

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Vliv agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos
ozimé řepky v zemědělském podniku**

Diplomová práce

Autor práce: Michaela Klasová

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Černý, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos ozimé řepky v zemědělském podniku vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 8.4.2016:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jindřichu Černému, Ph.D. za odborné vedení při vzniku této práce.

Vliv agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos ozimé řepky v zemědělském podniku

Souhrn

Racionální využívání hnojiv v zemědělském podniku může zvýšit jeho ekonomickou stabilitu. Analýza dat agrochemických půdních vlastností v porostech řepky ozimé v pětiletém období ukázala, zda systém hnojení v Zemědělské společnosti Chrást'any s.r.o. je vhodně nastaven, případně kde se nachází rezervy.

Analýzou korelace a regrese byly zjišťovány míry závislosti mezi výnosem semene řepky ozimé a obsahem přístupných živin v půdě (P, K, Mg, Ca, S) a pH. Stejná metoda byla použita i při hodnocení výše čistých dávek živin v aplikovaných hnojivech. Podle velikosti koeficientu korelace mezi výnosem semene řepky ozimé a zkoumaných prvků bylo stanoveno pořadí důležitosti živin pro výnos semene. Zkoumána byla časová řada 2011 - 2015 a analyzovaná plocha ozimé řepky v každém roce dosahovala průměrné plochy 190 ha, rozdělené do 10 půdních bloků.

Potvrdil se předpoklad, že hnojení N bude mít větší vliv na přírůstek výnosu řepky ozimé na půdách s horšími agrochemickými vlastnostmi půd, než na půdách s vyšší zásobou živin a vyhovující půdní reakcí. Ovlivňuje to skutečnost, která z živin je v půdní zásobě v minimu. Při shodné dávce N byl výnos řepky vyšší na půdách s dobrými agrochemickými vlastnostmi. Význam požívání draselných hnojiv v letech 2013 – 2015 stoupá. Analýza ukázala na silný vliv K na výnos právě v posledních třech letech. Větší vliv živin (P, K, Mg) z půdní zásoby na výnos semene řepky ozimé byl v letech 2013 a 2014 s příznivým průběhem počasí, než v letech nepříznivých. Jako efektivní se jeví doporučení úpravy zásob živin K, Mg a Ca v půdě podle výsledků AZZP.

Klíčová slova: agrochemické vlastnosti půd, hnojení, výnos, řepka ozimá

The effect of soil agrochemical properties and fertilization on yield of winter rape in farming company.

Summary

Rational use of fertilizers in an agricultural farm can increase its economical stability. The analysis of data of the agrochemical soil properties in the vegetation of winter rape in a five year period showed if the fertilization system of Zemědělská společnost Chrášťany s.r.o. is set appropriately and where are the eventual reserves.

The analysis rates between the yield of winter rape and the individual nutrients content in the soil (P, K, Mg, Ca) and pH were calculated with the use of the analysis of correlation and regression. The same method was used in the evaluation of pure nutrient dosage in the applied fertilizers. The order of importance of the nutrients for the yield was determined according to the value of the coefficient of the correlation between the yield of rape and the examined elements. The examined period was consisted of the years 2011, 2012, 2013 and the analysed area of winter rape reached averagely 190 ha in each year, which was divided into 10 soil blocks.

The assumption that N fertilizing is going to have a greater influence on the growth of winter rape yield in soils with worse agrochemical soil properties, then on soils with greater nutrient reserve and a satisfactory soil reaction was confirmed. It is influenced by the fact of which nutrient is in minimal quantities in the soil. With the same N dosage the yield was better on soils with better agrochemical properties. The importance of usage of K fertilizers within years 2013-2015 is rising. The analysis pointed towards a strong influence of K on the yield especially in those three years. Greater influence of nutrients (P, K, Mg) from the soil reserve on the yield of winter rape was in years 2013 and 2014 with favourable weather than in other years. The recommendation of adjustment of the reserves of nutrients K, Mg and Ca in the soil according to the results of AZZP seems effective.

Keywords: agrochemical soil properties, fertilizing, yield, winter rape

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Literární rešerše	10
3.1 Biologická charakteristika	10
3.1.1 Základní charakteristika řepky	10
3.1.2 Agroekologické požadavky	11
3.1.3 Agrotechnika	12
3.1.4 Výživa a hnojení řepky ozimé	13
3.1.5 Tvorba výnosu řepky ozimé	16
3.2 Živiny v půdě	17
3.2.1 Ionty v půdním roztoku	17
3.2.2 Dusík	17
3.2.3 Fosfor	18
3.2.4 Draslík	19
3.2.5 Vápník	20
3.2.6 Hořčík	21
3.2.7 Síra	21
3.2.8 Mangan, měď	22
3.2.9 Bór	22
3.3 Půda a pH	23
3.3.1 Půdní reakce	23
3.3.2 Vliv pH na sorpci živin.....	23
3.3.3 Vztah mezi pH a příjmem živin rostlinami	24
3.3.4 Acidifikace půd	24
3.4 Půdní úrodnost	25
4. Materiál a metody.....	26
5. Výsledky	30
5.1 Seznam půdních bloků	30
5.2 Vliv předplodiny na výnos řepky ozimé	31

5.3 Porovnání výsledků anorganického zkoušení půd a výnosů	32
5.3.1 Rok 2011	32
5.3.2 Rok 2012	35
5.3.3 Rok 2013	38
5.3.4 Rok 2014	41
5.3.5 Rok 2015	44
6. Diskuse	47
6.1. Vliv hnojení na výnos semene řepky ozimé v letech 2011 – 2015	47
6.1.1 Rok 2011	47
6.1.2 Rok 2012	49
6.1.3 Rok 2013	51
6.1.4 Rok 2014	52
6.1.5 Rok 2015	53
6.2 Míra vlivu živin v půdě na výnosech v letech 2011 – 2015	55
6.3 Porovnání výnosů podniku s ČR, krajem a okresem v letech 2011 – 2015	57
6.4 Porovnání výnosů řepky ozimé a úhrnů srážek v hlavním vegetačním	57
6.5 Porovnání výnosů a bodové výnosnosti půdních bloků	58
6.6 Porovnání půdních bloků s řepkou ozimou 2011 – 2015	58
7. Závěr	60
8. Seznam literatury	62
9. Přílohy	65

1. Úvod

Řepka je celosvětově druhou nejvýznamnější olejninou s produkcí 55 milionu tun semen. Jejím největším producentem je Evropská Unie a veškerá tato produkce bývá v EU i zpracována. Zásadou pokroku v genetice a šlechtění se podařilo šlechtitelům snížit obsah nežádoucí kyseliny erukové do té míry, že řepkový olej začal být schopen po stránce kvality konkurovat olivě, slunečnici, sóji a dalším významným olejninám. Tyto úspěchy vedly k vytvoření tzv. dvounulových odrůd řepky, které zásadním způsobem vylepšily kvalitu olejů a šrotů z řepky vyráběných. V navazujícím období, kdy došlo po vzniku Systému výroby řepky (1983) a Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin (2000), k dynamickému růstu produkce olejnin, hlavně řepky, se Česká republika stala ze země dovážející olejninu plně soběstačným a významným exportérem (Baranyk et al., 2010).

Využití řepky je v odvětví potravinářském pro výrobu stolních a fritovacích olejů, 100 % tuků, margarínů, nízkokalorických tuků. V krmivářství jde o výrobu extrahovaných šrotů, výlisků, pokrutin, tukování krmných směsí a využití semene. V oblasti oleochemie je používán pro výrobu technických olejů – mazivy hydraulické kapaliny, vazelíny, laky, fermeže a pryskyřice. Glycerol je využit v kosmetice, farmacii i pro výrobu výbušnin a deriváty mastných kyselin pro vosky a plastické hmoty. Podstatná část produkce je v EU zpracována na výrobu bionafty, kdy chemickou reakcí řepkového oleje s methylalkoholem vzniká methylester řepkového oleje tzv. bionafta.

Úspěšnost jejího pěstování závisí na výrobní oblasti, vybrané odrůdě, předplodině, systému hnojení a ochrany, intenzity pěstování, zpracování půdy a konečném využití. Výživa rostlin je jednou z hlavních složek agrotechnických opatření, kterou dokážeme ovlivnit. Všechny složky výživy (živiny), pokud jsou v půdě zastoupeny v optimálním množství, umožní zdravý vývoj monokultury. Analýza použitých hnojiv, agrochemické zkoušení půd a výnosy plodin mohou odhalit nedostatky ve výživě a ukázat směr racionálnějšího využití hnojiv a optimální dobu jejich použití.

2. Cíl práce

Hodnocení vlivu agrochemických vlastností půd na výnos řepky ozimé v zemědělském podniku s ohledem na používaný systém hnojení.

- ✓ Předpokládá se, že hnojení N bude mít větší vliv na přírůstek výnosu řepky ozimé na půdách s horšími agrochemickými vlastnostmi půd, než na půdách s vyšší zásobou živin a vyhovující půdní reakcí.
- ✓ Předpokládá se, že při stejné dávce dusíku bude výnos řepky ozimé vyšší na půdách s dobrými agrochemickými vlastnostmi, ve srovnání s půdami, kde bude nízký obsah živin.
- ✓ Předpokládá se větší vliv živin (P, K, Mg) z půdní zásoby na výnos řepky ozimé v letech s příznivým průběhem počasí, než v letech nepříznivých.

3. Literární rešerše

3.1. Biologická charakteristika

3.1.1. Základní charakteristika řepky

Vznikla patrně křížením brukve zelné a brukve řepáku jako tzv. amphiallotetraploid s 38 chromozomy v oblasti středozevního genového centra. Areál pěstování řepky zasahuje do celé oblasti mírného a částečně i subtropických pásů Země. Ozimý typ řepky zahrnuje především oblasti střední a západní Evropy, jižní část Skandinávie a Kanady, severní Kavkaz, západní Ukrajinu, část Běloruska, západ a sever USA (Baranyk et al., 2010).

Listy řepky jsou střídavé, peřenodílné, dolní řapíkaté, střední a horní přisedlé, asi ze 2/3 poloobjímavé. Variabilita lodyhy je značná (asi 125-200 cm, byly vyšlechtěny trpasličí a polotrpasličí odrůdy), hustota větvení je specifickým odrůdovým znakem, novější odrůdy se vyznačují intenzivnějším větvením (větve 2. a 3. řádu). Řepka je fakultativně cizosprašná a stavba květu umožňuje uplatnění heterozního efektu. Plodem je šešule s dvěma chlopněmi a blanitou přepážkou, obsahuje průměrně 15-20 semen. Semeno je červenohnědé až hnědočerné, velikost cca 2 mm, HTS 3,75-6,5 g. Pro klíčení vyžaduje 60 hmotnostních procent vody a optimální teplotu +20 až +25 °C. Tvorba listové růžice je spojena s procesem jarovizace, s fotoperiodickou indukcí a je ovlivněna průběhem teplot, vláhovými poměry a aplikací regulátoru růstu. Růžicový habitus souvisí s tzv. kontrakcí, tj. vtahováním kořenového systému do půdy a je předpokladem dobrého přezimování, stejně jako dostatečná tloušťka kořenového krčku, optimálně 8 až 12 mm (Baranyk et al., 2010).

Tvorba kořenového systému a příznivý poměr mezi nadzemní a podzemní hmotou pozitivně ovlivňují zimovzdornost, odolnost proti suchu, stabilitu porostu a tvorbu výnosu. Hloubka zakořenění se pohybuje od 110 do 175 cm. Přibližně 80 – 90 % kořenové hmoty se nachází v orniční vrstvě a menší část v hlubších od 22 do 45 cm. Obsah živin v kořenové hmotě, resp. zpětný transport živin je u řepky významným činitelem z hlediska bilance příjmu a exportu živin. Dlouhé kořenové vlášení umožňuje prokořenění půdních částí, jsou takto vázány živiny, hlavně dusík a je zabráněno jejich vyplavování a kontaminaci spodních vod. Hnojení rovnoměrným rozmístěním živin v celém orničním profilu působí stimulačně, luxusní zásobením půd dusíkem snižuje intenzitu zakořeňování a přednostně ovlivňuje tvorbu nadzemní hmoty spolu s nadbytkem vláhy (Baranyk et al., 2007). Bezorebná technologie a různé typy minimalizace negativně ovlivňují hloubku zakořeňování.

Ontogeneze ozimé řepky se uskutečňuje ve dvou vegetačních obdobích. V podzimním období se tvoří vegetativní orgány – kořenový systém a listová růžice. Asimiláty se shromažďují v kořenové hmotě a hypokotylu, tyto zásobní látky jsou již na podzim využívány pro tvorbu základu generativních orgánů. Při dlouhé podzimní vegetaci kolem 70 – 90 dní a včasném otevření jara ještě v podmínkách krátkého dne je inhibován dlouhivý růst a intenzivně probíhá diverzifikace květních základů. Je zřejmá souvislost mezi včasným výsevem, dlouhým podzimním vývojem, včasným otevřením jarní vegetace a dobrou realizací výnosového potenciálu (Baranyk et al.,2007).

3.1.2. Agroekologické požadavky

Klimatické podmínky pro pěstování řepky ozimé jsou limitované nadmořskou výškou, ročním úhrnem srážek a sumou teplot. Ideální klimatické podmínky pro pěstování řepky ozimé a její stabilitu jsou přímořské oblasti Atlantického oceánu, Severního nebo Baltského moře a v povodí velkých západoevropských řek Rýna, Seiny a Labe. Čím dále na východ je její pěstování rizikovější vlivem vyzimování, nízké vzdušné vlhkosti a vlivem suchého letního počasí (Baranyk, 2010). Charakteristika uplynulých dvanácti sezón z pohledu pěstování řepky ozimé v ČR tomu odpovídá. Nejvyšší republikové výnosy nad 3 t/ha semene řepky byly dosaženy v letech 2004, 2007, 2009, 2013, 2014. Tyto roky byly zaznamenány většinou s dlouhou podzimní vegetační dobou, mírnou zimou, bohatými srážkami a nižšími teplotami v době kvetení. V roce 2014 byla zaznamenána rekordní doba kvetení (Baranyk et Zehnálek, 2015).

Vhodné půdy pro řepku jsou hluboké činné půdy v dobrém strukturním stavu, s vysokou vodní kapacitou, neutrální až slabě alkalické reakce. Na kyselějších půdách a na půdách s nižší půdní úrodností je podmínkou vysoké intenzity výroby zlepšení poměru vody a vzduchu v půdě, úprava půdní reakce a obohacení půd organickým substrátem. Produkce velkého množství biomasy kořenů i nadzemní hmoty spolu se zpětným transportem živin na konci vegetační doby je sama řepka významným činitelem při zlepšování půdní úrodnosti. Na půdách lehčích, písčítých je tvorba výnosu závislá na množství a rozdělení srážek v průběhu vegetace. Na těžších půdách trpí řepka často nedostatkem vláhy vlivem jejich horší zpracovatelnosti v období zakládání porostů. Nevhodné půdy jsou extrémně těžké, zamokřené nebo extrémně lehké, písčité, oglejené půdy s vysokou hladinou podzemní vody. Řepce vyhovují stanoviště s ročním průměrem teplot 7-9 °C a srážek 450 až 700 mm a nadmořská výška do 650 m. S ohledem na mohutný kořenový systém je řepka rostlinou relativně

suchovzdornou. Citlivá je na nedostatek vody v období od zasetí, tj. od srpna do listopadu. Optimální srpnové srážky jsou 70-80 mm, v průběhu podzimu 50-80 mm, zimní období do 110 mm při poklesu teplot vzduchu pod 5°C (Baranyk et al., 2010).

3.1.3. Agrotechnika

Vysoká předplodinová hodnota řepky ozimé je výsledkem celoročního vlivu porostu s vysokou pokryvností listoví a hlubokým, rozvětveným kořenem na fyzikální vlastnosti půdy v celém orničním profilu, návratnost živin ve formě dobře rozložitelných sklizňových zbytků. Je vhodnou plodinou do intenzivních obilnářských osevních postupů, kde přerušuje a napravuje nepříznivé vlivy vznikající pěstováním obilnin (zvýšený tlak chorob, zhoršení fyzikálních a chemických vlastností půdy, nekvalitní organické zbytky). Redukované zpracování půdy před setím řepky ozimé, ji vystavuje zvýšenému tlaku výdrolu, riziku přenosu houbových chorob a nedostatečně omezuje životní cykly škůdců. Častá vláhová nejistota na přelomu srpna a září zapříčiňuje špatné vzcházení a pomalý počáteční růst, který na podzim není řepka schopna kompenzovat kvůli nižším teplotám (Baranyk et al., 2007). Zařazení řepky v osevním postupu jako přerušovač obilních sledů uvádějí i Rathke et al. (2005). Pokusy různých variant technologie pěstování řepky ozimé v roce 2014/2015 na Červeném Újezdě ukázaly na vyšší výnos semen při „strip – páskové hloubkové kypření“ výsevu do podmínky kombinovaný s vyšším výsevkem. Rozdíl byl ve větším počtu šešulí na jedné rostlině (Cihlář et al., 2015). Pásové zpracování půdy při setí se současným uložením hnojiva do hloubky 10 až 15 cm vykazuje značný vliv na produkci semene řepky. Hloubka uložení hnojiva do 10 cm až 15 cm pozitivně ovlivnila výnos semene řepky v běžném roce, v suché sezóně byl výnosový rozdíl ještě vyšší (Su et al., 2015). Vliv pórovitosti půdy na výnos semene je odlišný podle způsobu zpracování půdy. Nejvyšší výnos semene řepky v konvenční technologii byl zaznamenán při pórovitosti 42 %, minimalizační technologii při pórovitosti půdy nad 43,5 % a bezorebné technologii nad 41 % (Žák, 2015). Poloprovozní pokusy založené v roce 2012 a 2013 na pozemcích Agra Řisuty, s.r.o., na Slánsku s různou šířkou řádků při zakládání porostů řepky ozimé ukázaly, že širší řádky než standartních 12,5 cm nemají prokazatelný pozitivní vliv na výnos semene řepky. Je třeba počítat s vyšším zaplevelením a na svažitých pozemcích i s nebezpečím vodní eroze (Krček et al., 2015). Z polních pokusů na písčitéch půdách v suchém regionu středního Německa z let 1995 – 2000 byl zjištěn menší vliv zařazení řepky ozimé v osevním postupu (ječmen ozimý, řepka ozimá, pšenice ozimá, hrách, řepka ozimá, pšenice ozimá) v porovnání s množstvím aplikovaného N

hnojiva k ozimé řepce. Nejvyšších výnosů od 4,79 do 4,90 t/ha semen řepky bylo zaznamenáno při dávce 240 kg N/ha (Rathke, 2005).

3.1.4. Výživa a hnojení ozimé řepky

Odběrový normativ živin na výnos 1 t semene řepky a odpovídající množství slámy je následující 52-59 kg N, 11-18 kg P, 40-50 kg K, 30-38 kg Ca, 4-6 kg Mg, 12-16 kg S, 140-170 g Fe, 60-80 g Zn, 60-100 g Mn, 18-25g Cu, 2-6 g Mo, 75-110 g B (Vaněk et al.,2007). Tímto odběrem se řadí mezi velmi náročné plodiny. Dynamika odběru živin je dána jejím intenzivním růstem brzy na jaře a pokračuje až do období květu. Příjem dusíku a draslíku je nejintenzivnější v období dlouhivého růstu, butonizace a kvetení. V době tvorby šesulí a zrání je příjem obou živin již malý a rostlina redistribuuje živiny z listů a stonků do šesulí a semen. Příjem fosforu, hořčíku a síry je rovnoměrný a vrcholí po odkvětu. Je zřejmé, že řepka přijme velké množství živin v období asi osmi týdnů. Je nutné, aby potřebné živiny měla v této době k dispozici (Vaněk et al., 2007). Většina živin spotřebovaných pro růst a vývoj rostliny je přijata prostřednictvím kořenů, jen malá část se dostává do rostliny nadzemními zelenými částmi, tj. především listy. Vliv aplikací listových přípravků (Carbon Ca-Si, Fumag 6NK SB) byl zaznamenán pozitivní spíše na olejnatost semen než na výnos semene řepky (Hřivna, 2015).

Hnojení statkovými hnojivy je vhodné k předplodině. Slamnatý, nevyzrálý, špatně skladovaný hnůj by k řepce neměl být používán vůbec. Dávka hnoje přímo k řepce ozimé činí 20-30 t/ha. Kejdu je možné aplikovat na strniště obilní předplodiny, i na drcenou slámu a okamžitě zapravit. Dávka kejdy skotu by neměla přesáhnout 35 t/ha, u kejdy prasat 30 t/ha a u kejdy drůbeže 15 t/ha. Je nožné aplikovat kejdu i na podzim ve fázi 4. - 6. pravého listu, max. 8-10 t/ha, na jaře v dávkách do 20 t/ha (Baranyk et al., 2010). Podzimní aplikace kejdy, jak uvádí Sieling (1998), je méně efektivní (využití jen 5 % N) v porovnání s jarní aplikací, kdy využitelnost dusíku řepkou je procentuálně 5x vyšší.

Hnojení N před setím v dávce 20-40 kg/ha v minerálních hnojivech se neprovádí jen v případech, kdy bylo použito organické hnojení přímo k řepce, je předplodinou víceletá pícnina nebo na úrodných stanovištích, zejména při orebním zpracování půdy. Při zapravení slámy z předchozí obilniny je nutno použít vyrovnávací dávku poměru C:N. Na 1 slámy je potřeba cca 4-6 kg N v minerálních hnojivech. Kritériem pro určení dávky N v podzimním období je způsob zpracování půdy. Při orbě se v důsledku intenzivnější mineralizace organických látek

v půdě zpřístupní o 20-40 kg N na hektar více než při minimalizačních technologiích, podmínkou je však dostatečná vlhkost půdy. U minimalizačních technologií se doporučuje plošná předset'ová aplikace N, případně hnojení „pod patu“ nebo přihnojení v průběhu podzimu. Doporučená hnojiva Amofos, NP roztok, ledek amonný s vápencem, dusičnan amonný, síran amonný, DAM, močovina, DASA (Baranyk et al., 2010). Hnojení N pod patu na orbě a strip setí (pásové zpracování půdy) spíše odpovídá za bujnější nadzemní růst a větší počet vzešlých rostlin, posílení kořenového systému nebylo prokazatelné (Cihlár et al., 2015).

Hnojení v průběhu podzimní vegetace je vhodné na slabé porosty na konci září a počátkem října v dávce 20-40 kg N/ha (LAV, LV, DASA, SAM, DAM), jestliže nebylo hnojeno před setím. U bezorebných technologií se zapravením slámy v kombinaci s pozdním vzházením lze použít hnojivo Urea^{Stabil} v dávce 30-40 kg/ha. Ideální je aplikace před deštěm, kdy se nerozložené molekuly močoviny dostávají ke kořenům a v důsledku vysoké aktivity ureázy se přeměňují na amonnou formu N, ta je velmi dobře přijímána kořeny i půdními mikroorganismy při rozkladu slámy (Baranyk et al., 2010).

Jarní hnojení N je rozhodující pro výnos, uplatňuje se systém dělených dávek v závislosti na dosaženém výnosu, předplodině, organickém hnojení a půdně-klimatických podmínkách. Druhou dávku hnojení aplikujeme 14 dní po 1. hnojení. Celková dávka v minerálních hnojivech je 120-200 kg N/ha. Doplnit bychom měli jen rozdíl mezi celkovou spotřebou rostlin a množstvím, které poskytuje půda. Při stanovení dávky se vychází z půdně-klimatických charakteristik stanoviště, obsahu N_{min} v půdě, biologické kontroly stavu porostu po zimě a ze znalostí biologie pěstované odrůdy. Řepka vyžaduje včasnou aplikaci regenerační dávky dusíku, jedním z důvodů je regenerace kořenového systému při teplotě +2 °C. Vhodná hnojiva jsou ledek vápenatý 20-25 kg/ha, ledek amonný s vápencem, močovina v pevné formě. Ztráty dusíku lze odstranit použitím hnojiva s inhibitorem ureázy – Urea^{Stabil}, lze zvolit i vyšší dávku N bez nebezpečí ztrát volatilizací, vyplavením a poškození rostlin. Vhodné je i použití hnojiv se sírou (Baranyk et al., 2010). Při časném otevření jara je vhodnější použít hnojiva s převahou amonného nebo amidického dusíku: DASA, granulovaný síran amonný, Sulfammo, močovina a její stabilizované formy (Alzon, UREA^{stabil}). Pokud se jaro otevře později, volíme rychle působící hnojiva: ledky (LAV, LAD, LV). Ale ledky v sobě mají riziko, že nitrátový dusík rostliny „nabudí“ a v případě návratu zimy hrozí riziko pomrznutí (Bečka et al., 2016). Také dále uvádí, že přesnými pokusy v roce 2011 na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě byl zjištěn pozitivní vliv prvního jarního hnojení

v ranějším termínu 2.3.2011 než později 15.3.2011 při shodné dávce N. Výnos semene řepky ozimé byl vyšší o 0,5 t/ha. Další autor uvádí, že se zvyšujícím se suchem nestojí v popředí zájmu tak významně forma dusíku, ale spíše jeho včasná aplikace na jaře. Rostliny dobře zásobené živinami, hladně draslíkem lépe hospodaří s vodou a lépe se přizpůsobí klimatickým změnám (Ducsay, 2015). K regeneračnímu přihnojení používáme zásadně tuhá hnojiva. Předjedeme tak popálení vegetačního vrcholu, nejvhodnější jsou hnojiva s obsahem nitrátového dusíku (DA, LAV, LAD, DASA), je přijímán rostlinou již při teplotě 5 °C a nitrátový iont v půdě je značně pohyblivý. Samotná amonná forma dusíku (např. síran amonný) není vhodná. Je přijímána při teplotách již pod 5 °C, ale musí být rostlinou velmi rychle zabudována, protože větší množství jsou pro rostlinu toxická. Navíc je amonný iont významně sorbován půdou a může zůstat navázaný ve svrchních vrstvách půdy a stát se tak pro rostlinu dočasně nedostupný. Do regeneračního hnojení dnes patří i síra, řepka spotřebuje až 80 kg/ha této živiny, proto je dobré při rozboru půdy na obsah N_{min} stanovit i obsah vodorozpustné síry. Klesne-li obsah S_{vod} během zimy pod 20 mg/kg je nutno síru do půdy dodat (DASA, granulovaný SA, Ensin, Entec s inhibitory nitrifikace)(Doležal et Ryant, 2014). Jak uvádějí Černý et al. (2016) při rozhodování o typu hnojiv pro jarní přihnojení musíme zohlednit půdní druh na pozemku, obsah vody v půdě a aktuální vývoj počasí (předpověď srážek), stav porostu před hnojením (případně vývoji během zimy), včetně rozložení kořenů, hloubky zakořenění a teplotě půdy. Dále uvádějí, že vysoké výnosy v letech 2013,2014 nad 4 t/ha v ČR je z velké části přičítáno příznivým podmínkám průběhu počasí, ale významný vliv zde sehrálo dobré využití živin rostlinami a to zejména právě dusíku.

Hnojení ve fázi dlouhivého růstu je přibližně za dva až tři týdny po druhém jarním regeneračním hnojení. Dávka se pohybuje od 50 do 80 kg N/ha. Záleží na stavu porostu, silně s hustotou 30-40 rostlin na m^2 hnojíme vyššími dávkami dusíku (cca o 20 kg N/ha více). Je vhodné požití hnojiv se sírou, pokud do této doby nebyla aplikována. Ve fázi žlutých pupat je opodstatněná dávka N jen na lehčích půdách v sušších oblastech v dávce 20-40 kg N/ha. (Baranyk et al., 2010).

Hnojení sírou je obdobné jako hnojení dusíkem. Základní hnojení cca 20 kg S/ha (síran amonný, DASA, Kieserit). Nejvhodnější je požití síry v jarním období, kdy využití S z hnojiva je nejvyšší a také deficit síry v půdě je nejzřetelnější. Neúměrně vysoká intenzita hnojení dusíkem a sírou snižuje obsah oleje v semenech. Potřebu hnojení sírou lze stanovit na základě jejího obsahu v rostlinách (Baranyk et al., 2010). Pro zefektivnění příjmu na

vápenatých půdách je optimální hnojit správnou dávkou S, příjem živin rostlinou byl nižší při vyšších dávkách S a/nebo N (Fismes et al., 2000).

Hnojení bórem ve fázi dlouhivého růstu až počátku kvetení lze aplikovat postřikem na list. Při použití smáčedla se dávka bóru pohybuje v rozmezí maximálně 150-230 g B/ha, celková dávka za vegetaci činí 400-500 g B/ha. Na půdách s vysokým deficitem bóru je možné provést aplikaci mimokořenové výživy již v období měsíce října (Baranyk et al., 2010). Pro hnojení do půdy před náročnější plodiny jako je řepka lze využít Borax, kyselinu boritou, boritan vápenatý, Solubor. Při aplikaci vyšších dávek než 4 kg B/ha bylo prokázáno snížení výnosu i olejnatosti řepky (Černý et al., 2015a).

3.1.5. Tvorba výnosu

Hlavními výnosotvornými prvky jsou hmotnost tisíce semen (HTS), počet šesulí na 1 m² a počet šesulí na jednu rostlinu. Úroveň těchto prvků je podmíněna genotypem odrůdy, často však překrytým v důsledku ovlivnění ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou. Hustota porostu – počet rostlin na 1 m² – určuje konkurenční vztahy a autoregulační schopnost jednotlivých výnosotvorných prvků. Jednou z podstatných příčin redukce rostlin na podzim jsou nedostatečné srážky. Mezerovitost podmíněna klimatickými faktory se projevuje zvláště v období zakládání porostů a není možné ji eliminovat zvýšením výsevku, ani vyšší intenzitou hnojení. Optimální počet rostlin v období sklizně se pohybuje v rozmezí 30-80 jedinců na 1 m² a je předmětem projektování tvorby výnosu. Počty semen v šesuli jsou v negativním vztahu k utváření HTS. Šesule na vedlejších větvích obsahují méně semen než šesule vytvořené ve vrcholovém květenství (Baranyk et al., 2010). Stresové podmínky sucha v jarním období lze zmírnit zvýšením výsevku z 50 na 80 semen/m² společně s podzimní aplikací cca 46 kg/ha N na přelomu října a listopadu, struktura porostu se zlepšila a výnos narostl o 5,5 % (Cihlář et al., 2015). Během rané reprodukční fáze teplota, dopadající záření a stres ze sucha a interakce mezi těmito proměnnými určovaly strukturu výnosu. Nepříznivé podmínky (déle trvající vysoké teploty, sucho) mohou vést k nízké kapacitě mít uložení asimilátů, která nemusí být nezbytně limitující pro výnos semene díky kompenzačnímu efektu HTS a počtu semen na m². Během vývoje semen pouze teplota měla významný vliv na výnos. Ovlivňuje dobu a míru asimilace a tím i asimilační dostupnost pro plnění semen. Výnosový potenciál může být určen do konce doby kvetení, ale povětrnostní podmínky v následných růstových fázích rozhodnou, zda bude výnosový potenciál realizován či nikoliv (Weymann et al., 2015). Ukazuje se, že nemalý vliv na výnos semene má stav růstu

hlavního kořene, který je z hlediska obnovení jarní vegetace zásobníkem sacharidů. Roli hraje i volba odrůdy s větším kořenovým systémem – respektive se zlepšeným poměrem kořeny/nadzemní část ve prospěch kořenů (tedy často nižší typy odrůd). Pokusy ukázaly, že délka zimy a vlastnosti hlavního kořene byly ve většině měřených ročníků důležitější než vliv průběhu počasí na jaře a počátku léta. Ještě několik dní po ukončení vegetace nad zemí mohou dorůstat i kořeny, a to ne každá odrůda umí, když její porost před zimou podle nadzemního habitu a počtu rostlin působí jako kvalitně založený (Bláha et al., 2014). Také experimenty na malých plochách v Polsku v letech 2007 – 2008 ukázaly, že hůře přezimující odrůdy řepky nevykázaly tak vysoký výnos semen i oleje než odrůdy lépe přezimující (Novickiene et al., 2010).

3.2. Živiny v půdě

3.2.1. Ionty v půdním roztoku

Hlavní příjem živin rostlinami se děje kořeny ve formě iontů z půdního roztoku. Příjem kořeny je podmíněn přítomností vody a v ní přítomných kationtů (K^+ , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) a aniontů (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$). Ty se dostávají do půdního roztoku ze sorpčního komplexu, kde jsou poutány v krystalické mřížce jílových minerálů nebo v pevných organických látkách a v těžko rozpustných solích. Ionty v půdním roztoku udržují rovnováhu s ionty poutanými pevnou půdní složkou, proto při jejich odběru rostlinami je jejich množství v roztoku vyrovnáváno. Nemá-li však půda dostatečné množství živin schopných doplňovat půdní roztok (není-li půda dosycena živinami v přístupné formě), snižuje se zdroj výživy rostlin z půdního roztoku (Baier et Baierová, 1985).

3.2.2. Dusík

Převážná část dusíku v půdě (až 95%) je vázána v nepřístupné formě v organických sloučeninách – živočišné a rostlinné zbytky. Jeho zpřístupnění se děje v procesu mineralizace. Z hlediska přijatelnosti rostlinami se ukazuje jako nejsnáze uvolnitelná část vázaná na aminocukry a dále uvolněná ve formě NH_3 během hydrolyzy. Předpokládá se, že do hydrolyzovaného podílu vstupuje dusík z hnojiv, který byl imobilizován mikroorganismy, a dále dusík z posklizňových zbytků (Vaněk et al., 2012). Množství minerálního dusíku v orniční vrstvě může dosahovat 5-10 % z celkového množství N. Jeho obsah se během

vegetace mění v závislosti na hnojení, obsahu primární organické hmoty v půdě, hydrometrických podmínkách i na odběru rostlinami. Poměrně velká část minerálního N v půdách je ve formě kationtu NH_4^+ fixována v jílových minerálech. Je označován NH_4^+ a na výživě rostlin se významně nepodílí (Vaněk et al., 2012). Dusík v půdě je velmi pohyblivý a podléhá četným změnám. Rychlost proměn je závislá na půdním druhu a typu, hydrotermických podmínkách, pH půdy, půdním vzduchu, množstvím mikroorganismů v půdě a dalších faktorech. Jednou z těchto proměn je nitrifikace. Amonný dusík je postupně oxidován autotrofními mikroorganismy až na N-NO_3^- . Tento proces je citlivý na vnější podmínky. Optimální teplotní podmínky jsou 25-30°C, dostatek vzduchu a vody v půdě a pH > 5,5. Nitráty jsou i redukovány na oxidy dusíku až N_2 , který uniká do vzduchu. Jde tedy o ztráty. K dalším ztrátám pak dochází proplavením do spodních vrstev ornice. Je tedy žádoucí tyto ztráty omezit účelným využíváním dusíkatých hnojiv během vegetace. Nemale množství dusíku se ze vzduchu do půdy dostává poutáním hlízkovými bakteriemi žijícími na kořenech bobovitých rostlin. Z tohoto důvodu je žádoucí zařazovat do osevních postupů tyto rostliny. Jak uvádí Baier et Baierová (1985), dobré porosty jetele lučního a vojtěšky mohou poutat 100-400 kg N.ha⁻¹. Výzkum interakce hnojiv N, P, K na rostliny (mrkev, červená řepa, francouzská fazole, hlávkové zelí letní) při různé úrovni hnojení ukázal, že nitrátová hnojiva ovlivňovala koncentraci draslíku v půdním roztoku, ne však podle zákona minima. Při nízkých hodnotách N hnojiv a různých dávkách K hnojiv se nezvýšil příjem draslíku rostlinou. Silná vazba byla mezi fosforem a draslíkem, fosforečné hnojivo snižovalo obsah draslíku v rostlině (Zhang et al., 2007). U dlouhodobých pokusů s hnojením N, P, K na výnos plodin (ozimé a jarní obilniny, brambory, cukrová řepa, kukuřice na siláž) v Halle v Německu byly zjištěny při absenci hnojení N produkce plodin až o 48 % nižší, u absence K hnojení až o 18 % a u absence P hnojení až o 7 % nižší výnosy plodin (Merbach et al., 2013).

3.2.3. Fosfor

V půdě se vyskytuje vázaný ve sloučeninách, jejichž vazby jsou velmi pevné. K uvolňování do jeho přístupných forem přijatelných pro rostliny dochází za určitých podmínek a je rozdílné podle formy vazby. Celkové množství P v půdě je uváděno od 0,01-0,15 %, sloučeniny, které ho obsahují, jsou kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4) a difosforečné ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$). Jsou zdrojem pro výživu rostlin, ale i půdních mikroorganismů, jež mohou být do určité míry konkurenty ve spotřebě P. Má dvě formy, ve kterých se vyskytuje – minerální a organickou. Primárními fosforečnými minerály jsou apatity, tj. horniny –

chlorapatit, fluorapatit, hydroxylapatit. Sekundární fosforečnany jsou vápenaté soli, které vznikají v půdách při chemických reakcích nebo uvolňováním kyseliny fosforečné. Chemické reakce mohou vést až ke vzniku apatitů, v neutrální prostředí je to tzv. oktokalciumfosfát $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CaHPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ a v kyselých půdách variscit $\text{Al}(\text{OH}_2)\text{H}_2\text{PO}_4$, strengit $\text{Fe}(\text{OH}_2)\text{H}_2\text{PO}_4$. Jak uvádějí Vaněk et al. (2012) minerální vápenaté sloučeniny P mohou za příznivých podmínek postupně uvolňovat P do půdního roztoku, a tím zajistit výživu rostlin. Sloučeniny s Al a Fe mají naopak velmi malou rozpustnost. Chemická sorpce fosforu v půdách probíhá velmi rychle, zvláště s Al a Fe. Proces je doprovázen srážení rozpustných fosforečnanů přes řadu nestabilních sloučenin ve formě koloidních hydratovaných částic, které jsou pro rostliny ještě přijatelné, po jejich dehydrataci postupně krystalizují a tím se ztrácí jejich přijatelnost. Organické formy fosforu jsou stěžejní složkou v přístupnosti pro rostliny. Podíl tohoto P v půdě je uváděn okolo 30 – 50 % z celkového obsahu P v půdě. Tvoří ho fytyl, fosfolipidy, nukleové kyseliny, nukleoproteidy a fosforylované lipidy. Do půdy se dostávají z organických látek ať už ve formě posklizňových zbytků či organického hnojení. Část P je vázána v mikroorganismech, po jejich odumření je v procesech mineralizace tento P uvolněn a zpřístupněn rostlinám.

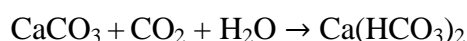
3.2.4. Draslík

Většina půd obsahuje 0,5 – 3,2 % celkového draslíku. Pro rostliny je významný K uložený v anorganických sloučeninách, jen zanedbatelné množství je v organickém materiálu. Draslík se vyskytuje v primárních a sekundárních křemičitanech a rozděluje se na 3 formy – nevýměnný, výměnný a vodorozpustný. Nevýměnný draslík je v minerálech – živce, slídy. Jejich zvětváváním dochází postupně k uvolňování K a vzniku sekundárních jílových minerálů, kde je K poután v krystalické mřížce, z té je za vhodných podmínek uvolňován a přechází do výměnné formy. Půdy průměrně obsahují asi 40 % K v živcích, 25 % ve slídách a 28 % v jílové frakci (Vaněk et al., 2012). Velmi významně se na obsahu K podílí půdní koloidy, které svojí vrstevnatou strukturou a vysokou sorpční schopností ovlivňují jeho obsah v půdě. Při nízkém obsahu vody v půdě je K fixován v mezivrstvách jílových minerálů a tato jeho forma není vyměnitelná, opačná situace nastává při zvýšení obsahu vody v půdě a K je z těchto vazeb uvolňován, může dojít postupně až k jeho ztrátám proplavením, záleží na půdním typu. Výměnný K je kationt K^+ , je vázán na půdní sorpční komplex a může dojít k jeho výměně za jiný. Nejvíce je sorbován montmorillonitem a illitem, tento výměnný K se nejméně významněji podílí na výživě rostlin, jeho množství v půdě se mění v závislosti na odběru

K rostlinami, klimatickými podmínkami a hnojením. Jeho obsah v půdě je ukazatelem schopnosti půdy zásobovat touto živinou rostliny. Poslední formou je vodorozpustný K, ten se nachází v půdním roztoku, z něho je přijímán rostlinami ve formě iontů. Mezi všemi třemi formami K je v půdě udržována dynamická rovnováha. Ke snižování obsahu draslíku v půdě dochází při odběru rostlinami, tato ztráta je kompenzována aplikací hnojiv. Jak uvádí Kulhánek et al. (2014) zastoupení draslíku by mělo být v sorpčním komplexu přibližně třikrát menší než u Mg. Pokud je poměr těchto prvků vypočtený v hmotnostním množství (ppm), činí optimální hodnota K : Mg okolo 1,5 : 1 nejvýše 2 : 1.

3.2.5. Vápník

Celkový obsah Ca v půdách má poměrně velké rozpětí od 0,15 % do 10 %, je to dáno fyzikálně-chemickými a biologickými procesy v půdě. Většina je ho v těžko rozpustných formách v podobě uhličitanů, křemičitanů, hlinitokřemičitanů a síranů. Vápence a dolomity, které Ca obsahují jej uvolňují do půdy chemickou reakcí, při níž vzniká hydrogenuhličitan.



Ten je dobře rozpustný ve vodě, vzniká tím přístupná forma pro rostliny a může se pohybovat v půdním profilu. Přítomnost vápence a hydrogenuhličitanu vápenatého v půdě zajišťuje stabilitu neutrální reakce a vysokou schopnost odolávat výkyvům pH (pufrovitost) (Vaněk et al., 2012). Vápník je také jedním z kationtů vázaných na půdní koloidy výměnou sorpcí, jeho nasycenost by měla dosahovat hodnoty 70 – 80 % sorpční kapacity, podílí se na optimálním příjmu všech kationtů rostlinami a tím k vyrovnané výživě. Ztráty v půdě jsou jednak dány odběrem pěstovaných plodin, hygrotermickými podmínkami a půdní úrodností. Jak uvádí Černý et al. (2013) podíl výměnného Ca v sorpčním komplexu by měl být na úrovni 65 – 80 % kationové výměnné kapacity (KVK). Toto zastoupení vápníku je nutné především pro udržení půdní struktury. Ve srovnání s dalšími kationty, které jsou více zastoupeny v sorpčním komplexu, je vápník mnohem pevněji poután a zvyšuje stabilitu půdních agregátů. Dále Černý et al. (2013) uvádějí optimální zastoupení kationtů v sorpčním komplexu zemědělských půd takto: Mg²⁺ 10 – 15 %, K⁺ 1 – 5 %, Na⁺ 0 – 1 %, Al³⁺ < 5 % KVK.

Vápnění ovlivňuje chemické, fyzikálně-chemické a biologické procesy v půdě. Eliminuje škodlivé působení H⁺ a Al⁺ iontů, zlepšuje pórovitost půd, příznivě působí na aktivitu mikroorganismů, mineralizaci a tím i na předpoklady pro růst kořenů a celkově lepší podmínky pro rostliny (Baranyk et al., 2007). Potřeba vápníku u řepky je vysoká (120 – 180

kg Ca/ha), větší vliv je popisován u orebních systémů zpracování půd ve srovnání s minimalizačními technologiemi a přímé vápnění vykazuje většinou nejvyšší účinnost na výnose semene, především na kyselých půdách (Černý et al., 2015c).

3.2.6. Hořčík

Půdy obsahují asi 0,4 – 0,6 % hořčíku, ten je z větší části uložen v matečných horninách, kde je pevně poután a pro rostliny je v této formě nepřístupný. Podílí se však na zásobenosti půd a do přijatelných forem se dostává v procesu zvětrávání. Vysoký obsah vykazují minerály serpentín (hadec) a olivín, a proto mají půdy s jejich výskytem vysoký obsah Mg (Vaněk et al., 2012). Dále se vyskytuje v uhličitanových sloučeninách jako je magnezit a dolomit, v půdě je přítomen i ve formě solí – síranů, fosforečnanů, chloridů, dusičnanů. Tyto soli jsou dobře rozpustné ve vodě a tím se stávají hlavní dostupnou formou pro kořenový systém obilnin. Podobně jako u draslíku funguje i zde dynamická rovnováha mezi výměnným a vodorozpustným hořčíkem, takže pokud je dostatečné množství kationtů Mg^+ vázáno na půdní koloidy, je hořčíkem dostatečně zásobován půdní roztok. Z dlouhodobého hlediska dochází ke ztrátám Mg z půdy odčerpáním rostlinami a částečně proplavením do spodních horizontů, kam už kořenový systém obilnin nesáhá, proto je žádoucí doplňovat Mg minerálními hnojivy.

3.2.7. Síra

Obsah síry v půdě je 50 – 500 mg S/kg, což ukazuje na vysokou variabilitu u různých půd. Až 98 % síry je v organických sloučeninách, vázána v oxidované nebo redukované formě. S je uvolňována ve složitém procesu mineralizace s přispěním enzymu sulfatázy na SO_4^{2-} , takto je uvolňována z esterů s lipidy, polysacharidů, glukosinolatů. Síra obsažená v metioninu a cysteinu se uvolňuje rozložením na jednodušší látky – aminokyseliny, dojde k oštěpení sulfanu H_2S a jeho postupná oxidace vytvoří síran. Další síra je vázána v mikroorganismech, jen malá část, ale je nejrychleji zpřístupněna rostlinám. Významným zdrojem S jsou kořeny rostlin a posklizňové zbytky. Síra obsažená v ovzduší dříve zajišťovala bohatý zdroj, dostávala se do ovzdušní emisemi ze spalování fosilních paliv, dopravy a průmyslu. Vzhledem k životnímu prostředí jsou dnes emise limitovány a omezeny. Ve většině oblastí u nás je již obsah S z ovzduší pod 10 kg S/ha/rok, a proto musí být věnována pozornost dodání síry do půdy ve formě hnojiv (Vaněk et al., 2012). Při nedostatku síry v půdním roztoku se jeho deficit projeví u obilnin nízkým obsahem bílkovin v zrna.

Nedostatek síry snižuje využitelnost dusíku rostlinami. V poloprovozních polních pokusech ve výživě řepky ozimé sírou v Mojmírovicích, byl zaznamenán velký vliv dávek na výnos a olejnatost semene řepky. Statisticky neprůkazný byl vliv na výnos semene, průkazný byl pozitivní vliv na obsah oleje v semeni řepky (Varényiová, 2015).

3.2.8. Mangan, měď.

Mangan, měď a bór patří mezi mikroelementy, jež jsou v rostlinách obsaženy v setinových hodnotách, proto náročnost na jejich čerpání rostlinami je malá. Měď se nachází v mřížce minerálů a v nerozpustných solích ve vazbách s fosforečnany, uhličitany a sulfidy. Cu je velmi málo pohyblivá, v pevných vazbách, obtížně uvolnitelná oproti jiným kationtům a její zpřístupnění závisí na pH půdy podobně jako u Fe. Mn je v půdě jako kationt dvoj-, troj- a čtyřmocný, pro rostliny je přístupný jen Mn^{2+} vodorozpustný. Ostatní vícemocné sloučeniny Mn jsou vázány na půdní sorpční komplex. V půdě tak existuje cyklus přeměn Mn ($Mn^{2+} \leftrightarrow Mn^{3+} \leftrightarrow Mn^{4+}$), do kterého zasahují i některé sloučeniny v půdě (např. H_2S - sulfan) a kromě mikroorganismů i sami rostliny kořenovými sekrety. Kořenové sekreci je přičítána velká úloha v zajištění rozpustnosti sloučenin Mn v půdě (Vaněk et al., 2012). Dostupnost mikroprvků pro rostliny ovlivňuje koncentrace organické hmoty v půdě (Li et al., 2007).

3.2.9. Bór.

Obsah bóru v půdě závisí na minerálech, které půda obsahuje – hlavně jako součást křemičitanů. V procesu zvětrávání je postupně uvolňován a zpřístupněn rostlinám v podobě kyseliny borité $B(OH)_3$ nebo boritanů rozpustných ve vodě, díky tomu je snadno pohyblivý a může být i vyplavován. To se děje na půdách s nízkým pH, při jeho zvýšení tvoří bór sloučeniny a je zneprístupněn (Vaněk et al., 2012). Celkový obsah bóru v půdách je v širokém rozmezí od 20 do 200 mg B/kg, potenciálně přístupný podíl většinou tvoří jen 5-10 %. Bór je mezi rostlinnými živinami jediným prvkem, který je přijímán ve formě elektroneutrální molekuly, ne jako iont. Přísun ke kořenům probíhá hmotovým tokem půdního roztoku, v rostlině je distribuce řízena transpiračním tokem v xylému a je relativně málo pohyblivý. Pokusy jasně dokazují, že aplikace listových hnojiv s B příznivě působí na zvýšení výnosu i kvality, snižují poškození rostlin během vegetace. U řepky je uváděna potřeba 200-400 g B/ha, z toho čtvrtina je následně odvezena v semenech, zbytek zůstává v posklizňových zbytcích. U bóru byla zjištěna synergická interakce vyšší efektivity využití dusíku a vliv na příjem draslíku. Na půdách s jeho předpokládaným nedostatkem nebo nižší přijatelností

bychom měli věnovat zvýšenou pozornost hnojení B, zvláště při vyšší intenzitě hnojení N a K. Antagonistický vliv je uváděn u zinku a vápníku, příjem B rostlinami je nižší (Černý et al., 2015a). V polních pokusech v Mojmírovicích byl zjištěn nejvyšší výnos semene řepky při aplikaci bóru v dělené dávce, použita byla i hnojiva dusíkatá a s obsahem síry (Varényiová et al., 2015).

3.3. Půda a pH

3.3.1. Půdní reakce

Hodnota pH půd má podstatný význam pro chemické reakce v půdách, výše její hodnoty umožňuje rozpustnost živin a jejich zpřístupnění pro rostliny z pevných vazeb. Různé prvky obsažené ve sloučeninách se uvolní do půdní vody při různé hodnotě pH. Jak uvádějí Kulhánek et al. (2013), většina sloučenin síry a dusíku (s výjimkou síranu vápenatého) je rozpustných při jakémkoli pH a mohou být při zvýšených koncentracích v půdním roztoku vyplavovány. Pro nejlepší přístupnost fosforu je obvykle vyhovující rozmezí hodnot pH_{KCl} mezi 6,5 – 7,5. Draslík je přístupný v širokém rozmezí hodnot pH. V promyvných půdách klesá jeho obsah vyplavením. Zvyšováním pH půdy vápněním zpravidla vede k vytěsňování draslíku ze sorpčního komplexu. Vápník a hořčík jsou přístupné v rozmezí hodnot pH 7 – 8. Při vyšších hodnotách dochází k zasolení půd, k tomuto jevu může dojít v aridních oblastech s nedostatkem půdní vody.

3.3.2. Vliv pH na sorpci živin

Chemická sorpce závisí na přítomnosti iontů v půdním roztoku a v sorpčním komplexu. Je značně závislá na pH půdy. V kyselém prostředí se zvyšuje rozpustnost sloučenin Fe, Al a dalších kovů, které mohou s anionty vytvářet nerozpustné sloučeniny (Vaněk, 2012). Dochází k silné sorpci fosforu a tím dlouhodobému znepřístupnění této živiny. U výměnné sorpce pH ovlivňuje kapacitu KVK, v kyselém prostředí jsou více sorbovány anionty. Snižuje se podíl Ca^{2+} a Mg^{2+} , zvyšuje se podíl H^+ a Al^{3+} . Vaněk et al. (2012) uvádějí že, nižší zastoupení dvojmocných kationtů v sorpčním komplexu má za následek snadnější rozplavování koloidů, které vede k nestabilitě strukturních částic půdy a k pohybu a často i destrukci koloidních částic. Na povrchu půdy se snadněji tvoří škraloup a nastávají problémy se vzcházejivostí, počátečním růstem a zdravotním stavem, hlavně mladých rostlinek. Je narušena rovněž výměna vzduchu, a tím i chemické a biologické procesy, které vyžadují dostatek kyslíku, ale také pronikání vody do půdy.

3.3.3. Vztah mezi pH a příjmem živin rostlinami

Jak již bylo uvedeno, příjem živin závisí na jejich rozpustnosti a to ovlivňuje hodnota pH. Optimální pH půd tedy určuje míru mobility a koncentrace iontů v půdním roztoku. Jako optimální se v minerálních půdách (většina našich běžných půd) ukazuje hodnota pH okolo 6,5, která zajišťuje přiměřený příjem většiny živin a víceméně vyhovuje i rostlinám (Vaněk et al., 2012). Rostliny mají schopnost ovlivnit pH v bezprostředním okolí kořenů – rhizosféře, tato hodnota se může lišit od hodnoty pH volné půdy. Schopnost umožňuje některým rostlinám přijímat např. fosfor z méně rozpustných sloučenin, jedná se především rostliny bobovité, kořenový systém pšenice ozimé tuto schopnost nemá.

3.5.4. Acidifikace půd

Jak uvádějí Kehl et al. (2011) acidifikace je degradační proces, při kterém dochází k pozvolnému snižování hodnoty půdní reakce, tedy k okyselování půdy. Tato charakteristika je velmi významným půdním ukazatelem, který má mimo jiné vliv na přístupnost živin, jejich pohyb v půdě (včetně pohybu těžkých kovů), růst rostlin, biologické oživení půdy, tvorbu a kvalitu humusu a další půdotvorné procesy. Půda má tzv. pufrční schopnost, což je schopnost odolávat acidifikaci uvolňováním bazických iontů ze sorpčního komplexu půd. Tuto schopnost mají půdy bohaté na uhličitany (spraše, slíny a vápence). Půdy vyvinuté z kyselých matečních substrátů (ruly, žuly a svory) se okyselují snáze a rychleji. K okyselování půdy může docházet přirozenými procesy v půdě při ilimerizaci (posun jílu do nižších horizontů) nebo antropogenně (působením činností člověka). Používáním průmyslových hnojiv jež působí okyselení půdy. Mezi tato hnojiva patří dusíkatá hnojiva – NPK, LAV 27 %, DAM 390, Močovina, DASA, síran amonný a fosforečné hnojivo Amofos. K hlavním faktorům zabraňujícím procesu acidifikace patří udržování optimálního pH dávkami vápenatých hnojiv, nejlépe hrubě mletých dolomitických vápenců, které mimo vápník obsahují i hořčík (Kehl et al., 2011). Stejnou problematikou se zabývá ve svém článku i Čuhel et Malý (2013). Půdní organismy a kořeny rostlin respirací produkují CO_2 , který se částečně rozpouští v půdním roztoku a vytváří se kyselina uhličitá, kořenové exsudáty rostlin obsahují také organické kyseliny. Dalším příkladem okyselování půd je zvětrávání půdotvorných minerálů, kdy dochází k uvolňování iontů H^+ . K okyselení dochází i používáním průmyslových minerálních hnojiv (např. amonná forma dusíku NH_4^+), část amonných iontů postupně oxiduje na dusitany a dusičnany v procesu nitrifikace, dochází k uvolňování iontů H^+ . K tomuto dochází i u fosforečných hnojiv, kdy jejich hydrolyzou vzniká kyselina fosforečná, jež ionty uvolní.

V rozpětí pH 5 – 6 je optimální zpřístupnění živin pro rostliny, snížena je rozpustnost těžkých kovů (olovo, hliník, chrom, kadmium,...). Pozitivní vliv má toto pH na půdní organismy a jejich aktivitu. Zvyšuje se počet druhů užitečných půdních bakterií a omezeny jsou choroboplodné mikroskopické houby a plísňe. Zásadní vliv má na přítomnost žížal. V kyselých půdách se téměř nevyskytují. Dále uvádějí Čuhel et Malý (2013), že v posledních letech se čím dál více sleduje souvislost mezi půdní reakcí a zvyšujícími se emisemi oxidu dusného z půd. N₂O jedním z radiačních plynů, který se podílí na odbourávání stratosférického ozónu. V ČR se zemědělství podílí na emisích N₂O asi 65 %, z toho na emise z půd připadá odhadem kolem 50 %. V půdách je produktem denitrifikace, vedle též N₂. V jakém vzájemném poměru se uvolňuje N₂ a N₂O do značné míry ovlivňuje právě pH. Vápnění se tak nabízí jako možný prostředek ke snížení těchto emisí ze zemědělských půd. pH půdy do značné míry spolurozhoduje o úrodě kulturních plodin, jejich kvalitě a životaschopnosti půdních organismů, bez jejichž aktivity by půda svoje funkce plnit nemohla.

3.4 Půdní úrodnost

Půdní úrodnost je schopnost půdy poskytnout rostlinám dobré podmínky pro růst a vývoj, zejména vodu a přístupné živiny, podmínky pro utváření kořenového systému, a tím zajištění příjmu uvedených látek. Hodnocení půdní úrodnosti v souvislosti s růstem rostlin je prováděno především na základě výnosu pěstovaných rostlin, případně kvality jejich produktu. Výnos rostlina kvalitu produkce ovlivňují i další faktory, proto je nutné definici rozšířit o schopnost půd vyrovnávat změny (pufrační vlastnosti, sorpční vlastnosti, vodní režim), osevní postupy (pěstování rozdílných druhů a odrůd plodin). Půdním vlastnostem přizpůsobovat obdělávání půdy podle půdních a klimatických podmínek. Dávky a formy hnojiv volit podle půdních vlastností. Půdní úrodnost je také charakterizována jako schopnost půd poskytnout vhodné prostředí pro mikroorganismy-mikroedafon, mezo- a makroedafon (Černý et al., 2015b). Půda jako živý mechanismus disponuje velkým množstvím vlastností a jejich poznání nemůže být nikdy úplné. Ve vztazích mezi půdně-klimatickými jednotkami lze často nalézt souvislosti, statisticky prokazatelné, které umožňují posoudit dosahované trendy podle individuálního statistického popisu jednotlivých faktorů. Specifikace použití produkčních funkcí pro potřeby BPEJ (bonitovaná půdně-ekonomická jednotka) je dána především kategorizací používaných půdně – klimatických podmínek na vybraném vzorku nejvíce pěstovaných plodin (Voltr et al., 2011). Systém BPEJ vychází důsledně z přírodních podmínek, vlastností a charakteristik dané půdy a stanoviště, na kterém se půda nachází. Kód

BPEJ pokrývá charakteristiky klimatického regionu, skeletovitosti a hloubky půdy, svažitosti a expozice svahu dané lokality (Voltr et al., 2011).

4. Materiál a metody

Zemědělská společnost Chrást'any s.r.o. byla založena v roce 1996. Její půdní bloky se nachází v k.ú. Chrást'any u Rakovníka, k.ú. Olešná u Rakovníka, k.ú. Nesuchyně, k.ú. Rakovník v kraji Středočeském severozápadně od města Rakovníka, ohraničené Rakovnickým a Lišanským potokem. Hospodaří na cca 760 ha půdy, hlavní činností je rostlinná výroba, jejíž součástí je i pěstování chmele na přibližně 40 ha. Nadmořská výška stanovišť je v rozmezí od 315 do 416 m n.m. Půdy kambizem a hnědozem, náchylné k větrné erozi. Zemědělská výrobní oblast obilnářská a výrobní podoblast O2, klimatický region zemědělských půd MT 1. Půdní bloky se nachází ve srážkovém stínu Krušných hor. Úhrny srážek a teplot jsou uvedeny v grafech 48 – 53, data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem, pobočkou Plzeň ze stanic Kněževy a Heřmanov. Meteorologická stanice Heřmanov - měření v letech 2011 – 2015 a Kněževy - měření v letech 1996 – 2010. Tyto stanice jsou od sebe vzdálené vzdušnou čarou přibližně 5 km. V Zemědělské společnosti Chrást'any je hlavní pěstovanou plodinou pšenice ozimá, se zaměřením na výrobu osiv. Řepka ozimá je pěstována každoročně přibližně na 180 až 220 ha plochy, tj. cca 26 až 30 % z celkové plochy podniku. Je zařazována do osevního postupu jako obilní přerušovač, plodina širokolistá a hluboko kořenící. Přesné zastoupení plodin v osevním postupu v jednotlivých letech uvádí tabulka 1. Osivo řepky ozimé je vždy certifikované a odrůdy jsou vybírány dle agroklimatického regionu a ranosti. Většinou se jedná o 2 – 3 hybridní odrůdy a jednu liniovou (Marathon, Sherpa, DK Explicite, Chagal, DK Exquisite, Adriana, DK Exssence, Sydney). Podnik hospodaří bez živočišné výroby, vedlejší produkty (sláma obilnin, řepky, hrachu, máku) jsou rozdraceny a zaorány.

Tab. 1 - Zastoupení plodin v osevním postupu v letech 2011 – 2015

plodina	Rok sklizně									
	2011		2012		2013		2014		2015	
	plocha v ha	% z plochy	plocha v ha	% z plochy	plocha v ha	% z plochy	plocha v ha	% z plochy	plocha v ha	% z plochy
řepka ozimá	186,38	26	228,5	30	223,4	30	196,4	27	190,1	27
mák setý	16,5	2	28,66	4	52,79	7	85,55	12	98,15	14
olejniny celkem	202,88	28	257,2	34	276,2	37	281,9	39	288,2	41
pšenice ozimá	305,23	42	288,6	38	309,9	41	266,5	37	277,7	40
pšenice jarní	43,92	6	92,76	12	76,77	10	112,5	16	75,39	11
ječmen ozimý	28,52	4	19,43	3	0	0	0	0	0	0
ječmen jarní	94,43	13	43,44	6	17,89	2	0	0	18,41	3
obilniny celkem	472,1	65	444,2	59	404,6	54	379	53	371,5	53
hrách setý	48	7	54,32	7	72,28	10	56,70	8	38,76	6
plocha celkem	722,98	100%	755,7	100%	753,1	100%	717,6	100%	698,5	100%

Agrochemické rozborů půd provádí Zemědělská oblastní laboratoř Malý a spol. Postoloprty. Stanovení půdních živin (P, K, Ca, Mg) je prováděno metodou Mehlich III., pH/CaCl₂. Síra je stanovena jako vodorozpustná (S-SO₄). Kritéria a hodnocení obsahu živin (Mehlich III.) a půdní reakce jsou uvedeny v tabulkách 9 až 12. Vzoroků půdy byly odebrány laboratoř 18.8.2011 a 1.9.2011 na všech půdních blocích, které podnik obhospodařuje. Dále je stanovován minerální dusík (N_{min}) pro jistění aktuálního skutečného stavu zásoby N_{min} v půdě a k upřesnění dávky dusíkatého hnojení pro podzimní, jarní a pozdní jarní hnojení. Listové analýzy jsou prováděny 1 až 4 krát na vybraných půdních honech za vegetaci podle průběhu teplot a srážek s přihlédnutím ke stavu porostu v daném období ročníku. Vyhodnocení dat minerálního dusíku a listové analýzy nejsou součástí diplomové práce. Hnojení dusíkem je realizováno podle stavu daných porostů, klimatických podmínek, předpokládaných výnosů a doporučených dávek laboratoře. Systém hnojení a přehled používaných hnojiv v ozimé řepce je uveden v tabulce 2. Vyrovnání C : N odpovídající dávkou N na posklizňové zbytky se neprovádí.

Tab. 2 – Systém hnojení řepky ozimé a používaná hnojiva

Ročník	Období	Název hnojiva	Složení hnojiva (%)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	MgO	Ca	B
2010/2011	podzim	LAV 27 %	27					8	
	jaro	LAV 27 %	27					8	
		Sulfamo	21	5 (P)		26	3		
		Síran amonný	21			24 (S)			
2011/2012	podzim	Tymac N-P-S	8	30 (P)		8			
	jaro	Draselná sůl 60%			50 (K)				
		DASA	26			13 (S)			
		LAV 27%	27					8	
2012/2013	podzim	Polyphoska 5-15-30	5	15	30				
	jaro	Draselná sůl 60%			50 (K)				
		LAV 27%	27					8	
		DASA	26			13 (S)			
		LAV 27%	27					8	
		Fortestim Beta	195 g/l			52 g/l (S)	65 g/l		13 g/l
2013/2014	podzim	LAV 27%	27					8	
	jaro	LovoDASA	25			12 (S)			
		Yara bela sulfan	26			35			
		DASA	26			13 (S)			
		LAV 27%	27					8	
2014/2015	podzim	LAV 27%	27					8	
	jaro	DASA	26			13 (S)			
		LAV 27%	27					8	
		Fortestim Beta	195 g/l			52 g/l (S)	65 g/l		13 g/l

V osevním postupu zemědělského podniku je hnojení P, K, Ca a Mg uskutečňováno každoročně podle doporučených dávek laboratoře. Aplikace hnojiv je realizována na podzim, před setím s následným zapracováním do půdy, před pšenice. Používána jsou hnojiva Draselná sůl 60%, Fosfan amonu (12 % N, 52 % P₂O₅, 5 % SO₃), Polidap (18 % N, 46 % P₂O₅), DAP (18 % N, 46 % P₂O₅, 2,5 % S), Polyfoska (5 % N, 15 % P₂O₅, 30 % K₂O). Hnojení Ca bylo realizováno za poslední čtyři roky (podzim 2012, 2013, 2014 a 2015) před pšenice. Na všech půdách s deficitem Ca a Mg je postupně upravováno pH dávkou 1 – 3 t/ha Dolomitického vápence s Mg. Do roku 2015 bylo toto hnojení realizováno na všech půdních blocích s následným systémem udržovacího vápnění před pšenice.

Analýza výnosů řepky ozimé je zpracována z ročníků 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014 a 2014/2015 podle půdních bloků. Výnosy z jednotlivých ploch jsou

zpracovávají při sklizni a ukládání semene řepky do skladů podniku. Vážení je prováděno na mostní váze o max. nosnosti 25 t. Přesnost vážení byla ověřena opakovaným vážením na certifikovaných vahách odběratelů. Přesná evidence sklizně, skladů a výnosů z honů je základním předpokladem pro evidenci výroby semene řepky ozimé. Je prováděna dlouhodobě a v archivu podniku jsou uložena data o sklizních v dlouhodobé časové řadě.

Metodou analýzy korelace a regrese bylo zjišťováno, zda spolu náhodné veličiny souvisejí a do jaké míry či nikoliv. Byly zjišťovány míry závislosti mezi výnosem řepky ozimé v ročnicích a jednotlivými živinami obsaženými v půdě podle hodnot zjišťovaných laboratoří (fosfor, draslík, hořčík, vápník, síra, pH). Stejná metoda byla použita i při hodnocení výše dávek čistých živin v aplikovaných hnojivech v jednotlivých ročnicích a jejich vlivu na výnos. Obsah čistých živin byl přepočítán podle deklarovaného obsahu živin v hnojivech s výpočtem pomocí hmotnostních zlomků. Jako materiálové podklady k těmto výpočtům byly použity výsledky laboratoře z archivu podniku. Agrotechnické zásahy v porostech jsou uloženy v archivu podniku, data obsahují dávky hnojiv, název použitého hnojiva, hon, na němž byl zásah proveden včetně data aplikace a spotřebovaného množství.

Bodová výnosnost půdních bloků byla zpracována metodou váženého průměru. Číselný kód BPEJ jednotlivých parcel zahrnutých v obhospodařovaných půdních blocích byl zjištěn na webových stránkách Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního, bodová výnosnost půd přiřazena podle tabulek Nováka VÚMOP 1995 (Němec et al., 2001).

5. Výsledky

5.1. Seznam půdních bloků.

Ve sledovaném období 2011 - 2015 bylo hodnoceno 37 půdních bloků řepky ozimé o celkové výměře 622 ha, přičemž v každém roce bylo hodnoceno minimálně 9 půdních bloků o minimální výměře 186 ha (tabulka 3). Půdní bloky mají interní podniková čísla z důvodů identifikace po dobu jejich obhospodařování v zemědělském podniku. Na půdních blocích s čísly: 6,10,18,20,44 a 31 nebyla v letech 2011 – 2015 řepka ozimá pěstována, jsou zde ponechány pro přehlednost.

Tab. 3 – Seznam půdních bloků, výměry, předplodina a výnosy semene řepky ozimé v letech 2011 – 2015

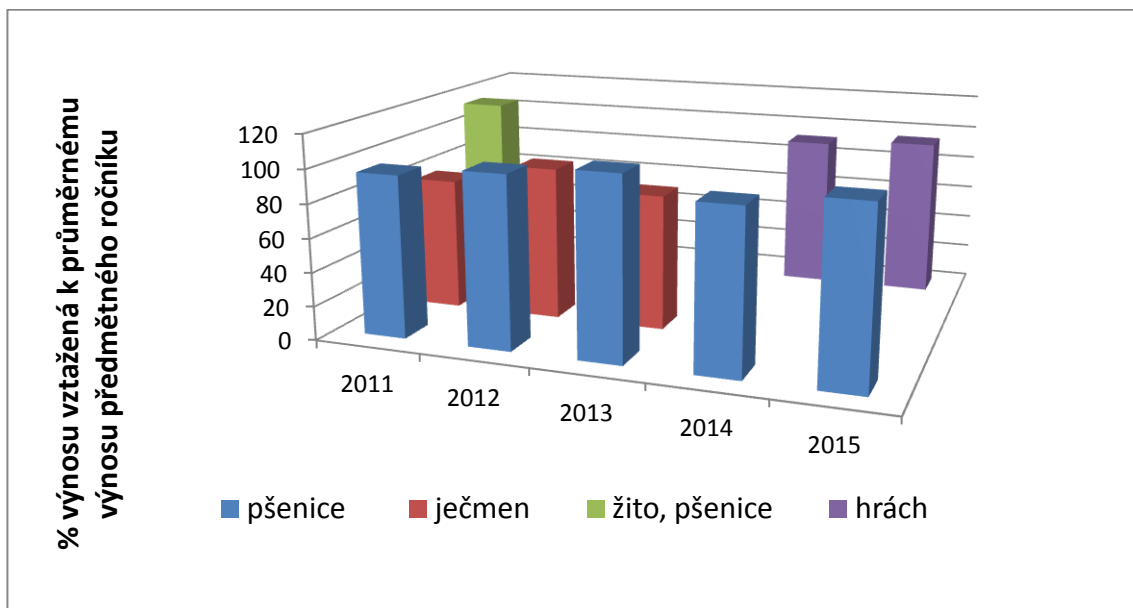
Číslo půd.bloku	Výměra (ha)	2011			2012			2013			2014			2015		
		Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)
1	17,69				P	65,86	3,93							PJ	60,53	4,01
2	18,82										H	74,24	4,17			
3	4,87	P									H	12,12	2,48			
4	19,57				JJ	79,25	3,54				P	64,75	3,41			
5	38,52				P	89,84	2,67							PJ	123,73	3,87
6	3,83															
7	15,31				P	59,37	3,60							PJ	56,70	3,70
8	19,43							JO	74,45	3,81						
9	6,51				JO	21,44	3,29									
10	40,49															
11	3,7				JJ	10,11	2,38									
12	16,22	P	37,84	2,34							H	45,25	2,98			
13	15,61				JO	45,78	3,27				P	57,59	3,98			
14	35,12				P	114,11	3,27							H	34,67	2,73
15	1,57													PJ	5,52	3,61
16	6,62							P	33,13	5,01						
17	1,79	P						P	8,02	4,49						
18	20,34															
19	10,69	JO	20,74	1,94							H	39,05	3,64			
20	52,86															
21	32,01				P	93,03	2,86				P	109,98	3,44			
22	8				JO	16,83	2,10				P	17,15	2,14			
23	12,17													H	44,86	3,69
24	55,17	P	149,77	2,71				P	234,14	4,58						
25	2,14															
26	3,46				JJ	7,94	2,26									
27	56,53	P + Ž	160,83	2,85				P	218,59	3,87				P	178,17	3,16
28	40,18							P	186,55	5,01						
29	7,01	P	19,60	2,76				P	31,42	4,49						
30	18,41										H	77,87	4,23			

Číslo pěst. bloku	Výměra (ha)	2011			2012			2013			2014			2015		
		Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)	Předplodina	Množství semene (t)	Výnos (t/ha)
31	19,59															
32	14,32				P	52,64	3,68				P	55,15	3,83			
33	20,42													PJ	110,70	5,42
34	35,04	P	39,50	1,58							PJ	176,72	5,04			
35	8,56				P	21,70	2,54							PJ	36,72	4,29
36	15,69	P	32,87	2,09				P	64,49	4,24						
37	10,82				P	37,28	3,44									
38	3,2													P	13,02	4,12
39	14,78													H	60,33	4,72
40	8,13							JJ	25,71	3,16						
41	5,33										P	19,66	3,98			
42	18,93							JJ	65,04	3,19						
43	1,54				JJ	6,24	3,54				P	5,10	3,41			
44	3,11															
Celkem	ha a množ. semene	186	461,2		229	715,18		223	941,5		196	749,5		190	725,0	
	Celkem honů			9			15			10			12			11
	Prům. výnos			2,47			3,20			4,24			3,84			3,92
	Vážený průměr			2,48			3,12			4,22			3,82			3,82
Ř	řepka ozimá						JJ	ječmen jarní								
H	hrách setý polní						P	pšenice ozimá								
PJ	pšenice jarní						P + Ž	pšenice ozimá, žito								
							JO	ječmen ozimý								

5.2 Vliv předplodiny na výnos ozimé řepky.

Z uvedených hodnot v grafu 1 za pětileté období vyplývá, že předplodinová hodnota není příliš průkazná. Vhodné je žito, ale pro jednoletý výsledek a v kombinaci s pšenicí na předemtném pozemku není možné s tímto výsledkem dále pracovat.

Graf 1 – Výnosy semene řepky ozimé po předplodinách v letech 2011 - 2015

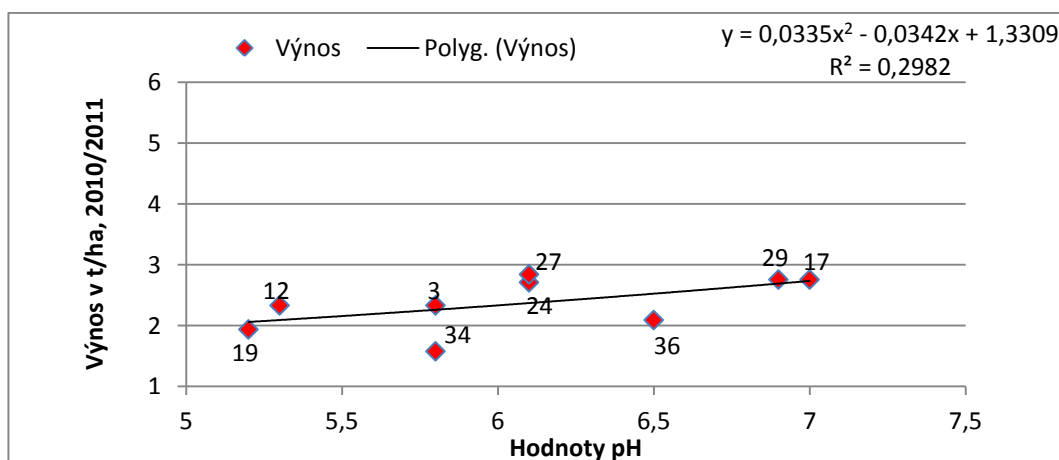


5.3. Porovnání výsledků anorganického zkoušení půd a výnosů semene řepky ozimé

5.3.1 Rok 2011

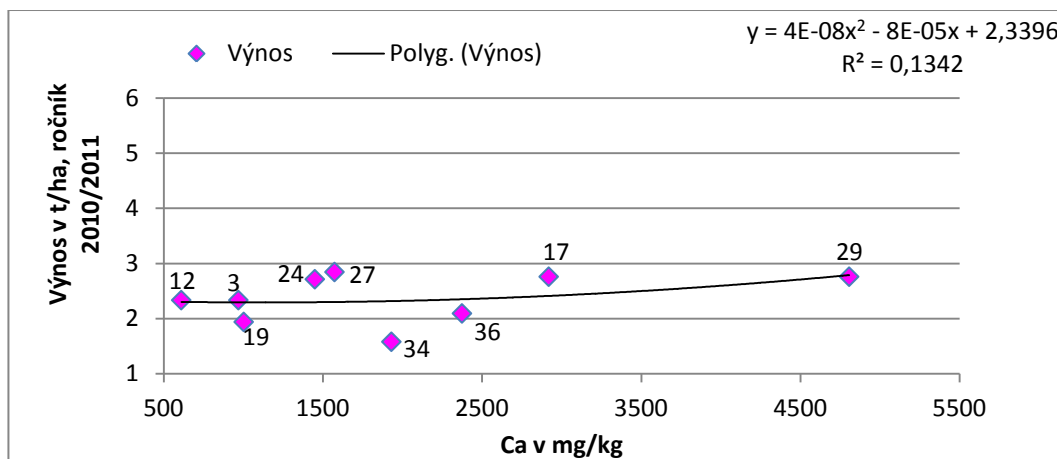
V roce 2011 bylo sledováno 9 půdních bloků o celkové výměře 186 ha. Rozpětí výnosů semene řepky ozimé bylo od 1,58 do 2,85 t/ha. Hodnota pH na sledovaných půdních blocích byla od 5,2 do 7 (graf 2).

Graf 2 - Porovnání výnosu semene řepky ozimé a hodnot pH na půdních blocích v roce 2011.



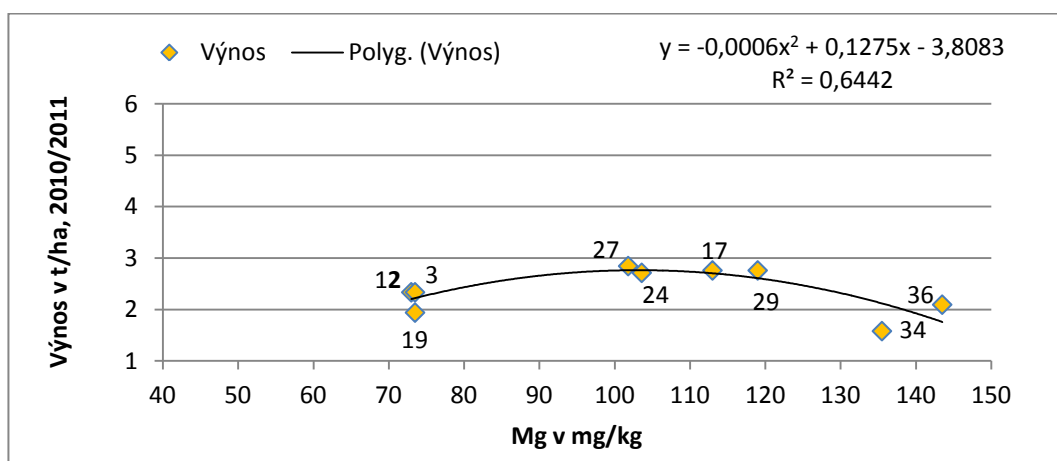
U půdních bloků číslo (dále jen p.b.č.) 37 a 34 byla zjištěna shodná hodnota pH a největší výnosový rozptyl od 1,58 do 2,34 t/ha. Shodný výnos byl zjištěn u pH 6,9 a 7 p.b.č. 29 a 17. Nejvyšší výnos byl zaznamenán u p.b.č. 27 a hodnoty pH 6,1.

Graf 3 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Ca v půdě, rok 2011.



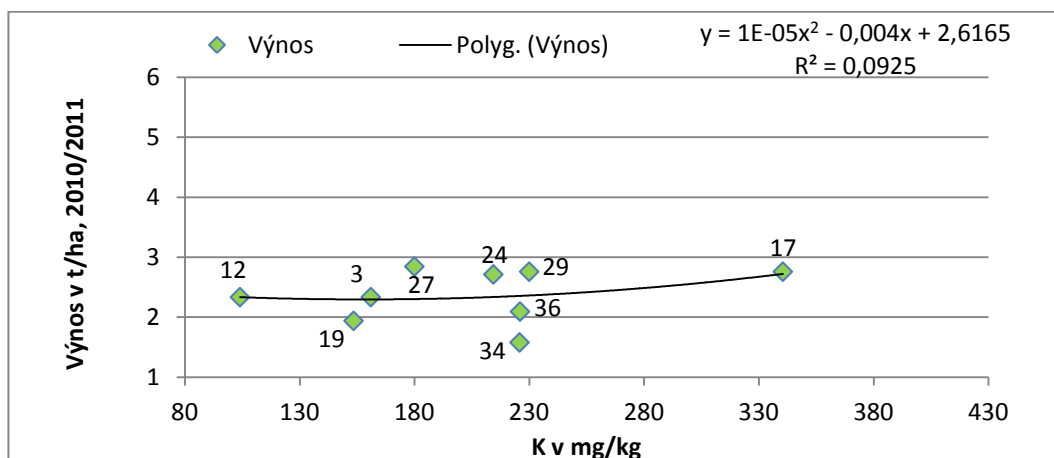
Přibližně shodný výnos semene řepky, ale velmi variabilní obsahy Ca v půdě byla zjištěny u p.b.č. 24, 27, 17 a 29. Nejnižší výnos 1,58 t/ha byl zjištěn u p.b.č. 34, ale zásoba Ca v půdě byla vyšší než u p.b.č. 27, na kterém byl dosažen výnos 2,85 t/ha.

Graf 4 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Mg v půdě, rok 2011.



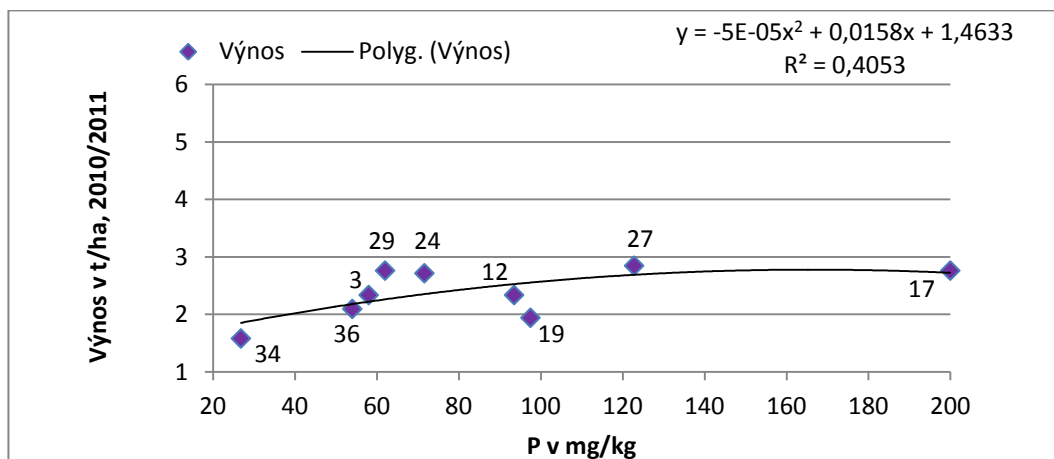
Výnosy semene řepky ozimé okolo 2,7 t/ha byl zjištěn při půdní zásobě Mg od 102 do 119 mg/kg.

Graf 5 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu K v půdě, rok 2011.



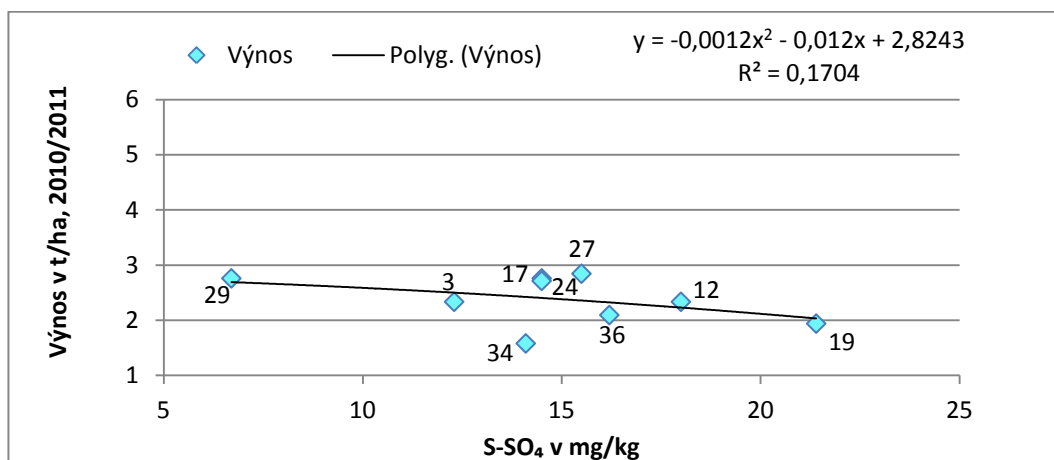
V tomto ročníku, z celého sledovaného období, byla zjištěna nejméně těsná závislost výnosu semene řepky a zásobě K v půdě. Nejvyšší výnos byl zjištěn při půdní zásobě 180 mg/kg K u p.b.č. 27 a nejnižší výnos semene 225,8 mg/kg K p.b.č. 34. Tento půdní blok měl nejnižší zásobu P v půdě 26 mg/kg ze sledovaných pozemků v ročníku 2010/2011.

Graf 6 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu P v půdě, rok 2011.



Nejnižší zásoba P v půdě 26,8 mg/kg a současně nejnižší výnos 1,58 t/ha byl zaznamenán na p.b.č. 34. Nevyšší výnos 2,845 t/ha byl zjištěn při zásobě P 122,8 mg/kg půdy. U vyšší zásoby 200 mg P/kg půdě na p.b.č. 17 byl zaznamenán pokles výnosu na 2,76 t/ha.

Graf 7 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu S v půdě, rok 2011.

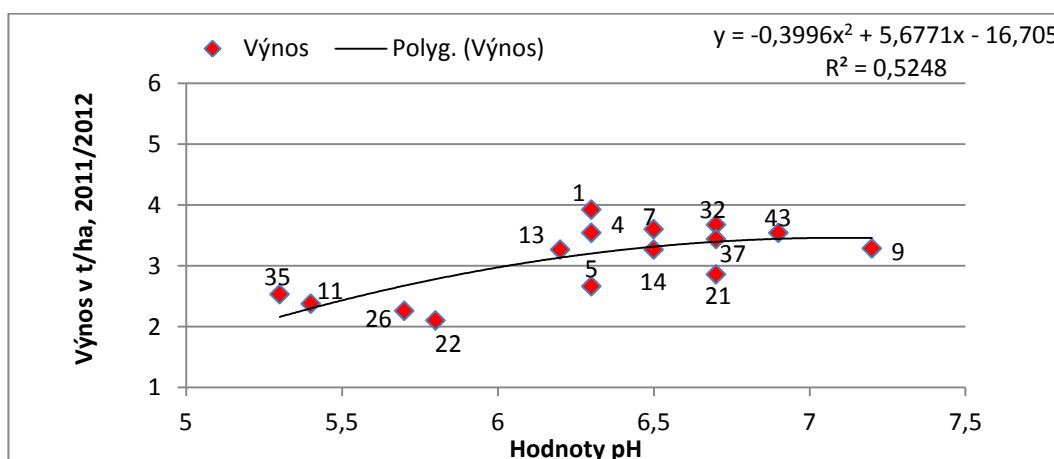


Výnosy na p.b.č. 29, 17, 27 okolo 2,7 t/ha při zásobě S velmi rozdílné od 6,7 mg/kg do 15,5 mg/kg půdy. Nejnižší výnosy 1,58 t/ha a 1,94 t/ha byly při hodnotách S v prvním případě 14,1 mg/kg a ve druhém 21,4 mg/kg.

5.3.2 Rok 2012

V roce 2012 bylo sledováno 15 půdních bloků o celkové výměře 229 ha. Rozpětí výnosů semene řepky ozimé bylo od 2,10 do 3,92 t/ha. Hodnota pH na sledovaných půdních blocích byla od 5,3 do 7,2 (graf 8).

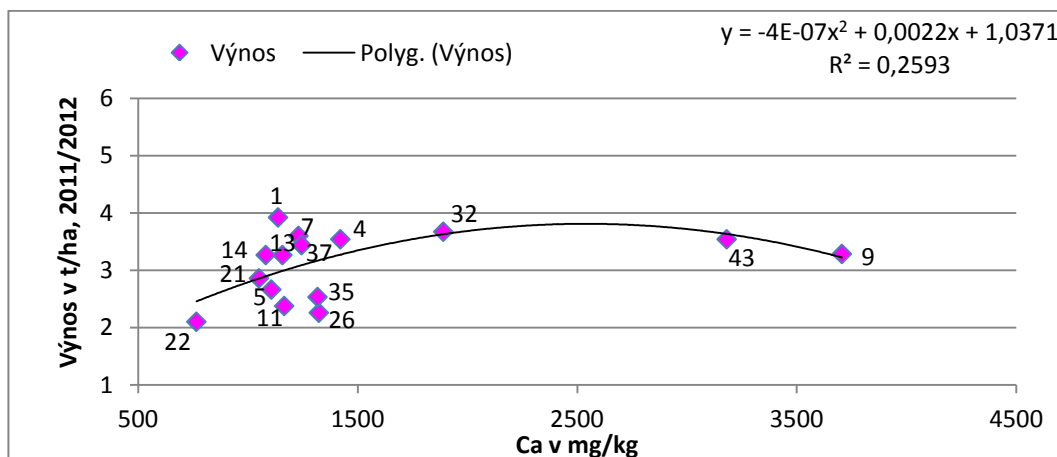
Graf 8 – Porovnání výnosu semene řepky ozimé a hodnot pH na půdních blocích v roce 2012.



Největší výnosový rozptyl byl zjištěn u p.b.č. 1, 4 a 5 při shodné hodnotě pH 6,3. Největší výnosový propad byl zjištěn u p.b.č. 22, 26, 11 a 35, hodnoty pH od 5,3 do 5,8. Naopak u

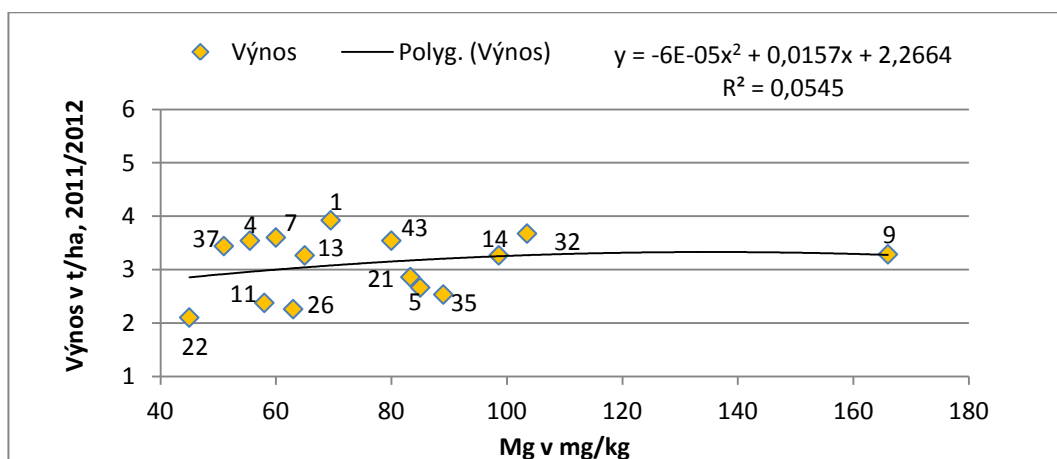
hodnot pH od 6,2 do 6,9 byl zaznamenán výnos převážně v horní výnosové hranici ročníku, s výjimkou p.b.č. 5 a 21.

Graf 9 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Ca v půdě, rok 2012.



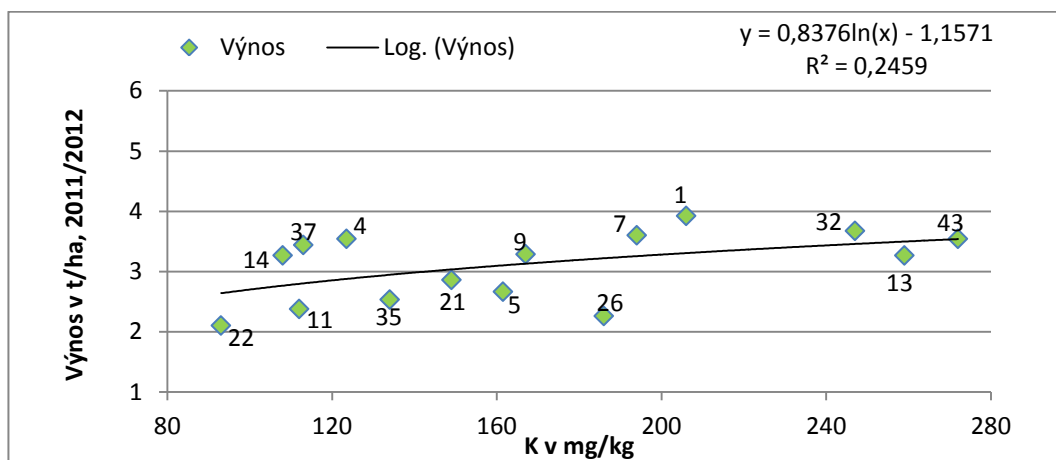
Zásoba Ca v půdě na zkoumaných půdních blocích se pohybovala nejvíce v rozmezí od 1000 do 1500 a rozdíl výnosů semene řepky na těchto lokalitách činil 1,66 t/ha. Nejvyšší výnos byl zjištěn 3,925 t/ha při obsahu Ca v půdě 1137 mg/kg a nejnižší výnos 2,104 t/ha při zásobě Ca v půdě 765 mg/kg.

Graf 10 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Mg v půdě, rok 2012.



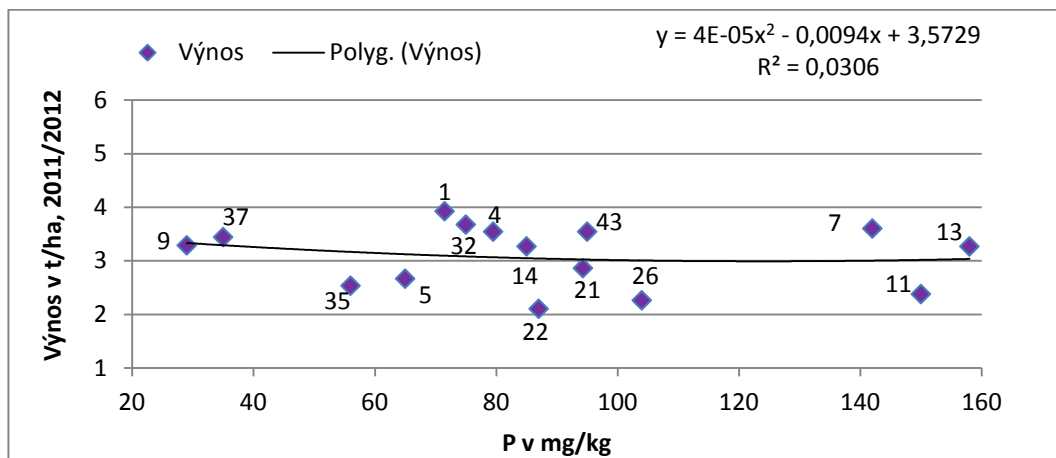
V tomto ročníku z celého pětiletého období byla zjištěna nejnižší závislost zásoby Mg v půdě na výnose semene řepky. Variabilní výnosy v rozpětí od 2,104 do 3,925 t/ha byly zaznamenány na lokalitách se zásobou Mg v půdě od 45 do 103,5 mg/kg.

Graf 11 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu K v půdě, rok 2012.



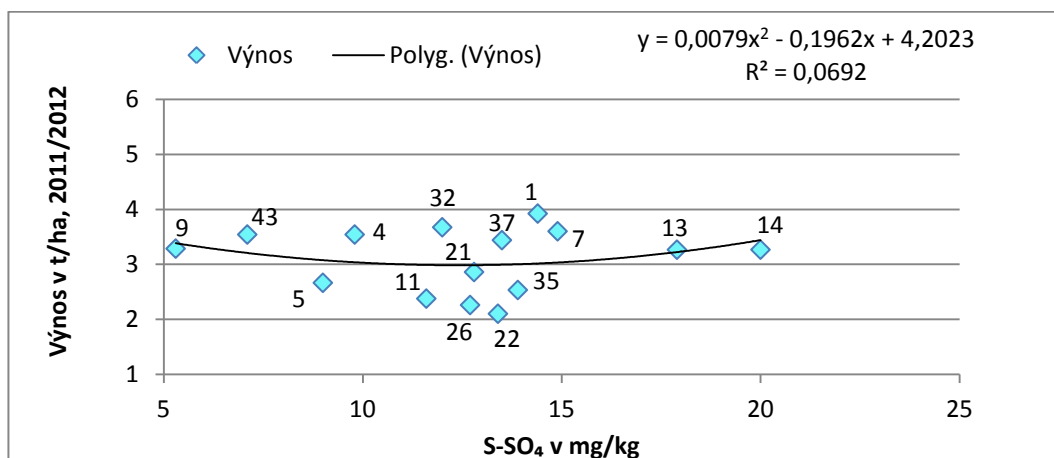
Výnosy přesahující průměrný výnos 3,20t/ha ročníku 2012 byly zjištěny na lokalitách se zásobou K od 108 do 272 mg/kg půdy. Výnosy nižší než ročníkový průměr byly zjištěny také ve velkém rozpětí zásoby K nižších hodnot od 93 do 259 mg/kg.

Graf 12 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu P v půdě, rok 2012.



V ročníku byla zjištěna negativní závislost obsahu P v půdě na a výnosu semene řepky. Nejvyšší výnos semene 3,925 t/ha byl zjištěn u půdní zásoby 71,5 mg P/kg půdy a nejnižší výnos 2,104 t/ha při 87 mg P/kg půdy. P.b.č. 9,37 při půdní zásobě P okolo 30 mg/kg a p.b.č. 7, 13 při půdní zásobě P okolo 150 mg/kg vykazovaly obdobné výnosy.

Graf 13 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu S v půdě, rok 2012.

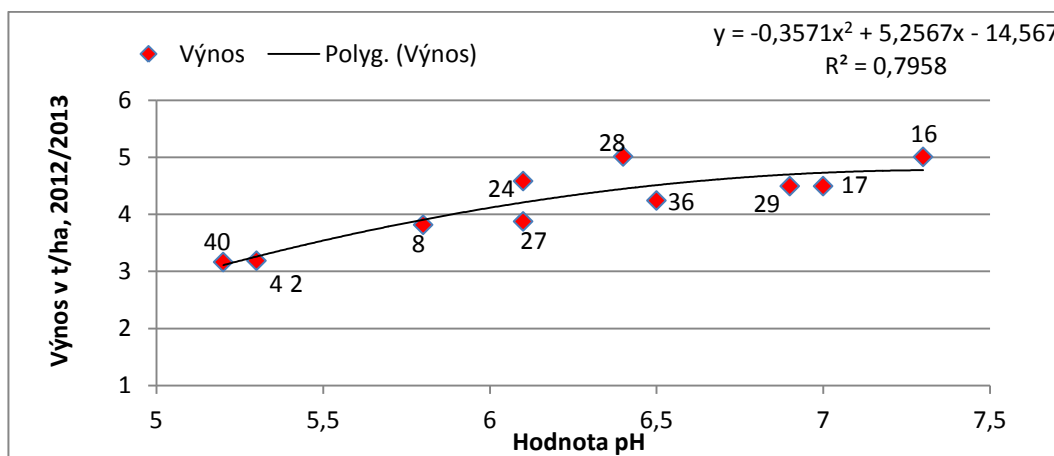


Zcela totožný byl zjištěn výnos 3,2 t/ha na p.b.č. 9, 14 při odlišné zásobě S v půdě, u p.b.č. 9 5,3 mgS/kg a u p.b.č. 14 20 mg S/kg. U p.b.č. 9 byla zjištěna nízká zásoba 25 mg/kg P v půdě, zásoby živiny K, Ca, Mg převyšovaly ostatní sledované pozemky (grafy 9, 10) a pH neutrální (graf 8). Shodná hodnota 13 mg S/kg půdy a výnosový rozdíl o 1,3 t/ha byl zjištěn u p.b.č. 37 a 22.

5.3.3 Rok 2013

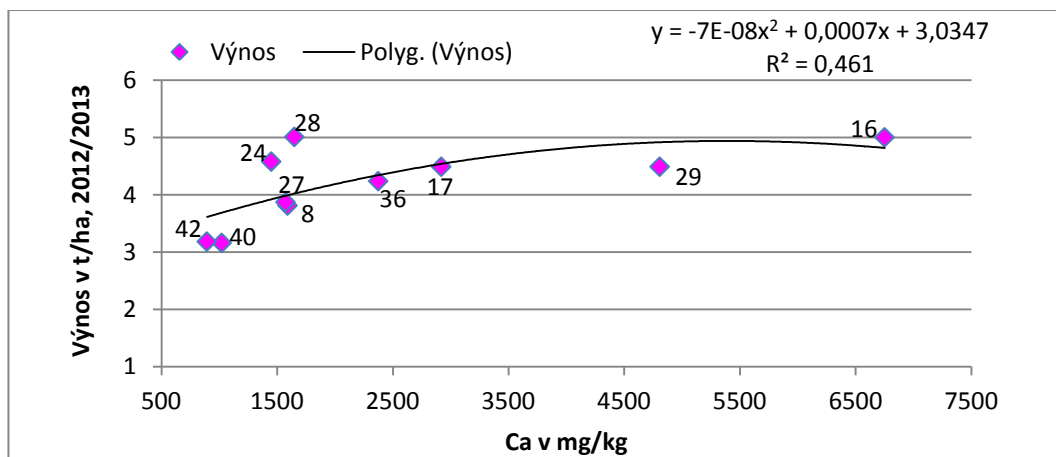
V roce 2013 bylo sledováno 10 půdních bloků o celkové výměře 223 ha. Rozpětí výnosů semene řepky ozimé bylo od 3,16 do 5,01 t/ha. Hodnota pH na sledovaných půdních blocích byla od 5,2 do 7,3 (graf 14).

Graf 14 – Porovnání výnosu semene řepky ozimé a hodnot pH na půdních blocích v roce 2012.



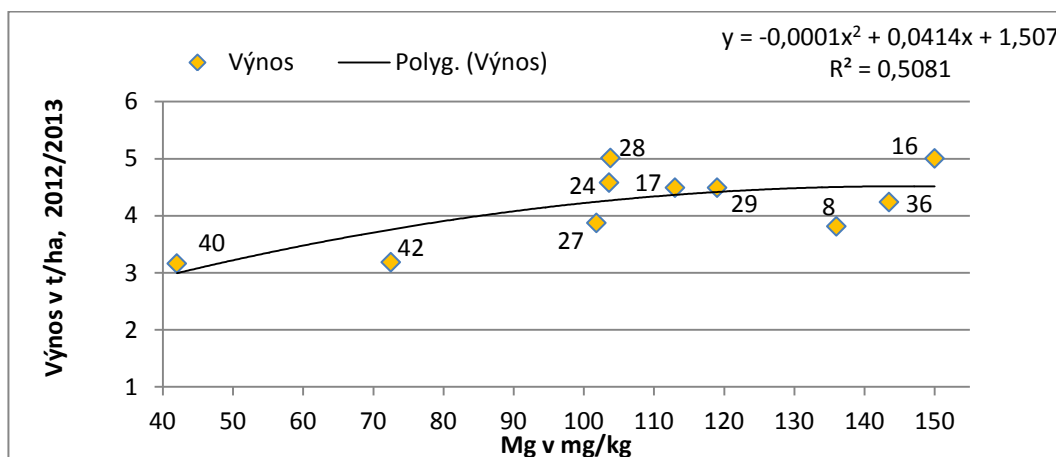
V tomto ročníku byla zjištěna nejtěsnější vazba mezi pH a výnosem semene řepky ozimé, jak je patrné z grafu, se zvyšující se hodnotou pH od 5,2 do 7,3 se zvyšuje i výnos semene od 3,16 do 5,01. Výjimkou jsou p.b.č. 27 a 36.

Graf 15 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Ca v půdě, rok 2013.



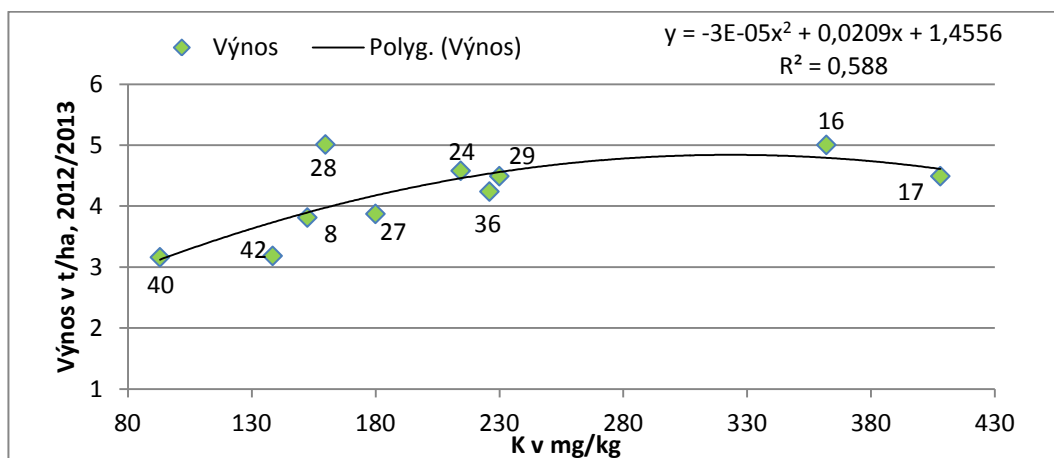
V tomto sledovaném období byl zjištěn nejvyšší výnos semene 5,012 t/ha při hodnotě Ca v půdě 1649 mg/kg a nejnižší výnos 3,162 t/ha na p.b.č. 40 s 1021 mg/kg Ca v půdě. Dvě sledované lokality vykázaly téměř shodný výnos semene řepky 5 t/ha, ale podstatný byl rozdíl v zásobě Ca v půdě, kdy jedna z hodnot byla 1649 mg/kg a druhá 6751 mg/kg.

Graf 16 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Mg v půdě, rok 2013.



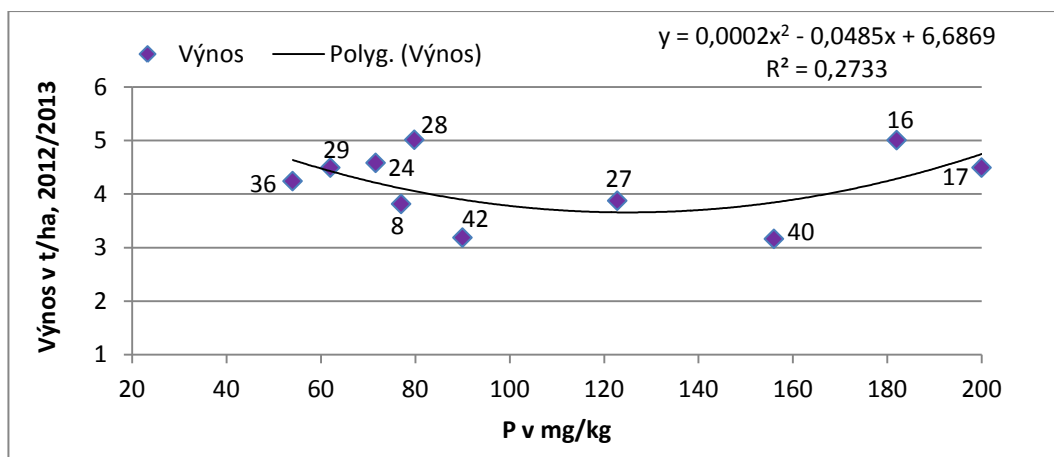
Nejnižší výnos 3,62 t/ha byl zjištěn při 42 mg/kg Mg v půdě. Nejvyšší výnos 5,012 t/ha byl zaznamenán na lokalitě s 103,8 mg/kg Mg v půdě. Při téměř shodné zásobě Mg okolo 102 mg/kg bylo zjištěno výnosové rozpětí od 3,874 do 5,012 t/ha.

Graf 17 - – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu K v půdě, rok 2013.



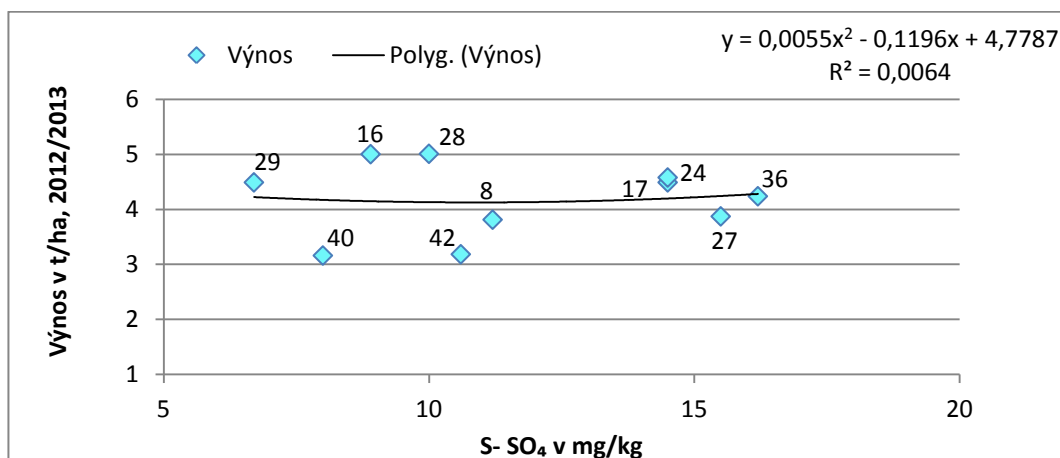
Korelační koeficient 0,588 ročníku 2012/2013 je nejvyšší zjištěný za pětileté období u zásoby draslíku v půdě. Nejvyšší výnos 5 t/ha byl zaznamenán u p.b.č. 28 a 16 při půdní zásobě K 159,8 a 362 mg/kg. Nejnižší u p.b.č. 40 a 42 ve výši 3,1 t/ha a půdní zásobě K 93 a 138,5 mg/kg.

Graf 18 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu P v půdě, rok 2013.



Nejvyšší výnosy 5 t/ha byly zaznamenány u p.b.č. 28, 16 při zcela odlišné zásobě P v půdě, v prvním případě 79,8 mg/kg a ve druhém 200 mg/kg. Nejnižší výnosy 3,1 t/ha při zásobě P v půdě 90 mg/kg a 156 mg/kg.

Graf 19 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu S v půdě, rok 2013.

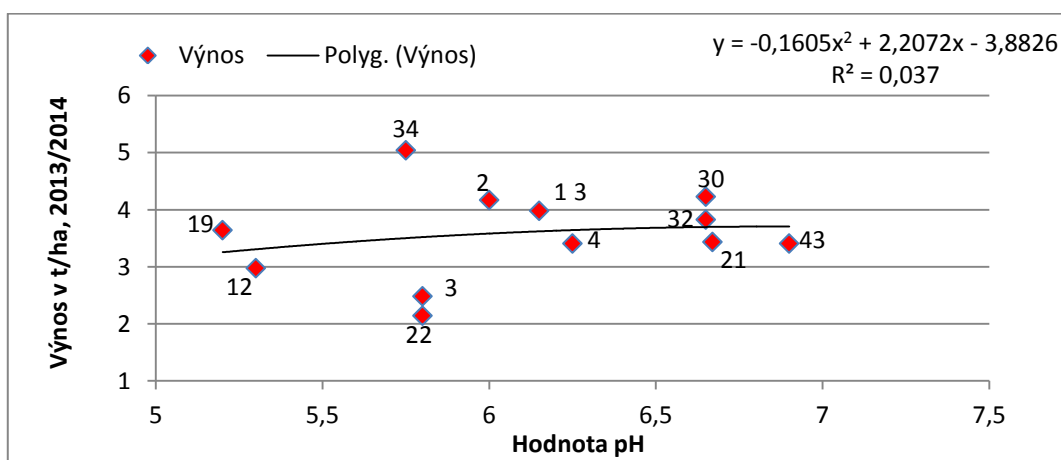


Korelační koeficient 0,0064 je nejnižším za sledované období. Rozdílné výnosy 5,012 t/ha; 3,185 t/ha a shodná hodnota obsahu S v půdě 10 mg/kg byla zjištěna u p.b.č. 28, 42. Obdobná data byla zaznamenána u p.b.č. 16 a 40, výnos u prvního z nich 5,005 a zásoba síry 8,9 mg/kg, druhý 3,162 a zásoba síry 8 mg/kg, výnosový rozdíl byl 1,8 t/ha.

5.3.4 Rok 2014

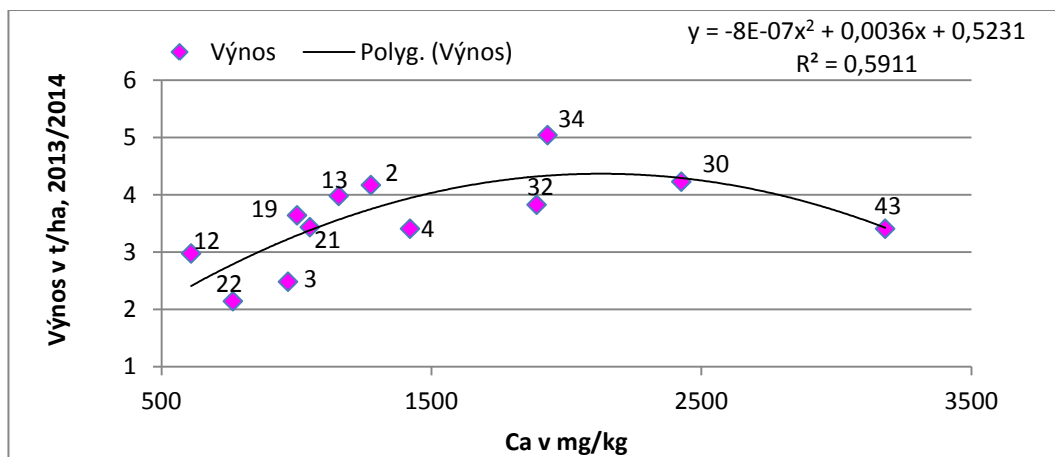
V roce 2014 bylo sledováno 12 půdních bloků o celkové výměře 196 ha. Rozpětí výnosů semene řepky ozimé bylo od 2,14 do 5,04 t/ha. Hodnota pH na sledovaných půdních blocích byla od 5,2 do 6,9 (graf 20).

Graf 20 - Porovnání výnosu semene řepky ozimé a hodnot pH na půdních blocích v roce 2014.



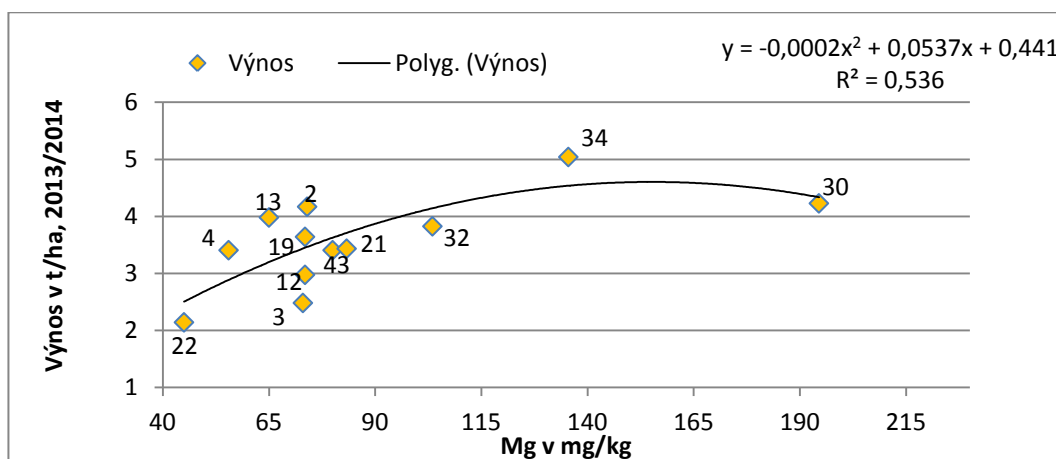
Ze všech sledovaných ročníků byl zde zjištěn největší výnosový rozptyl 2,899 t/ha při shodné hodnotě pH 5,8. Nejvyšší dosažený výnos semene řepky byl zaznamenán na p.b.č. 34 ve výši 5,04 t/ha a hodnotě pH 5,75.

Graf 21 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Ca v půdě, rok 2014.



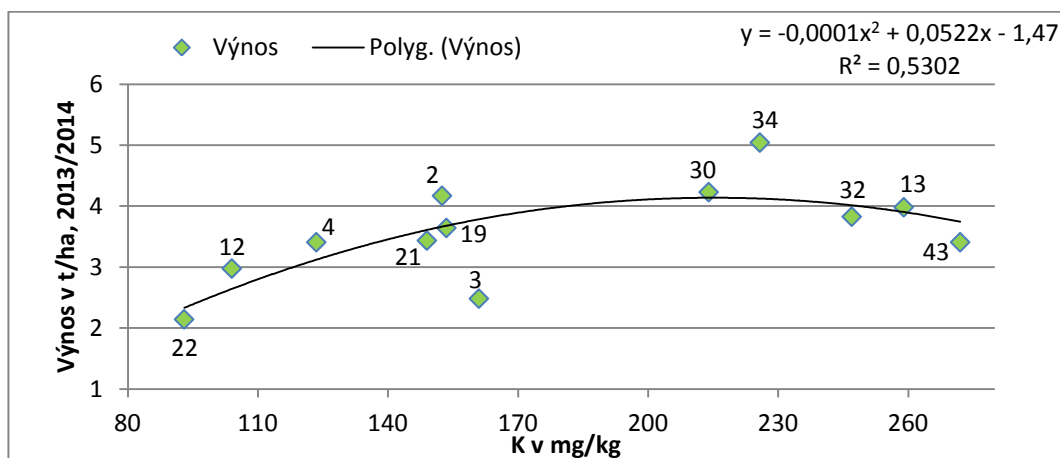
Tento ročník vykázal nevyšší těsnost vztahu mezi Ca v půdě a výnosem, nejvyšší výnos byl zjištěn u p.b.č. 34 5,043 t/ha a zásobě Ca v půdě 1930 mg/kg. Jak je vyhodnoceno ve výše zobrazeném grafu 21, u vyšších hodnot Ca v půdě byl výnos semen nižší.

Graf 22 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Mg v půdě, rok 2014.



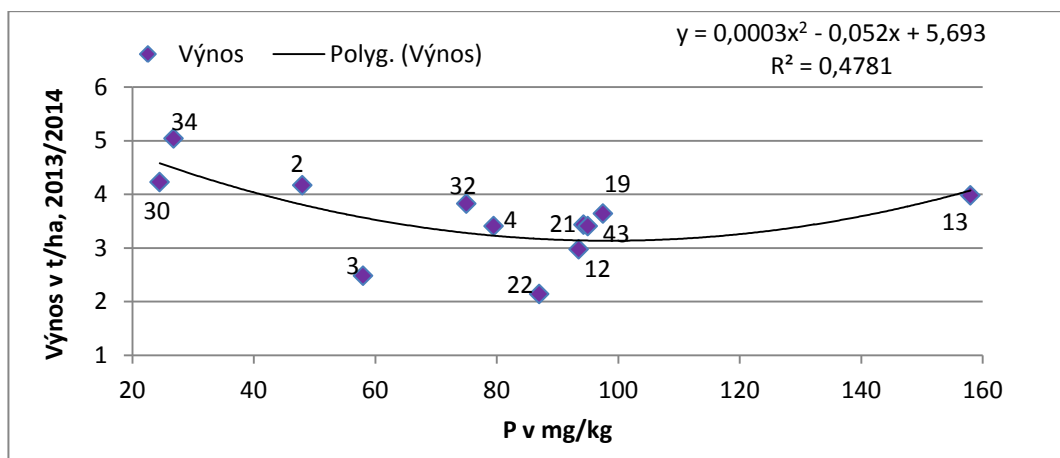
Nejvyšší 5,043 t/ha a nejnižší 2,144 t/ha výnos semene řepky byl zjištěn na lokalitách s půdní zásobou Mg 45 a 135 mg/kg. U nejvyšší zásoby Mg 194,5 mg/kg byl opět zaznamenán pokles výnosu na 4,230 t/ha semene jako v ročníku 2010/2011.

Graf 23 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu K v půdě, rok 2014.



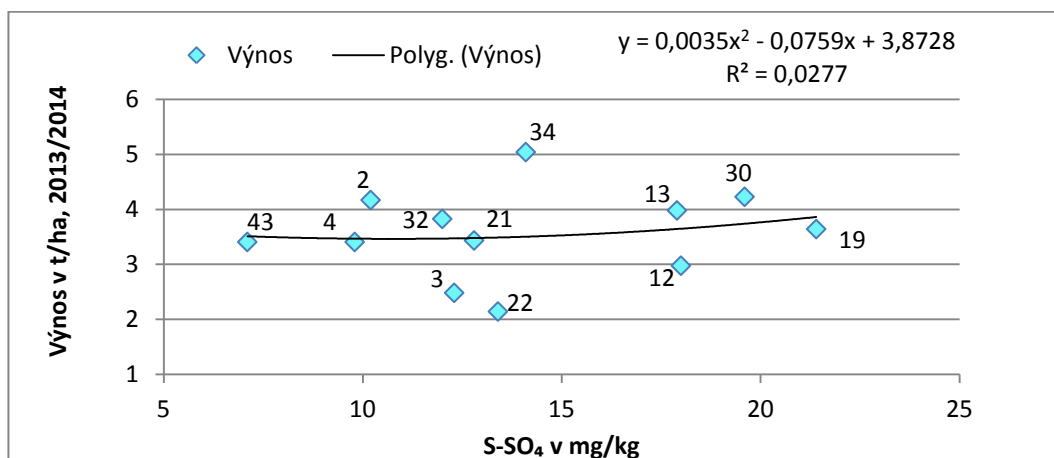
Výnosy semene řepky rostou se vzrůstající zásobou K v půdě do hodnoty 272 mg/kg K v půdě, výjimkou p.b.č. 3, kde výnos klesl na 2,484 t/ha při zásobě 161 mg/kg K v půdě. Pokles výnosu na p.b.č. 32, 13 a 43 byl zjištěn při vyšších hodnotách K v půdě od 247 do 272 mg/kg.

Graf 24 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu P v půdě, rok 2014.



Zde se vymykají p.b.č. 2, 3, kdy při téměř shodné zásobě P v půdě okolo 50 mg/kg byl zaznamenán výnosový rozdíl o 1,6 t/ha a p.b.č. 32, 22, výnosový rozdíl byl také 1,6 t/ha při půdní zásobě P okolo 80 mg/kg.

Graf 25 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu S v půdě, rok 2014.

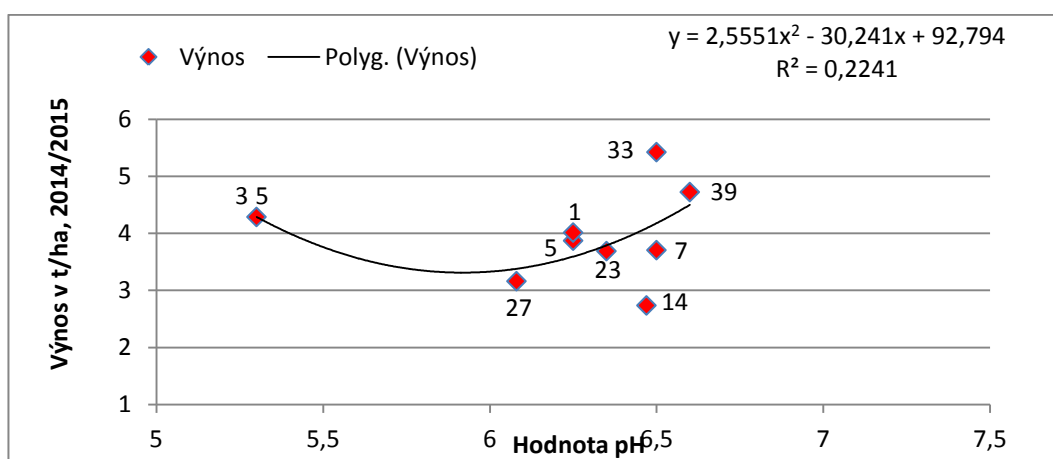


Podobné výnosy okolo 4,5 t/ha byly zjištěny při odlišném obsahu síry u p.b.č. 43 7,1 mg/kg, p.b.č. 21 12,8 mg/kg a p.b.č. 19 21,4 mg/kg. Výnosový rozdíl o 2,9 t/ha při obdobném obsahu S 14 mg/kg u p.b.č. 34 a 22.

5.3.5. Rok 2015

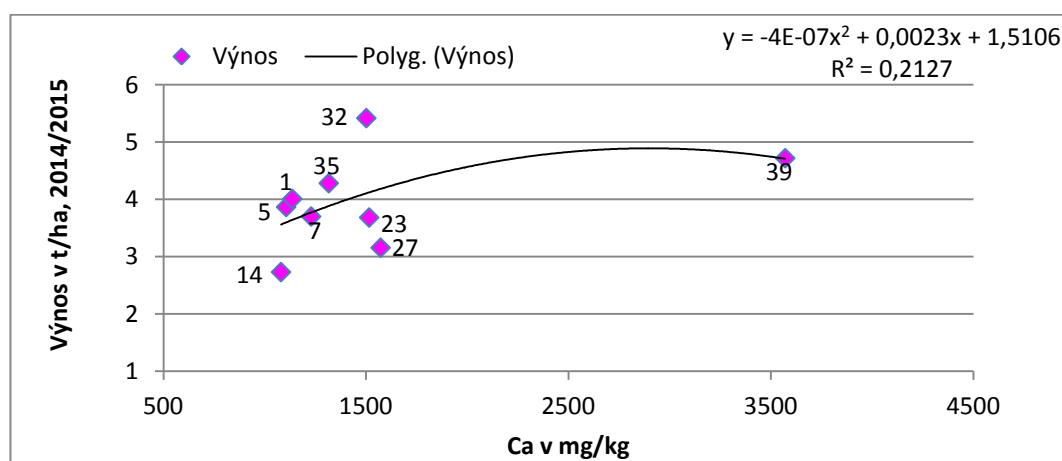
V roce 2015 bylo sledováno 11 půdních bloků o celkové výměře 190 ha. Rozpětí výnosů semene řepky ozimé bylo od 2,73 do 5,42 t/ha. Hodnota pH na sledovaných půdních blocích byla od 5,3 do 6,6 (graf 26). Dva p.b.č. 38 a 15 o celkové výměře 4,77 ha má v užívání zemědělský podnik až po roce 2011, není pro ně zpracován anorganický rozbor půd a jsou vyřazeny pro další zpracování a vyhodnocování dat.

Graf 26 - Porovnání výnosu semene řepky ozimé a hodnot pH na půdních blocích v roce 2015.



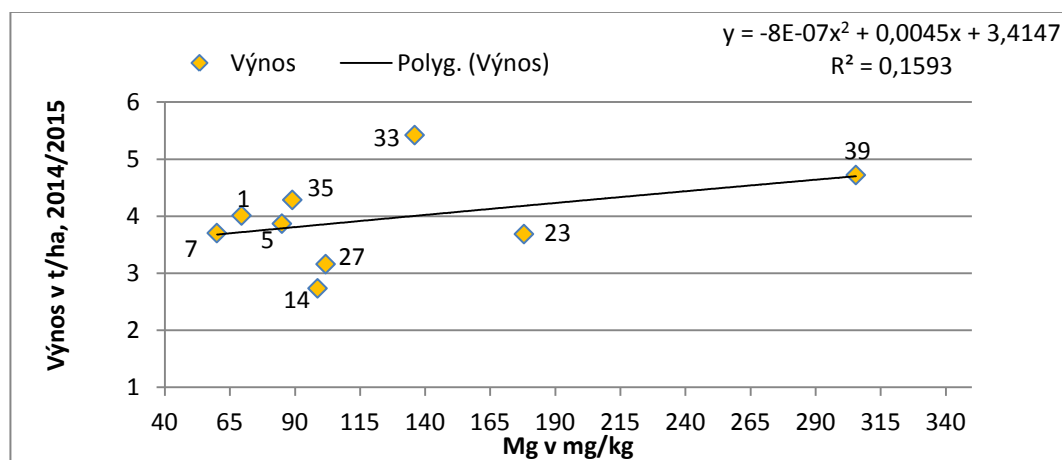
V tomto ročníku byl velký rozptyl jak ve výnosech semene, tak v hodnotách pH, při podobném výnosu semene kolem 4,5 t byla na p.b.č. 35 (pH 5,3) a 39 (pH 6,6) hodnota pH odlišná. Při shodné hodnotě pH 6,5 výnosový rozptyl 2,687 t/ha u p.b.č. 14, 7 a 33. Odlišnost p.b.č. 35 je dána aplikací vápenatých hnojiv. Rozbor půdy 20.3.2014 prokázal hodnotu pH 6,2 a 9.4.2015 (6 vzorků půdy) průměrná hodnota pH 7,05. Tyto rozборы půdy z let 2014, 2015 nejsou v diplomové práci vyhodnocovány.

Graf 27 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Ca v půdě, rok 2015.



Nejnižší i nejvyšší výnos semene řepky byl zjištěn při zásobě Ca v půdě s jen rozpětím 421 mg/kg, ale druhý nejvyšší výnos byl zaznamenán při hodnotě 3572 mg/kg Ca v půdě u p.b.č. 39.

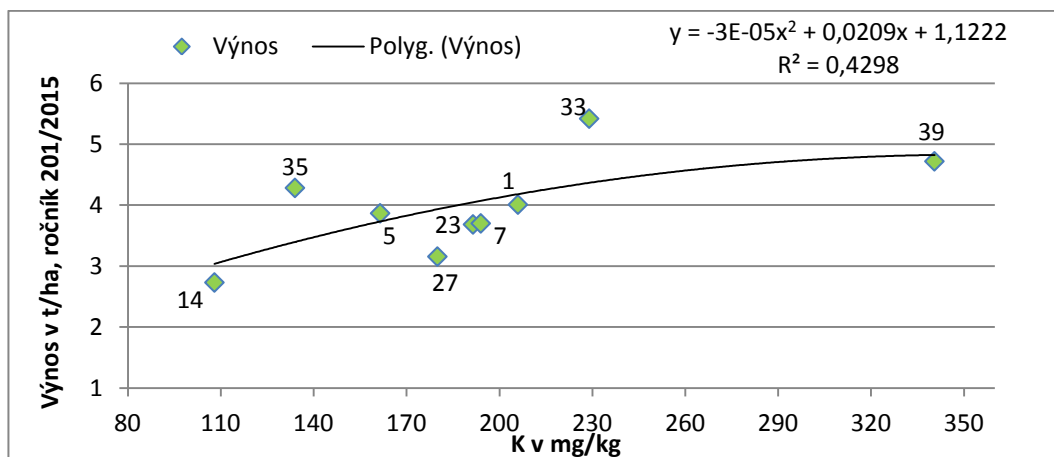
Graf 28 – Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu Mg v půdě, rok 2015.



Nejvyšší výnosy od 4,01 do 5,421 t/ha byly zjištěny při zásobě Mg od 69,5 do 136 mg/kg půdy. Nejnižší výnos 2,734 t/kg byl zjištěn na lokalitě se zásobou Mg 98,7 mg/kg v půdě. Na

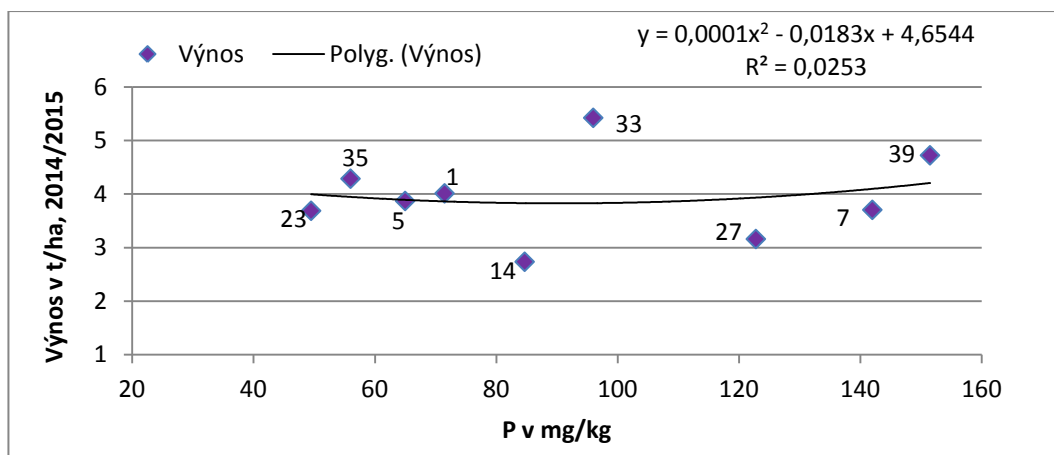
p.b.č. 39 byla zjištěna zásoba Mg 305,5 mg/kg, výnos semene přesahoval průměrný výnos ročníku o 0,8 t/ha.

Graf 29 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu K v půdě, rok 2015.



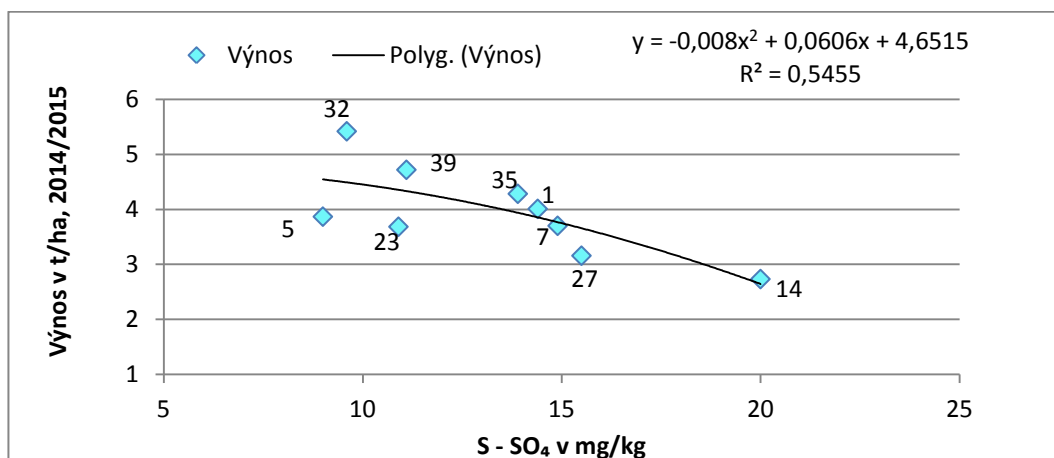
Zásoba K v půdě na p.b.č. 35, 33 a 39 byla zaznamenána velmi rozdílná od 134 do 340 mg/kg a výnosy byly vyšší než výnosový průměr ročníku tj. nad 3,917 t/ha. Nejnižší výnos 2,734 byl zaznamenán na lokalitě s obsahem K 108 mg/kg půdy.

Graf 30 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu P v půdě, rok 2015.



V tomto ročníku byl zjištěn největší výnosový rozdíl o 2,687 t/ha při půdní zásobě fosforu okolo 90 mg/kg u p.b.č. 33, 14. Byl zde zaznamenán nejnižší korelační koeficient 0,0253 za celé sledované pětileté období.

Graf 31 - Výnos semen řepky ozimé v závislosti na obsahu S v půdě, rok 2015.



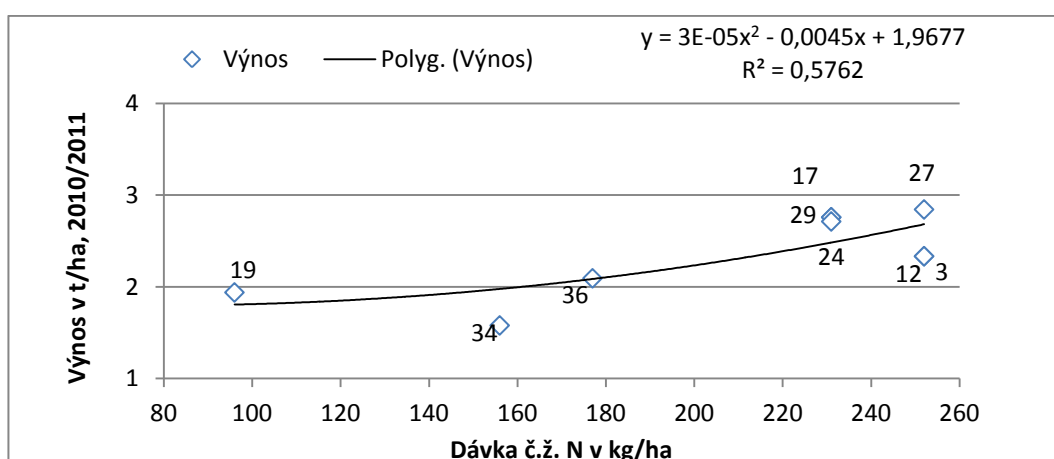
Korelační koeficient 0,5455 je nejvyšším negativním koeficientem S za sledované období, kdy nejvyšší výnos byl zjištěn u obsahu S 9,6 mg/kg, p.b.č. 32 a nejnižší výnos semene řepky u obsahu S 20 mg/kg, p.b.č. 14.

6. Diskuse

6.1. Vliv hojení na výnos semene řepky ozimé v letech 2011 – 2015.

6.1.1 Rok 2011

Graf 32 – Porovnání celkové dávky N a výnosu semen řepky ozimé na půdních blocích 2011.

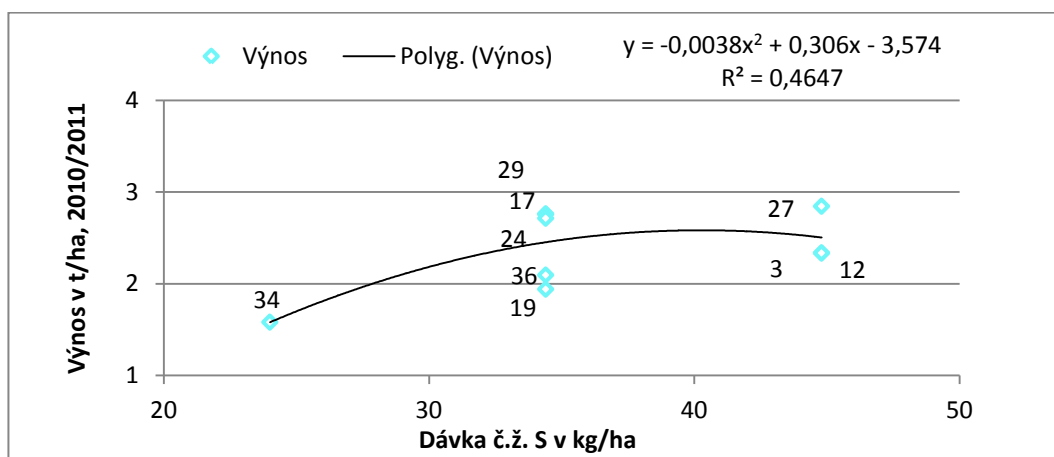


Celkové dávky N (graf.....) vykazovaly při shodném množství rozdílné výnosy semene řepky, p.b.č. 12, 3 a 27. P.b.č. 3 a 12 měly půdní reakci kyselou, nízký obsah Mg a Ca, nedostatečný obsah K v půdě, což při spotřebě 50 kg/t výnosu semene bylo pro rostliny limitující. P.b.č. 27

měl hodnoty Ca a K vyšší. P.b.č. 34 měl nízký obsah P v půdě a pH slabě kyselé. P.b.č. 17 a 29 měly pH neutrální a ostatní hodnoty živin v půdě na úrovni dobré až velmi vysoké. To odpovídá předpokladu, že při shodné dávce N na půdách s dobrými agrochemickými vlastnostmi je výnos semene řepky ozimé vyšší. Výnos ročníku 2010/2011 ale nepřesáhl 3 t/ha, dalším limitujícím faktorem byl průběh povětrnostních podmínek ročníku. V hlavní vegetační době byl úhrn srážek 149,1 mm a průměrná teplota 8,7 °C, graf 48, to odpovídá tvrzení Baranyka et al. (2015), že vysoké výnosy byly dosaženy v ČR při bohatých srážkách a nižších teplotách v době kvetení, jak také ukáže následně vyhodnocovaný ročník 2012/2013. Byl potvrzen význam rozložení srážek během vegetace, celkový úhrn za vegetaci (srpen až červenec) 603 mm srážek (nejvyšší za sledované období) nezajistil nejvyšší výnos semene řepky. Shodně uvádí i Weymann et al. (2015), že polní zkoušky vykázaly podobnou odpověď na výnos řepky ozimé např. vysoké teploty během vývoje semen vedly k nízkým výnosům z roku 2011 z Baruthu (Německo) a 2008 z Rody (Německo); opačná situace s nízkými teplotami a vysokými výnosy nastaly v severním Německu v roce 2009 a v Moosburgu (Německo) v roce 2007.

I přes vyšší obsah Mg v půdě nebyl na p.b.č. 34 (graf 4) vyšší výnos. Jak uvádějí Kulhánek et al. (2013), slabě kyselé pH 5,7 nezpřístupnilo Mg v půdních vazeb, zásoba v půdě byla 135 ppm.

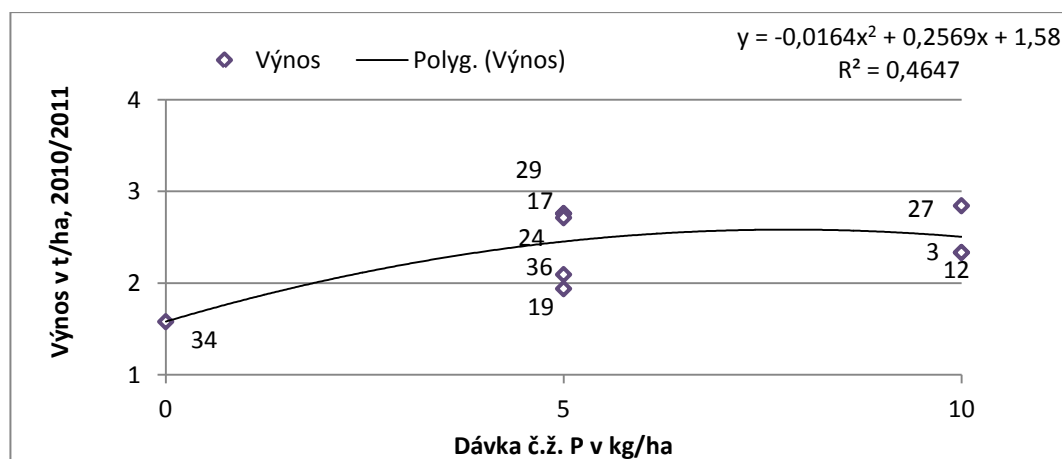
Graf 33 – Porovnání celkové dávky S a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích 2011.



Pro stanovení síry byly odebrány vzorky půdy na počátku podzimu 2011. Síra je vázána na organické sloučeniny a její dostupnost je vázána na proces mineralizace (Vaněk et

al., 2012). Působí zde hodnota pH, kdy k procesu mineralizace a zpřístupnění síry nedochází na půdách kyselých, viz p.b.č. 12 a 19 v grafech 7 a 2. Využití hnojiv se sírou je u řepky ozimé nejvyšší v jarním období, jak uvádějí Baranyk et al. (2010). Z toho důvodu by bylo vhodné stanovení obsahu síry v půdě v jarním období a porovnání výnosů řepky ozimé. V našich sledováních se tak nepotvrdil pozitivní vliv síranů v půdě stanovených z podzimních odběrů. Varéniová et al. (2015), uvádějí v jejich sledováních vliv síry na výnos semene a obsah oleje v semeni řepky ozimé.

Graf 34 – Porovnání celkové dávky P a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích 2011.



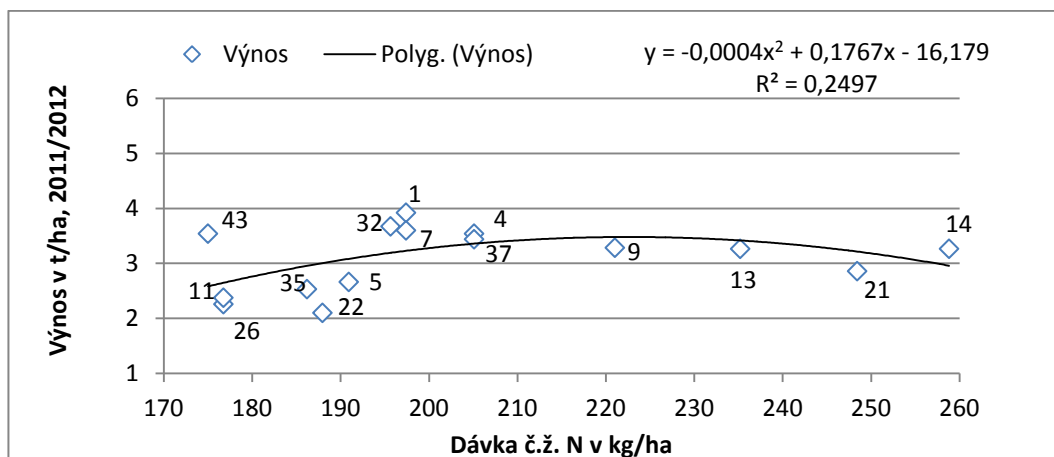
Použitá hnojiva Sulfammo (N 21%, P 5%, SO₃ 26%, MgO 3%) a Síran amonný (N 21%, S 24%) v dubnu 2011 ve dvou různých dávkách (100 a 200 kg/ha) rozdělila pozemky na dvě různé úrovně dodaných čistých živin S a P. Grafy 33 – 34 vyhodnocují závislost na výnose řepky ozimé a aplikovaných dávkách S a P. Odběr síry rostlinou v období března a dubna je nejvyšší (Baranyk, 2010), lze se domnívat, že vliv na výnos u p.b.č. 17, 29 a 27 se projevil i v souvislosti s vhodným pH.

6.1.2 Rok 2012

Dávky N za vegetační dobu v roce 2012 (graf 35) se pohybovaly v rozmezí od 175 do 259 kg/ha. Vyšší dávka N znamenala vyšší výnos do hodnoty aplikované dávky 205 kg N/ha, další zvýšení dávky N již vykazaly neefektivitu, nedošlo k výraznému zvýšení výnosu. P.b.č. 43, 37, 9 a 14 mají podobný výnos semene při zcela odlišných dávkách N; pH slabě kyselé p.b.č. 14, nízký obsah fosforu v půdě p.b.č. 9, 37; velmi nízký obsah Mg p.b.č. 37. P.b.č. 22

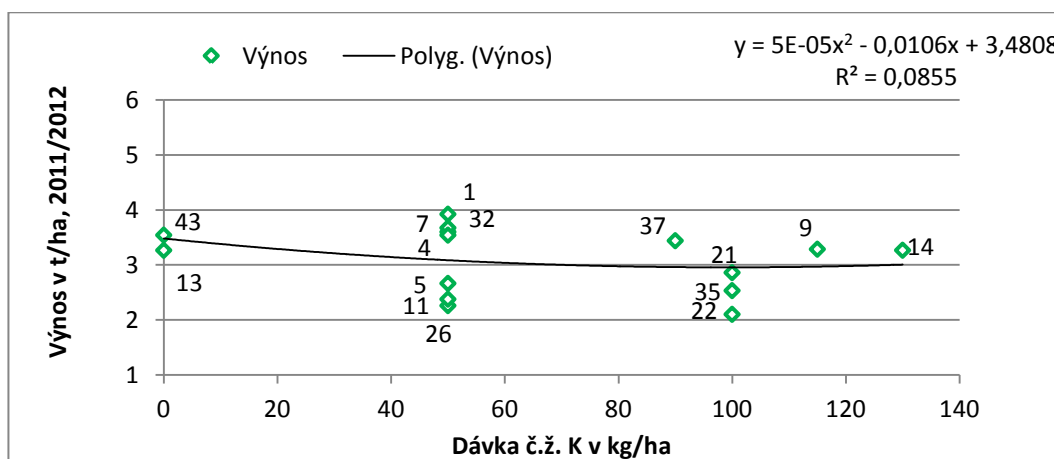
měl nejnižší výnos, pH slabě kyselé, obsah P v půdě vyhovující, ale ostatní hodnoty K, Mg a Ca byly nízké nebo velmi nízké. Obdobné agrotechnické vlastnosti má p.b.č. 5, kde byl výnos

Graf 35 – Porovnání celkové dávky N a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



vyšší. Hodnota K v půdě vyhovující při obdobné dávce N. Vyhovující zásoba K na p.b.č. 43, 32, 26, 7, 1 a 13 znamenala na většině pozemků i výnos >3 t/ha, výjimkou je p.b.č. 26. Optimální dávka N pro tento rok je v rozmezí 170 – 210 kg N/ha. Vývoj klimatických podmínek od února do června byl obdobný jako v roce 2011, srážky na úrovni 137 mm

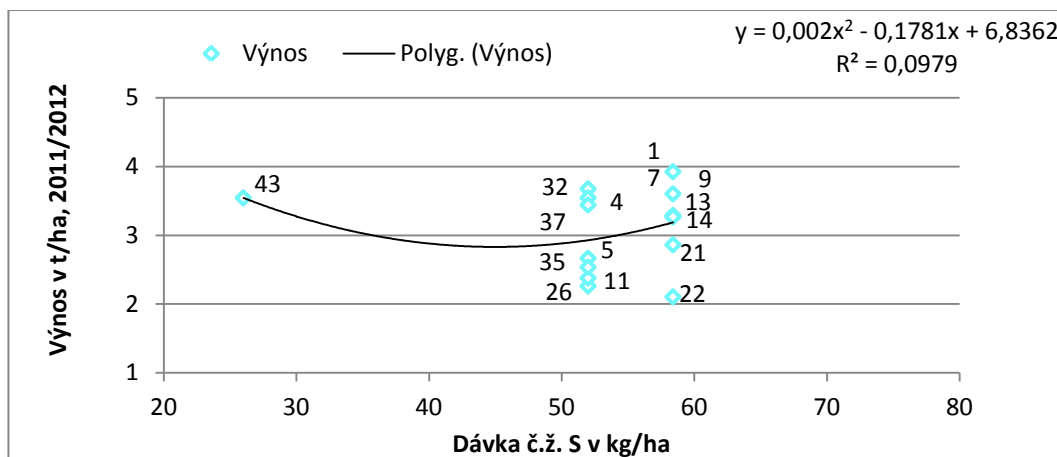
Graf 36 – Porovnání celkové dávky K a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



Draselná hnojiva aplikovaná v době vegetace (graf 36) jen částečně ovlivnila výnos semene řepky ozimé. Draselná sůl 60 % je vhodným hnojivem a lze ji použít při předset'ové přípravě i při orbě (Vaněk et al., 2012). Jak uvádějí Černý et al. (2015), s přihnojením K během vegetace je možné počítat jen v případě aplikace hnojiv typu kejda, digestát apod.; s ohledem na poměrně krátké období příjmu velkého množství draslíku, musí být tato živina přítomna

v dobře přístupných formách pro rostliny. Realizace proběhla ojediněle z časových důvodů a výsledků laboratoře o nutnosti zásahu na předmětných pozemcích. Hnojeno bylo Draselnou solí 60 %.

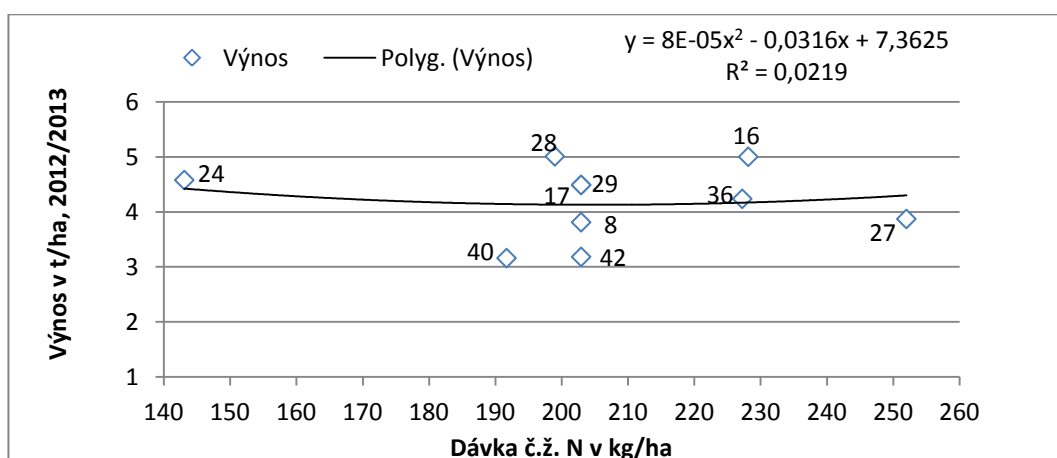
Graf 37 – Porovnání celkové dávky S a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



Dávky S nad 50 kg/ha vykazovaly na některých pozemcích mírně pozitivní, ale i negativní vliv na výnos. Zcela mimo stojí p.b.č. 43, kde je pH neutrální a obsahy živin P, K Ca v půdě na úrovni dobré, jen nízká zásoba Mg. Výměrou se jedná o malý pozemek 1,5 ha a možné ovlivnění celkových výsledků je minimální.

6.1.3 Rok 2013

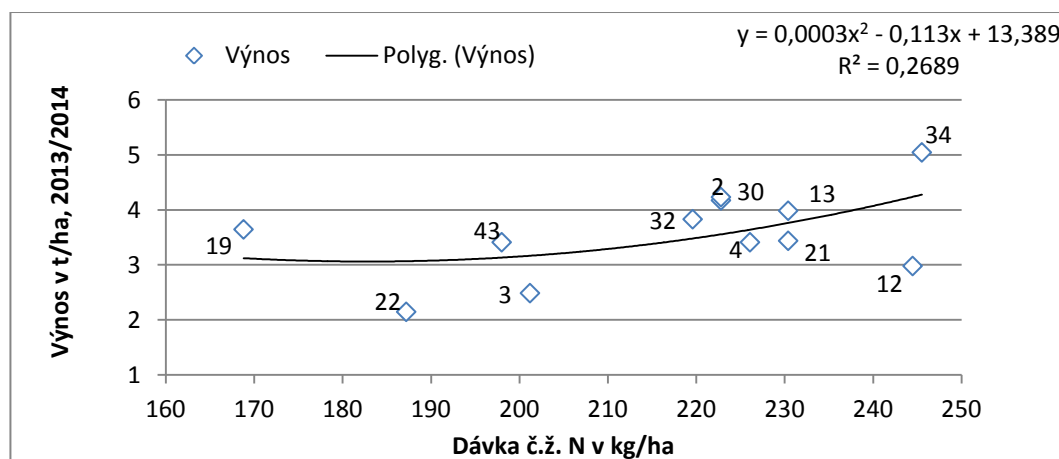
Graf 38 – Porovnání celkové dávky N a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



Celkové dávky N cca 200 kg č.ž./ha (graf 38) vykazovaly při shodném množství rozdílné výnosy semene řepky. Jedná se o p.b.č. 42, 8, 17, 40, 28 a 29, kde výnosový rozdíl byl 1,8 t/ha. P.b.č. 40 a 42 měly půdní reakci kyselou, nízký až velmi nízký obsah Mg a Ca, nízký až vyhovující obsah K v půdě. Při takto nízkých hodnotách živin v půdě a nevhodném pH byly podmínky v půdě pro vyšší výnos semene řepky nevhodné, jak uvádí Baranyk (2010). Vyšší výnosy byly zaznamenány u p.b.č. 28 a 29, kde půdní reakce byla jen slabě kyselá až neutrální, obsah Ca v půdě vyhovující až vysoký, obsah P vyhovující, obsah K vyhovující až dobrý. U těchto dvou pozemků nepatrně nižší úroveň N hnojení zajistila nejvyšší výnos semene řepky. Porovnáním p.b.č. 28 a 16 byla zjištěna vyšší zásobenost živinami a neutrální pH u p.b.č. 16, byla zde aplikována vyšší dávka N hnojení 228 kg č.ž. N/ha, ale opatření nevedlo k vyššímu výnosu semene řepky. Další zajímavé vyhodnocení poskytují p.b.č. 24 a 27, na opačných koncích grafu 38. Podobné hodnoty živin v půdě, shodné pH slabě kyselá a rozdílné dávky N o 100 kg č.ž./ha vykazaly pokles výnosu o 0,7 t/ha na pozemku s vyšší dávkou N hnojení. Průměrný výnos ročníku 2012/2013 dosáhl hodnoty 4,237 t/ha, což je nejvyšší dosažený výnos ve sledovaném období. Průběh povětrnostních podmínek v druhém hlavním vegetačním období, jak uvádějí Baranyk et al. (2007) byl pro vyšší výnos vyhovujícím. Úhrn srážek od února do června činil 296,9 mm a průměrná teplota 6,5 °C (graf 46). Tato hodnota srážek je nejvyšší za sledované období a hodnota průměrné teploty nejnižší. Hranice efektivnosti výše dávky N hnojení je v roce 2013 od 200 do 230 kg č.ž./ha.

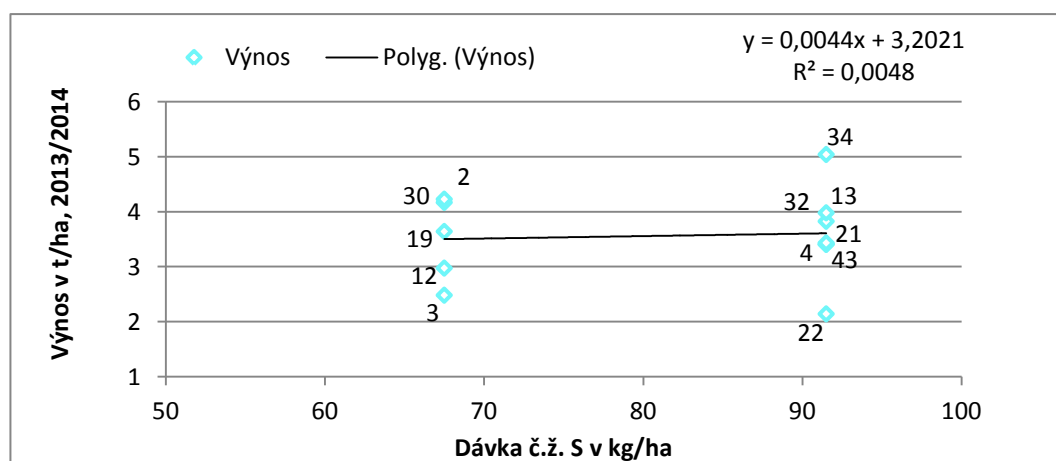
6.1.4 Rok 2014

Graf 39 – Porovnání celkové dávky N a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



Dávky N za vegetační dobu v roce 2014 (graf 39) se pohybovaly v rozmezí od 169 do 246 kg/ha. U vyšší dávky N byl zaznamenán vyšší i nižší výnos semen řepky, jak ukazuje graf 39. Celkové dávky N do výše 220 kg N/ha v ročníku 2013/2014 vykazují vhodnost aplikace, ale u dávek > 230 kg N/ha se pozemky dělí na ty, kde se výnos semene byl zaznamenán vyšší (p.b.č. 13 a 34) i nižší (p.b.č. 21, 12). P.b.č. 13 má nízký obsah Mg v půdě a p.b.č. 34 nízký obsah P, oba mají shodnou půdní reakci slabě kyselou. Lze předpokládat, že na dosažený výnos 5,043 t/ha na p.b.č. 34 měla vliv aplikace Dolomitického vápence v roce 2012 v dávce 1,5 a 2,5 t/ha (diferenciace dávek podle výsledků laboratoře, pozemek byl rozdělen na dva celky o různých dávkách) a vhodné formy N (DASA, LAV) ve vhodných termínech (18.2., 27.2., 19.3., 10.4.), jak uvádí Bečka (2016). P.b.č. 12 s výnosem semene řepky ozimé 2,977 t/ha, kde byl také aplikován Dolomitický vápenec s Mg ve stejné dávce též rok, vykázal odlišnou reakci na výnos oproti p.b.č. 34. Zásoby ostatních živin K, Mg, Ca byly odlišné, na nízké úrovni a pH kyselé. Shodný je i p.b.č. 22, kde byl Dolomitický vápenec aplikován v roce 2012, ale zásoby K, Mg a Ca byly na nízké až velmi nízké úrovni a ke zvýšení výnosu semene nedošlo. Optimální dávka N pro tento rok je v rozmezí 200 až 250 kg N/ha. Celkový úhrn srážek od února do června byl 149,4 mm a průměrná teplota 9,2°C. Oproti roku 2013 byly srážky o 147 mm nižší a průměrná teplota vyšší o 2,7 °C, průměrný výnos byl nižší (3,843 t/ha) než v roce 2013 (4,237 t/ha).

Graf 40 – Porovnání celkové dávky S a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.

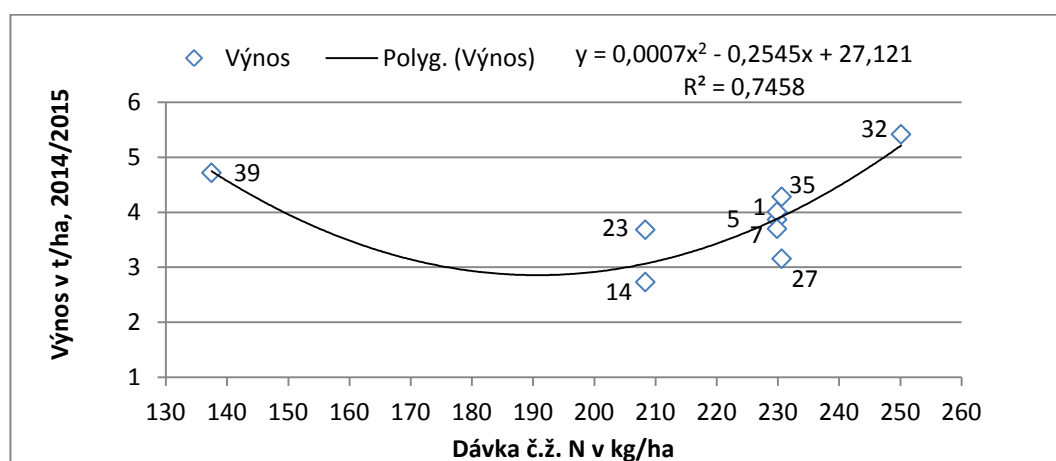


6.1.5 Rok 2015

Dávky N za vegetační dobu v roce 2015 (graf 41) se pohybovaly v rozmezí od 137 do 250 kg/ha. Zjištěný korelační koeficient 0,7458 je nejvyšším za pětileté období. Zcela se

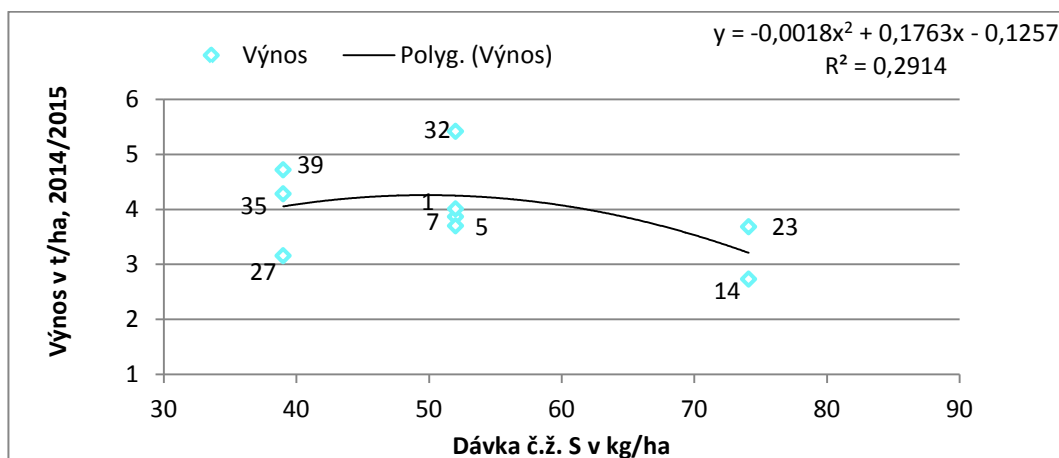
tomuto trendu vymyká p.b.č. 39 s výnosem 4,721 t/ha a dávkou 137 kg N/ha. Zásoby živin v půdě K, Ca a P byly na úrovni dobré až velmi vysoké, obsah Mg vyhovující, půdní reakce neutrální. Lze předpokládat, že výnosový potenciál pozemku pro řepku ozimou může být vyšší, možná domněnka vyvstává při srovnání s p.b.č. 32, kde zásoby živin v půdě a půdní reakce jsou obdobné, rozdíl je v aplikované dávce N, v tomto případě 250 kg N/ha. Zhang et al. (2007) uvádějí interakce mezi N hnojením a množstvím K v půdním roztoku, kdy

Graf 41 – Porovnání celkové dávky N a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



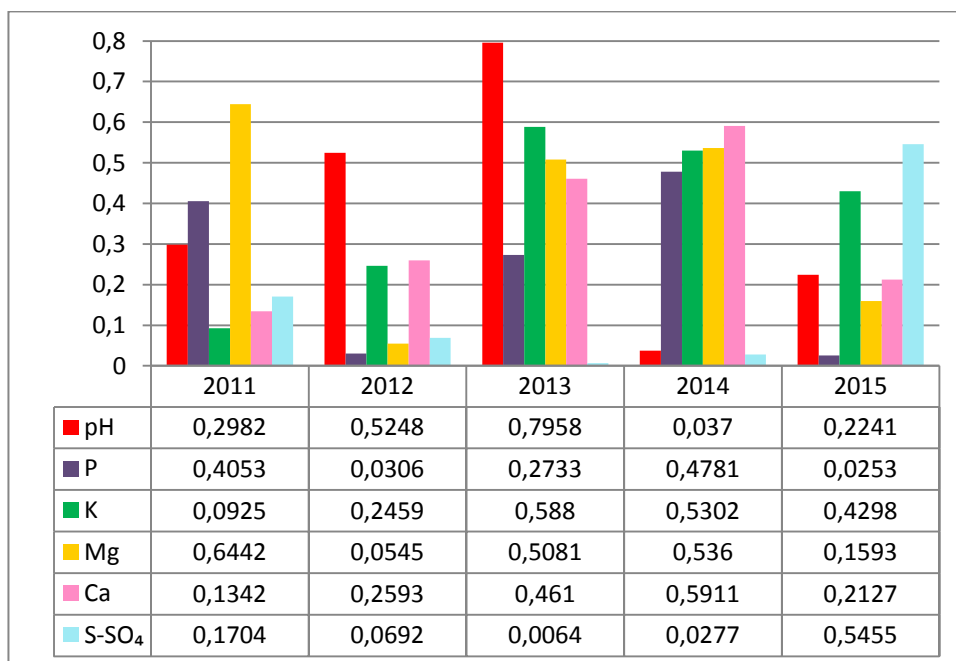
N hnojivo zvýšilo obsah K v rostlině, ale draselná hnojiva nezvýšila obsah K v rostlině. Černý et al. (2015c) zdůrazňuje, že vyluhovací činidlo Mehlich III. má silnou extrakční schopnost, avšak podíl aktuálně přístupných forem K (tj. v půdním roztoku) je u draslíku jen 5 – 20 % z obsahu stanoveného AZPP. P.b.č. 14 a 27 ačkoliv byly zjištěné obsahy K v půdě hodnoceny jako vyhovující a dobré, je možné se domnívat, že zásoba K v půdě je pro řepku ozimou nízká (viz graf 41). Při výnose semene řepky ozimé na p.b.č. 32 jsou dávky N zcela opodstatněné, neboť odběrový normativ 52 – 59 kg N na výnos 1 t semene řepky a odpovídající množství slámy (Balík, 2007). Výnosové rozpětí od 3,159 do 4,285 t/ha při shodné dávce 230 kg N/ha je na p.b.č. 27, 7, 5, 1 a 35. P.b.č. 35 byl v roce 2012 hnojen dávkou 100 kg K/ha a p.b.č. 7, 5 a 1 dávkou 50 kg K/ha. P.b.č. 27 hnojen nebyl. Optimální dávka N pro tento rok je cca 230 kg N/ha. Celkový úhrn srážek od února do června byl 158,1 mm a průměrná teplota 8,2 °C. Odlišnost p.b.č. 39 je dána bonitou půdy, jedná se o pozemek, kde v minulosti byly produkční chmelnice. Orniční vrstva je hlubší, zásobenost živinami P, K, Ca, Mg dobrá až velmi vysoká (grafy 27 – 30) a půdní reakce neutrální (graf 26). Nižší dávka N hnojení postačila na výnos semene řepky ozimé odrůdy DK Explicite 4,721 t/ha, která patřila v ročníku 2014/2015 mezi 10 nejúspěšnějších odrůd (Baranyk et Zehnálek, 2015).

Graf 42 – Porovnání celkové dávky S a výnosu semene řepky ozimé na půdních blocích.



6.2 Míra vlivu živin v půdě na výnosech v letech 2011 – 2015.

Graf 43 – Hodnoty korelačních koeficientů

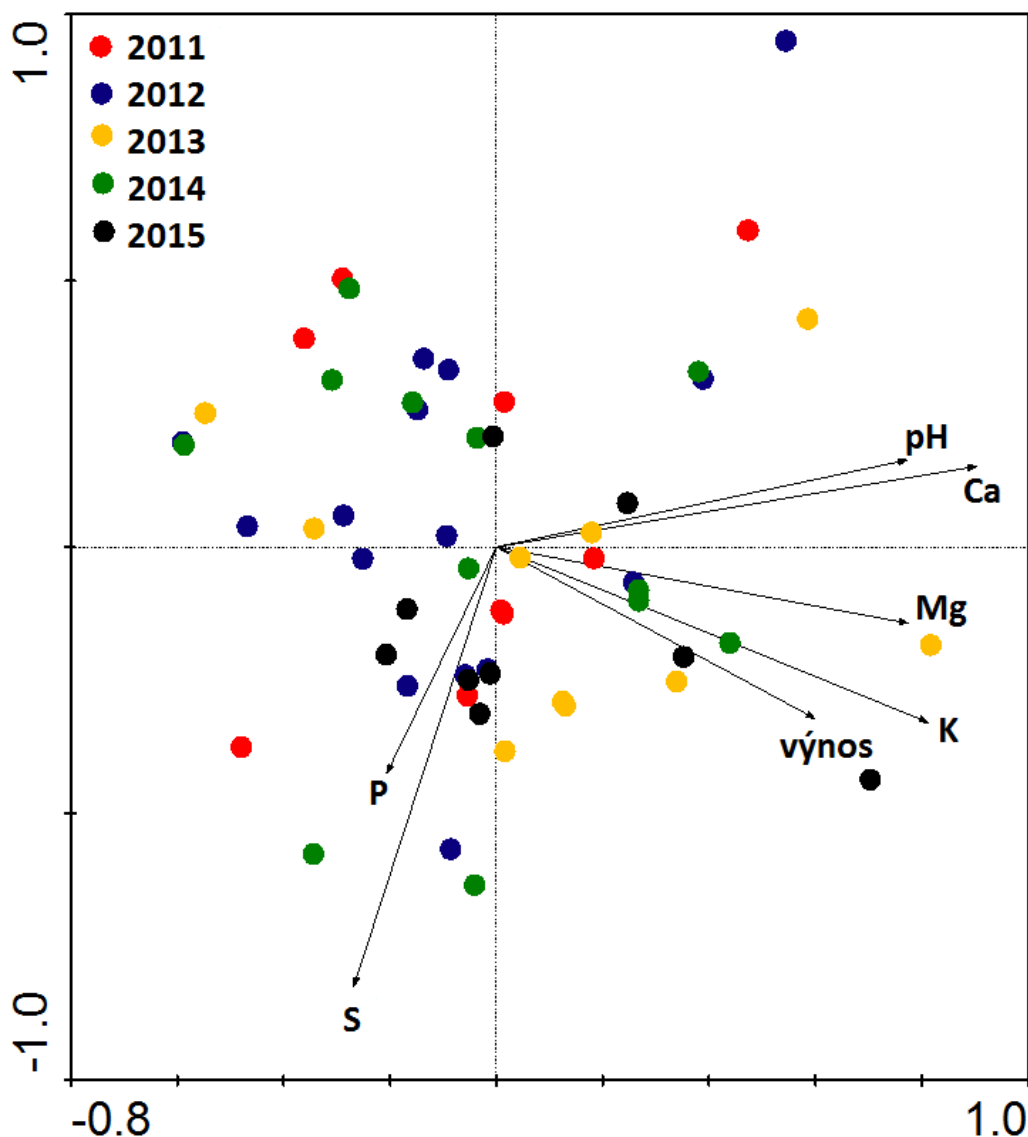


Hodnoty pH v půdě (graf 43) v jednotlivých letech odráží systém vápnění započatý v zemědělském podniku v roce 2012, postupně je pH půdy upravováno. Nejnížší závislost na výnosu semene řepky na pH byla zjištěna v roce 2014, nejvyšší v roce předchozím 2013. Deficit vápníku v půdě přetrvával až do roku 2014, závislost na výnosu semene klesla v roce následném. Ukazuje se možný deficit hořčíku v půdě (roky 2011, 2013 a 2014), zemědělský

podnik prováděl vápnění půd dvěma různými vápenatými hnojivými o rozdílném obsahu č.ž. Mg. V letech 2013 – 2015 stoupla výrazně oproti předchozím rokům závislost výnosu semene řepky ozimé na draslíku. V pětiletém období lze sledovat vzrůstající pH do roku 2013, razantní pokles v roce 2014 a opět mírný nárůst v roce 2015, shodný průběh má draslík, jeho vliv roste do roku 2013, po té mírně klesá a o jeden rok posunutou kulminaci má Ca.

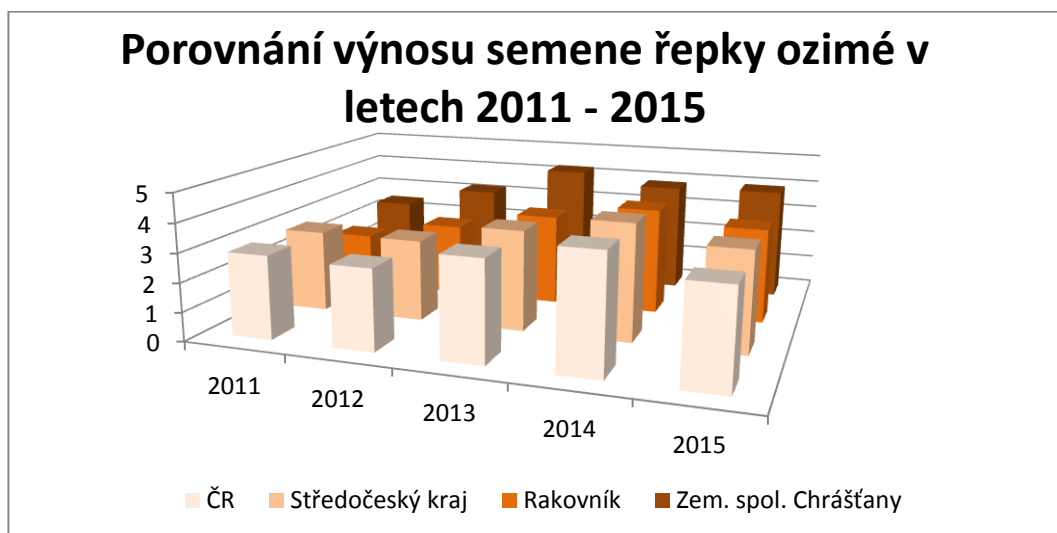
Výše uvedené výsledky jsou potvrzeny ordinačním diagramem, je zde parný vztah mezi pH, Ca, Mg, K a výnosy. Obsah přístupného vápníku, draslíku a hořčíku ovlivňuje výnos semene řepky.

Graf 44 – Ordinační diagram



6.3 Porovnání výnosů podniku s ČR, krajem a okresem v letech 2011 – 2015.

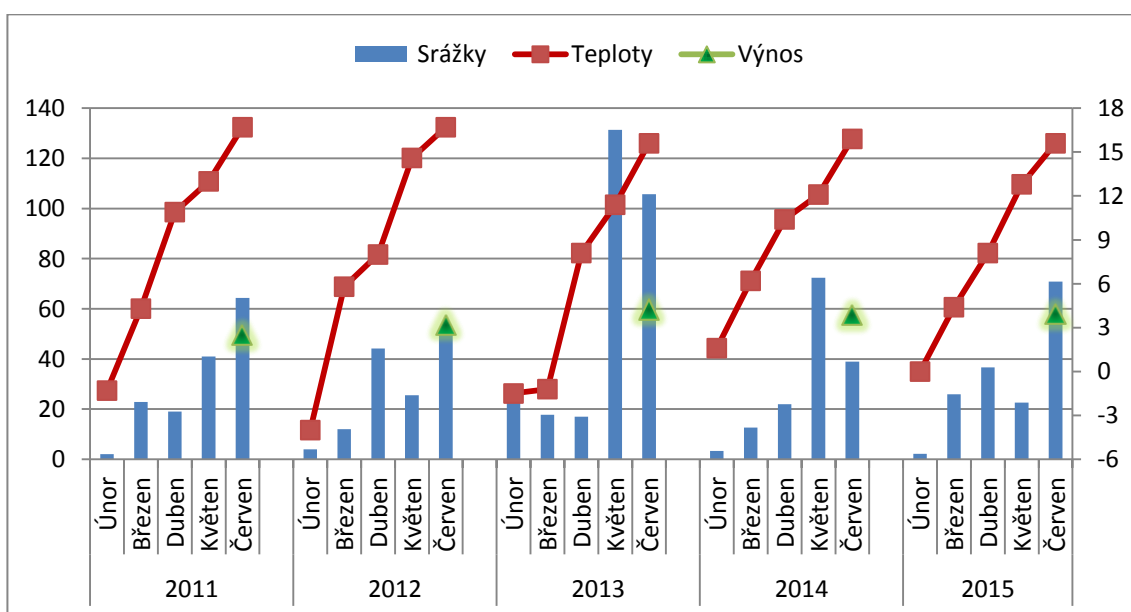
Graf 45 – Výnos semene řepky ozimé



Výnosy semene řepky ozimé v zemědělském podniku za pětileté období převyšují výnosy okresu Rakovník. V porovnání s ČR a Středočeským krajem jsou nižší jen v letech 2011 a 2014.

6.4 Porovnání výnosů semene řepky ozimé s průběhem teplot a sumou srážek v hlavní vegetační době (únor –květen) v letech 2011 – 2015.

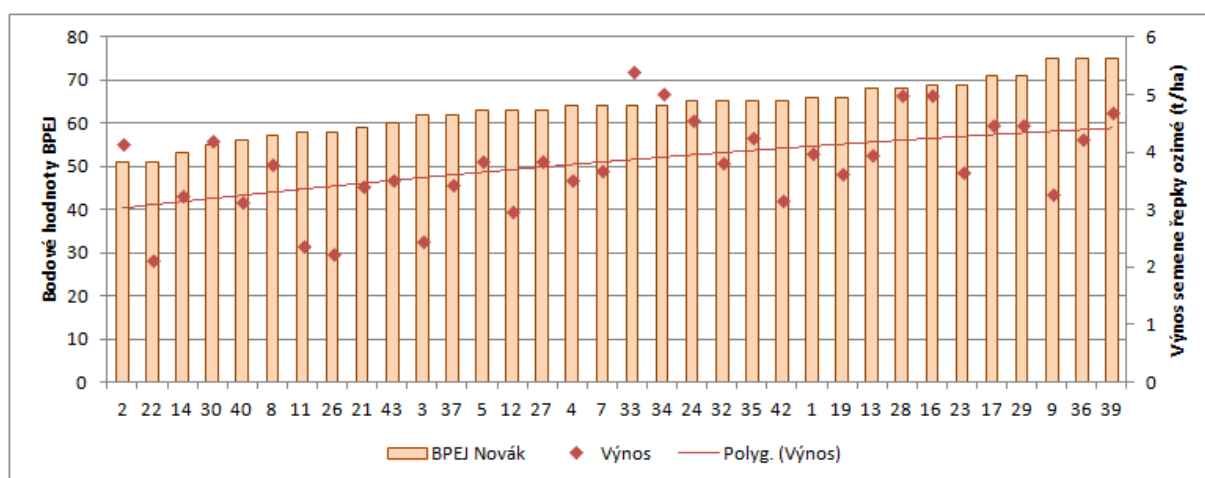
Graf 46 – Průběh počasí



Vyšší průměrné výnosy semene řepky ozimé dosažené v letech 2013, 2014 a 2015 odpovídají dostupným informacím, že nižší teploty v období května a června spojené s vyššími úhrny srážek v tomto období jsou pro rostlinu optimální. Naopak v letech 2011 a 2012, kdy byly průměrné teploty v květnu a červnu vyšší a úhrny srážek nižší i průměrné výnosy semene řepky ozimé byly nižší.

6.5 Porovnání výnosů semene řepky ozimé a bodové výnosnosti půdních bloků

Graf 47 – Bonitace půd a výnos



Zajímavé jsou p.b.č. 2, 30, 32 a 34, kde vyšší výnosy jsou na pozemcích s nižším bodovým ohodnocením a p.b.č. 9, 39 a 36 na bonitně lepších půdách vyšších výnosů nedosáhly. Nízké výnosy byly dosaženy na p.b.č. 22, 11, 26 a 3, které patří k půdám s nižší bodovou hladinou.

6.6 Porovnání půdních bloků s řepkou ozimou 2011 – 2015

Pozemky umístěné v těsné blízkosti lesa nebo obklopené lesy mají většinou nižší výnosy v důsledku poškození porostu lesní zvířít, p.b.č. 12, 14, 19. Odrůdy řepky ozimé s vyššími výnosy byly Marathon, DK Exssence, DK Explicit. Vysoké výnosy těchto odrůd řepky ozimé uvádí i Baranyk et Zehnálek (2015) v odrůdových pokusech s intenzivní agrotechnikou v roce 2015.

Tab. 4 – Porovnání výnosů semene řepky ozimé na shodných půdních blocích v letech 2011 – 2015.

Číslo půd.bloku	Výměra (ha)	2011		2012		2013		2014		2015		Změna výnosu o (t/ha)
		Předplodina	Výnos (t/ha)	Předplodina	Výnos (t/ha)	Předplodina	Výnos (t/ha)	Předplodina	Výnos (t/ha)	Předplodina	Výnos (t/ha)	
1	17,69			P	3,93					PJ	4,01	0,09
4	19,57			JJ	3,54			P	3,41			-0,14
5	38,52			P	2,67					PJ	3,87	1,20
7	15,31			P	3,60					PJ	3,70	0,10
12	16,22	P	2,34					H	2,98			0,64
13	15,61			JO	3,27			P	3,98			0,71
14	35,12			P	3,27					H	2,73	-0,54
19	10,69	JO	1,94					H	3,64			1,70
21	32,01			P	2,86			P	3,44			0,58
22	8			JO	2,10			P	2,14			0,04
24	55,17	P	2,71			P	4,58					1,87
27	56,53	P + Ž	2,85			P	3,87			P	3,16	0,31
29	7,01	P	2,76			P	4,49					1,73
32	14,32			P	3,68			P	3,83			0,15
34	35,04	P	1,58					PJ	5,04			3,46
35	8,56			P	2,54					PJ	4,29	1,75
36	15,69	P	2,09			P	4,24					2,15
43	1,54			JJ	3,54			P	3,41			-0,14
	Prům. výnos		2,47		3,20		4,24		3,84		3,92	

7. Závěr

1. Závislost mezi aplikovanou dávkou N a výnosem semene řepky ozimé je velmi rozdílná. Korelační koeficienty závislostí v jednotlivých ročnících jsou: 2011 $R^2 = 0,5762$; 2012 $R^2 = 0,2497$; 2013 $R^2 = 0,0219$; 2014 $R^2 = 0,2689$; 2015 $R^2 = 0,7458$. Výsledky analýz ukázaly na efektivitu N hnojení od 200 do 230 kg/ha. Nejtěsnější vztah byl v ročníku 2014/2015. Pozemky s nižším výnosem semene řepky ozimé pod hranicí průměrného výnosu ročníku: rok 2011 – p.b.č. 34, 19, 36, 3, 12; rok 2012 – p.b.č. 22, 26, 11, 35, 5, 21; rok 2013 – p.b.č. 40, 42, 8,27; rok 2014 – p.b.č. 22, 3, 12 a velmi těsně pod hranicí průměru p.b.č. 43, 4, 21, 19; rok 2015 – p.b.č. 14, 27 a velmi těsně pod hranicí průměru p.b.č. 23, 7, 5. Potvrdil se předpoklad, že hnojení N bude mít větší vliv na přírůstek výnosu řepky ozimé na půdách s horšími agrochemickými vlastnostmi půd, než na půdách s vyšší zásobou živin a vyhovující půdní reakcí. Ovlivňuje to skutečnost, která z živin je v půdní zásobě v minimu. Při shodné dávce N byl výnos řepky vyšší na půdách s dobrými agrochemickými vlastnostmi.

2. Význam požívání draselných hnojiv v letech 2013 – 2015 stoupá. Analýza ukázala na silný vliv K na výnos právě v posledních třech letech. Korelační koeficienty jsou 2011 $R^2 = 0,0925$; 2012 $R^2 = 0,2459$; 2013 $R^2 = 0,588$; 2014 $R^2 = 0,5302$; 2015 $R^2 = 0,4298$. P.b.č. 22, 12, 40 s nízkým obsahem K do 105 mg/kg půdy vždy vykázaly nižší výnos semene řepky, než byl průměr ročníku.

3. Obsahy Mg v půdě jakož i jeho aplikace mají vliv na skutečně dosahované výnosy semene řepky ozimé, jejich význam během pěti analyzovaných let mírně klesá. Korelační koeficienty jsou 2011 $R^2 = 0,6442$; 2012 $R^2 = 0,0545$; 2013 $R^2 = 0,5081$; 2014 $R^2 = 0,536$; 2015 $R^2 = 0,1593$.

4. Větší vliv živin (P, K, Mg) z půdní zásoby na výnos semene řepky ozimé byl v letech 2013 a 2014 s příznivým průběhem počasí, než v letech nepříznivých (rok 2012).

5. Význam systému udržovacího cyklu vápnění se projevil v roce 2013 a 2014, korelační koeficient stoupl, při vhodných klimatických podmínkách roku. Nízký obsah přístupného Ca do 1100 mg/kg byl na p.b.č. 12, 19, 3, 14, 21, 42, 14, 22. Výnosy semene řepky ozimé zde byly nižší než průměrné výnosy. Korelační koeficienty jsou 2011 $R^2 = 0,1342$; 2012 $R^2 = 0,2593$; 2013 $R^2 = 0,461$; 2014 $R^2 = 0,5911$; 2015 $R^2 = 0,2127$.

5. Vztah mezi P a výnosem ozimé řepky byl nižší než u K, Mg a Ca. Korelační koeficienty jsou 2011 $R^2 = 0,4053$; 2012 $R^2 = 0,0306$; 2013 $R^2 = 0,2733$; 2014 $R^2 = 0,4781$; 2015 $R^2 = 0,0253$.

6. Výnosový potenciál jednotlivých půdních bloků z hlediska úrodnosti (kombinace půdního druhu, půdního typu a geologického položí) ukázal pozemky s nižší výnosovou úrovní pro pěstování řepky ozimé (p.b.č. 22, 11, 26, 3), pozemky s vyšší bodovou hodnotou BPEJ, ale nižším výnosem semene řepky (p.b.č. 9, 23, 19). Zde je třeba zvážit ekonomiku jednotlivých vstupů pro výrobu a nalézt optimální řešení. Jako nejefektivnější je doporučení úpravy zásob živin K, Mg a Ca v půdě podle výsledků nových AZP.

8. Vztah mezi půdní reakcí a výnosem semene řepky ozimé je velmi variabilní, to souvisí se systémem vápnění půd v podniku ročně na ploše cca 1/3 obhospodařované plochy. Korelační koeficienty jsou 2011 $R^2 = 0,2982$; 2012 $R^2 = 0,5248$; 2013 $R^2 = 0,7958$; 2014 $R^2 = 0,037$; 2015 $R^2 = 0,2241$. Po vyhodnocení nových AZP z roku 2014, 2015 by bylo možné určit, u kterých pozemků došlo k úpravě pH a případný nárůst hodnot; vše znovu vyhodnotit ve vztahu k výnosům, zásobě přístupného Ca a Mg v půdě.

8. Seznam literatury

- Baier J., Baierová V. (1985): Abeceda výživy rostlin a hnojení. SZN, Praha.
- Baranyk P., Balík J., Hájková M., Havel J., Kazda J., Lošák T., Málek B., Markytán P., Plachká E., Richter R., Soukup J., Stražil Z., Šaroun J., Škeřík J., Šmirous P., Štranc P., Volf M., Vrbovský V., Zehnálek P., Zelený V. (2010): Olejníny. Profi Press s.r.o., Praha.
- Baranyk P., Fábry P., Balík J., Dostálová J., Humpál J., Kazda J., Koprna J., Kuchtová P., Markytán P., Nerad D., Soukup J., Šaroun J., Škeřík J., Volf M. (2007): Řepka pěstování, využití, ekonomika. Profi Press s.r.o., Praha.
- Baranyk P., Zehnálek P. (2015): Výsledky maloparcelních odrůdových pokusů s intenzivní agrotechnikou 2014/15. Sborník výsledků pokusů SPZO, 32. vyhodnocovací seminář, Hluk, 25 – 26.11.2015. SPZO s.r.o., Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha, s. 19 – 21.
- Bečka D., Vašák J., Béréš J. (2016): Stav porostů a doporučení k jarní agrotechnice řepky ozimé. Agromanuál, ročník 11, č.3, Kurent s.r.o., České Budějovice, s. 90 – 92.
- Bláha L., Macháčková I., Vyvadilová M., Buzek Z., Řičica M. (2014): Fyziologický pohled na tvorbu výnosu u řepky ozimé. Úroda, ročník LXII, č. 5, Profi Press s.r.o. Praha, s. 38 – 42.
- Baranyk P., Čech P., Dědek J., Hrdina R., Málek B., Markytán P., Mička M., Novák J., Petrucha J., Šimka J., Tomšíček L., Zeman J. (2015): Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2015/2016. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, květen 2015. Typus Pro Praha s.r.o.
- Cihlář P., Bečka D., Kedaj P., Vašák J. (2015): Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé v roce 2014/2015. Sborník konference s mezinárodní účastí Prosperující olejníny 2015. ČZU, Praha, s. 15 – 19.
- Černý J., Balík J., Kovářík J., Kulhánek M., Sedlář O. (2015a): Bór ve výživě (nejen) ozimé řepky. Úroda, ročník LXIII, č. 8, Profi Press s.r.o. Praha, s. 54-58.
- Černý J., Balík J., Kulhánek M., Vaněk V. (2015b): Půdní úrodnost. Sborník z 21. Mezinárodní konference Racionální použití hnojiv, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, Praha, s. 15 -20.
- Černý J., Kovářík J., Kulhánek M., Balík J. (2015c): Hnojení řepky na podzim. Agromanuál, ročník 10., č.7, Kurent s.r.o. České Budějovice, s. 56 – 58.
- Černý J., Balík J., Kulhánek M., Vašák F., Shejbalová Š., Vaněk V. (2013): Vápník v půdě. Sborník z 19. Mezinárodní konference Racionální použití hnojiv. ČZU, Praha, s. 27 – 32.
- Černý J., Balík J., Kovářík J., Kulhánek M. (2016): Hnojení ozimé řepky na jaře. Agromanuál, ročník 11., č.3, Kurent s.r.o. České Budějovice, s. 86 - 88.

Čuhel J., Malý S. (2013): Půdy jsou kyselé, vyžadují vápnění. *Zemědělec*, ročník XXI, č. 45, Profi Press, Praha, s.23.

Doležal S., Ryant P. (2014): Regenerační hnojení řepky ozimé. *Agromanuál*, ročník 9., č. 2, Kurent s.r.o. České Budějovice, s. 70 – 71.

Ducsay L. (2015): Vplyv klimatickej zmeny na výživu a hnojenie poľných plodín. *Agromanuál*, ročník 10., č.3, Kurent s.r.o. České Budějovice, s. 90 – 91.

Fismes J., Vong P.C., Guckert A., Frossard E. (2000): Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy*, Volume: 12, Issue: 2, Pages: 127 – 141.

Hřivna L. (2016): Hnojení řepky ozimé v průběhu jarní vegetace. *Úroda*, ročník LXIV, č. 3, Profi Press s.r.o., Praha, s. 80 - 85.

Khel T., Vopravil J., Novák P. (2011): Okyselování (acidifikace) půdy. *Úroda*, ročník LIX, č. 2, Profi Press s.r.o., Praha, s. 78.

Krček V., Baranyk P., Škeříková M. (2015): Hledání optimálního způsobu zakládání porostů řepky. *Úroda*, ročník LXIII, č. 6, Profi Press s.r.o. Praha, s. 67 - 70.

Kulhánek M., Černý J., Madaras M., Vašák F., Balík J. (2014): Draslík – podceňovaný prvek ve výživě rostlin. *Úroda*, ročník LXII, č. 3, Praha, s. 64 – 66.

Kulhánek M., Vaněk V., Černý J., Vašák F., Balík J. (2013): Vliv hnojiv na pH půd, potřeba vápnění, faktory ovlivňující potřebu vápnění. *Sborník z 19. Mezinárodní konference Racionální použití hnojiv. ČZU, Praha*, s. 33 – 42.

Li, B.Y., Zhou, D.M., Cang, L., Zhang, H.L., Fan, X.H., Qin, S.W. (2007): Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. *Soil and Tillage Research*, 96 (1), 166 – 173.

Merbach W., Herbst F., Eißner H., Schmidt L., Deubel A. (2013): Influence of different long-term mineral–organic fertilization on yield, nutrient balance and soil C and N contents of a sandy loess (Haplic Phaeozem) in middle Germany. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59 (8), 1059 – 1071.

Němec J. (2001): Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky. *Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky Praha*, s. 260.

- Novickiene L., Gaveliene V., Miliuviene L., Kazlauskine D., Pakalniskyte L. (2010): Comparison of winteroilseed rape varieties: cold acclimation, seed yield and quality. *Zemdirbyste – Agriculture*, Volume: 97, Issue: 3, Pages 77 – 86.
- Rathke G.W., Christen O., Diepenbrock W. (2005): Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research*, Volume: 94, Issue: 2 – 3, Pages: 103 – 113.
- Sieling K., Schroder H., Hanus H. (1998): Mineral and slurry nitrogen effects on yield, N uptake, and apparent N-use efficiency of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*, Volume: 130, Pages: 165 – 172, Part: 2.
- Su, W., Liu, B, Liu, X., Li, X., Ren, T., Cong, R., & Lu, J. (2015): Effekt of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*, ročník 62, s. 38 – 45.
- Varényiová M., Ducsay L., Borok P. (2015): Vplyv zvyšujúcich sa dávok síry na výšku úrody a obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej (*Brassica napus*, L.). Sborník konference s mezinárodní účastí Prosperující olejiny 2015. ČZU, Praha, s. 60 – 63.
- Varényiová M., Ducsay L. (2015): Vplyv rôznych dávok bóru na výšku úrody a obsah olejav semene kapusty repkovej pravej (*Brassica napus*, L.). Sborník konference s mezinárodní účastí Prosperující olejiny 2015. ČZU, Praha, s. 64 - 68.
- Vaněk V., Balík J., Černý J., Pavlík M., Pavlíková D., Tlustoš P., Valtera J. (2012): Výživa zahradních rostlin. *Academia*, Praha, s. 572.
- Vaněk V., Balík J., Pavlíková D., Tlustoš P. (2007): Výživa polních a zahradních rostlin. *Profi Press*, Praha, s.
- Voltr V., Bartlová J., Brtnický M., Denešová O., Froněk P., Honz J., Hlavsa T., Hruška M., Khel T., Kohut M., Křen J., Kubát J., Kučera J., Lang J., Leština J., Lipavský J., Míša P., Novák P., Podešvová J., Pokorný E., Rožnovský J., Štolbová M., Šařec O., Šařec P., Trantinová M., Vigner J., Vilhelm J., Voltr V., Vopravil J. (2011): Hodnocení půdy v podmínkách ochrany životního prostředí. Ústav zemědělské ekonomiky a informací Praha, s. 480.
- Weymann W., Böttcher U., Sieling K., Kage H. (2015): Effects of weather conditions during different growth phases on yield formativ of winter oilseed rape. *Field Crops Research*, 173, s. 40 – 48.
- Zhang K., Greevwood D.J., White P.J., Bruns I.G. (2007): A dynamic model for the combined effects of N, P and K fertilizers on yield and mineral composition; description and experimental test. *Plant Soil* 29:81 – 98.
- Žák Š. (2015): Rozdiely v pórovitosti pôdy a výkonnosti kapusty repkovej pravej. Úroda, ročník LXIII, č. 7, Kurent s.r.o. České Budějovice, s. 36 – 37.

9. Přílohy

Seznam:

Analýza honů v letech 2011 – 2015

Kritéria hodnocení obsahů živin (Mehlich III.) a půdní reakce

Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v letech po ročnících z období 2011 - 2015

Průměrná spotřeba čistých živin na výnos semene řepky ozimé

Roční úhrny srážek a průměry teplot v letech 1996 – 2015

Analýza honů v letech 2011 – 2015

Tab. 5 – Analýza honů 2011

	2011						
Číslo půd. bloku	Výnos (t/ha)	Půdní reakce	Obsah P	Obsah K	Obsah Mg	Obsah Ca	Dávka živin N
34	1,58	slabě kyse	nízký	dobrá	vyhovující	vyhovující	156
19	1,94	kyselá	dobrá	vyhovující	nízký	nízký	96
36	2,094	slabě kyse	vyhovující	dobrá	vyhovující	dobrá	177
3	2,335	slabě kyse	vyhovující	vyhovující	nízký	nízký	252
12	2,335	kyselá	dobrá	nízký	nízký	nízký	252
24	2,714	slabě kyse	vyhovující	dobrá	nízký	vyhovující	231
17	2,76	neutrální	velmi vyso	vysoký	vyhovující	dobrá	231
29	2,76	neutrální	vyhovující	dobrá	vyhovující	vysoký	231
27	2,845	slabě kyse	vysoký	dobrá	nízký	vyhovující	252

Tab. 6 – Analýza honů 2012

2012							
Číslo půd.bloku	Výnos (t/ha)	Půdní reakce	Obsah P	Obsah K	Obsah Mg	Obsah Ca	Dávka živin N
22	2,104	slabě kyse	dobry	nizky	velmi nizky	nizky	188
26	2,262	slabě kyse	dobry	dobry	nizky	vyhovujici	177
11	2,379	kyselá	vysoky	vyhovujici	velmi nizky	vyhovujici	177
35	2,535	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	nizky	vyhovujici	186
5	2,666	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	nizky	vyhovujici	191
21	2,862	neutrální	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	248
13	3,268	slabě kyse	vysoky	dobry	nizky	vyhovujici	235
14	3,269	slabě kyse	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	259
9	3,288	alkalická	nizky	vyhovujici	dobry	vysoky	221
37	3,442	neutrální	nizky	vyhovujici	velmi nizky	vyhovujici	205
43	3,544	neutrální	dobry	dobry	nizky	dobry	175
4	3,544	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	velmi nizky	vyhovujici	205
7	3,603	slabě kyse	vysoky	dobry	velmi nizky	vyhovujici	197
32	3,676	neutrální	vyhovujici	dobry	vyhovujici	vyhovujici	196
1	3,925	slabě kyse	vyhovujici	dobry	nizky	vyhovujici	197

Tab. 7 – Analýza honů 2013

2013							
Číslo půd.bloku	Výnos (t/ha)	Půdní reakce	Obsah P	Obsah K	Obsah Mg	Obsah Ca	Dávka živin N
40	3,162	kyselá	vysoky	nizky	velmi nizky	nizky	192
42	3,185	kyselá	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	203
8	3,814	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	vyhovujici	vyhovujici	203
27	3,874	slabě kyse	vysoky	dobry	nizky	vyhovujici	252
36	4,24	slabě kyse	vyhovujici	dobry	vyhovujici	dobry	227
17	4,492	neutrální	velmi vyso	vysoky	vyhovujici	dobry	203
29	4,492	neutrální	vyhovujici	dobry	vyhovujici	vysoky	203
24	4,581	slabě kyse	vyhovujici	dobry	nizky	vyhovujici	143
16	5,005	alkalická	vysoky	vysoky	vyhovujici	velmi vyso	228
28	5,012	slabě kyse	dobry	vyhovujici	nizky	vyhovujici	199

Tab. 8 – Analýza honů 2014

2014							
Číslo půd. bloku	Výnos (t/ha)	Půdní reakce	Obsah P	Obsah K	Obsah Mg	Obsah Ca	Dávka živin N
22	2,144	slabě kyse	dobry	nizky	velmi nizky	nizky	187
3	2,484	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	nizky	nizky	201
12	2,977	kyselá	dobry	nizky	nizky	nizky	244
43	3,409	neutrální	dobry	dobry	nizky	dobry	198
4	3,409	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	velmi nizky	vyhovujici	226
21	3,436	neutrální	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	230
19	3,643	kyselá	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	169
32	3,828	neutrální	vyhovujici	dobry	vyhovujici	vyhovujici	220
13	3,982	slabě kyse	vysoky	dobry	nizky	vyhovujici	230
2	4,171	slabě kyse	nizky	vyhovujici	nizky	vyhovujici	223
30	4,230	neutrální	nizky	dobry	dobry	dobry	223
34	5,043	slabě kyse	nizky	dobry	vyhovujici	vyhovujici	246

Tab. 9 – Analýza honů 2015

2015							
Číslo půd. bloku	Výnos (t/ha)	Půdní reakce	Obsah P	Obsah K	Obsah Mg	Obsah Ca	Dávka živin N
14	2,734	slabě kyse	dobry	vyhovujici	nizky	nizky	208
27	3,159	slabě kyse	vysoky	dobry	nizky	vyhovujici	231
23	3,686	slabě kyse	nizky	dobry	dobry	vyhovujici	208
7	3,703	slabě kyse	vysoky	dobry	velmi nizky	vyhovujici	230
5	3,869	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	nizky	vyhovujici	230
1	4,011	slabě kyse	vyhovujici	dobry	nizky	vyhovujici	230
35	4,285	slabě kyse	vyhovujici	vyhovujici	nizky	vyhovujici	231
39	4,721	neutrální	velmi vysoky	vysoky	vyhovujici	dobry	137
32	5,421	neutrální	vyhovujici	dobry	vyhovujici	vyhovujici	250

Kritéria hodnocení obsahů živin (Mehlich III.) a půdní reakce

Tab. 10 – Hodnocení přístupného P v půdě

Obsah	Fosfor ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Nízký	do 50
Vyhovující	51 – 80
Dobrý	81 – 115
Vysoký	116 – 185
Velmi vysoký	nad 185

Tab. 11 – Hodnocení obsahu přístupného K v půdě

Obsah	Draslík ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)		
	Půda		
	lehká	střední	Težká
Nízký	do 100	do 105	do 170
Vyhovující	101 - 160	106 - 170	171 – 260
Dobrý	161 - 275	171 - 310	261 – 350
Vysoký	276 - 380	311 - 420	351 – 510
Velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Tab. 12 – Hodnocení obsahu přístupného Mg v půdě

Obsah	Hořčík ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)		
	Půda		
	lehká	střední	Težká
Nízký	do 80	do 105	do 120
Vyhovující	81 - 135	106 - 160	121 – 220
Dobrý	136 - 200	161 - 265	221 – 330
Vysoký	201 - 285	166 – 330	331 – 460
Velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Tab. 13 – Hodnocení obsahu přístupného Ca v půdě

Obsah	Vápník (mg . kg ⁻¹)		
	Půda		
	lehká	Střední	Težká
Nízký	do 1000	do 1100	do 1700
Vyhovující	1001 - 1800	1100 – 2000	1701 – 3000
Dobrý	1801 – 2800	2001 – 3300	3001 – 4200
Vysoký	2801 – 3700	3301 – 5400	4201 – 6600
Velmi vysoký	nad 3700	nad 5400	nad 6600

Tab. 14 – Kritéria hodnocení půdní reakce

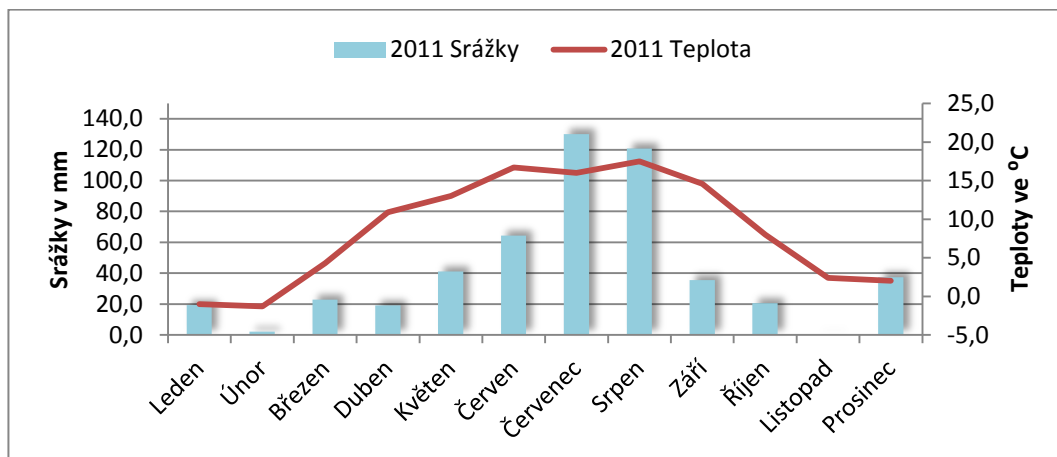
Hodnota pH	Půdní reakce
do 4,5	extrémně kyselá
4,6 - 5,0	silně kyselá
5,1 - 5,5	Kyselá
5,6 - 6,5	slabě kyselá
6,6 - 7,2	Neutrální
7,3 - 7,7	Alkalická
nad 7,7	silně alkalická

Tab. 15 - Odběrový normativ živin na výnos 1 t semene řepky a odpovídající množství slámy (Balík, 2007)

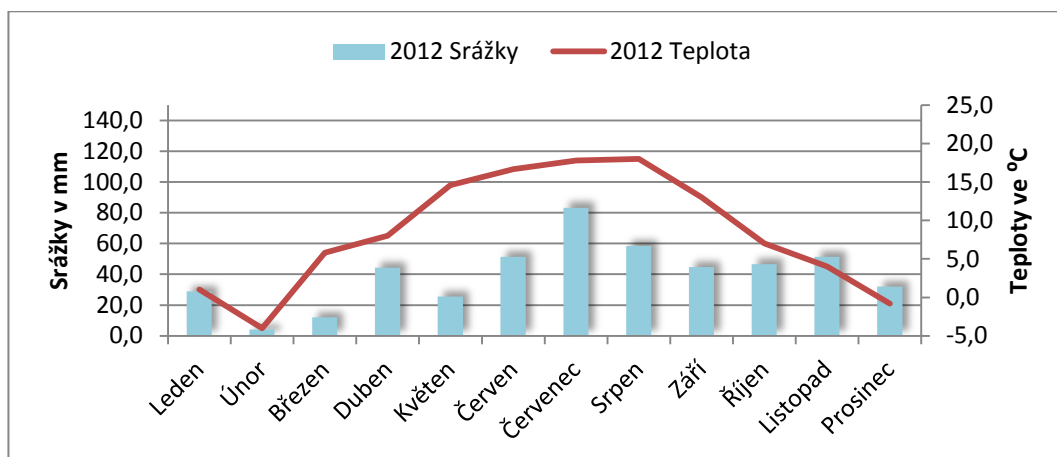
Řepka ozimá	Odběr živin výnosem semene (kg/t)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	52 - 59	11 - 18	40 - 50	30 - 38	4 – 6	12 – 16
Řepka ozimá	Odběr živin výnosem semene (g/t)					
	Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
	140 - 170	60 - 80	60 - 100	18 - 25	2 – 6	75 – 110

Měsíční úhrny srážek a průměry teplot 2011 – 2015.

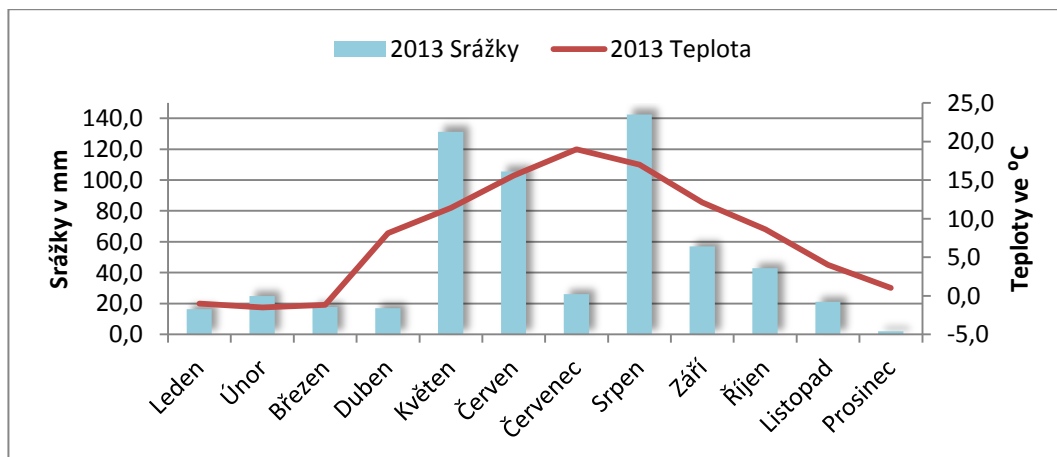
Graf 48 - Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v roce 2011.



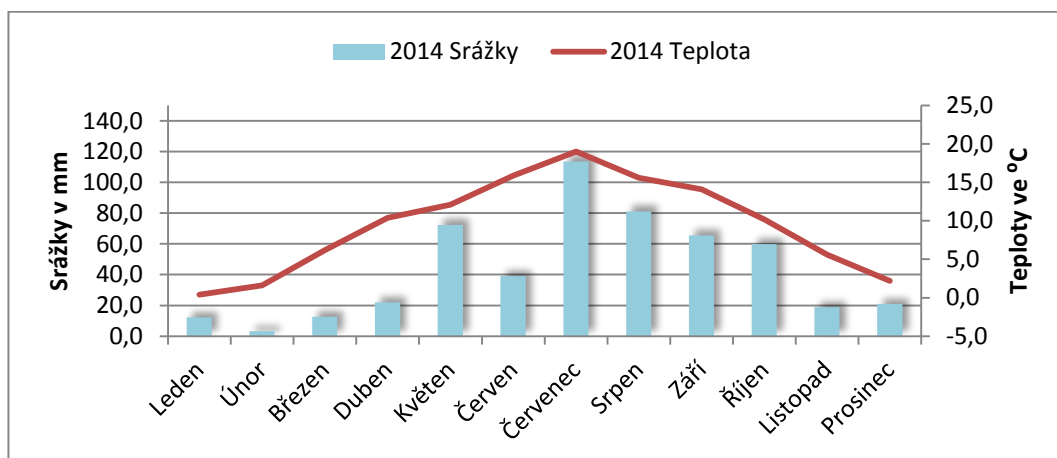
Graf 49 - Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v roce 2012.



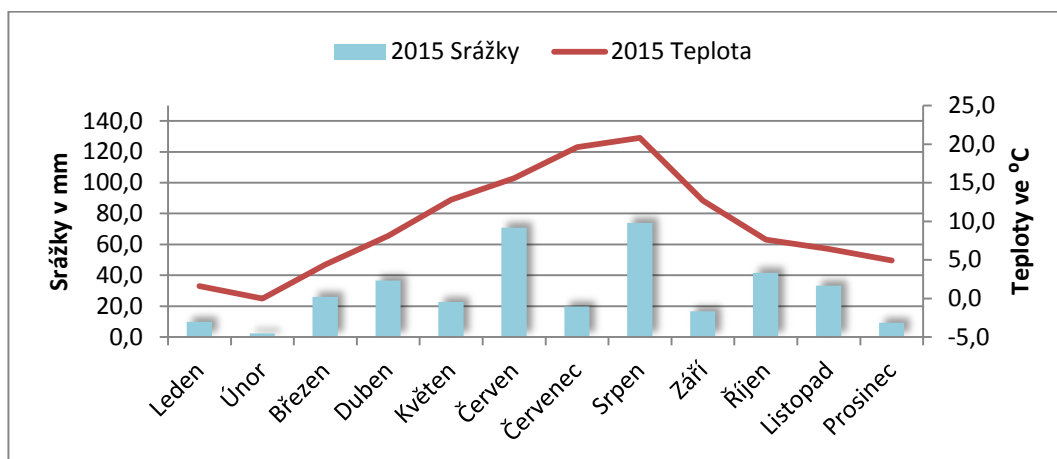
Graf 50 - Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v roce 2013.



Graf 51 - Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v roce 2014.



Graf 52 - Měsíční úhrny srážek a průměry teplot v roce 2015.



Graf 53 - Roční úhrny srážek a průměry teplot v letech 1996 – 2015

