER R. – HLUŠEK, J. – FRYŠČÁKOVÁ, E. *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online]. Brno, poslední revize 28. 1. 2004 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/ol_humifikovane.htm

ROUBÍČEK, V. *Uhlí: zdroje, procesy, užití*. Ostrava: Montanex, 2002. Odborné publikace. ISBN 80-7225-063-9.

Situační a výhledová zpráva. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2015. ISBN 978-80-7434-252-3.

SKLÁDANKA, J. *Polní pokusy ve výzkumné pícninářské stanici Vatín*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-688-8.

SKOKANOVÁ M. – DERCOVÁ K.: *Humínové kyseliny, původ a struktúra*. Chemické listy102, 2008, s. 262 – 268.

SLADKÝ Z. – TICHÝ V.: *Application of humus substances to overground organs of plants*. Biol. Plant., 1, 1959.

SLAMKA, P. – LOŽEK, O. *Vplyv lignitu na úrodu a kvalitu zrna ovsu siateho (Avena sativa, L.)*. In Agrochémia. 21, 2017, s. 16-21. ISSN 1335-2415.

STEVENSON, F. J. – COLE M. A.. *Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. 2nd ed. New York: Wiley, c1999. ISBN 9780471320715. Dostupné také z: https://books.google.cz/books?id=KdnWIZM-OHIC&hl=cs&source=gbs_navlinks_s

STEVENSON, F. J., 1982: *Humus Chemistry - genesis, composition, reactions*. New York: J. Wiley - Inter science Publication. 445s.

SZCZEPANEK, M. – WILCZEWSKI, E. GRZYBOWSKI, K. *Response of winter oilseed rape (Brassica napus L.) on soil applied humus preparation and foliar potassium fertilizer..* Acta Sci. Pol. Agricultura ,85-94 [online] 2016-4-15. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: [http://agricultura.acta.utp.edu.pl/uploads/pliki/15\(4\)2016_Szczepanek.pdf](http://agricultura.acta.utp.edu.pl/uploads/pliki/15(4)2016_Szczepanek.pdf)

ŠARAPATKA, B. *Pedologie a ochrana půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-3736-1.

ŠILHA, J. – POLÁKOVÁ, M. – ROBOTKA, P. – KOCOUREK, F. *Bíle kvetoucí řepka witt a flower power system*, In: Prosperující olejniný 2014. s. 172 - 174. ISBN 978-80-213-2517-3

ŠKARPA, P. – RYANT, P. *The atlas of mineral fertilizers: Atlas minerálních hnojiv*. Brno: Mendel University in Brno, 2015. ISBN 978-80-7509-368-4.

ŠKARPA, P. 2010. *Multimediální učební texty z výživy rostlin* [online]. Brno, poslední revize 26. 1. 2010 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=1&K=0

- VANĚK, V. – BALÍK, J. – LOŽEK, O. – PAVLÍKOVÁ, D. – TLUSTOŠ, P., 2013: *Výživa pol'ných a záhradných plodín*. Nitra: Profi Press. ISBN 978-80-970572-3-7.
- VAŠÁK, J. – BEČKA, D. – MIKŠÍK, V. *Řešení začínajícího útlumu pěstování ozimé řepky*. 2013. In: Prosperující olejniný 2013, roč. 8, s. 171-172. ISBN: 978-80-213-2420-6.
- VAŠÁK, J. a kol.. *Řepka*. Praha: Agrospoj, 2000. Semafor. ISBN 80-239-4236-0.
- VESELÁ, L. – KUBAL, M. – KOLZER, J. – INNEMANOVÁ, P.: *Struktura a vlastnosti přírodních huminových látek typu oxihumolitu*. Chemické listy, 2005, vol. 99, s. 711–717.
- VOLKOVÁ, J., 2001: *Nová metoda na stanovení skryté infekce houbou Phoma lingam*. In. Úroda 4, s. 32.
- VRBA, V. – HULEŠ, L.: *Humus - půda - rostlina (4) Humus a rostlina: Humusové preparáty*. Biom.cz [online]. 2006-11-24 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-4-humus-a-rostlina-humusove-preparaty>
- Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků. In: Právní předpisy MZe [online] 2017. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-1998-275-rostlinnekomodity.html
- WIELEBSKI, F. 2011. *Rekace různých typů odrůd řepky na termín setí a změnu hustoty rostlin v porostu*. V: Prosperující olejniný 2011: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze 8.12 na ČZU, 9.12. Větrný Jeníkov. ČZU Praha. S. 48 – 52. ISBN 978-80-213-2517-3.
- WMO. *Standardized Precipitation Index User Guide*. Geneva: WMO, 2012. ISBN 978-92-63-11091-6.
- ZBÍRAL, J., 2002: *Analýza půd I*. Vyd. 2., přeprac. a rozš. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Laboratorní odbor, s. 197. ISBN 80-86548-15-5.

ZEHNÁLEK, P. – KRAUS, P. Odrůdy 2016 : *Olejniny 2016. Seznam doporučených odrůd řepka olejka. Přehled odrůd hořčice bílá, mák setý, len olejný a kmín kořený.* Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2016. 50 s.; ISBN: 978-80-7401-119-1.

ZIMOWSKA, B., 2011. Characteristics and occurrence of Phomaspp. on herbs from the family Lamiaceae. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 10(2), 213–224.

ZUKALOVÁ, H. – BEČKA, D. – VAŠÁK, J., 2007: *Kvalita ozimé řepky a její hospodářský význam.* In: *Prosperující olejniny 2014*, s. 71-74. ISBN: 978-80-213-1715-4.

ŽIVNA T.: *Charakteristika stability půdních a lignitických huminových kyselin metodou TGA.* Brno, 2012, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Vlastnosti huminových látek (Stevenson, 1982).....	24
Obrázek č. 2: Výnos semen řepky ozimé pro jednotlivé varianty a lokality	45
Obrázek č. 3: Olejnatost semen řepky ozimé pro jednotlivé varianty a lokality	47

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Klimadiagram dlouhodobého normálu teplot a srážek v Žabčicích (1961-1990)	34
Graf č. 2: Průběh teplot a srážek v Žabčicích v roce 2015	34
Graf č. 3: Průběh teplot a srážek v Žabčicích v roce 2016	35
Graf č. 4: Klimadiagram dlouhodobého normálu teplot a srážek ve Vatíně (1961-1990)	36
Graf č. 5: Průběh teplot a srážek ve Vatíně v roce 2015	37
Graf č. 6: Průběh teplot a srážek ve Vatíně v roce 2016	37

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Vývoj ploch a výnosů řepky ozimé v letech 2007-2016 (Eagri, 2017)	15
Tabulka č. 2: Prvky výnosu řepky ozimé – požadavek a skutečnost (Hosnedl a kol., 1998)	16
Tabulka č. 3: Odběrový normativ na výnos 1 t semene řepky olejné a odpovídající množství slámy (Balík, 2007).....	17
Tabulka č. 4: návratnost živin do půdy posklizňovými zbytky včetně opadu listů (Balík, 2007)	17
Tabulka č. 5: Obsah huminových látek v přírodních materiálech (Skokanová a Dercová, 2008)	23
Tabulka č. 6: Vliv huminových látek na rostliny (Oukni a kol., 2014).....	29
Tabulka č. 7: Agrochemické vlastnosti půd před založením porostu, Žabčice	33
Tabulka č. 8: Agrochemické vlastnosti půd před založením porostu, Vatín	36
Tabulka č. 9: Varianty zařazené do pokusu	38
Tabulka č. 10: Ošetření porostu herbicidy, fungicidy a insekticidy Žabčice	38
Tabulka č. 11: Ošetření porostu herbicidy, fungicidy a insekticidy, Vatín	39
Tabulka č. 12: Průměrný výnos (t/ha) a průkaznost rozdílů dle Tukeyova testu	43
Tabulka č. 13: Průměrná olejnatost v % a průkaznost dle Tukeyova testu	46