

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Vliv hnojení na produkci pšenice špaldy a ovsa setého**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Jiří Král**

**Obor studia: Fytotechnika – Výživa a ochrana rostlin**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv hnojení na produkci pšenice špaldy a ovsa setého" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2017

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc., pod jehož vedením byla tato práce vypracována, za jeho trpělivost, vstřícnost, a hlavně za výpomoc při zpracovávání a vyhodnocování výsledků a celé práce.

Dále bych chtěl velmi poděkovat Ing. Radku Vaverovi, Ph. D., který mi velmi pomohl při zpracovávání praktické části a Ing. Dagmar Janovské, Ph.D., koordinátorce celého projektu, která mi nabídla příležitost napsat diplomovou práci o dané problematice. Všem zmíněným a celému týmu odboru Genové banky děkuji za výpomoc a nádherné pracovní prostředí, ve kterém jsem mohl pracovat.

# Vliv hnojení na produkci pšenice špaldy a ovsa setého

## Souhrn

Díky rozšiřujícímu se ekologickému zemědělství a zvýšení poptávky po zdravých potravinách se postupně na trh navrací plodiny, které byly kdysi hojně pěstovány a nyní se díky svému maloobjemovému pěstování označují jako minoritní. Mezi tyto minoritní plodiny patří také obilniny žito, pšenice špalda, oves setý apod. Vzhledem k tomu, že se veškerý zájem a snahy o zlepšení agronomických činností soustředil na majoritní obilniny, nedošlo k žádnému zlepšení praktik managementu produkce minoritních obilnin, které by pomohly dosáhnout novým odrůdám jejich výnosového potenciálu. Studie zaměřené na majoritní obilniny potvrdily také, že hnojení dusíkem může přispět ke zhoršení kvality zrna nebo může zvýšit náchylnost k hlavním chorobám napadající obilniny. Ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze byl založen evropský projekt ve spolupráci s Velkou Británií a Estonskem, který se zaměřil na různé varianty organického a minerálního hnojení porostů žita setého, ovsa setého a pšenice špaldy a na vliv hnojení na kvalitu zrna a náchylnost k hlavním chorobám.

Diplomová práce se zabývá pokusem založený v České republice. Pro pšenici špaldu a oves setý byly použity čtyři různé odrůdy a v případě ovsa i jedna odrůda nahého ovsa. Pokus probíhal na pokusném pozemku ústavu. Na každou odrůdu byly ve čtyřech opakování aplikována hnojiva kejda, hnůj, digestát a minerální hnojivo ledek amonný s vápencem. Všechna hnojiva byla aplikována ve dvou dávkách dusíku, 50 kg N.ha<sup>-1</sup> a 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Jako kontrola byla použita varianta hnojená na 0 kg N.ha<sup>-1</sup>. Z každé varianty byly odebrány snopky pro posklizňový rozbor. Byly stanoveny celkové výnosy hlavního produktu a výnosotvorné prvky. Z výsledků bylo zjištěno, že nejvyšších výnosů u pšenice špaldy dosáhla varianta hnojená kejdou a LAV v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. U ovsa setého se nejvyšších výnosů dosáhlo u varianty hnojené hnojem a kejdou opět v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Na celý pokus měl velký vliv ročník a výběr odrůd, což bylo také statisticky dokázáno. Výnosy u pšenice špaldy byly v roce 2015 ovlivněny epidemií rzi plevové. Dusíkaté hnojení však nijak neovlivnilo náchylnost k hlavním chorobám obilnin.

Součástí práce je literární přehled podávající obecné informace o hnojení obilnin a o technologii pěstování sledovaných minoritních obilnin pšenice špaldy a ovsa setého. Na závěr jsou shrnuty veškeré poznatky této práce a doporučení, která mohou pomoci vylepšit pěstování minoritních obilnin.

**Klíčová slova:** pšenice špalda, oves setý, výživa, hnojení, pěstební systémy

# **Influence of fertilization on production of *Triticum spelta* and *Avena sativa***

## **Summary**

Thanks to expanding ecological agriculture and increasing demand for healthy foods, the crops that were once widely grown and now, thanks to its growing small volume described as minor, are gradually returning to the market. These minor crops also include cereal rye, spelt, oats etc. Due to the fact that all interest and efforts to improve the agronomic activities are centered on major cereals, there has been no improvement in management of production practices of minor cereals that would help achieve new varieties their income potential. Studies focused on major cereals also confirmed that nitrogen fertilization can contribute to the deterioration of the grains or may increase susceptibility to major diseases attacking cereals. In the Crop Research Institute in Prague European project was founded in collaboration with Great Britain and Estonia, which focused on variations of organic and mineral fertilization of crops of rye, oat and spelt, and the impact of fertilization on grain quality and susceptibility to major diseases.

An experiment was conducted for this thesis and was based in the Czech Republic. For spelt and oats were used in four different varieties, and in the case of oats and one naked variety of oats. The experiment took place at the experimental field of the Institute. Fertilizers cattle slurry, manure, digestate and mineral fertilizer ammonium nitrate with lime in were applied at each variety in four repetitions. All fertilizers were applied at two doses of nitrogen, 50 kg N.ha<sup>-1</sup> and 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Fertilization 0 kg N.ha<sup>-1</sup> was used as a control variant. For each variant bundles were collected for postharvest analysis. Total yield and revenue of main product features were determined. Results show that the highest yields in spelt reached variants fertilized with cattle slurry and LAV in a dose of 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. For oats highest yields are obtained from variety fertilized with manure and the cattle slurry again in a dose of 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Vintage and selection of varieties had big impact on the whole experiment, which was also statistically proven. Yields in wheat, spelt were in 2015 affected by epidemics of yellow rust. Nitrogenous fertilizers, however, do not affect susceptibility to major diseases of cereals.

The thesis includes a review of literature submitting general information about fertilization of cereals and the cultivating technology of monitored minority cereals spelt wheat and oats. In conclusion all findings of this study and recommendations that can help improve grain growing minority are summarized.

**Keywords:** *Triticum spelta*, *Avena sativa*, nutrition, fertilizing, silvicultural systems

# 1 Obsah

2 Úvod .....	1
3 Cíl práce.....	3
4 Literární rešerše.....	4
<b>4.1 Výživa a hnojení obilnin .....</b>	<b>4</b>
4.1.1 Nejdůležitější živiny pro zdravý růst a vývoj plodiny .....	9
<b>4.2 Pšenice špalda (<i>Triticum spelta</i> L.) .....</b>	<b>17</b>
4.2.1 Historie a význam pšenice špaldy .....	17
4.2.2 Popis rostliny .....	19
4.2.3 Technologie pěstování pšenice špaldy.....	20
4.2.4 Výživa a hnojení pšenice špaldy.....	22
<b>4.3 Oves setý (<i>Avena sativa</i> L.) .....</b>	<b>23</b>
4.3.1 Historie a význam ovsa setého.....	23
4.3.2 Popis rostliny .....	25
4.3.3 Technologie pěstování ovsa setého.....	26
4.3.4 Výživa a hnojení ovsa setého.....	28
5 Materiál a metody .....	30
<b>5.1 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. V Ruzyni.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Metodika pokusu .....</b>	<b>31</b>
5.2.1 Odrůdy použité v pokusu .....	33
5.2.2 Charakteristika pozemku .....	35
5.2.3 Agrotechnická opatření.....	37
5.2.4 Meteorologické charakteristiky během celého pokusu.....	38
5.2.5 Posklizňový rozbor vzorků .....	40
6 Výsledky.....	41
7 Diskuse .....	62
8 Závěr .....	66
9 Seznam použité literatury.....	67
10 Přílohy.....	74

## 2 Úvod

S růstem světové populace roste také produkce a spotřeba obilovin. Nejrozšířenější obilovinou na světě je stále kukuřice s podílem 36,4 %, ovšem hned za ní se nachází pšenice, rýže, ječmen, čirok, oves a žito jako poslední již minoritní plodina. Z roku 2016/2017 jsou data, která podávají, že na světovém trhu dosáhla produkce obilovin 2069 milionů tun a spotřeba 2046 milionů tun, přičemž produkce pšenice činila 743 milionů tun a spotřeba 727 milionů tun.

V ČR dosáhla produkce obilovin v sezóně 2016/2017 celkem 7862 tisíc tun a z toho pšenice činila 5528 tisíc tun a spotřeba 3150 tisíc tun. Oves se pohyboval okolo 145 tisíc tun a spotřebě 132 tisíc tun. Oves se ve dvacátých letech minulého století pěstoval na ploše přesahující i 600 tisíc hektarů, dnes mírně překonává hranici 40 tisíc hektarů. Naopak pšenice z 350 tisíc hektarů v roce 1920 narostla v současné době na hodnoty přesahující 800 tisíc hektarů. O tom, zda obilniny spadají mezi minoritní, rozhoduje jejich výměra. Do kategorie minoritních obilnin patří i dříve hojně pěstované žito nebo oves a dále pluchaté pšenice – špalda, jednozrnka a dvouzrnka. Majoritními obilninami zůstávají pšenice, ječmen a kukuřice.

Mnoho plodin, které se tradičně využívaly pro výživu lidí i zvířat, v průběhu času vymizelo i přes jejich nutričně zajímavé složení. Některé z nich se v současné době vrací do povědomí, neboť jsou využívány jako alternativa v ekologickém zemědělství. S rozvojem ekologického zemědělství roste zájem o netradiční, maloobjemové, staré nebo alternativní plodiny. Na pole se tak vrací některé odrůdy pšenice špaldy, na ekologických plochách jde zejména o ozimé formy, kdy v roce 2013 dosáhla její plocha 2246,93 ha. Dále to jsou pšenice dvouzrnka i jednozrnka, ale také například přesívkové formy pšenice seté. Především pšenice špalda je komodita, se kterou se můžeme v současné době setkávat v mnoha pekařských produktech a je poměrně oblíbená pro své dietetické vlastnosti. Přestože jde o plodiny méně výnosné, pěstitele i spotřebitele lákají mnoha pozitivními vlastnostmi, mezi které lze zařadit například vysokou nutriční hodnotu, nenáročnost a zejména schopnost obejít se bez minerálních hnojiv a pesticidů.

V současné době je zaznamenáván zvýšený zájem o produkty ze žita, zejména chléb s větším zastoupením této obilniny, a dá se tedy předpokládat, že i tato plodina bude mít perspektivu. Podobný osud postihl také oves, jež má nenahraditelný význam ve výživě zvířat a v současné době je zřejmý zvýšený zájem v potravinářství.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha-Ruzyně, je koordinátorem projektu „Zdravé minoritní obilniny“, který je široce orientovaný – základem je výběr vhodných mate-

riálů, jejich charakteristika na genetické úrovni, sleduje se rezistence k chorobám, kvalitativní parametry materiálů a potravinářské využití. Především u pšenice špaldy se sleduje odolnost ke rzím a fuzarióze klasu, u ovsa se zase odolnost ke rzím. Některé materiály vykazují v pokusech vyšší míru náchylnosti. To ale ještě neznamená, že nejsou vhodné k pěstování obecně. Při ekologickém způsobu pěstování, dodržování osevních postupů a nižších vstupech živin nebývají projevy napadení, zvláště některými chorobami listů (především padlí), tak výrazné. Osevní postupy působí ochranně také ve vztahu k fuzariózám, mechanismem pasivní rezistence může být výška pšenice a řídký klas. Projekt je zaměřen na sledování a porovnávání různých variant hnojení pšenice špaldy, žita a ovsa setého na celkový výnos, zdravotní stav rostliny a kvalitativní parametry zrna. O průběhu a výsledcích pokusu v ČR pojednává tato diplomová práce.



### 3 Cíl práce

Vyhodnocení a porovnání vlivu organického a minerálního hnojení na porost a produkci pšenice špaldy ozimé formy a ovsa setého.

Hypotézy:

- Minoritní plodiny reagují na výživu stejným způsobem jako majoritní plodiny.
- Úroveň hnojení neovlivní potravinářskou kvalitu sklizeného zrna pšenice špaldy.
- Rozdílné hnojení ovlivní náchylnost pšenice špaldy k hlavním chorobám.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Výživa a hnojení obilnin

Na celém světě není moc prostoru pro zvýšení produkce potravin, tím, že poroste i rozloha orné půdy. Proto se lidstvo soustřeďuje na úsilí o vylepšení specifických znaků odrůd plodin, a hlavně zemědělských postupů. Klíčovým procesem tohoto vylepšování je také zlepšení efektivity využívání zdrojů pro hnojení dusíkem (Cassman et al., 2003). Dusík je jedinečným prvkem, který je součástí všeho živého a v životním prostředí se ho nachází nesčetné množství, ovšem ne ve formách přístupných pro rostliny. V dřívějších dobách nebylo potřeba tolik hnojení dusíkem, neboť dusík se do prostředí dostával ve formě organického hnojení, suchých depozic z atmosféry anebo biologickou fixací dusíku z atmosféry a půdy (Fischer, 2000). K velké intenzifikaci došlo během posledních pět desetiletí, kdy hlavním důvodem je hlavně růst světové populace a je třeba dosahovat dobré produkce. Tomu nasvědčuje také zvýšení výroby syntetických hnojiv, která se na celosvětové úrovni dostala z 11,6 milionů tun na 104 milionů tun v období od roku 1961–2006 (Mulvaney et al., 2009, Hoang a Alauddin 2010).

Rostliny potřebují minerální živiny v různém množství a z různých důvodů. Těmi hlavními důvody je uplatnění jako:

- Významné součásti organických sloučenin – organogenní prvky (C, O, H), které s určitým podílem N a S představují hlavní složky rostlinné biomasy,
- Substrát v biochemických reakcích ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  aj.),
- Součást enzymů a účast v biokatalýze (Mg, Fe, Mn, Zn, Cu),
- Osmotika ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ), která ovlivňuje osmotický tlak a turgor buněk, hospodaření rostliny s vodou, tedy transpiraci, příjem vody a její transport i příjem živin,
- Přenašeči signálů (především Ca, P aj.) (Vaněk a kol., 2016).

Při výživě rostlin se uplatňuje zákon minima, který zní, že růst rostlin je limitován živinou, která je rostlině nejméně přístupná (Vaněk a kol., 2016). Proto se dělají různé agrochemické rozborů půd či laboratorní analýzy rostlin, aby se zjistilo, jakou základní živinou hnojit či, kterou je potřeba dodat (Faměra, 1993).

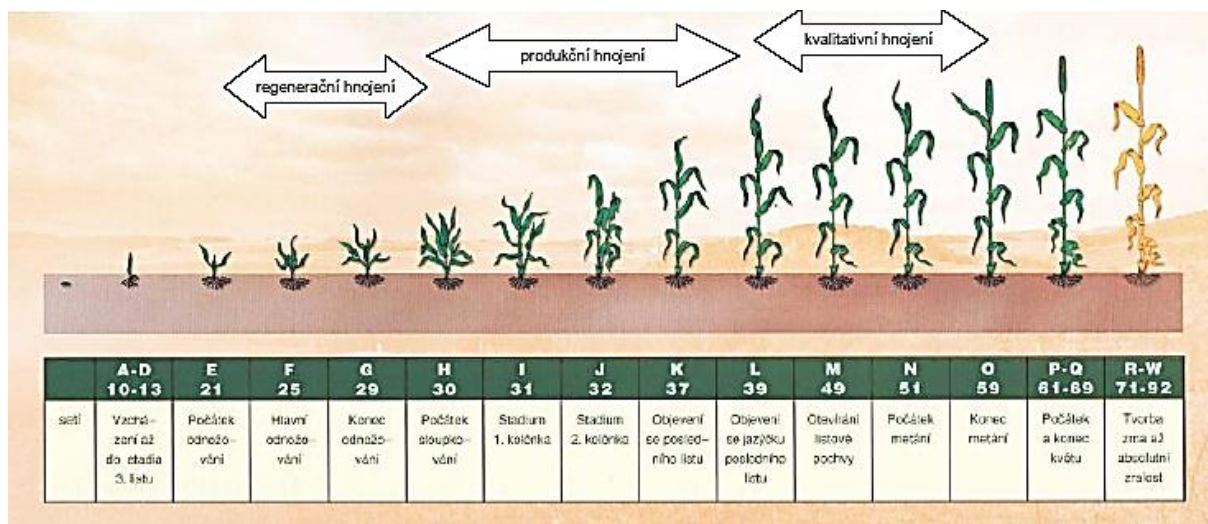
Obilniny se řadí k plodinám se středním odběrem živin, přičemž každý druh má jisté rozdíly ve výživě. Co se týče ozimů, tak záleží hlavně na časnosti setí. Pokud byly zasety

včas, často stíhají odnožovat a podle toho se pak musí upravit regenerační dávka hnojení. Ta má za úkol podpořit neodnožené rostliny. U porostů, co zvládly odnožit na podzim se pak zaměřujeme na produkční přihnojení. Toto např. platí pro ječmeny, které zvládnou vytvořit dostatečnou nadzemní biomasu a kořeny. Ohledně dávky dusíku by měl pěstitel dbát na včasnou aplikaci a aplikaci za dobrého vlhkostního stavu půdy, aby se dusík dostal ke kořenům rostlin a také na dobré prohrátí půdy. Teplota půdy by měla být nad 5 °C, aby mohla probíhat mineralizace dusíku a nitrifikace, což je přeměna amonné formy dusíku na pohyblivější nitrátovou formu dusíku (Černý, 2016).

Nároky jarních obilnin na živiny jsou obdobné jako u ozimých. Dle rozborů půdy se stanoví dávky dusíkatých, fosforečných a draselných hnojiv, která jsou aplikovaná na podzim při základním hnojení jinak na jaře při předset'ové přípravě nebo s výsevem pod patu. Opět se musí brát v potaz živiny uvolněné z organické hmoty a posklizňových zbytků. Hnojením se musí podpořit počáteční rychlost růstu a osvojovací schopnost živin. Každý druh se tímto liší. Ječmen má rychlejší růst, ale osvojování živin je pomalé. Naopak oves má růst pomalejší, ale osvojovací schopnost má výbornou. Je tedy důležité, aby na počátku růstu byl v půdě dobře mobilní dusík, tedy ve formě nitrátové. O podílu a aplikaci samozřejmě rozhoduje stav půdy, také stanoviště a termín setí. Čím později jsou jařiny vysety, tím více nitrátové formy dusíku je třeba dodat. Pokud bude růst a vývoj v pořádku a porost bude dobře odnožen, přihnojují se jařiny také během vegetace, což má pozitivní vliv na vývoj zrna, HTZ a kvalitativní parametry (Černý a kol., 2017).

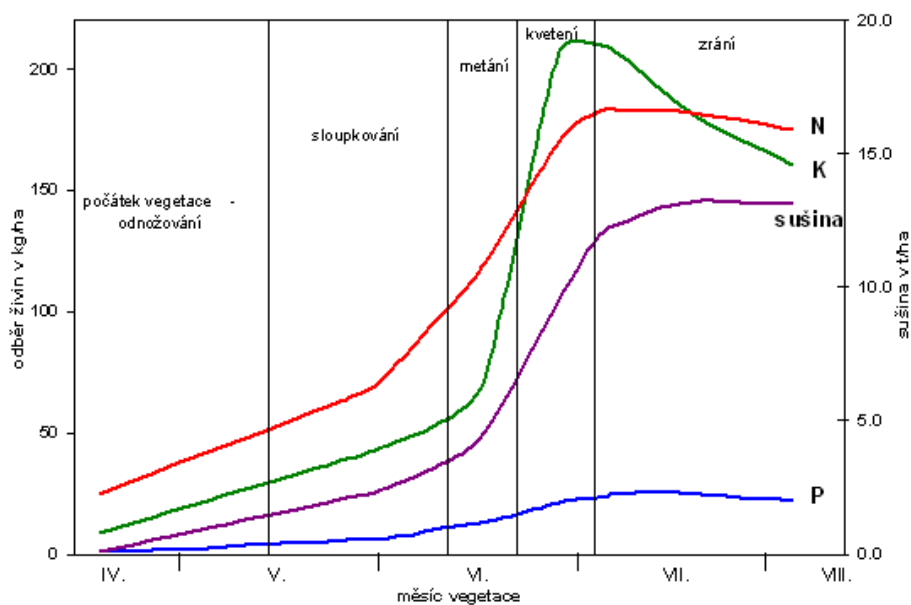
Rostlina začíná svůj ontogenetický vývin v zrně. Při klíčení se v něm tvoří různé enzymy, díky kterým se tvoří ze složitých látek (škroby a disacharidy) látky jednoduché, které se stávají výživou pro zárodek. Od prvního zakořenění rostlinka přechází na výživu z půdy (Fecenko, Ložek, 2000).

Např. pšenice má 2 období, ve kterých se musí dbát na požadavky na dusík. První je při vývoji generativních orgánů, konkrétně ve fázi DC 31, a druhé je při vývoji zrna (Vaněk a kol., 2007).



Obr. č. 1: Fáze hnojení pšenice ozimé (Richter, Hřivna, 2005)

Do začátku sloupkování obilniny přijmou v průměru až 40 % dusíku a příjem roste až do konce kvetení, kdy přijme dalších 30 % dusíku. Pro dobrý výnos a kvalitu je třeba zajistit vedle dalších živin také dostatečný přísun dusíku. Požadavky na dusík z půdy se snižují po odkvětu, kdy se dusík přemísťuje z ostatních částí rostlin do zrna. Na konci vegetace se nachází v zrna až 75 % dusíku (Richter, Ryant, 2002).



Graf č. 1: Dynamika odběru živin ozimou pšenicí a nárůst sušiny (Zimolka a kol., 2005)

Výnosotvorné parametry obilnin jsou:

- HTZ – hmotnost tisíce zrn nebo také semen (HTS),
- Počet zrn v klase nebo latě,
- Počtem klasů nebo lat na jednotku plochy (Richter, Ryant, 2002).

Tyto parametry jsou na sobě závislé a vzájemně se ovlivňují. Mají velký vliv na rozhodující kvalitu a uplatnění obilnin na trhu s komoditami. Proto se koná vše proto, aby byly tyto parametry co nejlepší. Jsou totiž ovlivňovány povětrnostními podmínkami, agrotechnikou a výživou. Každá rostlinná část si odebere určité množství živin. Zrno si odebere hlavně dusík, fosfor, hořčík, síru a sláma draslík a vápník (Richter, Ryant, 2002).

Druh obilniny	Odběr živin výnosem zrna (kg.t <sup>-1</sup> )			
	N	P	K	Mg
<b>Pšenice ozimá</b>	25	5	20	2,4
<b>Pšenice jarní</b>	26	5,2	19,9	2,4
<b>Ječmen ozimý</b>	26	5,7	24	1,8
<b>Ječmen jarní</b>	24	5,2	19,9	1,8
<b>Oves</b>	26	6,1	24,1	2,4
<b>Kukuřice</b>	27	5,2	23,2	4,8
<b>Žito ozimé</b>	24	6,1	21,6	2,4

Tab. č. 1: Průměrná spotřeba čistých živin na výnos hlavního produktu (Richter, Ryant, 2002)

Uvolnění a přístupnost živin závisí na mnoha faktorech. Nejdůležitějšími jsou půdní podmínky, mezi které patří hlavně půdní reakce, biologická aktivita půd a sorpční kapacita půd. Dalšími faktory jsou např. nadměrné množství vody, které způsobuje vyplavování živin z půdního profilu nebo naopak nedostatek vláhy, kdy může být zhoršená mobilita některých živin, průběh počasí a v neposlední řadě to může být také agrotechnika jako např. příprava půdy, hloubka orby, zapravení a aplikace hnojiv (Vaněk a kol., 2016).

Pro hnojení obilnin se používají jak organická, tak minerální hnojiva. Z organických hnojiv je to nejčastěji chlévský hnůj, kejda, sláma, močůvka, zelené hnojení a přidání kompostu, který je nejpoužívanější hlavně v ekologickém zemědělství (Vaněk a kol., 2012).

Nově se využívá také aplikace digestátu, který je považován spíše za organominerální hnojivo, ale nakládá se s ním jako s organickým hnojivem. Jedná se o fermentační zbytek po anaerobní digestaci vstupních materiálů při výrobě bioplynu v bioplynové stanici (BPS). Některé podniky digestát dále mechanicky separují a získávají tak pevnou část tzv. separát a kapalnou část tzv. fugát. Všechny tyto formy můžeme využít jako organické hnojení. Digestát a

fugát obsahují rychle uvolnitelný amonný dusík a separát naopak pomalu uvolnitelný dusík (Pančíková, 2016).

	<b>N (%)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (%)</b>
<b>Digestát</b>	0,4 - 0,7	0,15 - 0,25	0,3 - 0,5
<b>Separát</b>	0,6 - 1,0	0,3 - 0,5	0,4 - 0,7
<b>Fugát</b>	0,1 - 0,3	0,05 - 0,10	0,1 - 0,2

Tab. č. 2: Základní živiny ve všech třech frakcích BPS (Pančíková, 2016)

Organická hnojiva se používají hlavně při základním hnojení a je nutno, aby byla zapravena do půdy zavčas, aby nedošlo ke ztrátám dusíku. Živiny jsou pak uvolňovány postupně, přičemž rychlost závisí na fyzikálních a biologických vlastnostech půdy. Pomalu uvolnitelný dusík je z hnoje, který obsahuje také těžce rozložitelnou organickou hmotu. Rychle uvolnitelný dusík je např. z kejdy, močůvky, protože obsahují větší podíl amonné formy dusíku, kde pak hrozí, zvláště při aplikaci na povrch a za suchého a větrného počasí, velké ztráty NH<sub>3</sub>. Kejda obvykle přispívá k dobré mikrobiální aktivitě půdy a obsahuje dobře rozložitelnou organickou hmotu. Kromě ní rozkládá i primární organickou hmotu (Vaněk a kol., 2016).

	<b>Obsah v čerstvém stavu (%)</b>		
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>Hovězí hnůj</b>	0,48	0,11	0,52
<b>Koňský hnůj</b>	0,65	0,13	0,52
<b>Ovčí hnůj</b>	0,85	0,14	0,66
<b>Kejda skotu</b>	0,32	0,07	0,40
<b>Kejda prasat</b>	0,50	0,13	0,19
<b>Kejda drůbeže</b>	0,96	0,28	0,32

Tab. č. 3: Průměrný obsah živin v hnoji a kejdě hospodářských zvířat (Vaněk a kol., 2012)

Minerální hnojiva se dělí podle nejvíce zastoupené živiny. Z dusíkatých hnojiv je to hlavně močovina, která obsahuje nejvíce dusíku (46 %), dále ledky, sírany a kapalné formy např. DAM 390. Fosforečná hnojiva jsou zastoupeny hlavně mletými fosfáty, draselná hnojiva především draselnými solemi, vápenatá mletými vápenci a hořečnatá hnojiva solemi na bázi síranů a uhličitanů. Jsou využívány také hnojiva kombinovaná, obsahující více hlavních živin např. NPK, NP, Amofos apod. (Vaněk a kol., 2016).

Při hnojení má zemědělec povinnost dodržet mnoho předpisů a směrnic dané legislativou. Z nich je nejdůležitější je nitrátová směrnice, předpis Evropské unie (91/676/EHS) pro

ochranu vod znečištěním dusičnany z použitých hnojiv v zemědělství. Týká se to hlavně zra-  
nitelných oblastí či svažitých, kde hrozí kontaminace spodních vod nebo povrchových vod  
např. vodní erozí. Dále je zemědělec v rámci nitrátové směrnice dodržovat ochranná pásma  
kolem vodních toků, období zákazu hnojení dusíkatými hnojivy nebo dodržovat maximální  
dávkou dusíku dodanou organickými hnojivy a to max 170 kg N.ha<sup>-1</sup> (MZe, 2017).

Tab. č. 4: Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na orné půdě a trvalých trav-  
ních porostech (MZe, 2017)

<b>Klimatický region</b>	<b>Minerální dusíkatá hnojiva</b>	<b>Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem</b>	<b>Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem ***</b>
0 – 5	1.11. – 15.2. (1.11. - 31. 1. **)	15.11. – 15.2. (15.11. – 31. 1. **)	15. 12. - 15. 2.
6 – 9	15.10. – 28.2. (15. 10. – 15. 2. **)	5.11. – 28.2. (5. 11. – 15. 2. **)	15. 12. - 28. 2.

\* První číslice kódu bonitované půdně ekonomické jednotky

\*\* Platí na zemědělských pozemcích s průměrnou sklonitostí nepřevyšující 5 stupňů a s porostem pšenice ozimé nebo řepky

\*\*\* Platí i pro upravené kaly; pokud nedojde k následnému pěstování ozimých plodin je za-  
kázáno hnojení také v období od 1. června do 31. července

#### **4.1.1 Nejdůležitější živiny pro zdravý růst a vývoj plodiny**

##### **Dusík**

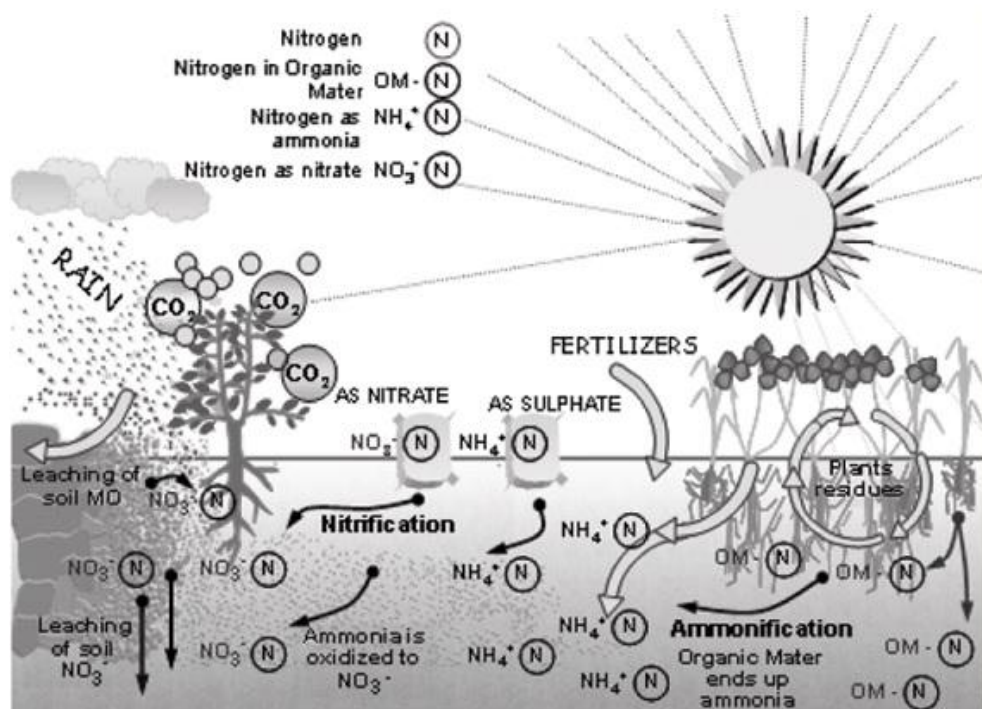
Přísun dusíku a jeho efektivní využívání rostlinami je nedílnou součástí jak pro zvýšení  
produkce plodin, tak i jako řešení otázky udržitelného rozvoje zemědělství (Bhullar et  
Bhullar, 2013). Pro rostliny je dusík důležitý hlavně pro tvorbu nadzemní i podzemní bioma-  
sy. Díky dusíku se mohou tvořit bílkoviny, nukleové kyseliny, amidy a různé enzymy a je  
také součástí aminokyselin (Richter, 2004).

Dusík je součástí také chlorofylu II, koenzymů, fytohormonů a různých sekundárních  
metabolitů. Dusík se do rostliny dostává pomocí amonného kationtu NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a dusičnanového  
aniontu NO<sub>3</sub>. Tyto ionty se do rostlin dostávají pomocí transportních proteinů v membránách

buněk kořenů (Marschner, 2011). Obecně platí, že rostliny snášející kyselé půdy více přijímají amonný dusík, a naopak půdy s vysokým pH, tedy vápněné přijímají více nitrátového dusíku (Lee, 1999). Také teplota má velký vliv na příjem iontů. S rostoucí teplotou nad 5 °C roste i příjem nitrátového dusíku oproti amonnému. Zatímco při teplotě pod 5 °C může rostlina stále přijímat amonné ionty, příjem nitrátů při této teplotě ustává (Macduff, Jackson, 1991). Ovšem obě formy živin jsou potřebné pro rostliny. Jsou potřeba pro různé biochemické procesy, zvláště při tvorbě fytohormonů. Obvykle bývají i v úzkém vztahu s rhizosférou, která napomáhá příjmu živin. Proto je nejlepší hnojit hnojivem, které obsahuje obě formy (Inoue et al., 2001). Např. enzym pro syntézu citokininu, což je hormon, který napomáhá dělení buněk, a tudíž má velký vliv na růst a vývoj rostliny, je tvořen pouze z nitrátové živiny a žádné jiné (Miyawaki et al., 2004).

Tzv. efektivita využití dusíku nám udává poměr mezi celkovou biomasou výstupní (výnos zrna) a vstupy dusíku dodány hnojivem nebo jako zbytky v půdním profilu (Zhu, 2000). Většina plodin mají efektivitu využití dusíku menší než 50 % (Fageria, Baligar, 2005). Obiloviny jako je rýže, pšenice, ječmen, oves a žito uvádí Raun a Johnson (1999) efektivitu 33 %.

Hnojení dusíkatými hnojivy se může z časového hlediska rozdělit na základní hnojení, které se provádí před setím plodiny, a na přihnojení během vegetace, které se dále dělí na regenerační, produkční a kvalitativní hnojení (Vaněk a kol., 2007).



Obr. č. 2: Koloběh dusíku a příklad jeho ovlivnění (<http://web2.mendelu.cz>)



## 1) Základní hnojení

Při základním hnojení se musí dát pozor na výběr stanoviště a odrudovou rajonizaci, kdy každá odrůda má specifické požadavky na výživu. Velkou roli zde hraje také předplodina, kterou je nejlépe vhodné vybírat z luskovin a jetelovin, které mají díky hlízkovým bakteriím schopnost poutat vzdušný dusík. Předplodina významně ovlivňuje půdní vlastnosti, které pak mají vliv na vývoj a výnos plodiny (Zimolka a kol., 2005).

Základní hnojení se provádí nejpozději před setím nebo také při přípravě půdy. Dbá se při něm na upravení hodnoty půdní reakce, tedy pH a obsahy přístupných živin v půdě, které byly stanoveny agrochemickým zkoušením půd (AZP). Od základní dávky se odečte živina dodaná organickým hnojením a korekci obsahu fosforu, draslíku, hořčíku provedeme dle výsledků AZP. Před setím se u ozimů hnojí dusíkem pouze výjimečně a to tehdy, pokud je obsah  $N_{\min}$  v půdě nízký, což odpovídá přibližně  $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , dále na neúrodných půdách anebo po špatné předplodině. Důležité je také úprava poměru C:N po zaorání slámy pomocí dodání dusíku na rozklad organického materiálu. Obvykle se dodává od  $8\text{--}12 \text{ kg N}$  na 1 tunu slámy, u řepkové slámy je to  $5\text{--}6 \text{ kg N}$  (Richter, Ryant, 2002).

Zimolka a kol. (2005) uvádí, že pokud je podzim suchý a vývoj se opozdí, lze přihnojit porosty dusíkem v dávce  $20$  až  $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Dále uvádí, že pšenice ozimá neodčerpá do zimy více než  $12 \%$  z celkové potřeby dusíku na předpokládaný výnos. Pokud předpokládáme výnos  $6 \text{ t}$ , potřebuje pšenice  $150 \text{ kg N}$ , přičemž na podzim odebere  $20 \text{ kg N}$  (Richter, Hřivna, 2005).

Při stejném předpokladu zase Vaněk a kol. (2007) uvádí  $144 \text{ kg N}$ ,  $30 \text{ kg P}$ ,  $108 \text{ kg K}$ ,  $24 \text{ kg Ca}$  a  $12 \text{ kg Mg}$ .

## 2) Přihnojení během vegetace

Aplikace hnojiv během vegetace se provádí podle druhu obilniny, anorganických rozborů, obsahu  $N_{\min}$  v půdě a stavu porostu. Hnojíme na list, a to formou dělených dávek, které jsou i ekonomicky přínosnější (Richter a Ryant, 2002).

### • Regenerační hnojení

Toto hnojení má za cíl obnovit biomasu po zimě a podpořit odnožování rostlin, které nestačili na podzim odnožit. Je zapotřebí také podpořit výživné podmínky pro tvorbu kořenů. Hnojení se provádí brzy z jara a nesmí se hnojivo aplikovat na sněhovou pokrývku, promrzlou půdu a pozemek přesycený vodou (Zimolka a kol., 2005).

Dávku přizpůsobíme také podle odrůdy. U odrůd silně a středně odnožujících se dávka sníží, a naopak u odrůd s nízkou odnožovací schopností se zvýší. Nejčastější hnojiva, která se

v tomto období používají jsou dusíkatá hnojiva na bázi ledku jako je ledek amonný (LA) (15 % N), ledek amonný s vápencem (LAV) (26 - 27,5 % N) a ledek amonný s dolomitem (LAD) (27,5 % N) nebo diamid kyseliny uhličitě neboli močovina (46 % N). Pozemky s nízkým obsahem síry pak můžeme hnojit dusičnanem amonným se síranem amonným (DASA) (26 % N). Pokud tomu dovolí povětrnostní podmínky a hlavně teplota, může se aplikovat také DAM 390 (39 % N obj., 30 % N hmot.) nebo SAM 240, ovšem nesmí se použít na porosty mechanicky poškozené např. válením, vláčením nebo nízkými teplotami (Richter, Ryant, 2002). Zimolka a kol. (2005) ještě udává močovinu jako výborné dusíkaté hnojivo pro regenerační hnojení. Pokud se regenerační hnojení provede včas a správně, je výsledkem rychlý a bujný růst celého porostu.

Anorganický dusík je v tomto období mobilizován, protože vlivem nízké teploty a vlhkosti je snižena mikrobiální aktivita půdy a amonizace a nitrifikace jsou pomalé. Tím, že se zajistí včasné dodání dusíku se i zajistí dobrý příjem fosforu, který je důležitý pro správný vývoj porostu. Díky menšímu odběru dusíku z počátku jara se dávky dělí, přičemž druhá dávka je vyšší, neboť se aplikuje v době, kdy je mikrobiální aktivita větší, a tudíž i lepší využitelnost dusíku. Aplikuje se obvykle dávka od 20 do 50 kg.ha<sup>-1</sup> N, při brzkém nástupu jara a řídkých porostech i 60 až 70 kg.ha<sup>-1</sup> (Fecenko, Ložek, 2000).

Vaněk a kol. (2007) doporučuje aplikovat 20 až 60 kg.ha<sup>-1</sup> N a také doporučuje hnojiva ve formě ledku amonném s vápencem (LAV) a ledku amonném s dolomitem (LAD).

- **Produkční hnojení**

Produkční hnojení se provádí na počátku sloupkování, což odpovídá fázi DC 29 - 30. Tímto hnojením se podpoří tvorba kvítků v klasu, a tudíž i počet zrn v klasu. Má tedy vliv na velikost klasu. Stanovení dávky dusíku se provádí na základě rozboru rostlin a půd, přičemž se dávka pohybuje okolo 30 - 60 kg.ha<sup>-1</sup> (Fecenko, Ložek, 2000). Podle Zimolky a kol. (2005) má toto hnojení vliv také na velikost listové plochy, tedy i na rychlejší fotosyntézu a lepší příjem živin listovou plochou. Zmiňuje také, že rostliny v tomto období začínají produkovat více sušiny a její tvorbou předbíhají příjem živin z půdy. Tento projev se nazývá „zředovací efekt“.

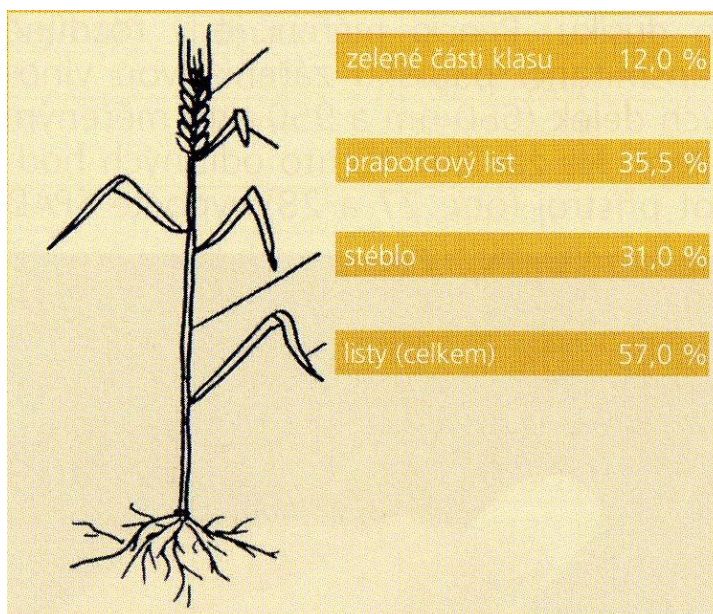
Produkční hnojení také přispívá k dobré diferenciaci stébel a hlavně k dobré hustotě porostu. Aplikace se může rozdělit na dvě dávky, kdy první se aplikuje na počátku sloupkování a druhá v plném sloupkování (Richter, Ryant, 2002).

Za nejvhodnější hnojiva se považují ledek amonný s dolomitem nebo DAM 390 (Vaněk a kol., 2007). Další vhodné hnojivo je také DASA a kde je snížen obsah fosforu, hořčíku a síry v rostlinách je vhodné aplikovat kapalná hnojiva s obsahem Mg a S. S kapalnými hnojivy pak můžeme aplikovat také regulátory růstu, které regulují riziko poléhání (Richter, Ryant, 2002).

- **Kvalitativní hnojení**

Před metáním až do začátku květu se provádí kvalitativní hnojení. Toto hnojení má vliv na hmotnost obilok a obsah dusíkatých látek v nich. V tomto období je účinnost hnojení závislá na dobrém zdravotním stavu porostu a na půdních podmínkách. Dávka dusíku se pohybuje okolo 30 kg.ha<sup>-1</sup> a jako hnojiva je vhodné použít ledky, roztok močoviny s mikroelementy, ředěný DAM 390 apod. Dbá se také na dobrou fungicidní ochranu praporcového listu, protože se nejvíce podílí z listů na fotosyntéze a dále na ochranu klasu (Richter, Ryant, 2002).

Správné kvalitativní hnojení má vliv na zvýšení technologické jakosti obilnin, např. pšenice na obsah bílkovin, mokrého lepku a pekařské kvality zrna. U slabších porostů se hnojí již ve fázi DC 37 a u ostatních na počátku metání, tedy ve fázi DC 51. Vybírají se především pevná hnojiva, neboť u aplikace tekutými hnojivy hrozí v tomto období popálení (Zimolka a kol., 2005).



Obr. č. 3: Podíl jednotlivých částí na celkové fotosyntéze pšenice (Fecenko, Ložek, 2000)

Menší druhová rozmanitost plodin, specializace systémů obdělávání půdy a intenzivní pěstování hlavně obilnin vede k vysoké závislosti na aplikaci velkého množství dusíku hlavně syntetického dusíku minerálních hnojiv. Tento způsob pak ohrožuje životní prostředí a různé biologické cykly v agroekosystému. Proto se v současnosti hledají různé způsoby, jak toto množství vstupů snížit. Jsou založené různé výzkumy, kdy se zkouší jiné způsoby dodání dusíku rostlinám, aniž by se snížil výnos obilnin. Výzkum ve Francii např. využíval v několikaletých cyklech zařazování luskovin jako podsev pro obilniny. Vzhledem k tomu, že luskoviny dokážou díky symbióze hlízkových bakterií poutat vzdušný dusík, bylo zjištěno, že takovýto způsob dokáže snížit požadavky na N až o 50 % a výnosy a kvalita zrna zůstávají stejné jako při běžném konvenčním pěstování (Plaza-Bonilla et al., 2017).

## **Fosfor**

Fosfor je důležitý pro rostliny hlavně proto, že je součástí důležitých biochemických reakcí a podílí se na přenosu energie. Představuje stavební jednotku nukleových kyselin, je součástí důležitých kofaktorů enzymů a v neposlední řadě aktivuje meziprodukty v řadě biosyntéz. Je přijímán ve formě aniontů  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Vaněk a kol., 2012).

Při hnojení fosforu pomůže agrochemické zkoušení půd, které nám stanoví přijatelné živiny v půdě. Tento rozbor nám stanoví množství fosforu, draslíku, hořčíku, vápníku a nově i síru. Podle těchto výsledků se pak doplní zásobenost těchto živin, hlavně během základního hnojení plodin (Zimolka a kol., 2005).

Podle Fecenka a Ložka (2000) nejvíce fosforu potřebuje pšenice pro tvorbu klasu, protože se v tuto dobu začínají ukládat asimiláty až do konce zralosti. Rostliny mohou přijmout více jak 50 % fosforu v tomto období a využít jej na vytvoření i 50 % sušiny biomasy. Důležitou roli hraje také půdní reakce a vlhkost půdy. Při nízkém pH mohou rostliny pociťovat deficit fosforu, a to i přesto, že se na pozemek aplikovalo dostatečné množství fosforu. Také je lepší při nízkém pH použít granulovaný superfosfát, který je účinnější než práškový nebo aplikovat kapalnou formu fosforu s dusíkem při produkčním hnojení na jaře.

Hnojení fosforečnými hnojivy se často provádí společně s draselnými hnojivy jako směs jednosložkových hnojiv nebo jako hnojiva kombinovaná (NPK, NP atd.) hlavně při základním hnojení. Pozor se musí dát také při zapravení chrástu předplodiny a provést patřičnou korekci. Např. řepný chrást je bohatý na fosfor. Díky nízké mobilitě fosforu v půdě je lepší aplikovat hnojiva s vodorozpustným fosforem. Doporučují se např. jednoduchý (7,5 - 8,5 %

P) nebo trojitý (20 - 21 % P) superfosfát. Pevná fosforečná hnojiva používáme hlavně na základní hnojení a kapalná během vegetace (Zimolka a kol., 2005).

## **Draslík**

Draslík je přijímán ve formě kationtu  $K^+$  a to aktivně i pasivně. Nejlepší příjem nastává při vyšších teplotách a vyšší vlhkosti půdy. Obilniny přijmou asi okolo 100 kg K na ha a vzhledem k tomu, že je velmi mobilní v rostlinách, může se ze starších nadzemních orgánů vymývat. Způsobuje tak velké rozdíly v obsahu K ve slámě obilnin (Vaněk a kol., 2012).

Na kyselých půdách může antagonisticky na příjem draslíku působit ionty  $H^+$  a kladný účinek, tedy synergický vztah na příjem mají živiny dusíku, fosforu a síry v aniontové formě. Je důležitý z hlediska syntézy bílkovin a syntézy cukru a škrobu. Je důležitý pro rostliny při nízkých teplotách, protože podporuje mrazuvzdornost rostlin. Je také hodně koncentrovaných v meristematických pletivech, tzn. že se podílí na růstu rostliny, zpevňuje ji a napomáhá tak proti poléhání obilnin. Dále má vliv na různé metabolické procesy, hlavně na vodní režim rostliny, fotosyntéze apod. Řídí např. otevírání a zavírání průduchů (Fecenko, Ložek, 2000).

Hnojení probíhá na stejném principu jako u fosforečných hnojiv. Opět se musí brát v potaz příjem draslíku přes posklizňové zbytky, neboť jsou na něj bohaté. Nejčastěji se pro hnojení používá draselná sůl 60 % (50 % K), draselná sůl 40% (34 % K) známá jako draselné hnojivo Korn-Kali, síran draselný (42 % K) apod. nebo kapalná hnojiva např. SK-sol (Zimolka a kol., 2005).

## **Hořčík**

Hořčík rostliny přijímají ve formě kationtu  $Mg^+$  převážně pasivně. Amonný iont a draselný kationt jsou spolu s hořčíkem v antagonistickém vztahu, a naopak nitrátový aniont působí pozitivně na příjem Mg. Další překážkou je pH půdy. Při nízkém pH působí antagonisticky ionty  $H^+$  a také kationty, které jsou při kyselé půdní reakci v půdním roztoku ve větší koncentraci. Důležité pro správný příjem je tedy úprava půdní reakce vápněním (Vaněk a kol., 2012).

Hořčík je centrálním atomem chlorofylu, a tudíž je velmi důležitý pro proces fotosyntézy. Je také významným aktivátorem biochemických reakcí a také enzymů důležitých pro tvorbu významných látek jako např. karotenu. Zpevňuje buněčné stěny, což je prospěšné při obraně proti parazitům a chorobám a také by bez něj nemohla proběhnout přeměna vzdušného dusíku na amonnou formu přijatelnou pro rostliny (Fecenko, Ložek, 2000).

Z výsledků AZP zjistíme obsah přístupného Mg v půdě a podle této hodnoty se upraví hnojení. Nejčastěji se hořčík do půdy dodává při vápnění, kdy se používá dolomitický vápeneček. Také některá dusíkatá a draselná hnojiva obsahují hořčík. Pro základní hnojení se používá nejvíce Kieserit (15 - 16 % Mg) nebo hořká sůl (10 % Mg) (Zimolka a kol., 2005).

## **Síra**

Rostliny přijímají síru ve formě aniontu  $\text{SO}_4^{2-}$ , který dále podléhá oxidačním procesům až na sírany, které jsou rozpustnější a hlavním zdrojem S pro rostliny. V rostlinách je mobilní a hromadí se ve formě síranu sloužící jako zásobní látka. Síra má podíl na syntéze bílkovin, aktivitě některých enzymů, úzce souvisí s metabolismem dusíku a má vliv na tvorbu látek, které mají vliv na chuť, vůni a aroma. Největší nároky na tuto živinu mají tedy plodiny, které tvoří více bílkovin, pryskyřic a silic. Obilniny např. vyžadují přibližně 12 – 15 kg S.ha<sup>-1</sup> (Vaněk a kol., 2012).

Zimolka a kol. (2005) doporučují aplikovat hnojiva obsahující síru při předset'ové přípravě půdy, protože se neustále snižují roční emise síry a je třeba ji dodávat. Používají se např. sádrovce, jednoduché superfosfáty a draselná i hořečnatá hnojiva, která taktéž obsahují síru. Např. síran vápenatý (20 % S), DASA (13 % S) atd. Dále uvádí, že síru můžeme použít jako pevné hnojivo i při hnojení během vegetace a použít ji v kombinaci s dusíkatými hnojivy, protože síra podporuje jeho příjem a utilizaci a zvyšuje efektivnost využití.

## **Vápník**

Vápník přispívá k příznivým vlastnostem půd odkud je přijímán rostlinami ve formě kationtu  $\text{Ca}^{2+}$ . Stabilizuje buněčné stěny membrán a zajišťuje tak jejich elasticitu. Nové poznatky jsou také ohledně vlivu na enzymové reakce. Ovlivňuje růst a tvorbu kořenů, zvyšuje odolnost k nízkým teplotám a také zvyšuje odolnost proti škůdcům a chorobám. Hnojení vápníkem napomáhá při úpravě půdní reakce. Využívají se pálená vápna (57 - 60 % Ca) nebo mleté vápence (30 - 38 % Ca). U obilnin se každý druh liší nárokem na půdní reakce a vápníku potřebují méně než např. bramborám. Ječmen a pšenice snesou nízké pH mnohem hůře než žito a oves vyžadující kyselější půdu. Obilniny celkem odčerpají okolo 20 kg Ca.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Vaněk a kol., 2016).

## 4.2 Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)

Pšenice špalda vznikla křížením domestikovaných tetraploidních pšeníc, konkrétně pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccon* L.) a mnohoštěpu Tauschova neboli také divoké kozí trávy (*Aegilops tauschii* syn. *Squarossa* L.). Stala se tak kulturní pluchatou hexaploidní pšenicí, plodinou se 42 chromozomy jako pšenice setá (*Triticum aestivum* L.), která vznikla mutací z pšenice špaldy (Moudrý, Vlasák, 1996).

### 4.2.1 Historie a význam pšenice špaldy

Předpokládá se, že pravlastí pšenice špaldy je jihozápadní Asie. Pšenici špaldu pěstovali již staří Egypťané, Řekové a Římané. Její zavlečení do Evropy je zřejmě spojené se stěhováním národů. Na našem území bylo pěstování pšenice špaldy ojedinele zaznamenáno až ve středověku (Moudrý, Strašil, 1999). Archeologické nálezy dokazují výskyt již v době bronzové, během níž pšenice špalda začala nahrazovat pšenici jednozrnku vlivem klimatických změn spojené s ochlazováním (Abdel – Aal a Hucl, 2005).

Vlasák (1995) uvádí, že první zmínky o pěstování této plodiny na našem území jsou připisovány k 6. století a to z okolí města Brna.

Tato plodina patří tedy mezi starověké odrůdy pěstované na území Evropy, což dosvědčují i archeologické nálezy z doby bronzové z oblasti Alp, konkrétně z oblasti Německa a Švýcarska. Nejhojněji se pěstovala v oblasti Germánie až do začátku 20. století. Pro její výraznou chuť připomínající ořechy byla hodně známá také v Itálii, v jižním Německu, Španělsku, Belgii, Švýcarsku, Anglii, Polsku a Skandinávii. V 18. století byla zprvu pěstována jako surovina, ze které se získávala kávovina. Takto se pěstovala v oblasti města Litomyšl a staročesky se špaldě říkalo samopše (Prugar a kol., 2008).

Z konce 19. století pak máme zmínku o několika odrůdách špaldy tmavé a špaldy světlé. Ve 20. století se téměř u nás nepěstovala, přičemž hlavními důvody byla první světová válka a poté ve druhé světové válce, kde omezení pěstování přinesla nízká výnosnost (Moudrý, Vlasák, 1996).

Moudrý a Strašil (1999) podávají taktéž informace o zákazu pěstování pšenice špaldy v Československu a jejím následném postupném vytlačování pšenicí setou (*Triticum aestivum* L.), a to i v tradičních oblastech.

V Evropě se špalda vyskytuje hlavně v oblastech s horšími klimatickými podmínkami, především v alpských oblastech zemí Rakouska, Švýcarska, Německa a dále pak v severních

oblastech Evropy, především na severu Francie, Belgie a Španělska. Do Českých zemí se pěstování této pšenice navrátilo na počátku 90. let díky postupnému zavádění ekologického zemědělství do praxe (Moudrý, Vlasák, 1996). S tím souvisí také současná obhospodařovaná plocha pšenice špaldy, která je nyní kolem 1000 ha (Prugar a kol., 2008).

Plodina	Celková plocha v EZ (ha)			Ekologická produkce (t)			Výnos (t.ha <sup>-1</sup> )		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<b>Obilniny</b>	18 567	24 355	13 998	30 509	43 746	40 565	-	2,94	2,90
<b>Pšenice setá</b>	3 943	5 267	6 153	6 837	9 491	8 872	-	3,14	3,26
<b>Pšenice špal- da</b>	1 982	2 560	2 232	5 409	6 586	6 136	-	2,82	2,91

Tab. č. 5: Vývoj pěstitelských ploch pšenice špaldy v ČR (Konvalina a kol., 2012)

Díky vysokému obsahu bílkovin s příznivým obsahem aminokyselin a vlákniny (do 2 %) (Bonafaccia et al., 2000). Co se týče zásobní látky a energetického zdroje pro člověka a zvířata, škrobu, bylo zjištěno, že se u špaldy rovná pšenici seté (Michalová, 2000).

	<b>N - látky</b>	<b>Tuk</b>	<b>Vláknina</b>	<b>Popeloviny</b>
<b>Pšenice špalda</b>	12,1 %	1,7 %	2,3 %	2,4 %
<b>Pšenice setá</b>	11,6 %	1,4 %	1,8 %	1,8 %

Tab. č. 6: Složení zrna pšenice špaldy a pšenice seté (Prugar a kol., 2008)

Benešová a kol. (1993) podotýká, že pšenice špalda byla v minulosti hojně využívána jako jedna z nejdůležitějších chlebových obilovin v západní a střední Evropě a potvrzuje to, že byla vytlačena pšenicí setou, která byla výnosnější.

Důvodem jejího vytlačení bylo to, že méně reaguje na výživu dusíkem zvýšením výnosu zrna, tedy nízké výnosy, změna stravovacích návyků obyvatel a jako rostlina má velmi dlouhá stébla, díky kterým často poléhají a špatně reagují na morforegulátory (Zimolka, 2005).

Moudrý (1997) upozornil ještě na posklizňové ztráty vlivem lámavosti klasu a také na nutnost loupání pluchatých zrn.



#### 4.2.2 Popis rostliny

Pšenice špalda je druh obilniny nejvhodnější pro pěstování v ekologickém zemědělství. Nejčastěji se vyskytují ozimé formy. Má mohutný kořenový systém a během klíčení, vzcházení, sloupkování a nalévání zrna vyžaduje dostatek vláhy (Konvalina a kol., 2012).

Počáteční růst pšenice špaldy je na rozdíl od ostatních druhů pomalejší. Na podzim rostliny vytvoří nízký a rozložitý trs a odnožují o 3 až 5 dní později než začínají odnožovat pšenice seté. Oproti pšenici seté také vytváří méně odnoží (Moudrý, Vlasák, 1996).

Je to rostlina, která má přízemní typ trsu, co se týče listů, jsou úzké a chloupkaté. Stéblo je u starších odrůd delší a u novějších je vlivem genetického šlechtění, zvláště křížením s pšenicí setou, kratší. Délka stébla se tak změnila z původních 1,30 až 1,50 m i více na 1,10 až 1,25 m (Moudrý, Stražil, 1999).

Díky dorůstání do vyšších výšek trpí často poléháním, které je nežádoucí a problémové při pěstování. Kvůli této náchylnosti se klade velký důraz na opatrnost při řešení organického i minerálního hnojení (Konvalina a kol., 2012).

Proto se hlavním cílem šlechtění stává právě cíl snížit délku stébla, dále pak zvýšit produktivitu klasu a zvýšit odolnost proti poléhání při zachování vysokého obsahu bílkovin a příznivého obsahu aminokyselin (Prugar a kol., 2008). Poléhavost se potvrzuje také u jarních forem (Suchowilska et al., 2009).

Klasy pšenice špaldy jsou dlouhé okolo 15 až 17 cm. Oproti pšenici seté jsou však řidší a bezosinný, výjimečně osinatý. Klásek má 3 až 5 květů a dozrávají uvnitř obvykle 2 i 3 obilky (Moudrý, 2011).

Zimolka a kol. (2005) uvádí, že i když se pšenice špalda vyznačuje vyšší odnoživostí, tak stejně je konečný počet plodných stébel nízký a ve většině případů se pohybuje okolo 350 – 400 na 1 m<sup>2</sup> a stejně je tomu tak i co se týče zrn v klasu ve srovnání s pšenicí setou. Hrubý výnos se pohybuje okolo 4 – 6 t.ha<sup>-1</sup> s podílem pluch 30 – 45 %. Konvalina a kol. (2012) uvádí přibližný průměrný výnos 2,5 – 5,0 t.ha<sup>-1</sup> s podílem pluch do 40%, neboť zrno zůstává obalené pluchami uvnitř klásků.



Obr. č. 4: Klas, klásek a zrno pšenice špaldy (<http://www.bio-predaj.sk>)

#### 4.2.3 Technologie pěstování pšenice špaldy

Agrotechnická opatření jsou velmi blízká a podobná pěstování pšenice seté (Zimolka a kol., 2005).

Podle Moudrého a Strašila (1999) není vůbec vhodné zařazovat pšenici špaldu do osevního postupu po obilninách. Důvodem je větší náchylnost k napadení houbovými chorobami. Toto potvrzuje také Zimolka a kol. (2005), který mimo to dodává, že na lepších půdách snese i horší předplodiny. Dalším problémem je větší poléhavost špaldy. Poléhavost je způsobena hlavně přemírou dusíku v půdě, a proto jsou doporučovány leguminózy jako předplodina hlavně na chudších půdách. Dobrymi předplodinami jsou tedy vojtěška, jetel luční, řepka olejná, bob a okopaniny, hlavně brambory, ale i oves (Konvalina a kol., 2008).

Co se týče zpracování půdy před setím, je pšenice špalda nenáročná a snáší i horší přípravy také často hrudovitou strukturu, ovšem dbát se musí především na dostatek vláhy, která je důležitá k nabobtnání obilky (Zimolka a kol., 2005).

Výsevek se přizpůsobuje podmínkám prostředí. Obvykle se v příznivých podmínkách pohybuje výsevek od 300 do 350 klíčivých obilky na 1 m<sup>2</sup>. Kdežto v horších podmínkách se musí počítat s možným problémem špatného klíčení, proto se výsevek pohybuje od 300 do 400 obilky na 1 m<sup>2</sup>. Dále se musí přihlížet, jestli se jedná o nahé obilky či neloupané klásky. Zde se pak pohybuje výsevek u nahých obilky 180 – 200 kg.ha<sup>-1</sup> a u neloupaných klásků až 300 kg.ha<sup>-1</sup> (Moudrý, 2011). Zimolka a kol. (2005) zmiňuje ještě, že v horších podmínkách může být výsevek až 250 kg.ha<sup>-1</sup>. Za nejvhodnější termín se bere výsev koncem září a počátkem října. Hloubka setí se pohybuje od 4 do 5 cm a šířka řádků od 10 až 15 cm. Obzvláště se dává pozor na to, zda se jedná o pluchaté obilky, protože u nich nastává problém se zacpáváním secího stroje.

Pšenice setá se vyznačuje rychlejším počátečním růstem a vývojem, než pšenice špalda (Neuerburg, Padel, 1994). Jak již bylo zmíněno, pšenice špalda je náročnější na vláhu v období klíčení. Proto se doporučuje po zasetí použít rýhované válce na pozemek, které napomůžou vzlínání vody směrem k semenu. Během vegetace je také vhodné použít síťové či prutové brány na různé druhy plevelů. Zpočátku se jedná o nitkovité až popínavé plevele a účinnost tohoto ošetření je až 80% a později vlivem rychlejšímu odnožování klesá až na 50% účinnost, obzvláště méně účinné jsou na druhy chundelku metlici (*Apera spica-venti*) a svízel přítulu (*Galium aparine*) (Moudrý a Stražil, 1999). Dá se tedy říci, že ošetření během vegetace je stejné či podobné ošetření pšenice seté či jiných obilnin pěstovaných v ekologickém zemědělství (Janovská a Stehno, 2010). Proti plevelům Moudrý a Stražil (1999) ve své publikaci uvádí pro konvenční zemědělství stejné postupy jako u pšenice seté, tedy použití herbicidů.

Taktéž ochrana proti chorobám a škůdcům je stejná jako u pšenice seté či jiných obilnin. Mezi nejčastější choroby, které mohou pšenici špaldu napadnout, patří choroby pat stébel (*Gaeumennomyces graminis*) a padlí travní (*Erysiphe graminis*), které je nejčastějším problémem v hustě vysetých porostech (Konvalina a kol., 2008). Konvalina a kol. (2012) pojednává a polních experimentech, ze kterých bylo zjištěno, že některé rostliny byly nejméně odolné v době sloupkování vůči padlím travním. Také bylo zjištěno, že díky pravděpodobně pluchám pšenice špaldy, které chrání zrna, se vyskytuje v zrna menší množství mykotoxinu deoxynivalenolu oproti pšenici seté. To potvrzuje také Zimolka a kol. (2005), který dodává, že zrna je chráněno mimo tedy houbové choroby také proti různým mikroorganismům či znečištění zrna imisními látkami.

Pokud se špalda sklízí na tzv. zelenou produkci, sklízí v mléčné zralosti až raně voskové a poté je dosoušena na horkém vzduchu na vlhkost 12–14 %. Na mlynářské použití se sklízí v plné zralosti (Šarapatka, Urban, 2006). Plná zralost je signalizována ohnutím klasu směrem dolů a hnědočerveným zbarvením (Moudrý, Vlasák, 1996). Klas bývá také velmi křehký a láme se. Proto se musí všelijak upravovat sklízecí mlátičky konkrétně snížení otáček přiřaněče nebo mlátícího bubnu a také zvolit vhodná síta, neboť se sklízí klásky, tedy zrna a pluchy. Nejvhodnější doba proto bývá v ranních nebo večerních hodinách (Zimolka a kol., 2005).

#### 4.2.4 Výživa a hnojení pšenice špaldy

Oproti pšenici seté je pšenice špalda méně náročná na podmínky prostředí. Snáší vlhčí polohy, nízké i vysoké teploty a vyležení při sněhové pokrývce. Za nejvhodnější půdy pro pěstování se považují středně těžké až těžké půdy. Její pěstování je vhodné do oblastí s horšími podmínkami jako jsou podhorské a horské oblasti (Konvalina a kol., 2008).

Podle Moudrého (2011) má pšenice špalda výbornou osvojovací schopnost na živiny z půdního profilu. Nároky na výživu špaldy jsou podobné jako u pšenice seté. Pěstitel si musí dát pozor na dobrou úpravu pH vápněním po sklizni předplodiny nebo přímo k předplodině. Nejdůležitější při hnojení špaldy je hlídání dávek dusíku, protože špalda vzhledem ke své výšce je náchylná na poléhání. Proto se využívá dělených dávek založených na stejném principu jako u pšenice seté. Celková dávka dusíku by se neměla dostat přes 90 kg N.ha<sup>-1</sup> u odrůd s dlouhým stéblem a 120 kg N.ha<sup>-1</sup> u nižších nově vyšlechtěných odrůd (Moudrý, Stražil, 1999).

Zimolka a kol. (2005) taktéž potvrzuje podobné nároky na výživu jako u pšenice seté a doporučuje také dávku dusíku ve výši 60 – 80 kg.ha<sup>-1</sup> rozdělit na dávky dvě, přičemž první v době regenerace a druhá v době sloupkování s možností aplikace morforegulatorů.

Na podzim a časně z jara se špalda vyznačuje pomalejším vývojem. Doporučuje se tedy hnojit hlavně v době regeneračního a produkčního hnojení ve formě kejdy, kompostu nebo rozmetáním hnoje. Dávka kejdy se pohybuje okolo 15 – 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a hnůj do 10 t.ha<sup>-1</sup>. Toto doporučení se týká hlavně ekologicky hospodařících zemědělců, neboť pšenice špalda je hlavní obilninou pro ekologické zemědělství (Konvalina a kol., 2008).

V letech 1996 až 1998 bylo pokusně pěstováno deset odrůd pšenice špaldy (Ostro, Altgold, KR 489-11-15, Oberkulmer, Ostroschwarzer, Lueg, H 9227, H 9228, Rouquin, Hercule) a pšenice setá (odrůda Samara) způsobem pěstování low-input. Po sklizni došlo k chemickému hodnocení zrna na N-látky metodou dle Kjeldahla, dále obsah fosforu, tuků a vlákniny a obsah popelovin a ionty kovů (Cu, Zn, Mg, Ca, K, Na, Fe) byly stanoveny pomocí AAS. Z celkových výsledků se prokázalo, že i v systému pěstování low-input měla špalda stále více N-látek a vlákniny než pšenice setá. Nejvíce se toto prokázalo u odrůd Ostro, Oberkulmer a KR 489-11-15. Díky výborné využitelnosti živin z půdy a vyšším zastoupení N-látek v zrně je špalda doporučována k pěstování i na pozemcích v horších podmínkách nebo v systému pěstování low-input (Moudrý, Dvořáček, 1999).

### 4.3 Oves setý (*Avena sativa* L.)

Oves setý je zařazován mezi nejmladší kulturní obilniny a vznikl pravděpodobně z ovsa hluchého (*Avena fatua* L.), který je dnes považován za velmi rozšířený plevel. Díky stejnému počtu chromozómů (42) se provádí v menší míře také křížení mezi těmito druhy (Moudrý, 1993).

#### 4.3.1 Historie a význam ovsa setého

Historii ovsa odkrývají různé archeologické nálezy z oblastí jako je Eufkrat, Tigris a mnoho dalších (Bulková, 2011). Předpokládá se, že se do severní a střední Evropy dostal z Malé Asie přibližně v 5. století našeho letopočtu. Důvod rozšíření bylo zanesení ovsa jako plevelné rostliny spolu s pšenicí a ječmenem, které byly již v této době považovány za kulturní plodiny (Benada, 2001).

Zmínky o pěstování ovsa jsou známy již z doby před Kristem. Nestal se důležitou součástí jídelníčku člověka tak jako pšenice nebo ječmen, ale pravděpodobně přetrvával jako plevel v jiných plodinách až do doby, než se stal samostatnou kulturní plodinou. Někteří odborníci se dokonce domnívali, že došlo ke vzniku ovsa setého mutací ovsa hluchého v Malé Asii a jihovýchodní Evropě někdy na přelomu 1. století před našim letopočtem. Nejstarší nálezy ovesných zrn pocházejí z Egypta přibližně z 12. vládnoucí dynastie, což bylo asi 2000 před našim letopočtem. Další nálezy jsou z jeskyní ve Švýcarsku z doby bronzové. Oves byl nejprve zavlečen do Severní Ameriky v roce 1602, konkrétně na ostrovy poblíž pobřeží Massachusetts. V roce 1786 pak George Washington dal zaset 580 akrů ovsa, odkud se postupně rozšířil na západ, poté do středu Spojených států až do údolí řeky Mississippi, které je oblastí hlavní produkce ovsa i dnes (Gibson, Benson, 2002).

Moudrý (1993) uvádí, že byl oves považován za „plodinu bohů“, protože již staří Germáni snědli ovesnou kaši vždy před bojem kvůli energii. Počátky samotného pěstování ovsa uvádí přechod doby bronzové a železné odpovídající přibližně 1000 let před našim letopočtem. Oves se stal postupem času významnou složkou v potravě člověka a zvířat, obzvláště pro koně.

Oves se dá považovat za složku tzv. funkční potraviny, což znamená, že tyto potraviny poskytují konzumentům nejen živiny, ale přispívají také ke zlepšování zdravotního stavu, protože obsahuje spoustu přírodních látek (Prugar a kol., 2008). Zrno ovsa se označuje za multifunkční potravinu díky blahodárným účinkům na zdraví člověka (Welch, 1998).

Podle Petra a Loudy (1998) je nutriční hodnota ovsa dána především vyšším obsahem tuků a bílkovin.

	<b>Pšenice setá</b>	<b>Pšenice špalda</b>	<b>Oves nahý</b>
<b>N-látky</b>	11,6 %	12,1 %	17,2 %
<b>Tuk</b>	1,4 %	1,7 %	7,0 %
<b>Vláknina</b>	1,8 %	2,3 %	1,1 %
<b>Popeloviny</b>	1,8 %	2,4 %	1,9 %

Tab. č. 7: Porovnání látkového složení zrna (Prugar a kol., 2008)

Taktéž se pyšní bohatou aminokyselinovou skladbou bílkovin a také nenasycených mastných kyselin, galakto-lipidů a minerálních látek (Shewry, 2008). V zrně je obsaženo velké množství kyseliny linolové, thiamin (vitamin B<sub>1</sub>) a rozpustná vláknina, která je složena především z  $\beta$  – glukánů, které mají příznivé účinky na zdraví a napomáhají předcházet některým chorobám. Jedná se hlavně o snižování hladiny cholesterolu, regulace hladiny glukózy v krvi, příznivé působení na gastrointestinální funkce a také na krevní tlak (Prugar a kol., 2008). Toto vše potvrzuje také Kopáčová (2007), která uvádí, že oves má ze všech cereálií nejvyšší obsah bílkovin s vysokou biologickou hodnotou, která je dána přítomností esenciálních aminokyselin lysinu a methioninu, značným množstvím lehce stravitelných sacharidů, vysokým obsahem vlákniny a tuků.

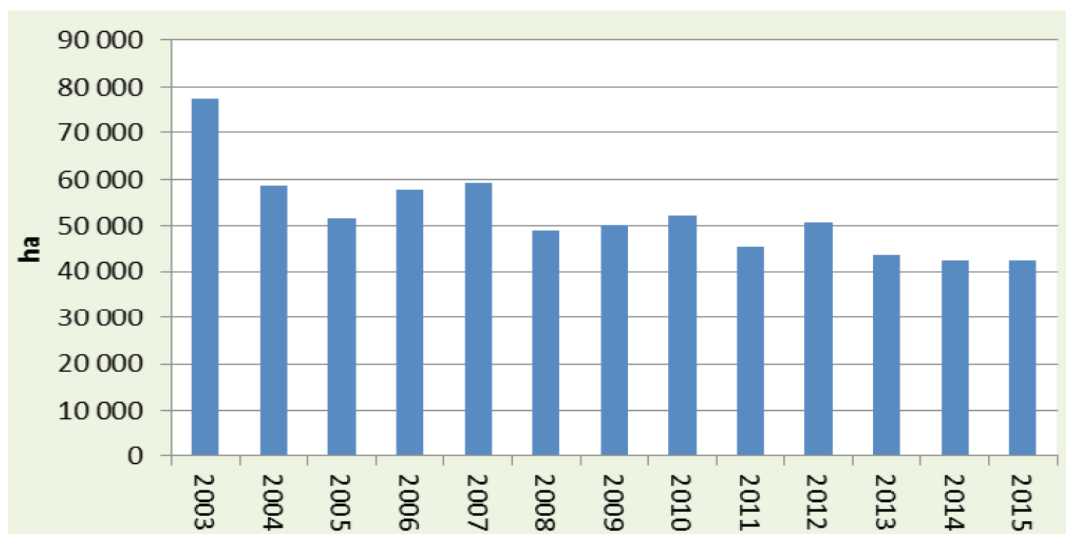
<b>Aminokyselina</b>	<b>Pšenice setá</b>	<b>Pšenice špalda</b>	<b>Oves nahý</b>
	<b>g.kg<sup>-1</sup></b>	<b>g.100g<sup>-1</sup> proteinu</b>	
<b>Lysin</b>	3,4	2,8	4,6
<b>Leucin</b>	6,0	9,0	8,4
<b>Methionin</b>	4,0	4,0	-
<b>Fenylalanin</b>	7,0	7,0	3,2

Tab. č. 8: Aminokyselinové složení zrna (Moudrý, Vavreinová, 1998)

V dnešní době oves nachází velké uplatnění v potravinářském průmyslu, z něhož se vyrábí ovesné vločky, ovesné kroupy a otruby, ovesná mouka, cereální snídaně jako jsou müsli, ovesná vláknina a proteinové izoláty, ovesné sušenky a mnoho dalších potravin oblíbené především ve zdravé výživě (Bulková, 2011).

Oves se pěstuje doposud převážně jako krmivo, přičemž největšími pěstiteli je Rusko s výnosy 8 milionů tun, Kanada 2,8 milionů tun, USA 1,8 milionů tun, Polsko, Austrálie a Finsko zhruba po 1,3 milionů tun, Německo a Ukrajina okolo 1,1 milionů tun. V České republice se produkce pohybovala v letech 1980–1991 mezi 300 – 400 000 t. Z toho pro potra-

vinářské využití se zpracovávalo obvykle 20 – 23 000 t a v letech 2000–2001 se zpracovávané množství zvýšilo na 26 000 t (Kopáčová, 2007).



Graf č. 2: Vývoj osevních ploch ovsa v ČR (Kůst, Potměšilová, 2015)

#### 4.3.2 Popis rostliny

Oves patří do čeledi *Poaceae* rodu oves (*Avena L.*), do kterého patří ještě dalších 70 druhů. Podle pluchatosti obilky rozdělujeme odrůdy na nahé a pluchaté. V našich podnebných podmínkách se pěstují jarní formy ovsa a také ozimé formy. Jarní formy ovsa mají tedy tyto variety:

- varieta aurea – pluchaté a bezosinné zrno, žluté pluchy
- varieta mutica – pluchaté a bezosinné, pluchy jsou bílé (Drastichová, 2005).

Oves nahý se nedoporučuje pěstovat v nadmořských výškách nad 600 m, neboť chladné a vlhké počasí v těchto oblastech brzdí dozrávání a snižuje výnos i kvalitu obilky, které jsou nekryté pluchami, které právě odolávají těmto vlivům. Kdežto oves pluchatý je nejméně náročný, zejména kvůli jeho mohutné kořenové soustavě (Benada a kol., 2001).

Oves se vyznačuje velice bohatou kořenovou soustavou, díky které má možnost dobře přijímat živiny z půdy. Na rozdíl od ječmene má oves listy levotočivé, delší a ostře špičaté. Rozlišovacím znakem je na přechodu listové pochvy a čepele listu vyvinutý jazýček a chybějící ouška (Moudrý, 1993).

Zárodečné kořínky má pouze čtyři a krátce po vzejití vytváří adventivní kořínky. Co se týče listů, jsou dobrým indikátorem půdní acidity, vláhy, výživy, a dokonce i některých chorob (Špaldon a kol., 1986).

Je málo odnožující rostlinou. Většinou vytvoří 2–6 odnoží, z nichž je většina neplodných. Stéblo je duté a rozdělené kolénky na 4–8 článků, přičemž dorůstá výšky 60–150 cm podle odrůdy a prostředí. Nahý oves je více odolný proti poléhání. Na rozdíl od ostatních obilnin má oves květenství latu, která je větévkami rozdělena na přesleny. V každém klásku se nachází 2 - 4 kvítky, u bezpluchého 6 - 8 kvítků a dozrávají v nich obvykle 1 - 3 zrna. Zrno je obepnuté pluchou, ovšem ne přirostlé jako je tomu u ječmene. Pluchy se pak ze zrna dostávají po výmlatu a oddělují se. Z celkové hmotnosti zrna tvoří 22 - 35 % hmotnosti a po sklizni přispívá k ochraně klíčku a zrna proti poškození. Proto má nahý oves nižší klíčivost (Moudrý, 1993).



Obr. č. 5: Oves setý (*Avena sativa*) (Kopáčová, 2007)

#### 4.3.3 Technologie pěstování ovsa setého

Pro pěstování ovsa jsou nejvhodnější bramborářské a obilnářské oblasti, ale také se objevuje i pícninářských oblastech. V ekologickém zemědělství se pěstuje především za potravinářským účelem. Produkce je soustředěná hlavně do podhorských oblastí na pozemky s nižší úrodností (Vach, Javůrek, 2011).

Oves je obilnina hojně pěstována v oblasti mírného pásma, přičemž se hodí zejména pro oblasti s chladnými a vlhkými obdobími jako je severozápadní Evropa a Kanada. Ovšem jsou snahy dostat produkci i do jiných oblastí, konkrétně oblast Středomořího moře, kde bude úroda čelit horkému a suchému počasí (Sánchez-Martín et al., 2014).

Pěstuje se velmi dobře na málo úrodných půdách díky svým fyto-sanitárním účinkům. Taktéž má bohatou kořenovou soustavu a je velmi vhodný jako krycí plodina pro podsevy jetelovin, přičemž potlačuje zaplevelení a nekonkuruje hlavní plodině (Moudrý, 1993).



Jako obilnina se oves vyznačuje poněkud dobrými nároky na předplodinu, ale nejlepšími plodinami jsou okopaniny a jeteloviny. Ovšem pěstování po obilninách je také možné, ale takovéto zařazení v osevním postupu se pak kompenzuje raným setím, výživou či chemickým ošetřením proti bzunce ječné (*Oscinella frit* L.). Bezpluchý oves je celkově náročnější na agrotechnické zásahy, podmínky prostředí a předplodinu (Benada a kol., 2001). Na stejném pozemku se může pěstovat až po 4 letech, neboť existuje riziko napadení hád'átkem ovesným (*Heterodera avenae*) (Chloupek a kol., 2005). Moudrý (1993) mluví o ovsu jako o doběrné plodině, která se zařazuje na konec obilných sledů a také za přerušovač v osevních postupech, protože nebývá skoro vůbec napaden houbami, které působí tzv. choroby pat stébel a navíc jeho kořeny vylučují různé látky brzdící aktivitu těchto hub.

Po sklizni předplodiny se strniště zapraví do půdy pomocí podmítky a jelikož je oves jařina, využívá se meziorostní období pro pěstování meziplodin na zelené hnojení (Benada a kol., 2001). Pro přípravu dobrého set'ového lůžka je vhodné použití kompaktoru, který spojí setí s urovnáním a kypřením půdy. Hloubka setí se pohybuje od 2 do 3 cm a výsevek bývá okolo 4–5 milionů klíčivých semen. Oves je velmi náročný na vláhu, zvláště při klíčení a vzcházení. Proto se v sušších oblastech využívá vyššího výsevku až na 5,5 milionů klíčivých semen (Drastichová, 2005). Z tohoto hlediska se musí oves sít, jakmile to dovolí fyzikální stav pozemku. Optimální termín setí je druhá polovina března. Kvůli nižší odolnosti k poléhání, které snižuje biologické hodnoty zrna a zvyšuje sklizňové ztráty, se musí dbát na optimální založení porostu, které se docílí hlavně optimálním výsevkem. Proti poléhání je vhodné pak použít některé morforegulátory např. přípravky na bázi chlormequatu (Benada a kol., 2001).

V ochraně proti plevelům se využívají kromě herbicidů i mechanické zásahy, a to především v době od zasetí do odnožování. Mezi tyto zásahy patří hlavně vláčení, které lze provádět ve 3. až 4. listu a poté již není potřeba, protože se projeví konkurenceschopnost ovsa. Herbicidní ochrana je založena na aplikaci listových kontaktních a translokačních přípravků nebo jejich směsí. Oves je citlivý na chlortoluron používaný v pšenici, a proto nemůže být po takto ošetřené plodině oves následnou plodinou. Za další ošetření během vegetace je ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům. Z chorob může porost napadnout padlí trvaní, rez ovesná (*Puccinia coronata*) nebo rez travní ovesná, hnědá skvrnitost ovsa a sněti (*Ustilago avenae*). Ze škůdců to mohou být trásněnky, hád'átko ovesné, mšice, již zmiňovaná bzunka ječná, anebo ostruhovník průsvitný, který přenáší virovou zakrslost ovsa (Benada a kol., 2001).

Oves je možno sklídit na zelené krmení i na senáž v mléčné a ve voskové zralosti. Na zrno se sklizeň řídí podle dozrání vrcholové laty a za optimální vlhkosti zrna, což je 14 – 15 %. Jediný problém je ten, že oves dozrává nerovnoměrně směrem od vrcholu dolů, zvláště když trvá dlouhotrvající sucho. Pak nastává riziko, že se ve sklizni objeví černá a špatná zrna nebo že vrcholové klásky budou přezrálé a začnou vypadávat. Rozdíl v dozrávání je také mezi bezpluchým a pluchatým ovsem. Bezpluchý má delší vegetační dobu a dozrává tedy později a často má také nazelenalá spodní kolénka a část stonku bývá ještě živá. Po sklizni probíhá čištění a dosoušení zrna, a nakonec se uskladní. Za optimálních podmínek může být naskladněn až rok. Pozor se musí dávat u bezpluchého ovsa, který je citlivější na mechanické poškození i na podmínky skladování. Kvůli mechanickému poškození zrna se musí tedy dbát také na správné seřízení mlátiček a bubnů. (Moudrý, 1993).

Směry produkce ovsa popisují také zahraniční zdroje. Např. v USA je oves především jarní plodinou využívanou na zrno a slámu, a kromě toho také brzy sklizenou zelenou pící na seno a senáže. Oves zde dozrává stejně, tedy koncem července a začátkem srpna a umožňuje tak využít meziporostního období nebo včasné aplikování organických hnojiv (Lang et al., 2016).

#### **4.3.4 Výživa a hnojení ovsa setého**

Přizpůsobení ovsa podmínkám prostředí záleží na tom, zda se jedná o oves pluchatý nebo bezpluchý. Bezpluchý oves je náročnější, kdežto pluchatý se snadno přizpůsobuje vlhkým a chladným oblastem. Oves celkově není náročný na teploty. Již při 3 - 5 °C začíná klíčit. Jako plodina je velmi odolná krátkodobému působení nízkých teplot. Co se týče vody, patří oves mezi plodiny s velkým nárokem na vodu během celé vegetace. Sucho se tedy na porostu podepisuje nedostatečným vyvinutím zrn a snížením jejich hmotnosti. Ovšem pokud je až moc vlhký ročník, může to naopak zapříčinit poléhání porostu (Moudrý, 1993).

Vzhledem k tomu, že má oves fyto-sanitární účinky, díky svému mohutnému kořenovému systému, který je schopen dobře čerpat živiny z půdy, je často pěstován v horších oblastech a podmínkách. Je také zařazován na konci osevního postupu a označuje se za tzv. dobřerou plodinu (Fecenko, Ložek, 2000).

Konvalina a kol. (2008) uvádí, že má dobrou schopnost přijímat z půdy i pevněji vázané živiny a je citlivý na nevyváženou bilanci živin. Má větší požadavky na draslík a hořčík.

Vzhledem k této schopnosti a také dlouhé vegetaci, využívá dobře živiny z organického hnojení. Doporučený poměr živin N : P : K je 1 : 0,30 - 0,39 : 0,83 - 1,44 (Moudrý, 1993).

I nahý oves dobře snáší organické hnojení. Po nevhodné předplodině lze hnojit až 20 t hnoje nebo 25 m<sup>3</sup> kejdy na hektar (Moudrý, 1999).

Je tedy doporučováno používat organická hnojiva. Používá se zaorávka dobře pořezané slámy předplodiny, ovšem nesmíme zapomenout na dodání dusíkatých hnojiv, která napomůžou rozkladu. Aplikuje se 40 kg čisté živiny dusíku na ha, což odpovídá přibližně 0,8 kg N na 100 kg slámy. Další možností je zelené hnojení nebo aplikace chlévského hnoje v dávce 30 - 40 t.ha<sup>-1</sup>. Následně jsou tyto organická hnojiva zaorána spolu s draselnými a fosforečnými hnojivy dle rozborů AZP (Benada a kol., 2001).

Oves snáší kyselější půdy, proto se nedoporučuje přímé vápnění (Konvalina a kol., 2008).

Na 1 t zrna odčerpá oves 26 kg N, 6,1 kg P, 24,1 kg K, 2,9 kg Ca a 2,4 kg Mg (Richter, Ryant, 2002).

Celková dávka dusíku pro oves se pohybuje okolo 60 - 90 kg N.ha<sup>-1</sup> podle předplodiny, přičemž 2/3 se aplikují před setím a zbytek počátkem sloupkování. Z minerálních hnojiv se používá DAM 390, NPK, NP roztoky a při hnojení v druhé dávce se mohou použít také ledek amonný s vápencem nebo ledek vápenatý. Pozdní přihnojení v plném sloupkování se doporučuje pouze při špatném porostu apod., zvláště u pluchatého ovsa aplikovat pouze výjimečně. Počátkem metání se pak může přihnojit, aby se zvýšil obsah bílkovin a objemová hmotnost zrna, ovšem tento postup nebývá často moc ekonomický (Benada a kol., 2001).

Nesmí se podcenit u ovsa ani výživa mikroelementy, jako je hlavně měď a mangan. Tyto živiny jsou důležité pro správný vývoj lat (Moudrý, 1993).

V Americe má oves se pěstuje také jako krmná píče. Proto se snaží najít způsoby hnojení, které budou mít dobrý vliv na efektivitu využití dusíku a na kvalitativní stránku rostliny. V Americe je to totiž složitější vzhledem k množství ploch, kde je pěstována hlavně kukuřice, která následně nedává zrovna ideální možnosti a podmínky pro pěstování ovsa. Zkoušely se zde hnojit plochy močovinou v dávkách 0, 20, 40, 60 a 100 kg N.ha<sup>-1</sup> a kejdou na podzim v množství 42 300 a 84 600 l.ha<sup>-1</sup> (105 a 209 kg N.ha<sup>-1</sup>). Velký nárůst výtěžnosti dusíku nastal po hnojení močovinou v rozmezí 65,8 až 89,8 %, kdežto po kejdě v průměru 53,5 %. Rozdíl je způsoben formou dusíku, kterou hnojivo uvolňuje. Močovina uvolní velké množství amonné formy dusíku, která je ihned využívána rostlinami, kdežto kejda dodá hlavně nitrátový dusík, který musí projít dalšími procesy přeměny na amoniakální dusík (Coblentz et al., 2016).

## 5 Materiál a metody

Metodika je navržena tak, aby splnila cíle této práce, kdy nejdůležitější je porovnat sledované ukazatele použitých odrůd v závislosti na variantách a dávkách hnojení v jednotlivých ročnících.

### 5.1 Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. V Ruzyni

VÚRV, v.v.i. je v České republice se svými 300 zaměstnanci největším pracovištěm aplikovaného výzkumu, zaměřeným na rostlinnou výrobu a příbuzné obory. Kromě hlavního pracoviště v Praze – Ruzyni má ústav výzkumné a pokusné stanice i další pracoviště po celé ČR, včetně vlastní vinice na Karlštejně.

Vedle tradičních oborů, jako jsou rostlinná výroba, agroekologie, genetika a šlechtění, výživa rostlin, rostlinolékařství a ochrana zásob, se výzkum nově více zaměřuje na udržitelné systémy zemědělského hospodaření, a to jak z hlediska ochrany půdy před erozí či vyplavováním živin, tak i z pohledu šetrného přístupu k ochraně plodin a jejich produktů před škodlivými organismy.

Hlavním cílem výzkumu ve VÚRV, v.v.i. je získat vědecké poznatky pro podporu trvale udržitelného rozvoje zemědělství, na základě inovací systémů a technologií pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin pro energetické a průmyslové využití. Hlavní uplatnění výsledků výzkumu je v oblasti zvyšování efektivity rostlinné výroby, při zajištění minimálních negativních dopadů na životní prostředí a zdraví člověka.

I když je hlavním sídlem ústavu Praha, nachází se několik pokusných a výzkumných stanic i dalších pracovišť v různých lokalitách České republiky. Pokusy jsou umístěny na pozemcích v areálu VÚRV, mimo areál VÚRV pak v oploceném areálu letiště a na nechráněných pozemcích u ovocného sadu. Výměra obhospodařované půdy činí 110 ha.



Obr. č. 6: VÚRV, v. v. i. ([www.vurv.cz](http://www.vurv.cz))

## 5.2 Metodika pokusu

Jak jsem již zmínil v úvodu, pokus je součástí evropského projektu, který se zabývá vyhodnocením různé úrovně hnojení u tří druhů minoritních obilnin v různých agroklimatických podmínkách tří států EU – Estonsko, Velká Británie a Česká republika. Pro hnojení byl použit chlévský hnůj, kejda/kompost/kal, digestát, drůbeží hnůj a minerální hnojivo NPK nebo ledek amonný s vápencem (LAV). Hnůj byl na podzim zaorán při podzimní přípravě půdy a ostatní hnojiva byla aplikována na konci odnožování rostlin. Polní pokusy byly založeny na podzim roku 2014 a 2015 pro ozimé plodiny (pšenice špalda a žito) a na jaře 2015 a 2016 byl založen pokus s ovsem, přičemž:

- Velká Británie: pšenice špalda a žito,
- Estonsko: žito a oves setý,
- Česká republika: pšenice špalda a oves setý.

Tato práce je vázána na pokusy vedené v České republice. Pro pokus byly použity čtyři genotypy obou druhů minoritních obilnin, které zahrnovaly starší krajové odrůdy a nové moderní odrůdy z celé Evropy. Pro pokus byly použity tyto následující odrůdy špaldy a ova:

Pšenice špalda	Oves setý
<ul style="list-style-type: none"><li>• Oberkulmer</li><li>• Zürcher Oberländer Rotkorn (ZOR)</li><li>• Rubiota</li><li>• Filderstolz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Atego</li><li>• Korok</li><li>• Saul (nahý oves)</li><li>• Kalle</li></ul>

Pro jednotlivé odrůdy byly založeny pokusné parcely o velikosti 3 m x 12 m na lokalitě VÚRV, v. v. i. v Ruzyni na konvenčních plochách. Jednotlivé plochy podstoupily standardní zpracování půdy a ošetření herbicidem. Každá varianta měla čtyři opakování. V pokusu bylo porovnáváno hnojení chlévským hnojem, digestátem, kejdou a minerálním hnojivem ledkem amonným s vápencem (LAV). Každé hnojivo bylo aplikováno v dávce 50 kg a 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Jak již bylo zmíněno, jednotlivá hnojiva byla aplikována na konci odnožování a LAV byl aplikován o pár dní později před očekávaným deštěm.

Množství aplikovaných hnojiv:

- Kontrola **0 kg N.ha<sup>-1</sup>**
- **50 kg N.ha<sup>-1</sup>**: Hnůj 11 t.ha<sup>-1</sup>, Kejda 15 t.ha<sup>-1</sup>, Digestát 10 t.ha<sup>-1</sup>, LAV (27) 0,185 t.ha<sup>-1</sup>
- **100 kg N.ha<sup>-1</sup>**: Hnůj 22 t.ha<sup>-1</sup>, Kejda 30 t.ha<sup>-1</sup>, Digestát 20 t.ha<sup>-1</sup>, LAV (27) 0,370 t.ha<sup>-1</sup>

	2	4	3	1	2	1	4	3	12 m		2	4	1	3	4	3	2	1	
Min 100									2,5 m										Dig 50
	3	1	2	4	3	2	1	4	12 m		1	2	3	4	2	1	4	3	
									6 m										
	4	2	1	3	1	4	2	3	12 m		4	1	3	2	4	2	3	1	
Kejda 50									2,5 m										Hnůj10
	1	3	2	4	2	3	4	1	12 m		3	4	2	1	3	1	4	2	
									6 m										
	4	1	3	2	4	2	3	1	12 m		3	2	1	4	3	2	1	4	
Dig 100									2,5 m										Kejda 1
	3	4	2	1	3	1	4	2	12 m		2	1	4	3	1	4	3	2	
									6 m										
	2	4	1	3	1	3	2	4	12 m		1	3	2	4	2	3	4	1	
Hnůj 50									2,5 m										Min 50
	1	2	3	4	2	1	4	3	12 m		4	2	1	3	1	4	2	3	
	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m			3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	
				24 m	24 m					6 m				24 m	24 m				
				špald	oves	1 Rubiota	1 Kalle							špald	oves				
						2 Filderstolz	2 Atego				2	3	1	4	1	2	3	4	6 m
						3 ZOR	3 Saul			Kontrola									2,5 m
						4 Oberkulmer	4 Korok				1	4	3	2	3	1	4	2	6 m
											3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	

Obr. č. 7: Schéma pokusu

Kontrolní parcely nebyly hnojeny vůbec. Během vegetace se sledovala úroveň napadení škůdci a chorobami. Před sklizní se odebrali z porostu snopky, které byly určeny na posklizňové rozbory. Snopky se odebíraly z dvojřádku o velikosti 0,5 m celkem ze dvou míst parcely, tedy odběr 2 m řádku. Po sklizni se snopky rozborovaly na kvantitativní parametry výnosu a poté byly vzorky předány na rozbor kvalitativních parametrů. Nakonec se jednotlivé sezóny a varianty hnojení mezi sebou porovnají a vyhodnotí se, které hnojení má dobrý vliv na výnos minoritních plodin. Pro zhodnocení vlivu odrůdy a hnojiva na výnos špaldy a ovsu byla použita ANOVA hlavních efektů a Tukey HSD test s hladinou významnosti  $\alpha=0,05$ . Statistické zhodnocení bylo provedeno v programu Statistica 10.

Průběh pokusu je možné prohlédnout na fotografiích přiložených v příloze č. 1.

## 5.2.1 Odrůdy použité v pokusu

### Pšenice špalda

- **RUBIOTA** - Ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby (VÚRV) Praha - Ruzyně se podařilo vyšlechtit odrůdu pšenice špaldy zvané Rubiota, která byla v roce 2001 registrována a PRO-BIO obchodní společnost s r.o. je jejím výhradním distributorem. Jedná se o originální odrůdu, které říkáme "červená", není prošlechtěná s pšenicí setou, a tudíž má původní specifickou genetickou stavbu, na rozdíl od pšenice seté. Klas je jehlancovitý, velmi dlouhý, řídký, hnědavě zbarvený. Zrno má charakteristické červenohnědé zbarvení, je velké a HTS dosahuje 60 g i více. Je doporučována do systému ekologického zemědělství i na pozemky s nižší hladinou živin. Termín setí je optimální v druhé polovině září, snáší i pozdější výsevy po 15.10. s vyšším výsev-kem. Pro všechny špaldy je doporučováno výsevek 200 - 250 kg/ha zrn v pluchách podle podmínek a termínu setí v dané výrobní oblasti.
- **OBERKULMER** - Oberkulmer je robustní švýcarský kultivar testován v Ohiu od roku 1989. Má vyšší obsah bílkovin v zrně. Oberkulmer má bezosinatý klas, má hnědé plevy, velké klásky a velká zrna. Výtěžek slámy je vynikající. Výška rostliny může dosáhnout výše až 154 cm a řadí se proto mezi nejvyšší odrůdy. Náklady na pěstování může být problém, a to zejména díky potřebě vysoké míry dusíku. Používá se jako krmivo nebo pro potravinářské použití. Sláma se stává stále cennější a pšenice špalda poskytuje právě nejlepší slámu s extra absorpční schopností.
- **ZÜRCHER OBERLÄNDER ROTKORN (ZOR)** – Jedná se o vysoko výnosnou odrůdu rané špaldy. Odrůda výborně pokryje půdu a dobře klíčí a vzhází. Sláma se v době zralosti zbarvuje do intenzivní fialové barvy. Zrno tvoří protáhlý, poněkud baňatý tvar obsahující vysoký obsah proteinu, což je využíváno v pekařství. Odrůda má velmi dobrý celkový zdravotní stav. Je to odrůda odolná proti fuzáriu klasu, hnědé skvrnitosti listů a rzi. Se svým vysokým potenciálem je Zürcher Oberländer Rotkorn zvláště vhodný pro úrodnější stanoviště, ovšem tak i na méně úrodných se špatným zásobováním vodou.
- **FILDERSTOLZ** – Má velmi vysokou výtěžnost a dobrou stabilitu. HTS (HTZ) je velmi vysoká a má dobré vlastnosti pro pozdější zpracování. Odolává dobře i pozdějšímu poléhání a hlavním listovým chorobám a rzím.

## Oves setý

- **SAUL** - Nahý (bezpluchý) oves, vhodný především pro potravinářské účely, ale i na krmivářské účely. Má vylepšenou odolnost k poléhání. Jeho předností je nízký obsah pluchatých zrn i v méně příznivých podmínkách. Odrůda Saul má nižší obsah tuku, proto je zvláště vhodnou surovinou pro výrobu dietních potravin a pochutin. Polo-pozdní, středně vysoká odrůda s dobrou odolností k napadení chorobami. Výsev co nejdříve na jaře 4 - 4,5 MKS/ha, v BVO až 5 MKS/ha. Hnojení N dle předplodiny v dávce 60 – 80 kg (nejlépe ve dvou dávkách).

Udržovatel: Selgen, a.s., Praha

- **ATEGO** - Středně raná pluchatá žlutozrná odrůda. Nízké rostliny se střední až vysokou odolností poléhání. Je odolný proti rzi ovsa i travní. Vysoký výnos ve všech polohách vhodných pro pěstování ovsa. Zrno je středně velké, s vyšším obsahem bílkovin. Podíl pluch je středně vysoký. Výsevek se doporučuje v OVT 4 MKS/ha v BVT 5 MKS/ha a hnojení 60 - 90 kg N dle podmínek.

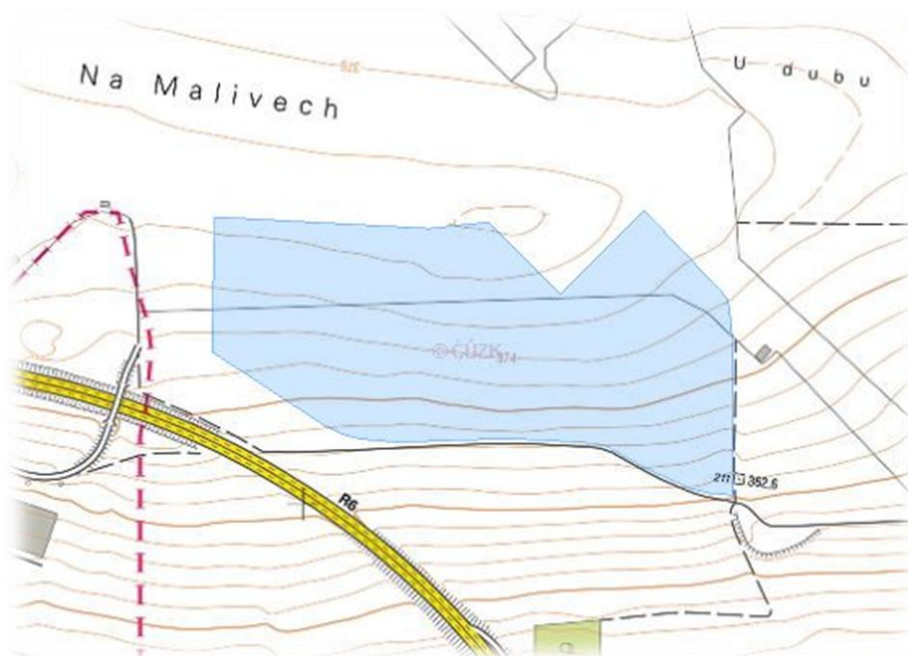
Udržovatel: Selgen, a.s., Praha

- **KOROK** - Korok je středně raná odrůda s vysokým podílem předního zrna. Typické je žluté zrno s vysokým obsahem N-látek. Odrůda má vysoký výnos v kombinaci s nadprůměrnou HTS. Vyznačuje se velmi dobrým zdravotním stavem, se střední odolností ke komplexu listových skvrnitostí. Odolnost proti padlí travnímu na listu a rzi ovesné je vysoká. Odrůdu lze využít pro potravinářské i krmné účely, vhodná je i pro pěstování na zeleno.
- **KALLE** – Tato odrůda dosahuje vysokého výnosu zrna hlavně ve velmi dobře organicky hnojených oblastech v konvenčním zemědělství. HTS (HTZ) a objemová hmotnost je vysoká. Obsahuje vysoký obsah bílkovin. Výška této odrůdy ji dává možnost potlačit plevel. Je odolný proti rzi. Je doporučen včasný brzký výsevek a střední dávky hnojení dusíkem. Tento oves byl vyšlechtěn v Estonsku a registrován byl v roce 2012.



## 5.2.2 Charakteristika pozemku

Pokusné stanoviště se nachází na 50°08' severní šířky a 14°30' východní délky v nadmořské výšce 345 m. Výrobní oblast v řepářském typu Ř2. Pozemek je mimo areál VÚRV v oploceném areálu letiště.



Obr. č. 8: Katastrální mapa pozemku (<http://nahliznidokn.cuzk.cz/>)

### **Půdní podmínky:**

Půda je hnědozem modální, jílovitohlinitá, na spraši, částečně na křídové opuce, s vyšším obsahem hrubého prachu a nižším obsahem jílnatých částic a jílu. Ornice o mocnosti 26 - 33 cm přechází subhorizontem 34 - 54 cm do výrazného ořechovito-prismatického iluviálního horizontu zasahujícího do hloubky 77 - 80 cm, s přechodem do spraše v hloubce 85 - 120 cm. Hodnota sorpční kapacity činí v ornici při obsahu jílu 20 - 35 %. Celý profil je neutrální a sorpčně nasycený až plně nasycený. Obsah přístupných živin je dobrý až velmi dobrý. Ve svažitéch polohách a spraši se nacházejí profily smytých hnědozemí se zbytky iluviálního horizontu, event. silně smyté hnědozemě, kde ornice leží bezprostředně na spraši.

### **Agrochemické vlastnosti ornice:**

- Obsah humusu: 4,1 %
- Obsah přístupných živin (mg/kg): P 62; K 171; Mg 114; Ca 3446

### **Klimatická a povětrnostní charakteristika:**

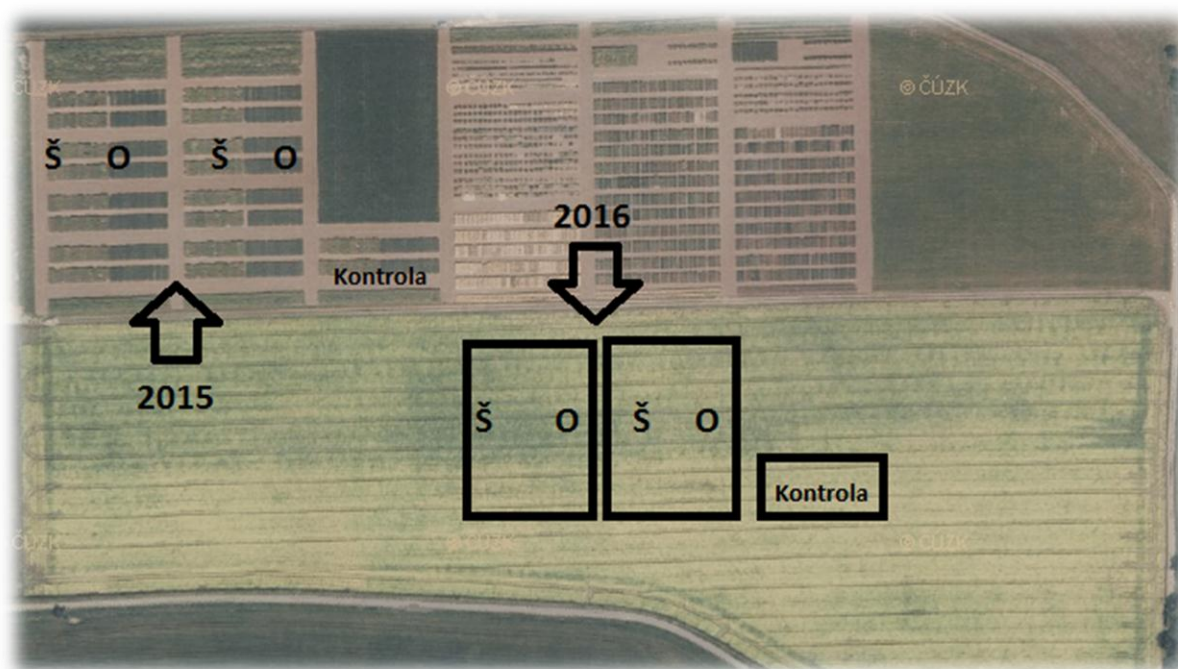
Pokusné pracoviště spadá do klimatického regionu T2. Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je 7,9 °C a dlouhodobý úhrn ročních srážek 472 mm.

### Charakteristické plevele:

Mezi charakteristické plevele patří a ve velké míře se vyskytuje oves hluchý, pcháč oset a brukvovité plevele. Dále hluchavky, ptačinec žabinec, rdesnovité, laskavec ohnutý, merlíky, úhorník mnohodílný a pýr plazivý.

### Charakteristická fauna:

Zástupců fauny mnoho není, protože objekt je situován u letiště a mezi pokusnými pozemky se nachází přistávací rampa. Málo se vyskytují hlodavci (myši, křečci), ojediněle zajíc nebo srna. Největšími polními škůdci jsou holubi.



Obr. č. 9: Schéma pokusu po dobu 2 sezón (<http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>)

### 5.2.3 Agrotechnická opatření

#### Pšenice špalda

<b>Předplodina</b>	2014/2015	Hrách setý
	2015/2016	Hrách setý
<b>Datum setí</b>	2014/2015	30. 9. 2014
	2015/2016	1. 10. 2015
<b>Výsevek</b>	2014/2015	350 rostlin/m <sup>2</sup>
	2015/2016	250 rostlin/m <sup>2</sup>
<b>Ošetření herbicidem + datum ošetření</b>	2014/2015	Maraton 4 l/ha – 13.10. 2014 Mustang Forte 1 l/ha – 15.4. 2015
	2015/2016	Maraton 4 l/ha – 2. 11. 2015
<b>Datum sklizně</b>	2014/2015	30. 7. 2015
	2015/2016	8. 8. 2016

#### Oves setý

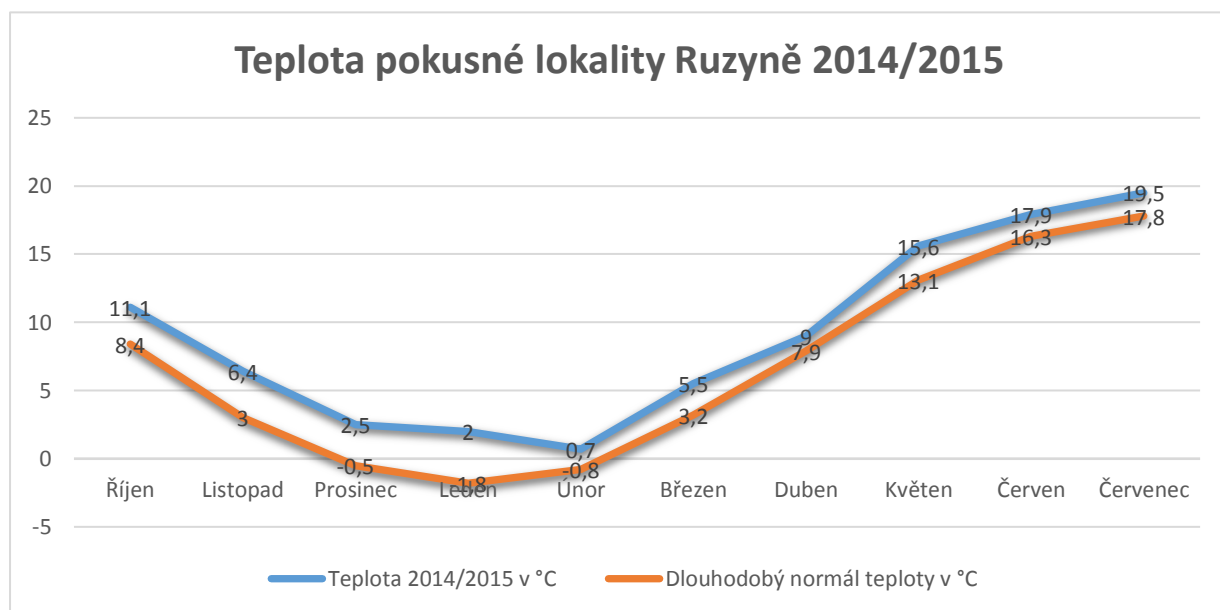
<b>Předplodina</b>	2015	Hrách setý
	2016	Hrách setý
<b>Datum setí</b>	2015	18. 3. 2015
	2016	23. 3. 2016
<b>Výsevek</b>	2015	500 rostlin/m <sup>2</sup>
	2016	500 rostlin/m <sup>2</sup>
<b>Ošetření herbicidem + datum ošetření</b>	2015	Mustang Forte 1 l/ha – 5. 5. 2015
	2016	Mustang Forte 1 l/ha – 28. 4. 2016
<b>Datum sklizně</b>	2015	7. 8. 2015
	2016	15. 8. 2016

## 5.2.4 Meteorologické charakteristiky během celého pokusu

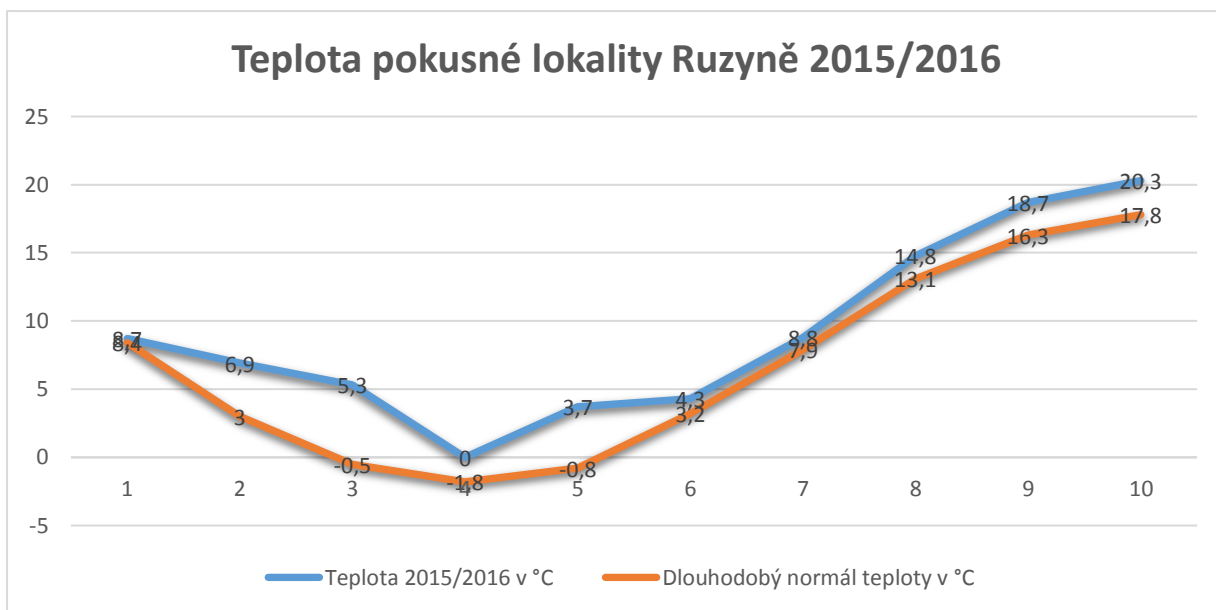
<b>Lokalita Ruzyně</b>						
	<b>t (°C)</b>		<b>Dlouhodobý normál (°C)</b>	<b>Srážky (mm/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Dlouhodobý normál (mm/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Měsíc</b>	<b>2014/2015</b>	<b>2015/2016</b>		<b>2014/2015</b>	<b>2015/2016</b>	
<b>Říjen</b>	11,1	8,7	8,4	48,1	48	26,5
<b>Listopad</b>	6,4	6,9	3,0	20,3	43,6	29,9
<b>Prosinec</b>	2,5	5,3	-0,5	22,8	8,6	22,3
<b>Leden</b>	2	-0,2	-1,8	17,8	20,5	20,6
<b>Únor</b>	0,7	3,7	-0,8	1,7	36,9	20,9
<b>Březen</b>	5,5	4,3	3,2	31,6	31,6	27,2
<b>Duben</b>	9	8,8	7,9	33	22,2	32,6
<b>Květen</b>	15,6	14,8	13,1	43,5	18,4	60,7
<b>Červen</b>	17,9	18,7	16,3	28,7	30,7	65,3
<b>Červenec</b>	19,5	20,3	17,8	30,8	59,4	69,8
<b>Suma srážek (mm/m<sup>2</sup>)</b>				<b>278,3</b>	<b>319,9</b>	<b>375,8</b>

Tab. č. 9: Data z meteorologické stanice VÚRV, v. v. i. V Ruzyni

Po celé období pokusu převládaly nadprůměrné teploty v zimě i v létě, kdy v roce 2015 bylo léto doprovázeno extrémními teplotami a suchem, což zapříčinilo nízkou využitelnost živin z půdního roztoku vlivem nedostatku vody.

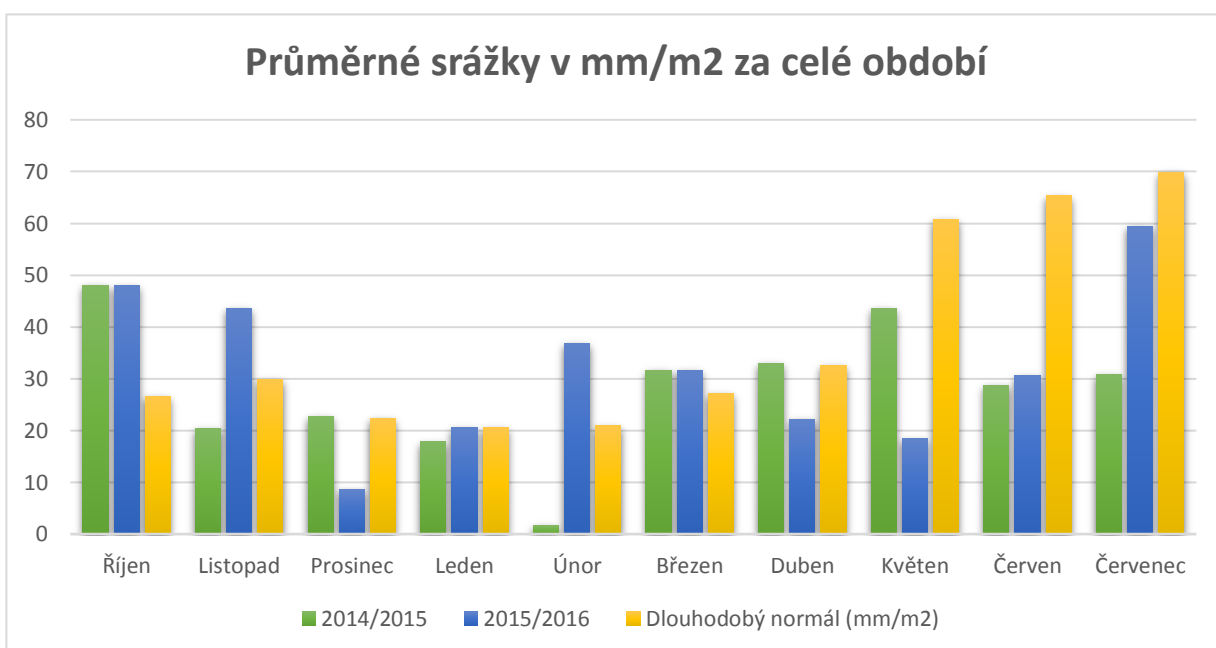


Graf č. 3: Teplota během roku 2014/2015



Graf č. 4: Teplota během roku 2015/2016

Počáteční období růstu ozimé špaldy bylo bohaté na srážky, a tudíž byly vhodné podmínky pro klíčení a vzcházení. V době odnožování špaldy bylo taktéž dostatek srážek. V únoru se srážky dostaly hluboko pod dlouhodobý normál a v březnu se vyrovnali, což bylo důležité pro regenerační proces obilnin a klíčení a vzcházení jařin, tedy ovsa setého. S velkým nedostatkem vláhy se porost potýkal od května až do sklizně, což mohlo mít neblahý vliv na vývoj klasu i celkového výnosu. Sucho taktéž způsobovalo to, že se hnojivo drželo v horních vrstvách půdy a nemělo možnost se dostatečně rozpustit a dostat se ke kořenům rostlin.



Graf č. 5: Porovnání průměrných srážek lokality s dlouhodobým normálem

### 5.2.5 Posklizňový rozbor vzorků

Před sklizní plodiny se provedl odběr snopků. Snopky byly odebrány za pomoci elektronických nůžek a měřidla o délce 0,5 m. Vždy se odebíralo ze dvou míst parcely, a to z dvojřádku o délce 0,5 m z každé varianty. Snopek se poté opatrně zabalil, označil a byl za vhodných podmínek uskladněn na rozborovně. Zde poté probíhal rozbor těchto snopků.

Sklizeň pokusu probíhala tak, že jednotlivé parcely byly sklizeny maloparcelovou sklízecí mlátičkou. Zrno jednotlivých variant bylo za pomoci pracovníků sypáno přímo ze stroje do speciálních látkových pytlů s příslušným označením varianty. Tyto vzorky se poté uskladnily a následně byly váženy na výpočet a zjištění výnosu.

Rozbor snopků probíhal tak, že celý snopek se zvážil, poté se spočítali rostliny, následně se oddělily klasy/laty, které se také spočítaly. Zvážila se sláma a poté se změřila její délka. Následoval rozbor klasů/lat. Všechny klasy/laty se zvážily a poté se postupně měřila jejich délka a počítal se počet klásků na klasu/latě. Všechny hodnoty se zprůměrovaly a zapsaly. Po tomto rozboru se sláma odložila a všechny klasy/laty se následně vymlátili na speciální mlátičce určené pro výzkumné činnosti. Vymláčené zrno se ihned vyčistilo od nečistot a zbytků plev a uložilo se do označeného sáčku, který se použil pro stanovení HTS (HTZ) a dále na odběr vzorků pro stanovení kvalitativních parametrů v laboratořích VÚRV, v. v. i.



Obr. č. 10: Počítadlo semen

## 6 Výsledky

Ve výsledcích porovnávám průměrné výnosy zrna mezi jednotlivými variantami hnojeními a ročníky. Tabulka nezprůměrovaných výnosů opakování je přiložena v příloze č. 2. Dále jsou zde provedena statistické výpočty, která porovnávají celkový vliv hnojení na výnos a vliv ročníku na výnos. Vzhledem k tomu, že v roce 2015 byla epidemie rzi plevové a porosty špaldy byly napadeny, přikládám také tabulku, která poukazuje na procentuální napadení v jednotlivých odrůdách. Nakonec přikládám tabulku přehledu délky klasu/laty, počtu klásků a HTS (HTZ).

### Pšenice špalda

Průměrné výnosy v t.ha <sup>-1</sup> 2015									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Rubio-ta	3,9	4,5	4,5	4,4	4,1	4,5	4,5	4,4	4,5
Filder.	4,7	4,8	5,6	5,2	5	5,4	5,6	5,3	5,4
ZOR	4,1	4,1	4,8	4,2	4,1	4,5	4,5	4,5	4,6
Oberk.	4,5	4,7	5,1	4,8	4,8	5,2	4,7	4,7	5

Tab. č. 10: Vliv odrůdy a hnojení na výnos zrna pšenice špaldy v t.ha<sup>-1</sup> v roce 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

HTZ (g) špaldy 2015									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Fildest.	49,9	52,2	52,5	52	51,8	52	51,8	50,3	52,1
Oberk.	48,8	50,7	51,1	50,2	50,6	50,2	50,8	49,9	51,5
ZOR	46,4	47,6	47,6	46,9	47,5	47,2	46,9	47	47,5
Rubio-ta	47,4	47,3	47,6	47,2	47,8	47,9	47,5	47,3	48

Tab. č. 11: HTZ pšenice špaldy 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

V roce 2015 byl dosažen nejvyšší výnos u odrůdy Filderstolz a hned po ní je to odrůda Oberkulmer. Co se týče variant hnojení, tak nejlepším hnojivem byla kejda, která u odrůdy Filderstolz dosahovala výnosů při nižší aplikaci 5,4 t.ha<sup>-1</sup> a při vyšší aplikaci 5,6 t.ha<sup>-1</sup>. Podobný výnos byl zaznamenán také u hnojení vyšší dávkou minerálního dusíku, tedy ve formě ledku amonném s vápencem. U varianty hnojené LAV, kejdou a digestátem byla v obou dávkách také nejvyšší HTZ. Další dobrý výnos vykazovala tato odrůda při hnojení digestátem. Zde byly výnosy 5,3 t.ha<sup>-1</sup> a 5,4 t.ha<sup>-1</sup>. Je samozřejmé, že čím vyšší dávky, tím vyšší výnos.



Proto byly v případě jmenovaných hnojiv nejvyšší výnosy právě při aplikaci 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Ovšem kejda a digestát vykazovaly úctyhodné výnosy také při nižší dávce.

Naopak nejnižší výnosy poskytly odrůdy Rubiota a Zürcher Oberländer Rotkorn (ZOR). Nejnižší výnos u odrůdy Rubiota a ZOR byla u aplikace hnoje v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup> a dále u minerálního dusíku v nižší dávce. To může odkazovat na nižší schopnost odrůdy použít živiny.

	Počet klasů na m <sup>2</sup> 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Fildest.	471	500	435	489	456	504	511	430	443
Oberk.	376	478	410	415	453	471	447	404	401
ZOR	368	425	430	481	428	492	456	387	456
Rubio-ta	403	403	403	400	398	432	372	439	367
	Počet klásků v klasu 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Fildest.	15	16	15	16	15	16	16	16	17
Oberk.	14	15	14	15	14	14	13	13	13
ZOR	14	14	13	14	13	14	13	13	15
Rubio-ta	14	14	12	14	14	14	13	13	14
	Délka klasu (cm) 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Fildest.	11	10,1	10,6	10,4	10,7	10,6	11,5	10	11
Oberk.	12,1	12,4	11,8	11,4	12,6	11,9	12,8	11,9	11,6
ZOR	10,1	10,7	11,2	10,3	10,9	11,9	11,7	11,1	9,8
Rubio-ta	10,6	10,2	10,8	11,1	10,9	11,9	10,8	11	11,1

Tab. č. 12: Výnosotvorné parametry špaldy roku 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

Odrůda Filderstolz měla také nejvyšší hodnoty, co se týče počtu klasů na m<sup>2</sup> a počtu klásků. Tyto hodnoty byly zaznamenány u variant hnojené hlavně na 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Odrůda Oberkulmer měla ze všech odrůd nejdelší klas a vzhledem k jejímu výnosu je zřejmé, že tato odrůda má větší vzdálenost mezi klásky.



Průměrné výnosy v t.ha <sup>-1</sup> 2016									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Rubio-ta	4	4,3	5	4,7	4,7	5	4,4	4,6	4,7
Filder.	5,6	5,5	6,8	5,7	6,4	5,9	6,3	6	6,1
ZOR	4,8	4,8	5,3	4,9	5,4	5,3	5,2	5,1	5,3
Oberk.	4,7	4,9	5,1	4,6	5,1	5,2	4,9	4,9	5,1

Tab. č. 13: Vliv odrůdy a hnojení na výnos zrna pšenice špaldy v t.ha<sup>-1</sup> v roce 2016 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

	HTZ (g) špaldy 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
Fildest.	58,8	58,9	59,4	58,9	59	59,1	59,7	59,1	59,4
Oberk.	58,2	58,4	59,3	58,6	58,5	58,7	59,4	58,1	58,3
ZOR	55,1	54,5	54,7	55,4	55,1	55	55	55,2	54,3
Rubio-ta	49,6	49,3	50,2	50,5	49,3	49,5	49,9	50	49,53

Tab. č. 14: HTZ pšenice špaldy 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

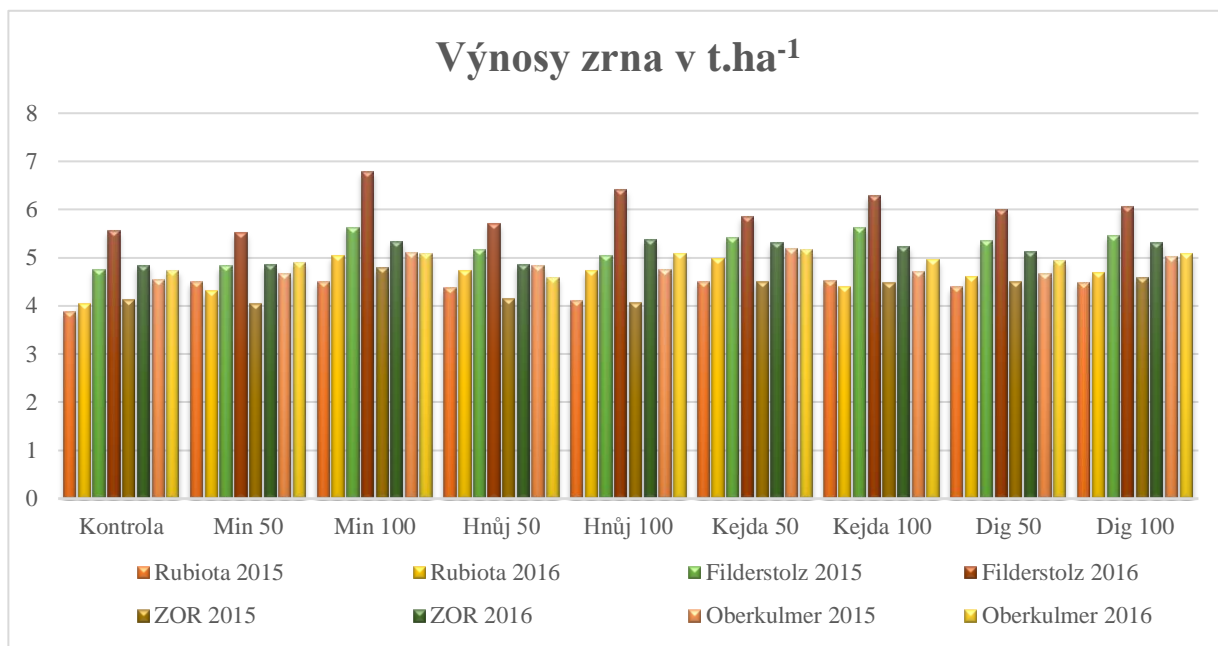
Z tabulky průměrných výnosů za rok 2016 je velmi patrné, že nejvíce výnosnou odrůdou je opět Filderstolz, kdy nejvyšší výnos byl 6,8 t.ha<sup>-1</sup> u varianty hnojení minerálním dusíkem ve vyšší dávce. Je to o 17 % vyšší výnos než v roce 2015. Kromě výborných výnosů opět u varianty hnojené kejdou a digestátem se tento ročník projevilo také hnojení hnojem ve vyšší dávce, přičemž poskytl druhý nejvyšší výnos této odrůdě a to 6,4 t.ha<sup>-1</sup>. Největší vliv na výnos měly opět vyšší dávky těchto hnojiv, ovšem taktéž i jejich nižší dávky. Nejvyšší HTZ byly zaznamenány opět u LAV, kejdy a digestátu, přičemž nejvyšší ze všech byla varianta hnojená kejdou s vyšší dávkou dusíku.

Nejnižší výnosy jsem zaznamenal opět u odrůdy Rubiota. V jejím případě je např. zajímavé, že kejda aplikovaná v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup> přinesla nejnižší výnos a to 4,4 t.ha<sup>-1</sup>.

	Počet rostlin na m <sup>2</sup> 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Fildest.</b>	410	422	366	424	478	409	434	420	448
<b>Oberk.</b>	422	419	447	405	452	402	401	419	397
<b>ZOR</b>	394	372	437	403	421	349	463	379	366
<b>Rubio-ta</b>	426	410	418	410	444	427	413	442	409
	Počet klásků v klasu 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Fildest.</b>	19	19	19	20	19	19	19	16	19
<b>Oberk.</b>	16	15	16	15	16	16	15	16	15
<b>ZOR</b>	18	18	15	18	18	18	18	17	18
<b>Rubio-ta</b>	15	14	15	16	15	16	15	14	14
	Délka klasu (cm) 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Fildest.</b>	12,3	13	11,5	11,8	12,5	11,8	12,5	12,3	11,3
<b>Oberk.</b>	15	14,5	14	13,8	13,8	14	13,8	13,8	13,3
<b>ZOR</b>	12,5	13,5	10,5	11,5	11,3	12,3	13	10,8	11
<b>Rubio-ta</b>	13	10,3	10,8	11,3	12,3	12,8	12	10,8	11,5

Tab. č. 15: Výnosotvorné parametry špaldy roku 2016 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

Z tabulek je patrné, že počet klasů na m<sup>2</sup> byl ovlivněn dávkou dusíku na ha opět i v tomto roce. Čím více dusíku, tím více rostlin na m<sup>2</sup>. Obě nejvýnosnější odrůdy měly také nejvíce klásků v klasu a nejdelší klas měla opět odrůda Oberkulmer, překvapivě u kontrolní varianty hnojení.



Graf č. 6: Výnosy zrna špaldy v t.ha<sup>-1</sup> za ročník 2015 a 2016

### Oves setý

Průměrné výnosy v t.ha <sup>-1</sup> 2015									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Kejda 50	Kejda 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Dig 50	Dig 100
<b>Kalle</b>	4,5	4,6	5,1	5	5	4,7	5,1	5	5
<b>Saul</b>	3,2	3,5	3,5	3,9	3,4	3,7	3,8	3,9	3,6
<b>Ko-rok</b>	5,3	5,5	5,1	5,9	5,8	5,6	6	5,7	5,8
<b>Atego</b>	5,1	5,4	5,6	6,1	5,7	5,4	6,1	5,8	5,7

Tab. č. 16: Průměrné výnosy zrna v t.ha<sup>-1</sup> v roce 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

HTZ (g) ovsa 2015									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	33,9	34	34,25	34,3	34,04	33,7	33,45	33,4	33,76
<b>Atego</b>	33,2	32,3	33,7	32,5	33,5	33,8	32,9	33,8	32,7
<b>Saul</b>	26,1	26,3	26	25,6	26,5	26,5	26,6	25,8	26,1
<b>Kalle</b>	39,2	39,1	40,3	39,4	39,2	39	39,9	39,2	40,1

Tab. č. 17: HTZ ovsa setého 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

U ovsa se prokázala dobrá reakce na organické hnojení. Nejvyšší výnosy se prokázaly u odrůdy Atego a Korok. Nejvyšší výnos u odrůdy Atego byl 6,1 t.ha<sup>-1</sup> u varianty hnojené hnojem v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup> a kejdou v dávce 50 kg N.ha<sup>-1</sup>. Odrůda Korok měla také nej-

vyšší výnos 6 t.ha<sup>-1</sup> u varianty hnojené hnojem ve vyšší dávce. Co se týče HTZ, zde byly jasně nejvyšší hodnoty u odrůdy Kalle ve variantě hnojené LAV a digestátem ve vyšší dávce.

Nejnižší výnosy se zaznamenaly u odrůdy Saul a zde je velmi zajímavé, že nejnižší výnos 3,4 t.ha<sup>-1</sup> byl u varianty hnojené kejdou v dávce 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Ovšem jedná se o odrůdu nahého ovsa a zde je všeobecně známo, že nedosahují vysokých výnosů a HTZ tomu také odpovídá.

	Počet lat na m <sup>2</sup> 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	354	341	369	353	393	318	341	398	386
<b>Atego</b>	378	362	344	414	345	378	397	404	401
<b>Saul</b>	349	360	357	425	339	329	326	298	350
<b>Kalle</b>	354	316	358	390	436	412	381	361	416
	Počet klásků na květenství 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	34	59	50	52	46	45	52	47	46
<b>Atego</b>	49	49	41	43	44	46	47	34	39
<b>Saul</b>	36	33	36	38	38	45	50	44	33
<b>Kalle</b>	34	44	35	35	31	42	40	42	45
	Délka květenství (cm) 2015								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	15,7	19,3	18	18,4	18	17,3	19,5	17,3	18
<b>Atego</b>	16,7	17,3	18	16,2	16,1	16,8	17,5	15,3	15,9
<b>Saul</b>	17	17,3	18,3	17	17,7	19	19	18,3	18
<b>Kalle</b>	17,3	16,8	16,5	17,3	16,3	18,3	17,8	18,5	18,6

Tab. č. 18: Výnosotvorné parametry ovsa roku 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

Odrůda Kalle měla u varianty hnojené hnojem a digestátem v množství 100 kg N.ha<sup>-1</sup> největší počet lat na m<sup>2</sup>. Ovšem Saul a Atego reagovali také dobře na hnojení hnojem při dávce 50 kg N.ha<sup>-1</sup>. Nejdélší latu a nejvíce klásků v květenství měla odrůda Korok a to při hnojení LAV 50 kg N.ha<sup>-1</sup>. Na délku květenství mělo dobrý vliv také hnojení kejdou a digestátem.

Průměrné výnosy v t.ha <sup>-1</sup> 2016									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Kejda 50	Kejda 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Dig 50	Dig 100
<b>Kalle</b>	4,7	4,6	4,8	4,7	5,1	5	4,9	4,9	5,2
<b>Saul</b>	3,4	3	3,7	3,2	3,7	3,2	3,6	3,5	3,6
<b>Ko-rok</b>	4,9	5	5,5	5,7	5,9	5,2	5,8	5,4	5,7
<b>Atego</b>	5	5,3	5,8	5	6	5,4	5,9	5,1	5,8

Tab. č. 19: Průměrné výnosy zrna v t.ha<sup>-1</sup> v roce 2016 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

HTZ (g) ovsa 2016									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	30,3	29,8	30	30,3	30,22	29,8	30,2	30,2	30,1
<b>Atego</b>	28,8	29,8	28,7	28,7	28,45	28,5	28,9	28,9	29,4
<b>Saul</b>	25,8	26,5	21	20,5	20,5	20,6	20,8	20,75	20,6
<b>Kalle</b>	32	31,5	32,1	32,2	32,2	31,8	31,4	31,8	31,8

Tab. č. 20: HTZ ovsa setého 2015 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

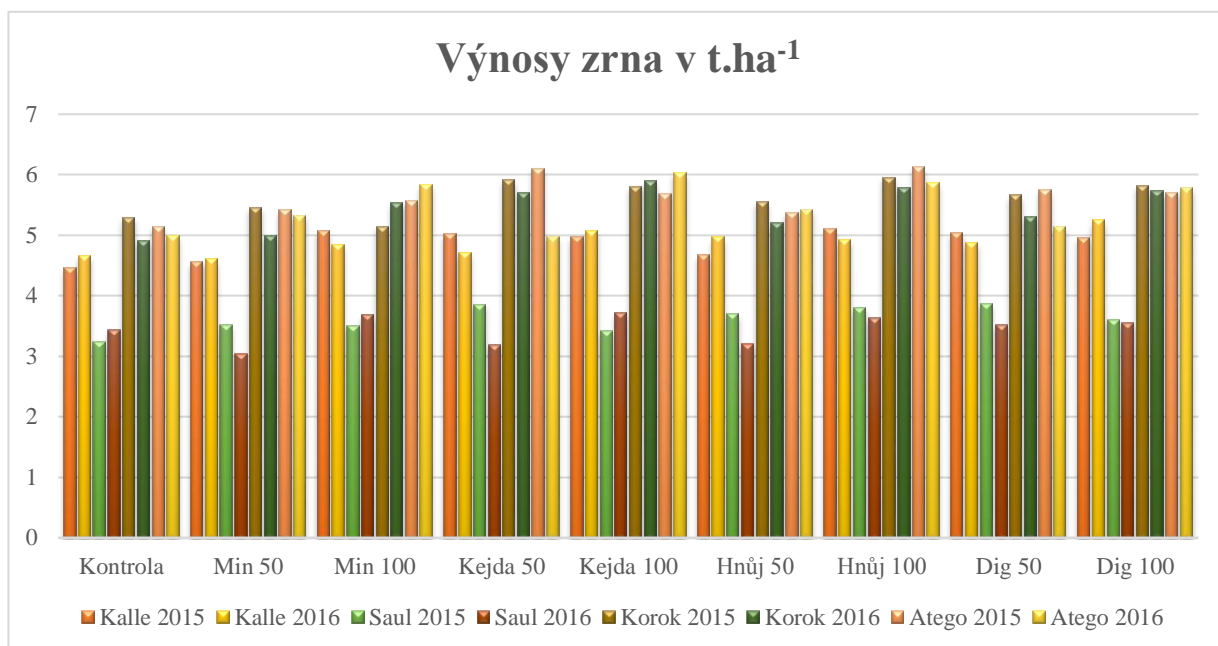
Rok 2016 přinesl o něco nižší výnosy. Jako nejevýnosnější odrůdy se projeví opět Atego a Korok. Tyto odrůdy ukázaly, že mohou dobrého výnosu dosáhnout i v nepříznivých podmínkách, neboť rok 2015 byl extrémně teplotně nadprůměrný a velmi suchý. Odrůda Atego dosáhla tentokrát nejvyššího výnosu 6 t.ha<sup>-1</sup> u varianty hnojené kejdou se 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Dále jsou vysoké výnosy u hnojení hnojem, minerálním dusíkem ve vyšší dávce a digestátem. Ve variantě hnojené hnojem se jedná v roce 2016 o pokles o 4,3 % výnosu oproti 2015 a ve variantě hnojené kejdou se jedná oproti roku 2015 o nárůst o 5,6 %. Druhou nejevýnosnější odrůdou byl Korok s výnosem 5,9 t.ha<sup>-1</sup> a to u stejných variant jako Atego. HTZ byla nejvyšší opět u odrůdy Kalle, hlavně u varianty hnojené hnojem.

Nejnižší výnos 3,0 t.ha<sup>-1</sup> v tomto roce byl zaznamenán opět u odrůdy Saul, ale tentokrát u varianty hnojené minerálním dusíkem v dávce 50 kg N.ha<sup>-1</sup>.

	Počet lat na m <sup>2</sup> 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	286	311	265	255	240	304	321	260	276
<b>Atego</b>	375	357	421	337	324	330	374	329	375
<b>Saul</b>	283	281	348	284	253	287	277,25	254	261
<b>Kalle</b>	264	257	222	196	245,75	241	257	281	250
	Počet klásků na květenství 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	32,5	34,75	33,5	32,25	32,5	35,25	31	38	35,75
<b>Atego</b>	30,5	30,25	26,75	30,25	36,75	37,75	32	35,5	28,25
<b>Saul</b>	40	34,75	31,75	36,25	34	38,25	36,5	31,25	38,5
<b>Kalle</b>	28,5	33	32,75	29,75	37,5	35	35,75	32,25	30,25
	Délka květenství (cm) 2016								
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Ko-rok</b>	15,75	19	17,5	17,5	16,5	17	19,5	17	17,5
<b>Atego</b>	16,5	17,5	17,75	15,75	16	16,5	17,5	15,25	16
<b>Saul</b>	16,5	17,75	18,25	16,25	17,5	18,5	18,5	17,75	17,5
<b>Kalle</b>	17,25	16,75	17	17	16,25	18,25	17,5	18	18

Tab. č. 21: Výnosotvorné parametry ovsa roku 2016 (zelená = nejnižší; červená = nejvyšší)

V roce 2016 měla odrůda Atego největší počet lat na m<sup>2</sup> a nejvíce při hnojení LAV 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Počet klásků byl nejvyšší u hnojení kejdou a hnojem a také u odrůdy Saul v kontrolní variantě. Nejdelší laty byly u odrůdy Korok, Saul a Kalle při hnojení kejdou a hnojem.



Graf č. 7: Výnosy zrna ovsa v t.ha<sup>-1</sup> za ročník 2015 a 2016

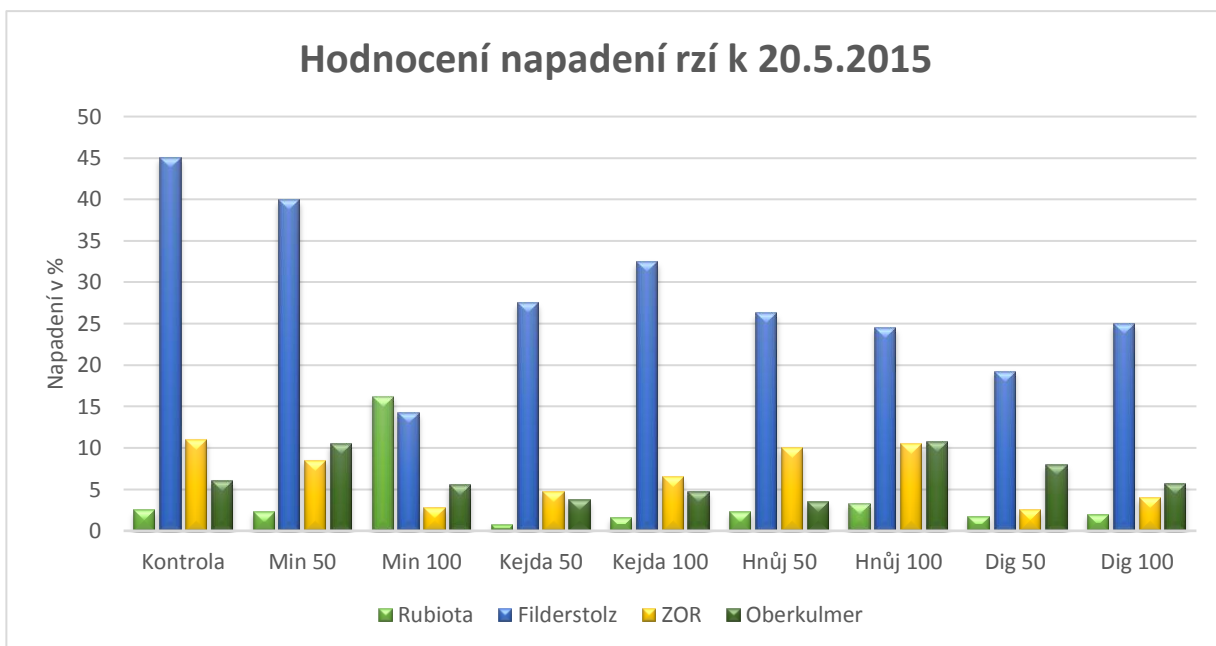
### **Choroby a škůdci během vegetace**

Během vegetace nedošlo k žádnému napadení škůdci. Ovšem co se týče chorob, tak byl stěžejní hlavně rok 2015, kdy se ČR potýkala s epidemií rzi plevové (*Puccinia striiformis* var. *striiformis*). Napadený byl porost pšenice špaldy, kdy byla rzi pokryta většina listů rostlin. To mělo vliv na průběh fotosyntézy, a tedy nedostatečné metabolické procesy vedoucí k pomalému vývoji a ohrožení výnosu. Z níže přiložených grafů je patrné, že nejvíce napadenou odrůdou byl Filderstolz a později se napadení projevilo také na odrůdě Zürcher Oberländer Rotkorn (ZOR). Přesto tyto odrůdy vynesly vysoké výnosy.

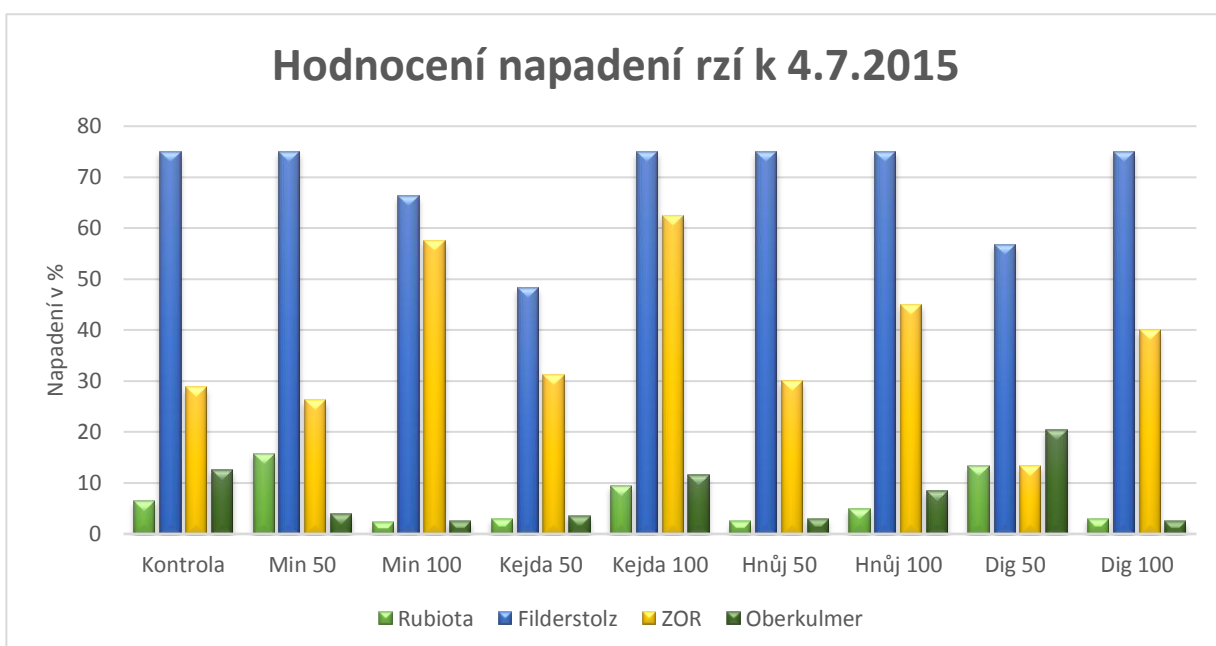
Jendotlivá hodnocení sledovaná ve dvou datech vegetace jsou uvedena v grafech 8 a 9.



Obr. č. 11: Rez plevová na pšenici (<https://www.agromanual.cz>)



Graf č. 8: Průměrné hodnocení napadení rží plevovou v jednotlivých variantách pokusu k 20.5. 2015



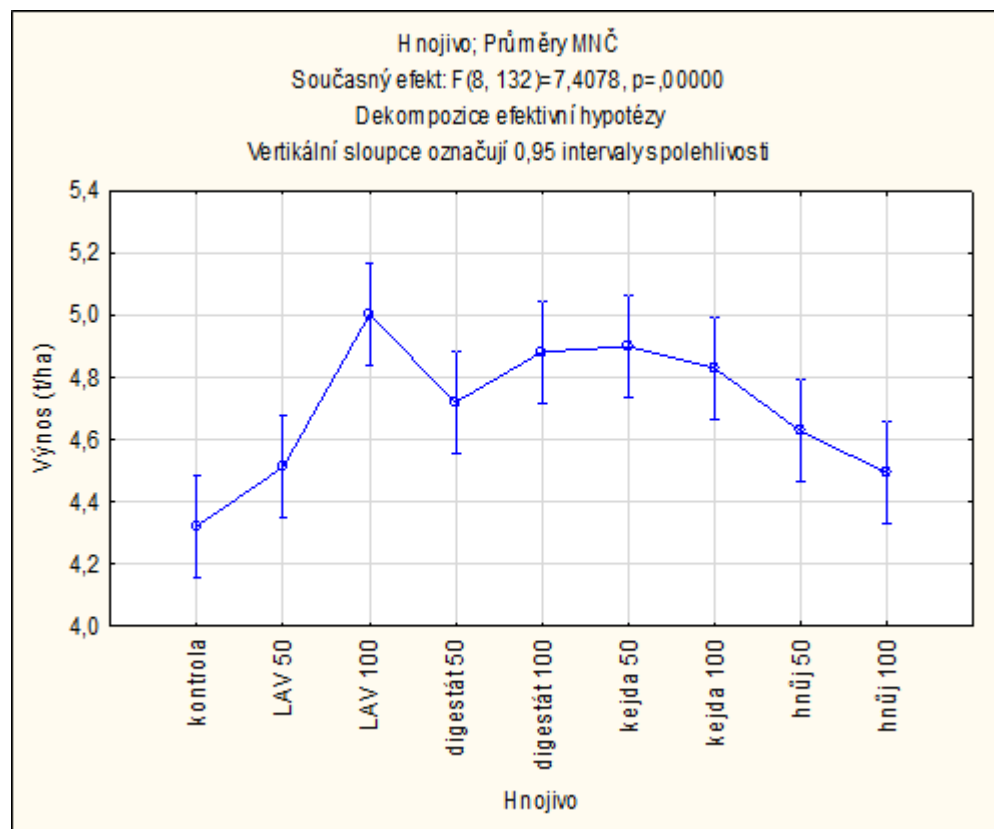
Graf č. 9: Průměrné hodnocení napadení rží plevovou v jednotlivých variantách pokusu k 4.7. 2015



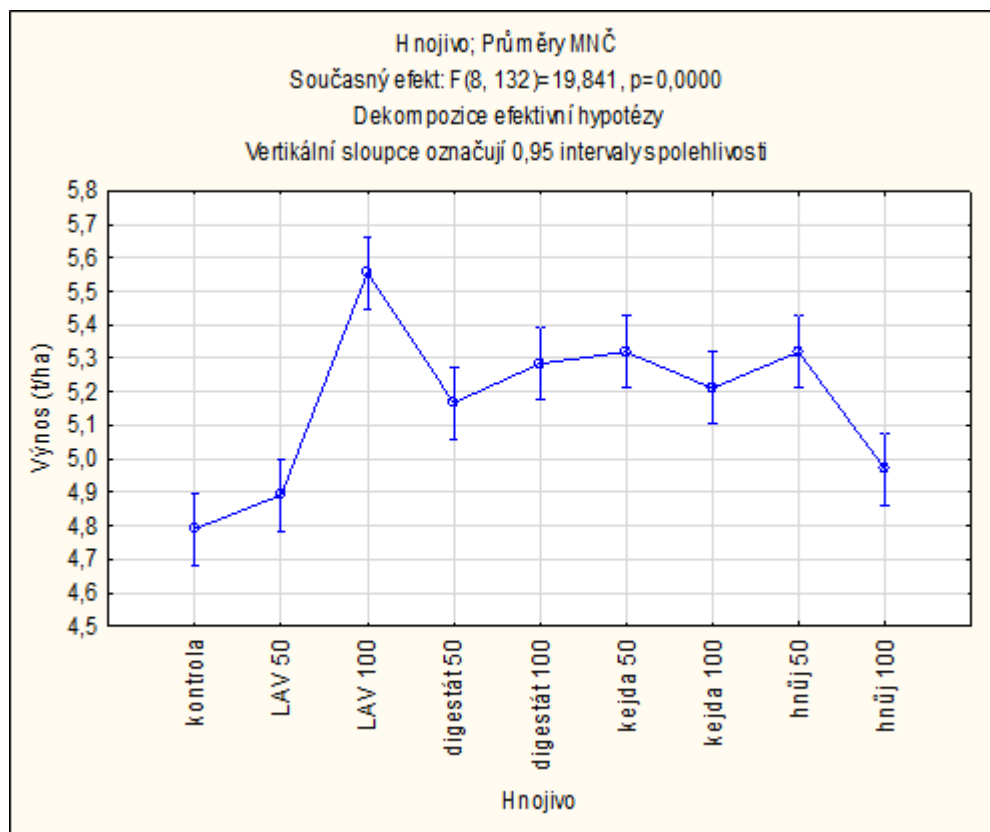
## Statistická analýza porovnání závislosti variant hnojení, odrůd a ročníku na výnos hlavního produktu sledovaných obilnin

Abych zjistil celkovou závislost odrůd na výnos nebo hnojení na výnos, byla všechna data zpracována statistickými analýzami za použití ANOVA testu a Tukey HSD test s hladinou významnosti  $\alpha=0,05$ . Statistické zhodnocení bylo provedeno v programu Statistica 10. Touto analýzou jsem zjistil statisticky průkazné a neprůkazné údaje závislosti odrůdy a hnojení na výnos. Nakonec jsem zjistil také statistickou průkaznost či neprůkaznost vlivu ročníku na celkové výnosy.

### Hodnocení závislosti hnojení na výnosu špaldy 2015 - 2016



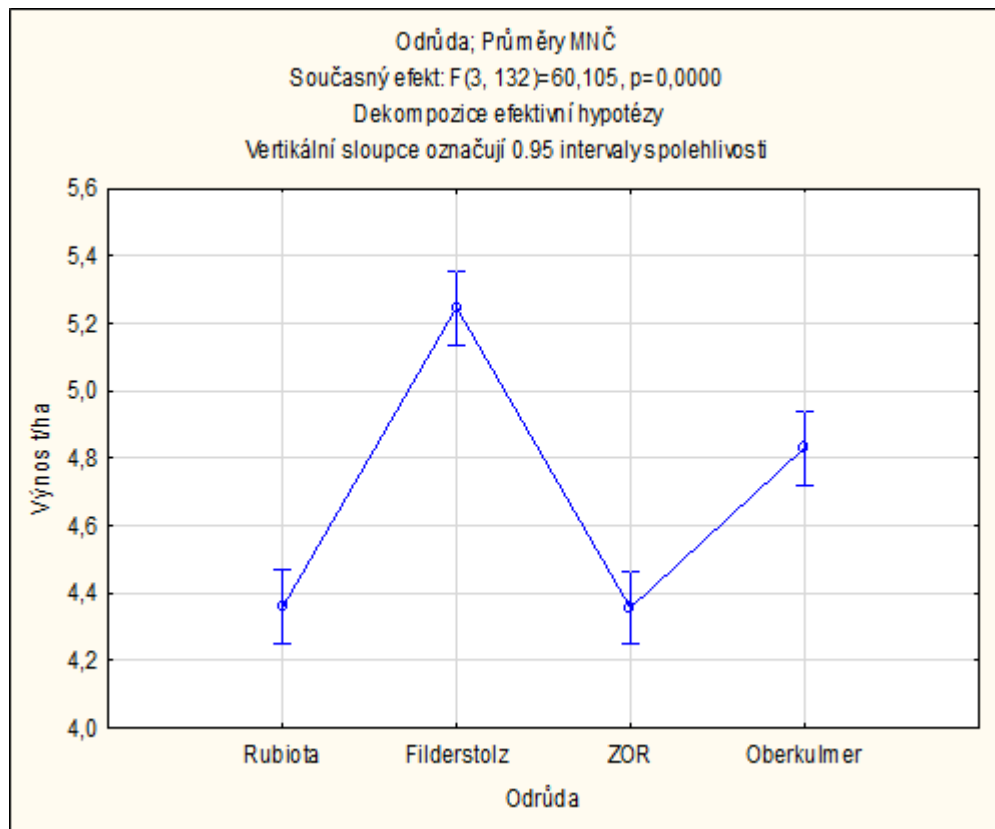
Graf č. 10: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu špaldy 2015



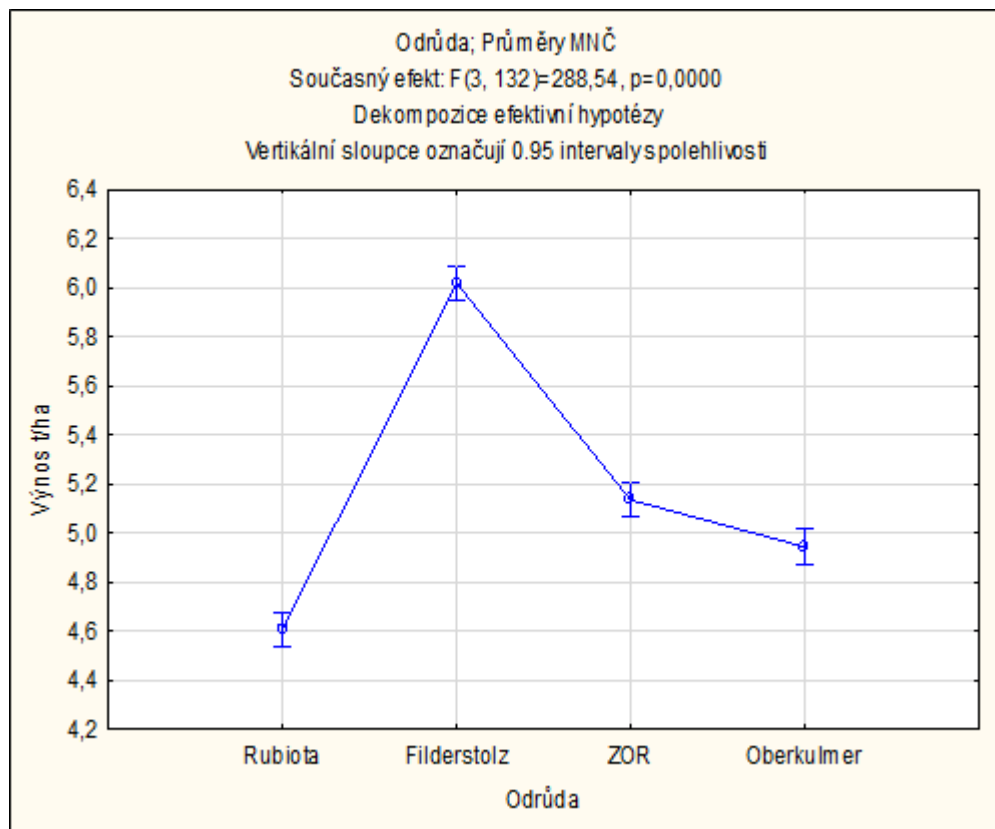
Graf č. 11: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu špaldy 2016

Z grafů č. 9 a č. 10 je po vyhodnocení statistických testů zřejmé, že s 95% pravděpodobností neexistuje u většiny hnojiv statisticky průkazný rozdíl závislosti na výnos hlavního produktu. Ročník 2015 byl velmi ovlivněn epidemií rzi plevové a výnos byl menší, a tudíž se neprojevila ani závislost hnojení na výnosu. Tedy statisticky neprůkazný rozdíl se projevil ve všech variantách. V roce 2016 byl statisticky neprůkazný rozdíl zřejmý mezi hnojením a výnosem u varianty hnojené digestátem, kejdou a hnojem. V tomto roce se však projevila závislost minerálního hnojení ve vyšší dávce na výnos produktu, což se také statisticky prokázalo a je možno vidět v grafu č. 10. Důvodem bude odlišnost minerálního hnojení a organického hnojení v závislosti na povětrnostních a půdních podmínkách.

## Hodnocení závislosti odrůdy na výnosu špaldy 2015 - 2016



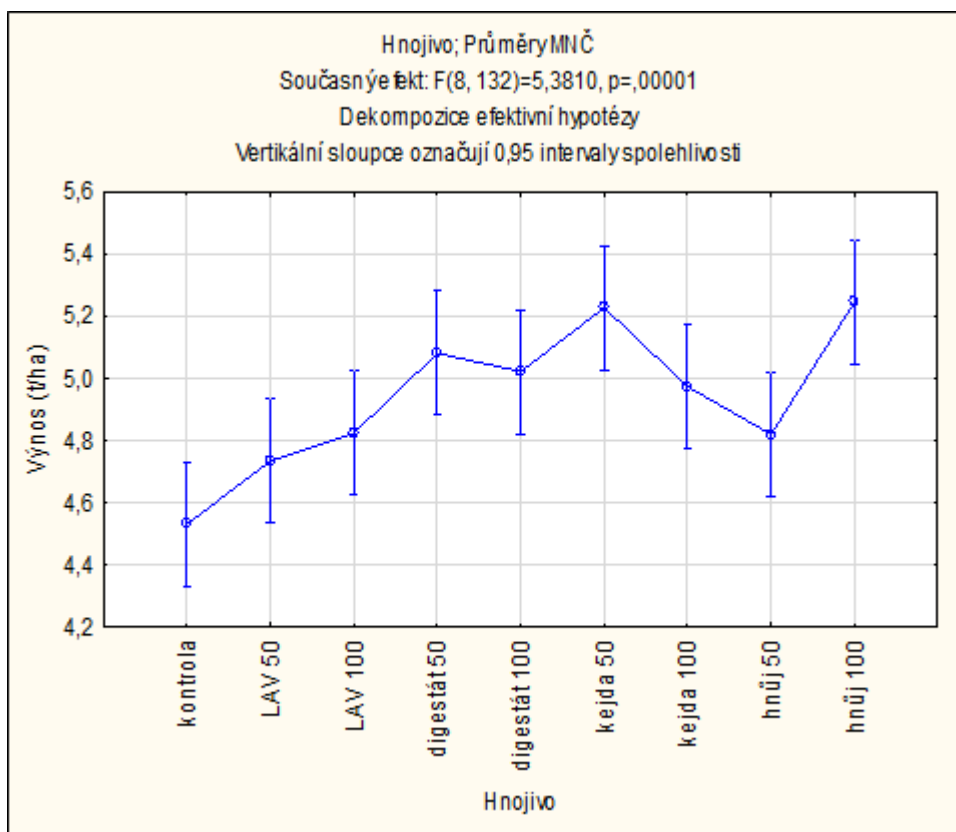
Graf č. 12: Statistické zhodnocení závislosti odrůdy na výnosu špaldy 2015



Graf č. 13: Statistické zhodnocení závislosti odrůdy na výnosu špaldy 2016

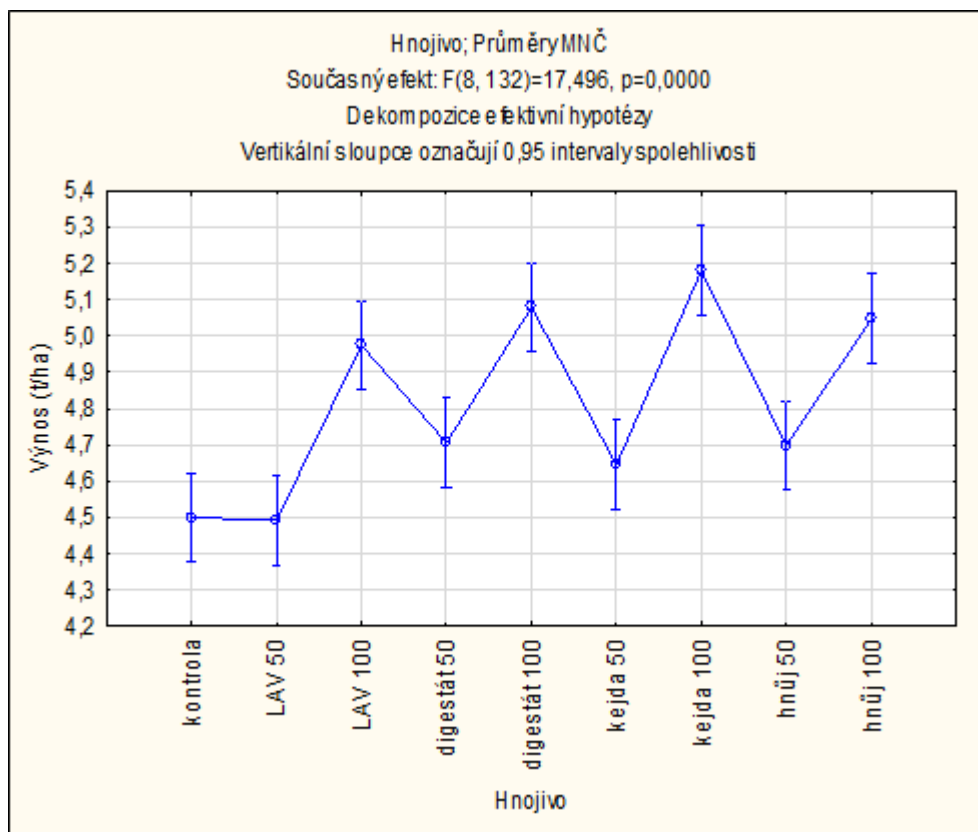
Z grafů č. 11 a č. 12 je patrné, že v obou ročnících existuje statisticky průkazná závislost, a tudíž je s 95% pravděpodobností výnos závislý na výběru odrůdy. Nejvíce výnosnou odrůdou je německá odrůda Filderstolz a u je u ní největší prokazatelnost závislosti výnosu na odrůdě. Naopak Rubiota, vyšlechtěná právě VÚRV, v. v. i., byla nejméně výnosná a je tedy mezi touto odrůdou a nejvýnosnější odrůdou patrný rozdíl.

### Hodnocení závislosti hnojení na výnosu ovesa 2015 – 2016



Graf č. 14: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu ovesa 2015

Ze statistického šetření je znát, že neexistuje statisticky průkazná závislost hnojení na výnos hlavního produktu. Pokud bych však porovnával jednotlivé varianty, tak s 95% pravděpodobností existuje statisticky průkazný rozdíl mezi hnojením hnojem dávkou  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a jeho nižší dávkou. Dále to samé platí pro nižší dávku minerálního dusíku ve formě LAV. Výnos tedy bude závislý na dávce N aplikované hnojem a na formě hnojiva.

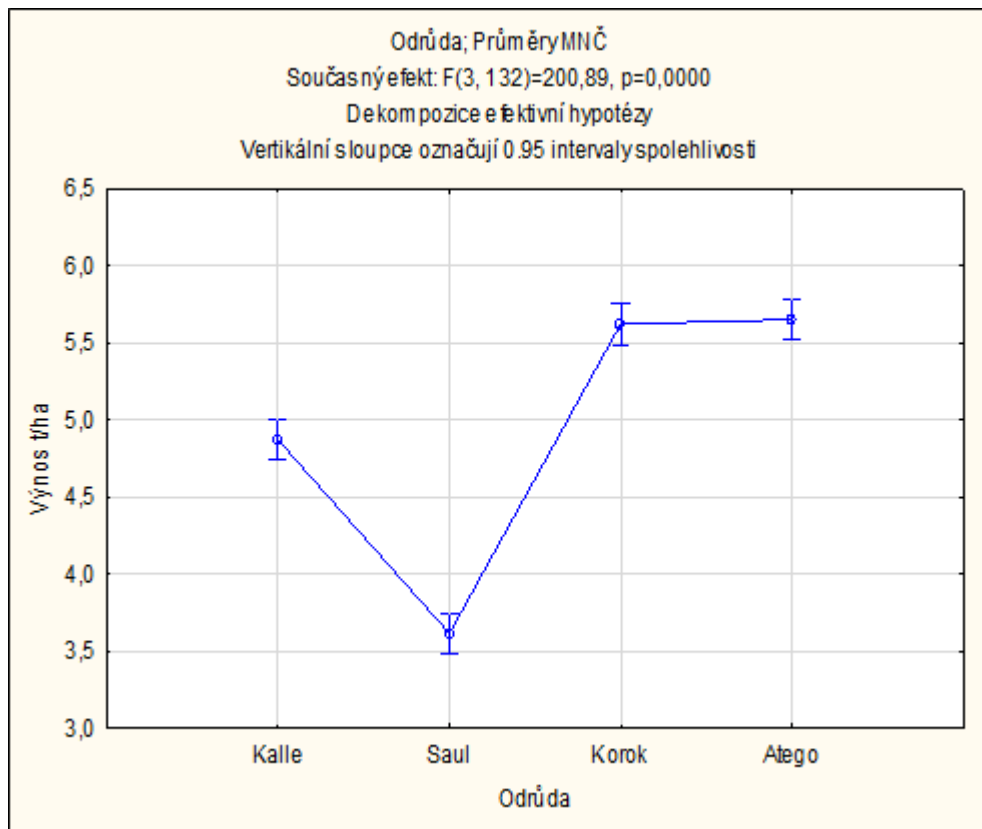


Graf č. 15: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu ovsa 2016

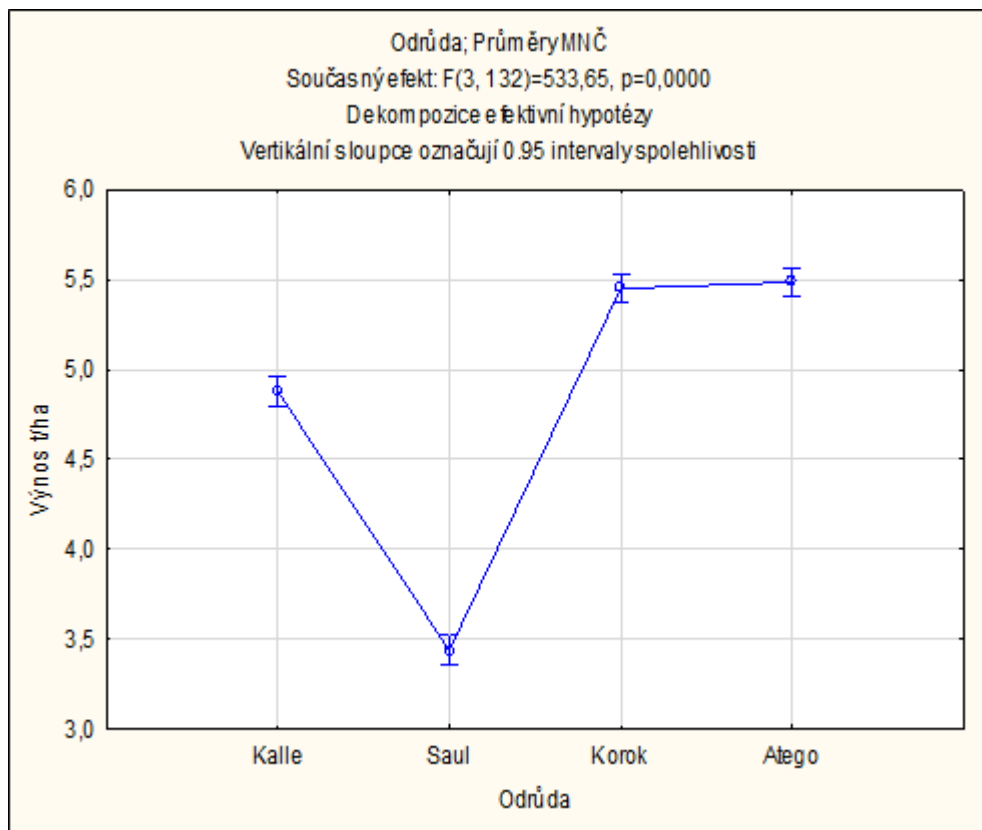
Když se podíváme na graf č. 14, můžeme vidět, že neexistují statisticky průkazné rozdíly mezi aplikací všech hnojiv, pokud porovnáme nejprve mezi sebou hnojiva s dávkou 50 kg N.ha<sup>-1</sup> a poté mezi sebou hnojiva s dávkou 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Ovšem průkazné rozdíly jsou patrné v rámci samotných hnojiv a jejich dávkami. V roce 2016 je tedy prokazatelná závislost dávky dusíku na celkový výnos zrna. Oproti roku 2015 budou důvodem lepší povětrnostní podmínky apod.

Z níže uvedeného statistického vyjádření grafů č. 15 a 16, je vidět, že výběr odrůdy má velký vliv na celkový výnosový potenciál. S 95% pravděpodobností totiž existuje významný rozdíl mezi odrůdou Kalle, Saul a Korokem. Celkově nejnižšího výnosu, a tudíž i nejnižší prokazatelné závislosti dosáhla odrůda nahého ovsa Saul. Zde je to ovšem očekávané, neboť odrůdy nahého ovsa se nižším výnosem vyznačují všeobecně. Naopak mezi nejvíce výnosnými odrůdami, Korok a Atego, je statistický neprůkazný rozdíl závislosti odrůdy na výnosu zrna.

## Hodnocení závislosti odrůdy na výnosu špaldy 2015 - 2016

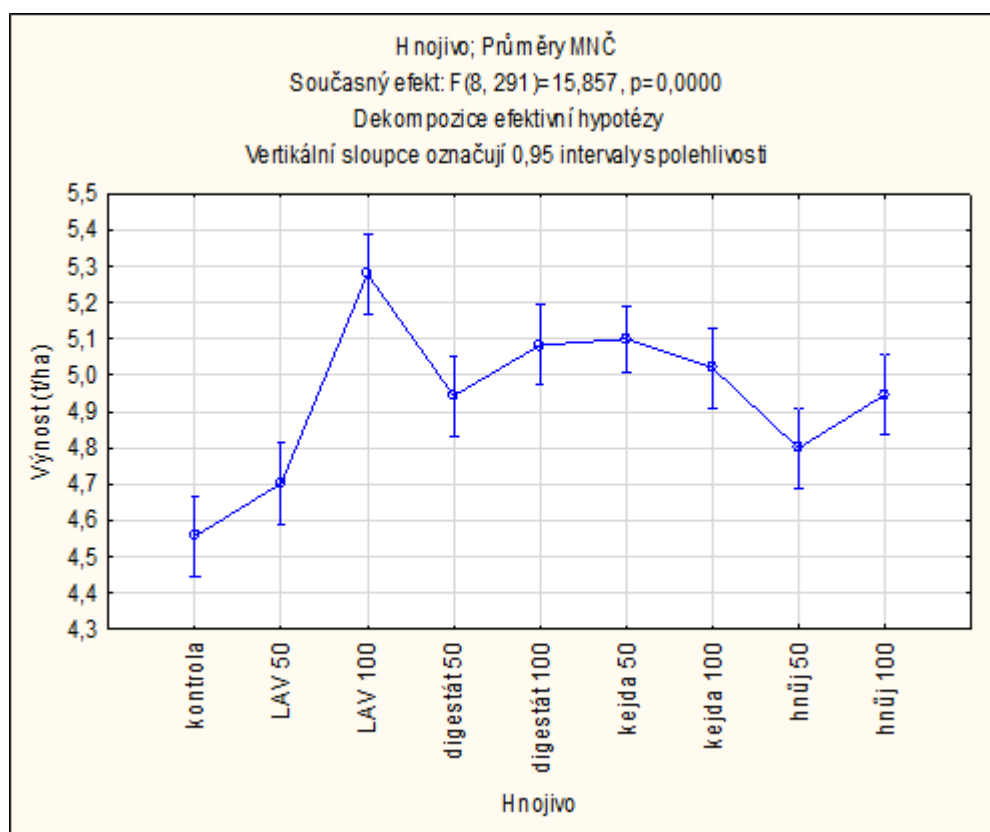


Graf č. 16: Statistické zhodnocení závislosti odrůdy na výnosu ovsa 2015



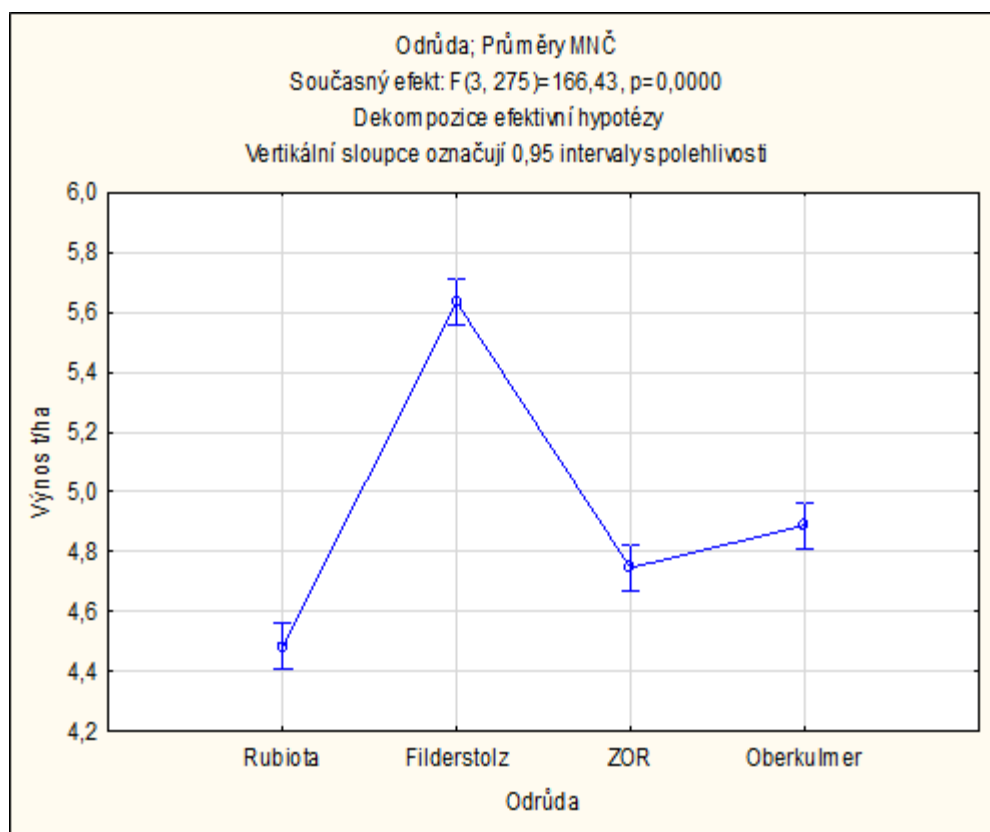
Graf č. 17: Statistické zhodnocení závislosti odrůdy na výnosu ovsa 2016

## Hodnocení závislosti odrůdy a hnojení na výnosu zrna špaldy za roky 2015 a 2016



Graf č. 18: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu zrna špaldy za oba ročníky

Při porovnání obou ročníků pokusu můžeme vidět statisticky průkazný rozdíl mezi LAV 100 a Digestátem aplikovaný v nižší dávce dusíku. Patrný rozdíl je u minerálního dusíku a jejich dávkami, což opět odpovídá na závislost na dávce. Pokud srovnáme vždy obě varianty hnojení, pak zjistíme, že u kejdy neplatí, že čím vyšší dávka, tím lepší. Důvodem bude forma aplikace a následné povětrnostní podmínky. Mezi digestátem, kejdou a hnojem neexistuje statisticky průkazný rozdíl závislosti.

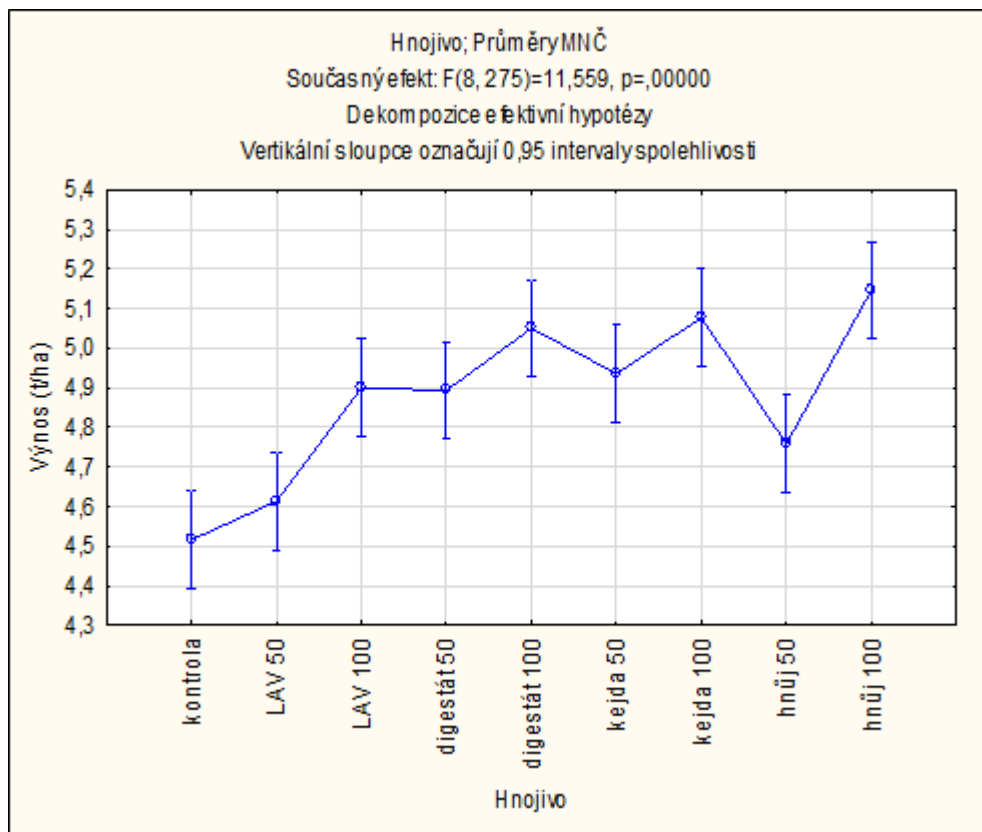


Graf č. 19: Statistické zhodnocení závislosti odrůd na výnosu zrna špaldy za oba ročníky

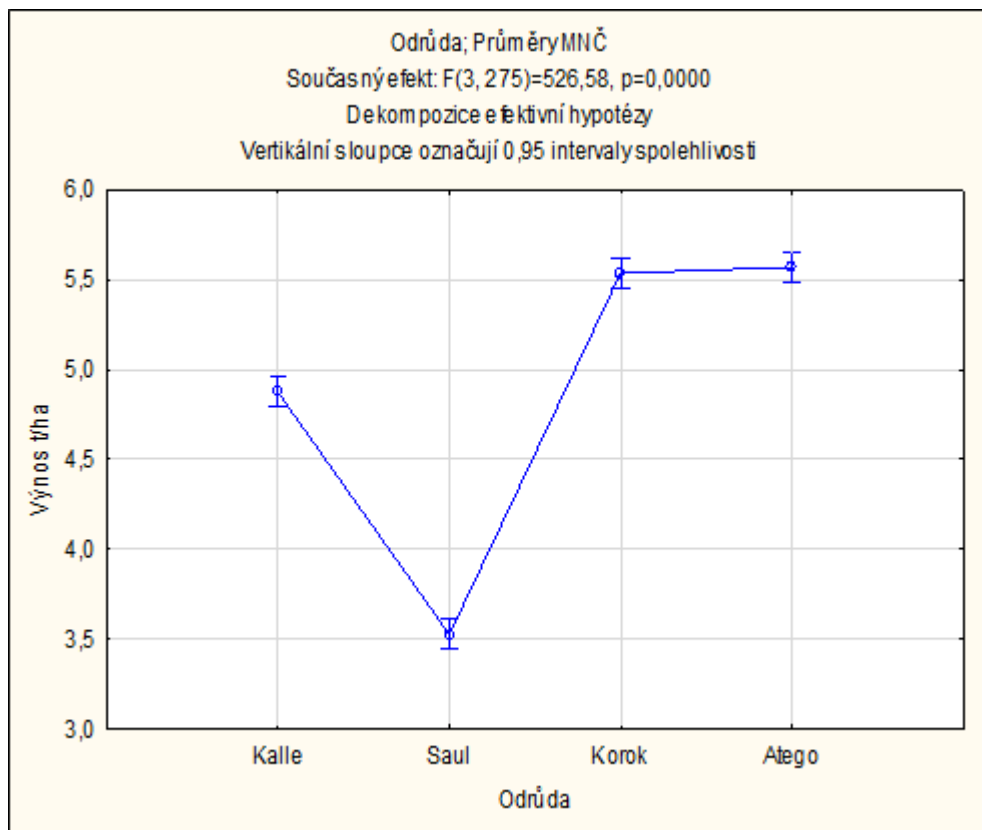
Opět nám výsledná analýza ukázala, že existuje statisticky průkazná závislost mezi výběrem odrůdy a výnosem zrna. Ovšem po srovnání obou ročníků vyplývá, že odrůdy ZOR a Oberkulmer vykazují statistickou neprůkaznou závislost na výnosu. V jejich případě tedy bude výnosový potenciál záviset na podmínkách, ve kterých jsou dlouhodobě pěstovány.



## Hodnocení závislosti odrůdy a hnojení na výnosu zrna ovsa za roky 2015 a 2016



Graf č. 20: Statistické zhodnocení závislosti hnojení na výnosu zrna ovsa za oba ročníky

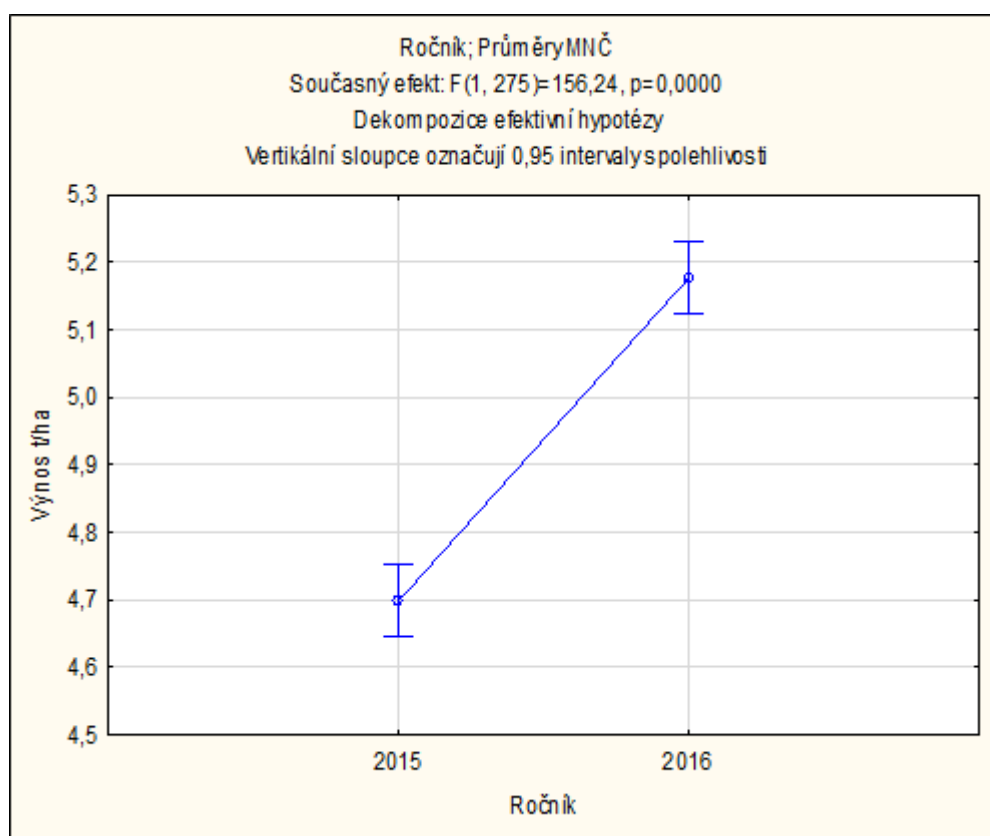


Graf č. 21: Statistické zhodnocení závislosti odrůdy na výnosu zrna ovsa za oba ročníky

Po porovnání obou ročníků závoslosti hnojení na výnos je patrné, že existuje statistický průkazný rozdíl mezi dávkou dusíku aplikovanou hnojem a minerálním hnojivem LAV. Ostatní hnojiva nevykazovala statisticky významné rozdíly. Vše ukazuje výše přiložený graf č.19.

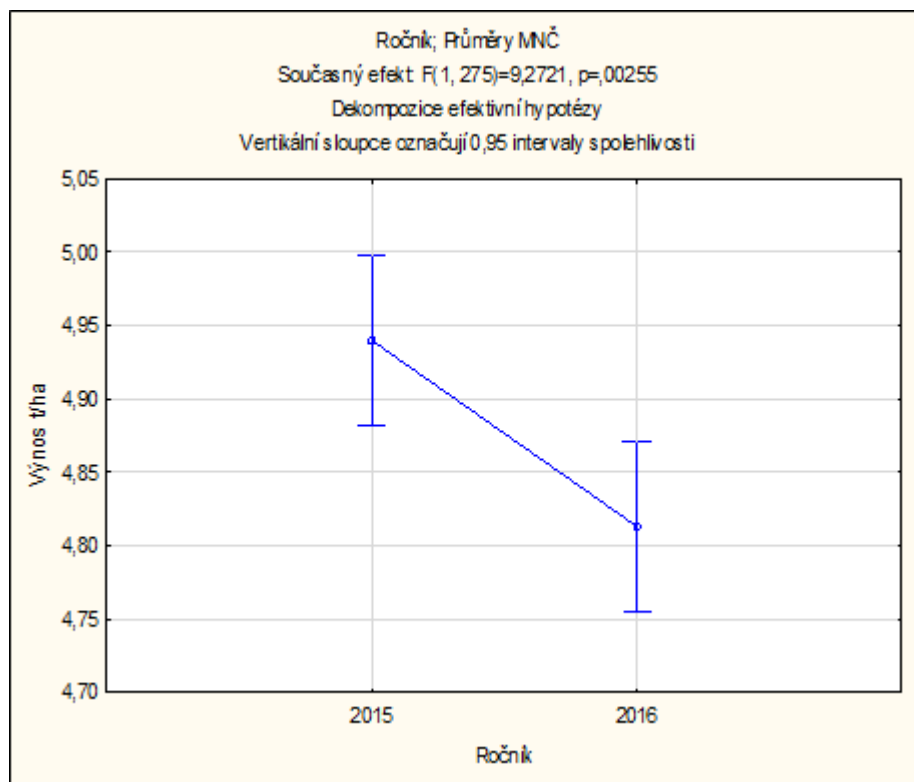
Co se týče odrůd, vyšlo statistické šetření podobně jako v jednotlivých ročnících a dokazuje to výše přiložený graf č. 20.

### Statistické porovnání závislosti za oba roky 2015 a 2016



Graf č. 22: Statistická analýza roku 2015 a 2016 v porostu špaldy

Jak je jasné z výše přiloženého grafu č. 21, ročník hraje velikou roli ve vegetaci a vývoji porostu. Bylo statisticky prokázáno, že existuje rozdíl mezi jednotlivými ročníky. Pro špaldu byl tedy nejpříznivější a nejvýnosnější rok 2016.



Graf č. 23: Statistická analýza roku 2015 a 2016 v porostu ovsa

Z grafu č. 22 je jasné, že také existuje statisticky průkazný rozdíl v ročníku. Pro oves byl nejpříznivější a nejvýnosnější rok 2015.

## 7 Diskuse

Z našich výsledků je tedy patrné, že vyšší výnosy byly hlavně u vyšších dávek dusíku. Je třeba dát pozor na nepřehnojení, protože jak upozorňuje Moudrý a Strašil (1999), hrozí u špaldy možnost poléhání porostu. Křížením s pšenicí setou, se však původní výška rostlin snížila, což zmírňuje právě toto riziko. Na tuto skutečnost poukazuje Moudrý a Strašil (1999). Souhlasím tedy s Konvalinou a kol. (2012), že se musí dbát na řešení organického a minerálního hnojení. V celém pokusu byla použita výborná předplodina hrách setý. Jak je všeobecně známé a uvádí také Zimolka a kol. (2005), tak luskoviny poutají vzdušný dusík díky symbióze hlízkových bakterií. Uvažujeme tedy, že v půdní zásobě bylo dostatečné množství zanechaného dusíku, což je také podle Konvaliny a kol. (2008) nejvhodnější řešení při zanechání vhodného obsahu dusíku v půdě, který by způsobil přehnojení a polehnutí porostu špaldy. Tomu také odpovídal stav našeho pokusu, kdy porosty nevykazovaly polehnutí. S touto možností tedy souhlasím a tuto možnost řešení zásoby dusíku v půdě potvrzuje také výzkum Plaza-Bonilla et al. (2017). V našem pokusu tedy měly jak ozimy, tak jařiny výborné podmínky živin v půdě pro vzcházení a odnožování obou obilnin.

To, že je dusík důležitý pro rostliny potvrzuje Marschner (2011), Richter (2004) a Bhullar et Bhullar (2013), přičemž tvrdí také to, že dusík je nedílnou součástí jak pro zvýšení produkce, tak i jako řešení otázky udržitelného rozvoje zemědělství. V pokusu byl aplikován dusík ve formě organických hnojiv a jedno minerální hnojivo ve formě ledku amonném s vápencem. Hnůj se aplikoval na podzim a zapravil se do půdy, čímž jsme zamezili ztrátám amonného dusíku, a to potvrzuje také Vaněk a kol. (2016). Ostatní jsme aplikovali na konci odnožování rostlin na povrch půdy. Tato růstová fáze, jak uvádí Fecenko a Ložek (2000) a Zimolka a kol. (2005), je velmi důležitá pro tvorbu kvítka v klasu, ale také pro růst listové plochy a zajištění dostatečné fotosyntézy. Naše pokusy na tuto skutečnost poukazují, protože v tomto období byl nedostatek srážek v obou rocích, a to se pak projevilo na přijatelnosti živin z hnojiv. Tento fakt se pak odrazil na výnosech. To samé potvrzuje také Vaněk a kol. (2007), který uvádí, že obilniny mají 2 období, kdy se dbá na dusík. První je ve fázi DC 31 a druhé ve fázi vývoje zrna. Bude zde také hrát velkou roli rychlost mineralizace a nitrifikace dusíku v těchto období a využití živin rostlinou. Z našich výsledků o počasí totiž oba roky zaznamenaly nedostatek srážek v tomto období, což se jistě projevilo na mineralizaci a nitrifikaci. Mineralizace a nitrifikace probíhá za určitých podmínek. Je závislá na vlhkosti půdy a teplotě nad 5°C. Tedy podle Černého (2016) probíhá přeměna amonné formy dusíku na po-

hyblivější nitrátovou formu dusíku. Fecenko a Ložek (2000) uvádějí, že za nízkých teplot je anorganický dusík mobilizován právě kvůli nízké mikrobiální aktivitě.

Náš pokus byl velmi ovlivněn dvěma problémy. První bylo sucho a nedostatek srážkové vody a druhý problém byla epidemie rzi v roce 2015. Jak uvádí Vaněk a kol. (2016), nedostatek vláhy hraje velikou roli v příjmu živin, neboť sucho ovlivňuje mobilitu některých živin a voda, podle Černého (2016), dostane živiny ke kořenům rostlin. Proti takovýmto rizikům se zajišťuje dostatečné hnojení za vhodných termínů, aby rostliny měly dobrý zdravotní stav nebo se dbá na kvalitní zpracování půdy či vhodný výběr odrůdy. Taktéž souhlasím, že aplikace hnojiv je nejvhodnější za dobrých vlhkostních podmínek a dostatečném prohrátí půdy již kvůli výše zmíněné mineralizaci dusíku v půdě, a hlavně kvůli možnosti ztráty živin vytěkáním do vzduchu na což upozorňuje hlavně Vaněk a kol. (2016) a Černý (2016). Za teplého a slunečného dne bude rychlost tékání větší, než za vlhka a nižších teplot. Nejméně srážek bylo v období od května do července, a právě v tomto období je potřeba dostatečné vláhy pro vývoj klasu a zrna. V našem pokusu při aplikaci všech hnojiv se očekával déšť. Ovšem počasí je velmi nevyzpytatelné a žádný nepřišel. Hnojiva byla tedy naaplikována a díky teplotám a suchu byla hnojiva dlouhou dobu na povrchu a došlo k významným ztrátám živin.

Druhý problém byla epidemie rzi plevové v roce 2015, která napadla porosty pšenice špaldy. Během vegetace se tedy hodnotilo pokrytí rostliny touto rzí. Jak ve své metodice pro praxi udává Hanzalová a Bartoš (2015), rez pomocí haustorií získává výživu a jejich prostřednictvím navazuje vztah patogen-hostitel. Odebírané živiny touto chorobou chyběly rostlině k dostatečnému vývoji a vysokým výnosům. To dokazují výsledky z roku 2015, kdy při porovnání výnosů 2015 a 2016 se zjistilo, že výnosy z roku 2015 byly mnohem menší než následující rok. Příčinou bylo snížení asimilační plochy listů díky pokrytí rzí.

Špalda se vyznačuje pomalejším vývojem na počátku růstu a jara, a podle Konvaliny a kol. (2008) není potřeba takových dávek dusíku. Moudrý (2011) vyzvedává dobrou osvojovací schopnost špaldy získávat živiny z půdního profilu a díky vhodné předplodině měla špalda na počátku růstu dostatek vhodných živin. Naše výsledky toto nepotvrzují, protože i když měla špalda dostatečnou zásobu dusíku z předplodiny a očekávali bychom i vysoké výnosy i u dávek  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , nejvyšších výnosů dosáhla odrůda Filderstolz u varianty hnojené minerálním dusíkem ve formě ledku amonném s vápencem ve vyšší dávce, tedy  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  a ve variantě hnojené kejdou, také ve vyšší dávce dusíku v obou rocích. Je tedy zřejmé, že na množství dodávaného dusíku záleží. Stejně reagoval porost na variantě hnojené digestátem. Jak uvádí Pančíková (2016), digestát obsahuje rychle uvolnitelný amonný dusík, což znamená

větší riziko ztráty volatilizací do vzduchu. Vzhledem k počasí, které panovalo při aplikaci se amonný dusík rychleji uvolňoval do ovzduší a méně se ho dostalo k rostlině. Kejda oproti hnoji obsahuje rychle uvolnitelný dusík, což znamená, že je lépe a rychleji využít rostlinami, což se potvrdilo i v našich pokusech, a to samé potvrzuje také Vaněk a kol. (2016). Kejda také obsahuje lépe rozložitelnou organickou hmotu a jak uvádí Vaněk a kol. (2016), působí příznivě na mikrobiální aktivitu půdy. Vyšších výnosů u kejdy v našem pokusu přisuzují právě tomuto tvrzení. Pokud vezmeme v potaz ztrátu části amonného dusíku volatilizací díky nevhodnému počasí, dostaneme se v našem pokusu na dávku dusíku doporučenou Moudrým a Strašilem (1999) a Zimolkou a kol. (2005). Vyšší výnos u LAV při hnojení  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  přisuzují tomu, že hnojivo je složené jak z amonné, tak nitrátové formy dusíku a jak uvádí Miyawaki et al. (2004), nitrátové živiny mají velký vliv na enzymy pro syntézu citokininu, tedy hormonu napomáhající dělení buněk a tedy růstu a vývoji rostlin.

Moudrý (1993) uvádí, že oves je velmi náročný na dostatečnou zásobu vláhy v půdním profilu. To naše pokusy také dokazují, neboť výnosy byly nižší v roce 2016, kdy bylo nedostatek srážkové vody právě v období, kdy se vyvíjí klas a zrna v něm. Naproti tomu však oves má dostatečně vyvinutý a velmi mohutný kořenový systém, kterým dokáže čerpat živiny i vodu z velké půdní hloubky. To také potvrzuje Fecenko a Ložek (2000). Díky této schopnosti, jak uvádí Moudrý (1993), oves velmi dobře reaguje na hnojení organickými hnojivy, přičemž využije většinu živin uvolněných jejím rozkladem. Toto také naše pokusy potvrdily, protože v obou ročnících se ukázal hnůj a kejda jako nejlepší hnojivo. Hnůj obsahuje těžce rozložitelné organické látky a postupně jej rozkládá. Pokus tedy potvrzuje, že díky kořenovému systému ovsa mohl přijímat všechny živiny, které byly postupně uvolněné z rozkladu hnoje. V případě kejdy je to stejná příčina jako u špaldy. Opět se musela vzít v potaz nějaká ztráta dusíku, a proto se dávka  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  vyrovnala a dostala se na doporučenou dávku dusíku od Benady a kol. (2001). Naopak nejméně výnosnou odrůdou je v obou rocích Saul, nahý oves. Moudrý (1993) uvádí, že bezpluchý oves je náročnější na prostředí a podmínky. Všeobecně je tedy známo, že nahý oves nedosahuje vysokých výnosů, což potvrdily i naše pokusy.

### **Stanovisko k výzkumným hypotézám**

Co se týče hypotéz, tak výsledky práce potvrzují, že minoritní plodiny reagují na výživu stejným způsobem jako majoritní plodiny a hrozí u nich stejná rizika spojená s přehnojením nebo nedostatkem dodaných živin.

Na výnosotvorné prvky má vliv výběr odrůdy a jejich nároky na vláhu a odolnost vůči listovým chorobám. Na celkový výnos pak má velký vliv také ročník. Potravinářská kvalita zrna je zpracována pouze u pšenice špaldy z roku 2015, protože ostatní údaje nejsou ještě zpracovány vzhledem k množství údajů a mezinárodní spolupráci. Jestli tedy má druh a dávka hnojiva vliv na obsah N-látek a bílkovin přesně říci nemohu. V příloze č. 3 je uvedená tabulka, která podává porovnání nižší a vyšší dávky dusíku na ha v použitých hnojivech v závislosti na obsahu N-látek a bílkovin. Je odtud patrné, že nejvíce N-látek a bílkovin obsahovala odrůda Oberkulmer ve variantě hnojené hnojem v nižší dávce dusíku a odrůda Rubiota ve variantě hnojené kejdou ve vyšší dávce dusíku. Rozdílné hnojení neovlivnilo náchylnost pšenice špaldy k hlavním chorobám, protože z výsledku je jasně patrné, že na náchylnost má vliv odrůda.

## 8 Závěr

Tato práce vychází z rozdílných způsobů hnojení minoritních plodin, které se díky rozšíření ekologického zemědělství a zdravého životního stylu postupně navracejí na trh. V roce 2015 byl založen pokus vycházející ze spolupráce Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Ruzyni v Praze s Velkou Británií a Estonskem. Cílem bylo zjistit, které hnojivo a v jaké dávce je nejvhodnější pro dosažení vysokých výnosových parametrů a dobré kvality zrna. Pokus se týkal hnojení čtyř odrůd pšenice špaldy a čtyř odrůd ovsa setého, přičemž jedna odrůda byla bezpluchá. Každá varianta byla hnojena různými organickými hnojivy a minerálním hnojivem, a všechna při nízké dávce dusíku ( $50 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) a vyšší dávce dusíku ( $100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ). V pokusu byla založena také kontrolní varianta hnojená na  $0 \text{ kg N.ha}^{-1}$ . Z organických hnojiv byl použit chlévský hnůj, kejda a organominerální hnojivo digestát. Z minerálních hnojiv ledek amonný s vápencem (27 % N). Výsledky výzkumu zpracovaného v této práci lze shrnout do následujících závěrů:

- Na výnosy hlavního produktu pšenice špaldy a ovsa setého měla vliv dávka dusíku na ha. Čím vyšší dávka dusíku ( $100 \text{ kg}$ ), tím větší výnosy.
- Vyšší dávka dusíku na ha ovlivnila z výnosotvorných prvků hlavně HTZ a počet klasů na  $\text{m}^2$ .
- Nejlepší variantou z našich výsledků byla kejda a LAV pro pšenici špaldu v dávce  $100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ .
- Nejvyšších výnosů u ovsa setého poskytla varianta hnojená hnojem a kejdou v dávce  $100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ .
- Nejvýnosnější odrůdou byla špalda Filderstolz a oves Atego. Nejnižší výnosy byly zaznamenány u špaldy Rubioty a nahého ovsa Saul.
- Epidemie rzi v roce 2015 výrazně ovlivnila výnosy dosažené v tomto roce a také další produkční parametry pšenice špaldy.
- Oves setý je velmi náročný na vláhu, neboť v roce 2015 byla v období vývoje klasu více srážkové vody než v roce 2016, kdy byly výnosy menší. To se projevilo také na výnosotvorných parametrech.
- Na růst a vývoj obilnin má vliv ročník.
- Rozdílnou náchylnost k napadení hlavními chorobami neovlivní hnojení, ale výběr odrůd.
- Obě plodiny jsou výborné pro ekologické zemědělství, pro oblasti s horší úrodností půdy a do podhorských a horských oblastí, kde je větší vláha, na kterou je hlavně oves náročný.



## 9 Seznam použité literatury

AbdelAal, E. - S. M., Hucl, P. 2005. Spelt: a speciality wheat for emerging food uses. In: Abdel Aal, E. – S. M., Wood, P., (Eds.). Speciality grains for food and feed. American Association of Cereal Chemists Inc. Minnesota. p. 109 – 142.

Benada, J. a kol. 2001. Metodika pěstování jarních obilnin: ječmen jarní, oves, pšenice jarní. Realizační výstup projektu NAZV č. EP : 0960006069 a č. EP 7081. Zemědělský výzkumný ústav. Kroměříž. 143 s. ISBN 80-902545-4-3.

BENEŠOVÁ L. a kol. 1993. Potravinářství '92. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 200 s. ISBN 80-85120-38-0.

BERANOVÁ, M. 2005. Jídlo a pití v pravěku a ve středověku. Academia. Praha. 359 s. ISBN 80-200-1340-7.

Bhullar, Gurbir S., and Navreet K. Bhullar. 2012. Agricultural Sustainability, (Eds). Gurbir S. Bhullar, and Navreet K. Bhullar, Elsevier Science.

Bláha, L., Šrek, F. 1999. Suroviny: pro učební obor Cukrář, Cukrářka. Informatium. Praha. 213 s. ISBN 80-86073-44-0.

Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V., Skranja, V., Kreft, I. 2000. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat - based bread. Food Chemistry 68. p. 437 – 444.

Bulková, V. 2011. Rostlinné potraviny. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. Brno. ISBN 80-701353-2-8.

Cassman, K., Dobermann, A., Walters, D. T., Yang, H. 2003. Meeting Cereal Demand While Protecting Natural Resources and Improving Environmental Quality. Annual Review of Environment and Resources 28 (1). p. 315-358.

Coblentz, W., Jokela, W., Cavadini, J.S. 2016. Production and Nitrogen Use Efficiency of Oat Forages Receiving Slurry or Urea. *Agronomy Journal* 108 (4). American Society of Agronomy. Wisconsin. p. 1390 – 1404.

Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Sedlář, O., Kovařík, J., Buráňová, Š. 2017. Hnojení jarních obilnin. *Úroda* 65 (1). s. 42-45.

Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Sedlář, O., Vašák, F. 2016. Hnojení ozimých obilnin na jaře. *Úroda* 64 (3). s. 73-76.

Drastichová, K. 2005. Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 124 s. ISBN 80-7040-834-0.

Fageria, N., Baligar, V. C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy* 88. p. 97-185.

Faměra, O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělání MZe ČR. Praha. 51 s.

Fecenko, J., Ložek, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU v Nitre. Nitra. 452 s.

Fischer, K. 2000. Frontier project on nitrogen fixation in rice: looking ahead. In: Ladha, J. K., Reddy, P. M. (Eds.). *The Quest for Nitrogen Fixation in Rice* International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines. p. 25-31.

Gajdošová, A., Šturdík, E. 2004. Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekárskeho cereálií. Katedra výživy a hodnotenia potravín. Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity. *Nova biotechnologica*. Bratislava. s. 133-154.

Gibson, L., Benson, G. 2002. Origin, History, and Uses of Oat (*Avena sativa*) and Wheat (*Triticum aestivum*). Department of Agronomy Revised (1). Iowa State University.

Hanzalová, A., Bartoš, P. 2015. Rez plevová na pšenici s ochrana proti ní. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha. s. 36.

Hoang, V. Alauddin, M. 2010. Assessing the eco-environmental performance of agricultural production in OECD countries: the use of nitrogen flows and balance. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 87 (3). p. 353-368.

Chloupek, O., Procházková, B., Hrudová, E. 2005. Pěstování a kvalita rostlin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 178 s. ISBN 80-7157-897-5.

Inoue, T., Higuchi, M., Hashimoto, Y., Seki, M., Kobayashi, M., Kato, T., Tabata, S., Shinozaki, K., Kakimoto, T. 2001. Identification of CREI as a cytokinin receptor from *Arabidopsis*. *Nature* 409. p. 1060-1063.

Sánchez-Martín, J., Rubiales, D., Flores, F., Emeran, A. A., Shtaya, M. J. Y., Sillero, J. C., Allagui, M. B., Prats, E. 2014. Adaptation of oat (*Avena sativa*) cultivars to autumn sowings in Mediterranean environments. *Field Crops Research* 156 (2). p. 111-122.

Janovská, D., Stehno, Z. 2010. Produkce osiv hlavních obilnin v ekologickém zemědělství. *Úroda* 58 (3). s. 36-40.

Konvalina, P., Moudrý, J., Kalinová, J., Capouchová, I., Stehno, Z. 2008. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. s. 36-38.

Konvalina, P., Moudrý, J., Kalinová, J., Capouchová, I., Stehno, Z. 2008. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. s. 65. ISBN 978-80-7394-116-1.

Kopáčová, O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Reprint s. r. o. Praha. s. 24-25. ISBN 978-80-7271-184-0.

Kůst, F., Potměšilová, J. 2015. Situační a výhledová zpráva obiloviny. Vydalo Ministerstvo zemědělství. Praha. 78 s. ISBN 978-80-7434-225-7.

Lang, B., Pecinovsky, K. 2016. Foliar Fungicide in Oat Production. Farm Progress Reports: Vol. 2015: Iss. 1. Article 89.

Lee, J. A. 1999. The calcicole-calcifuge problém revisited. Advances in Botanical Research 29. p. 1-30.

Macduff, J. H., Jackson, S. B. 1991. Growth and preference for ammonium or nitrate uptake by barley in relation to root temperature. Journal of Experimental Botany 42. p. 521-530.

Marschner, H. 2011. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier Science. Academic Press.

Michalová, A. 2000. Ostatní druhy pšenice. Nový venkov (11). s. 32-33.

Ministerstvo zemědělství ČR. 2017. Nitrátová směrnice. Praha. Dostupné na: [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz).

Miyawaki, K., Matsumoto-Kitano, M., Kakimoto, T. 2004. Expression of cytokinin biosynthetic isopentenyltransferase genes in Arabidopsis: tissue specificity and regulation by auxin, cytokinin, and nitrate. The Plant Journal 37. p. 128-138.

Moudrý, J. 2011. Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). In Moudrý, J. (ed): Alternativní plodiny. Praha, Profi Press, s. 14-15.

MOUDRÝ J. (2011): Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). In MOUDRÝ J. (ed): Alternativní plodiny. Praha, Profi Press, s. 14-15.

Moudrý, J. 1997. Přejít na ekologický způsob hospodaření. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky v Praze. 48 s. ISBN 80-7105-134-9.

Moudrý, J., Dvořáček, V. 1999. Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties. *Rostlinná výroba* 45 (12). Institute of Agriculture Food Information. Prague. p. 533 – 538.

Moudrý, J., Stražil, Z. 1999. Pěstování alternativních plodin (Učební texty). České Budějovice, Jihočeská univerzita. s. 11-13.

Moudrý, J., Vlasák, M. 1996. Metodiky pro zemědělskou praxi. Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) alternativní plodina. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha ve spolupráci s MZe ČR. 28. s. ISBN 0231-9470.

Moudrý, J. 1999. Pěstování hlavních plodin v ekologickém zemědělství. [online] [cit. 2017-03-05]. Dostupné na: <http://www.agris.cz/clanek/107700>

Moudrý, J. 1993. Základy pěstování ovsu. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky. Praha. 32 s. ISBN 80-710-5044-X.

Mulvaney, R., Khan, S. A., Ellsworth, T. R. 2009. Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production. *J. Environ.* 38 (6). p. 2295-2314.

Neuerburg, W., Padel, S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FOA. MZe ČR. Praha. 476 s.

Palík, S., Burešová, I., Edler, S., Sedláčková, I., Tichý, F., Váňová, M. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice [online] [cit. 2017-03-01]. Dostupné na: <http://www.vukrom.cz/vyzkum/ukoncene-2009/qg50041/metodika>

Pančíková, J. 2016. Digestáty a jejich využití v zemědělství. [online] [cit. 2017-03-07]. Dostupné na: <http://uroda.cz/digestaty-a-jejich-vyuziti-vzemedelstvi/>

Pelikán, M. 2001. Zpracování obilovin a olejnin. MZLU. Brno. 148 s. ISBN 80-7157-5259.

Plaza-Bonilla, D., Nolot, J. M., Raffaillac, D., Justes, E. 2017. Innovative cropping systems to reduce N inputs and maintain wheat yields by inserting grain legumes and cover crops in southwestern France. *European journal of agronomy* 82. Elsevier science BV. Amsterdam. p. 331-341.

Raun, W., Johnson, G. V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal* 91 (3). p. 357-363.

Richter, R. 2004. Hořčík. [online] poslední revize 27. 1. 2004 [cit. 1. 3. 2017]. Dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/a\\_index\\_biogen.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm)

Richter, R., Hřivna, L. 2005. Pšenice ozimá. [online], poslední revize 25. 1. 2005, [cit. 1. 3. 2017] Dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/obilniny/psenice\\_ozima.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/psenice_ozima.htm)

Richter, R., Ryant, P. 2002. Výživa a hnojení obilnin. Sborník příspěvků odborného semináře „Nové aspekty v pěstování obilovin“. MZLU Brno. s. 3-15.

Říha, K., Tichý, F. 2005. Pšenice pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press. Praha. 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.

Shewry, P., R., Piironen, V., Lampi, A., M., Nystrom, L., Li, L., Rakszegi, M. et al. 2008. Phytochemical and fiber components in oat varieties in the Healthgrain diversity green. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (21), p. 9777–9784.

Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejszo, Z., Packa, D., Kandler, W., Krska, R. 2009. Discriminant analysis of selected field components and fatty acid composition of chosen *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelta* accessions. *Cereal Science* 49. p. 310-315.

Šarapatka, B., Urban, J. a kol. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Šumperk. 502 s. ISBN 80-87080-00-9.

Vach, M., Javůrek, M. 2011. Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha. s. 26. ISBN 978-80-7427-079-6.

Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia Praha. 568 s. ISBN 978-80-200-2147-2.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Vydavatelství Profi Press s. r. o. Praha. 167 s.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Vydavatelství Profi Press s. r. o. Praha. 219 s. ISBN 978-80-86726-79-3.

Vlasák, M. 1995. Možnosti pěstování pšenice špaldy (*T.spelta* L.) v České republice a Slovenské republice. Sborník VŠZ Nitra. s. 27-29.

Zhu, Z. 2000. Loss of fertilizer N from the plant-soil system and the strategies and techniques for its reduction in China. *Soil Environmental Science* 9. p. 1-6.

Zimolka, J., Edler, S., Hřivna, L., Jánský, J., Kraus, P., Mareček, J., Novotný, F., Richter, R., Říha, K., Tichý, F. 2005. Pšenice pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press, s. r. o. Praha. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.

## 10 Přílohy

### Příloha č. 1: Průběh pokusu za 1 sezónu

#### 1. Setí maloparcelovým secím strojem



#### 2. Porost na jaře



#### 3. Porost v červnu





4. Porost před sklizní červenec – pšenice špalda (vlevo) a oves (vpravo)



5. Sklizeň – pšenice špalda (vlevo) a oves (vpravo)



**Příloha č. 2: Tabulky výnosů všech opakování**

Výnos pšenice špaldy v t.ha <sup>-1</sup> - 2015									
Varianty	Kon-trola	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Rubiota</b>	4,41	4,22	4,89	4,89	3,69	4,99	4,71	4,97	4,17
	3,39	4,34	4,32	3,86	4,2	5,09	4,26	3,88	4,11
	3,82	5,02	4,73	4,56	4,66	3,91	4,51	4,49	4,99
	3,86	4,45	4,09	4,15	3,88	3,99	4,58	4,22	4,64
<b>Filderstolz</b>	4,5	4,37	5,4	5,49	4,69	5,24	5,29	5,86	5,08
	4,31	5,23	5,8	5,06	4,79	5,42	5,63	5,34	5,51
	5,11	4,64	5,5	5,26	5,32	5,32	5,87	4,96	5,58
	5,06	5,05	5,8	4,81	5,39	5,71	5,69	5,22	5,61
<b>ZOR</b>	4,52	3,88	4,73	4,26	4,13	4,78	4,37	4,38	4,93
	4,17	4,6	4,89	4	4,09	4,64	4,61	4,81	3,77
	3,73	3,77	4,88	4,24	4,35	4,33	4,7	4,28	5,16
	4,08	3,95	4,6	4,1	3,67	4,22	4,23	4,5	4,49
<b>Oberkul-mer</b>	4,73	4,49	5,09	4,74	4,66	5,03	4,96	4,81	5,23
	4,38	4,25	5,08	4,99	4,55	5,26	4,59	4,78	4,42
	4,52	5,15	5,31	4,8	4,71	5,35	4,54	4,53	5,69
	4,56	4,79	4,91	4,83	5,11	5,12	4,74	4,49	4,73
Výnosy pšenice špaldy v t.ha <sup>-1</sup> - 2016									
Varianty	Kon-trola	Min 50	Min 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Kejda 50	Kejda 100	Dig 50	Dig 100
<b>Rubiota</b>	4,06	4,3	4,92	4,93	4,82	5,15	4,22	4,72	4,85
	4,17	4,24	5,2	4,61	4,66	4,75	4,26	4,58	4,6
	4,01	4,44	4,73	4,79	4,57	4,98	4,51	4,49	4,46
	3,95	4,23	5,27	4,56	4,83	4,97	4,58	4,63	4,86
<b>Filderstolz</b>	5,43	5,68	6,6	5,58	6,27	5,89	6,26	6,15	6,01
	5,69	5,31	6,87	5,71	6,34	5,67	6,16	5,93	6,1
	5,6	5,62	6,83	5,93	6,29	6	6,38	5,92	5,99
	5,51	5,49	6,81	5,62	6,76	5,85	6,32	6	6,11
<b>ZOR</b>	4,87	4,83	5,27	4,87	5,24	5,49	5,44	5	5,48
	5,11	4,69	5,22	4,94	5,36	5,08	5,18	4,94	5,34
	4,68	4,83	5,52	4,9	5,57	5,29	4,99	5,58	5,26
	4,68	5,02	5,32	4,74	5,33	5,36	5,28	4,98	5,18
<b>Oberkul-mer</b>	4,85	4,99	5,08	4,5	4,97	5,18	4,98	5,11	5,16
	4,76	4,82	5,11	4,69	5,11	4,9	4,97	5,08	5,2
	4,77	4,92	5	4,54	5,17	5,28	5,07	4,81	4,96
	4,51	4,88	5,13	4,62	5,11	5,25	4,77	4,75	4,98

Výnosy ovsa v t.ha <sup>-1</sup> - 2015									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Kejda 50	Kejda 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Dig 50	Dig 100
<b>Kalle</b>	3,99	4,76	4,94	5,06	4,84	3,79	4,77	4,85	4,98
	4,57	4,61	5,75	4,52	5,27	4,29	4,94	5,64	5,23
	4,81	4,35	4,77	5,26	5,09	5,19	5,66	4,59	5,09
	4,46	4,5	4,84	5,24	4,71	5,39	5,04	5,07	4,52
<b>Saul</b>	3,24	3,46	4,17	3,79	3,26	3,49	3,97	4,03	3,43
	2,74	3,39	3,71	3,9	3,31	3,97	3,43	4,1	3,07
	3,51	3,63	2,56	3,67	3,69	3,45	3,76	3,73	4,02
	3,45	3,6	3,59	4,08	3,43	3,89	4,03	3,63	3,94
<b>Ko- rok</b>	5,1	5,61	4,25	5,94	5,44	5,56	5,57	6,19	5,19
	4,79	4,97	6,51	6,04	5,9	4,76	6,12	5,37	5,89
	5,73	5,6	5,94	6,11	5,53	5,81	6,17	5,23	6,03
	5,55	5,63	3,87	5,6	6,35	6,07	5,97	5,86	6,17
<b>Atego</b>	5,06	5,23	6,08	6,22	5,8	5,64	6,32	5,82	5,45
	5,02	5,38	5,36	6,35	5,94	5,23	5,84	5,84	5,89
	5,71	5,38	4,93	5,9	5,45	5,58	5,82	5,54	5,43
	4,79	5,67	5,91	5,96	5,58	5,02	6,5	5,8	6,02
Výnosy ovsa v t.ha <sup>-1</sup> - 2016									
	Kontro-la	Min 50	Min 100	Kejda 50	Kejda 100	Hnůj 50	Hnůj 100	Dig 50	Dig 100
<b>Kalle</b>	4,86	4,7	4,92	4,84	5,18	5,17	4,84	5,09	5,12
	4,85	4,91	4,92	4,51	4,89	4,9	5,18	4,91	5,31
	4,43	4,58	4,68	4,55	5,09	4,7	4,9	4,83	5,42
	4,51	4,22	4,84	4,92	5,15	5,09	4,78	4,66	5,14
<b>Saul</b>	3,59	3,08	3,9	3,03	3,58	3,21	3,58	3,66	3,58
	3,35	3,23	3,8	3,07	3,71	3,33	3,35	3,55	3,31
	3,51	3,04	3,57	3,26	3,82	3,02	3,86	3,42	3,7
	3,28	2,84	3,45	3,39	3,76	3,25	3,73	3,41	3,61
<b>Ko- rok</b>	5,04	5,35	5,65	5,36	6,01	5,34	5,63	5,32	5,12
	4,9	4,91	5,58	5,8	6,09	5,16	5,44	5,19	5,79
	4,74	4,92	5,48	5,44	5,73	4,86	5,98	5,25	5,92
	4,97	4,81	5,44	6,24	5,75	5,42	6,07	5,45	6,07
<b>Atego</b>	5,14	5,24	6,06	4,9	5,94	5,47	5,65	5,12	5,86
	4,96	5,27	5,62	5,09	5,81	5,5	6,15	5,05	5,67
	5,17	5,35	5,75	4,99	6,31	5,35	5,75	5,28	5,8
	4,71	5,43	5,91	4,92	6,05	5,4	5,9	5,1	5,83

**Příloha č. 3: Porovnání potravinářské kvality pšenice špaldy mezi jednotlivými hnojivy za rok 2015**

Kvalita pšenice špaldy 2015					
		50 kg N/ha		100 kg N/ha	
Hnojivo	Odrůda	Nitrogen (%)	Protein (%)	Nitrogen (%)	Protein (%)
Dig	Filderstolz	2,32	13,54	2,48	14,45
Dig	Oberkulmer	2,54	14,80	2,79	16,28
Dig	Rubiota	2,60	15,17	2,76	14,99
Dig	ZOR	2,52	14,56	2,59	15,09
Kejda	Filderstolz	2,33	13,59	2,39	13,91
Kejda	Oberkulmer	2,47	14,42	2,76	16,09
Kejda	Rubiota	2,73	15,92	2,88	16,67
Kejda	ZOR	2,69	15,66	2,56	14,91
Hnůj	Filderstolz	2,34	13,65	2,27	13,24
Hnůj	Oberkulmer	2,91	16,94	2,53	14,77
Hnůj	Rubiota	2,54	14,83	2,57	14,97
Hnůj	ZOR	2,62	15,28	2,35	13,72
Min	Filderstolz	2,17	12,67	2,41	14,02
Min	Oberkulmer	2,73	15,93	2,79	16,27
Min	Rubiota	2,51	14,63	2,71	15,78
Min	ZOR	2,46	14,33	2,51	14,65
0 kg N/ha					
Kontrola	Filderstolz	2,19	12,77		
Kontrola	Oberkulmer	2,59	15,11		
Kontrola	Rubiota	2,48	14,44		
Kontrola	ZOR	2,62	15,30		