

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Půdoochranné technologie u třech nejpěstovanějších  
luskovin v České republice**

**Three the most cultivated legumes in the Czech Republic  
with soil conservation technologies**

**Autor: Ing. Jan Koukolíček**

**Školitel: prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.**

**Praha 2018**

## **Prohlášení**

V Ostrově, dne 1. 9. 2018

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma: **„Půdochranné technologie u třech  
nejpěstovanějších luskovin v České republice“**

vypracoval samostatně a použil pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Podpis autora.....

### **Poděkování**

Dovoluji si poděkovat všem, kteří mi pomáhali s disertační prací. Poděkování patří mému školiteli prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi CSc.

Dále děkuji za spolupráci a cenné připomínky Ing. Kateřině Pazderů Ph.D a všem členům Katedry rostlinné výroby. Za rady, připomínky, jazykovou konzultaci a trpělivost děkuji své manželce Dominice.

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b>	<b>6</b>
<b>2. CÍLE A HYPOTÉZY</b>	<b>7</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b>	<b>8</b>
3.1 Význam a výměra pěstovaných luskovin	8
3.2 Luskoviny v osevním sledu a jejich předplodinová hodnota	9
3.3 Biologická charakteristika luskovin	9
3.4 Biologická fixace dusíku luskovinami	11
3.5 Tvorba výnosu luskovin	13
3.5.1 Počet rostlin na jednotce plochy	14
3.5.2 Počet lusků na rostlině	14
3.5.3 Počet semen v lusku	15
3.5.4 Hmotnost tisíce semen	15
3.6 Abiotické stresy a příčiny kolísání výnosů luskovin	15
3.7 Ozimé formy hrachu setého a jeho přezimování	16
3.8 Regulátory a stimulanty růstu	17
3.9 Ekonomika pěstování luskovin	18
3.10 Půdoochranné technologie a jejich zavedení do systému hospodaření	19
3.10.1 Důvody zavádění půdoochranných technologií	20
3.10.2 Eroze půdy	20
3.10.3 Půdní zhutnění	21
3.10.4 Voda v půdě	21
3.10.5 Klimatické podmínky	22
3.10.6 Ekonomické důvody	23
3.11 Stroje na zpracování půdy pro půdoochranné technologie	23
3.11.1 Kypřiče pro mělké kypření	24
3.11.2 Stroje pro hluboké kypření	24
3.11.3 Secí stroje a setí do nezpracované půdy	25
3.12 Půdoochranné technologie a regulace zaplevelení	26
<b>6. METODY A MATERIÁL</b>	<b>28</b>
6.1 Informace o stanovišti	28
6.2 Charakteristika stanovišť	28
6.2.1 Charakteristika stanoviště v roce 2013	28

6.2.2	Charakteristika stanoviště v roce 2014	28
6.2.3	Charakteristika stanoviště v roce 2015	29
<b>6.3</b>	<b>Charakteristika odrůd</b>	<b>29</b>
6.3.1	Hrách setý	29
6.3.2	Lupina bílá	30
6.3.3	Lupina úzkolistá	30
6.3.4	Sója luštinatá	30
<b>6.4</b>	<b>Sledované varianty a charakteristika agrotechniky</b>	<b>30</b>
6.4.1	Schéma pokusu zpracování půdy	31
6.4.2	Schéma pokusu s regulátory a stimulátory růstu	31
<b>6.5</b>	<b>Penetrometrické měření půdního utužení</b>	<b>31</b>
<b>6.6</b>	<b>Informace o pokusech</b>	<b>32</b>
6.6.1	Pokus v roce 2013	32
6.6.2	Pokus v roce 2014	33
6.6.3	Pokus v roce 2015	34
<b>6.7</b>	<b>Sledované parametry</b>	<b>35</b>
<b>7.</b>	<b>VÝSLEDKY</b>	<b>36</b>
7.1	Vliv půdoochranných zpracování půdy na porosty luskovin	36
7.2	Vliv stimulátorů a regulátorů růstu na produkci ozimého hrachu	44
7.3	Vliv počasí a ročníku na zpracování půdy	51
7.4	Vzájemné porovnání jednotlivých luskovin	58
<b>8.</b>	<b>DISKUSE</b>	<b>63</b>
<b>9.</b>	<b>STANOVISKA K CÍLŮM A HYPOTÉZÁM</b>	<b>67</b>
<b>10.</b>	<b>ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ PRO VYUŽITÍ POZNATKŮ V PRAXI A DALŠÍ ROZVOJ VĚDNÍHO OBORU</b>	<b>69</b>
<b>10.</b>	<b>LITERÁRNÍ ZDROJE</b>	<b>72</b>

## 1. Úvod

Luskoviny jsou z pohledu zemědělského a agroekologického pojetí významnou a nezastupitelnou skupinou plodin. Z pěstitelského hlediska jsou pro středoevropské podmínky důležité především hrách, bob, sója, lupina, čočka a vikev. Většina uvedených druhů má využití v potravinářství a krmivářství, kde jsou využívána semena nebo zelená hmota formou celých nebo zpracovaných rostlin v čerstvém, zavatlém nebo konzervovaném stavu. U mnoha luskovin existuje i jiné uplatnění, např. ve farmaceutickém průmyslu nebo škrobárenství. Jakkoliv je význam luskovin pro zemědělství a udržování krajiny zcela nezpochybnitelný, plochy luskovin klesají. To je způsobeno relativní výnosovou nejistotou, nutností zvýšení agrotechnické péče, včetně ochrany rostlin a velkou konkurencí mimoevropské produkce levné sóji a z ní pocházejících potravin a krmiv (Houba a kol., 2009). Většina luskovin má však malou autoregulační schopnost při tvorbě produktivních větví, proto nedochází k zahušťování porostu během vegetace jako např. u obilnin. Luskoviny také výrazně nereagují na dodatečná agrotechnická opatření jako aplikace růstových látek nebo hnojení (Lahola a kol., 1990). Velkým problémem luskovin je opad květů během stresových situací, (teplo, nedostatek vody apod.) což vede ke značnému snížení výnosů. V Austrálii a Americe na tento problém zareagovali využitím minimalizačních a půdoochranných technologií (Gladstones et al., 1998). Využití půdoochranných technologií se ve světě neustále rozšiřuje. Zemědělce k tomu vede mnoho důvodů. Technologie omezují větrnou a vodní erozi, šetří půdní vláhu, mají pozitivní vliv na půdní strukturu a v neposlední řadě znamenají úsporu pracovní síly i energie. Uplatnění různých minimalizačních a půdoochranných technologií umožňují nová konstrukční řešení strojů na zpracování půdy. V současné době je na trhu široká nabídka strojů a strojních linek, které umožňují uzpůsobit volbu technologických postupů konkrétním podmínkám, a zajistit tak kvalitní zpracování půdy a založení porostu (Hůla a kol., 2008). Důležitým faktorem, který může změnit pohled na luskoviny, je nová společná zemědělská politika EU. Přímé platby budou nyní rozdělené na více segmentů. Zemědělci mohou luskoviny využít při greeningu (tzv. ozelenění) a pokud mají živočišnou výrobu s minimálním zatížením 3 VDJ/ha, získají současně dotaci za proteinové plodiny. Tyto dotace mají snížit import GM sóji, zlepšit půdní strukturu a vrátit luskoviny zpět na pole (Dostálová a Hochman, 2015).

## **2. Cíle a hypotézy**

### **Cíl práce**

Cílem práce je ověřit možnosti využití půdoochranných technologií při zakládání porostu luskovin a jejich ekonomické zhodnocení. Půdoochranné technologie by měly také zajistit lepší hospodaření s půdní vláhou, jelikož jarní přísušek je jedním z limitujících faktorů pěstování luskovin.

Dílčím cílem by měla být možnost využití regulátorů a stimulátorů růstu pro zvýšení odolnosti proti vyzimování ozimého hrachu.

### **Hypotézy**

H1: Podzimní výsev je v našich podmínkách využitelný a poskytuje záruky pro ekonomicky efektivní pěstování hrachu v ČR.

H2: Podzimní regulací růstu růstovými regulátory lze zvýšit přezimování porostu hrachu vysévaného na podzim.

H3: Lupina bílá je ekonomicky výnosnější než lupina úzkolistá.

H4: Nejvhodnější půdoochrannou technologií pro přezimování ozimého hrachu je hluboké kypření.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Význam a výměra pěstovaných luskovin

Luskoviny jsou neobyčejně významné a dosud nedocené plodiny. Jejich semena obsahují podle druhu 19–40 % bílkovin, mnoho minerálních látek a vitamínů. Zejména proto jsou potřebné pro racionální výživu obyvatel a neopomenutelné v krmných dávkách hospodářských zvířat. Velký význam mají luskoviny i jako píce, jelikož v zeleném stavu obsahují v sušině 9–15 % bílkovin a obsahem živin a dietetickými účinky patří k nejkvalitnějším objemným krmivům (Lahola a kol., 1990). Jednou z nejdůležitějších předností luskovin je jejich meliorační a zúrodnující vliv na půdu, kdy dochází k poutání vzdušného dusíku kořenovou soustavou spolu s příznivým účinkem na půdní strukturu k výrazně obohacujícímu efektu v rotaci kulturních plodin na zemědělské půdě. V tom směru ale nalézá uplatnění celá velká skupina dalších rostlin, tzv. leguminóz nebo také motýlokvětých, kam patří nejen všechny luskoviny, ale také jeteloviny používané jako píce. K luskovinám patří i stovky druhů plevelných a planě rostoucích. Patří sem druhy jednoleté, ale i vytrvalé. Jakkoliv je význam luskovin a obecně motýlokvětých rostlin pro kulturní zemědělství a také pro tvorbu a udržování krajiny zcela nezpochybnitelný, plochy luskovin klesají. (Houba a kol., 2009). Ve světě je nejpěstovanější luskovinou sója. Z hlediska svého významu a užití zejména pro produkci jedlého oleje se sója řadí mezi olejninu. Světová plocha ostatních luskovin mimo sóji činila v roce 2016 dle statistik FAO 57,6 mil. ha. Z toho nejvíce plochy zaujímal fazol (29,3 mil. ha) a cizrna (12,7 mil. ha). Následuje hrách (7,6 mil. ha), čočka (5,5 mil. ha), dále bob (2,4 mil. ha), vikve a lupiny (jejich plochy jsou relativně menší). V České republice jsou pro středoevropské podmínky důležitými luskovinami především hrách, lupina, bob, sója, čočka a vikev. Pěstování luskovin má v ČR dlouhodobou tradici, v předchozích letech se však jejich plochy převážně snižovaly. K pozitivní změně přinášející oproti předchozím rokům vzestup výměry luskovin, došlo až se změnou SZP v posledních 2 letech. Po výrazném propadu, kdy výměra luskovin v předchozích letech klesla na cca 20 tis. ha, byly v roce 2015 luskoviny vysety na výměře cca 33 tis. ha, což představuje 1,2 % orné půdy a v roce 2016 na výměře cca 36 tis. ha, což představuje 1,4 % orné půdy. V roce 2017 byly luskoviny vysety na výměře 43 tis. ha, což představuje 1,7 % orné půdy. Nejpěstovanější plodinou je v ČR stále hrách, který zaujímá takřka 75 % všech ploch. Na druhém místě je lupina, která se pěstuje zhruba na 12 % ploch. V rámci reformy SZP pro nové programovací období 2015–2020 byla odsouhlasena tzv. dobrovolná podpora vázaná na



produkcí. Česká republika poskytuje tuto podporu pro řadu citlivých komodit, mezi které patří i bílkovinné plodiny. Podporovanými plodinami jsou v ČR hrách, bob, lupina, sója, vojtěška, jetel nebo směsi uvedených plodin a jejich směsi s obilninami. (Záruba, 2017).

### **3.2 Luskoviny v osevním sledu a jejich předplodinová hodnota**

Luskoviny se v závislosti na druhu řadí do skupiny hluboko až středně kořenících plodin. Hloubku zakořenění ovlivňuje kromě druhu také úrodnost a hloubka půdy, zásoba půdní vláhy, výška podzemní vody atd. Kořeny luskovin pronikají do hloubky od 30 do 150 cm a příznivě ovlivňují strukturu půdy. Odumření kořenové hmoty umožňuje intenzivní provzdušňování i v hlubších půdních vrstvách a rychlé vsakování srážkové vody. Zařazování luskovin do osevních sledů pozitivně ovlivňuje nežádoucí zhutňování půd, a tím i jejich fyzikální vlastnosti. Toto tzv. biologické zpracování půdy je velmi důležitým stabilizačním prvkem celé rostlinné výroby, které příznivě ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy (Lahola a kol., 1990). Luskoviny jsou považovány za nejlepší předplodinu pro obilniny. Zejména tam, kde tvoří obilniny více jak 50 % osevního sledu. Tím, že v půdě zanechávají dusík a v malé míře i fosfor, snižují u obilnin nutnost hnojení dusíkatými hnojivy, šetří energii a zlepšují životní prostředí (Nemecek et al., 2008). U obilnin tvoří luskoviny jako předplodina úsporu zhruba 30 kg čistého hnojiva dusíku a zvýšení výnosu 0,5 až 1,5 t/ha (Preissel et al., 2015). Střídání těchto plodin má také pozitivní vliv na regulaci zaplevelení. Těžko hubitelné dvouděložné plevely lze bez problému regulovat v obilninách. V luskovinách lze regulovat jednoděložné plevely, které mohou být rezistentní již na některé účinné látky používané v obilninách (Gladstones et al., 1998). Pozitivní vliv luskovin jako předplodiny je využíván i v Africe, kde se hojně pěstuje kukuřice. Ta velmi dobře reaguje na živiny, které luskoviny zanechávají v půdě (Ojiem et al., 2014).

### **3.3 Biologická charakteristika luskovin**

Luskoviny se vyznačují řadou specifických morfologických a fyziologických vlastností, které ovlivňují jejich agrotechniku (Houba a kol., 2009).

Většina luskovin má silný kulový kořen. Jeho mohutnost, větvení a hloubka jsou typické pro jednotlivé druhy. Ze všech luskovin má nejmohutnější kořen lupina. Díky tomu dokáže získat živiny i z hlubších vrstev půdního profilu (Munzar 1911). Kořen hrachu dokáže pronikat do obdobných hloubek jako lupina. Je slabší, ale více rozvětvený. Nejslabší kořen má sója, ale jeho větvení je četnější a více bohatší (Lahola a kol., 1990).

Charakter lodyhy může velmi ovlivnit tvorbu výnosu, pěstitelské postupy a především sklizeň. Značné problémy se vyskytují u druhů s dlouhou a poléhavou lodyhou. Velkými změnami prošel v posledních desítkách let hrách. Nejdříve se šlechtily hrachy s kratší lodyhou okolo 60 cm za ideálních povětrnostních podmínek. Při suchu byly však porosty moc nízké. Proto následovalo šlechtění intermediárních odrůd (střední vzrůst). Tento typ hrachů se nyní vyskytuje u drtivé většiny odrůd (Houba a kol., 2009). Lodyha sóji je silná a může být dlouhá až 200 cm. Může se větvit v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování. Obvykle má lodyha sóji 2 až 7 větví s možností sekundárního větvení (Lahola a kol., 1990). Dle způsobu větvení se tato lodyha dělí na pevnější vzpřímenou a vhodnou k pěstování na semeno a slabší náchylnou k polehání, která se hodí ke krmným účelům (Štranc a kol., 2010b). U lupiny se lodyhy odlišují podle druhu. Silnou, vysokou až 150 cm lodyhu má lupina bílá. Úzkolistá lupina ji má více podobnou sóje. Ta může být terminálního nebo větvičného typu (Gladstones et al., 1998).

Listy se u hrachu vyskytují obvykle sudozpeřené, ale u některých genotypů se vyskytují i lichožpeřené. Koncem minulého století se v praxi začínají objevovat nové typy odrůd, u kterých dochází k přeměně lístků na úponky u všech listů na rostlině. Tyto odrůdy s redukovanou listovou plochou (semi – leafless typ) se rychle rozšířily a zaujaly hlavní podíl na trhu. Jejich fotosyntetický aparát je shodný se standardními typy. Úponky navíc lépe zapojují porost, brání zplevelení a omezují polehání. To značně usnadňuje sklizeň (Houba a kol., 2009). U sóji jsou listy složité, zpravidla trojčetné a dlouze řapíkaté. Tvar lístků na středním listu je úzký, klínovitý, oválný až široce vejčitý s ostrým zakončením nebo široce vejčitý s tupým zakončením. Lupina má listy dlouze řapíkaté, dlanitě mnohočetné se 7 až 15 lístky. Ty jsou čárkovité, podlouhlé oválné až vejčité, celokrajné a ochlupené (Lahola a kol., 1990).

Květenství u luskovin tvoří zpravidla hrozen, který vyrůstá na různě dlouhé stopce z úžlabí listového řapíku na lodyze (nodu). Jen u lupiny je květenství sestavené do koncových hroznů. Většina luskovin je samosprašných. U sóji nebo lupiny žluté se však může objevit částečná cizosprašnost (Lahola a kol., 1990). Kvetení je silně závislé na předešlém stavu porostu a vlivu počasí (Dracub and Kirby, 1996). Díky tomu se může doba kvetení pohybovat mezi 10 až 30 dny. Velkým problémem je také postupné nakvétání. To značně ovlivňuje nestejněmorné dozrávání a zhoršuje kvalitu sklizně. Jedním ze způsobů je šlechtění odrůd s determinantním typem růstu. U těchto odrůd se řízeně ukončí růst lodyhy a tím i kvetení. Doba kvetení je již zkrácená. Pro lepší uplatnění v praxi jim zatím brání vyšší produkční

schopnost (Houba a kol., 2009). Zkrácená a stejnoměrná doba kvetení je jedním z kroků ke zvýšení výnosu (Wenden and Rameau, 2009).

Plodem luskovin je lusk, který se po opylení rychle vyvíjí. Lusky jsou různě dlouhé a široké, rovné nebo šavlovitě zahnuté, s tupým nebo ostrým zakončením. Na průřezu bývá kruhovitý, oválný nebo zploštělý. Lusk se skládá ze dvou chlopní, které mají vnější a vnitřní pokožku, mezi kterými je vícevrstvé parenchymatické pletivo (mezokarp). Na vnitřní straně je pergamenová blána (endokarp) z příčně uspořádaných buněk na směr pletiv chlopně. Při nestejném sesychání parenchymatického pletiva a pergamenové blány v době dozrávání dochází k pukání lusků (Lahola a kol., 1990). U většiny kulturních luskovin je již tento problém šlechtěním odstraněn. U lupiny úzkolisté však zůstává (Cowling et al., 1998). U sóji je potíž s nasazením lusků ve spodních částech rostliny. Tyto lusky jsou velmi těžko sklíditelné a značně ovlivňují výnos. Vyšší nasazení lusků lze ovlivnit aplikací různých stimulátorů růstu – zejména na bázi auxinu. Další možností je použití speciální sklízecí lišty určené přímo pro sklizeň sóji (Štranc a kol., 2014b).

Semena luskovin se vyznačují mohutnými dělohami. Zásobní látky jsou ukládány v dělohách případně ve zbytcích endospermu, na které např. u hrachu připadá 90 až 93 % sušiny semen, zatímco na vlastní klíček 0,9 až 1,3 % a na osemení 6 až 8,4 %. Palisádová vrstva buněk osemení obsahuje pigmenty, které ovlivňují barvu semene. V některých případech se na výsledné barvě semen podílí také barva děloh. Anatomická stavba osemení sehrává důležitou funkci při příjmu vody a může být příčinou výskytu tvrdých semen. Tvrdosemennost se občas vyskytuje u některých odrůd hrachu i lupiny. Tato vlastnost je značně ovlivněna povětrnostními podmínkami během dozrávání. V posledních desítkách let došlo zejména u lupiny k velkým změnám obsahu antinutričních látek v semeni. Ty byly ze semen lupin šlechtěním takřka odstraněny. To zvýšilo krmivářskou hodnotu, ale značně snížilo obranyschopnost vůči chorobám a škůdcům. U hrachu pro potravinářské využití se zvyšuje podíl složek příznivých pro lidskou výživu jako je obsah rezistentního škrobu, vitamínů a karotenoidů. U nepotravinářského využití se zvyšuje obsah škrobu s větším podílem amylózy (Houba a kol., 2009; Gladstones et al., 1998).

### **3.4 Biologická fixace dusíku luskovinami**

Zisk dusíku z biologické fixace luskovinami je v zemědělství využíván již dlouhou dobu. Jeho význam se však v posledních desetiletích značně snížil z důvodu tlaku na vyšší produkci potravin, kde je využíván převážně dusík z průmyslových hnojiv. Nicméně v

současné době, kdy se svět začíná zabývat trvale udržitelným zemědělstvím a obnovitelnými zdroji, je pravděpodobné, že se zemědělci začnou k biologické fixaci dusíku opět vracet. Při současných cenách průmyslových hnojiv se ukazuje, že dusík dodávaný do půdy rostlinami patří k nejlevnějším (Herridge et al., 2008). V aridních oblastech představuje biologická fixace dusíku hlavní zdroj vstupu dusíku do půdy. Poutání vzdušného dusíku probíhá pomocí symbiotických půdních bakterií rodu *Rhizobium*. Některé druhy rodu *Rhizobium* jsou tolerantní nebo lépe fixují dusík např. v zasolených nebo kyselých půdách. Některé z nich dokáží fixovat dusík na půdách, které obsahují těžké kovy. Tak by se v budoucnu mohly využít i půdy, které dříve sloužily jako skládky odpadu nebo půdy, u kterých je nyní rekultivace dosti problematická (Zahran, 1999). Vztah mezi luskovinou a půdní bakterií rodu *Rhizobium* je typickým příkladem mutualismu. Rhizobia žijí volně v půdě a rozmnožují se většinou v případě, když se v blízkosti objeví kořenové vlášení hostitelské rostliny. Na kořenovém vlášení se postupně vytvoří kolonie bakterií, což vede k postupnému stočení vlášení. Rhizobia uvnitř hostitele produkují Nod – faktor, na který reaguje vytvořením hlízky. Po kolonizaci hostitelských buněk se bakterie mění na bakteroidy. Ty jsou zduřelé a nepohyblivé. Tyto bakteroidy se již dále nemnoží, ale účastní se vlastní fixace dusíku (Štranc a kol., 2006). Rhizobia jsou gram–negativní, obligátně aerobní, heterotrofní bakterie tyčinkovitého tvaru, opatřené subpolárně umístěnými bičíky. Lze je dělit na pomalu rostoucí a rychle rostoucí. Bakterie reagují na klíčící rostlinky, které produkují signální bílkoviny. Tyto bílkoviny se nazývají noduliny a přitahují k sobě konkrétní druh rhizobia, který je specifický pouze pro určitý druh leguminózy (Šimon a Mikanová, 2009). Aktivní hlízky jsou růžové, na řezu červené. Odlišnost barvy signalizuje také různou aktivitu kořenových hlízek. Neefektivní hlízky rhizobií jsou bílé, bledé, žluté, šedé, někdy i zelené nebo hnědé. Rovněž staré hlízky ztrácejí červený pigment. Změna barvy červeného pigmentu v zelený nebo hnědý končí u všech jednoletých bobovitých rostlin v době, kdy končí i jejich vegetace. Optimální reakce pro většinu rhizobií je při pH 6,5 - 7,5. Každý druh luskoviny má rád pro růst a činnost rhizobií optimální teplotu. Např. u hrachu je ideální teplota 20 – 24 °C. Při vyšší teplotě je aktivita rhizobií nižší nebo se tvoří bílé hlízky, které již dusík nefixují. Pro úspěšnou fixaci je také nutné mít dostatek vláhy a určitou zásobu glycidů v hostitelské rostlině (Lahola a kol., 1990). Optimální vlhkost půdy se pohybuje mezi 40 až 80 % plné vodní kapacity. Pro správné přijímání dusíku hlízkami je také nutné mít dobře provzdušněnou půdu (Petr a kol., 1974). Vliv na tvorbu hlízek může mít dále i dusíkaté hnojení (Gresshoff et al., 2015). Hlízky se tvoří ve fázi pravých listů, kdy rostlina intenzivně fotosynteticky asimiluje. Do té doby je však dusík čerpán ze zásobních látek obsažených v dělohách rostlin. Při nedostatku dusíku v půdě

může počátek fixace způsobit stres a hladovění rostliny na počátku vegetace (Petr a kol., 1974). Nízká dávka dusíkatého hnojiva před setím má pozitivní vliv na tvorbu hlízek a jejich následnou fixaci dusíku. U vyšších dávek dusíku se hnojení jeví jako kontraproduktivní (Wahab and Abd-Alla, 1996). Průběh hladovění rostliny neboli rhizobiální deprese, její intenzita, doba trvání i míra oddálení nodulace dusíkatým hnojením, je jedním z důležitých činitelů pro tvorbu výnosu semen luskovin. Lze říci, že nižší hladina minerálního dusíku v půdě je základem pro maximální symbiotickou fixaci (Lahola a kol., 1990). Na pozemcích, kde se daná luskovina nepěstovala, je vhodné využít inokulované osivo (Gladstones et al., 1998). Využívají se různé preparáty, které mimo vybraného druhu bakterie obsahuje i stimulační látky a mikroelementy (Bethlenfalvay and Newton, 1991; Zvyagnitsev, 2011). Na trhu se nově objevil přípravek Nitrazon + N, který kromě bakterií rodu *Rhizobium* obsahuje další bakterie *Azotobacter* a *Bacillus megatherium*. Tyto bakterie fixují vzdušný dusík samostatně a pro rostliny uvolňují fosfor, který je navázaný v půdě. Také urychlují rozklad rostlinných zbytků (Štranc a kol., 2011). Fixace dusíku luskovinami je unikátní proces, který řeší dva hlavní problémy moderního zemědělství. Snižuje využití fosilních paliv a emisí skleníkových plynů prostřednictvím snížení dusíkatých hnojiv. To vše vede ke snížení vstupů a podporuje udržitelné zemědělství (Rispaill et al., 2010).

### 3.5 Tvorba výnosu luskovin

Důležitou součástí výnosu luskovin je fotosyntetický aparát, který představuje velikost plochy zelených částí rostlin. Je vyjádřen pokryvností listů (LAI), což je plocha listů na 1 m<sup>2</sup>. Listová pokryvnost se s růstem rostlin zvětšuje a při konci vegetace, kdy rostliny dozrávají a zasychají, se naopak zmenšuje (Gladstones et al., 1998). Vhodné podmínky pro zajištění ideální listové pokryvnosti se regulují správnou hustotu porostu. To znamená, že závisí na správném výsevu a na vzájemném rozmístění rostlin v řádcích. U hrachu se jako optimální velikost listové plochy považuje 4 až 6 m<sup>2</sup>. Většina luskovin má však malou autoregulační schopnost při tvorbě produktivních větví. Proto u luskovin nedochází k zahušťování porostu během vegetace jako např. u obilnin (Houba a kol., 2009). Luskoviny výrazně nereagují ani na dodatečná agrotechnická opatření jako aplikace růstových látek nebo hnojení (Lahola a kol., 1990). Dusíkaté hnojení je většinou neefektivní a na většině stanovišť dokonce naprosto neúčelné (Vaněk a kol., 2007). I přes malou reakci na intenzifikační faktory patří luskoviny k plodinám s poměrně velkou produkcí nadzemní biomasy. U hrachu dosahuje produkce sušiny 10 t/ha a více. Podíl výnosu semen z biologického výnosu je většinou nízký a variabilní. Šlechtěním luskovin, zejména hrachu, byly vytvořeny formy zrnového a později i

intermediárního typu s příznivější distribucí asimilátů do generativních orgánů a semen. Tvorba výnosu se u těchto forem změnila. Rostliny mají stejný počet listů a nižší vzrůst, ale vyznačují se vyššími hodnotami čistého výkonu asimilace, zejména ve druhé polovině vegetace – při tvorbě lusků. Podíl semen u nich převyšuje 50 % z celkové sušiny nadzemní biomasy, naproti tomu u odrůd s dlouhou lodyhou nedosahuje ani 40 %. Velký vliv na distribuci sušiny mají ekologické a zejména povětrnostní podmínky (Houba a kol., 2009). Tvorba výnosu luskovin je především ovlivněna čtyřmi výnosovými prvky. Počtem rostlin na jednotce plochy, počtem lusků na rostlině, počtem semen v lusku a hmotností tisíce semen (Murtaza et al., 2007). Tyto výnosové prvky jsou mezi sebou navzájem závislé a jsou silně ovlivněné okolním prostředím (Timmerman-Vaughan et al., 2005).

### **3.5.1 Počet rostlin na jednotce plochy**

Počet rostlin na jednotce plochy je vůbec nejdůležitější výnosový prvek, který může pěstitel regulovat tvorbu výnosu. U dalších výnosových prvků je již možnost regulace minimální, jelikož velký vliv mají povětrnostní podmínky (Gladstones et al., 1998). Pro počet rostlin je nejdůležitější období zakládání porostu. V období vzcházení dochází vůbec k největší redukci rostlin. Počet vzešlých rostlin zpravidla závisí na kvalitě setí (výsevek, doba setí, hloubka setí), kvalitě osiva (klíčivost, vitalita, zdravotní stav, moření), vnějších podmínkách pro klíčení a vzcházení (příprava půdy před setím, půdní vláhota a teplota, výskyt patogenů) a redukci v průběhu vegetace (konkurence rostlin, výskyt chorob a škůdců, mechanické a chemické poškození rostlin a nepříznivé povětrnostní podmínky). Vzhledem k tomu, že luskoviny málo reagují na hnojení dusíkem a jiné zásahy, které by podpořily větvení, není možné regulovat hustotu porostu po vzejití. Z toho vyplývá důležitost správného založení porostu a optimální počet rostlin na jednotku plochy (Houba a kol., 2009; Petr a kol., 1974).

### **3.5.2 Počet lusků na rostlině**

Počet lusků na rostlině je velmi variabilní. Luskoviny mohou produkovat velké množství pupat, ale jejich následná přeměna v lusk nebo opad je velmi závislá na okolních podmínkách (Hampton, 1975). Velký vliv mají zejména vnější podmínky (vyšší teploty, nižší relativní vzdušná vlhkost, půdní sucho), u kterých dochází k velké redukci založených generativních orgánů. Například u sóji je kritické období pro opad květů velmi dlouhé a negativní vlivy jsou patrné na jednotlivých patrech rostliny. U hrachu je pro výnos důležitý vývin lusků u prvních dolních 4 až 5 květonosných internodií (Houba a kol., 2009).

### **3.5.3 Počet semen v lusku**

Počet zrn v lusku je důležitým faktorem, který přímo souvisí s výnosem luskovin. Tento znak je geneticky podmíněn, ale může být ovlivněn i okolním prostředím a agrotechnikou (Habibur Rahman et al., 2013). V semeníku se zakládá téměř vždy stejný počet vajíček. Počet semen pak závisí na tvorbě asimilátů a jejich rozdělení mezi úložná místa. Mnoho luskovin má indeterminantní habitus. Reprodukční orgány indeterminantních rostlin se vyvíjejí postupně do konce fáze kvetení. Tato růstová charakteristika vede k překrývání období mezi zakládáním lusků, počátkem formování semen a ukládáním zásobních látek do těchto orgánů. Při větším počtu lusků na rostlině se nejvíce semen vyvíjí v luscích, které jsou založeny nejdříve (Houba a kol., 2009). Nejvíce semen je vždy ve spodních luscích. V horní části rostliny je obvykle semen méně a často mají i nižší HTS. Nejcitlivější období, kdy dochází k vysoké redukci semen, je počáteční růstová fáze (Dracub and Kirby, 1996).

### **3.5.4 Hmotnost tisíce semen**

Hmotnost tisíce semen se řadí mezi odrůdové znaky. Je velmi ovlivněna povětrnostními podmínkami a velký vliv může mít také agrotechnika. V jednotlivých letech dochází k velkému kolísání HTS. Nejvyšší HTS mají zpravidla semena lusků, která byla vytvořena nejdříve a nacházejí se nejnižší (Gladstones et al., 1998).

## **3.6 Abiotické stresy a příčiny kolísání výnosů luskovin**

Kolísání výnosů luskovin je jednou z příčin, která brání v rozšiřování jejich ploch. Obecným problémem je vysoký stupeň závislosti produkčních procesů na průběhu povětrnostních podmínek v jednotlivých obdobích vegetace (Lahola a kol., 1990). Mezi hlavní faktory ovlivňující výnos patří teplota (Christophe et al., 2011). Teplotní stres lze definovat jako nenávratné poškození v určité fázi růstu rostliny. Tato poškození následně silně ovlivňují např. fotosyntézu nebo respiraci (Bhattacharya, 2010). Dalším problémem může být sucho, které můžeme zařadit mezi vodní stres. Zhruba 60 % všech pěstovaných rostlin je během vegetace stresováno suchem (Grant, 2012). Sucho negativně ovlivňuje všechny výnosové prvky a celkový růst biomasy. Na sucho je z luskovin nejvíce citlivá sója, jejíž výnos dokáže snížit až o 40 % (Hasanuzzman et al., 2013; Valentine et al., 2011). Opakem je zamokření půdy. Zamokření má negativní vliv na vzcházení, tvorbu kořenu nebo kvetení rostlin. V aridních oblastech se za největší problém považuje zasolení půd. To značně limituje kvetení a

vitalitu rostlin. Posledním významným abiotickým stresem je deficit živin. Ten může velmi snížit schopnost luskovin poutat vzdušný dusík, a tím působí negativně na výnos (Toker and Mutlu, 2011; Munns and Tester, 2008). K eliminaci vlivů těchto abiotických stresů je nutné využít agrotechnická opatření. Musíme vzít v potaz, že luskoviny nereagují na agrotechniku jako např. obilniny. U luskovin je důležitá struktura porostu, je proto dobré dbát např. na termín výsevu, hloubku setí, počet rostlin apod. Nelze podceňovat ani výběr pozemku, regulaci zaplevelení, úpravu půdní reakce, přípravu půdy atd., neboť jen komplexní aplikace všech zmíněných prvků je možné výnosy luskovin stabilizovat (Lahola a kol., 1990).

### **3.7 Ozimé formy hrachu setého a jeho přezimování**

Přezimování je schopnost rostlin překonat zimní podmínky. Převážně jde o určitý inhibiční vliv délky, která podmiňuje chemické změny v rostlinách, ale i habitus rostlin, příznivější pro přežití podmínek mírných zim (Petr, 2010). Většina luskovin náleží k jarním plodinám. Ozimé formy luskovin jsou v podmínkách střední Evropy historicky pěstovány u vikve huňaté, vikve panonské a ozimé pelušky. Stálou ozimou plodinou ve světě je ozimý bob. V Evropě stále existují snahy zavést ozimé hrachy do praxe. Avšak ani tyto plodiny nelze označit za pravé ozimy. Přesnější označení by mělo znít “přezimující formy”. Pokud jsou vysety na jaře, vytvoří jen s malým časovým zpožděním generativní orgány a poskytnou výnos semen (Houba a kol., 2009). Je tedy nutné rozlišovat dva druhy: přezimující a ozimé. Ozimost je geneticky založená adaptace k zimním podmínkám, projevující se ekofyziologickou reakcí na nízké teploty a krátký den. Stupeň ozimosti je různý a liší se rozdíly v reakci na délku potřeby nízkých teplot apod. V Československu se s ozimým hrachem experimentovalo již v letech 1952 až 1969. Byla zde pěstována ozimá odrůda Sobětický. Šlechtění ozimých luskovin bylo v té době silně podporováno, jelikož byl velký nedostatek levných bílkovinných krmiv. Ozimé luskoviny se v té době šlechtily po celé Evropě. Např. u odrůdy 325 pocházející ze Vsesvazovského ústavu pěstování rostlin (SSSR) urychlily nízké teploty kvetení až o 20 dní. Velmi silný vliv krátkého dne inhiboval růst i vývoj. U této odrůdy šlo uvažovat o skutečném ozimém charakteru (Petr, 2010). V Německu se ozimý hrách začal pěstovat po druhé světové válce. Primární využití měl na zelené hnojení nebo jako meziplodina. Nově se ozimý hrách začíná hojně využívat v ekologickém zemědělství. Zde se využívá jeho schopnost fixace dusíku a výborná regulace zaplevelení. Ozimý hrách má oproti jarnímu hrachu řadu výhod. Díky podzimnímu výsevu částečně pokrývá povrch pole a tím zabraňuje erozi. Kvůli delší vegetační době nedochází k



vyplavování živin, ale k jejich využití. Ozimý hrách dokáže navíc využít zimní srážky a lépe snáší jarní přísušky, kterými ostatní jarní luskoviny velmi trpí. Rychlý jarní nárůst biomasy ozimého hrachu dokáže efektivně potlačit zaplevelení (Urbatzka et al., 2005). Jeho hlavní předností je stabilnější a vyšší výnos, zvláště v oblastech, kde na jaře dochází k přísuškům. Kromě toho sklizeň probíhá přibližně o dva týdny dříve než u jarního hrachu. Je to ovlivněno tím, že po přezimování má vytvořen kořenový systém, takže ihned po oteplení začíná vegetovat. Proto eliminuje nepříznivé jarní podmínky. Buď podmáčenou půdu, která často nedovolí v březnu realizovat přípravné práce, nebo naopak delší období sucha, kdy hrachy po zasetí čekají na vláhu a neklíčí. V roce 2008 byl testován ozimý hrách v České republice na třech odlišných stanovištích – ve středních Čechách, na Vysočině a jižní Moravě. Potvrdilo se zde, že nová francouzská odrůda ozimého hrachu Enduro dokáže bez větších problémů v České republice přezimovat (Vrabec, 2010). Podle posledních údajů je pro rok 2018 v České republice nově registrováno 5 odrůd ozimého hrachu (ÚKZÚZ, 2018).

### **3.8 Regulátory a stimulatory růstu**

Regulátory růstu jsou látky, které regulují růstové a vývojové procesy rostlin. Na základě určitých analogií s působením živočišných hormonů je pět skupin endogenních růstových regulátorů považováno za rostlinné hormony. Jsou to auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová a etylen. Mimo ně existuje v rostlinách množství látek s růstově regulační aktivitou, které mezi hormony řazeny nejsou, neboť jsou účinné ve vyšších koncentracích či dostatečně neznáme obecnost jejich působení. Jsou to zejména brassinosteroidy, polyaminy, kyselina jasmínová, oligosacharidy a velká skupina fenolických látek. (Procházka et al., 1998). Růstové regulátory stimulují zejména růst rostlin. Jsou to chemické látky pozitivně ovlivňující metabolismus rostlin. Podporují tedy například klíčení semen, zakořeňování řízků, růst a vývoj rostlin obecně. Tyto látky mohou být buď povahy přírodní, které jsou označovány jako fytohormony, nebo syntetické. Ke stimulatorům můžeme řadit i prekurzory látek ovlivňující růst. Regulátory růstu mohou v některých případech, zejména ve velmi vysokých koncentracích, růst rostlin brzdit (Macháčková a Krekule, 2002). U řepky jsou často využívány růstové regulátory růstu na bázi CCC nebo azolových typů. Přípravky na bázi CCC omezují přerůstání rostlin v podzimním období, zvyšují zimuvzdornost, omezují nadměrný rozvoj nadzemní hmoty a podporují rozvoj kořenového systému. Azoly zabraňují přerůstání a vyzimování řepky, posilují růst kořenů, zesilují kořenový krček, zlepšují ozelenění, zpomalují stárnutí listů a pletiv a zvyšují nasazení větví řepky. Cílem je vytvořit do zimy porost, který je silný, zdravý a nepřerostlý (Šimka a kol., 2010). Vliv azolových přípravků se u luskovin

projevuje různě. U některých způsobuje dokonce fytotoxicitu a negativně ovlivňuje nodulaci a následný růst. Nejvíce citlivá na azoly je cizrna. Je však nutné zmínit, že rozdíly jsou sledovány nejen mezi druhy, ale i odrůdami (Ahemad, 2011). Naopak u sóji použití azolů způsobilo lepší uložení asimilátů, omezení polehání a zvýšení odolnosti vůči průsušku. Azoly měly také pozitivní vliv na zdravotní stav porostu (Baranyk a kol., 2010). U luskovin se také velmi dobře osvědčily stimulatory růstu na bázi huminových kyselin. Přípravek Lexin je kapalným koncentrátem vysokomolekulárních huminových kyselin a nízkomolekulárních fulvokyselin, které mimo jiné plní funkci donoru jeho hlavní komponenty, syntetického analogu auxinu. Lexin stimuluje dlouhivý růst buněk i jejich dělení. V rostlinách zvyšuje obsah chlorofylu, transport asimilátů do semen a plodů, čímž pozitivně ovlivňují jejich produkci. Huminové látky stimulují činnost mikroorganismů a jejich příznivý vliv na půdu, ale svými sorpčními vlastnostmi snižují negativní působení a vstup řady toxických látek do rostlin. Dle zkušeností má pozitivní antistresový účinek na herbicidní ošetření luskovin a částečně dokáže eliminovat nepříznivé povětrnostní podmínky (Štranc a kol., 2007; Štranc a kol., 2011). Mezi stimulatory růstu lze zařadit i přípravek Albit. Obsahuje čistou účinnou látku polybetahydroxymásečnou kyselinu z půdních bakterií *Bacillus megaterium* a *Pseudomonas aureofaciens*. V přirozených přírodních podmínkách žijí tyto bakterie na kořenech rostlin. Tyto bakterie stimulují jejich růst, chrání je před chorobami a nepříznivými podmínkami okolního prostředí. Přípravek také obsahuje makro i mikro prvky (N, P, K, Mg, S). Obsahuje také terpeny z jehličnanů. Albit neobsahuje živé mikroorganismy, ale pouze účinné látky z nich. Ty tvoří přípravek stabilnější a lépe odolný vlivům vnějšího prostředí. Má pozitivní vliv na zvýšení výnosu a jeho kvalitu. Zvyšuje odolnost rostlin vůči chorobám a suchu (Novik, 2013).

### **3.9 Ekonomika pěstování luskovin**

Budoucnost luskovin závisí především na ekonomice jejich pěstování. Ta se odvíjí od tržních cen a výnosů na jedné straně v porovnání s výší nákladů na druhé straně (Ponížil, 2006). Velmi pozitivní vliv na ekonomiku luskovin bude mít nová společná zemědělská politika Evropské unie. Od roku 2015 se mění struktura čerpání přímých plateb pro zemědělce. Přímé platby mají nyní vícesložkový charakter. Tato dotační politika má velmi pozitivní vliv na pěstování luskovin, a to ve dvou směrech. Pěstitel, který využívá luskoviny pro vlastní krmení hospodářských zvířat, může za určitých podmínek čerpat dotace na tzv. ozelenění a také na bílkovinné plodiny (Dostálová a Hochman, 2015). Ekonomika pěstování luskovin se dá počítat různorodě v závislosti na nákladech. Výsledný zisk může velmi ovlivnit

vnitropodnikové hospodaření nebo množství vymezených nákladů. U luskovin se také velmi zapomíná na jejich pozitivní vliv jako předplodina. Obecně rozlišujeme náklady na fixní a variabilní. Mezi fixní náklady se řadí např. odpisy a daně. Tyto náklady jsou neměnné. Mezi variabilní náklady patří např. osivo, pesticidy, hnojiva apod. Tyto náklady však může agronom svým rozhodnutím velmi ovlivnit. U hrachu se dle intenzity pěstování pohybují mezi 14 až 20 tisíci Kč/ha. U sóji jsou tyto náklady nižší a pohybují se mezi 7,5 až 14,5 tisíci Kč/ha. Když od tržeb luskoviny odečteme všechny variabilní náklady, získáme částku, kterou přispívá na fixní náklady. Toto číslo vztažené k hektaru výměry plodiny se nazývá příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku. U hrachu se tak při ceně okolo 5 tisíc Kč/ha dostáváme při vyšší intenzitě a výnosu okolo 4 t/ha na hranici rentability, pokud nezapočítáme zisk z dotací. U sóji se již při výnosu 2 t/ha dá očekávat poměrně slušný zisk mezi 5,5 až 12,5 tisíci Kč/ha (Houba a kol., 2009; Štranc a kol. 2011, Hosnedl a kol., 2014). Z ekonomického hlediska mají luskoviny velkou výhodu, že u nich takřka odpadá hnojení. Lze uvažovat pouze o inokulantu s hlízkovými bakteriemi, který však někdy bývá již započítán v ceně osiva. Naopak následná plodina (obvykle obilnina) se díky fixaci dusíku stává výnosnější (Gladstones et al., 1998). Výkupní cena se v posledních letech u hrachu pohybovala mezi 5 až 6 tis. Kč/t. U lupiny je cena nejasná, jelikož je u nás novou plodinou a většina produkce zůstává využita jako krmivo pro zvířata v rámci zemědělského subjektu (Potměšilová, 2014). Cena sóji je určována především zámořskými trendy nabídky a poptávky, a rovněž odhady sklizně a bilancí zásob a spotřeby. Dle posledních čísel se výkupní cena sóji pohybuje pod hranicí 10 tisíc Kč/t (Liška, 2017).

### **3.10 Půdochranné technologie a jejich zavedení do systému hospodaření**

Po staletí byla známkou pokrokových systémů pěstování plodin orba. První pokusy nahradit pluh zařízeními podobnými kultivátoru byly zaznamenány již v 18. století. V 19. století se v suchých oblastech jižní a východní Evropy a v USA rozvinuly různé systémy zpracování půdy, které ji kypřily jen povrchově, případně ji podrývaly a pouze minimálně obracely. To vše mělo zamezit ztrátě vody z ornice. Ukázalo se, že výnosy plodin jsou ve značné míře nezávislé na způsobu zpracování půdy, ale jako problematická se ukázala regulace plevelů. To se změnilo se zavedením prvních herbicidů. V roce 1974, kdy byl představen glyfosát, se začalo uplatňovat přímé setí. Při volbě půdochranné technologie je nutné vzít na vědomí agroekologické a klimatické podmínky daného stanoviště (Hůla a kol., 2008). V Austrálii, kde jsou různorodé klimatické podmínky, převažuje hospodaření bez orby. Na východním pobřeží, kde je vlhčí podnebí, se půda zpracovává intenzivněji. Obvykle se používá podmítka

či hlubší kypření bez orby. V sušších oblastech na západě, kde se nejvíce pěstuje obilí, se volí přímé setí a následné ošetření glyfosátem. Problémem se však stávají jednoděložné plevele, které jsou odolné vůči některým herbicidům (Gladstones et al., 1998).

### **3.10.1 Důvody zavádění půdoochranných technologií**

Půdoochranné technologie se v současné době zavádějí z mnoha důvodů. Vedle ekonomických a technických aspektů se nyní stává velmi důležité i ekologické hledisko. Tyto technologie mají za úkol zlepšit půdní a životní prostředí. Způsob zpracování půdy a s ním související distribuce posklizňových zbytků ovlivňuje celou řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy (Hůla a kol., 2008). Půdoochranné technologie, které bojují proti erozi a zachovávají půdní vláhu, jsou považovány za nejdramatičtější změnu v hospodaření s půdou v moderním zemědělství (Bradford and Peterson, 2000).

### **3.10.2 Eroze půdy**

V současné době je největší environmentální a zemědělský problém eroze půdy. Eroze však není problém pouze dnešní doby, ale potýkáme se s ní odjakživa. V současné době se však problém zvětšuje. Půda se obdělává mnohem intenzivněji, zvyšují se dávky hnojiv a pesticidů, které mají omezovat její vliv. To však znamená větší znečištění přírody a vyšší riziko zdravotních problémů. Také to vede k vyšší spotřebě energie a zemědělské systémy se mohou stát neudržitelnými. Eroze je také hlavní příčinou odlesňování. Tato odlesněná půda je posléze zemědělsky nevyužitelná a její stav se nadále zhoršuje (Primentel et al., 1995). Obecně rozlišujeme dva typy erozí: vodní a větrnou. Vodní erozí dochází ke smyvu půdy a tím k její degradaci. V České republice je v současné době vodní erozí ohroženo okolo 50 % všech půd. Větrná eroze se vyskytuje zejména v aridních oblastech s písčitéjšími až hlinitějšími půdami. V České republice je větrnou erozí ohroženo okolo 10 % půd. Nejvíce se vyskytuje na jižní Moravě nebo v pruhu od východních Čech přes Čechy střední směrem k severozápadním. Erozi lze omezit zlepšením půdní struktury, střídáním plodin, protierozním zpracováním půdy, obděláváním půdy po vrstevnici, rozdělováním větších bloků, vytvářením protierozních pásů a rozdělením pozemků s erozní ohrožeností. Obdobně napomáhá v boji proti erozi dotační politika. To řeší tzv. standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC). Mezi tyto technologie je zařazeno např. bezorebné setí, setí do mulče, setí do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny nebo hrázkování (Šarapatka, 2014).

### **3.10.3 Půdní zhutnění**

Snižování propustnosti půdy pro vodu vede ke zvyšování povrchového odtoku vody a erozi půdy (Basic et al., 2004). Zhutnění půd je v České republice na mnohých stanovištích vážnou příčinou podstatného zhoršení jejich produkční schopnosti, omezuje plné využití genetického potenciálu výkonných odrůd a snižuje efektivitu dalších vstupů do výrobního procesu. V současné době trpí různým stupněm zhutnění půd asi 45 % zemědělského půdního fondu. Z toho je 15 % zhutnění genetické, které je dané přirozenými vlastnostmi těžkých půd a zbývajících 30 % je zhutnění technogenní. Na zhutnění se silně podílí několik desítek let nevhodné intenzifikace zemědělství včetně neúměrných dávek a nesprávného sortimentu minerálních hnojiv, těžké mechanizace a celé řady dalších faktorů, kdy zároveň nebyly uplatňovány kompenzační technologie. V současné době je další příčinou velké množství přejezdů po polích. Zejména u některých plodin, kde se používá starší mechanizace. Velkým problémem je také pojíždění půdy stroji bez ohledu na její vlhkost, nadměrná hmotnost mechanizace a nevhodně organizovaná doprava. Na současný stav má vliv i nevhodné zpracování půdy a struktura plodin s malým zastoupením regenerujících a hluboko kořenících plodin nebo nedostatečné organické hnojení (Hůla a kol, 2008). V současnosti je situace ve zhutnění půdy o to složitější, že ve značné míře je půda dlouhodobě degradována kompakcí v podorničních horizontech. Zhutnění půdních vrstev v těchto hloubkách je velmi perzistentní a odstranitelné pouze v dlouhodobém časovém horizontu. Efektivnímu řešení této závažné problematiky se dosud v zemědělských podnicích věnuje jen minimální pozornost. Zhutnění má velmi negativní vliv na výnos zemědělských plodin. Je prokázáno, že nadměrné zhutnění půdy redukuje rychlost růstu kořenů plodin, jejich prodlužování a prorůstání do spodních vrstev půdy i tvorbu kořenového vlášení. U luskovin je výnos snížen zhruba o 15 až 20 % (Javůrek a Vach, 2008). Půdní zhutnění se měří penetremetrem. Ten proniká do půdy a jeho penetrometrický odpor je přímo úměrný objemové hmotnosti půdy. Zhutnění půdy také snižuje pórovitost (Sands et al., 1979).

### **3.10.4 Voda v půdě**

Voda v půdě je součástí koloběhu vody v přírodě, a to ve všech skupenstvích. Největší význam má voda v kapalném skupenství. Voda se do půdy dostává především atmosférickými srážkami. Mezi další zdroje patří povrchový odtok nebo vzlínající voda z podzemních zdrojů. Voda v půdě ovlivňuje fyzikální, fyzikálně – chemické, chemické a biologické pochody. Podílí se na změnách půdotvorného substrátu a tvorbě půdy. Půdní voda je základní činitel pro růst rostlin i pro všechny organismy žijící v půdě (Šarapatka, 2014). V současné době je

voda nedostatkovým zdrojem, který ohrožuje bezpečnost potravin a je nutné ji chránit (Jara – Rojas et al., 2013). Na obsah a využitelnost vody v půdě má velký vliv eroze. Erozní smyv vede ke ztrátám živin a snížení její využitelnosti v půdě. Velmi pozitivní vliv na zachování vody v půdě má mulč. Jsou to rostlinné zbytky předešlé plodiny, které leží na povrchu půdy a tím zabraňují výparu vody a zmenšují povrchový odtok (Lingling et al., 2014). Je zřejmé, že udržení vody v půdě a její maximální využití záleží na kvalitě půdy. Je nutné se vrátit ke správnému střídání plodin a více využívat luskoviny, které svým kořenovým systémem půdu meliorují a pomocí hlízkových bakterií do ní poutají dusík. Velmi důležité se také jeví půdoochranné technologie. Nadměrné zpracování půdy vede k výparu vody a snižování produkční schopnosti půd (Vidal et al., 2002). Nižší intenzita zpracování půdy vede k zvyšování její objemové hmotnosti a snižování celkové pórovitosti. Mění se poměr kapilárních a nekapilárních pórů, to se promítá ve zvyšování vododržnosti půdy, a tím i obsahu vody v půdě a ve snižování hodnot její provzdušněnosti. Redukované zpracování půdy vede zpravidla ke zvýšení infiltrace vody do půdy a k redukci povrchového odtoku vody a snížení eroze (Hůla a kol., 2008).

### **3.10.5 Klimatické podmínky**

V současné době se potýkáme se změnami klimatu a půdoochranné technologie hrají u zpracování půdy velkou roli. Pro zemědělství je velmi důležité využít veškerou vodu, která je v půdě k dispozici nebo spadne díky dešťovým srážkám (Kato et al., 2007). Půdoochranné technologie se nejvíce projevují v suchých letech, kdy je u nich dosahováno vyššího výnosu než u technologií konvenčních. Mají také pozitivní vliv na půdní vlastnosti, které jsou charakteristické pro dobrou úrodnost půdy a její vysokou produkční schopnost. Po zavedení půdoochranných technologií dochází k trvalejšímu, statisticky významnému nárůstu produkce v porovnání s konvenčními technologiemi (Javůrek a kol., 2010). Zemědělství jako celek se podílí zhruba 20 % na emisích vytvořených člověkem. Také tvoří zhruba 50 % všech emisí CH<sub>4</sub>, které vytváří především dobytek a rýže. Nejvíce se však podílí na emisích N<sub>2</sub>O. Zemědělství vytváří okolo 70 % emisí N<sub>2</sub>O. Nejvíce se na nich podílí průmyslová hnojiva, organická hnojiva a biologická fixace dusíku. Všechny tyto jmenované emise se mají v budoucnu snižovat, neboť bylo v rámcové úmluvě OSN domluveno jejich snižování. Tato úmluva se obecně nazývá Kjótský protokol, jelikož byla sjednaná v roce 1997 v Kjótu. Všechny tyto kroky podporují snižování vstupů do zemědělství a podporují půdoochranné technologie, které mají celosvětový dopad (Dumansky, 2004).

### **3.10.6 Ekonomické důvody**

Zavádění půdoochranných technologií mělo z počátku především ekonomické důvody. Zemědělec potřeboval snížit náklady na pracovní sílu a sloučit či vypustit některé pracovní operace, které silně ovlivňovaly celkové náklady na dané plodiny (Gladstones et al., 1998). Právě snižování nákladů na zpracování půdy a využívání souprav strojů, které plní několik funkcí najednou, byl první aspekt ekonomických důvodů. Další možností je zvyšování pracovních záběrů strojů s vyšší výkonností. To umožňují především kypřiče, jelikož pluhy již dosáhly svých limitů. Podmínkou dosažení úspor snížením potřeby pracovního času na úrovni podniku je efektivní využití takto ušetřených pracovních kapacit nebo redukce počtu pracovníků v podniku. Druhý směr je v úspoře nákladů a snižování energetických nákladů, především výdajů za pohonné hmoty. Hlavním způsobem, jak snížit tyto náklady je omezit hloubku a intenzitu zpracování půdy. Každé nepotřebné kypření, převrácení, přemísťování ornice spotřebovává energii, a tím i naftu ve stroji. Orba je energeticky nejnáročnější operací, její omezení či vynechání vede k ekonomické úspoře. Je však nutné podotknout, že toto vynechání by nemělo snížit výnos nebo by pokles příjmů neměl být vyšší než úspora nákladů na zpracování půdy (Hůla a kol., 2008).

### **3.11 Stroje na zpracování půdy pro půdoochranné technologie**

V současné době mají zemědělci na výběr velkou škálu strojů pro zpracování půdy. U půdoochranných technologií je ideální, aby na povrchu půdy byl udržován alespoň částečně rostlinný pokryv (porost nebo rostlinné zbytky), který zabraňuje erozi. Kvalita půdy by touto pracovní operací měla být zachována nebo zlepšena. Je však nutné zvolit takovou technologii, která bude ideální nejen pro vedení porostu dané plodiny, ale i pro ekonomiku pěstitele (Pikul et al., 2001). U půdoochranných technologií závisí kvalita práce strojů pro zpracování půdy ve značné míře na kvalitě předchozích pracovních operací. Jestliže při sklizni obilnin či dalších plodin sklízecími mlátičkami zůstane na pozemku nedostatečně plošně rozptýlená a podrcená sláma, nemůže být při mělké podmítce a následném setí zajištěno, aby osivo nebylo v půdě ve styku se slámou. Nejsme-li toto schopni odstranit, je lepší použít kypřiče, které dokážou posklizňové zbytky zapravit hlouběji do půdy a promíchat je. Dalším problémem mohou být kolejové řádky nebo koleje vytvořené při sklizni. Tento nerovnoměrný povrch pak dělá velké problémy při přímém setí do strniště, kde dochází k nerovnoměrnému vzcházení a nevyrovnanosti celého porostu (Hůla a kol., 2008).

### **3.11.1 Kypřiče pro mělké kypření**

Diskový (talířový) kyprič je jedním z nejpoužívanějších strojů pro zpracování půdy. Jeho výhoda je univerzálnost a odolnost vůči mechanickým překážkám. Používá se obvykle hned po sklizni, aby byla přerušena kapilární vztlínavost. Při podmítce dochází k rozrušení povrchu půdy a promíchání horní vrstvy půdy. Dochází k likvidaci vzešlých plevelů a díky krájení rostlinných zbytků se urychluje proces jejich rozkladu. Většina diskových kypričů je pasivního charakteru a jejich kvalita zpracování půdy je závislá na pojezdové rychlosti traktoru. Při vyšších pojezdových rychlostech dochází k lepšímu promíchání a vyšší plošné výkonnosti (Nalavade et al., 2010). Další skupinou pro mělké kypření jsou radličkové kypřiče. Ty mají různě řešené pracovní nástroje a jejich zvolením lze měnit intenzitu kypření a mísení zeminy s posklizňovými zbytky. Můžeme tak rostlinné zbytky zcela zapravit nebo půdu mělce prokypřit a zanechat zbytky rostlinné biomasy na povrchu půdy jako mulč. Radličky bývají obvykle uspořádány ve více řadách. Pro kamenité půdy je dobré využít radličky s pojistkami proti přetížení, když narazí na pevnou překážku. Za radličkami může být řada talířů, které slouží k urovnání povrchu a drobicí válec. Pro střední zpracování půdy s výrazným mísícím efektem se využívají radličky šípového tvaru. V současné době se hojně využívají kombinované kypřiče. Ty půdu prokypří, ale neobracejí zpracovanou vrstvu jako při orbě. Zpravidla se využívají při zakládání porostu řepky nebo kukuřice (Hůla a kol, 2008).

### **3.11.2 Stroje pro hluboké kypření**

V současné době se stále častěji začínají využívat stroje pro hluboké kypření. Dříve se hluboké kypření, a především hluboká orba používala zejména při zakládání vinic nebo chmelnic. Hluboká orba má však oproti dlátovým kypričům nevýhodu za vlhkého počasí, kde dochází k znatelnějšímu utužení spodní vrstvy. To způsobují především kola tažného prostředku a tvar plužního tělesa. U dlátového kypriče dochází k nižšímu utužení kol tažného prostředku a následně dláto utuženou vrstvu naruší (Coulouma et al., 2006). U plodin, které mají hluboký kořen, je vhodné půdu připravit hlouběji. Jejich kořenový systém pak dokáže bez menších problémů proniknout do hlubších vrstev půdy, kde dokáže získat živiny, na které mělce kořenicí rostliny nedosáhnou. Obecně lze zvolit dva způsoby hlubokého kypření dláty. První způsob je proniknutí dláta do půdy a dojde k rozrušení utužených vrstev v půdě s minimálním narušením povrchu půdy a zachování mulče. Pro druhý způsob se obvykle používají takzvané dlátové pluhy. Dláta ve spodní vrstvě pronikají do půdy a rozrušují utuženou vrstvu a na povrchu dochází k promísení vrchní vrstvy půdy. Tento typ zpracování



půdy je vhodný pro zapravení hnoje. Hnůj je zapraven v širší vrstvě profilu a není ponechán na povrchu půdy (Kato et al., 2007; Busscher et al., 2006).

### **3.11.3 Secí stroje a setí do nezpracované půdy**

Setí je jednou z nejdůležitějších pracovních operací při zakládání porostu zemědělských plodin. V současné době je mnoho možností, jak porost zasít. Lze zvolit stroje, které půdu před setím osiva zpracují nebo zapraví osivo do půdy s minimálním zásahem do půdy (Gladstones et al., 1998). Je dobře zdokumentováno, že zakládání porostu bez zpracování půdy (tzv. No-Till) má řadu výhod oproti klasickému zpracování půdy (Chan, 2001). Tato technologie založení porostu vede k vyššímu obsahu organické hmoty, a to zejména ve vrchní vrstvě půdy (West and Post, 2002). Zachování struktury půdy bez absence zpracování půdy vede spolu s přímými a nepřímými účinky k akumulaci organické hmoty. To vede ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy a jejímu hospodaření s půdní vláhou (Six et al., 2000). Také se zvyšuje aktivita žížal a tím je tvořeno více makropórů (Edwards et al., 1979). Povrch půdy je chráněn rostlinnými zbytky nebo mulčem a tím dochází k menšímu odparu vody z půdy (Triplett et al., 1968; Dao, 1993). Tato technologie zakládání porostu dosahuje velmi dobrých výnosů při nižších srážkách během vegetace. Platí však, že vhodnost této technologie je velmi závislá na klimatu, typu plodiny a typu půdy (Soane et al., 2012). Avšak při chladném počasí a nadbytku srážek se tato technologie jeví nepříliš příznivě. Půda je nasycená vodou a nedochází k dobrému odvodnění. To vše zvyšuje tlak chorob a plevelů. Také dochází k horšímu růstu rostlin (Strudley et al., 2008). U nezpracované půdy obsahuje nejvíce živin svrchních 5 cm půdy. Proto je nutné svrchní vrstvu chránit a při změně technologie zpracování půdy dochází z počátku ke kolísání výnosů (Duiker and Beegle, 2006). Pro přímé setí do nezpracované půdy se nejvíce používají stroje s kotoučkovými secími botkami. Kotouče půdu proříznou a osivo zapraví do požadované hloubky, aby pokud možno nebylo v kontaktu s rostlinnými zbytky předplodiny. Není problém sít za sucha i za vlhka. V menší míře se používají secí stroje osazené radličkami, či dláty, protože více narušují povrch půdy, což je v dané situaci nežádoucí. Dle požadavků lze secí stroj pořídit i s předseťovou přípravou. Před vlastním setím tak může secí stroj půdu ještě připravit disky, radličkami nebo dláty. Tento secí stroj tak může spojit přípravu půdy se setím dohromady. Novým trendem je také přihnojení při setí. Secí stroj obsahuje zásobník minerálních hnojiv, ze kterého je hnojivo vedeno samostatnými botkami do půdy, kde je hnojivo uloženo v jiné hloubce nebo do stran od osiva (Hůla a kol., 2008).

### 3.12 Půdoochranné technologie a regulace zaplevelení

Snížená intenzita zpracování půdy vede obecně ke zvýšení zaplevelení. Za určitých podmínek lze při dlouhodobém používání půdoochranných technologií zaplevelení i snížit. Vysvětlením může být skutečnost, že semena plevelů jsou koncentrována do svrchní vrstvy půdy. Na povrchu půdy jsou tak vytvořeny vhodné podmínky pro jejich klíčení a vzcházení. Vyšší podíl vzešlých plevelů tak může být efektivně regulován. Je vhodné volit odlišné způsoby regulace plevelů a vhodně využívat chemické ošetření (Suškevič et al., 1993; Ramesh, 2015). Zvýšení zaplevelení a změna plevelného spektra je velký problém, který se řeší při přechodu z konvenčního hospodaření na půdoochranné systémy (Soane et al., 2002). Ve světě se nejvíce využívají neselektivní herbicidy, kterými se plochy ošetří před setím nebo vzejitím porostu. Nejčastěji bývá využíván glyfosát, který je nejpoužívanějším herbicidem vůbec (Powles, 2008). Velký rozmach glyfosátu v minimalizačních a půdoochranných technologiích vede k obavě, aby se neobjevily plevele s rezistencí proti tomuto herbicidu. Také je kladen důraz na snižování množství aplikovaných herbicidů a panuje znepokojení nad jejich vlivem na životní prostředí a zdraví potravin (Dorn et al., 2013). Jednou z možností omezení chemické regulace je regulace mechanická. Další z možností je i pěstování meziplodin a tím dojde k omezení růstu plevelů. Využívá se také válení, sekání nebo plečkování. Tyto zásahy mají však proměnlivé úspěchy (Clark and Panciera, 2002). Při použití minimalizačních a půdoochranných technologií klesá celkový počet druhů plevelů, ale celková početnost jedinců má rostoucí charakter. Z jednoletých plevelů převládají tyto druhy: chundelka metlice, heřmánkovec přímořský nevonný, svízel přítula, truskavec ptačí, žabinec obecný, hluchavka objímavá a nachová. Z vytrvalých plevelů se nejvíce šíří tyto druhy: pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, čistec bahenní, mléč rolní, rukev lužní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý. Z hlediska regulace vytrvalých plevelů je velmi významná podmínka, kterou dochází k poškození orgánů vegetativního rozmnožování. Hluboko kořenicí vytrvalé plevele, jako jsou pcháč rolní nebo mléč rolní není možné pouze hlubokým zpracováním půdy ze stanoviště vymýtit (Mikulka, 1999; Mikulka et al., 2005). U obilnin nastává problém s trávovitými plevele. Oves hluchý, psárka rolní a různé druhy sveřepů jsou jednoděložné plevele, které v obilninách hubíme velmi obtížně. Tyto druhy mají malé obilky, které při konvenčním hospodaření ztrácí klíčivost v hlubších vrstvách půdy. U půdoochranných technologií naopak zůstávají na povrchu a rychle klíčí. Proto je dobré je regulovat v porostu dvouděložných plodin, jako jsou např. luskoviny, olejninu nebo okopaniny (Köller a Linke, 2006). Při správném osevním postupu můžeme u půdoochranného hospodaření regulovat jak

jednoděložné, tak dvouděložné plevely. Obecně je dobré se při pěstování luskovin po obilnině zaměřit u obilniny na problematické dvouděložné plevely. V Austrálii se již v osevních postupech s převahou obilnin potýkají s rezistentními jednoděložnými pleveli na určité účinné látky. Poté je nutné upravit osevní postup nebo zvolit jiné technologie pěstování plodin (Gladstones et al., 1998). Jednou z možností je pěstování geneticky modifikovaných plodin, které jsou rezistentní k neselektivním herbicidům (Wilson 2009). Další možností může být mechanická regulace plevelů. V Německu se hojně používají prutové brány. Vláčení je nutné provádět za teplého, suchého počasí, kde plevely lépe zasychají. Nutné je počítat s částečným poškozením porostu a při setí zvýšit výsevek (Schachler, 2006). Lze také zvýšit meziřádkovou vzdálenost a meziřádek plečkovat nebo využít metodu sprayshield, kde je herbicid aplikován do meziřádku a rostliny hlavní plodiny jsou proti herbicidu chráněny štítem postřikového stroje (Hashem et al., 2011).

## 6. Metody a materiál

Vlastní experimentální část práce spočívá v:

- Polních pokusech zaměřených na hodnocení vlivu půdoochranných zpracování půdy na porosty luskovin
- Polních pokusech zaměřených na využití regulátorů a stimulátorů růstu na porost ozimého hrachu

### 6.1 Informace o stanovišti

Pokusy probíhaly během let 2012 až 2015 na pozemcích ZD Nečín (okr. Příbram). Družstvo již delší dobu používá minimalizační technologie zpracování půdy a většina ploch je erozně ohrožených. Pěstované luskoviny byly vysety na parcely o velikosti 12 x 100 m<sup>2</sup> při odlišném zpracování půdy (3 varianty). Pokusné varianty pak byly srovnány mezi sebou (každá ve třech opakováních).

### 6.2 Charakteristika stanovišť

**Lokalita:** bývalý okres Příbram, Středočeský kraj

**Geomorfologický podcelek:** Dobříšská pahorkatina

**Klimatická oblast:** mírně teplá, mírně vlhká až suchá

#### 6.2.1 Charakteristika stanoviště v roce 2013

**Název Honu:** Za Polním mlatem – Druhlice

**Výměra:** 18, 27 ha

**Katastrální území:** Druhlice (13,35 ha), Ouběnice u Dobříše (4,92 ha),

**Erozní ohroženost:** nízká (18,27 ha)

**Nadmořská výška:** 407 m

**Poloha:** mírná expozice k jihu

**Půdní typ:** typická kambizem

**Orniční vrstva:** slabě humózní s humusem středně kvalitním

**AZP v roce 2012:** 200 ppm K, 108 ppm P, 105 ppm Mg, 2060 ppm Ca; **pH:** 5,0

#### 6.2.2 Charakteristika stanoviště v roce 2014

**Název Honu:** Za Petrušem

**Výměra:** 54, 75 ha

**Katastrální území:** Druhlice (41,93 ha), Obořiště (8,5 ha),

Ostrov u Ouběnic (4,32 ha)

**Erozní ohroženost:** nízká (54,75 ha)

**Nadmořská výška:** 422 m

**Poloha:** mírná expozice k jihu

**Půdní typ:** typická kambizem

**Orniční vrstva:** středně těžká až lehčí (mělčí, skeletovitá)

**AZP v roce 2013:** 330 ppm K, 110 ppm P, 140 ppm Mg, 2000 ppm Ca; pH: 6,1

### **6.2.3 Charakteristika stanoviště v roce 2015**

**Název Honu:** Štrougalka

**Výměra:** 23, 87 ha

**Katastrální území:** Ostrov u Ouběnic (23,43 ha), Ouběnice u Dobříše (0,44 ha),

**Erozní ohroženost:** nízká (23,87 ha)

**Nadmořská výška:** 420 m

**Poloha:** mírná expozice k jihu

**Půdní typ:** typická kambizem

**Orniční vrstva:** středně těžká až lehčí (mělčí, skeletovitá)

**AZP v roce 2012:** 310 ppm K, 75 ppm P, 130 ppm Mg, 1850 ppm Ca; pH: 6,1

## **6.3 Charakteristika odrůd**

### **6.3.1 Hrách setý**

**Enduro** je první odrůda ozimého hrachu v České republice. Registrovaný v roce 2007 ve Francii. Od roku 2010 ve zkouškách ÚKZÚZ, průměrný výnos z pěti lokalit dosáhl 6,56 t/ha. Na provozní ploše 16 ha výnos 5,56 t/ha. Žlutosemenná odrůda typu semi – leafles s pravidelnými kulatými zrny – HTS 200 g. Setí kolem poloviny října, výsevek cca 180 kg/ha. Při setí je doporučena aplikace inokulantu Nitrason + N. Předností je rychlý jarní start, odolnost k průjškům a zralost v první polovině července. Středně vysoké rostliny odolávají polehání, ve srovnání s kontrolou jsou odolnější proti chorobám. Ke komplexu kořenových chorob, hnilobě stonků, listů a lusků je značně odolná. Vysoký obsah NL okolo 22,7 % (Štěpánek, 2011).

**Eso** je poloraná odrůda s redukovanou listovou plochou semi – leafless. Žlutá, kulatá, barevně vyrovnaná semena. Tříletý průměrný výnos ve zkouškách ÚKZÚZ je 105,7 %. Má stabilní výnosy ve všech oblastech pěstování. Střední až vyšší rostliny s dobrou odolností polehání a vysoký výnos zelené hmoty. Vhodná jako krycí plodina nebo pro výrobu hrachových siláží. Vyrovnaný zdravotní stav nad průměrem zkoušených odrůd, dobrá odolnost kořenovým chorobám. Odolná suchu i jarním mrazíkům, kterým i při kvetení dokáže odolávat. Výborná pro produkci zrna, HTZ 256 g. Výnos N – látek na úrovni 102 % na průměr pokusu. Úspěšně zkoušena v Rakousku, Dánsku, Švédsku, Rusku, Anglii a USA (Štěpánek, 2015).

### 6.3.2 Lupina bílá

**Amiga** je v České republice registrována od roku 2004. V průběhu tříletých zkoušek ÚKZÚZ dosáhla průměrného výnosu zrna 111,1 % na kontrolní odrůdy. Z hlediska délky vegetace je hodnocena jako středně raná. Délka vegetace do semenné zralosti je 136 dní, v roce 2003 byla 121 dní. Ve Francii je zařazena do raného sortimentu. Má rychlý počáteční růst, rostliny jsou středně vysoké (64 cm), barva květu je modrobílá, barva semene bílá. Hmotnost tisíce semen se pohybuje od 300 do 390 g. Semena neobsahují hořké látky, obsah dusíkatých látek se pohybuje mezi 33 až 39 %. Odolnost proti antraknóze byla ve zkouškách nad úrovní kontrolních odrůd, hodnocení 5,3 (Vrabc, 2008).

### 6.3.3 Lupina úzkolistá

**Boregine** je středně raná bělokvětá odrůda. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Semena jsou bílá s velmi nízkým obsahem hořkých látek. Hmotnost tisíce semen je vysoká. Předností je vysoký výnos semene. Nemá výrazná pěstitelská rizika. Tato odrůda byla registrována v roce 2006 (Mezlík, 2009).

### 6.3.4 Sója luštinatá

**Merlin** je velmi raná odrůda, 000+, nejranější ze sortimentu. Velmi vysoký výnos, ověřený praxí. Vhodná do všech oblastí pěstování sóji. Střední HTS (169 g), střední – vyšší obsah bílkovin (37,6 %) a tuků (21,2 %). Barva květu fialová. Vysoké nasazení spodních lusků (11,7). Bezproblémové a rychlé dozrávání, výborný zdravotní stav. Je nižšího až středního vzrůstu a má vysokou pevnost stonku při sklizni (Štěpánek, 2011).

## 6.4 Sledované varianty a charakteristika agrotechniky

Půda byla zpracována třemi odlišnými způsoby – bez zpracování půdy (strniště), mělká podmínka (cca 8 cm) a půda zpracovaná dlátovým pluhem (cca 20 cm). Přehled jednotlivých variant pokusů je patný z přiloženého plánu.

Na vedlejší části půdního bloku zpracované dlátovým pluhem byly na ozimý hrách aplikovány regulátory a stimulatory růstu (Horizon, Caryx, Toprex, Caramba – Lexin, Albit). Rozměr jedné parcely byl 10 m<sup>2</sup>.

Po vzejití výdrolu předplodiny (ozimá pšenice) byla provedena aplikace totálního herbicidu. Na variantách se zpracováním půdy byla provedena mělká podmínka pro srovnání povrchu pozemku. Setí probíhalo ve dvou termínech. V prvním podzimním termínu bylo provedeno setí ozimého hrachu (2 termíny). V jarním termínu bylo provedeno setí ozimého i jarního hrachu, lupiny bílé, lupiny úzkolisté a sóji. V jarním období bylo aplikováno ošetření proti plevelům. Všechny luskoviny byly vysety v hustotě 90 tis. semen/ha do hloubky 6 cm při meziřádkové vzdálenosti 12,5 cm.

#### 6.4.1 Schéma pokusu zpracování půdy

	Hluboké kypření			Podmítka			Strniště		
Podzimní výsev	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro
	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro
Jarní výsev	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro	Enduro
	Eso	Eso	Eso	Eso	Eso	Eso	Eso	Eso	Eso
	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine	Boregine
	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga	Amiga
	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin	Merlin

#### 6.4.2 Schéma pokusu s regulátory a stimulátory růstu

Kontrola	Horizon (1,0 l)	Caryx (1,0 l)	Toprex (0,5 l)	Caramba (1,5 l)
	Horizon (1,0 l) + Lexin (0,25 l)	Caryx (1,0 l) + Lexin (0,25 l)	Toprex 0,5 l + Lexin (0,25 l)	Caramba (1,5 l) + Lexin (0,25 l)
	Horizon (1,0 l) + Albit (0,04 l)	Horizon (1,0 l) + Albit (0,04 l)	Toprex (0,5 l) + Albit (0,04 l)	Caramba (1,5 l) + Albit (0,04 l)

#### 6.5 Penetrometrické měření půdního utužení

Na testovaných zpracováních půdy bylo vždy před sklizní měřeno půdní utužení. Na každém půdním zpracování bude provedeno 10 vpichů do hloubek 4,8,12,16,20,24,28,32,36 a 40 cm. Pro každé zpracování půdy pak bude vypočten průměrný výsledek půdního utužení v MPa.

## 6.6 Informace o pokusech

### 6.6.1 Pokus v roce 2013

**Počet variant:** 63 (100 m x 12 m) a 13 (5 m x 2 m)

**Rozteč řádků:** 12,5 cm

**Hloubka setí:** 6 cm

**Moření:** Maxim XL

**Inokulant:** Nitrazon + N

**Předplodina:** 2012 – pšenice ozimá, 2011 – kukuřice na siláž, lupina

2010 – pšenice ozimá, 2009 – kukuřice na zrno

**Poslední hnojení:** 2012–jaro: LAD (0,17 t/ha), DAM (200 l)

### Hlavní pěstební opatření v roce 2013

Datum	pracovní operace	specifikace operace
15. 9. 2012	Zpracování půdy	Hluboko kypření – dlátový pluh Terraland (20 cm) Talířové brány Lemken Rubin 9/600 KÚA (8 cm)
12. 10. 2012	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
26. 10. 2012	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
10. 11. 2012	aplikace herbicidů (preemergentní)	Glyfos 3,0 l/ha Pouze na zaseté parcely
27. 4. 2013	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
29. 4. 2013	Aplikace herbicidu (pree i post)	Escort Nový 3,0 l/ha (podzimní výsev) Escort Nový 3,0 l/ha + Glyfos 1,5 l/ha (jarní výsev)
25. 6. 2013	Aplikace fungicidu	Amistar Xtra 1,0 l/ha
10. 7. 2013	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
15. 7. 2013	sklizeň	New Holland CX 8070 – pouze hrachy
5. 9. 2013	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
10. 9. 2013	sklizeň	New Holland CX 8070 – lupiny a sója



## 6.6.2 Pokus v roce 2014

**Počet variant:** 63 (100 m x 12 m) a 13 (5 m x 2 m)

**Rozteč řádků:** 12,5 cm

**Hloubka setí:** 6 cm

**Moření:** Maxim XL

**Inokulant:** Nitrazon + N

**Předplodina:** 2013 – pšenice ozimá, 2012 – řepka ozimá

2011 – ječmen, 2010 – pšenice ozimá

**Poslední hnojení:** 2013–jaro: LAD (0,2 t/ha), DAM (200 l)

### Hlavní pěstební opatření v roce 2014

Datum	pracovní operace	specifikace operace
13. 9. 2013	Zpracování půdy	Hluboko kypření – dlátový pluh Terraland (20 cm) Talířové brány Lemken Rubin 9/600 KÚA (8 cm)
10. 10. 2012	Setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
24. 10. 2012	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
5. 11. 2012	aplikace herbicidů (preemergentní)	Glyfos 3,0 l/ha Pouze na zaseté parcely
1. 4. 2013	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
3. 4. 2013	Aplikace herbicidu (pree i post)	Escort Nový 3,0 l/ha (podzimní výsev) Escort Nový 3,0 l/ha + Glyfos 1,5 l/ha (jarní výsev)
15. 6. 2013	Aplikace fungicidu	Amistar Xtra 1,0 l/ha
10. 7. 2013	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
13. 7. 2013	sklizeň	New Holland CX 8070 – pouze hrachy
4. 9. 2013	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
9. 9. 2013	sklizeň	New Holland CX 8070 – lupiny a sója

### 6.6.3 Pokus v roce 2015

**Počet variant:** 63 (100 m x 12 m) a 13 (5 m x 2 m)

**Rozteč řádků:** 12,5 cm

**Hloubka setí:** 6 cm

**Moření:** Maxim XL

**Inokulant:** Nitrazon + N

**Předplodina:** 2014 – pšenice ozimá, 2013 – řepka ozimá

2012 – ječmen ozimý, 2011 – pšenice ozimá

**Poslední hnojení:** 2013–jaro: LAD (0,2 t/ha), DAM (200 l)

### Hlavní pěstební opatření v roce 2015

Datum	pracovní operace	specifikace operace
15. 9. 2014	Zpracování půdy	Hluboko kypření – dlátový pluh Terraland (20 cm) Talířové brány Lemken Rubin 9/600 KÚA (8 cm)
12. 10. 2014	Setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
26. 10. 2014	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
7. 11. 2014	aplikace herbicidů (preemergentní)	Glyfos 3,0 l/ha Pouze na zaseté parcely
4. 4. 2015	setí	Secí stroj Great Plains NTA 2000
6. 4. 2015	Aplikace herbicidu (pree i post)	Escort Nový 3,0 l/ha (podzimní výsev) Escort Nový 3,0 l/ha + Glyfos 1,5 l/ha (jarní výsev)
18. 6. 2015	Aplikace fungicidu	Amistar Xtra 1,0 l/ha
14. 7. 2015	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
18. 7. 2015	sklizeň	New Holland CX 8070 – pouze hrachy
8. 9. 2015	desikace	Reglone 3,0 l/ha + Spodnam 1,0 l/ha
14. 9. 2015	sklizeň	New Holland CX 8070 – lupiny a sója

## 6.7 Sledované parametry

<b>Vegetační pozorování</b>	<b>Posklizňové hodnocení</b>
doba vzcházení (dny po zasetí)	výnos semen (t/ha)
hustota porostu (rostlin/m <sup>2</sup> )	sklizňové ztráty (t/ha)
výška porostu (cm)	HTS sklizeného semene (g)
výška začátku větvení (cm)	obsah dusíkatých látek (%)
začátek kvetení (datum)	sklizňová vlhkost (%)
doba kvetení (dny)	
počet větví na rostlinu (množství)	
počet lusků na rostlinu (množství/rostlina)	
výška nasazení prvních lusků (cm)	
doba zralosti (dny od zasetí po dozrání)	

Výsledky polních pokusů byly zpracovány General Linear Model (GLM ANOVA) metodou ve statistickém programu SAS (v. 9.3, Carry, USA) na hladině významnosti  $P \leq 0.05$ .

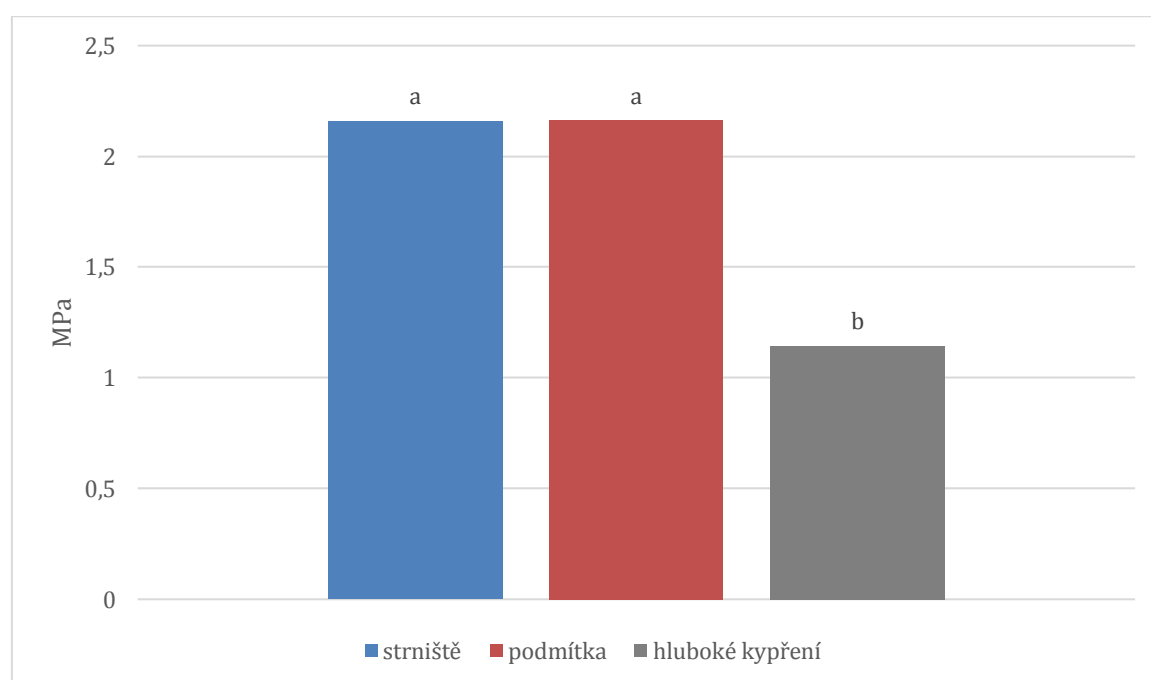
## 7. Výsledky

### 7.1 Vliv půdoochranných zpracování půdy na porosty luskovin

Průměry jsou počítány ze všech zkoušených luskovin na námi testovaných půdoochranných technologiích po dobu tří let, aby byl hodnocen co největší vzorek a bylo dosaženo co nejvyšší variability. Cílem bylo prokázání vlivu půdoochranných technologií na luskoviny jako celek, ale i na jednotlivé druhy a jejich sledované parametry.

Na zkoušených půdoochranných technologiích jsme prováděli měření odporu půdy pomocí penetrometru. Z průměrných hodnot ze zkoušených let 2013–2015 bylo dosaženo nejnižšího utužení u hlubokého kypření (1,143 MPa). U hlubokého kypření bylo naměřeno průkazně nižších hodnot, než tomu bylo u strniště (2,159 MPa) a podmítky (2,163 MPa).

**Graf 1: Průměrné utužení půdy v MPa na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

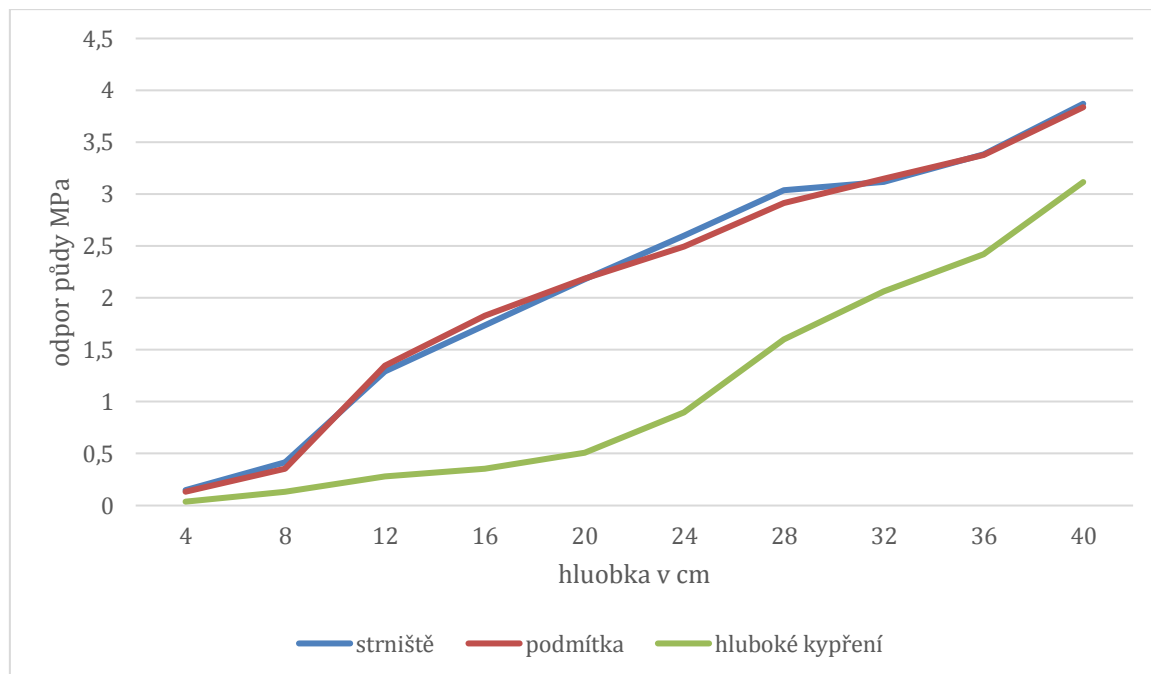
Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0403

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Z grafu 1. je patrné, že rozdíl v utužení podmítky a strniště byl v průměru minimální. Obě varianty překročily hodnotu 1 MPa v hloubce 10 cm. Naopak u hlubokého kypření

byla hodnota 1 MPa překročena až ve hloubce 24 cm. To jasně vypovídá, že hluboké kypření mělo pozitivní vliv na větší provzdušnění půdy a vedlo k lepší infiltraci vody.

**Graf 2: Průměrný odpor půdy MPa ve sledovaných letech 2013–2015**



Z tab.1 je patrné že nejrychlejšího vzcházení dosahovaly luskoviny seté do podmítka (22,48 dní). Následně na hlubokém kypření (22,71 dní) a nejpomaleji vzcházely luskoviny seté do strniště (22,86 dní). Zde byl vidět značný vliv uložení osiva do požadované hloubky, které se při setí do strniště občas nacházelo na povrchu půdy. To značně omezilo rychlost vzcházení.

**Tab. 1: Průměrná délka vzcházení ve dnech na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	22,86a	22,48c	22,71b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Ze sledovaných zpracování půdy vyplývá, že nejvyšší hustota porostu na m<sup>2</sup> byla prokazatelně vyšší u podmítky (55,65 rostlin/m<sup>2</sup>) než u strniště (52,61 rostlin/m<sup>2</sup>) a hlubokého kypření (51,77 rostlin/m<sup>2</sup>).

**Tab. 2: Průměrný počet rostlin/m<sup>2</sup> na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	52,61b	55,65a	51,77b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,8952

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Tab.3 ukazuje, že nejdelší doba kvetení byla pozorována u luskovin setých do podmítky (12,57 dní). Následuje hluboké kypření (12,48 dní) a nejkratší dobu kvetly luskoviny seté do strniště (12,33 dní).

**Tab. 3: Průměrná délka kvetení porostu luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	12,33c	12,57a	12,48b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

U výšky porostu luskovin nebyl statisticky průkazný rozdíl mezi podmínkou (80,65 cm) a hlubokým kypřením (81,04cm) viz Tab. 4. Tyto dvě varianty byly vyšší než luskoviny seté do strniště (77,36 cm). Vyšší výška porostu měla pozitivní vliv na zvýšenou konkurenceschopnost vůči plevelům. Zde již byl vidět značný rozdíl v horším hospodaření s půdní vláhou u luskovin setých do strniště, který se projevil již v kratší délce kvetení a následně i výšce porostu.

**Tab. 4: Průměrná výška porostu luskovin v cm na sledovaných zpracování půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	77,36b	80,65a	81,04a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,7894

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Tab.5. ukazuje, že nasazení prvního lusku bylo nejvyšší u podmítka (11,95 cm) a hlubokého kypření (11,93 cm). U strniště (11,41 cm) bylo průkazně nižší než u předešlých dvou variant. Nižší nasazení prvních lusků vedlo ke komplikovanější sklizni, což negativně ovlivnilo množství ztrát během sklizně.

**Tab. 5: Průměrná výška nasazení prvního lusku v cm u porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	11,41b	11,95a	11,93a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,7894

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

U počtu větví na rostlině byly všechny varianty statisticky odlišné viz. Tab.6. Nejvyšší počet větví byl sledován u varianty s hlubokým kypřením. Následovala podmítka a nejnižší počet větví byl u strniště. Stejně tomu bylo i u počtu lusků na rostlině (Tab.7). Množství větví na rostlině jasně ukázalo, která z variant nejlépe hospodařila s půdní vláhou a množstvím živin přístupných pro rostliny.

**Tab. 6: Počet větví na rostlině na porostech luskovin u sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
<b>průměr</b>	9,23c	9,58b	10,2a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,3319

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 7: Počet lusků na rostlině u porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015.**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
průměr	8,96c	9,88b	11,03a

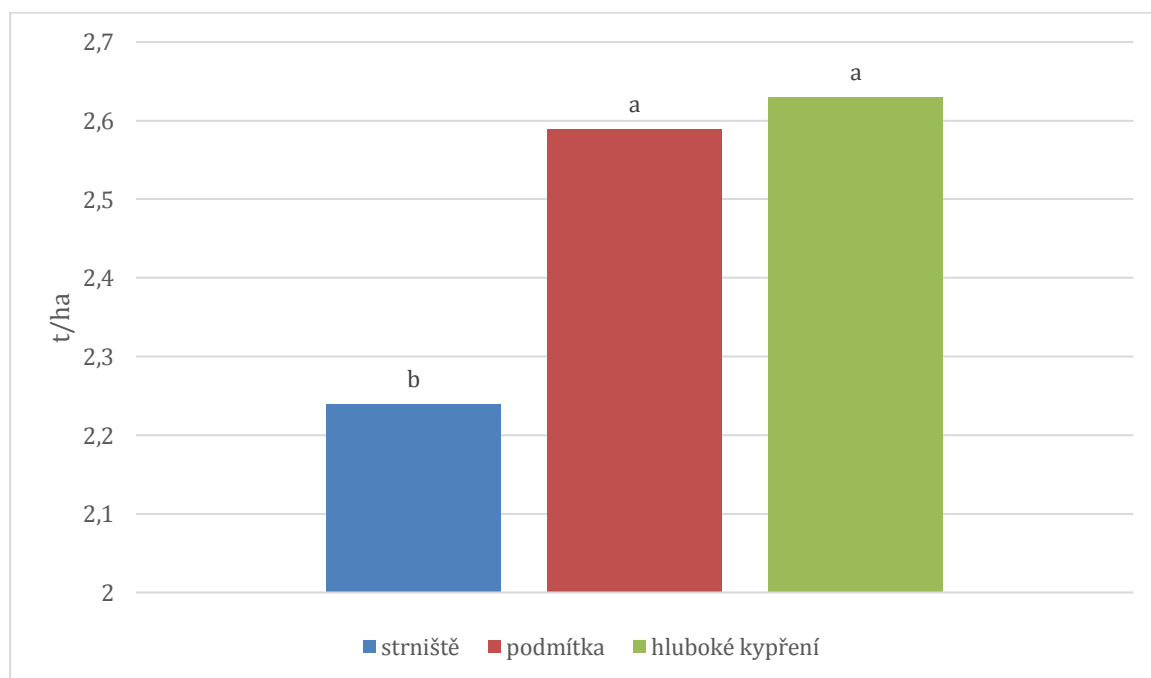
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,3084

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u parcel s hlubokým kypřením (2,63 t/ha). U podmítka byl výnos nižší (2,59 t/ha), ale oproti hlubokému kypření nebyl průkazně rozdílný. Naopak u strniště byl pozorován průkazně nejnižší výnos (2,24 t/ha). Výnos jasně korespondoval s výsledky z předsklizňového hodnocení, které ukazovalo že luskoviny seté do strniště již od počátku vegetace zaostávaly za ostatními.

**Graf 3: Výnos v t/ha u porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0527



Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 8: Hmotnost tisíce semen v gramech u porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
průměr	181,6b	182,6a	182,57a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,5107

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Množství ztrát (tab. 9) na námi zkoušených variantách odpovídá předpokladu, že nižší nasazení prvního lusku vedlo k vyšším ztrátám po sklizni viz tab 5.

**Tab. 9: Množství ztrát po sklizni v t/ha u porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**

zpracování půdy	strniště	podmítka	hluboké kypření
průměr	0,35a	0,30ab	0,27b

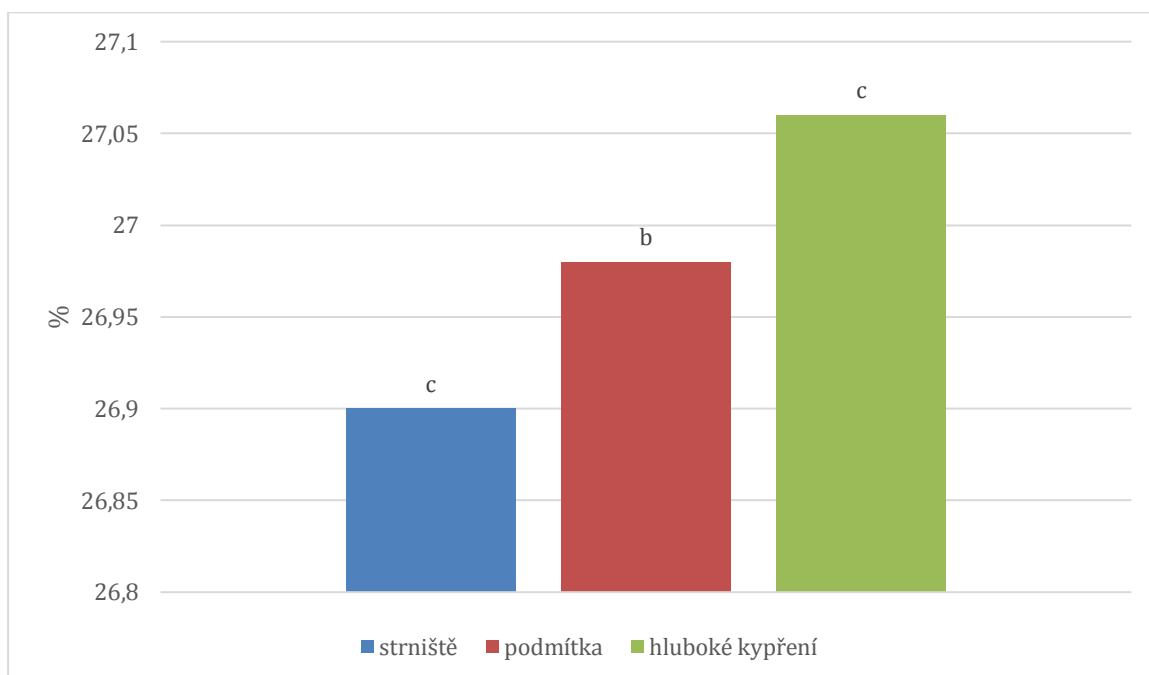
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0594

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Graf 4. ukazuje, že statisticky nejvyšší obsah dusíkatých látek v semenech byl pozorován u hlubokého kypření (27,06 %). U podmítky bylo dosaženo hodnoty 26,98 % a nejnižší průkazný obsah byl dosažen u strniště (26,90 %). To jasně prokazuje, že půda zpracovaná do větší hloubky je pro nodulaci hlízkových bakterií vhodnější. Vyšší nodulace vede k vyšší fixaci, a to má pozitivní vliv pro následnou plodinu.

**Graf 4: Obsah dusíkatých látek v semeni porostů luskovin na sledovaných zpracováních půdy v letech 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0658

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Tab.10 ukazuje náklady na jednotlivé zkoušené půdoochranné technologie. Výsledné náklady jsou použité dle podmínek mechanizovaných prací v ZD Nečín. Ceny jsou uvedeny včetně nafty bez DPH. Nejvíce nákladná varianta je logicky hluboké kypření. Vyšší cenu je nutné promítnout jako pozitivum pro následné plodiny. Zde je nutné po provedeném kypření urovnat povrch pomocí talířového kypřiče. Hlubší prokypření vede k lepší infiltraci vody a aerifikaci půdy. Následuje podmínka a nejlevnější varianta je setí do strniště.

**Tab. 10: Náklady na jednotlivá opatření půdoochranné technologie**

<b>půdoochranné technologie</b>	<b>strniště</b>	<b>podmítka</b>	<b>hluboké kypření</b>
<b>zpracování půdy v Kč/ha</b>	0	900	2100
<b>předset'ová příprava v Kč/ha</b>	0	0	750
<b>setí v Kč/ha</b>	1200	1200	1200
<b>celkové náklady na založení porostu v Kč/ha</b>	<b>1200</b>	<b>2100</b>	<b>4050</b>
<b>herbicidní ošetření vč. Aplikace (Escort nový 3 l/ha + Glyfos 1,5 l/ha) v Kč/ha</b>	2350	2350	2350
<b>fungicidní ošetření (Amistar Xtra 1 l/ha)</b>	1200	1200	1200
<b>desikace (Reglone 3 l + 1 l Spodnam) v Kč/ha</b>	2130	2130	2130
<b>sklizeň v Kč/ha</b>	3000	3000	3000
<b>Přímé náklady celkem v Kč na ha</b>	<b>9880</b>	<b>10780</b>	<b>12730</b>

Ceny jsou použité dle podmínek nákladů na zpracování půdy a ochranu rostlin ZD Nečín včetně nafty a bez DPH.

Tab.11 ukazuje vliv půdoochranných technologií na přezimování ozimého hrachu Enduro. Z výsledků je patrné, že nejvyšší mortalita rostlin hrachu byla pozorována u setí do strniště 7,51 až 7,63 %. Na podmítce již bylo přezimování vyšší a mortalita rostlin se pohybovala mezi 4,93 až 5,55 %. Nejnižší mortalita byla sledována u hlubokého kypření. Zde byla sledována mortalita rostlin mezi 2,44 až 3,21 %.

**Tab. 11: Vliv půdoochranných technologií na přezimování ozimého hrachu v letech 2013–2015**

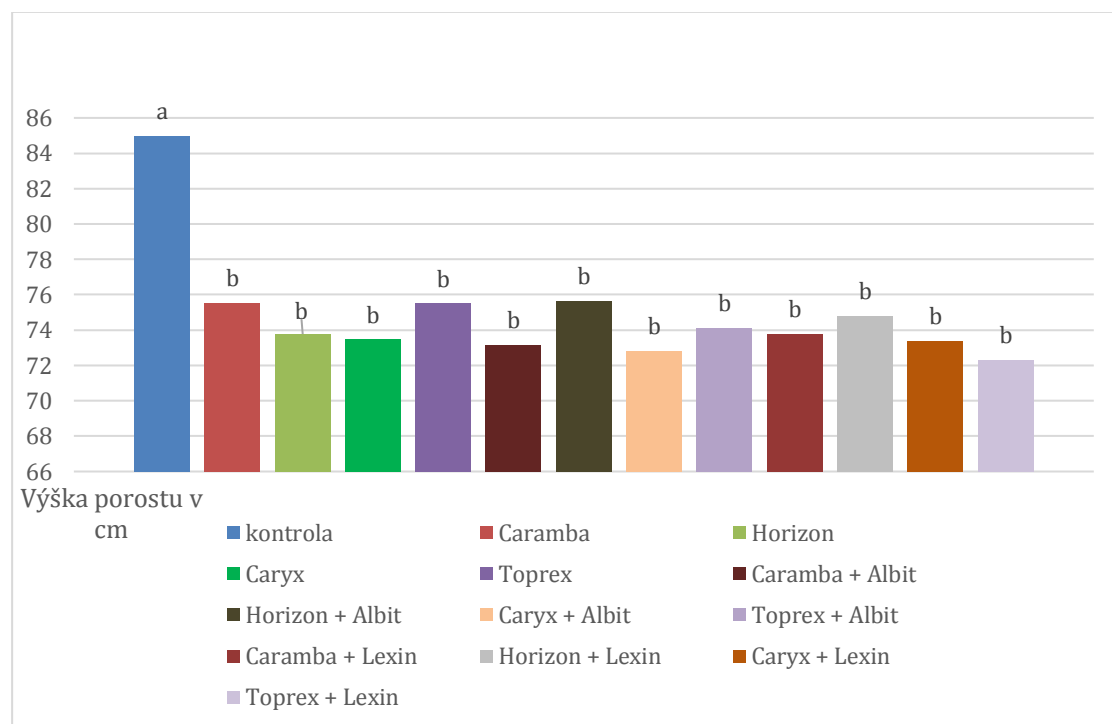
zpracování půdy	strniště		podmítka		hluboké kypření	
	Enduro I.	Enduro II.	Enduro I.	Enduro II.	Enduro I.	Enduro II.
počet rostlin na m <sup>2</sup> – podzim	57,29	56,85	58,63	59,47	50,2	54,2
počet rostlin na m <sup>2</sup> – jaro	52,92	52,58	55,74	56,17	48,59	52,88
mortalita v ks/m <sup>2</sup>	4,37	4,27	2,89	3,3	1,61	1,32
mortalita v %	7,63 %	7,51 %	4,93 %	5,55 %	3,21 %	2,44 %

## 7.2 Vliv stimulátorů a regulátorů růstu na produkci ozimého hrachu

V tomto polním pokusu jsme testovali vliv stimulátorů a regulátorů růstu na produkci ozimého hrachu. Zvolili jsme čtyři používané regulátory růstu, které jsou hojně využívány na regulaci řepky ozimé. Chtěli jsme ověřit, zda vliv těchto látek pomůže lépe přezimovat ozimému hrachu a jaký je jejich vliv na následnou produkci hrachu. Jelikož byly mírné zimy, tak hrách neměl problémy s přezimováním. Rozhodli jsme proto více zaměřit na vliv regulátorů a stimulátorů růstu na námi sledované vegetační parametry a sklizňové hodnocení.

Z výsledků vyplynulo, že regulátory a stimulanty růstu použité u ozimého hrachu Enduro neměly žádný vliv na hustotu porostu, délku kvetení a obsah dusíkatých látek v semeni. Naopak první rozdíl byl pozorován u výšky porostu, kde byla kontrola průkazně vyšší oproti ostatním variantám s regulátory a stimulanty růstu viz. graf 5.

**Graf 5: Výška v cm na porostech hrachu u jednotlivých variant regulátorů a stimulantů růstu průměrovaných z let 2013–2015**



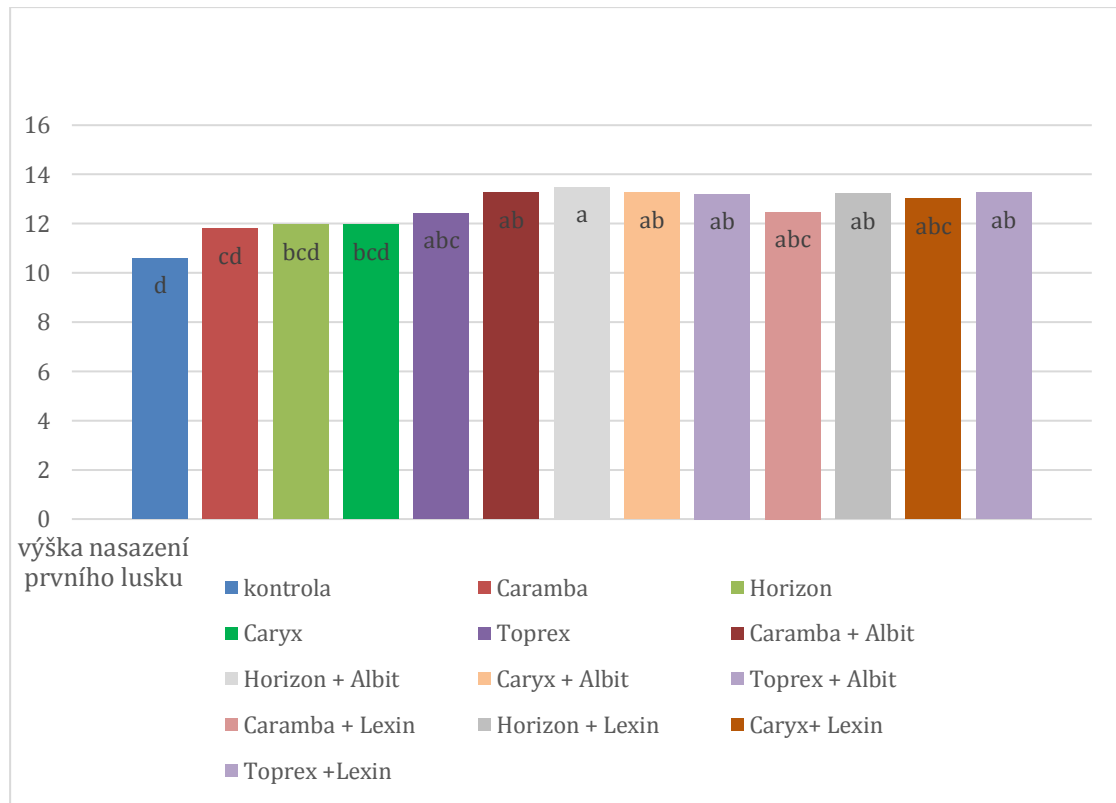
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 5,0249

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Průkazně nejvyššího nasazení prvního lusku u ozimého hrachu Enduro dosáhla kombinace Horizon + Albit (13,5 cm). Z výsledků dále vyplývá, že kombinace regulátoru růstu se stimulatorem růstu vede k vyššímu nasazení prvního lusku, než je tomu u samotných regulátorů. Také je patrné, že jakékoliv ošetření má pozitivní vliv na výšku nasazení prvního lusku.

**Graf 6: Výška nasazení prvního lusku v cm na porostech hrachu u jednotlivých variant regulátorů a stimulatorů růstu průměrovaných z let 2013–2015**



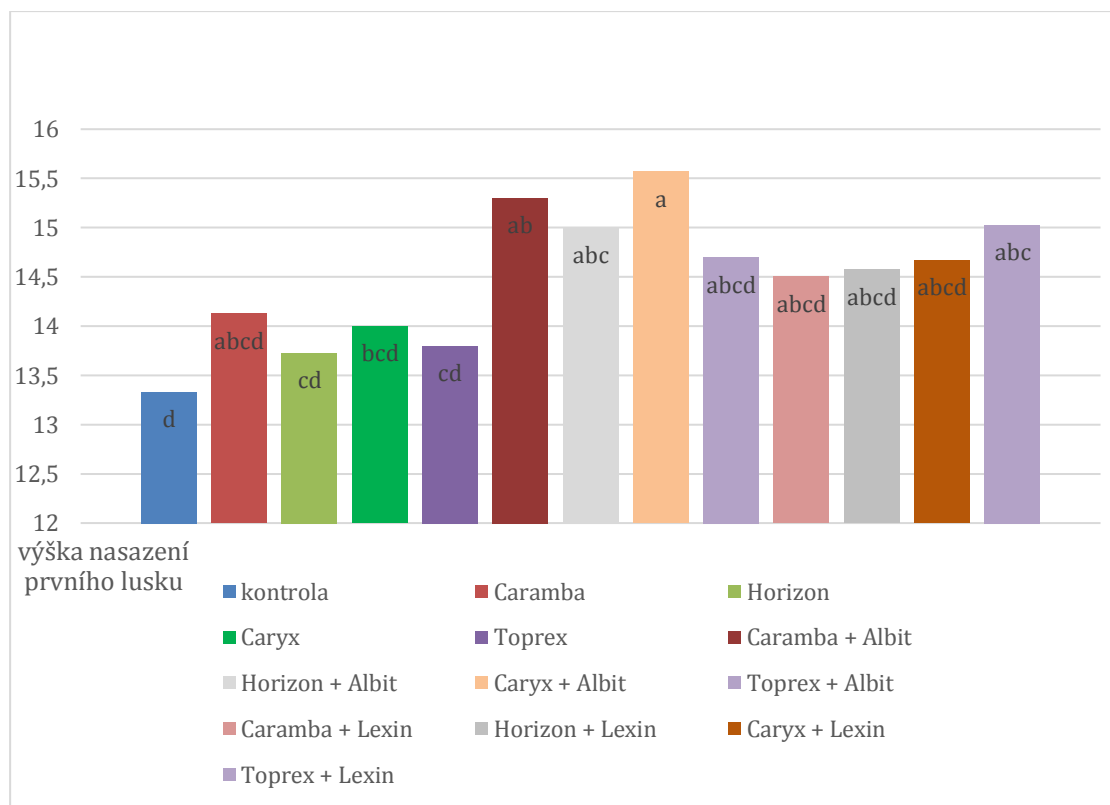
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 1,3892

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Na počet větví na rostlině (graf 7) měla průkazně nejvyšší vliv kombinace Caryx + Albit (15,57 větví /rostlinu). Následovala kombinace Caramba + Albit (15,3 větví/rostlinu). V dalších případech lépe dopadly kombinace regulátorů se stimulanty než samotný regulátor. Každá z těchto variant však dosáhla průkazně vyšších výsledků než u kontroly (13,33 větví/rostlinu).

**Graf 7: Počet větví na jedné rostlině hrachu u jednotlivých variant regulátorů a stimulantů růstu průměrovaných z let 2013–2015**



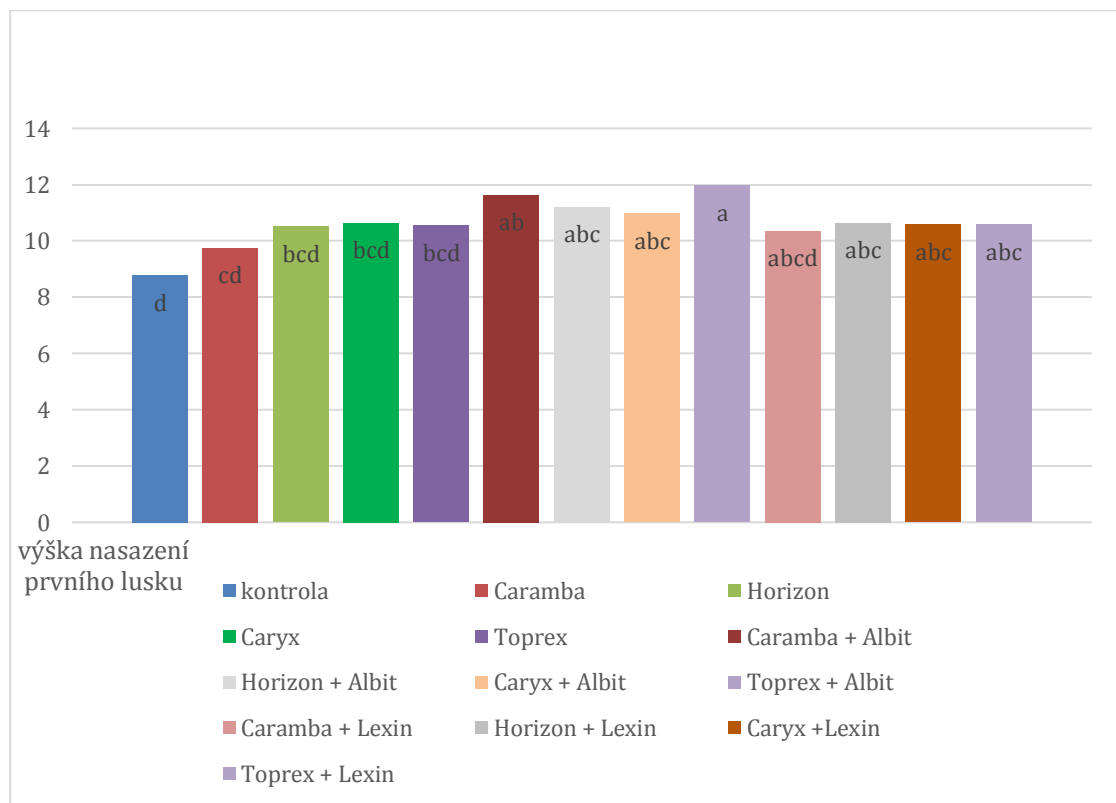
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 1,4989

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Z grafu 8 je patrné, že průkazně nejvyššího počtu lusků bylo dosaženo u kombinace Toprex + Albit (11,96 lusků/rostlinu). Druhý nejvyšší počet lusků (11,63 lusků/rostlinu) měla kombinace Caramba + Albit. Jako v předešlých případech i zde prokazatelně dosáhly vyššího počtu lusků na rostlině kombinace regulátorů se stimulatory. Také opět platí, že i samostatné regulátory růstu mají oproti kontrole průkazně vyšší počet lusků. Kontrola dosáhla počtu 8,76 lusků/rostlinu.

**Graf 8: Počet lusků na jedné rostlině hrachu u jednotlivých variant regulátorů a stimulatorů růstu průměrovaných z let 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

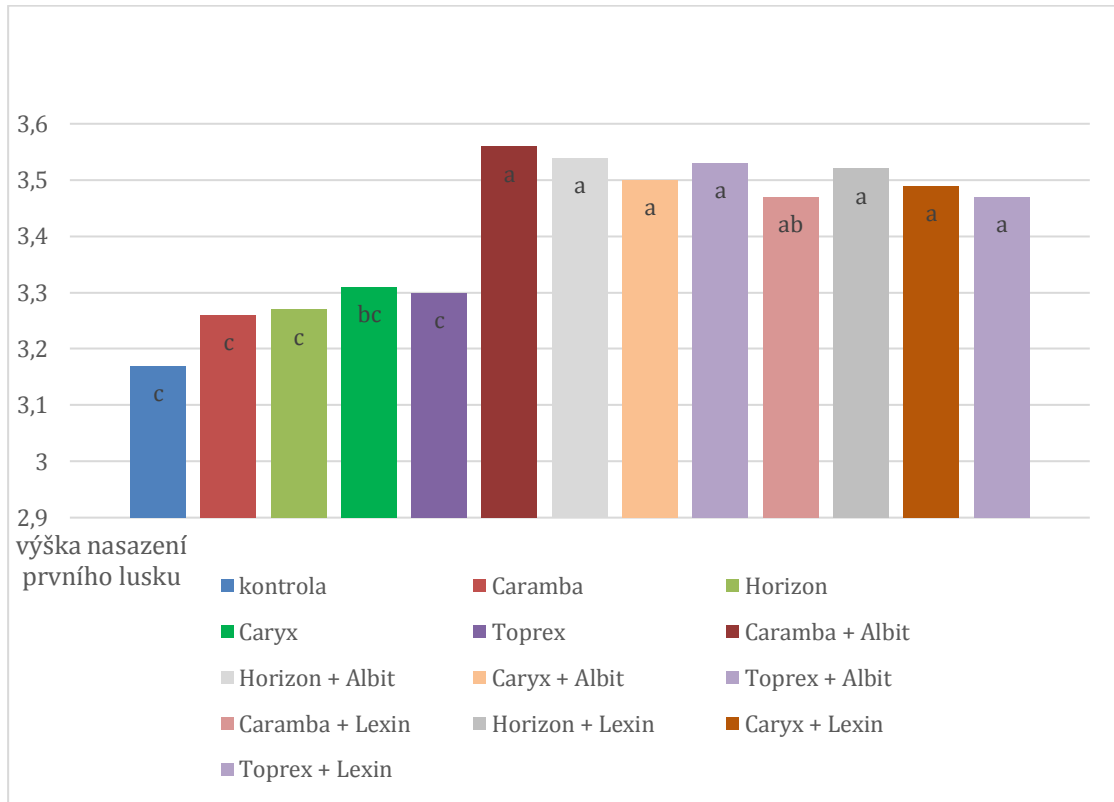
Minimální průměrná diference (HSD) = 0,6311

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$



Nejvyšších výnosů bylo dosaženo u variant v kombinaci regulátorů a stimulatorů (3,56 – 3,47 t/ha). Naopak průkazně nižší byly hodnoty u variant se samostatnými regulátory včetně kontroly (3,31 – 3,17 t/ha).

**Graf 9: Výnos hrachu v t/ha u jednotlivých variant regulátorů a stimulatorů růstu průměrovaných z let 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,1598

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Po vyhodnocení všech výsledků vychází průkazně lépe využití regulátorů v kombinaci se stimulanty růstu. U většiny sledovaných parametrů vychází oproti kontrole lépe i použití samostatných regulátorů růstu s výjimkou výnosu. Po ekonomickém vyhodnocení (Tab.12) je zřejmé, že použití samostatných regulátorů růstu nepřineslo kýžený finanční efekt. Naopak použití samostatných regulátorů vychází záporně. Všechny regulátory v kombinaci s Albitem přináší malý finanční zisk. U použití Lexinu, který je dražší než Albit, vychází v zisku pouze varianta v kombinaci s Horizonem, neboť je ze všech regulátorů nejlevnější.

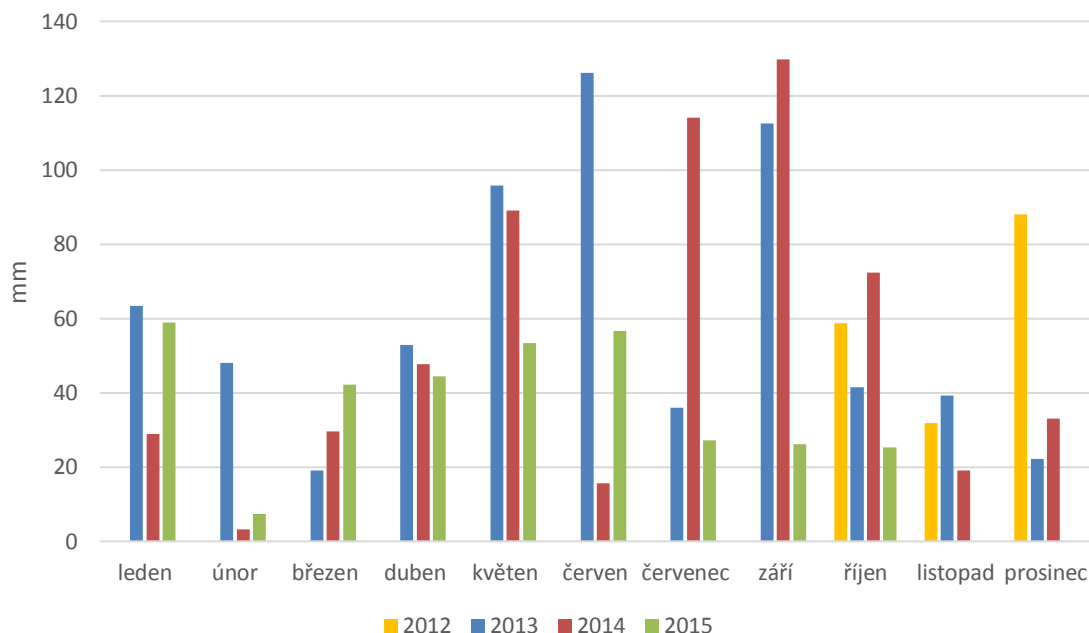
**Tab. 12: Ekonomické porovnání jednotlivých variant regulátorů a stimulantů u hrachu.**

varianta	Cena za t semene hrachu v Kč	Cena regulátoru růstu na ha v Kč *	Cena stimulantu Růstu na ha v Kč *	Cena za aplikaci v Kč/ha	Výnos semene v t/ha	Tržby celkem v Kč/ha	Náklady na regulaci růstu celkem v Kč/ha	Porovnání oproti kontrole v Kč /ha
kontrola	4500	0	0	0	3,17	14265	0	<b>0</b>
Caramba	4500	1423,5	0	150	3,26	14670	1573,5	<b>-1169</b>
Horizon	4500	899	0	150	3,27	14715	1049	<b>-599</b>
Caryx	4500	1003	0	150	3,31	14895	1153	<b>-523</b>
Toprex	4500	1121,5	0	150	3,3	14850	1271,5	<b>-686</b>
Caramba + Albit	4500	1423,5	124	150	3,56	16020	1697,5	<b>57,5</b>
Horizon + Albit	4500	899	124	150	3,54	15930	1173	<b>492</b>
Caryx + Albit	4500	1003	124	150	3,5	15750	1277	<b>343</b>
Toprex + Albit	4500	1121,5	124	150	3,53	15885	1395,5	<b>224,5</b>
Caramba + Lexin	4500	1423,5	388,25	150	3,47	15615	1961,75	<b>-612</b>
Horizon + Lexin	4500	899	388,25	150	3,52	15840	1437,25	<b>138</b>
Caryx + Lexin	4500	1003	388,25	150	3,49	15705	1541,25	<b>-101</b>
Toprex + Lexin	4500	1121,5	388,25	150	3,47	15615	1659,75	<b>-310</b>

\* Ceny jsou použity z ceníku Agrochemie skupiny Agrofert pro rok 2018.

### 7.3 Vliv počasí a ročníku na zpracování půdy

**Graf 10: Množství srážek v mm během vegetace 2012-2015 na stanici ÚKZÚZ Vysoká u Příbramě**



Rychlost vzcházení byla statisticky průkazná v každém sledovaném roce (Tab. 13). Nejrychleji vzcházely luskoviny v roce 2013, kdy spadlo během období vzcházení okolo 50 mm srážek. Následoval rok 2014 a nejdéle vzcházely luskoviny v roce 2015. To koresponduje s grafem 10, kde je uvedeno množství srážek v měsíci dubnu, které odpovídá době vzcházení.

**Tab. 13: Vliv ročníku na rychlost vzcházení v letech 2013–2015**

Rok	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	21,71c	22,86b	23,48a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Nejdelšího kvetení (14,9 dní) bylo dosaženo v roce 2014. Množství srážek nebylo v tomto roce největší, ale bylo rozloženo ideálně během doby kvetení. Průkazně nejmenší doba kvetení (11 dní) byla v roce 2015, kdy v období květu luskovin takřka nepršelo a byly vysoké teploty.

**Tab. 14: Vliv ročníku na délku kvetení luskovin v letech 2013–2015**

<b>Rok</b>	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	11,48b	14,9a	11c

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Nejvyšší rostliny byly v pokusu změřeny v roce 2014 (88,1 cm). Nejvyšší množství srážek bylo naměřeno v roce 2013, kdy bylo vody v půdě tolik, že se růst zastavil, rostliny nouzově dozrávaly a hrachy začaly podehňovat. Oproti roku 2013 byly rostliny díky přemokření půdy nižší o více než 11 cm. Stejných výsledků bylo dosaženo i u výšky nasazení prvního lusků (Tab.16) a počtu větví (Tab.17) a počtu lusků na rostlině (Tab.18).

**Tab. 15: Vliv ročníku na výšku rostlin v cm u luskovin v letech 2013–2015**

<b>Rok</b>	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	72,75c	88,1a	78,2b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,7894

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 16: Vliv ročníku na výšku nasazení prvního lusku v cm u luskovin v letech 2013–2015**

<b>Rok</b>	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	10,95c	12,76a	11,57b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,3383

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 17: Vliv ročníku na počet větví u luskovin v letech 2013–2015**

<b>Rok</b>	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	7,94c	11,51a	9,56b

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,3383

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 18: Vliv ročníku na počet lusků na rostlině u luskovin v letech 2013–2015**

<b>Rok</b>	2013	2014	2015
<b>Průměr</b>	10,23c	13,56a	12,68b

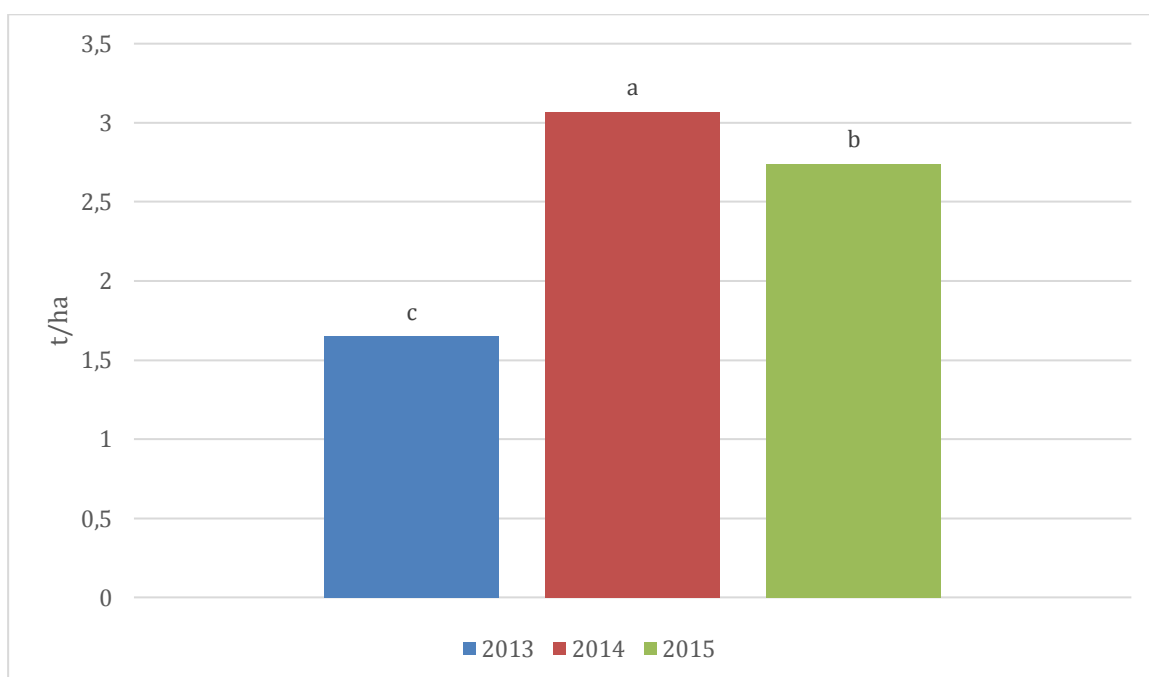
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,7084

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

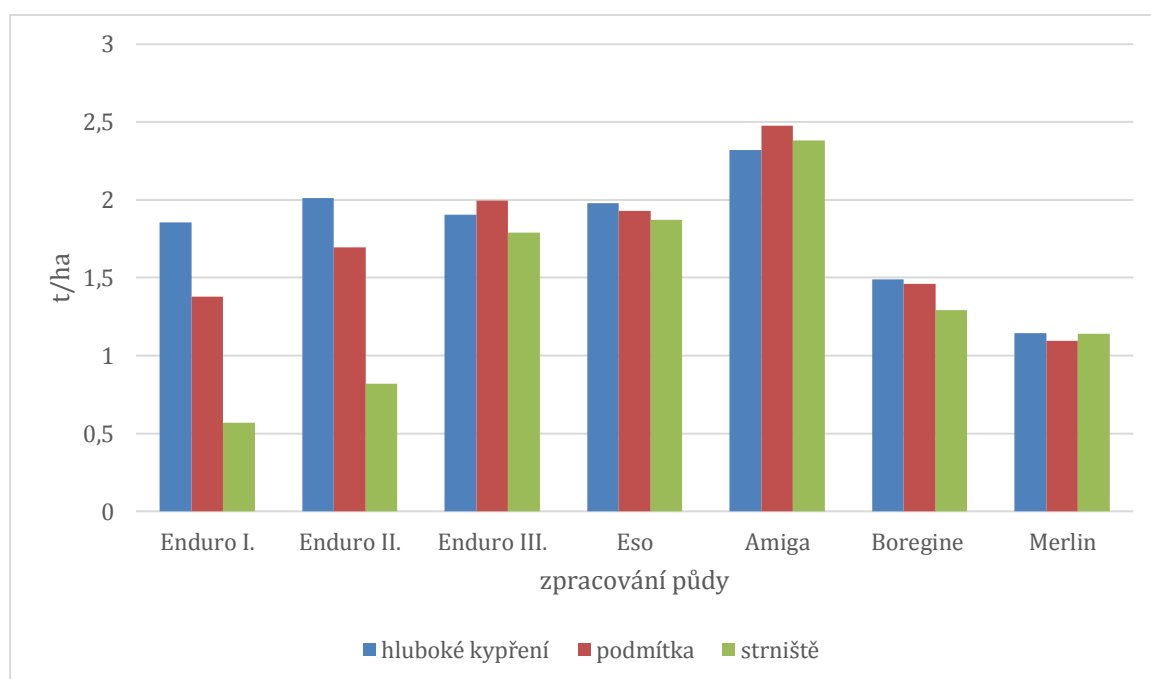
Z předchozích výnosotvorných prvků již bylo patrné, že nejvyšší výnos byl dosažen v roce 2014 (3,07 t/ha). Rychlý počáteční růst a množství srážek v počátcích vegetace v roce 2014 byly pro vysoký výnos ideální. Značné srážky v květnu pomohly luskovinám navětvit a omezily opad květů. Nižší srážky v červnu znamenaly pozvolné dozrávání. Rok 2013, který byl pro vegetaci luskovin srážkově nadprůměrný, ovlivnilo zahnívání kořenů z nadbytku vody v půdě. Výnos v roce 2014 negativně ovlivnily vysoké teploty během kvetení a nedostatek srážek. Průměrný výnos tak dosáhl hodnoty 2,74 t/ha.

**Graf 11: Vliv ročníku na výnos (t/ha) luskovin v letech 2013–2015**

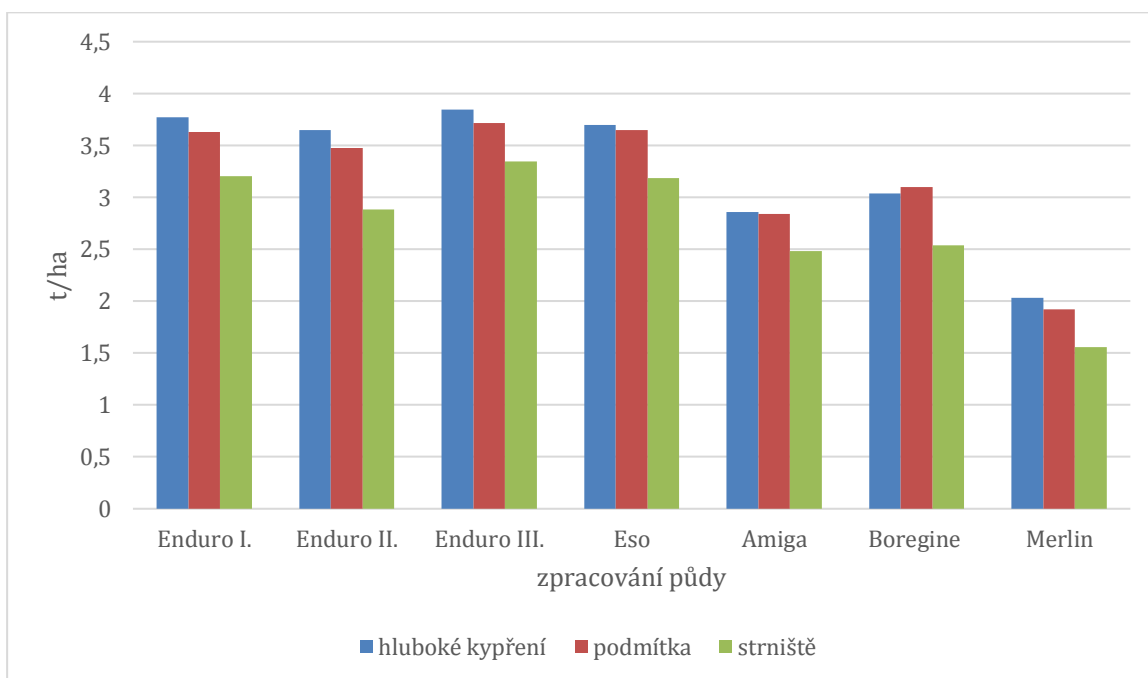


V roce 2013 byla nejvýnosnější luskovinou lupina bílá. U ozimých hrachů setých na podzim byl nejvyšší pokles sledován u porostů setých do strniště. To ovlivnilo horší vzcházení a zejména druhotné zaplevelení heřmánkovcem přímořským. V roce 2014, kdy bylo dosaženo nejvyšších výnosů, byly nejvýnosnějšími luskovinami hrachy. V tomto roce se vyšších výnosů dosáhlo u hlubokého kypření a podmítka. Naopak nejnižších výnosů bylo dosaženo u luskovin setých do strniště. V roce 2015 byly opět nejvýnosnějšími luskovinami hrachy. V posledním roce dosáhla vyšších výnosů sója, která předčila lupinu úzkolistou. Zde se projevila lepší reakce sóji na nižší srážky oproti lupině úzkolisté.

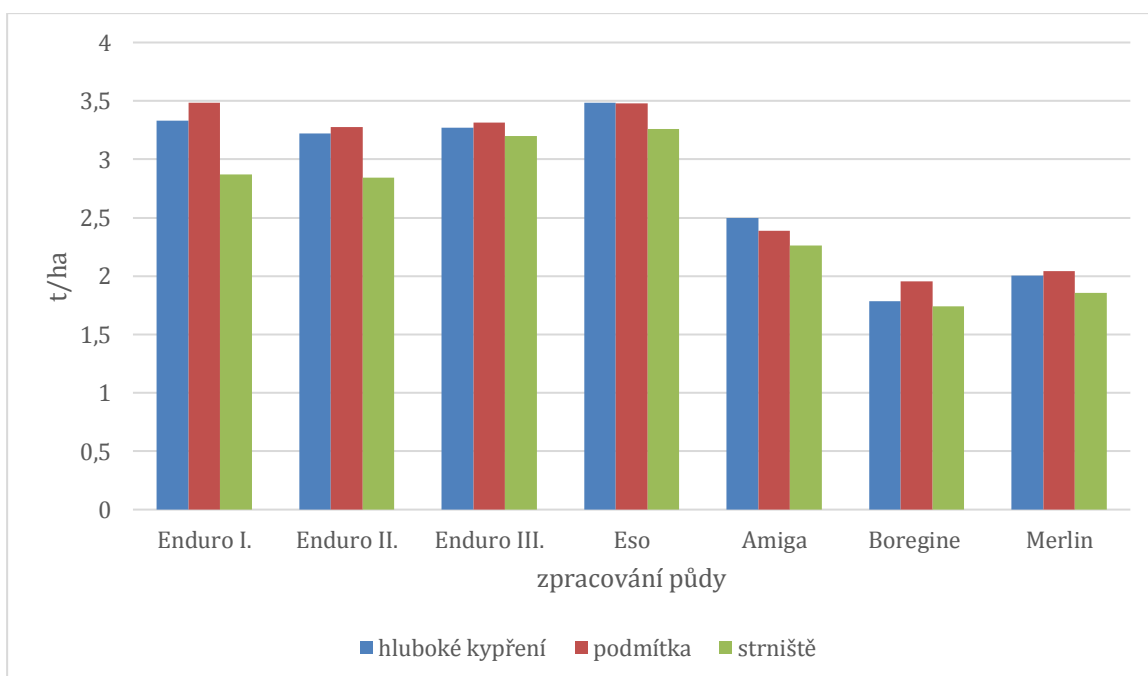
**Graf 12: Průměrný výnos jednotlivých odrůd luskovin na testovaných půdoochranných technologiích v roce 2013**



**Graf 13: Průměrný výnos jednotlivých odrůd luskovin na testovaných půdoochranných technologiích v roce 2014**



**Graf 14: Průměrný výnos jednotlivých odrůd luskovin na testovaných půdoochranných technologiích v roce 2015**





Nejvyšší obsah dusíkatých látek v semenech luskovin byl pozorován v roce 2014, kdy byl dosažen i nejvyšší výnos.

**Tab. 19: Vliv ročníku na obsah dusíkatých látek v semenech luskovin v letech 2013–2015**

Rok	2013	2014	2015
Průměr	27,08b	27,65a	26,21c

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0658

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Prokazatelně nejvyšší hmotnost tisíce semen (187,1g) bylo dosaženo ve výnosově nejvyšším roce 2014. Naopak v nejhorším výnosovém roce 2013 bylo dosaženo HTS 182,32 g. Vysoké srážky, které negativně ovlivnily výnos, měly pozitivní vliv na HTS. Průkazně nejhorší HTS byla sledována v roce 2015 (177,37g).

**Tab. 20: Vliv ročníku na hmotnost tisíce semen luskovin v letech 2013–2015**

Rok	2013	2014	2015
Průměr	182,32b	187,1a	177,37c

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,5107

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Nejnižší ztráty během sklizně byly prokazatelně v roce 2014 (0,22 t/ha). Ačkoliv byl tento rok výnosově nejvyšší, množství ztrát pozitivně ovlivnila vyšší výška rostlin a vyšší nasazení prvního luku. Naopak nejvyšší množství ztrát bylo pozorováno v roce 2015 (0,4 t/ha). Semena měla v tomto roce nejnižší HTS a docházelo k rychlejšímu dozrávání. To vedlo k většímu vylučování a zvýšení ztrát.

**Tab. 21: Vliv ročníku ztráty během sklizně v t/ha luskovin v letech 2013–2015**

Rok	2013	2014	2015
Průměr	0,3b	0,22a	0,4a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

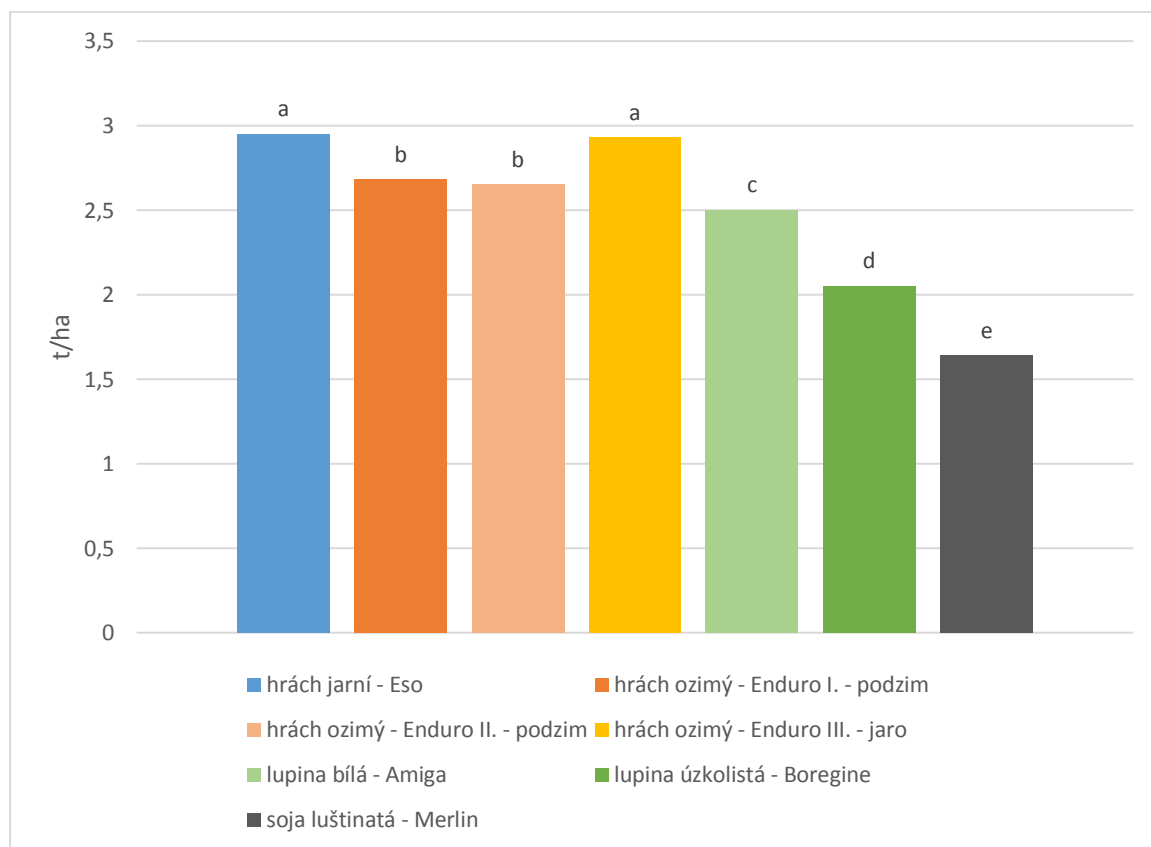
Minimální průměrná diference (HSD) = 0,0594

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

## 7.4 Vzájemné porovnání jednotlivých luskovin

Průměrný výnos jednotlivých luskovin ze tří let (Graf 15) ukázal, že mezi hrachy setými na podzim a hrachy setými na jaře je statisticky průkazný rozdíl. Jarní výsev ozimého hrachu byl průkazně větší než u ozimých hrachů setých na podzim. Zde se nenaplnil předpoklad, že hrách setý na podzim bude lépe hospodařit se zimní vláhou. Naopak nebyl rozdíl mezi klasickým jarním hrachem Eso a ozimým hrachem Enduro setým na jaře. Lupiny dosáhly nižších výnosů než všechny hrachy. Z lupin byla průkazně výnosnější bílá lupina odrůda Amiga. Nejnižšího výnosu dosáhla sója. Zde je nutné podotknout, že místní nadmořská výška (okolo 400 m.n.m.) je pro sóju hraniční.

**Graf 15: Průměrný výnos t/ha jednotlivých luskovin z let 2013–2015**



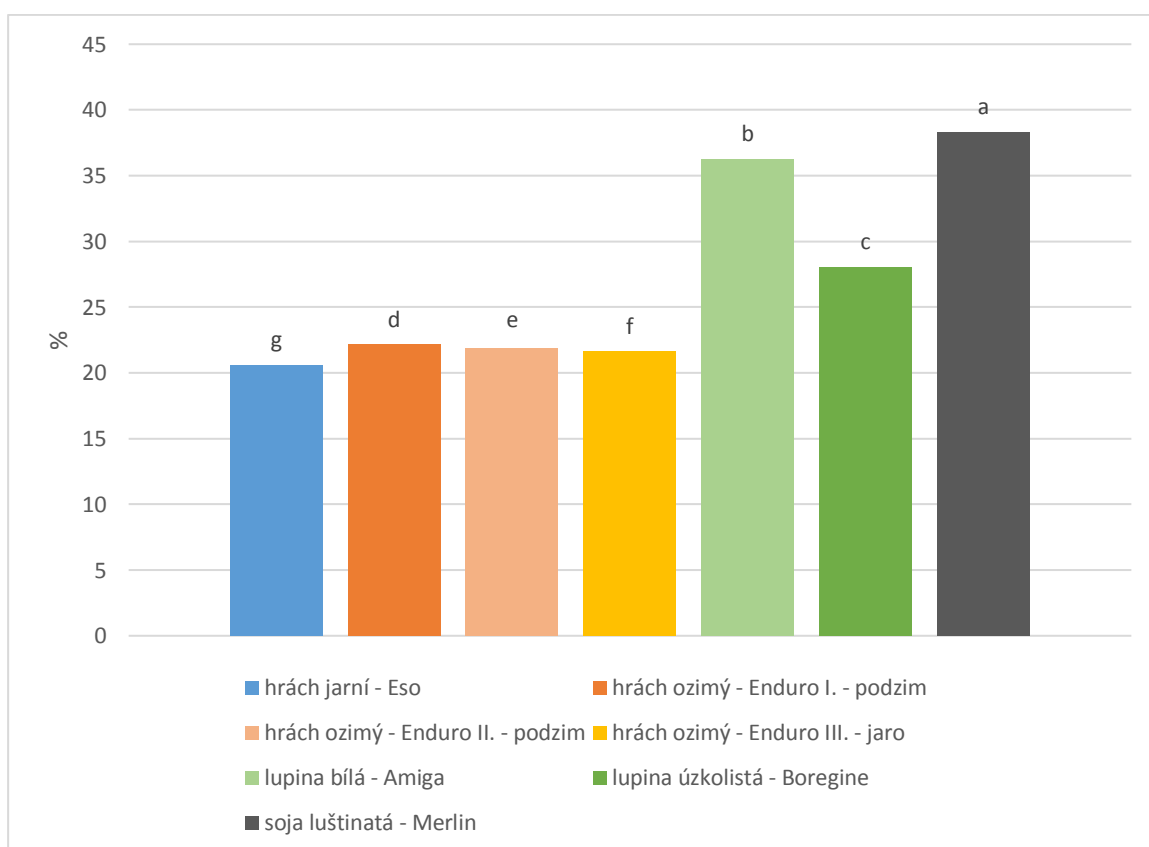
Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,1017

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Z výsledku obsahu dusíkatých látek v semeni jednotlivých luskovin (graf 16) vyplývá, že všechny varianty byly průkazně rozdílné. Nejvyššího výsledku bylo dosaženo u sóji (38,29 %). Následovala lupina bílá (36,25 %), která se svým obsahem mohla měřit sóje. Lupina úzkolistá (28,04 %) prokázala, že rozdíly mezi druhy lupiny jsou značné. Z hrachu nejvyššího obsahu dusíkatých látek v semeni dosáhlo Enduro I. (22,15 %), které bylo seté v prvním termínu na podzim. Následovalo Enduro II. (21,92 %). Jarní výsev Endura III. (21,63 %) dosáhl nejnižšího obsahu dusíku z této odrůdy. Nejhůře dopadl jarní hrách Eso s obsahem 20,57 %. Lze tedy říci, že ozimé výsevy mají pozitivní vliv na obsah dusíku v semeni u ozimého hrachu.

**Graf 16: Obsah dusíkatých látek v semeni u jednotlivých luskovin v letech 2013–2015**



Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,127

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Při porovnání rychlosti vzcházení u zkoušených variant hrachu (tab. 22) je nutné vzít v potaz termíny setí. První výsev ozimého hrachu Enduro I. vzcházel 30 dní. U druhého výsevu Enduro II., již byla doba vzejití 72,11 dní. Rozdíl deseti dní při setí znamenal rozdíl ve vzcházení 42,11 dní. Ve všech testovaných letech byla mírná zima, a proto rostliny vegetovaly i v prosinci. Ozimý hrách Enduro III. setý na jaře již vzcházel 10,44 dne. Klasická jarní odrůda Eso vzcházela nejrychleji, a to 8,67 dne.

**Tab. 22: Průměrná rychlost vzcházení ve dnech u testovaných variant hrachu v letech 2013–2015**

varianta	Enduro I.	Enduro II.	Enduro III.	Eso
<b>průměr</b>	30,0b	72,11a	10,44c	8,67d

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 23: Průměrná výška porostů v cm u testovaných variant hrachu v letech 2013–2015**

varianta	Enduro I.	Enduro II.	Enduro III.	Eso
<b>průměr</b>	82,91c	85,09b	86,24b	94,56a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 1,5235

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Z následujících tabulek (tab. 24 až tab. 26) je patrné že nebyl statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými variantami ozimého hrachu Enduro. Jak u výšky nasazení prvního lusku, počtu větví na rostlině a počtu lusků na rostlině. Naopak všechny tyto varianty byly průkazně horší oproti klasické variantě jarního hrachu Eso.

**Tab. 24: Průměrná výška nasazení prvního lusku v cm u testovaných variant hrachu v letech 2013–2015**

varianta	Enduro I.	Enduro II.	Enduro III.	Eso
<b>průměr</b>	9,88b	10,25b	10,28b	11,17a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,6528

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 25: Průměrný počet větví na rostlině u testovaných variant hrachu v letech 2013–2015**

varianta	Enduro I.	Enduro II.	Enduro III.	Eso
<b>průměr</b>	12,82b	12,57b	12,94b	13,78a

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 0,6405

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

**Tab. 26: Průměrný počet lusků na rostlině u testovaných variant hrachu v letech 2013–2015**

<b>varianta</b>	<b>Enduro I.</b>	<b>Enduro II.</b>	<b>Enduro III.</b>	<b>Eso</b>
<b>průměr</b>	11,56b	11,94b	12,02b	13,41

Průměry označené stejným písmenem nejsou významně odlišné

Minimální průměrná diference (HSD) = 1,3672

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

## 8. Diskuse

Půdní utužení klesá s hloubkou zpracování půdy. U hlubokého zpracování půdy vedlo v pokusech k nejvyšším výnosům a lepší infiltraci vody. Při porovnání podmítka a setí do strniště se jako lepší projevila druhá varianta. Posklizňové zbytky na povrchu strniště měly pozitivní vliv na zachování půdní vlhkosti (Varsa et al., 1997). V našem případě bylo setí do strniště průkazně horší variantou s výnosem 2,24 t/ha, než podmítka (2,59 t/ha) nebo hluboké kypření (2,63 t/ha). Zde však mohl hrát vliv nižšího množství posklizňových zbytků, jelikož na strništi byla po sklizni předplodiny sklizena sláma. Nižší množství posklizňových zbytků na povrchu půdy mohlo způsobit vyšší výpar vody.

Při penetrometrickém měření bylo v našem pokusu naměřeno nejnižšího průměrného utužení půdy 1,143 MPa u varianty hluboké kypření. U podmítka a strniště již bylo průměrné utužení vyšší o více jak 1 MPa. Busscher et al. (2000) zjistili, že při pokusu s ozimou pšenicí a sójou bylo na půdě zpracované hlubokým kypřením naměřeno utužení o 0,36 MPa menší než u klasické podmítka. Schneider et al. (2017) zjistili, že vliv hluboké kypření je závislý na půdních podmínkách dané lokality. U písčitých půd byl výsledek pozitivní, ale na těžkých a vlhkých půdách byl pozorován negativní efekt. Zhruba na 40 % zkoušených stanovišť došlo ke snížení výnosu, ale v celkovém hodnocení mělo hluboké kypření vliv na navýšení výnosu o 6 %. Hluboké kypření také vede ke zvýšení příjmu živin a zejména v období sucha má pozitivní vliv na snížení stresu vůči suchu. Toto tvrzení odpovídá našim poznatkům, kde bylo pozorováno mírného zvýšení výnosu oproti variantě podmítka, ale vůči variantě strniště již mělo hluboké kypření statisticky průkazně vyšší výnos. Vliv ročníku se v našem pokusu projevil na výnosu výrazněji, než vliv zpracování půdy. Stejně tomu bylo i u jednotlivých druhů luskovin.

V Evropě se stává palčivým problémem střídání období sucha a silných přívalových srážek společně s erozí. Na to je potřeba zareagovat novými technologiemi, které dokáží udržet vodu a snížit degradaci půdy. Jednou z možností může být použití hlubokého kypření. To dokáže půdu dle zvolené hloubky provzdušnit a zvýšit infiltraci vody. Lze ho také využít pro zapravení chlěvské mrvy (Panagos et al., 2016, Koukolíček a Pulkrábek 2015). Z hlediska infiltrace většího množství vody do půdy se v našem

pokusu nejlépe projevila varianta hluboké kypření, oproti setí do strniště a podmínky, kde se při silných deštích objevovaly drobné erozní smyvy. Zejména v prvním roce testování, kde u hrachů setých na podzim došlo při období kvetení ke značným přívalovým srážkám. U hlubokého kypření došlo k infiltraci vody. Zbylé varianty měly s infiltrací problémy a nejvíce varianta strniště, kde po několik dní zůstala voda na povrchu bez vsakování. Tento vodní stres z přemokření znamenal stres a značně snížil výnos.

V Austrálii, kde se pěstuje lupina a sója na velkých výměřích, jsou půdoochranné technologie nejčastější volbou. Z důvodů velkých ploch se nejvíce využívá setí do strniště, a to zejména z důvodů ekonomické nenáročnosti. U sóji to znamenalo rozmach ploch, kde se využívá tzv. Roundup ready sója. Tomu se přizpůsobila i větší meziřádková vzdálenost. U lupiny se při větší meziřádkové vzdálenosti využívají speciální postřikovače, které aplikují glyfosát do meziřádku a rostliny lupiny jsou chráněny proti nežádoucí aplikaci Gladstones et al., 1998). Setí do strniště vyšlo v průměru všech luskovin v našem pokusu jako průkazně horší varianta. U sóji byly však rozdíly minimální a je vidět, že sója je pro setí do strniště vhodnou plodinou. U lupiny již bylo setí do strniště takřka ve všech případech výnosově nejhorší variantou.

Ozimý hrách má velmi pozitivní vliv na větrnou a vodní erozi. Porost je na jaře brzo zapojen a rychle pokrývá celou plochu pozemku a zabraňuje erozi. S tím souvisí i schopnost regulovat zaplevelení. Pro pěstitele je jeho největší výhodou ve využití zimní vláhy. Hrách zasetý na podzim má již brzo na jaře, kdy se jarní luskoviny teprve začínají sít, již vytvořený kořenový systém. Ten je schopen získávat vláhu z větších hloubek a odolává častým jarním přísuškům. Pěstitel tedy nemusí řešit časté jarní problémy se zamokřením a následné přípravy půdy nebo sucho po zasetí, čekání na vláhu a opožděné klíčení. Tyto problémy se obvykle projeví na výnosu. Ozimé hrachy tak mají větší potenciál k dosažení vyššího výnosu, než je tomu u jarních variant (Koukolíček, 2015) a (Urbatzka et al., 2005). Chen et al. (2006) uvádí, že v jejich porovnávání ozimého a jarního hrachu se dočkali rozdílných výsledků. Na jednom stanovišti dosahovaly ozimé formy hrachu vyšší výnos o více jak 1,8 t/ha. Naopak na druhém stanovišti byly výnosnější jarní formy hrachu. Větší vliv připisuje vlivu stanoviště a zpracování půdy. To koresponduje s našimi výsledky, kde výnosy hrachu kolísaly vlivem zpracování půdy a vlivem ročníku. V prvním roce 2013 se u ozimého hrachu setého na podzim negativně projevila pozdnější aplikace postemergentního



herbicidu vlivem značných srážek. Plevely rychle urostly a po aplikaci herbicidu došlo pouze k jejich částečné retardaci. Nejvíce tím trpěly varianty setí do strniště s průměrným výnosem mezi 0,6 až 0,8 t/ha. U podmínky to byl výnos 1,4 až 1,7 t/ha. Nejlépe na to reagovala varianta hlubokého kypření, kde se dosáhlo výnosu okolo 2 t/ha. U jarních variant výsevu byly rozdíly minimální a výnosy se pohybovaly mezi 1,8 až 2 t/ha. V následných dvou letech se již výnosy u hrachu pohybovaly okolo 3 až 3,5 t/ha. Rozdíly již byly minimální jak mezi termínem výsevu, tak zpracováním půdy. Zejména mezi podmínkou a hlubokým kypřením.

Borowska et al. (2015) uvádí, že při polních pokusech s lupinami, vychází jako výnosnější lupina bílá, kde se výnosy pohybovaly během sledovaných let mezi 3 až 5 t/ha. Oproti tomu u lupiny úzkolisté se výnos pohyboval mezi 2 až 3,5 t/ha. Stejného výsledku bylo dosaženo i v našem případě, kdy u bílé lupiny byl v průměru tří let vyšší výnos o 0,45 t/ha. Za zmínku stojí i značně vyšší obsah dusíkatých látek v semeni u lupiny bílé. To potvrzují Koukolíček a Štranc (2013) a dále tvrdí, že velkou předností bílé lupiny jsou její nepukající lusky. Naopak v pokusu Štrance a kol. (2010a) dosáhly vyšších výnosů lupiny úzkolisté. Jednalo se však o jednoletý pokus a porosty bílé lupiny byly díky pozdějšímu dozrávání silně napadeny antraknózou, která značně snížila výnos.

Ozimý hrách má velmi pozitivní vliv na snížení větrné a vodní eroze. Porost je na jaře brzo zapojen a rychle pokrývá celou plochu pozemku a zabraňuje erozi. S tím souvisí i schopnost regulovat zaplevelení. Pro pěstitele je jeho největší výhodou ve využití zimní vláhy. Hrách zasetý na podzim má již brzo na jaře, kdy se jarní luskoviny teprve začínají sít, již plně vytvořený kořenový systém. Ten je schopen získávat vláhu z větších hloubek a odolává častým jarním přísuškům. Pěstitel tedy nemusí řešit časté jarní problémy se zamokřením a následné přípravy půdy nebo sucho po zasetí, čekání na vláhu a opožděné klíčení. Tyto problémy se obvykle projeví na výnosu. Ozimé hrachy tak mají větší potenciál k dosažení vyššího výnosu, než je tomu u jarních variant (Koukolíček, 2015)

Podle Vrabce (2010) není problém s přezimováním ozimého hrachu v podmínkách České republiky. Je však nutné brát v úvahu, že časnější výsevy mohou přerůst a jsou náchylnější na vyzimování. S tím můžeme souhlasit i my, jelikož ani v jednom roce nebyl problém s vymrzáním hrachu. Je nutno podotknout, že ani jeden rok nebyl větší

mráz, který by hrách výrazně prověřil. Šimka a kol. (2010) uvádějí, že u řepky se na přerůstání a zvýšení odolnosti vůči vyzimování používají přípravky na bázi CCC nebo azolů. Štranc a kol. (2014) uvádějí, že u sóji se k retardaci porostů osvědčily také azolové přípravky. Také mají pozitivní vliv na uložení asimilátů, omezují polehání a zvyšují odolnost vůči průsuškům a houbovým chorobám. Pozitivní vliv mají také stimulatory růstu (např. Lexin). Procházka et al. (2014) uvádí, že při moření osiva sóji přípravkem Lexin dosáhli navýšení výnosu oproti kontrole o více jak 0,5 t/ha. Z našich výsledků vyplývá, že u hrachu měly regulatory růstu a kombinace regulátorů se stimulatory růstu pozitivní vliv na výšku nasazení prvních lusků nebo snížení sklizňových ztrát. Regulatory růstu aplikované samostatně však navýšily výnos pouze 0,1 t/ha. Jejich aplikace, tak byla ekonomicky neefektivní. Z důvodů mírných zim nebyl pozorován jejich vliv na zvýšení zimuvzdornosti. Kombinace stimulatorů s regulatory již navýšila výnos o 0,3 až 0,36 t/ha. Regulatory v kombinaci s Albitem vyšly v zisku. U stimulatoru Lexin vyšla ekonomicky výnosně pouze v kombinaci s regulátorem Horizon.

Dle výsledků užitné hodnoty stanovené ÚKZÚZ v roce 2013 bylo u jarního hrachu Eso dosaženo na zkoušených lokalitách průměrného výnosu 5,15 t/ha. U ozimého hrachu Endura bylo pozorováno průměrného výnosu 4,52 t/ha. U velmi raného sortimentu sóji byl sledován průměrný výnos 2,5 t/ha (Mezlík a Měřínská 2013a, 2013b, 2014a). V našem pokusu jsme dosáhli značně nižších výnosů, ale jarní hrách Eso měl také vyšší výnos oproti ozimým hrachům setých na podzim.

V roce 2014 byl u jarního hrachu Eso průměrný výnos 5,24 t/ha. U nově zkoušených odrůd ozimých hrachů 5,1 t/ha. U lupiny úzkolisté byl průměrný výnos 4,26 t/ha. U sortimentu velmi raných odrůd sóji byl sledován průměrný výnos 2,95 t/ha (Mezlík a Měřínská, 2014b, 2014c, 2014d, 2014e). Rok 2014 byl v našem pokusu nejvýnosnější. V tomto roce ozimé hrachy dosáhly lehce vyšších výnosů oproti jarnímu hrachu Eso. Výnosu 3 t/ha dosáhla i lupina úzkolistá Boregine. Sója měla výnos takřka 2 t/ha.

V roce 2015 měl jarní hrách Eso nejvyšší výnos 6,16 t/ha. U ozimých hrachů byl dosažen průměrný výnos 5,93 t/ha. Lupina úzkolistá měla průměrný výnos 4 t/ha. U velmi raného sortimentu sóji byl sledován průměrný výnos 2,22 t/ha (Mezlík a Měřínská 2015a, 2015b, 2015c, 2015d). V roce 2015 se v našem pokusu opět projevil jarní hrách Eso jako nejvýnosnější odrůda ze všech hrachů s průměrným výnosem 3,4

t/ha. Průměrně dosáhlo Enduro výnosu 3,2 t/ha. Je však nutné podotknout, že např. Enduro I. seté do podmínky mělo stejný výnos jako Eso v průměru. Tento rok byl rekordní i pro sóju, která svým průměrným výnosem 2 t/ha předčila lupinu úzkolistou, která se v tomto roce potýkala s nižšími srážkami nejhůře.

## **9. Stanoviska k cílům a hypotézám**

Cílem práce je ověřit možnosti využití půdoochranných technologií při zakládání porostu luskovin a jejich ekonomické zhodnocení. Půdoochranné technologie by měly také zajistit lepší hospodaření s půdní vláhou, jelikož jarní přísušek je jedním z limitujících faktorů pěstování luskovin.

Komentář: V pokusu jsme po dobu tří let testovali vliv půdoochranných technologií na porosty luskovin. Vliv jednotlivých technologií byl v pokusu zřejmý. Výnosově dopadly nejlépe varianty hluboké kypření a podmínka. Varianta hlubokého kypření, která z pohledu ekonomiky vychází jako nejnákladnější, se z našeho pohledu projevila jako vhodná alternativa klasické orby. Půda dosahovala nižšího utužení půdy a byla schopna pojmout i vyšší množství srážek bez viditelných erozních smyvů. Rostliny byly schopné lépe vegetovat a jejich semena obsahovala vyšší množství dusíkatých látek, což nás vede k závěru že i v půdě zanechaly vyšší obsah dusíku pro následné plodiny.

Dílčím cílem bylo vyhodnocení vlivu využití regulátorů a stimulatorů růstu pro zvýšení odolnosti proti vyzimování ozimého hrachu.

Komentář: Z hlediska využití regulátorů a stimulatorů růstu jsme dospěli k závěru, že při dodržení agrotechnických lhůt pro setí ozimého hrachu, jsou pro přezimování hrachu neefektivní. Ačkoliv jejich vliv na vegetaci byl zřejmý. Za zvážení stojí aplikace samostatných stimulatorů růstu, jelikož jejich cena je nízká. U samostatných regulátorů byla ekonomika pěstování záporná.

**Hypotéza 1. Podzimní výsev je v našich podmínkách využitelný a poskytuje záruky pro ekonomicky efektivní pěstování hrachu v ČR.**

Komentář: Podzimní výsev ozimého hrachu dosáhl průkazně nižších výnosů, než tomu bylo u jarních výsevů. Neměl však problémy s přezimováním a z erozního hlediska je varianta podzimního výsevu vhodnější. **Hypotéza potvrzena**

**Hypotéza 2. Podzimní regulací růstu růstovými regulátory lze zvýšit přezimování porostu hrachu vysévaného na podzim.**

Komentář: Regulátory růstu lehce navýšily výnos, ale jejich použití bylo značně neekonomické. Byly aplikovány na podzim, kdy byla nízká listová plocha hrachu. Vliv na přezimování byl však minimální. **Hypotéza nepotvrzena**

**Hypotéza 3. Lupina bílá je ekonomicky výnosnější než lupina úzkolistá**

Komentář: Výnos porovnávaných lupin prokázal, že lupina bílá dosahuje statisticky průkazně vyšších výnosů (2,5t/ha) a vyššího obsahu dusíkatých látek v semeni (36,26 %) než lupina úzkolistá, která dosáhla průměrného výnosu 2,05 t/ha a její semena obsahovala 28,04 % dusíkatých látek. **Hypotéza potvrzena**

**Hypotéza 4. Nejvhodnější půdoochrannou technologií pro přezimování ozimého hrachu je hluboké kypření.**

Komentář: Při porovnávání počtů rostlin na podzim a na jaře u ozimého hrachu setého na podzim jsme zjistili, že nejnižší mortalita rostlin se v průměru pohybovala u varianty hlubokého kypření (2,44 – 3,21 %). **Hypotéza potvrzena**

## 10. Závěry a doporučení pro využití poznatků v praxi a další rozvoj vědního oboru

V letech 2012 až 2015 jsme na pozemcích ZD Nečín (bývalý okres Příbram) ve středisku Druhlice posuzovali vliv půdoochranných technologií na porosty luskovin. V pokusu byly testovány tři typy zpracování půdy: hluboké kypření (20 cm), podmítka (8 cm) a setí do strniště. Na půdoochranných technologiích byly testovány: hrách ozimý (odrůda Enduro) setý ve dvou termínech na podzim a v klasickém jarním termínu, hrách jarní (odrůda Eso), lupina bílá (odrůda Amiga), lupina úzkolistá (odrůda Boregine), sója luštinatá (odrůda Merlin). Z výsledků tříletého pokusu, který mapuje vliv půdoochranných technologií na porosty luskovin vyplývá, že pro luskoviny se nejvíce hodí hluboké kypření. Tato varianta dosáhla nejvyššího průměrného výnosu 2,63 t/ha. Ne však statisticky průkazného, jelikož obdobného výnosu dosáhla i varianta podmítka 2,59 t/ha. Zde je však nutné zohlednit vliv půdního utužení, které dosáhlo průměrné hodnoty utužení 1,14 MPa a u podmítky statisticky průkazně horšího utužení půdy 2,16MPa. Rozdíl mezi podmítkou a setím do strniště byl z hlediska půdního utužení minimální. Z hlediska obsahu dusíkatých látek v semeni byl nejvyšší obsah sledován u varianty hlubokého kypření v průměru 27,06 %. U podmítky byl obsah dusíkatých látek průkazně nižší a dosáhl 26,98 %. Statisticky průkazně nejnižší obsah dusíkatých látek byl sledován u setí do strniště, kde dosáhl 26,9 %.

Z těchto výsledků vyplývá, že nejvhodnější variantou se z agroekologického hlediska jeví hluboké kypření, které dokáže nejlépe využít předplodinovou hodnotu luskovin a zanechá půdu v lepším stavu pro následnou plodinu. Tato technologie zpracování půdy také dokáže velmi dobře infiltrovat velké množství srážek a zadržet je v půdě. U hlubokého kypření je nutné počítat s větším ekonomickým zatížením pro pěstitele, než je tomu u podmítky nebo setí do strniště. Je však nutné podotknout, že na výnosy luskovin měl větší dopad vliv ročníku než ověřované půdoochranné technologie.

V pokusu jsme řešili možnost vyzimování ozimého hrachu setého na podzim a snížení tohoto rizika použitím regulátorů a stimulátorů růstu, které se využívají např. v řepce ozimé. Při dodržení agrotechnických lhůt doporučené pro setí ozimého hrachu (druhá polovina října), jsme nezaznamenali problém s přezimováním natož s vyzimováním

ozimého hrachu. Je však nutné zmínit, že všechny zimy ve zkoušených letech byly velmi mírné.

Při využití regulátorů růstu aplikovaných na podzim bylo docíleno pouze mírného navýšení výnosu v průměru o 0,1 t/ha, což při současné výkupní ceně hrachu (4500 Kč/t) činí přínos 450 Kč/ha. Při porovnání nákladů a výnosů byly tyto aplikace ztrátové a pro pěstitele neefektivní. V kombinaci regulátorů se stimulatory růstu (Albit a Lexin) jsme dosáhli navýšení výnosů o 0,30 až 0,36 t/ha. V kombinaci s Albitem nám u všech variant vyšel zisk, zejména díky jeho nízké dávce a ceně. Ve variantě s přípravkem Lexin vyšla v zisku pouze varianta s přípravkem Horizon, jehož cena byla ze všech zkoušených regulátorů nejnižší. Proto stojí za zvážení ověření vlivu samostatných stimulatorů růstu na přezimování a vliv na výnos ozimého hrachu, který jsme však nezkoumali.

Při porovnání ozimých hrachů setých na podzim a ozimého hrachu setého na jaře a klasického jarního hrachu se ukázalo, že výnosnější variantou jsou jarní výsevy. U jarního hrachu odrůdy Eso bylo dosaženo průměrného výnosu 2,95 t/ha a u ozimého hrachu Enduro setého na jaře bylo dosaženo výnosu 2,93 t/ha. Oproti tomu první podzimní výsev ozimého hrachu dosáhl průměrného výnosu 2,68 t/ha a druhý termín výsevu dosáhl výnosu 2,65 t/ha. Z hlediska eroze je však lepší podzimní výsev. Během celé vegetace měly ozimé výsevy rychlejší růst a rychle zapojily porost. Z vizuálního pozorování se jevíly jako lepší. Bohužel nesplnily očekávání, že dokáží využít zimní vláhu a dosáhnou vyšších výnosů. Je však nutno podotknout, že se jednalo pouze o jednu odrůdu ozimého hrachu, která byla v pokusu testována.

Z porovnání lupiny bílé a lupiny úzkolisté vyplývá, že lupina bílá dosáhla statisticky průkazně vyššího průměrného výnosu ze tří sledovaných let 2,5 t/ha. Naopak lupina úzkolístá dosáhla průměrného výnosu 2,05 t/ha. Průkazný rozdíl byl i v obsahu dusíkatých látek v semeni. Sklizená semena lupiny bílé obsahovala v průměru 36,25 % dusíkatých látek, lupina úzkolístá 28,04 %. Další pozitivum lupiny bílé jsou nepukající lusky, které značně snižují riziko vypadání během sklizně a značně rozšiřují sklizňové okno. Také nemusí docházet k dalšímu nákladu na desikaci. Oproti tomu u lupiny úzkolísté je většinou nutnost provést desikaci a sjednotit sklizeň, jelikož dochází k nerovnoměrnému dozrávání a následnému pukání lusků. U lupiny bílé byla však pozorována větší náchylnost k výskytu houbové choroby antraknózy. Pro pěstitele, kteří

využijí lupinu ve své krmné základně, je lupina bílá vhodnější druh s vyšším výnosem a obsahem dusíkatých látek v semeni.

## 10. Literární zdroje

Ahemad, M. 2011. A Comparative Analysis of Tebuconazole Mediated Phytotoxicity to Legumes. *Journal of Environmental Science and Technology*. 4 (6). 630–637.

Baranyk, P. (eds). 2010. *Olejniny*. Profi Press. Praha. 206 s. ISBN: 9788086726380.

Basic, F., Kisic, I., Mesic, M., Nestroy, O., Butorac, A. 2004. Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil and Tillage Research*. (52). 191–201.

Bethlenfalvay G. J., Newton W. E. 1991. Agro-ecological aspects of the mycorrhizal, nitrogen-fixing legume symbiosis, The rhizosphere and plant growth. Springer Netherlands, s. 349–354.

Bhattacharya, A. V. 2010. Physiological responses of grain legumes to stress environments. In: Yadav SS (ed.). *Chickpea Breeding and Management*. CAB International. Wallingford. 35–86.

Borowska, M., Prusinski, J., Kaszkowiak, E. 2015. Production results of intensification of cultivation technologies in three lupin (*Lupinus L.*) species. *Plant Soil and Environment*. 61 (9): 426-431.

Bradford, J.M., Peterson, G.A. 2000. Conservation tillage. In: Sumner M.E. (E.D.). *Handbook of soil science*. CRC Press. Boca Raton. FL. USA. 247–269.

Busscher, W.J., Bauer, P.J., Frederick, J.R. 2006. Deep tillage management for high strength southeastern USA Coastal Plain soils. *Soil and Tillage Research*. 85 (1–2). 178–185.

Busscher, W.J., Frederick, J.R., Bauer, P.J. 2000. Timing Effects of Deep Tillage on Penetration Resistance and Wheat and Soybean Yield. *Soil Science Society*. 64 (3). 999-1003.

Clark, S., Panciera, M. 2002. Cover crop roll-down for weed suppression in no-till crop production. *Fruit and Vegetable Crops Research Report*. University of Kentucky Agricultural Experiment Station. 56–57.

Coulouma, G., Boizard, H., Trotoux, G., Lagacherie, P., Richard, G. 2006. Effect of deep tillage for vineyard establishment on soil structure: A case study in Southern France. *Soil and Tillage Research*. 88 (1–2). 132–143.



Cowling, W.A., Buirchell, B.J., Tapia, M.E. 1998. Lupin *Lupinus L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop. 23. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome. Italy. 105 s. ISBN: 9290433728.

Dao, T. H. 1993. Tillage and winter wheat residue management effects on water infiltration and storage. *Soil Science Society of America Journal*. (57). 1586–1595.

Dorn, B., Stadler, M., van der Heijden, M., Streit, B. 2013. Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. *Soil and Tillage Research*. 134 (2013). 121–132.

Dostálová, R., Hochman, M. 2015. Luskoviny – perspektiva pěstování a využití podpor v SZP. *Úroda* 63 (4). 100–101.

Dracup, M., Kirby, E.J.M. 1996. Lupin development guide. University of Western Australia press. Nedlands. 97 p.

Duiker, S. W., Beegle, D. B. 2006. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. *Soil and Tillage Research*. 88 (1–2). 30–41.

Dumansky, J. 2004. Carbon Sequestration, Soil Conservation, and the Kyoto Protocol: Summary of Implications. *Climatic change*. 65 (3). 255–261.

Edwards, W. M., Van der Ploeg, R. R., Ehlers, W. 1979. A numerical study of the effects of noncapillary-sized pores upon infiltration. *Soil Science Society of America Journal*. (43). 851–856.

Gladstones, J. S. (eds). 1998. Lupin as a crop plant: biology, production, and utilization. UK. Cab international. 465 s. ISBN: 0851992242.

Grant, O. M. 2012. Understanding and exploiting the impact of drought stress on plant physiology. In: Ahmad, P. Prasad MNV (eds). *Abiotic Stress Responses in Plant: Metabolism, Productivity and Sustainability*. Springer Science + Business Media. 89–104.

Gresshoff, P. M., Hayashi, S., Biswas, B., Mirzaei, S., Indrasumunar, A., Reid, D., Samuel, S., Tollenaere, A., van Hameren, B., Hastwell, A., Scott, P., Ferguson, B. J. 2015. The value of biodiversity in legume symbiotic nitrogen fixation and nodulation for biofuel and food production. *Plant Physiology meets Biodiversity*. (127). 128–136.

Habib ur Rahman, M., Wajid, S. A., Ahmad, A., Khaliq, T., Malik, A. U., Awais, M., Talha, M., Hussain, F., Abbas, G. 2013. Performance of Promising Lentil Cultivars at Different Nitrogen Rates Under Irrigated Condition. *Science International (Lahore)*. 25 (4). 905–909.

Hampton, R. O. 1975. The nature of bien yield reduction by bean yellow and bean common mosaic virus. *Phytopathology*. 65 (12). 1342–1346.

Hann, M. J., Giessible, J. 1998. Force measurements on driven discs. *Journal of Agricultural Engineering Research*. (69). 149–157.

Hasanuzzman, M., Gill, S. S., Fujita, M. 2013. Physiological role of nitric oxide in plants grown under adverse environmental conditions. In: Tuteja, N., Gill, S. S. (eds). *Plant Acclimation to Environmental Stress*. Springer Science + Business Media. New York. 269–322.

Hashem, A., Collins, M. R., Bowran, D. G. 2011. Efficacy of Interrow Weed Control Techniques in Wide Row Narrow – Leaf lupin. *Weed Technology*. 25 (1). 135–140.

Herridge, D. F., Peoples, M. B., Boddey, R. M. 2008. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*. 311 (1). 1–8.

Houba, M. (eds.). 2009. *Luskoviny pěstování a použití*. Kurent. České Budějovice. 143 s. ISBN: 9788087111192.

Hůla, J. (eds). 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha. Proffi Press. 248 s.

Chan, K. Y. 2001. Soil particulate organic carbon under different land use and management. *Soil Use Manage.* (17). 217–221.

Christophe, S., Jean – Christophe, A., Annabelle, L., Alain, O., Marion, P., Anne – Sophie, V., 2011. Plant N fluxes and modulation by nitrogen, heat and water stresses: A review Based on comparison of legumes and non legume plants. In: Shanker AK. Venkkateswarlu B (eds). *Abiotic Stress in plants – Mechanisms and Adaptations*. In Tech. 77–119.

Jara – Rojas, R., Bravo – Ureta, B. E., Engler, A., Díaz, J. 2013. An analysis of the joint adoption of water conservation and soil conservation in Central Chile. *Land Use Policy*. (32). 292–301.

- Javůrek, M., Mikanová, O., Vach, M., Šimon, T. 2010. Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 29 s. ISBN 978-80-7427-051-2.
- Javůrek, M., Vach, O. 2008. Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 24 s. ISBN 978-80-87011-57-7.
- Kato, E., Ringler, C., Yesuf, M., Bryan, E. 2011. Soil and water conservation technologies: a buffer against production risk in the face of climate change? Insights from the Nile basin in Ethiopia. 45 (5). 593–604.
- Kato, Y., Kamoshita, A., Abe, J., Yamagishi, J. 2007. Improvement of rice (*Oryza sativa* L.) growth in upland conditions with deep tillage and mulch. Soil and Tillage Research. 92 (1–2). 30–44.
- Koukolíček, J. Zkušenosti s pěstováním ozimého hrachu. 2015. Agromanuál. 10(8). 68.
- Koukolíček, J., Pulkrábek, J. 2015. Praktické zkušenosti s hlubokým kypřením. Agromanuál 10 (7). 80–81.
- Koukolicek J., Stranc P. 2013. Experiment with the cultivation of different varieties of lupin in the area of Dobris. MendelNet. 20: 82–88.
- Köller, K., Linke, Ch. 2006. Úspěch bez pluhu. Praha. Vydavatelství Zemědělský týdeník. 191 s. ISBN: 8087002008.
- Lahola, J. (eds). 1990. Luskoviny Pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 224 s. ISBN: 9788020901279.
- Lingling, L., Renzhi, Z., Zhuzhu, L., Weili, L., Junhong, X., Liqun, C., Bellotti, B. 2014. Evolution of soil and water conservation in rain-fed areas of China. International Soil and Water Conservation Research. 2 (1). 78–90.
- Liška, M. 2017. Situační a výhledová zpráva Olejniny. Ministerstvo zemědělství. Praha. 70 s.
- Macháčková I., Krekule J. 2002. Regulátory růstu v teorii a praxi. Úroda. 50 (10). 8–9.
- Mezlík, T. 2009b. Odrůdová skladba luskovin. Agromanuál. 4 (2). 81 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2013a. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013 – hrách polní ozimý. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 20 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2013b. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013 – sója velmi raný sortiment. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 31 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2014a. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013 – hrách polní. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 20 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2014b. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – hrách polní. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 18 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. (2014c): Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – hrách polní ozimý. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 12 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2014d. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – lupina úzkolistá. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 9 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2014e. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013 – sója velmi raný sortiment. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 32 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2015a. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – hrách polní. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 21 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2015b. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – hrách polní ozimý. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 13 s.

Mezlík, T., Měřínská, S. 2015c. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2014 – lupina úzkolistá. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 11 s.

- Mezlík, T., Měřínská, S. 2015d. Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013 – sója velmi raný sortiment. Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský. Brno. 34 s.
- Mikulka, J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Praha. Profi Press. 160 s. ISBN: 80-902413-2-8.
- Mikulka, J. (eds). 2005. Plevelné rostliny. Praha. Profi Press. 148 s. ISBN: 80-86726-02-9.
- Munns, R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. (59). 651–681. Annual Review of Plant Biology. (59). 651–681.
- Munzar, J. 1911. Luskoviny (luštěniny). J. Otto. Praha. 117 s.
- Murtaza, G., Asghar, R., Ahmad, S., Majid, S. A. 2007. The Yield and Yield Components of Pea (*Pisum Sativum*) as influenced by Salicylic Acid. Pakistan Journal of Botany. 39 (2). 551–559.
- Nalavade, P. P., Salokhe, V. M., Niyamapa, T., Soni, P. 2010. Performance of Free Rolling and Powered Tillage Discs. Soil and Tillage Research. 109 (2). 87–93.
- Nemecek, T., von Richthofen, J. S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., Pahl, H. 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. European Journal of Agronomy. 28 (3). 380–393.
- Novik, A. 2013. Albit – komplexní vyvážený ochranný a stimulační prostředek. 188–192. In: Prosperující olejnin 2013. 2013. Bečka, D., Vašák, J., Zúkalová, H., Kosek, Z. ČZU. Praha. 198 s. ISBN: 978-80-213-2420-6.
- Ojiem, J. O., Franke, A. C., Vanlauwe, B., de Ridder, N., Giller, K. E. 2014. Benefits of legume–maize rotations: Assessing the impact of diversity on the productivity of smallholders in Western Kenya. Field Crops Research. 168 (2014). 75–85.
- Panagos, P., Imeson, A., Meusburger, K., Borrelli, P., Poesen, J., Alewell, Ch. 2016. Soil Conservation in Europe: Wish or Reality? Land Degradation and Development, 27 (6): 1547 – 1551.
- Petr, J. 2010. Podstata přezimování ozimých luskovin. Úroda. 58 (11). 38–39.
- Petr, J. (eds). 1974. Hrách a bob. MÍR. Praha. 185 s.

- Pikul Jr., J. L., Carpenter – Boggs, L., Vigil, M., Schumacher, T. E., Lindstrom, M. J., Riedell, W. E. 2001. Crop yield and soil condition under ridge and chisel-plow tillage in the northern Corn Belt, USA. *Soil and Tillage Research*. 60. 21–33.
- Ponížil, A. 2006. Ekonomika pěstování luskovin. *Úroda*. 54 (2). 5–7.
- Potměšilová, J. 2014. Situační a výhledová zpráva – Luskoviny. Ministerstvo zemědělství. Praha. 49 s. ISBN 978-80-7434-185-4.
- Powles, S.B. 2008. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science*. 64 (2008). 758–770.
- Preissel, S., Reckling, M., Schläfke, N., Zander, P. 2015. Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: A review. *Field Crops Research*. 175 (2015). 64–79.
- Primentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R. 1995. Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science. New Series*. 267 (5201). 1117–1123.
- Procházka, P., Štranc, P., Štranc, J., Kříž, J. 2014. Prospěšnost biologicky aktivních látek při moření osiva. *Úroda*, 62 (5): 46-49.
- Procházka, S. (eds). 1998. *Fyziologie rostlin*. Academia. 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
- Rispail, N., Kaló, G., Kiss, G.B., Ellis, T.H.N., Gallardo, K., Thompson, R.D., Prats, E., Larrainzer, E., Ladrera, R., Gonzáles, E.M., Arrese-Igor, C., Ferguson, B.J., Gresshoff, P.M., Rubiales, D. 2010. Model legumes contribute to faba bean breeding. *Field Crops Research*. 115 (3). 253-269.
- Sands, R., Greacen, E. L., Gerard, C. J. 1979. Compaction of sandy soils in Radiata pine forests. I. A penetrometer study. *Australian Journal of Soil Research*. 17(1). 101–113.
- Six, J., Elliott, E. T., Paustian, K. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*. (32). 2099–2103.

Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger – Estrade, J. 2012. No-till in northern: western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Tillage Research*. (118). 66–87.

Strudley, M. W., Green, T. R., Ascough II, J. C. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil Tillage Research*. (99). 4–48.

Suškevič, M., Dvořák, J., Fialová, J., Herman, M., Hrubý, J., Kňákal, Z., Procházková, B. 1993. Analýza zaplevelení plodin ve vztahu k různým agrotechnickým opatřením. In: *Závazná zpráva úkolu (č. A 093 95 0136) Vliv agrotechnických postupů na plodiny a půdu*. 25 s.

Ramesh, K. 2015. Chapter Four – Weed Problems, Ecology, and Management Options in Conservation Agriculture: Issues and Perspectives. *Advances in Agronomy*. (131). 251–303.

Schachler, B. 2006. *Blaue lupinen. Saatzucht Steinach*. Bornhof. 77 s.

Svobodová, I. 2014. *Situační a výhledová zpráva – Olejny*. Ministerstvo zemědělství. Praha. 62 s. ISBN 978-80-7434-189-2.

Šarapatka, B. 2014. *Pedologie a ochrana půdy*. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. 232 s. ISBN: 978-80-244-3736-1.

Šimka, J., Bečka, D., Vašák, J. 2010. Podzimní aplikace růstových regulátorů a dusíku v ozimé řepce. *Úroda*. 58 (9). 22–24.

Šimon, T., Mikanová, O. 2009. *Principy a nové směry selekcí hlízkových bakterií pro výrobu inokulačních preparátů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 23 s.

Štěpánek, P. 2011. Nabídka odrůd luskovin pro rok 2011. *Agromanuál*. 6 (1). 57–63.

Štěpánek, P. 2015. Nabídka odrůd luskovin pro rok 2015. *Agromanuál*. 10 (1). 60–65.

Štranc, P., Holec, J., Štranc, J., Štranc, D. 2006. Biologická fixace dusíku-bobivité rostliny a rhizobia. *Agromanuál*. 1 (1). 34–36.

Štranc, P., Bečka, D., Procházka, P., Štranc, J. 2014. Pěstování sóji luštinaté v České republice. In *Rośliny wysokobiałkowe 2014 07.05.2014*, Wrocław, Nowe Goluszowice. Praha: ČZU v Praze, KRV, 2014. 49–53.

Štranc, P., Koukolíček, J., Koukolíček, J., Štranc, J. 2010a. Odrůdový pokus s vybranými druhy lupiny v oblasti Dobříšska. *Úroda*. 58 (10). 49-52.

Štranc P., Štranc J., Štranc D., Erhartová D. 2010b. Zvláštnosti růstu a nodulace sóji v roce 2010. In sborník *Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů*. Výzkumný ústav pícninářský. Troubsko. 825–830.

Štranc, P., Bečka, D., Štranc, D., Hradecká, D., Štranc, J. 2007. Protistresový účinek stimulatoru u lupiny modré. *Agromanuál*. 2(4). 80–83.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D. 2011. Stručná technologie pěstování sóji. *Úroda*. 59 (11). 26–28.

Timmerman-Vaughan, G. M., A. Mills, C. Whitfield, T. Frew, R. Butler, S. Murray, M. Lakeman, J. McCallum, A. Russell and D. Wilson. 2005. Linkage mapping of QTL for seed yield, yield components, and developmental traits in pea. *Crop Sciences*. 45. 1336–1344.

Toker, C., Mutlu, N. 2011. Breeding for abiotic stress. In: Pratap, A., Kumar, J. (eds). *Biology and Breeding of Food Legumes*. CAB International. 241–260.

Triplet, G. B., Vandoren, D. M., Schmidt, B. L. 1968. Effect of corn (*Zea mays* L.) stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. *Agronomy Journal*. (60). 236–239.

Urbatzka, P., Graß, R., Schüler, C. 2005. Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den Ökologischen Landbau am Beispiel von Wintererbsen. Use of plant genetic resources in organic agriculture – the example of winter pea. In: Heß, J and Rahmann, G (Eds.) *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, kassel university press GmbH, Kassel. 59–60.

Valentine, A. J., Benedito, V. A., Kang, Y. 2011. Legume nitrogen fixation and soil abiotic stress: From physiology to genomic and beyond. *Annual Plant Review*. (42). 207–248.

Vaněk, V. (eds). 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Proffi Press. Praha. 167 s.

Varsa, E.C., Chong, S.K., Abolaji, J.O., Farquhar, D.A., Olsen, F.J. 1997. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root growth and production, *Soil and Tillage Research*, 43 (3-4): 219–228.



- Vidal, I., Etchevers, J., Fischer, A. 2002. Dinámica del nitrógeno bajo diferentes rotaciones, sistemas de labranza y manejo de residuos en el cultivo de trigo. *Agricultura Técnica*. 62 (1). 121–132.
- Vrabec, M. 2008. Zásady pěstování lupin s přihlédnutím k druhům, výsledky minulých let v praxi, 1–15 s. – in Kolektiv autorů. 2008. *Lupina 2008*. sborník přednášek z odborné konference. *Francotcheque Agricole*. 53 s.
- Vrabec, M. 2010. Sklizeň ozimého hrachu na výbornou. *Zemědělec* 18 (35). 25.
- Wahab, A. M. A., Abd-Alla, M. H. 1996. Effect of different rates of N-fertilizers on nodulation, nodule activities and growth of two field grown cvs. of soybean. *Fertilizer Research*. 43 (1–3). 37–41.
- Wenden, B., Remeau, C. 2009. Systems biology for plant breeding: the example of flowering time in pea. *Comptes Rendus Biologies*. 332 (11). 998-1006.
- West, T. O., Post, W. M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. *Soil Science Society of America Journal*. (66). 1930–1946.
- Wilson, K. 2009. New herbicide – resistance lupin on the way. *Farm weekly*. 12 (3). 20.
- Zahran, H. H. 1999. Rhizobium-Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 63 (4). 968–989.
- Záruba, J. 2017. Situační a výhledová zpráva – Luskoviny 2017. Ministerstvo zemědělství. Praha. 53 s.
- Zvyagintsev, D.G. 2011. Regulation of soil microbial communities and their impact on plant growth. *Eurasian Soil Science*. 44(11). 1276-1277.

### **Ostatní zdroje**

- Hosnedl, V., Pulkrábek, J., Peterová, J. Hrách setý [online]. Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu AGroConsult. 2014 [cit. 2015-7-10]. Dostupné z

<<http://www.agronormativy.cz/genframes;jsessionid=D78B91DD088103B6FF484FCF07BDC499?thl=2&snid=7635&otn=str1>>.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D. 2014. Sója [online]. Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu AGroConsult. [cit. 2015-7-10]. Dostupné z <<http://www.agronormativy.cz/genframes;jsessionid=AAA9F8989344B93B7D88B1704BB3FA9F?thl=2&snid=7123&otn=str1>>.

ÚKZÚZ. 2018. [http://eagri.cz/public/web/file/577779/HrachO\\_2018.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/577779/HrachO_2018.pdf) staženo 20.8.2018