

**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**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Simona Procházková**

**Obor studia: Pěstování rostlin**

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

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos ozimé řepky v zemědělském podniku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 4. 2019

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jindřichovi Černému, Ph.D. za odborné a trpělivé vedení bakalářské práce a cenné rady. Dále bych ráda poděkovala vedení společnosti AGRO PODLEŠÍ, a.s. za poskytnutí materiálů a informací a možnost konzultací.

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

## Souhrn

V bakalářské práci byl sledován vliv agrochemických vlastností půd na výnos ozimé řepky. Bylo předpokládáno, že hodnota pH půdy ovlivňuje přístupnost živin pro rostliny a tedy má vliv na výnos ozimé řepky. Dle odborné literatury je dosahováno vyšších výnosů na půdách s dostatkem přístupného fosforu a draslíku, než na půdách deficitních na tyto živiny.

Vztah mezi jednotlivými faktory byl sledován ve společnosti AGRO PODLESÍ, a.s. v průběhu pětiletého období (2014 – 2018). Během sledovaných let byla ozimá řepka pěstována na 2 886 ha a hodnoceno bylo celkem 147 honů. Hodnocení závislosti mezi proměnnými bylo provedeno pomocí analýz regrese a korelace. K vyhodnocení vstupních dat byla používána STATISTICA 12 Cr.

V průběhu pětiletého období bylo ve společnosti dosahováno různých průměrných výnosů. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo v roce 2014 (4,32 t/ha). V následujících letech byly průměrné výnosy: 4,27; 3,55; 3,60 a 3,83 t/ha. Ve sledovaných letech docházelo k vysoké variabilitě mezi výnosy z jednotlivých honů.

V průběhu jednotlivých let byla sledována značně rozdílná závislost výnosů ozimé řepky na jednotlivých agrochemických vlastnostech půd. Statisticky je možné za sledované období konstatovat, že nebyla prokázána významná závislost mezi sledovanými proměnnými. Nejvyšší hodnota koeficientu determinace byla sledována v roce 2014 mezi výší výnosu a hodnotou pH půdy, kdy  $R^2$  bylo rovno 0,2548. Naopak nejnižší hodnota byla pozorována v roce 2018 ve vztahu mezi výší výnosu a obsahem přístupného draslíku, kde hodnota  $R^2 = 0,0000$ .

Pomocí regresní analýzy nebyla ve sledovaném souboru prokázána závislost mezi hodnotou pH a obsahem přístupného fosforu v půdě a nebyla prokázána ani závislost výše výnosů na pH půd. Prokazatelná nebyla ani závislost mezi výnosem a obsahem P v půdě a v otázce vlivu draslíku na výnos byla ve většině let sledována pozitivní tendence avšak s nízkou statistickou závislostí.

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

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

## Summary

This thesis follows the impact of agrochemical soil properties on the yield of winter rape. It was assumed that the pH of soil affects the accessibility of chemical elements so it has an impact on the yield of winter rape. According to the scientific literature the yields are higher on soils with an abundance of phosphorus and potassium than on soils with a deficiency of these elements.

Relations between these factors were observed in AGRO PODLESÍ, a.s. during a five year period (2014 – 2018). In this period winter rape was grown on 2 886 hectares divided into 147 parts. The dependency between these variables was evaluated using regression and correlation analysis in STATISTICA 12 CR.

The average yield quite varied between each year of the observation period. The highest yield was recorded in 2014 – 4,32 t/ha and the following years the average yield reached 4,27 – 3,55 – 3,6 and 3,83 t/ha. Each from the observed field parts showed a big yield variability.

During this five year long observation period the dependency of winter rape yield on agrochemical soil properties has shown to be pretty unbalanced. It is easy to state, that statistically it is impossible to prove a dependency between these two variables. The highest determination coefficient occurred in 2014 and it was  $R^2 = 0,254$ . On the other hand the lowest value was observed in 2018 was in the relation between the amount of yield and the amount of accessible potassium, where the value was  $R^2 = 0,0000$ .

The dependency between pH and the amount of accessible phosphorus was proven to be non existent. The same goes for the dependency of yield on the pH of the soil and for the dependency between yield and the amount of accessible phosphorus. Impact of potassium was positive during most of the years but the statistical dependency was very low.

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

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce a hypotézy .....	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Biologická charakteristika .....	3
3.2	Požadavky na prostředí.....	4
3.3	Agrotechnika.....	5
3.4	Tvorba výnosu .....	6
3.5	Ochrana rostlin.....	7
3.6	Výživa a hnojení ozimé řepky .....	7
3.6.1	Dusík .....	8
3.6.2	Fosfor .....	10
3.6.3	Draslík .....	12
3.6.4	Vápník a pH půdy .....	13
3.6.5	Hořčík .....	14
3.6.6	Síra .....	15
3.6.7	Bór a další prvky.....	16
4	Materiál a metody .....	18
4.1	Charakteristika společnosti.....	18
4.2	Systém pěstování řepky .....	18
4.3	Výživa řepky ozimé .....	19
4.4	Zjišťování výnosu .....	20
4.5	Použitá metoda hodnocení.....	21
5	Výsledky.....	22
5.1	Přehled honů .....	22
5.2	Struktura předplodin v jednotlivých letech .....	25
5.3	Závislost výnosu semene řepky na agrochemických vlastnostech půdy.....	27

5.3.1	Rok 2014 .....	27
5.3.2	Rok 2015 .....	30
5.3.3	Rok 2016 .....	33
5.3.4	Rok 2017 .....	36
5.3.5	Rok 2018 .....	39
6	Diskuze .....	43
6.1	Závislost výše výnosů na agrochemických vlastnostech půdy .....	43
6.1.1	Vztah hodnoty pH půdy a obsahu přístupného Ca v půdě .....	44
6.2	Vliv lokace honů na výnos .....	46
7	Závěry .....	47
8	Citovaná literatura .....	48

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Zastoupení jednotlivých plodin v osevním postupu v letech 2014 - 2018 .....	19
Tabulka 2 - Procentuální obsah živin v používaných minerálních hnojivech .....	19
Tabulka 3 - Aplikované dávky hnojiv v průběhu let 2014 - 2018 .....	20
Tabulka 5 - Seznam honů, předplodin a výnosů semene řepky za období 2014 - 2018 .....	22

## **Seznam grafů**

Graf 1 - Zastoupení předplodin řepky v roce 2013 .....	26
Graf 2 - Zastoupení předplodin řepky v roce 2017 .....	27
Graf 3 - Vztah výnosu semene řepky a pH půdy v roce 2014 .....	27
Graf 4 - Závislost výnosu semene na obsahu P v půdě v roce 2014 .....	28
Graf 5 - Závislost výnosu semene na obsahu K v půdě v roce 2014 .....	28
Graf 6 - Závislost výnosu semene na obsahu Mg v půdě v roce 2014 .....	29
Graf 7 - Závislost výnosu semene na obsahu Ca v půdě v roce 2014 .....	30
Graf 8 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2015 .....	31
Graf 9 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2015 .....	31
Graf 10 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2015 .....	32
Graf 11 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2015 .....	32

Graf 12 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2015.....	33
Graf 13 - Vztah výnosu semene a pH půdy v roce 2016.....	34
Graf 14 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2016.....	34
Graf 15 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2016.....	35
Graf 16 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2016.....	35
Graf 17 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2016.....	36
Graf 18 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2017.....	37
Graf 19 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2017.....	37
Graf 20 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2017.....	38
Graf 21 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2017.....	38
Graf 22 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2017.....	39
Graf 23 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2018.....	40
Graf 24 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2018.....	40
Graf 25 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2018.....	41
Graf 26 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2018.....	41
Graf 27 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2018.....	42
Graf 28 - Hodnoty koeficientů determinace závislosti výnosů na agrochemických vlastnostech půd v jednotlivých letech.....	43
Graf 29 - Vztah přístupného Ca v půdě a hodnotou pH půdy.....	44
Graf 30 - Vztah obsahu P v půdě a hodnoty pH půdy.....	45
Graf 31 - Vztah obsahu Ca a Mg v půdě.....	45



# 1 Úvod

Řepka se s přibližnou produkcí 70 mil. tun semen zařadí mezi jedny z nejpěstovanějších plodin světa. V Evropě se vypěstuje přes 35% celkové produkce semen, která se zde z velké části také zpracuje. Dalšími velkými producenty jsou Asie (32,5%) a Amerika (26,8%). V rámci Ameriky je největším pěstitelem Kanada, která je schopna vyprodukovat 17 mil. tun semen ročně a velkou část své produkce exportuje. Kanada je světově největším exportérem řepky a tudíž má vysoký vliv cenu komodity (Baranyk a kol. 2010).

Řepka jakožto komodita nebyla vždy tak významnou komoditou. Před rokem 1975 se řepka pěstovala na velice malé výměře a lisovaný olej se kvůli vysokému obsahu kyseliny erukové a glukosinolátů soužíval zejména pro technické účely. Rozvoj v pěstování řepky nastal v 2. pol. 20. stol., kdy byly vyšlechtěny nové odrůdy. Z důvodu příznivého složení látek v semeni a vyšší výnosnosti nových odrůd se zvýšily osevní plochy řepky na dnešní úroveň.

Využití řepky je dnes rozmanité. Své uplatnění našla nejen v potravinářském a krmivářském průmyslu, ale také v rámci oleochemie, kde je využívána v podobě technických olejů, glycerolu, derivátů mastných kyselin a dalších sloučenin. Velkým tématem je i energetické využití řepky, kde se jakož to methylester řepkového oleje objevuje v bionaftě, v podobě čistého vylisovaného oleje může působit jako palivo a vysoký je i její potenciál v rámci produkce elektřiny.

Z hlediska České republiky zaujímá řepka vysoký podíl v rámci osevních ploch. V současné době se její výnos pohybují okolo 3,5 t/ha. Dosažení těchto výsledků je závislé nejen na abiotických faktorech, jako je příslušnost k výrobní oblasti, dostatek vody v citlivých stádiích růstu atd., které nemůžeme ovlivnit, ale také na technice produkce. Zde si již můžeme zvolit vhodnou odrůdu, o úspěchu rozhoduje zpracování půdy, ochrana rostlin a v neposlední řadě také výživa rostlin. Na základě agrochemických vlastností půd a výnosu plodiny je pak nutné stanovit optimální dávky hnojení tak, aby živiny byly v půdě přítomny (a přístupny) v optimálním množství a pěstované rostliny se mohly zdravě vyvíjet.

## **2 Cíle práce a hypotézy**

Hodnocení vlivu agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos řepky ozimé ve vybraném zemědělském podniku.

- Předpokládá se, že hodnota pH půdy má vliv na přístupnost živin pro rostliny, potažmo její výnos.
- Předpokládá se, že vyšší výnos řepky ozimé bude dosahován na půdách s vyšším obsahem přístupného fosforu a draslíku, než na půdách s jejich nízkým obsahem.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Biologická charakteristika

Dle Alpmanna (2009) vznikla řepka olejka spontánním zkřížením řepice olejné (*Brassica capestris* L. ssp. *oleifera*) a divoké brukve (*Brassica oleracea*) v oblasti Středomoří. Řepka tak s vysokou pravděpodobností nemá planého předka. I v současné době dochází ke vzniku řepky touto cestou (Baranyk et al. 2010).

Řepka je pěstována v celé oblasti mírného a částečně i subtropického pásu. Mezi nejvýznamnější oblasti pěstování patří Severní Amerika, Evropa, Indie, Čína a Austrálie (Baranyk et al. 2010). U olejky existují dvě formy – ozimá a jarní. Celosvětově je více pěstována jarní forma řepky, ale ve střední a západní Evropě a severní a západní Americe je pěstována především ozimá forma (Baranyk et al. 2010).

Rostliny řepky koření v hloubkách od 110 do 175 cm. Většina kořenové hmoty (cca 80 – 90 %) se nachází v orniční vrstvě a menší část hlouběji (Baranyk et al. 2007). Řepka vytváří velký kulový kořen a spoustu postranních kořenů (Baranyk et al. 2005). Mohutné kořenové vlášení napomáhá dobrému prokořenění půdních částic a zabraňuje vyplavování živin, především dusíku, do spodních vod (Baranyk et al. 2007).

Listy řepky mají charakteristický lyrovitý tvar. Dolní listy jsou k lodyze připojeny řapíkem a svrchní jsou přisedlé (Baranyk et al. 2010). V úžlabí listů vyrůstají na lodyze postranní větve, které se dále větví (Baranyk et al. 2005). Počet větví koreluje s počtem pravých listů na rostlině, přičemž větvení je jedním z odrůdových znaků. Novější odrůdy mají schopnost intenzivnějšího větvení (Baranyk et al. 2007). Řepka olejka je zástupcem čeledi brukvovitých. Květy rostlin z této čeledi se vyznačují přítomností čtyř kališních a čtyř korunních lístků. Květy jsou oboupohlavné a jsou složeny do hroznovitých květenství, která nakvétají od spodu. Opylení květů větrem hraje u řepky zanedbatelnou roli (Bothe 2009). Plodem řepky je šešule, která se skládá ze dvou chlopní a středové blanité přepážky. V chlopních se nachází černě zbarvená kulovitá semena. Požadavek je kladen na produkci velkého množství semen s vysokou hmotností (Baranyk et al. 2007).

U řepky je známa ozimá a jarní forma. Rostliny ozimé řepky musí projít procesem jarovizace, aby byly vytvořeny generativní orgány. Na podzim se na poli vyskytuje v podobě přisedlé listové růžice, která je ovlivňována průběhem teplot, přísunem vláhy a aplikací přípravků na regulaci růstu. Pro dobré přezimování rostlin řepky je důležitý dobře rozvinutý

kořenový systém, optimálně široký kořenový krček (cca 8 – 13 mm) a další aspekty (Baranyk et al. 2010).

### **3.2 Požadavky na prostředí**

Ideální klimatické podmínky pro pěstování ozimé řepky a stabilitu výnosů jsou v přímořských oblastech, kde působí vliv přímořského podnebí. Optimální propěstování jsou oblasti okolo Atlantického oceánu, Severního nebo Baltského moře a v povodí velkých západoevropských řek Rýna, Seiny a Labe. Východnější oblasti jsou pro pěstování řepky méně vhodné. Vlivem kontinentálního typu podnebí vzrůstá riziko vyzimování porostů a snížení výnosu (Baranyk et al. 2010).

Pro pěstování řepky jsou optimální hluboké činné půdy v dobrém strukturním stavu a ideálně s neutrální až slabě alkalickou půdní reakcí. Na půdách, které mají kyselejší půdní reakci a nižší půdní úrodnost, je pro intenzivní způsob pěstování nutné zlepšit poměr vzduchu a vody v půdě, upravit půdní reakci a dodat do půdy organické látky. Sama řepka přitom do půdy dodává velké množství organické hmoty a to v podobě nadzemní biomasy a mohutného kořenového systému. Půdní úrodnost je taktéž zvyšována zpětným transportem živin v rostlině na konci vegetačního období. Řepka je ale také významným protierozním činitelem, osetá plocha je po většinu roku kryta nadzemní biomasou rostlin řepky (Baranyk et al. 2007). Půdy, které zajistí rostlinám dobrou zásobenost půdní vláhou a dostatečný přísun živin, zvyšují její výnosnost (Baranyk et al. 2010).

Řepku olejku lze úspěšně pěstovat od nížin až do nadmořské výšky cca 700 m. n. m. V České republice je hlavní výměra pěstování soustředěna především do řepařské a bramborářské výrobní oblasti (ŘVO, BVO). V nižších polohách je pěstování ztěžováno velkým tlakem houbových chorob a škůdců. Řepce olejce obecně vyhovují stanoviště s ročním průměrem teplot 6,5 – 8,5 °C a srážek 550 – 750 mm a nadmořská výška až do 600 metrů. Klíčovými obdobími pro řepku je vzházení, kdy může docházet k opakovanému vysychání půdy a následnému úhynu rostlin (Bečka et al. 2007). U starších rostlin již dochází k rozvoji mohutného kořenového systému, který zajišťuje řepce relativní suchovzdornost. Na druhou stranu, nadměrný přísun srážek je taktéž nežádoucím jevem, a to především kvůli riziku zvýšeného výskytu houbových chorob (Baranyk et al. 2007). Pro pěstování řepky je dle Bečky (2007) nejideálnější bramborářská výrobní oblast, kde je nejvyšší jistota výnosu a kvality produkce.

### 3.3 Agrotechnika

O pěstování plodin v osevních sledech rozhodují podmínky stanoviště a hospodářské vlastnosti plodiny. V posledních letech přibývají v osevních postupech především zástupci obilnin a to na úkor širokolistých plodin jako jsou brambory, víceleté pícniny a další. Z hlediska střídání plodin nabývá řepka olejka na významu (Bothe 2009).

Řepka olejka je řazena mezi širokolisté plodiny a je považována za dobrou předplodinu (Bothe 2009). V posledních letech se tento pozitivní vliv značně zvýšil, a to především z důvodu nárůstu obilnin v osevních postupech. Avšak současná skladba plodin nenabízí dobrou předplodinu pro řepku (Holec & Janda 2017). Mezi nejvýznamnější přínosy řepky v osevním postupu patří dodávání organické hmoty do půdy a její mikrobiální oživení, a také tvorba drobtovité půdní struktury. Hluboko pronikající kořeny mohutného aparátu vynášejí na povrch živiny, které jsou ostatním plodinám nedostupné. Kořeny jsou také schopny mobilizovat živiny, a to především fosfor (Bečka et al. 2007).

Jelikož je řepka seta velice brzy (optimálně během srpna), je nutné ji zařazovat po plodinách, které jsou brzy sklizeny a zanechávají půdu nakypřenou i se zásobami živin. Ideálními předplodinami jsou tedy luštěniny a jednoleté i víceleté pícniny, žito na zeleno, ozimé směsky, vikve na zeleno, jetel i vojtěška (Holec & Janda 2017). V současné době je řepka zařazována v podstatě pouze po obilninách. To však představuje z hlediska založení porostu řepky jistá rizika. Jsou jimi riziko pozdní sklizně a úklidu slámy z hlediska nutnosti dodržet termín výsevu řepky, větší množství špatně rozložitelných posklizňových zbytků po sklizených obilninách, výskyt výdrolu obilnin v založeném porostu a riziko přítomnosti reziduí herbicidů, které mohou mít inhibující vliv na růst řepky (Baranyk et al. 2010).

Z hlediska šetření půdní vláhly při zpracování půdy před setím se často uplatňuje redukované zpracování půdy (Baranyk et al. 2010). Minimalizační technologie jsou často využívány při zpracovávání těžkých půd a v suchých oblastech, tedy v kukuřičné a velké části řepařské výrobní oblasti. Tradiční technologie se uplatňují zejména v podnicích, které hospodaří na lehčích půdách a v oblasti s vyšším ročním úhrnem srážek. V jedenáctiletém pokusu bylo zjištěno, že minimalizační technologie vykazaly v průměru výnos semene řepky o 0,8 % nižší než technologie tradiční (Šařec et al. 2012). Hlubší zpracování je optimální pro pěstování řepky, a proto se při použití bezorebných technologií přechází od mělkého zpracování k hlubšímu kypření do hloubky 15 – 20 cm, aby došlo k provzdušnění profilu, rychleji se infiltrovaly srážky a především nedocházelo k brždění mohutného kořenového systému

(Baranyk et al. 2010). Pro dobrý vývoj porostů je taktéž nutné omezit zhutnění půdy, které je také problematické z ekonomického hlediska při přípravě půdy (Kroulík et al. 2015).

Porosty řepky ozimé se zakládají v průběhu měsíce srpna s mírnými krajovými a ročníkovými odlišnostmi. V našich podmínkách se v současnosti používá výsevek 3 – 4 kg/ha (Baranyk et al. 2010). Porost nesmí být přehuštěný, jelikož pak dochází k vnitřní konkurenci mezi rostlinami a následnému prodlužovacímu růstu v průběhu podzimu, který s sebou nese riziko vyzimování. Optimální hloubka výsevu semen se uvádí 1 – 2 cm. Při hlubším setí nastává problém se vzcházivostí a naopak při mělkém výsevu může docházet k absenci potřebné půdní vláhy (Schäfer & Stemann 2009).

### **3.4 Tvorba výnosu**

Výše výnosu u řepky je ovlivněna mnoha prvky a faktory. Mezi hlavní výnosotvorné prvky patří množství rostlin na jednotku plochy (1 m<sup>2</sup>), počet šesulí na rostlině, počet semen v šesuli a hmotnost tisíce semen (HTS). Úroveň jmenovaných výnosotvorných prvků je ovlivňována genotypem použité odrůdy, který je často překryt ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou. Podstatným faktorem působícím na výnos jsou také konkurenční vztahy v porostu (Baranyk et al. 2010). Dle Weymanna et al. (2015) je možné asi 40 % variability ve výnosu semen řepky vysvětlit vlivem průběhem povětrnostních podmínek během jednotlivých růstových fází. Z pokusů realizovaných v Německu vyplývá, že nejcitlivějšími fázemi byly tvorba šesulí a semen a vývoj semen. V těchto fázích byla rostlina významně ovlivněna teplotou vzduchu, slunečním zářením a množstvím srážek.

Předpokladem pro stabilitu výnosu je rovnoměrné rozmístění rostlin na jednotku plochy, jelikož hustota porostu vysoce ovlivňuje složky výnosu a tím i výnos semen. Pro vytvoření dobrých podmínek pro vznik vysokého výnosu je nutné založit optimálně hustý porost. U každé rostliny je vyžadován co nejvyšší počet dlouhých šesulí, jelikož délka šesule ovlivňuje počet semen uvnitř. Při šlechtění jsou tedy vybírány rostliny s nejdelšími šesulemi. Hmotnost semen je také úzce spojena s velikostí fotosyntetické plochy, tedy s nežádoucím úbytkem listů od počátku kvetení (Diepenbrock 2000).

Počet šesulí na jednotku plochy je dán počtem rostlin a počtem šesulí na rostlině. Čím větší prostor má jednotlivá rostlina k dispozici, tím více větví vytvoří a vyššího počtu šesulí dosáhne. Počet šesulí na rostlině je ze všech výnosotvorných prvků nejvíce ovlivňován konkurenčními vztahy, prostředím i redukujícími faktory. Počty semen v šesuli jsou

v negativním vztahu k utváření HTS, to znamená, že se vzrůstajícím počtem semen v šesuli klesá HTS (Baranyk et al. 2007).

### 3.5 Ochrana rostlin

Řepka je schopna dobře konkurovat celé řadě plevelů, přesto je relevantní použití herbicidů klíčem k vysoké produkci. Porost, který není zaplevelený, poskytuje vyšší výnos i lepší kvalitu sklizeného zrna. V porostech jsou problematickými plevele především heřmánkovité plevele, svízel, penízek, kokoška nebo úhorník (Bečka et al. 2007). Holec et al. (2016) zmiňují, že v poslední době narůstá také problém s jednoletými plevele, které se v porostech vyskytují na podzim, ale jsou schopny přečkat mírné zimy. Jako problematický plevel se ukazuje plevelná řepa, která je v ohniscích schopna potlačovat rostliny řepky. Významným problémem v porostech řepky se také stává vzešlý výdrol předplodiny. Te je schopen inhibovat nejen vzcházení, ale také následný růst a vývoj rostlin řepky (Beka et al. 2007).

Na podzim jsou porosty napadány celou řadou škodlivých organismů, které poškozují kořenový systém nebo redukují listovou plochu rostlin. Mezi významné škůdce patří dřepčiči, pilatka, plži nebo krytonosec zelný. Na lodyhách, květech nebo šesulích pak škodí další druhy krytonosců, blýskáček, bejlomorka nebo mšice (Bečka et al. 2007), jejichž působením dochází k napadání porostů houbovými chorobami.

Porosty řepky jsou obecně velmi náročné na ochranu před houbovými chorobami. Dle Bečky et al. (2007) se na rostlinách řepky vyskytuje fómová hniloba, verticiliové vadnutí, sklerotiniová hniloba a další. Spousta škodlivých organismů přežívá na posklizňových zbytcích, ale sklerocia hlízenky přežívají v půdě (Bečka et al. 2013). Proti této chorobě je možné bojovat pomocí biologických preparátů, jako je například parazitická houba *Coniothyrium minitans*, která parazituje na sklerociích hlízenky (Jing et al. 2014).

### 3.6 Výživa a hnojení ozimé řepky

Řepka je v této době hojně pěstovanou plodinou. Pro dobrý výnos je také nutné zajistit dostatečný přísun živin rostlinám. Vaněk et al. (2007) uvádí, že na produkci 1 tuny semene řepka odebere 50 – 55 kg dusíku (N), 9 kg fosforu (P), 5 kg draslíku (K) a 45 kg vápníku (Ca). Celkové odběry jednotlivých prvků prozrazují, že řepka patří mezi intenzivní zemědělské plodiny. Ve své nadzemní biomase jsou schopny rostliny akumulovat velké množství živin. Při sklizni, kdy je odváženo z pole pouze semeno řepky, je velké množství těchto prvků navraceno

zpět do půdy prostřednictvím posklizňových zbytků (Baranyk et al. 2007). Dávky jednotlivých živin je tedy nutné upravovat dle předpokládané půdní úrodnosti a zásoby živin v půdě obsažených (Kurpjuweit 2009). Dynamika odběru jednotlivých prvků během vegetačního období je různá. Intenzivní příjem některých živin začíná s dlouhým růstem a je tedy nezbytné včas a v dostatečné míře tyto živiny dodat (Vaněk et al. 2016). Dostatečný přísun jednotlivých prvků pro rostlinu má vliv nejen na tvorbu květů, šišulí a dalších orgánů, ale také na olejnatost semen (Kurpjuweit 2009).

### 3.6.1 Dusík

Celkový obsah dusíku v půdě se nejčastěji pohybuje mezi 0,1 – 0,2 % (tedy cca 3000 – 6000 kg N/ha). Velká část dusíku v půdě (okolo 95 %) je přítomna v podobě organických sloučenin, jako je biomasa rostlin, živočichů a mikroorganismů, humusové látky a další. Tyto formy dusíku jsou ale rostlinám nepřístupné a musí projít procesem mineralizace, kde vznikají jeho minerální formy  $\text{N-NH}_4^+$  a  $\text{N-NO}_3^-$  (Vaněk et al. 2012).

Z půdy je dusík přijímán rostlinami ve formě iontů, a to buď jako amonný kationt ( $\text{NH}_4^+$ ) nebo jako dusičnanový aniont ( $\text{NO}_3^-$ ). Na přijímanou formu dusíku mají vliv podmínky vnějšího prostředí i rostlina samotná. V různých hodnotách pH půdy převažuje příjem jiného iontu. V kyselém prostředí převažuje příjem dusičnanových iontů a v podmínkách neutrálního až alkalického pH půdy se příjem obou forem vyrovnává nebo se zvyšuje příjem amonného kationtu (Vaněk et al. 2007).

Přijatý dusík je v rostlinách využíván k tvorbě organických látek, jako jsou aminokyseliny a z nich bílkoviny, které jsou základní součástí všech živých buněk a pletiv rostlin. Další významnou látkou, kde důležitou roli hraje dusík, je chlorofyl (Vaněk et al. 1998).

Při nedostatku dusíku pro rostliny dochází ke snížení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což má za následek omezení růstu a tvorby rostlinných orgánů. Porosty řepky jsou tedy nižšího a slabého vzrůstu, často nevyrovnané a rostliny jsou světlejší (Baranyk et al. 2007). Světlejší zbarvení je způsobeno sníženou tvorbou chlorofylu v rostlinách (Vaněk et al. 2012). Naopak při nadbytku dusíku jsou rostliny sytě zelené, porost je mohutný, vyrovnaný a jednotlivé rostliny se bohatě větví. Negativními důsledky nadbytku je ale pozdější přechod do generativní fáze, nerovnoměrné kvetení a dozrávání. U semen se také snižuje obsah oleje v semeni (Baranyk et al. 2007). Pokud je dusík u rostliny v nadbytku v podzimním období, tak dochází k přerůstání a rostlina je snadněji a častěji porušena mrazem (Vaněk et al. 2016).



Hnojení dusíkem je vždy cíleno k rostlině. Vzhledem k dobré pohyblivosti dusíku půdou může v mimovegetačním období docházet ke značným ztrátám vyplavením či denitrifikací. Celkovou spotřebu dusíku je možné stanovit na základě odběrových normativů. U ozimé řepky je uváděno, že na 1 t semene rostlina odebere cca 50 – 55 kg N (Vaněk et al. 2012). Jelikož jsou tedy nároky řepky na výživu dusíkem značné, je nutné celkovou dávku rozdělit na několik aplikací během vegetace (Bečka, et al., 2007). Na jaře se provádějí zpravidla 3 aplikace, a to regenerační hnojení, dávka v prodlužovací fázi a aplikace ve fázi žlutých pupat (Vaněk et al. 2007).

Část požadavku řepky je také možné pokrýt organickým hnojením. Ve srovnání s minerálními hnojivy je působení statkových hnojiv pozvolnější. Organické látky, které jsou přítomny ve statkových hnojivech, mají vliv na dynamiku dusíku v půdě (Černý et al. 2013).

Dle Černého et al. (2018) je vhodným hnojivem v podzimním období především chlévský hnůj a to v dávce 20 – 30 t/ha, na který řepka reaguje lepším růstem a vyšším výnosem. Dalšími vhodnými statkovými hnojivy pak jsou kejda, močůvka a digestát, které se mohou aplikovat samostatně nebo na slámu po předplodině. Aplikací těchto hnojiv je možné pokrýt podzimní potřebu dusíku (cca 50 – 80 kg N/ha) a zvyšuje se obsah draslíku. Ostatní živiny je nutné doplnit dalšími hnojivy.

Pokud je obsah minerálního dusíku ( $N_{\min}$ ) v půdě před setím málo a nejsou aplikována statková hnojiva, je nutné dodat N do půdy pomocí minerálních hnojiv. Pokud nejsou známy přesné hodnoty  $N_{\min}$  v půdě, aplikuje se většinou do 40 kg N/ha před výsevem plodiny. Vhodnými hnojivy jsou DAM, NP a NPK hnojiva, Amofos, močovina nebo síran amonný (Vaněk et al. 2016).

Aplikace dusíkatých hnojiv je také možná při setí plodiny, kdy hnojivo je ukládáno cca 15 cm pod semeno, tzv. „pod patu“. Z provedených pokusů, kde bylo použito hnojivo NPK a UREAstabil, bylo zjištěno, že porosty, kde bylo zonálně aplikováno hnojivo, poskytovaly o 4 – 5 % vyšší výnosy než kontrola bez hnojení (Brant et al. 2017). Při nedostatku dusíku v podzimním období, kdy jsou porosty slabé, je možné aplikovat 20 – 30 kg N/ha a to v podobě ledků nebo DAM 390 (Vaněk et al. 2016).

S nástupem jara je nutné u porostů řepky podpořit regeneraci kořenového systému (Vaněk et al. 2007). Aplikace dusíku na počátku jarní vegetace má zásadní vliv na výnosy semen (Růžek et al. 2016). V tomto období se aplikuje dávka cca 60 – 100 kg N/ha. Z důvodu vysoké dávky a možnosti návratu zimy se často dávka dělí na dvě aplikace (Vaněk et al. 2016). Při

velmi brzkém hnojení je dle Černého et al. (2019) vhodné používat hnojiva s vyšším obsahem dusíku v amonné formě, např. síran amonný. Čím později je dávka aplikována, tím by však měl být vyšší obsah nitrátového dusíku. Mezi taková hnojiva patří ledky.

Druhá dávka dusíku, kdy již dochází k intenzivnímu nárůstu nadzemní biomasy, se aplikuje již nižší dávka, a to 50 – 80 kg N/ha v závislosti na stavu porostu. Nejvhodnějším dusíkatým hnojivem je v této fázi DAM 390 (Vaněk et al. 2016). V prodlužovací fázi růstu také dochází ke změně translokace přijatého dusíku v rostlině. Okolo 60 % dusíku je lokalizováno do listů a 30 % do stonku. Pouze 10 % přijatého dusíku se nachází v kořenech. Pokud však v období prodlužovacího růstu bude aplikována nízká dávka N, tak bude lokalizován především ve starých listech, které ale brzy opadnou, a přijatý dusík tak není plně využit k tvorbě generativních orgánů (Černý et al. 2019).

Ve fázi žlutých pupat se aplikuje zbytek celkové dávky, který představuje 20 – 30 kg N/ha. K přihnojení se nejčastěji používá DAM, ale je nutné aplikaci provádět včas, jelikož při opoždění může docházet k popálení rostlin řepky (Vaněk et al. 2007). Dle Zhang, et al. (2014) je ve stádiu listové růžice 84 % přijatého N distribuováno do listů, v prodlužovací fázi je již do listů distribuováno 67 % a ve fázi kvetení již pouze 43 %. Dusík, který je rostlinou přijímán ve fázi tvorby semen, je následně ze 42,4 % distribuován v semenech.

V době zralosti se snižuje příjem dusíku a dalších živin (Ca, S), což je způsobeno jednak sníženou produkcí sušiny nadzemní biomasy a také resorpcí živin do kořenů. V průběhu vegetace je také příjem dusíku rostlinami v jednotlivých fázích růstu jiný. V průběhu podzimu je spotřebováno asi 20 % celkové spotřeby, nejvyšší spotřeba (36 %) je v období jarní regenerace. V období intenzivního růstu až do počátku kvetení je rostlinou spotřebováno 31 %. Zbýlých 13 % připadá na období kvetení a dozrávání (Hřivna & Malý 2012).

### **3.6.2 Fosfor**

Obsah fosforu v půdě je proměnlivý od 0,01 – 0,15 %, přičemž vyšší obsahy jsou většinou v půdách s vysokým obsahem organické hmoty. Půdy lehké, kde je malý obsah organické hmoty vykazují také nízký obsah P. Fosfor sloužící k výživě rostlin je obsažen v minerálních a organických sloučeninách. Převážná část P v půdách je však pro rostliny nepřijatelná. Přijatelnost ve velké míře závisí na pH půdy, kdy při nízkých hodnotách dochází ke zvrhávání fosforu, tedy tvorbě solí s ionty hliníku a železa, které jsou v půdě velmi málo rozpustné (Vaněk et al. 2012). Zásadní vliv na příjem P mají také vláhové poměry, kdy při vyšší vlhkosti se

zvysuje pristupnost fosforu a lepsi ucinnost nekterych fosforecnych hnojiv. Z celkového obsahu fosforu v půdě je cca 20 – 80 % ve formě organických sloučenin (Kalčík 2000).

Fosfor je rostlinou přijímán, jakožto aniont kyseliny trihydrogenfosforečné, a to ve dvou formách –  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . V různých podmínkách prostředí jsou příjmy forem rozdílní. V kyselém prostředí je fosfor přijímán více ve formě  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a naopak v zásaditém prostředí ve formě  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Příjem obou forem je rovnocenný při neutrálním pH půdy (Vaněk et al. 2012).

Pro rostliny řepky je nutný dobrý obsah fosforu v půdě. Čím je obsah této živiny v půdě nižší, tím více vzrůstá riziko snížení výnosů. Obecně je vysoké procento fosforu (60 – 80 %) lokalizováno v semenech rostlin a z pole je při sklizni odváženo. Vzniká tak deficit fosforu v půdě, který je nutné doplnit (Černý, et al. 2018)

Pro příjem fosforu v půdě je nutným předpokladem dobře rozvinutý kořenový systém rostliny. Kritickým obdobím v příjmu je počátek vegetace, kdy je vyčerpána zásoba P ze semene a rostlina přechází na příjem fosforu z půdy. Dostatek P je významný pro tvorbu větších květů, více květů v květenství, tvorbu semen a zkrácení vegetační doby. Jeho nedostatek se na rostlinách projevuje nižším vzrůstem, malými vzpřímenými listy, slabšími stonky, málo rozvinutým kořenovým systémem a často i načervenalou (nafialovělou) barvou listů a pat stébel (Vaněk et al. 2012). Fosfor má společně s draslíkem také vliv na mrazuvzdornost rostlin (Růžek & Kusá 2013).

Většina fosforu je rostlinou přijímána až během jarní vegetace a vrcholí v období tvorby šesulí a zrání. P není možné aplikovat během vegetace, hnojení se provádí na podzim do půdy na základě výsledků rozboru půd (Černý et al. 2018). Odběrový normativ fosforu u rostlin řepky činí cca 9 kg P/t semene (Vaněk et al. 2007).

K doplnění fosforu do půdy je možné využít minerální i statková hnojiva. Ve statkových hnojivech je však oproti dusíku a draslíku obsaženo velmi malé množství P a navíc je pevně vázán v organických sloučeninách. Při hnojení samotnými stájovými hnojivy je tedy dodávka využitelného P do půdy velice nízká. Optimálním řešením je aplikace minerálních fosforečných hnojiv společně se stájovými. Hnůj kejda a další zefektivňují využití dodaného fosforu (Černý et al. 2013). Při aplikaci 24 kg P/ha se v kombinaci se statkovými hnojivy zvýšil obsah přístupného fosforu o 34 % a při aplikaci 31 kg P/ha se zvýšil o 46 % (Macháček & Kunzová 2019). Pokud jsou dlouhodobě aplikována pouze minerální hnojiva (NPK) bez statkových, dochází ke zvýšení obsahu fosforu v půdě, ale na stranu druhou klesá obsah draslíku (Kristaponyte 2005).

Aplikace minerálních fosforečných hnojiv je nekompromisně spojena s předset'ovou přípravou. Hnojiva musí být zapravena do půdy, což ovlivní jejich rozpustnost. Fosforečné ionty jsou také velice málo pohyblivé v půdě. Pokud budou hnojiva aplikována na půdy s nízkou hodnotou pH, stává se přidaný P málo využitelný pro rostliny z důvodu tvorby nerozpustných solí (viz výše zvrhávání fosforu). Minerální hnojiva je možné aplikovat nejen plošně před setím, ale také v době setí tzv. pod patu. Při využití této technologie je nutné aplikovat hnojivou do optimální vzdálenosti (15 cm a hlouběji), aby nedocházelo k nežádoucímu nadměrnému větvení v místě zdroje P a omezování růstu kořene do hloubky (Černý et al. 2018). Při aplikaci hnojiva mělčeji (do 10 cm pod povrch) dochází sice během vegetace k vyššímu nárůstu nadzemní biomasy, ale výnos semene je nižší, než při aplikaci do větší hloubky (Su et al. 2015). Hlubší uložení je optimální především v sušších oblastech pěstování, a také při aplikaci vyšší dávky hnojiva. Pro dodání fosforu do půdy se běžně používají superfosfáty, NPK, Amofos (Černý et al. 2018).

### 3.6.3 Draslík

Obsah draslíku v půdě je proměnlivý od 0,1 do 4 % a závisí především na druhu půdy (Kulhánek et al. 2014). K se nachází v půdách především v anorganických sloučeninách. V organické hmotě se v ornici pohybuje pouze několik desítek kg K/ha. Draslík je rostlinami přijímán ve formě draselných kationtů ( $K^+$ ). Pokud je v půdě vysoký obsah K, rostliny jej přijímají v nadbytečném množství a hromadí jej ve svých pletivech. V takovém případě je omezován příjem jiných kationtů jako je Na, Mg nebo Ca. Draslík je rostlinu přijímán ve vyšší míře při vyšších teplotách vlhkosti prostředí (Vaněk et al. 2012).

Draslík u rostlin zabezpečuje lepší vyžrávání a stavbu pletiv, jsou zmnožovány sklerenchymatické buňky a snižuje se riziko poléhání. Ze zdravotního hlediska také dochází k nižšímu napadání rostlin škůdci. Dostatek K v pletivech zvyšuje odolnost proti nízkým teplotám. Při dobré zásobenosti rostlin draslíkem je také snižován opad listů v době kvetení. Nedostatek draslíku má negativní vliv na tvorbu látek jako jsou bílkoviny, cukry a škrob. Při vyšším deficitu se vyskytují barevné změny na okrajích starších listů. Charakteristický je výskyt žlutého zbarvení s nádechem do červena a zasychání listů od okrajů. Pokud však je v půdě nadbytek draslíku, mohou se projevit jeho negativní účinky v podobě snížení klíčivosti a omezení vzcházejivosti semen (Vaněk et al. 2007).

Řepka ozimá potřebuje vysoký přísun draslíku zejména v průběhu intenzivního růstu. Pokud dojde k nedostatku draslíku v půdě, snižuje se výnos semene. Při nedostatku K po

kvetení dochází k rychlejšímu stárnutí a opadu listů. Odběrový normativ u řepky se uvádí v širokém rozmezí 55 – 60 kg/t semene. Hnojení draselnými hnojivy je však závislé na jeho obsahu v půdě (Černý et al. 2018).

Příjem draslíku je nezanedbatelný již po zasetí řepky, jelikož v semenech je obsaženo malé množství této živiny a brzy tak přechází na příjem z půdy. V podzimním období je přijatý draslík důležitý pro transport asimilátů z listů do kořenů, což pozitivně působí na rozvoj kořenové hmoty a příjem ostatních živin. V období prodlužovacího růstu dochází k vysokým nárokům na příjem draslíku ve velmi krátkém období. V průběhu této fáze je rostlinou přijato cca 70 % celkové potřeby K, která činí 250 – 300 kg. V období kvetení a tvorby šešulí se příjem draslíku stává důležitým pro utváření výnosu (Černý et al. 2015).

Draslík je možné do půdy dodávat prostřednictvím statkových hnojiv, především kapalná statková hnojiva jsou vhodným zdrojem mobilního minerálního draslíku (Černý et al. 2018). Ve stájových hnojivech je draslík společně s dusíkem zastoupen ve velkém množství, ale na rozdíl od dusíku je rychleji uvolnitelný z těchto hnojiv. Při další aplikaci K v podobě minerálních hnojiv, je důležité brát v potaz již dodané množství K statkovými hnojivy (Černý et al. 2013).

Dodávání K do půdy minerálními hnojivy se taktéž děje zapravením hnojiv do půdy, kdy jsou tak aplikována např. NPK hnojiva. Využití K při povrchové aplikaci je velice nízké. Z dalších hnojiv jsou řepkou dobře využitelné draselné soli a další s ohledem na potřebu hnojení dalšími živinami (Černý et al. 2018).

#### **3.6.4 Vápník a pH půdy**

Optimální obsah vápníku v půdě má velký význam z hlediska chemických, fyzikálních a biologických procesů. Celkový obsah Ca v půdě se pohybuje v širokém rozmezí od 0,15 % do 10 % a více. Velká část vápníku se v půdách nachází v obtížně rozpustných sloučeninách, jako jsou uhličitan, křemičitan a další. Rozpustnost uhličitanů je úzce závislá na hodnotách pH půdy, kdy vyšší rozpustnost těchto sloučenin je při nižších hodnotách pH (Vaněk et al. 2012).

Rostliny přijímají vápník v podobě kationtu  $\text{Ca}^{2+}$  z půdního roztoku. Jeho příjem může být značně ovlivňován přítomností dalších kationtů, jako jsou  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$  a především  $\text{K}^+$ . Optimální množství vápníku v půdě v kombinaci s dobrou půdní reakcí má vliv na vytváření bohatého kořenového systému plodin, což napomáhá lepšímu příjmu živin rostlinou. Dostatek Ca v rostlinných pletivech zvyšuje odolnost vůči působení nepříznivých vlivů. Současně

s draslíkem má vliv na odolnost rostlin vůči nízkým teplotám a proti napadení chorobami a škůdci (Vaněk et al. 2016). Dle Javadiho et al. (2015) působí optimální příjem Ca společně s bórem na zvýšení tolerance rostlin vůči solnému stresu.

Nedostatek Ca v rostlinách se může projevat sníženou tvorbou kořenů, poruchami růstu až lámáním vegetačního vrcholu a opadem květů (Vaněk et al. 2007). Na dodání Ca do půdy pomocí přímého vápnění reaguje ozimá řepka velice dobře zvýšením výnosů a to především na kyselých půdách. Mezi hodnotou pH a obsahem vápníku v půdě je úzký vztah, pokud je půda kyselá, je v půdním roztoku malý obsah Ca a také je nižší přístupnost dalších živin, jako je fosfor, síra, hořčík nebo bór, pro rostliny (Černý et al. 2018). Dle Čermáka (2012) navíc neustále dochází ke snižování hodnot pH orných půd. Řepka však potřebuje poměrně velké množství vápníku. Odběrový normativ se udává v rozmezí 30 – 38 kg/t semene (Baranyk et al. 2007).

Pro úpravu pH a dodání vápníku do půdního roztoku se používá vápnění. Dle zjištěné kyselosti půdy se aplikuje vápenec, který je nutné zapravit do ornice. Pokud absentuje zapravení a vápenec je aplikován pouze na povrch, jeho účinnost se snižuje (Černý et al. 2018). Pro dodání části Ca je možné taktéž využít ledek amonný s vápencem (Vaněk et al. 2007).

### **3.6.5 Hořčík**

Půda obsahuje cca 0,2 – 0,4 % hořčíku a mění se v závislosti na pH půdy. Mg je obsaženo v některých minerálech, jako jsou vermikulit, amfibolit atd., a uvolňování hořčíků z nich je velice obtížné. Naopak dobrým zdrojem jsou hořečnaté soli, které jsou v půdě dobře rozpustné a jsou tak důležitým zdrojem Mg. Hořčík je v půdě velice dobře pohyblivý a může tak docházet k jeho ztrátám (Vaněk et al. 2012).

Rostlinami je tento prvek přijímán v podobě kationtu  $Mg^{2+}$ . Jeho příjem je však ovlivňován dalšími ionty jako jsou  $K^+$  nebo  $Ca^{2+}$  (Vaněk et al. 2007). Samotný hořčík pak pozitivně ovlivňuje příjem fosforu rostlinami (Vaněk et al. 2012). V rostlinách je vázán například ve fytinu, chlorofylu a dalších látkách (Vaněk et al. 2007). To znamená, že v metabolismu působí od začátku růstu rostliny a v podzimním období se významně podílí na transportu asimilátů a živin do kořenů (Černý et al. 2018).

Nedostatek hořčíku se nejprve projevuje v latentní formě, ale při dlouhodobě trvajícím deficitu dochází k porušení důležitých fyziologických procesů jako je fotosyntéza, syntéza bílkovin a dalších látek. V důsledku těchto poruch dochází k omezení růstu kořenů a

odbourávání chlorofylu ve starších listech. Zelené zbarvení zůstává pouze v okolí nervatury listů (Vaněk et al. 2012). V České republice může k těmto projevům docházet, jelikož je zde velké množství půd s deficitem Mg, a to nejen tam, kde se hojně pěstuje řepka, ale i v ostatních oblastech (Černý et al. 2018).

Odběrový normativ Mg není oproti ostatním makroživinám velký (4 – 6 kg/t semene), (Baranyk et al. 2007), avšak jeho bilance v půdě je záporná, což je mimo jiné způsobeno transportem Mg do semen. Hlavním zdrojem Mg by pak měla být především půda (Černý et al. 2018). Pro dodání potřebného hořčíku do půdy, je nejdříve důležité upravit její vlastnosti, především pH půdy. K těmto účelům je vhodné požit vápenatá hnojiva s obsahem Mg, jako jsou dolomity, dolomitické vápence a další (Vaněk et al. 2016). Před setím řepky je také možné aplikovat Mg v podobě kieseritu nebo jako součást některých draselných hnojiv. Hořčík může být aplikován i během vegetace, ale efektivita využití je velice nízká. K přihnojení během vegetace se používají dusíkatá hnojiva s obsahem Mg nebo hořká sůl a další (Černý et al. 2018).

### 3.6.6 Síra

Obsah síry je v půdě velice proměnlivý a běžně kolísá mezi 50 – 500 mg/kg. Většina z tohoto množství (až 98 %) je však v organických sloučeninách, ve kterých se nejčastěji vyskytuje ve dvou podobách - v oxidované formě a v redukované formě. Větší část představují organické látky s oxidovanou formou síry. Z těchto sloučenin je často síra uvolňována pomocí mineralizace a je tak hlavním potenciálním zdrojem živiny pro rostliny. Anorganické sloučeniny S jsou pak částečně rozpuštěny v půdním roztoku a zbytek je vázán na koloidy (Vaněk et al. 2016).

Rostliny přijímají síru z půdy především ve formě aniontu  $\text{SO}_4^{2-}$ , který je velice málo ovlivňován ostatními ionty a vlastnostmi půdy. Síru jsou rostliny v malé míře schopny přijímat také z ovzduší (Vaněk et al. 2012). Z imisí ve vzduchu se S může také dostat do půdy, ale v posledních letech je tento zdroj silně eliminován. Síranové anionty jsou v půdě dobře pohyblivé a hrozí tak značné riziko vyplavení, nedochází tak k akumulaci síry v půdě (Černý et al. 2017).

Sloučeniny síry v rostlinách jsou často prekurzory vonných a chuťových látek v rostlinách. Výživa sírou se tedy podílí na kvalitě produkce. V brukvovitých rostlinách, jako je řepka, je S součástí sloučenin zvaných glukosinoláty. Tyto látky jsou rostlinou využívány nejen k obranným účelům, ale taktéž jako zásoba síry. Jednotlivé skupiny rostlin mají tedy

rozdílné nároky na potřebu S. Mezi náročné rostliny se řadí především řepka, brukvovitá zelenina, cibule, česnek, jeteloviny a další (Vaněk et al. 2012).

Dle Černého et al. (2017) nedostatek síry má negativní účinky na výnos řepky, který může být snížen o 5 – 40 %, a olejnatost semen. Deficit se pak projevuje nižší intenzitou růstu, sníženou plochou listoví. Při období kvetení může docházet také k nevykvetení pupat a následně k nižší intenzitě tvorby šešulí s méně semeny.

Baranyk et al. (2007) uvádí, že na produkci 1 t řepkového semene rostlina odebere 12 – 16 kg síry. Během vegetace jsou také rostlinou kladeny různé požadavky na příjem S. V podzimním období je řepka schopná akceptovat mírný deficit této živiny, a naopak má pozitivní vliv na tvorbu kořenů. Na půdách s vyšším nedostatkem S je nutné přihnojení (Černý et al. 2017). Přihnojení není zcela efektivní při aplikaci pouze stájových hnojiv a to především kapalných. V těchto hnojivech je velice malý obsah S. Vyšší obsah síry je pouze ve hnoji, kde je přítomna v organické formě a musí projít mineralizací (Černý et al. 2013). V podzimním období je možné aplikovat minerální dusíkatá hnojiva s obsahem síry. Stěžejní je aplikace těchto živin především na jaře (Černý et al. 2018).

V jarním období je vysoký příjem S především při prodlužování a kvetení rostlin. Pokud navíc proběhla vlhká zima, je možné předpokládat, že obsah síry v půdě se snížil. V těchto případech je nutné aplikovat vysoké dávky S, kdy to může být 30 – 40 kg/ha. Tento prvek je pro rostlinu také důležitý z důvodu vztahu mezi S a N, kdy při deficitu dochází ke zhoršení příjmu a využití dusíku (Černý et al. 2017).

### **3.6.7 Bór a další prvky**

Obsah bóru v půdě je značně závislý na přítomných minerálech a hodnotě pH půdy. V půdách se běžně vyskytuje obsah 30 – 40 ppm B, ale může být i vyšší. V půdě se vyskytuje v podobě boritanů nebo je obsažen v křemičitanech. Bór uvolněný z minerálů, nebo mineralizace organické hmoty je velice dobře pohyblivý a hrozí riziko vyplavování, a to především při nižších hodnotách pH. V kyselých půdách je však také lépe přijatelný pro rostliny, které jej přijímají ve formě kyseliny borité (Vaněk et al. 2012). Schopnost přijímat bór rostlinami je také ovlivňována vlhkostí prostředí, kdy při suchém počasí je B méně přístupný. Totéž se děje při vysokých nebo i nízkých teplotách (Černý et al. 2015b).

Pro rostliny je B důležitý ve výstavbě buněčných stěn, pro růst a činnost meristemických pletiv, pro růst kořenů, transport asimilátů v rostlině, pro tvorbu



generativních orgánů a také zvyšuje odolnost vůči nízkým teplotám. Pokud je v místě růstu deficit bóru, dochází ke snižování počtu květů a šesulí, tedy ke snižování výnosu. S nedostatkem B je také spjat zpomalený růst nadzemní biomasy, kdy dochází k zesilování lodyh a možnému následnému praskání. V paždí listů se také mohou objevovat nové postranní výhony (Vaněk et al. 2012).

Z hlediska příjmu bóru jsou zásadní dvě období, a to podzim, kdy je důležité jeho fyziologické působení na rostlinu, a období kvetení, tvorby šesulí a zrání. Aplikaci hnojiv obsahujících B je vhodné provádět na podzim do půdy, jelikož odtud je převážně přijímán. Během vegetace je možné dodat bór také prostřednictvím listové výživy, na což řepka reaguje taktéž pozitivně (Černý et al. 20015b). Liang & Shen (2008) také zmiňují, že křemík napomáhá rostlinám přijímat z půdy B i při jeho deficitu, při optimálním a nadměrném obsahu však působí spíše opačně.

Řepka je náročnou plodinou na příjem bóru (dle Baranyka et al. (2007), 75 – 110 g/t semene), ale při hnojení tímto prvkem je hranice mezi optimem a nadbytkem velice úzká. Příliš vysoký obsah B v půdě může působit toxicky na některé plodiny, jako jsou např. obilniny, ale také se mohou negativní dopady projevit snížením výnosu a olejnatosti řepky (Černý et al. 2015b).

Důležitým stopovým prvkem pro řepku je také zinek. V půdách je ale přítomno optimální množství a není proto nutné jej dodávat. Nepřímé hnojení zinkem je prováděno při aplikaci statkových hnojiv (Dostál et al. 2014). Prostřednictvím statkových hnojiv je možné do půdy dodávat nejenom zinek, ale také nikl, měď a mangan. Aplikace těchto hnojiv za účelem dodání stopových prvků je vhodná především na půdách s nižšími hodnotami pH. Pro dobrý příjem většiny stopových prvků jsou vhodné kyselejší půdy (Černý et al. 2013).

Mezi živiny, které jsou rostlinám přístupnější v kyselejších prostředí, patří také mangan. Jeho spotřeba rostlinou je zvýšena především v období intenzivního nárůstu nadzemní biomasy. V neutrálních a zásaditých půdách se mohou projevovat jeho nedostatky v podobě chloróz na mladých listech. Důsledkem deficitu jsou nevyvinuté květy a redukce množství šesulí. Výnosotvorné prvky jako je počet semen v šesuli ovlivňuje přítomnost molybdenu v rostlině. Obsah Mo v půdě je taktéž závislý na hodnotě pH, ale na rozdíl od ostatních mikroprvků, je rostlinám přístupnější spíše v zásaditějších půdách. Jeho nedostatek je tedy možné řešit vápněním (Kurpjuweit 2009).

## **4 Materiál a metody**

### **4.1 Charakteristika společnosti**

Hodnocení vlivu agrochemických vlastností půd a hnojení na výnos ozimé řepky bylo provedeno v provozních podmínkách společnosti AGRO PODLESÍ, a.s., které má sídlo v obci Červené Janovice, ve Středočeském kraji, v jižní části okresu Kutná Hora. Akciová společnost vznikla v roce 1998 transformací Zemědělského družstva Červené Janovice, které zde hospodařilo od roku 1952. Hlavním předmětem podnikání obou společností je zemědělská výroba. Další významný předmět podnikání akciové společnosti je výroba elektrické energie z bioplynu.

V rámci zemědělské výroby společnosti se vymezují dva směry – živočišná výroba, kde se společnost specializuje na chov krav s tržní produkcí mléka a rostlinná výroba. Společnost hospodaří na 3 810 ha zemědělské půdy, z čehož jsou cca 290 ha TTP. Obhospodařovaná oblast se nachází v nadmořské výšce cca od 350 m. n. m. do zhruba 550 m. n. m., což odpovídá klimatickému regionu MT2, který přechází až do klimatického regionu MCH, kde v těchto oblastech končí Středočeský kraj a začíná kraj Vysočina. Celé obhospodařované území spadá do bramborářské výrobní oblasti. Společnost hospodaří na kambizemích, luvizemích, pseudoglejích a glejích.

### **4.2 Systém pěstování řepky**

Mezi hlavní pěstované plodiny ve společnosti patří ozimá řepka, která je zastoupena na orné půdě v průměru z 27 % a následně ozimá pšenice (průměrně 25 %) s kukuřicí na siláž (průměrně 18 %). Celkové zastoupení obilnin v osevním postupu je pak cca 57 %. Přesné zastoupení plodin v jednotlivých letech viz Tab. 1. V rámci produkce řepky jsou pěstovány liniové, tak i hybridní odrůdy. Odrůdové složení v průběhu let se mění, v posledních letech mezi nejzastoupenější odrůdy patří Arabella, SY Saveo, Atora, Sydney, Diego a další.

Tabulka 1 - Zastoupení jednotlivých plodin v osevním postupu v letech 2014 - 2018

Plodina	Rok sklizně									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	plocha [ha]	plocha [%]	plocha [ha]	plocha [%]	plocha [ha]	plocha [%]	plocha [ha]	plocha [%]	plocha [ha]	plocha [%]
řepka ozimá	900	26	910	25	893	25	995	28	985	28
pšenice ozimá	996	28	902	25	914	26	791	22	843	24
kukuřice	634	18	676	19	624	18	640	18	611	17
ječmen ozimý	468	13	280	8	270	8	241	7	239	7
tritikale	0	0	29	1	251	7	229	7	231	7
ječmen j, oves	56	2	56	2	31	1	32	1	27	1
<b>obilniny celkem</b>	<b>2154</b>	<b>61</b>	<b>1943</b>	<b>54</b>	<b>2090</b>	<b>59</b>	<b>1933</b>	<b>55</b>	<b>1951</b>	<b>56</b>
JVT, jetel	202	6	289	8	273	8	274	8	292	8
jarní směs	179	5	294	8	166	5	241	7	208	6
trávy na o.p.	80	2	134	4	130	4	79	2	69	2
<b>Plocha celkem</b>	<b>3515</b>	<b>100</b>	<b>3570</b>	<b>100</b>	<b>3552</b>	<b>100</b>	<b>3522</b>	<b>100</b>	<b>3505</b>	<b>100</b>

### 4.3 Výživa řepky ozimé

Ve společnosti je dbáno na dodávání limitujících živin (P, Mg, Ca a další) do půdy, přičemž jsou brány na zřetel výsledky agrochemického zkoušení půd. Jednotlivé živiny jsou rostlinám dodávány jak minerálními hnojivy, tak i statkovými hnojivy, kde je využíván hnůj a kejda skotu, a také digestát. Rozsah aplikace těchto hnojiv je však omezen jejich produkcí v živočišné výrobě. Pomocí těchto hnojiv nedohází pouze k přísunu živin, ale také k dodávání organické hmoty do půdy. Stejný význam v rámci hospodaření plní také posklizňové zbytky a drcená sláma předplodiny. Sláma však není zanechávána na všech honech, ale část jí je spotřebovávána na podestýlku chovaného skotu.

Tabulka 2 - Procentuální obsah živin v používaných minerálních hnojivech

Název hnojiva	Složení (%)						
	N	P	K	S	Mg	Ca	B
TSP (trojitý superfosfát)		21					
Hořká sůl, Krista				13	10		
Borosan							11
Kieserit			5	21	15		
DAM 390	39						
Sulfika SB-C				35			5
LAV 27 %	27,5					8	
LAD 27 %	27,5				3	4	

Ve společnosti je při aplikaci minerálních hnojiv brán ohled nejen na výsledky agrochemických rozborů půd, ale především je brán v potaz stav porostů, a to jak po stránce zdravotního stavu, tak i po stránce vývoje. Na aplikaci má také vliv předpokládaný průběh počasí, termín provedení a další.

Tabulka 3 - Aplikované dávky hnojiv v průběhu let 2014 - 2018

Název hnojiva	2013/2014		2014/2015		2015/2016		2016/2017		2017/2018	
	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro
TSP (q/ha)	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
LAV 27 % (q/ha)		4				3		3		3
LAD 27 % (q/ha)				2,5						
Kieserit (q/ha)		1,5		1,5		1,5		2,5		1,5
DAM 390 (l/ha)		200	70	350	25	300		300		300
Hořká sůl, Krista (kg/ha)	3	4		3	6	3	3	6		6
Sulfka SB-C (l/ha)		3								
Borosan (l/ha)	1	1,5	1	1	2	1,8	1	1,5	1	1

V obhospodařované lokalitě se vyskytují spíše slabě kyselé až kyselé půdy. V rámci úpravy pH je každoročně na části obhospodařované výměry prováděno vápnění. V průběhu vegetace také dochází k aplikaci hnojiv obsahující Ca (LAV 27 %, LAD 27 %).

#### 4.4 Zjišťování výnosu

Výnosy z jednotlivých honů jsou v průběhu žní zjišťovány pomocí mostní váhy, kde jsou váženy traktorové soupravy se zrnem, a od brutto váhy je odečítána hmotnost prázdné soupravy. Hrubý odhad výnosu je podílem celkové produkce a velikosti plochy honu. Zjištěné údaje jsou po jednotlivých fázích zadávány do speciálního programu ŽNĚ, který s využitím hodnot vlhkosti semen a procenta nečistot vypočítá průměrný výnos z honu a také z celé výměry plodiny. Sklizené zrno je odváženo na posklizňové linky, kde dochází k odloučení nečistot, a v případě nutnosti také k dosoušení produkce. V rámci posledních pěti let nebylo ve společnosti nutné použít dosoušení. Přecházená sklizeň je následně skladována v silech nebo větraných halách k tomu určených.

## **4.5 Použitá metoda hodnocení**

Pro práci s hony, kde byla v průběhu let 2014 – 2018 pěstována řepka ozimá byly společností AGRO PODLESÍ, a.s. poskytnuty archivované osevnické plány a sestavy o výnosech v jednotlivých letech z programu ŽNĚ. Společností byly také poskytnuty výsledky agrochemického zkoušení půd z roku 2012, které byly dostupné na v LPISu na portálu farmáře. K vyhodnocení vzájemných závislostí mezi agrochemickými vlastnostmi půd byly použity metody lineární korelace a regrese. Grafy závislostí byly vytvářeny v softwaru STATISTICA 12 Cz.

## 5 Výsledky

### 5.1 Přehled honů

Po dobu sledovaného období 2014 – 2018 řepka byla pěstována celkem na 147 honech, tedy v průběhu pěti let byla na 2 886 ha obhospodařované plochy. Každý rok je řepka ozimá pěstována průměrně na 937 ha a nejčastější předplodinou je ozimý ječmen, řepka, ozimá pšenice a triticales (viz Tab. 5). V rámci podniku má každý hon své identifikační označení, v práci vystupují jednotlivé hony pod identifikačním číslem.

Tabulka 4 - Seznam honů, předplodin a výnosů semene řepky za období 2014 - 2018

Číslo honu	Výměra [ha]	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	9,71	JO	2,89	PO	1,82		
2	45,28	Ř	3,84				
3	5,83	JO	3,63		T	2,81	
4	48,5				PO	3,68	3,9
5	5,45			JO	3,95	2,18	
6	3,36			PO	3,45		
7	79,7			JO	3,89	3,22	
8	7,57			JO	3,59	3,22	
9	5,71			JO	3,59	3,73	
10	18,84		JO	3,51			
11	19,53		JJ	4,09		JJ	3,71
12	6,12		JJ	4,1			
13	26,82	JO	4,47	3,85			
14	17,8					JO	3,83
15	6,89					JO	3,7
16	34,37	JO	4,76	PO	3,17		
17	11,2					PO	3,7
18	9,82					JVT	3,38
19	14,31		JO	3,6		T	3,38
20	21,19			T	1,77		
21	9,88	JO	2,84		T	2,37	
22	9,74		JO	5,36			
23	43,57	PO	5,01	4,14			
24	8,51			T	2,08		
25	35,15			PO	3,74	3,73	
26	49,68	Ř	4,26			JO	4,18
27	30,73		PO	4,31	JO	3,19	
28	47,83					PO	3,96
29	5,67		JO	1,99	T	2,89	
30	15,8		JO	5	3,37		
31	35,75					T	3,95
32	3,13					T	4,47

Tabulka 5 - pokračování

Číslo honu	Výměra [ha]	2013	2014	2015	2016	2017	2018
33	6,17			JS	4,06	PO	4,31
34	20,26				JO	4,31	3,26
35	39,71				JO	4,43	3,26
36	7,39		JO	3,99		JO	3,72
37	25,96		JO	4,21			
38	19,71		PO	3,26			
39	8,44		JO	3,1	T	2,85	
40	3,79			JO	2,75	3,28	
41	3,54	JO	4,5	3,67		PO	3,22
42	6,65					JO	4,09
43	3,53					JS	4,1
44	10,06			JS	3,51		
45	50,26		JO	4,92			
46	106,13				PO	4,47	
47	25,27		JO	4,26			
48	56,42	JO	4,32		JO	3,3	
49	10,06	JO	4,18		T	2,81	
50	14,24	JO	3,99		T	2,87	
51	6,67				JO	3,97	3,39
52	14,24			JO	3,76	3,28	
53	14,99			PO	3,38		
54	20,08	Ř	4,65				
55	15,91	JO	4,45		T	2,97	
56	33,6					T	3,32
57	5,32	JO	3,68		T	2,81	
58	54,88					T	4,38
59	11,18	JO	3,73		T	2,81	
60	56,53			JJ	3,86	3,76	
61	7,29				JO	4,23	3,91
62	3,71			JO	4,01		
63	4,36				JO	4,39	2,45
64	14,35				T	3,31	3,16
65	3,84	PO	4,23	3,79		PO	3,2
66	41,88		JO	4		JO	3,98
67	21,47		PO	4,43			
68	5,94	JO	3,65		T	2,81	
69	19,77				JO	3,81	3,38
70	11,88				PO	4,16	
71	5,48					PO	3,68
72	18,78	PO	4,38	4,17	JJ	3,27	
73	30,43				PO	3,78	
74	42,68			O	3,86		
75	3,93		JO	4,19		JO	4,75

Tabulka 5 - pokračování

Číslo honu	Výměra [ha]	2013	2014	2015	2016	2017	2018
76	22,84			JO	3,94		
77	4,12	JO	4,39		T	2,81	
78	8,06					T	3,83
79	73,08		JO	4,68	3,8		
80	4,72		JO		3,8		
81	24,77			JO	3,24		
82	10,05				JO	4,42	3,79
83	4,28	JO	4,15		T	4,32	
84	4,21	JO	4,03		T	4,25	
85	7,35				JO	3,97	3,73
86	6,09	JO	3,96	4,45		PO	3,87
87	65,38	PO	4,9	4,46		PO	4,22
88	5,67					PO	3,22
89	20,89		JO	5,04	2,89		
90	29,39			PO	3,92		
91	23,52			JO	3,85	3,75	
92	4,19				JO	4,01	
93	6,6				JO	4,01	
94	12,9				JO	4,01	
95	32,07	JO	4,92	4,06		PO	3,64
96	18,06					JO	3,76
97	8,78	JO	5,2				
98	34,76	Ř	3,63		T	2,83	
99	17,59			O	3,87		
100	13,05	JO	3,79		T	3,22	
101	3,28	JO	4,47		T	3,22	
102	3,74					JVT	2,96
103	11,69		JO	4,35			
104	5,77	JO	4,69			JO	4,67
105	10,74		JO	4,3	3,92		
106	18,53					T	4,06
107	3,79			PO	3,57	3,77	
108	9,89		JO	4,33			
109	19,93		JO	4,05			
110	39,55		PO	4,29			
111	23,5				T	3,55	3,25
112	10,39		JO	3,94	3,46		
113	5,26		JO	5,12	2,83		
114	11,6	JO	3,66		O	2,54	3,73
115	22,3					JO	3,58
116	22,02					T	4,35
117	13,67				T	2,54	2,12
118	31,84	JO	4,51		JO	3,8	
119	18,2		JO	4,26			



Tabulka 5 - pokračování

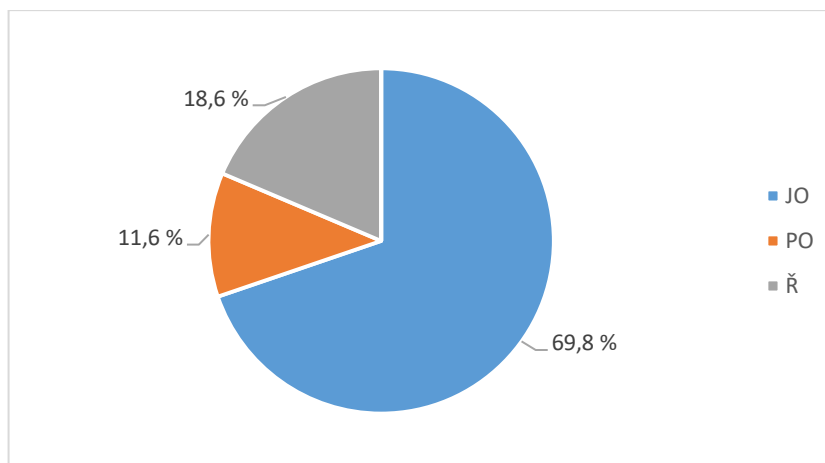
Číslo honu	Výměra [ha]	2013	2014	2015	2016	2017	2018
120	10,03			JO	3,45	4,19	
121	5,29				PO	3,25	
122	17,27	Ř	4,44				
123	13,25					T	3,59
124	8,41				JO	3,74	3,29
125	9,29		JO	3,9	2,59		
126	38,7		PO	4,5	3,23		
127	37,36		PO	4,29	3,3		
128	12,32	JO	3,51		T	2,81	
129	6,04	JO	3,47		T	2,81	
130	18,72	JO	3,82		T	3,09	
131	28,84			JO	3,87	PO	3,92
132	28,48			JS	3,7		
133	56,98	JO	4,7			JO	3,99
134	31,63	Ř	4,62			T	4,5
135	51,19	Ř	4,35				
136	11,74		JO	3,52	2,94		
137	17,13		JO	3,82			
138	24,91	Ř	3,71				
139	15,63					PO	4,72
140	17,61		JO	3,97			
141	4,62					PO	3,7
142	25,31	PO	4,39	4,76	3,74		
143	8,4			JO	4		
144	6,84			JO	3,62		
145	30			JO	4,2		
146	9,87	JO	3,86	PO	2,71		
147	11,83	JO	3,97	PO	2,71		
<b>Celkem ha</b>			<b>900,12</b>	<b>910,44</b>	<b>893,69</b>	<b>995,4</b>	<b>985,49</b>
<b>Výnos [t/ha]</b>			<b>4,32</b>	<b>4,27</b>	<b>3,55</b>	<b>3,60</b>	<b>3,83</b>

Předplodiny	JO	ječmen ozimý	Ř	řepka ozimá
	JJ	ječmen jarní	T	tritikale
	PO	pšenice ozimá	O	oves
	SV	jarní směs	JVT	jetelo-vojtěško-trávy

## 5.2 Struktura předplodin v jednotlivých letech

Během sledovaných pěti let (2014 - 2018) došlo ke změně zastoupení jednotlivých předplodin řepky ozimé. Na počátku sledovaného období (rok 2014) byla řepka pěstována především po ozimém ječmeni, který v té době v osevním postupu společnosti byl pěstován na výměře okolo 450 ha. V 18,6 % případů byla řepka pěstována po sobě a také byla zařazována po ozimé pšenici (viz Graf 1).

Graf 1 - Zastoupení předplodin řepky v roce 2013



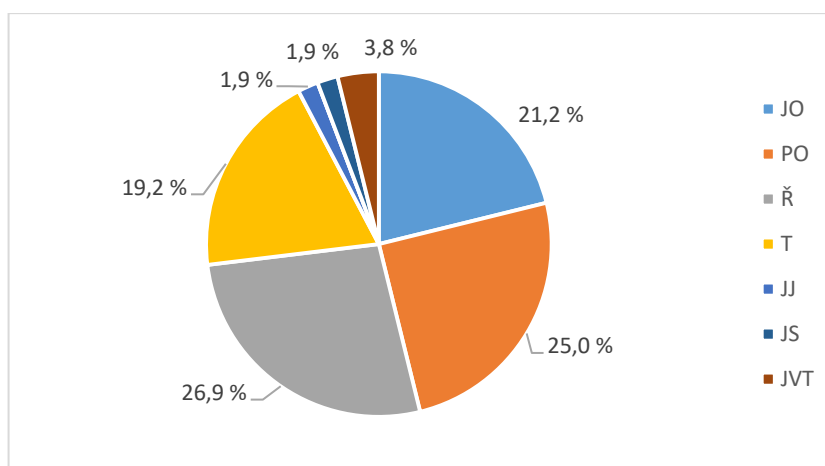
V roce 2014 již byl před řepku zařazen jarní ječmen, avšak z celku zaujímal pouze necelých 5 %. U původních předplodin došlo ke změnám. Výměra pěstování ozimého ječmene byla ve společnosti omezována. Řepka tedy byla více zařazována po ozimé pšenici (14 %) a sama po sobě (20,9 %).

Následující rok se již jako předplodiny objevilo i triticales, oves a jarní směs. Ječmen byl v roce 2015 pěstován již pouze na cca polovině své bývalé výměry (tedy v zastoupení předplodin 34,1 %) a pěstování po řepce (27,3 %) a po ozimé pšenici (20,5 %) bylo vyšší.

Skladba jednotlivých předplodin se během let významně měnila a v roce 2017 vysoce vzrostla výměra řepky pěstované po triticales. Ve vztahu k nárůstu plochy triticales poklesly plochy s řepkou a pšenici jako předplodinou.

V roce 2018 již byla řepka pěstována z necelých 27 % po řepce, z 25 % po ozimé pšenici a 21,5 % po ozimém ječmeni. Další významnou předplodinou zůstává triticales (19,2 %). Na dalších několika honech se v předešlém roce objevil jarní ječmen, jarní směs a JVT (viz Graf 2).

Graf 2 - Zastoupení předplodin řepky v roce 2017

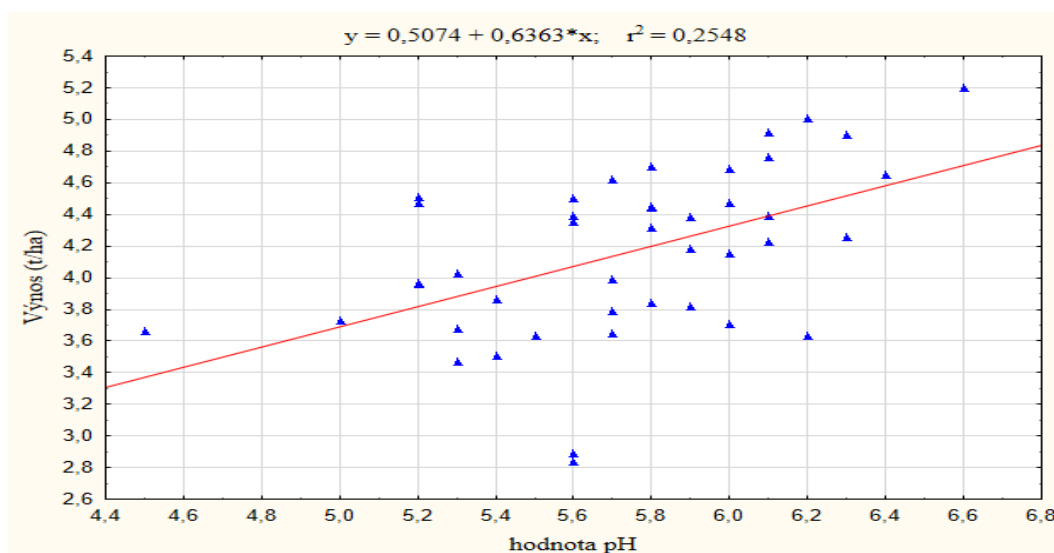


### 5.3 Závislost výnosu semene řepky na agrochemických vlastnostech půdy

#### 5.3.1 Rok 2014

Za rok 2014 bylo celkově sledováno 900,12 ha půdy, kde byla produkována ozimá řepka. Průměrný výnos v tomto roce byl 4,32 t/ha. Hodnoty pH se u sledovaných honů pohybovaly v rozmezí 4,5 až 6,6. Výnosy ve sledovaných případech dosahovaly hodnot od 2,84 do 5,2 t/ha (viz Graf 3).

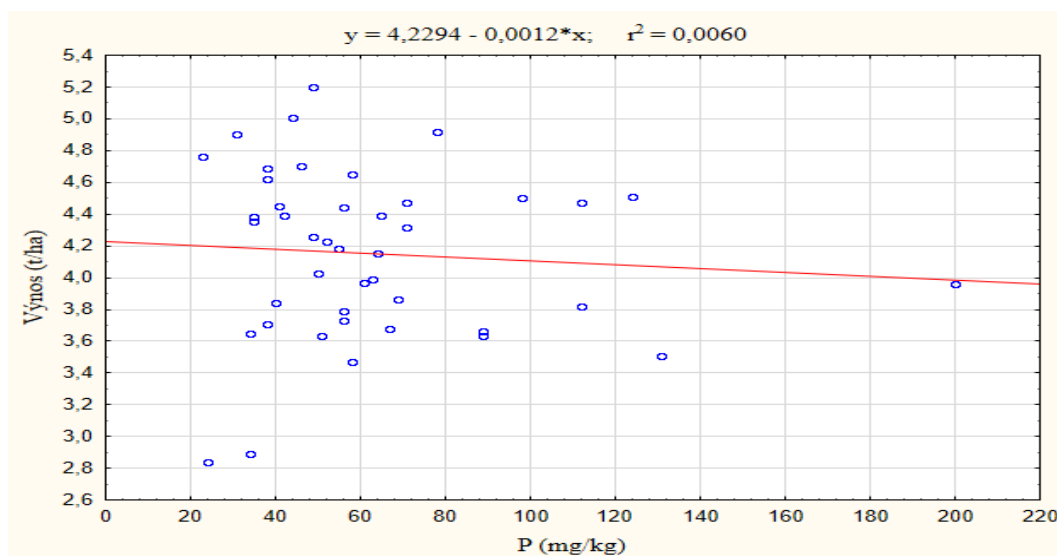
Graf 3 - Vztah výnosu semene řepky a pH půdy v roce 2014



Nejvyšší výnos byl skutečně na půdách s vyšší hodnotou pH, ale naopak tomu tak nebylo. Nejnižší výnosy byly zaznamenány u pH 5,6. Z analýzy vyplývá, že půdní reakce má pouze malý vliv na výnos, který je tak ze 75 % ovlivňován dalšími aspekty.

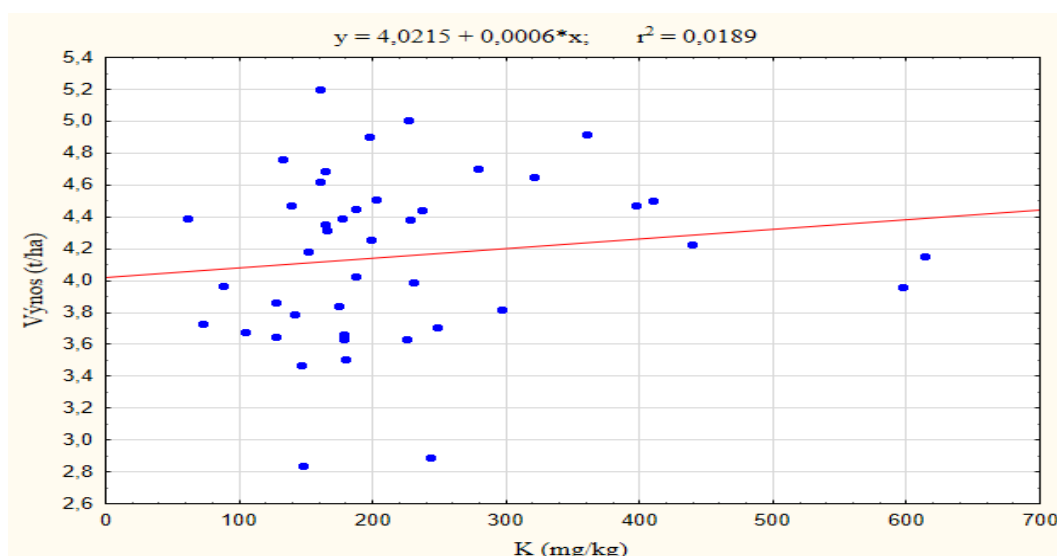
Oproti vlivu pH na výnos, však obsah fosforu v půdě v roce 2014 nemá žádný vliv. Z Grafu 4 je patrné, že i při cca stejném obsahu P v půdě bylo dosaženo rozdílného výnosu a to o 1,6 t/ha. Ve sledovaném roce je také patrné, že největší část obhospodařované plochy obsahuje v rozmezí cca od 20 do 80 mg P/kg, tedy dle výsledků agrochemických rozborů je na většině honů nízký nebo vyhovující obsah fosforu.

Graf 4 - Závislost výnosu semene na obsahu P v půdě v roce 2014



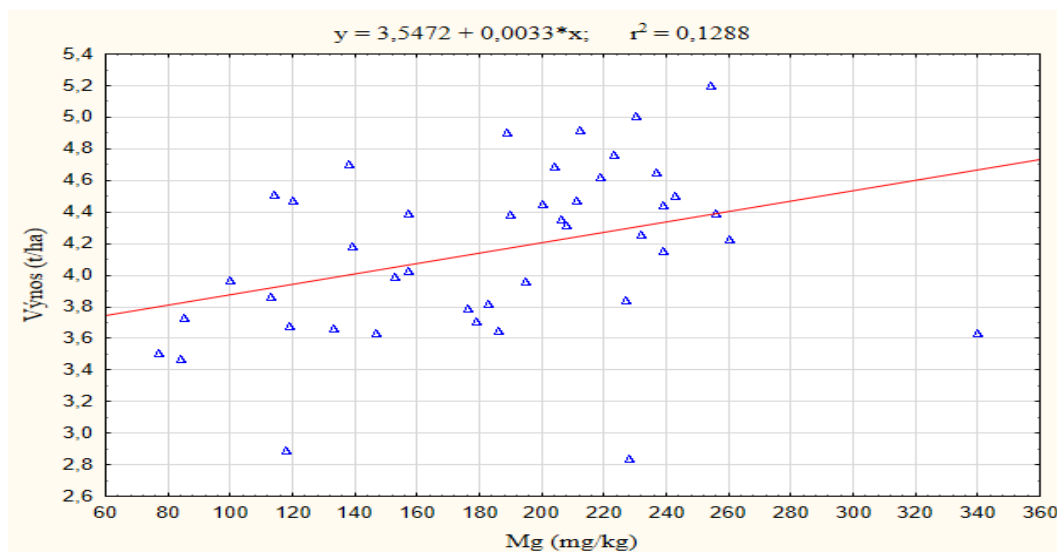
V roce 2014 také nebyl sledován vztah závislosti mezi výnosem semene a obsahem draslíku v půdě. Nejčastěji se obsah draslíku v půdě pohybuje mezi 100 až 300 ppm. V této oblasti (viz Graf 5) však dochází k velkým rozdílům mezi jednotlivými hodnotami. To dokládá i rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším výnosem, kdy cca při stejném obsahu K v půdě došlo k rozdílu 2,8 t/ha.

Graf 5 - Závislost výnosu semene na obsahu K v půdě v roce 2014



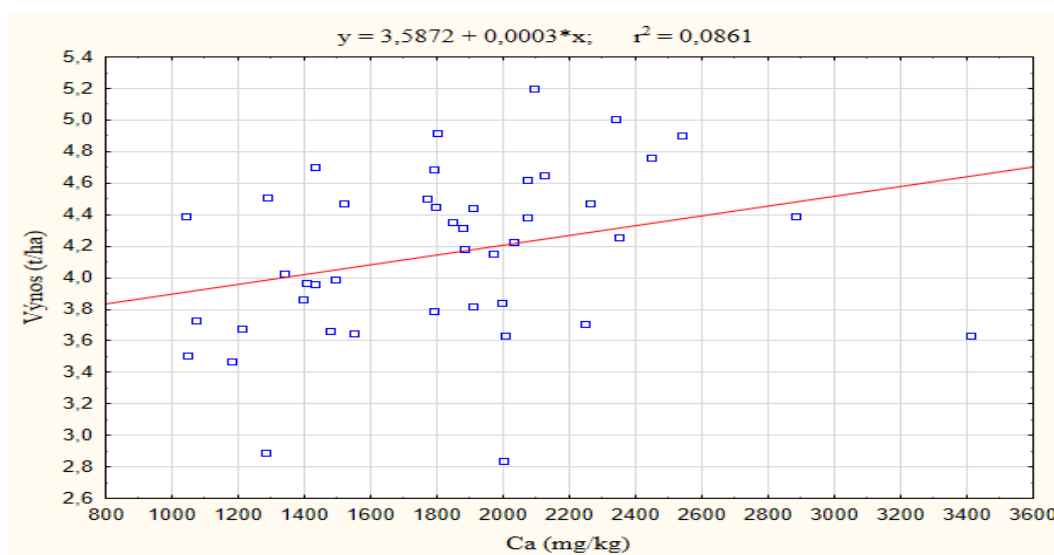
V případě obsahu dostupného hořčíku v půdě je již závislost v roce 2014 oproti dříve analyzovaným prvkům vyšší. Nejvyšších výnosů bylo dosahováno v souladu s obsahem Mg v půdě. Závislost je však ovlivněna třemi odlehlými hodnotami, které neodpovídají trendu. Nejnižší výnos byl zaznamenán na honu s obsahem Mg mezi 220 – 240 mg/kg, kde v ostatních případech bylo dosahováno výnosů od 3,8 do 5 t/ha (viz Graf 6). Ačkoliv byl nejvyšší obsah Mg 340 mg/kg, nebylo na tomto pozemku dosaženo nejvyššího výnosu.

Graf 6 - Závislost výnosu semene na obsahu Mg v půdě v roce 2014



U vztahu výnosu a obsahu dostupného vápníku v půdě je situace podobná jako v případě hořčíku a závislost proměnných je rozdílná zhruba o 4 %. Opět hrají důležitou roli tři odlehlé hodnoty, avšak nejvyššího výnosu není v tomto případě dosahováno při nejvyšším obsahu Ca v půdě, ale cca při obsahu 2100 mg Ca/kg (viz Graf 7). Rozmístění odlehlých hodnot je podobné jako u hořčíku.

Graf 7 - Závislost výnosu semene na obsahu Ca v půdě v roce 2014



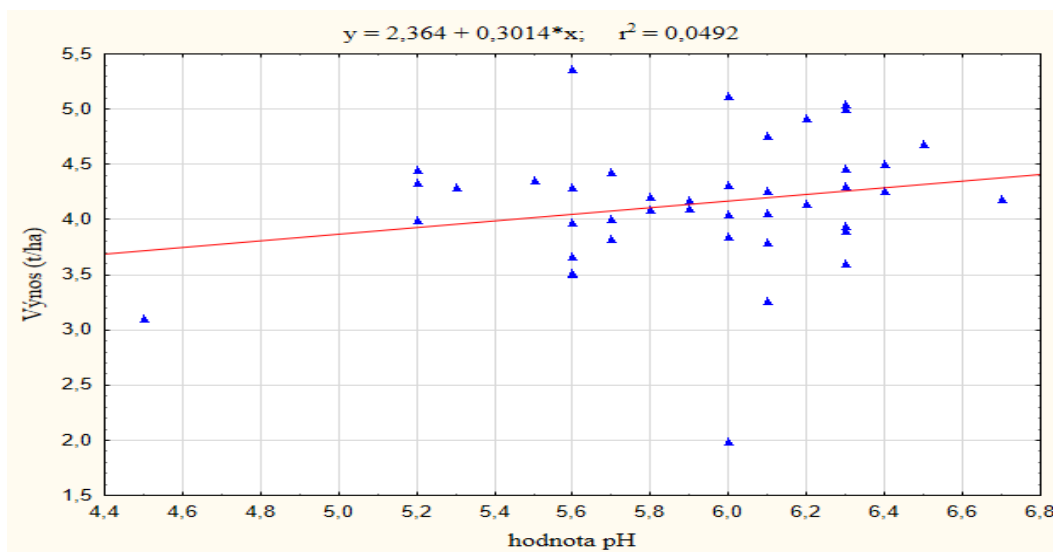
V roce 2014 měla na výnos semene ozimé řepky nejvyšší vliv hodnota pH stanoviště (25,4 %), avšak i v tomto případě se jedná o velmi slabou závislost a ze 75 % procent výši výnosu ovlivňují jiné vlivy. V analýze výnosů za rok 2014 byly sledovány především dvě extrémně nízké hodnoty výnosu vůči ostatním, které v žádném případě nekorespondovaly s očekáváním.

### 5.3.2 Rok 2015

V roce 2015 byla ozimá řepka v rámci společnosti pěstována na 910,44 ha orné půdy. Při sklizni bylo dosaženo průměrného výnosu 4,27 t/ha, přičemž nejvyšší výnos byl 5,36 t/ha a naopak nejnižší 1,99 t/ha.

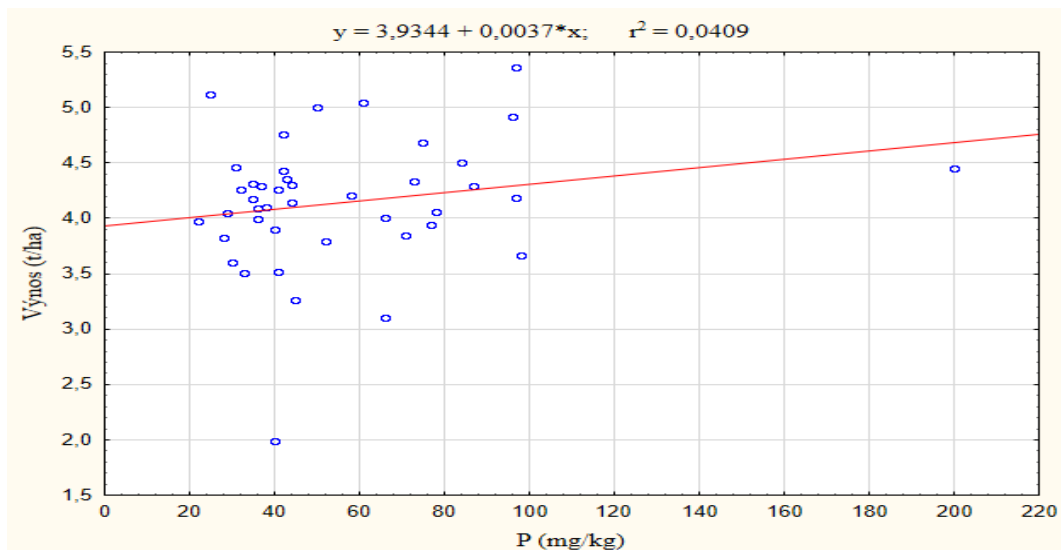
Závislost mezi výší výnosu a hodnotou pH v roce 2015 je oproti předešlému roku cca o 20 % nižší. V rámci analýzy se vyskytují 2 extrémní hodnoty. Jednou z nich je zmíněný výnos cca 2 t/ha, která zcela neodpovídá předpokládaným výsledkům a byla zaznamenána na honu s hodnotou pH 6,0, a druhou hodnotou je výnos 5,36 t/ha, kterého by teoreticky mělo být dosaženo při nejvyšším pH půdy, ale odpovídala pH 5,6 (viz Graf 8).

Graf 8 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2015



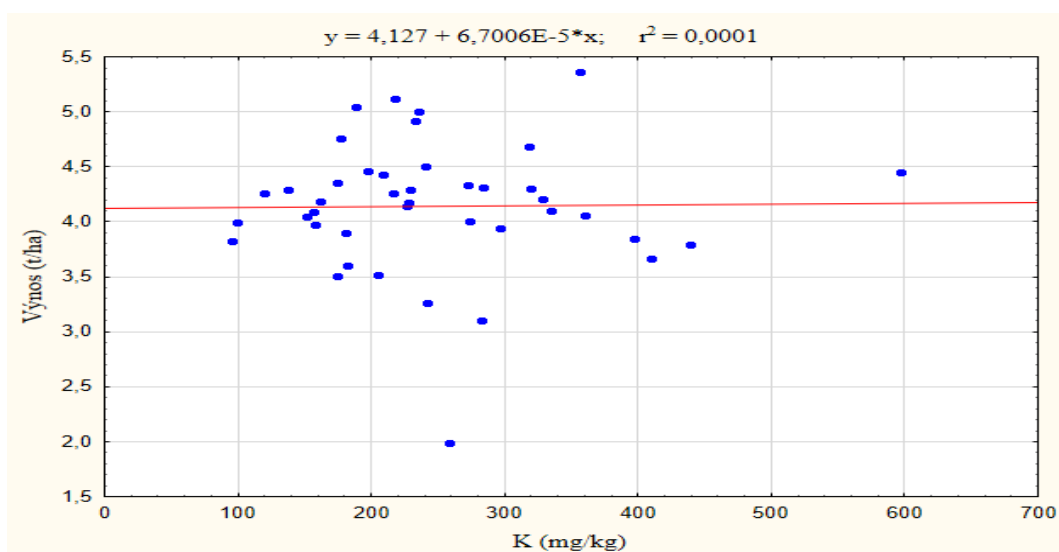
Obsah P v půdě v roce 2015 má oproti předcházejícímu roku větší vliv na výnos (4 %). Nejnižšího výnosu bylo dosaženo na honu s obsahem přístupného fosforu 40 mg/kg, ale na poli s obsahem P cca 25 mg/kg bylo dosaženo výnosu přes 5 t. Nejvyšší výnos (5,36 t/ha) byl zaznamenán na honu s obsahem fosforu 97 mg/kg (viz Graf 9).

Graf 9 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2015



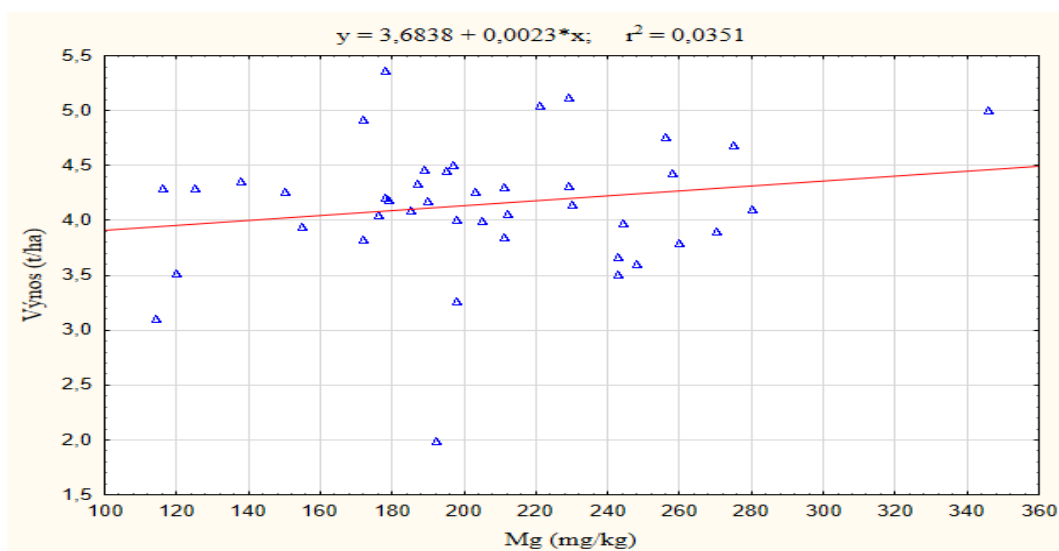
Závislost výnosu ozimé řepky na obsahu přístupného draslíku v půdě nebyla v roce 2015 prokázána. Druhý nejvyšší výnos (5,12 t/ha) byl zaznamenán na honu s obsahem 218 mg K/kg, avšak nejnižší dosažený výnos byl navážen u honu s 258 mg K/kg. Na honu s nejvyšším obsahem přístupného draslíku (597 mg/kg) byl dosažen výnos 4,45 t/ha.

Graf 10 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2015



Závislost 3,5 % v roce 2015 nastává mezi výší výnosu a obsahem přístupného hořčíku v půdě. Narušujícím prvkem analýzy vztahu mezi výnosem a obsahem Mg v půdě jsou odlehlé nekorespondující hodnoty výnosů. Nejnižší výnos byl zjištěn z honu s obsahem 192 mg Mg/kg, kdežto nejvyšší výnos byl na honu s obsahem Mg 178 mg/kg. Na honu s nejvyšším obsahem hořčíku bylo sklizeny 5 t/ha.

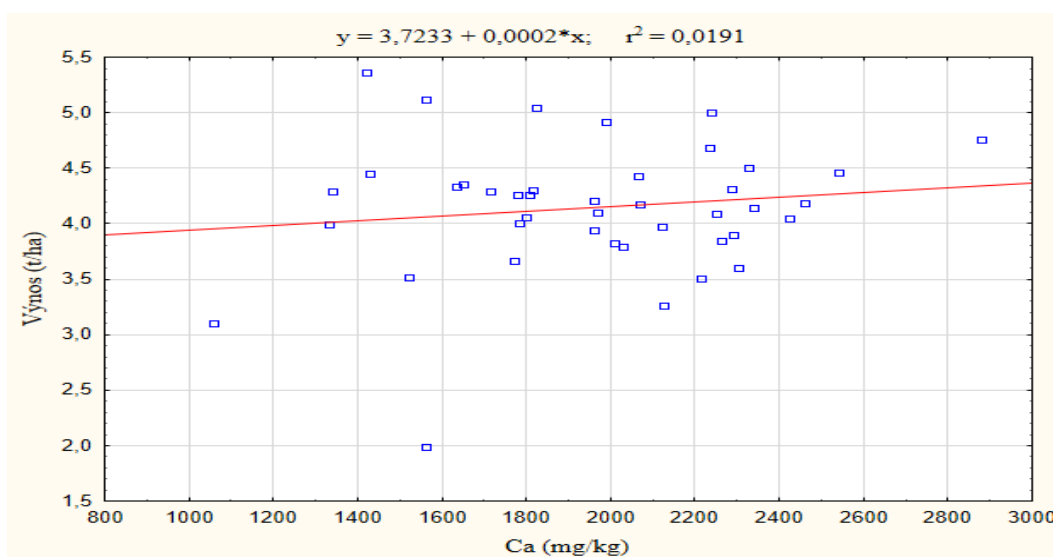
Graf 11 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2015



Nízká závislost výnosu na obsahu prvku v půdě je také v případě vápníku, kde je závislost pouze 1,9 %. Extrémní hodnoty výnosů jsou vůči sobě v podobné pozici, jako v případě závislosti výnosu na obsahu Mg v půdě (viz Graf 11 a 12).



Graf 12 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2015



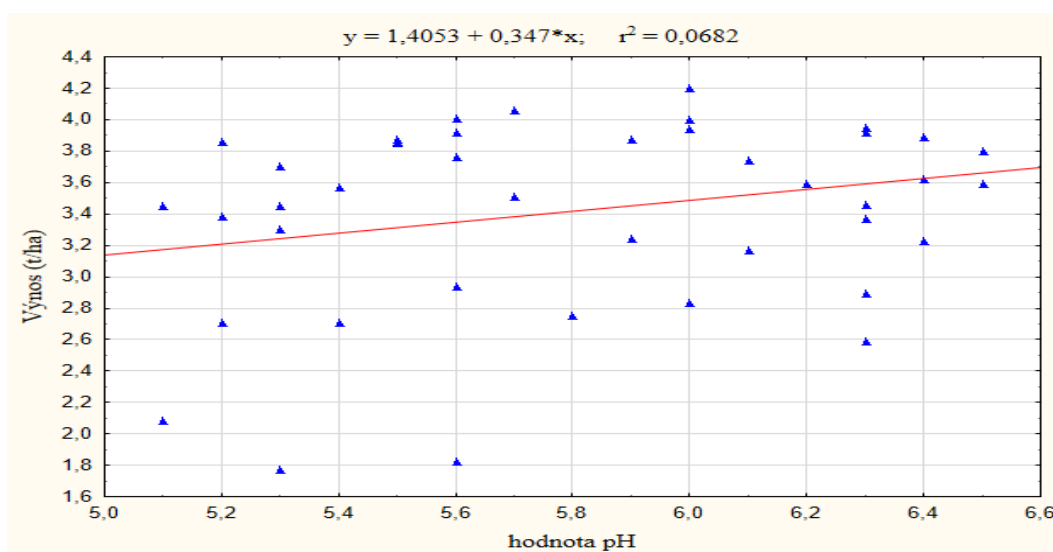
V roce 2015 nepřekonal vztah závislosti výnosu na obsahu některé ze zkoumaných živin nebo hodnotě pH těsnost závislosti 5 %. Lze tedy konstatovat, že v roce 2015 nebyla zjištěna závislost mezi výší výnosu a agrochemickými vlastnostmi půd. Tedy z více jak 95 % závisel výnos na dalších faktorech.

### 5.3.3 Rok 2016

V roce 2016 došlo k poklesu výměry pěstování ozimé řepky na 893,69 ha, což byla během sledovaných pěti let nejnižší výměra. V tomto roce došlo k výraznému poklesu průměrného výnosu oproti předešlému roku (3,55 t/ha). Nejvyšší výnos v tomto roce byl 4,2 t/ha, což je více jak o 1 t/ha nižší než v roce 2015. Nejnižší výnos dosahoval hodnoty 1,77 t/ha.

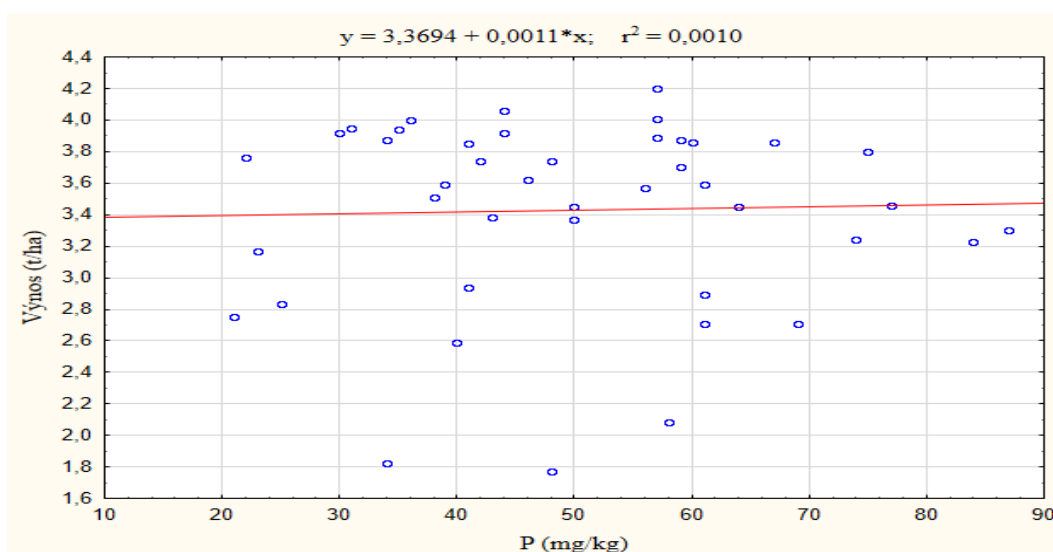
Závislost výnosu na pH půdy v roce 2016 je 6,8 %, tedy velice nízká. Na honech s nejvyšší hodnotou pH půdy (6,5) bylo dosaženo vyšších výnosů (3,6 a 3,8 t/ha), avšak nejvyšší výnos 4,2 t/ha byl zaznamenán na honu s pH půdy 6,0.

Graf 13 - Vztah výnosu semene a pH půdy v roce 2016



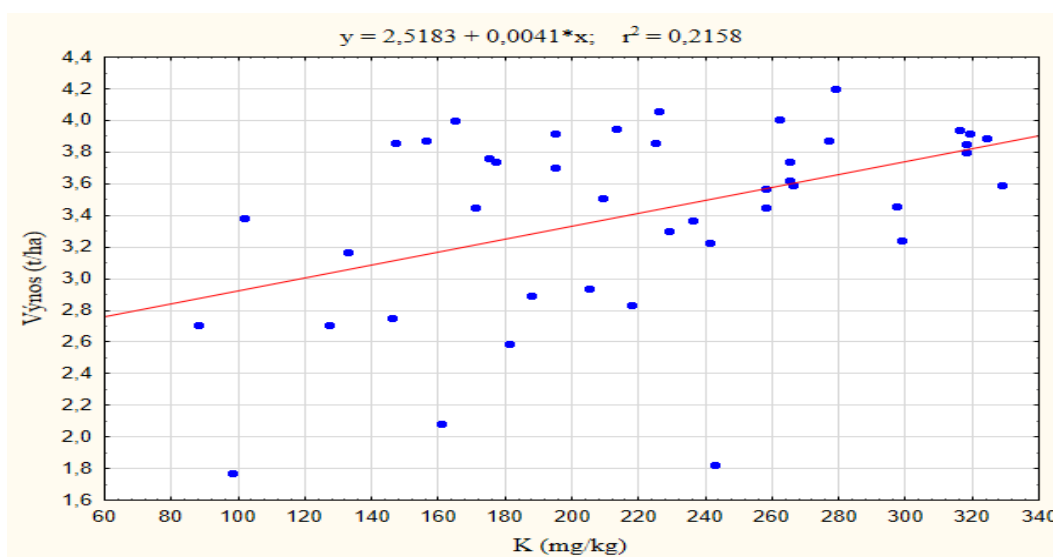
V roce 2015 nebyla prokázána statisticky významná závislost mezi výší výnosu a obsahem přijatelného fosforu v půdě. Hodnoty výnosů vykazovaly vysoký rozptyl.

Graf 14 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2016



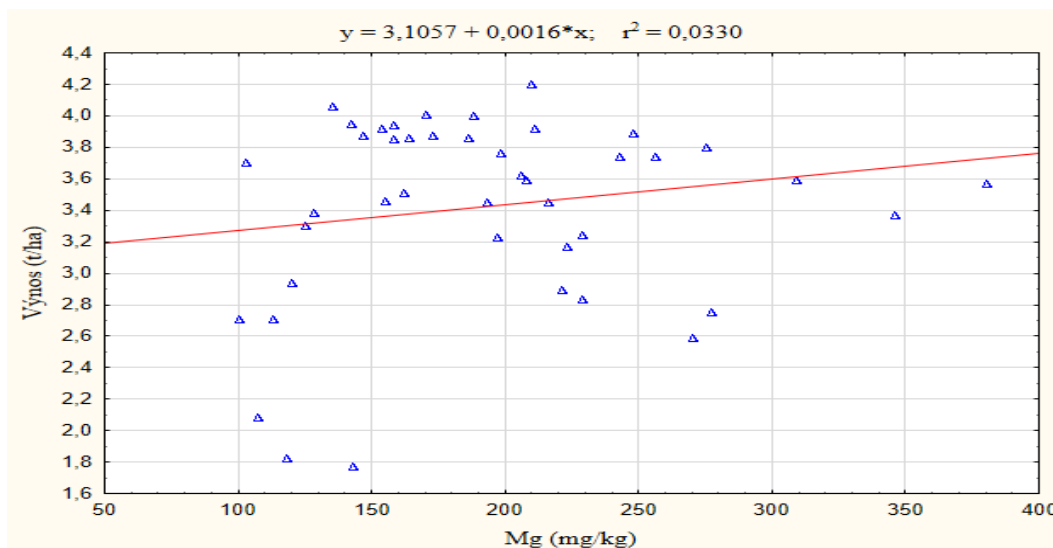
Výše výnosu na obsahu draslíku již vykazuje vyšší vztah závislosti, než tomu bylo u fosforu. V případě draslíku se jedná o 21,58 % avšak ani tato hodnota není ze statistického hlediska průkaznou. Nejvyššího výnosu (4,2 t/ha) bylo dosaženo na honu s obsahem draslíku cca 280 mg/kg, tedy s dobrým obsahem K.

Graf 15 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2016



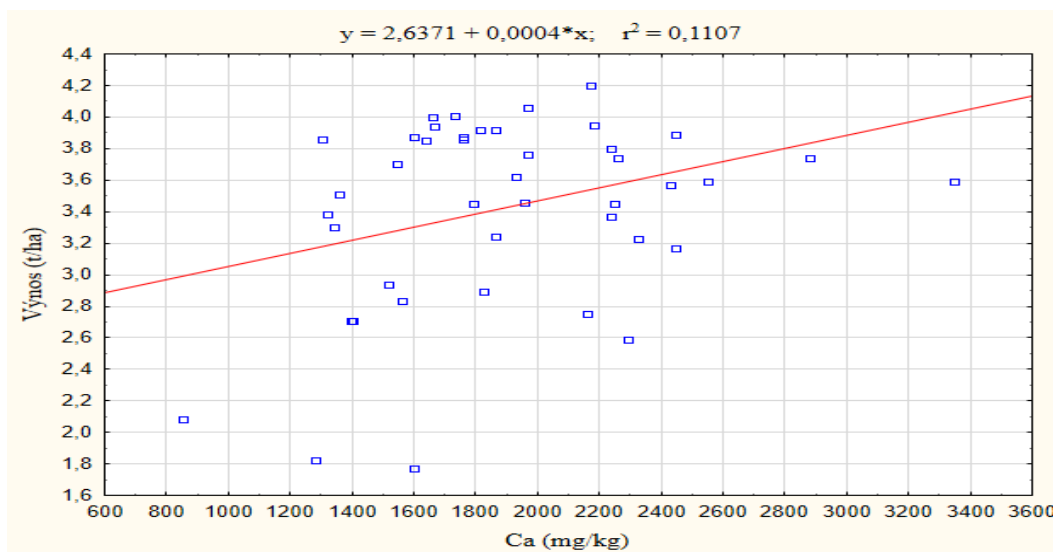
Zjištěna byla v roce 2016 závislost 3,3 % mezi výší výnosu a obsahem přístupného Mg v půdě. Nejnížší výnosy (1,77, 1,84 a 2,08 t/ha) byly zaznamenány na honech s nízkými obsahy Mg v půdě. Nejvyšší výnosy byly sklizeny z honů s vyhovujícím nebo dobrým obsahem přístupného Mg v půdě.

Graf 16 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2016



V případě vztahu výnosu a obsahu vápníku v půdě je na Grafu 17 možné vidět trend, kdy se zvyšujícím se obsahem Ca stoupá také výše výnosu. Závislost mezi výnosem a obsahem vápníku v půdě v roce 2016 je 11,07 %.

Graf 17 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2016



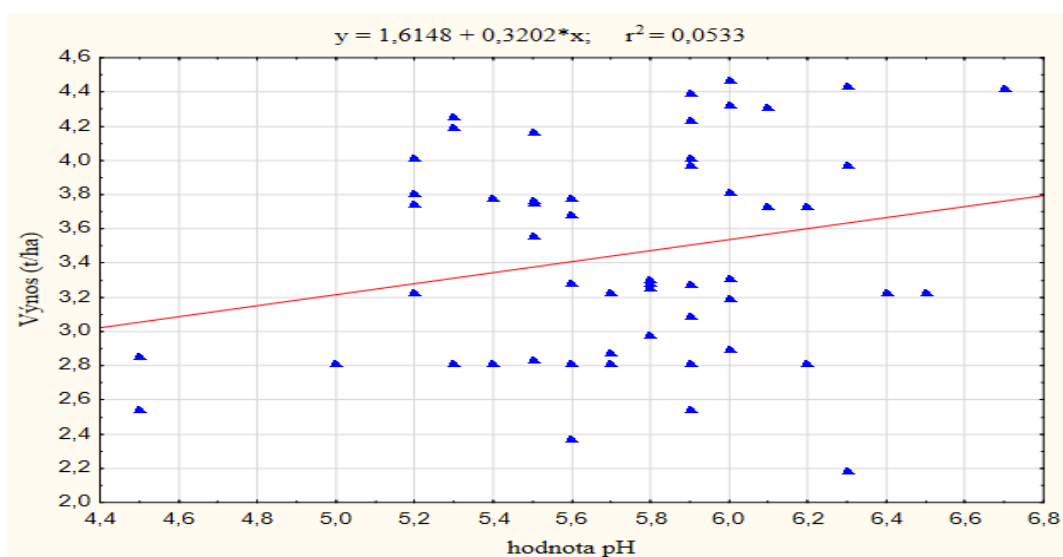
V roce 2016 byl z hlediska sledovaných agrochemických vlastností výnos semene řepky nejvíce ovlivňován obsahem přístupného draslíku v půdě. Z ostatních živin pak byl sledován 11,07% vliv obsahu Ca na výnos. V roce 2016 nebyla ze statistického hlediska prokázána závislost mezi výší výnosu, obsahem přístupných živin v půdě a hodnotou pH.

#### 5.3.4 Rok 2017

V tomto roce již výměra produkce ozimé řepky značně stoupla a plodina tak byla pěstována na 995,4 ha orné půdy. V roce 2017 se také zvýšil průměrný výnos na 3,60 t/ha. Nejvyšším výnosem bylo 4,47 t/ha a naopak nejnižším 2,18 t/ha.

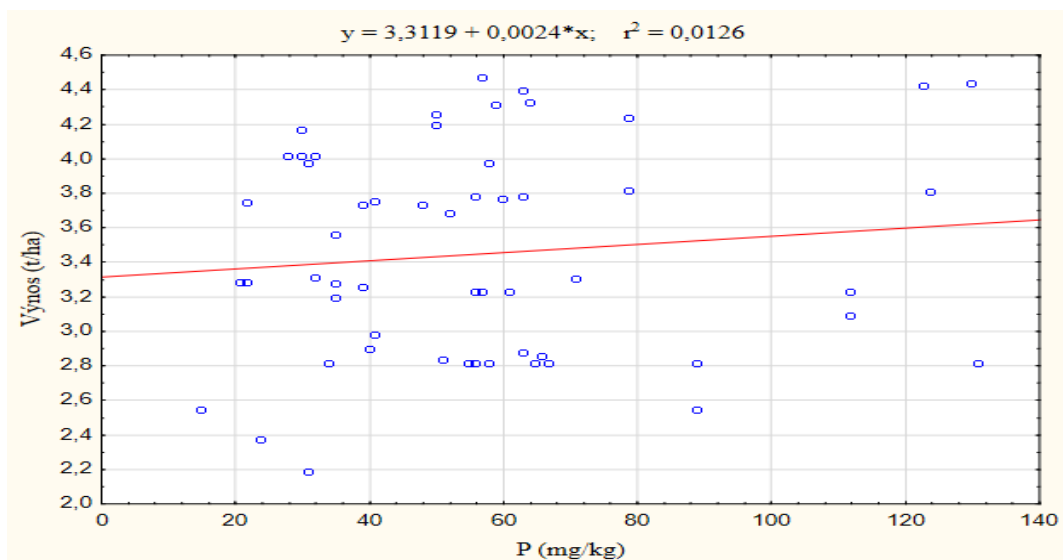
V otázce vlivu půdních vlastností (obsahu živin a pH) je možné konstatovat, že v roce 2017 je vliv pH na výnos opět nízký (5,3 %). V tomto roce při stejné hodnotě pH půdy bylo na jednom honu dosaženo nejnižšího výnosu a na jiném honu druhého nejvyššího výnosu (viz Graf 18).

Graf 18 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2017



Žádný vliv na výnos nemá v roce 2017 ani obsah přijatelného P v půdě. V tomto případě je u pozorovaných honů velký rozptyl výnosů. Nejnižší výnos byl na honu s obsahem přijatelného fosforu 31 mg/kg. Naopak nejvyšší výnos byl zaznamenán na honu s obsahem 57 mg P/kg. Na honech s podobným obsahem P však byl také naměřen výnos okolo 2,8 t/ha. Podobná situace nastává i u dalšího honu, kde byl výnos 2,8 t/ha a zároveň na honu se stejným obsahem P byl zjištěn druhý nejvyšší výnos (viz Graf 19).

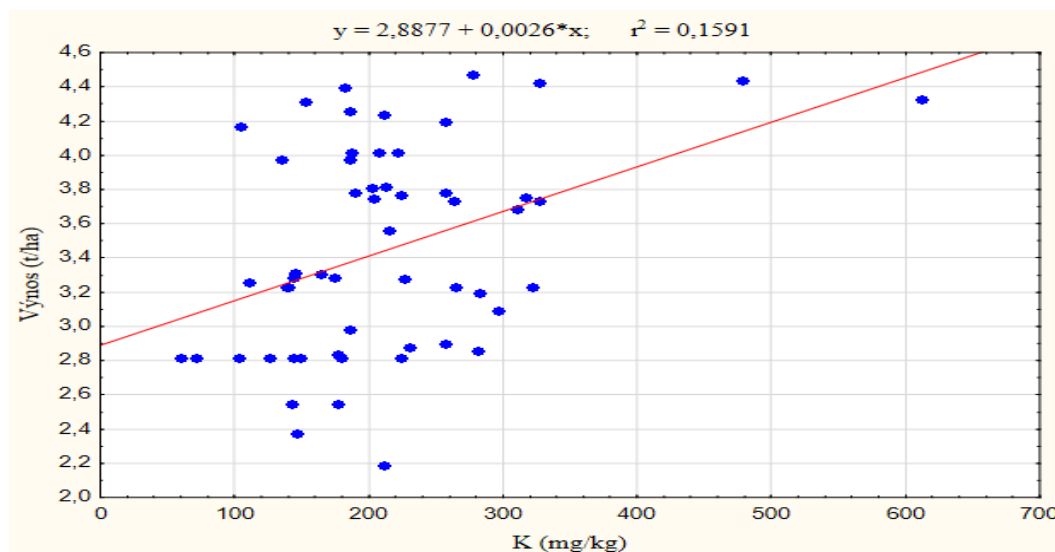
Graf 19 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2017



U vztahu mezi výší výnosu a obsahem přístupného K v půdě nastává v roce 2017 závislost 15,9 %, která je však ze statistického hlediska neprůkazná. V rozmezí obsahu K v půdě 100 až 300 mg/kg se nachází většina sledovaných honů, avšak mezi jednotlivými

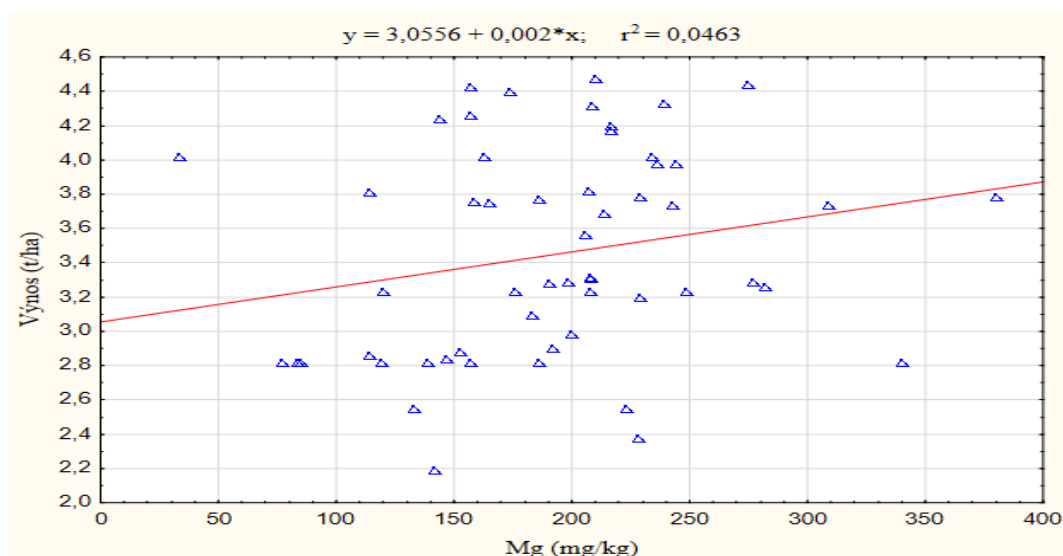
hony dochází v rámci výše výnosů k velkým rozdílům, tedy k vysokému rozptylu hodnot výnosů.

Graf 20 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2017



Hořčík již má v roce 2017 na výnos podstatně nižší vliv než draslík (4,6 %). Příčinou je také velký rozptyl hodnot výnosů ve vztahu k hodnotě obsahu Mg na sledovaných honech. Velká část obhospodařovaných honů obsahuje od 100 do 250 mg Mg/kg.

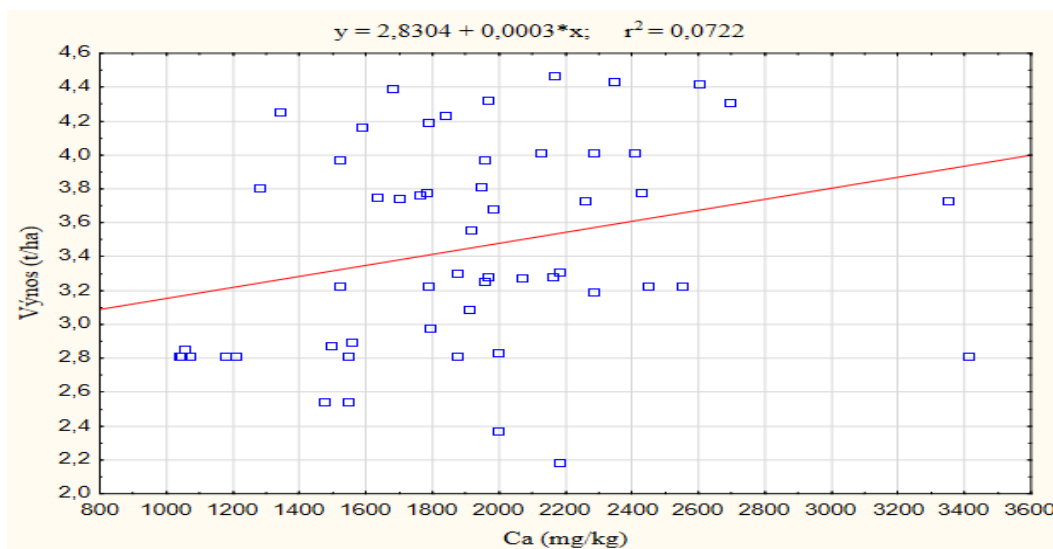
Graf 21 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2017



Obsah přístupného vápníku v půdě v roce 2017 má podobný vliv na výnos jako obsah hořčíku v půdě v témže roce. V Grafu 22 se nacházejí dvě odlehlé hodnoty, kde v půdě hodnocených honů je vysoký obsah přijatelného Ca (okolo 3400 mg/kg), avšak výše výnosu neodpovídá očekávaným hodnotám. V jednom případě je výše výnosu nižší než 3,8 t/ha a ve

druhém případě dokonce pouze cca 2,8 t/ha. Podobný obsah Ca v půdě byl také na honech, kde byl v roce 2017 sklizen nejvyšší i nejnižší výnos.

Graf 22 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2017



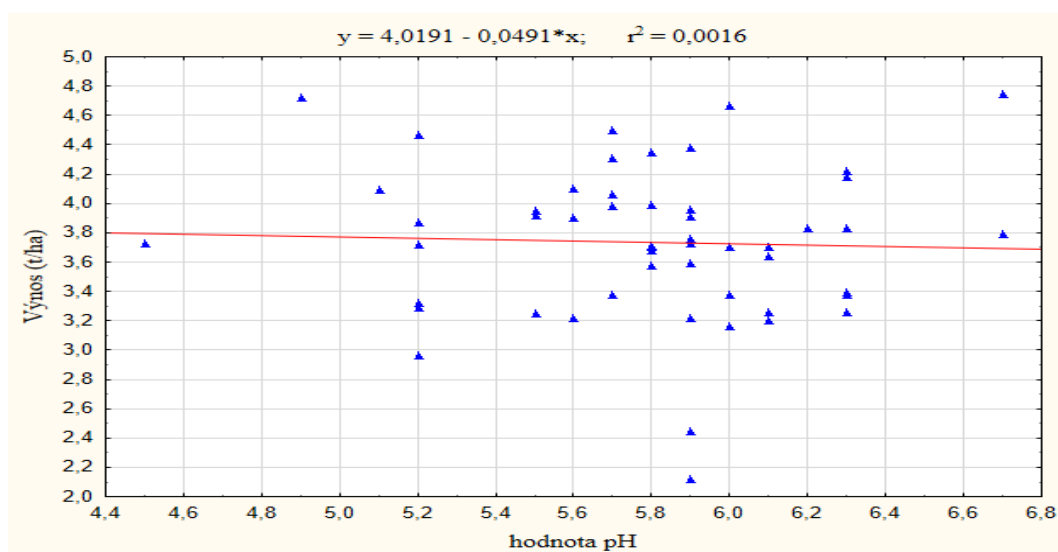
V roce 2017 měl na výši výnosu větší vliv pouze obsah přístupného draslíku v půdě, ale i v tomto případě se jedná o velice nízkou závislost. U pozorovaných proměnných docházelo k velkému rozptylu mezi v hodnotách výnosu na dané úrovni obsažené živiny.

### 5.3.5 Rok 2018

V roce 2018 byla řepka pěstována na 985,49 ha orné půdy obhospodařované společností. Oproti roku 2017 se zvýšil průměrný výnos řepkového semene o 0,2 t/ha, tedy na 3,83 t/ha. Hodnota nejvyššího dosaženého výnosu byla 4,75 t/ha a výnosu vyššího než 4 t/ha bylo dosaženo pouze na 12 honech. Nejnižším výnosem pak bylo 2,12 t/ha. Výnosu pod 3 t/ha bylo dosaženo na 3 honech, ostatní výnosy se pohybovaly mezi 3 až 4 t/ha.

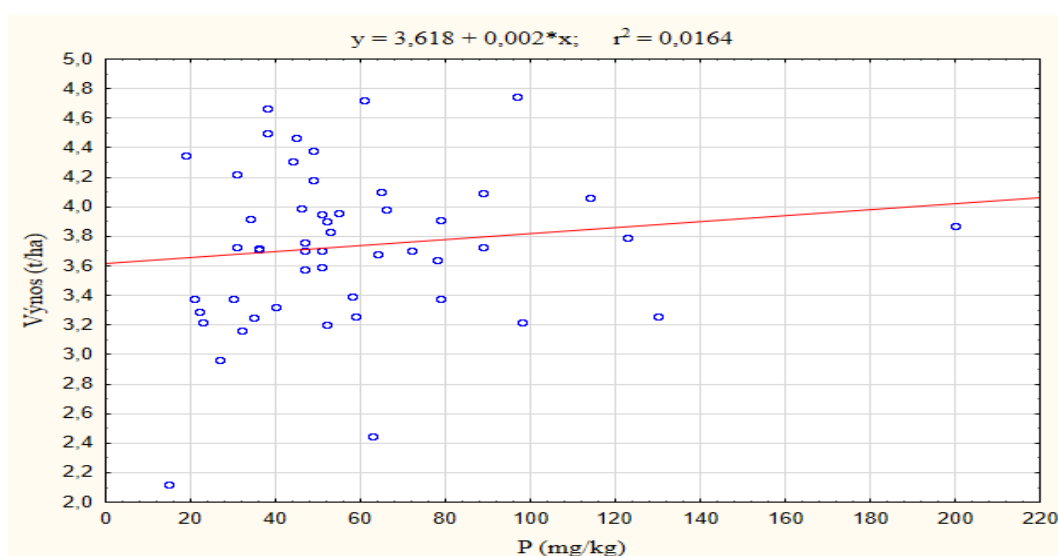
V Grafu 23 je možné vidět, že v roce 2018 má hodnota pH půdy spíše negativní působení na výnos. Dvou nejvyšších výnosů bylo dosaženo v rozdílných hodnotách pH – 6,7 a 4,9. Nejnižšího výnosu pak bylo dosaženo a honu s hodnotou pH 5,9.

Graf 23 - Vztah výnosu semene a hodnoty pH půdy v roce 2018



Dle analýzy působí na výši výnosu pozitivně obsah přístupného fosforu v půdě. Závislost mezi proměnnými však není statisticky průkazná a je ve výši 1,6 %. V rozmezí obsahu 20 až 80 mg P/kg je soustředěna většina sledovaných honů, ale dosahovaná výše výnosů vykazuje vysokou variabilitu. V Grafu 24 je patrných několik odlehlých hodnot. Osamoceným případem je hon s obsahem P 200 mg/kg, na kterém však sklizený výnos nedosahuje ani 4 t/ha. V případě druhého nejnižšího výnosu (2,45 t/ha) je obsah P v půdě cca shodný s obsahem P honu s výnosem 4,72 t/ha.

Graf 24 - Vztah výnosu semene a obsahu P v půdě v roce 2018

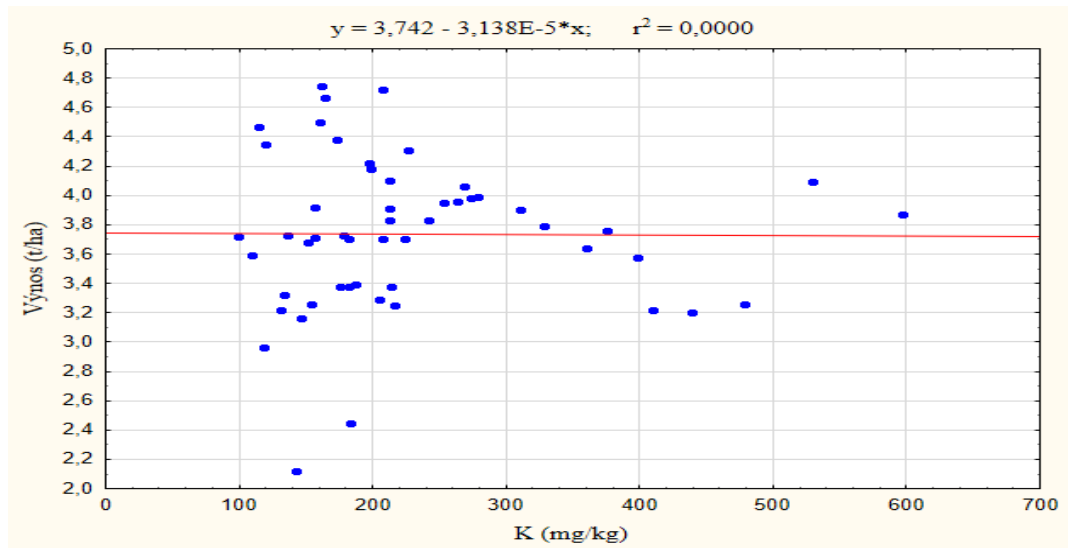


V roce 2018 nebyl na rozdíl od předešlého roku prokázán na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  žádný statisticky významný vztah mezi výnosem a obsahem draslíku v půdě. Výše



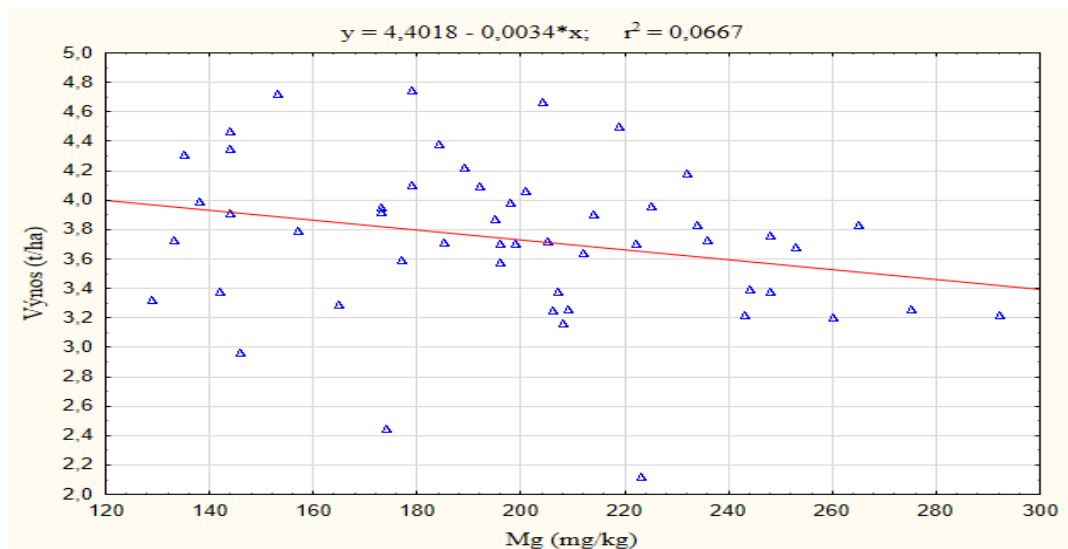
závislosti mezi sledovaným proměnnými byl 0,0 %. Výše výnosů na jednotlivých honech s obsahem přístupného draslíku od 100 do cca 250 mg K/kg vykazovaly vysoký rozptyl.

Graf 25 - Vztah výnosu semene a obsahu K v půdě v roce 2018



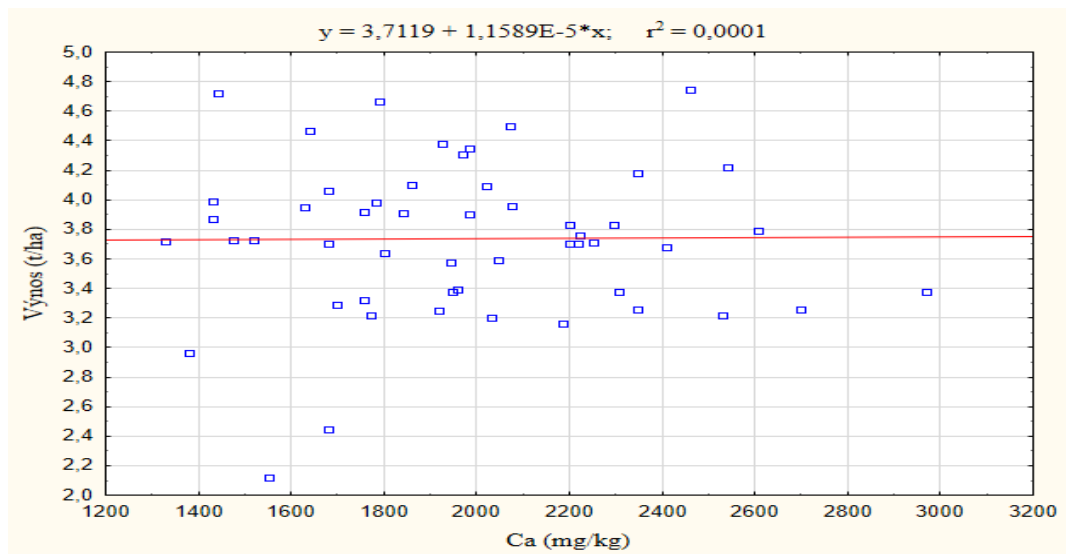
Oproti fosforu a draslíku je závislost mezi výnosem a obsahem hořčíku záporná. Vyšších výnosů je dosahováno na půdách s nižším obsahem přístupného Hořčíku. Nižší výnosy okolo 3,2 t/ha byly pozorovány na honech s obsahem Mg mezi 260 a 300 mg/kg.

Graf 26 - Vztah výnosu semene a obsahu Mg v půdě v roce 2018



Závislost mezi obsahem Ca v půdě a výší výnosu v roce 2018 nebyla podobně jako závislost mezi obsahem draslíku a výší výnosu statisticky prokazatelná. V tomto případě závisel výnos pouze z 0,01 % na obsahu přijatelného vápníku.

Graf 27 - Vztah výnosu semene a obsahu Ca v půdě v roce 2018



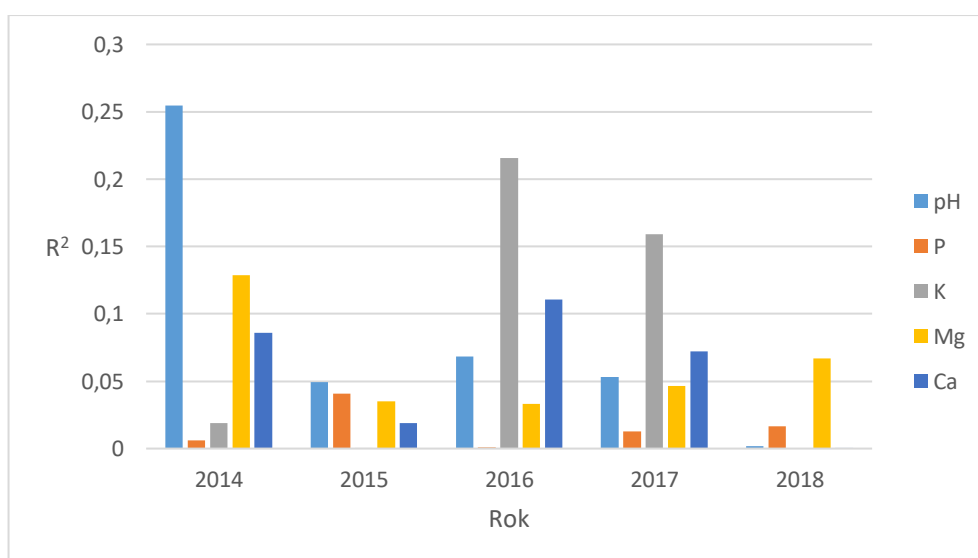
V roce 2018 nebyla u žádné z pozorovaných agrochemických vlastností půd statisticky prokázána závislost. Ve vztahu pH a obsahu hořčíku v půdě byl sledován trend negativního vztahu s výnosem semene řepky. V případě draslíku a vápníku pak v analyzovaném roce 2018 nebyl prokázán vztah mezi obsahem přístupných živin v půdě a výší výnosu.

## 6 Diskuze

### 6.1 Závislost výše výnosů na agrochemických vlastnostech půdy

V průběhu sledovaného období 2014 – 2018 byla výše výnosů v různé míře závislá na jednotlivých agrochemických vlastnostech půd. Z Grafu 28 je patrné, že nejvyšší vztah závislosti byl zjištěn v roce 2014 mezi výnosem a hodnotou pH půdy. I v tomto případě se jedná o slabou závislost mezi sledovanými proměnnými a v ostatních letech je závislost nižší. Řepka také disponuje vysokou osvojovací schopností pro živiny ve zhoršených půdních podmínkách (Baranyk e al. 2007). Rostlina řepky potřebuje dostatečný přísun P již během raného růstu, a je tedy velice citlivá na jeho nedostatek. V průběhu vegetace se však rostliny řepky dokáží dostupnosti fosforu z půdního roztoku. Adaptace na nedostatek fosforu zahrnuje modifikaci vývoje kořenů a metabolismu. Kořeny jsou do půdy uvolňovány organické kyseliny (k. jablečná a citrónová) a fenoly (Qina et al. 2011). Řepka pomocí svých kořenových exudátů je schopna v rhizosféře měnit hodnotu pH o  $\pm$  jednotku pH (Černý et al. 2018b). Osvojovací schopnost řepky tedy může být příčinou zjištěné nízké závislosti výše výnosu na obsahu přístupného P v půdě. Na výši výnosu řepky pozitivně působí také dostatečný obsah vápníku v půdě (Černý et al. 2018b), avšak toto tvrzení není v rámci provedeného šetření na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  statisticky průkazné, jelikož v průběhu sledovaného období byla zjištěna nejvýš 11,07% závislost mezi výši výnosů a obsahem Ca v půdě. V průběhu sledovaného období byla každoročně pozorována nízká závislost mezi výnosem a obsahem přístupného fosforu v půdě.

Graf 28 - Hodnoty koeficientů determinace závislosti výnosů na agrochemických vlastnostech půd v jednotlivých letech

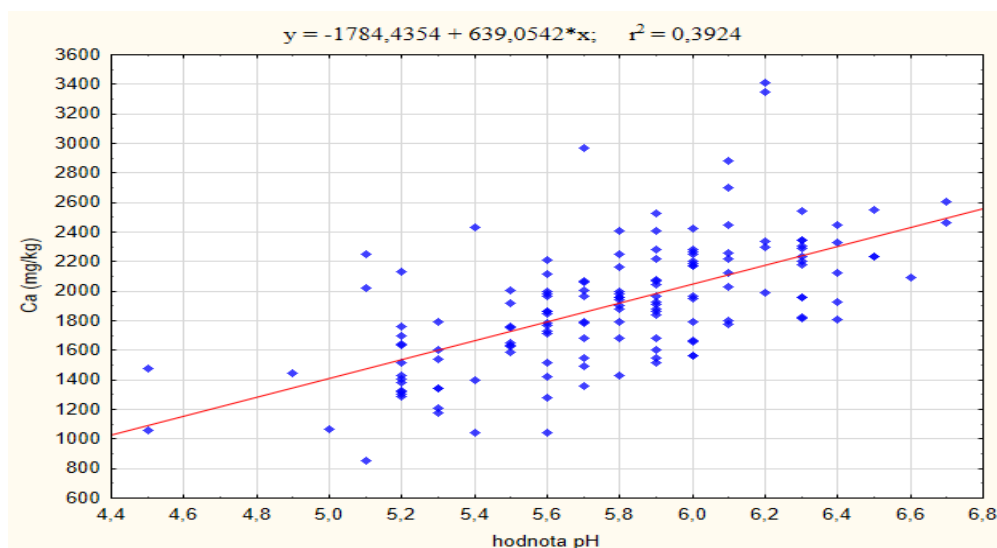


U draslíku je známo, že zlepšuje odolnost proti škůdcům, chorobám a stresu způsobeného prostředím (teplotou, transpirací, větrem, vlhkostí). Široké je také jeho působení na fyziologické pochody, jako jsou aktivace velkého množství enzymů, kontrola metabolismu cukrů a další (Orlovius n.d.). To může být důvodem pozorované nízké závislosti ve většině sledovaných let.

### 6.1.1 Vztah hodnoty pH půdy a obsahu přístupného Ca v půdě

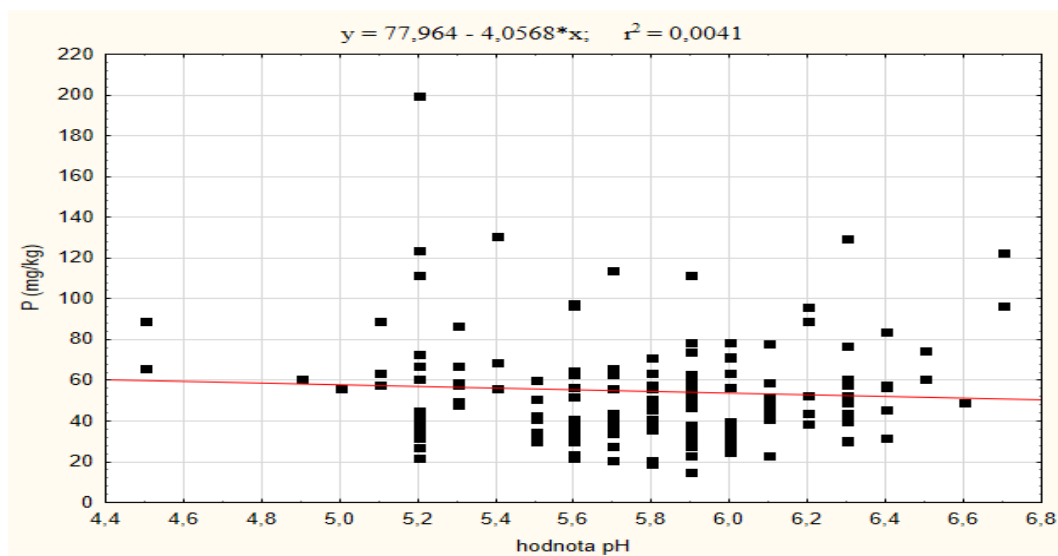
Ve vztahu obsahu přístupného vápníku v půdě a hodnoty pH půdy byla zjištěna 39,24% závislost proměnných u pozorovaných honů. Při vyšší hodnotě pH půdy je tedy vyšší obsah přístupného Ca v půdě (viz Graf 29). Vyšší hodnoty pH tedy pozitivně ovlivňují obsah vápníku v půdě a také další živiny jako K a Mg, kdy je vykazován podobný trend.

Graf 29 - Vztah přístupného Ca v půdě a hodnotou pH půdy



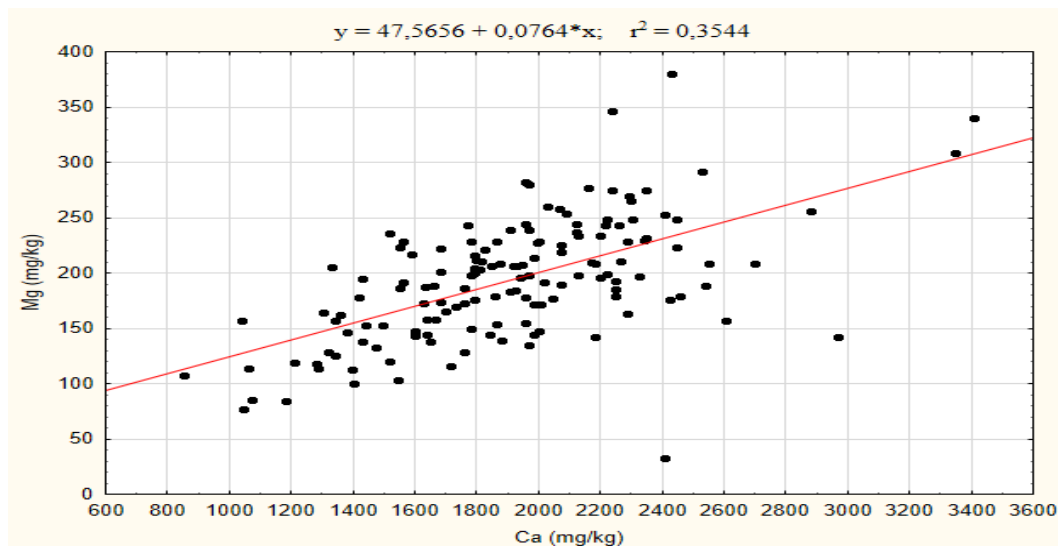
Opačný trend je pozorován u obsahu přístupného fosforu v půdě, kde na Grafu 30 je vidět, že se vzrůstající hodnotou pH jeho přístupnost klesá. V grafu však nejsou zachyceny nízké hodnoty pH, kdy se P stává opět nepřístupný rostlinám. V těchto podmínkách vznikají nerozpustné sloučeniny fosforu a železa nebo hliníku (Vaněk et al. 2012).

Graf 30 - Vztah obsahu P v půdě a hodnoty pH půdy



Vzájemné působení proměnných se nevyskytuje pouze mezi půdní reakcí a obsahem živin, ale také mezi jednotlivými živinami. V případě sledovaných honů byla prokázána 35,44% závislost mezi obsahem vápníku a hořčíku v půdě (viz Graf 31). Tedy se vzrůstajícím obsahem vápníku vzrůstá i obsah hořčíku v půdě. Jejich vzájemný poměr ve sledované oblasti je cca 10 : 1 (Ca : Mg). Černý et al. (2018 b) uvádějí, že v závislosti na obsahu dalších kationtů ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ), je optimální Ca : Mg 5 – 7 : 1.

Graf 31 - Vztah obsahu Ca a Mg v půdě



Szczepaniak et al. (2015) uvádí, že hořčík v rostlinách ovlivňuje hospodaření s dusíkem a jeho nedostatek v průběhu kvetení snižuje počet semen v šesulích. Avšak z provedené analýzy je patrné, že závislost výnosu na obsahu Mg v půdě je s ohledem na ročník velice proměnlivé.

## **6.2 Vliv lokace honů na výnos**

Nezanedbatelný vliv na výnos má také umístění honu s ozimou řepkou. V rámci jednotlivých let bylo pozorováno, že nižší výnos vykazovaly hony s výměrou okolo 10 ha a méně v oblasti s lečí, rychleji vysychající půdou v kopcovitém terénu. Na těchto honech jsou každoročně zaznamenávány nižší výnosy u všech pěstovaných plodin. V případě honů s vyšší výměrou a nízkými výnosy se z pravidla jedná o pole z velké části obklopená lesem. Zde dochází vlivem zastínění, konkurence stromů a spásáním zvěří k velkým ztrátám na výnosech. K podobným ztrátám dochází také v oblastech s vyšším výskytem zvěře, které však nejsou zcela nebo z větší části obklopeny lesem.

## 7 Závěry

1. Statistickou analýzou regrese a korelace bylo hodnoceno celkem 2 886 ha během pětiletého období. Mezi lety 2014 až 2015 byla řepka pěstována na 147 honech. Tedy v rámci pokusu bylo pracováno s velkým souborem dat.
2. V průběhu sledovaného období, s ohledem na vliv ročníku, byly stanoveny rozdílné průměrné výnosy v jednotlivých letech. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo v roce 2014 – 4,32 t/ha. V následujících letech byl výnos 4,27; 3,55; 3,60 a 3,83 t/ha. Ve sledovaných letech docházelo k velkému rozptylu výše výnosů na jednotlivých honech. Nejnižších výnosů pod 2 t/ha bylo dosaženo v letech 2015 (1,99 t/ha) a 2016 (1,77 a 1,82 t/ha). Naopak nejvyšších výnosů bylo dosahováno v letech 2014 a 2015, kdy byly zaznamenány výnosy nad 5 t/ha.
3. Závislost mezi výnosy řepky ozimé a agrochemickými vlastnostmi půd je v průběhu let značně rozdílná. Z hlediska hodnot koeficientů determinace u jednotlivých živin a hodnot pH půdy ve sledovaných letech lze konstatovat, že nebyla prokázána statistická závislost sledovaných proměnných.
4. Nejvyšší závislost byla zjištěna v roce 2014 mezi výnosem semene a hodnotou pH půdy. Zde je koeficient determinace  $R^2 = 0,2548$ . V dalších letech již byla hodnota regresního koeficientu nižší, ale vývoj trendu byl shodný.
5. Nejnižší koeficient determinace byl nalezen v roce 2018 u vztahu mezi výší výnosu a obsahem přijatelného draslíku v půdě. V tomto případě  $R^2 = 0,0000$ , tedy nebyla prokázána žádná závislost mezi sledovanými proměnnými.
6. Pomocí regresní a korelační analýzy nebyla prokázána závislost mezi hodnotou pH půdy a obsahem přístupného fosforu v půdě. Ve vztazích mezi pH a obsahem Ca a Mg byl sledován pozitivní trend závislosti. V pozorovaném období nebyla prokázána závislost mezi výší výnosů a hodnotou pH půdy.
7. Statisticky nebyla prokázána závislost mezi výší výnosů ozimé řepky a obsahem přístupného fosforu v půdě. V případě závislosti výnosů na obsahu draslíku v půdě byla sledována pozitivní tendence vztahu mezi proměnnými ve sledovaných letech.

## 8 Citovaná literatura

- Alpmann, L. 2009. Řepka olejka - botanický základ. Pages 48-53 in *Řepka - plodina s budoucností*. BASF spol. s.r.o., Praha.
- Baranyk, P., Fábry, A. et al. 2007. *Řepka : pěstování, využití, ekonomika*. Profi Press, s.r.o., Praha.
- Baranyk, P., Kazda, J. 2005. *Řepka olejka v českém zemědělství - komplexní pěstitelská technologie*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, Praha.
- Baranyk, P. et al. 2010. *Olejniny*. Profi Press s. r. o., Praha.
- Bečka, D., Vašák, J., Zakolová, H., Mikšík, V. 2007. *Řepka ozimá - Pěstitelský rádce*. Kurent, s.r.o., Praha.
- Bečka, D., Šimka, J., Cihlář, P., Prokinová, E., Mikšík, V., Vašák, J., Zukalová, H. 2013. *Řepka ozimá - inovace pěstitelské technologie*. Katedra rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze., Praha.
- Bothe, H. 2009. *Osevní postup s ozimou řepkou olejkou*. Pages 74-81 in *Řepka - plodina s budoucností*. BASF spol. s.r.o., Praha.
- Brant, V., Zábranský, P., Škeíková, M., Kroulík, M. 2017. *Zonální aplikace hnojiv při seti ozimé řepky*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zonalni-aplikace-hnojiv-pri-seti-ozime-repky> (accessed Březen 2019).
- Čermák, P. 2012. *Stanovení optimálních dávek hnojení podle aktuální zásoby živin v půdě*. Pages 135-142 in *Sborník Hluk 2012*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, Praha.
- Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Kovařík, J., Sedlář, O. 2015. *Význam bóru (B) ve výživě ozimé řepky*. Pages 122-129 in *Sborník Hluk 2015*. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, Praha.
- Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Sedlář, O. 2018. *Hnojení ozimé řepky na podzim*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim> (accessed Březen 2019).



- Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Sedlář, O., 2018b. *Význam vápníku a pH půdy pro pěstování (nejen) ozimé řepky*. Pages 102-110 in Sborník Hluk 2018. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Černý, J., Javor, T., Kulhánek, M., Sedlář, O., Balík, J. 2017. *Specifika hnojení sírou u ozimé řepky*. Pages 91-97 in Sborník Hluk 2017. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Černý, J. et al. 2019. *Příjem a využití dusíku ozimou řepkou na jaře a možnosti hnojení*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/prijem-a-vyuziti-dusiku-ozimou-repkou-na-jare-a-moznosti-hnojeni> (accessed Březen 2019).
- Černý, J., Peklová, L., Kulhánek, M., Kovařík, J., Balík, J. 2015. *Bilance draslíku při pěstování ozimé řepky*. *Úroda*, **3**: 55-60.
- Černý, J., Shejbalová, Š., Kulhánek, M. & Vašák, F., 2013. *Využití živin ze statkových hnojiv*. *Zemědělec*, **38**: 10-13.
- Diepenbrock, W. 2000. *Yield analysis of winter oilseed rape (Brassica napus L.)*. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429000000824#!> (accessed Březen 2019).
- Dostál, J., Lošák, T., Hlušek, J. 2014. *Výživa a hnojení ozimé řepky bórem*. *Úroda*, **6**: 68-71.
- Holec, J., Janda, B. 2017. *Zařazování řepky do osevních sledů ve vybrané části středních Čech*. Pages 107-111 in Sborník Hluk 2017. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Hřivna, L., Malý, J. 2012. *Dynamika růstu a příjem živin rostlinami ozimé řepky ve vegetačním roce 2012*. pages 143-148 in Sborník Hluk 2012. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Javadi, A. Komari, S., Sofalian, O. 2015. *Seed vigor and boron and calcium nutrition influence oilseed rape germinability and seedling growth under salt stress*. Available from <https://www.tandfonline-com.infozdroje.czu.cz/doi/full/10.1080/01904167.2015.1093138> (accessed Duben 2019).
- Jing, L., Navi, S. S., Yang, X. 2014. *Effects of colonisation by different strains of Coniothyrium minitans on the viability of sclerotia of Sclerotinia sclerotiorum*. Available from <https://www.tandfonline-com.infozdroje.czu.cz/doi/full/10.1080/09583157.2014.989386?scroll=top&needAccess=true> (accessed Březen 2019).

Kalčík, J. 2000. Dynamika půdních fosforečnanů a efektivní hnojení půdy fosforem. *Úroda*, **12**: 32-33.

Kristaponyte, I. 2005. *Effect of fertilisation systems on the balance of plant nutrients and soil agrochemical properties*. Available from [https://www.researchgate.net/publication/237759168\\_Effect\\_of\\_fertilisation\\_systems\\_on\\_the\\_balance\\_of\\_plant\\_nutrients\\_and\\_soil\\_agrochemical\\_properties](https://www.researchgate.net/publication/237759168_Effect_of_fertilisation_systems_on_the_balance_of_plant_nutrients_and_soil_agrochemical_properties) (accessed Duben 2019).

Kroulík, M., Bran, V., Krček, V., Zábranský, P., Škeříková, M. 2015. *Monitoring a analýza vstupů jako základ precizního setí řepky*. Pages 122-129 in Sborník Hluk 2015. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.

Kulhánek, M., Černý, J., Madaras, M., Vašák, F., Balík, J. 2014. Draslík - podceňovaný prvek ve výživě rostlin. *Úroda*, **3**: 64-66.

Kurpjuweit, H., 2009. *Hnojení* Pages 97-107 in Řepka - plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.

Liang, Y., Shen, Z. 2008. *Interaction of silicon and boron in oilseed rape plants*. Available from <https://www-tandfonline-com.infozdroje.czu.cz/doi/abs/10.1080/01904169409364736> (accessed Duben 2019).

Macháček, V., Kunzová, E. 2019. *Vliv statkových hnojiv na bilanci fosforu v dlouhodobých pokusech*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vliv-statkovych-hnojiv-na-bilanci-fosforu-v-dlouhodobych-pokusech> (accessed Duben 2019).

Orlovius, K., nedatováno. *Fertilizing for High Yield and Quality*, Basilej: International Potash Institute.

Qina, L., Zhang, C. L., Zhang, B. 2011. *Differential Gene Expression in Leaves and Roots*, místo neznámé: Russian Journal of Plant Physiology.

Růžek, P., Kusá, H. 2013. Hnojení ozimé řepky před setím a během podzimního růstu. *Úroda*, **6**: 37-40.

Růžek, P., Kusá, H., Vavera, R. 2016. *Efektivnost hnojení řepky dusíkem v ročníku 2015-16*. Pages 185-191 in Sborník Hluk 2016. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.

- Schäfer, B., Stemann, G. 2009. *Příprava půdy*. Pages 82-91 in Řepka - plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.
- Su, W., Liu, B., Liu, X. et al. 2015. *Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (Brassica napus L.)*. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030114001051> (accessed Duben 2019).
- Szczepaniak, W., Grzebisz, W. Ł. R., Przygocka-Cyna, K., Nawrot, K. 2015. *A mineral profile of winter oilseed*, místo neznámé: Journal of Elementology.
- Šařec, P., Šařec, O., Bednář, V. 2012. *Technologické a ekologické parametry pěstování řepky ozimé ve vybraných podnicích v hospodářském roce 2011/2012 a souhrnné jedenáctileté výsledky*. Pages 117-129 in Sborník Hluk 2012. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Vaněk, V. et al. 1998. *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny*. FARMÁŘ - ZEMĚDĚLSKÉ LISTY, Praha.
- Vaněk, V. et al. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Vaněk, V. et al. 2012. *Výživa zahradních rostlin*. ACADEMIA, Praha.
- Vaněk, V. et al. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Weymann, W., Böttcher, U., Sieling, K., Kage, H. 2015. *Effects of weather conditions during different growth phases on yieldformation of winter oilseed rape*. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429015000052> (accessed Březen 2019).
- Zhang, Z.-h., Song, H.-x., Liu, Q. et al. 2014. *Distribution Characters of Absorption Nitrogen in Oilseed Rape (Brassica Napus L.) at Different Growth Stages*. Available from <https://www-tandfonline-com.infozdroje.czu.cz/doi/full/10.1080/01904167.2014.888747> (accessed Duben 2019).