

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství-Prvovýroba

Katedra: Genetiky a speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Hodnocení výnosových parametrů a výšky nasazení prvního  
lusku u sóji luštinaté (*Glycine max* L.)

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jaroslav Mach

Autor diplomové práce: Bc. Jiří Doležal

České Budějovice, 2020

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Jiří DOLEŽAL  
Osobní číslo: Z18053  
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Zemědělské inženýrství – Prvovýroba  
Téma práce: Hodnocení výnosových parametrů a výšky nasazení prvního lusku u sóji luštěnaté (*Glycine max* L.)  
Zadávající katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

### Zásady pro vypracování

Díky dostupnosti osiva nových odrůd s kratší vegetační dobou, které jsou vhodné i pro pěstování v našich podmínkách, se plochy sóji luštěnaté postupně zvyšují i v České republice. Kromě výběru oblasti, odrůdy a konkrétního pozemku, použití kvalitního (inokulovaného) osiva je důležitým faktorem průběhu počasí během vegetace a kvalita provedení sklizně. Sklizeň s co možno nejnižšími ztrátami semen často spolurozhoduje o konečném úspěchu pěstování. K negativním vlastnostem sóji patří poměrně nízké nasazení prvních lusků na rostlinách (5-15 cm), což zvyšuje ztráty semen při sklizni. Cílem diplomové práce (DP) je zhodnotit rozsah ovlivnění výnosových parametrů včetně výšky nasazení prvních lusků u porostů vybraných odrůd sóji luštěnaté aplikací přípravku se schopností ovlivnit růst.

Pro účel řešení DP bude založen poloprovozní polní pokus v zemědělském podniku na Benešovsku. V pokusu budou uplatněny 2 odrůdy sóji luštěnaté s kratší vegetační dobou a 2 varianty ošetření:

a) kontrolní varianta bez ošetření

b) varianta s ošetřením porostu přípravkem Energen Apikál, který zvyšuje apikální dominanci (prodlužovací růst).

Obě varianty budou u obou odrůd 4x opakovány. V průběhu vegetace budou sledovány základní agronomické charakteristiky – počet vzešlých rostlin (hustota porostu), termín nástupu hlavních růstových fází, rozsah zaplevelení, výskyt chorob a škůdců, průběh povětrnosti apod.

Před sklizní budou z každého opakování odebrány rostliny na detailní rozbor výnosových prvků a vlastností (výška rostlin, výška nasazení prvního lusku, počet primárních větví, počet lusků, počet semen v lusku). Po mechanizované sklizni bude zjištěn výnos z 1 ha, parametr HTS, vlhkost a obsah tuku a N látek v semenech.

Dosažené výsledky budou zpracovány do podoby tabulek a grafů a budou taktéž statisticky vyhodnoceny. Součástí práce bude vyhodnocení vlivu účinku testovaného přípravku na sledované parametry, vyhodnocení vlivu počasí na produkční proces a diskuse dosažených výsledků s dostupnými výsledky z jiných prací. V závěru DP bude vyvozeno doporučení pro zemědělskou praxi. DP bude mít obvyklé formální členění sestávající z následujících částí: úvod, literární přehled, cíl práce, materiál a metody (metodika), výsledky, diskuse, závěr a seznam použitých literárních a informačních pramenů.

DP bude zpracována podle platného opatření děkana pro vypracování bakalářských a diplomových prací (Opatření děkana ZF JU č. 4/2014, viz web ZFJU).

Rozsah pracovní zprávy: 45 – 50 stran  
Rozsah grafických prací: 10 – 15 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

Egli D. B. (2005): Flowering, pod set and reproductive success in soya bean. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 283-291.  
Houba M., Hochman M., Hosnedl M. (2009): Luskoviny – pěstování a užití. Kurent, České Budějovice, 155 s. (ISBN 978-80-87111-19-2)  
Houba M., Hýbl M., Bubeník J., Ponížil A., Ondřej M., Holeček J. (2011): Metodika pěstování sóji luštinaté. Certifikovaná metodika. Asociace pěstitelů a šlechtitelů luskovin, Šumperk, 20 s. (ISBN 978-80-87360-03-3)  
Kumagai E., Sameshima R. (2014): Genotypic differences in soybean yield responses to increasing temperature in a cool climate are related to maturity group. Agricultural and Forest Meteorology 198-199: 265-272.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.  
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Konzultant diplomové práce: Ing. Jaroslav Mach  
EGT system spol. s r. o.

Datum zadání diplomové práce: 25. února 2019  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 25. února 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentůvká 1668, 370 05 České Budějovice



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

LS.



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou- elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum .....

Podpis studenta .....

### Poděkování:

Děkuji panu doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce a cenné rady, které mi v průběhu zpracovávání poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Jaroslavu Machovi, za poskytnutí přípravku Energen Apikál.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá vlivem růstového regulátoru v porostu sóji. Hlavní částí diplomové práce, je hodnocení jednotlivých parametrů zvolených odrůd. Za tímto účelem byl v roce 2019 založen poloprovozní pokus na Benešovsku v lokalitě Netvořice. Tato oblast se nachází v mírně teplém klimatickém regionu v bramborářské výrobní oblasti v nadmořské výšce 390 metrů nad mořem. Pro tento pokus byly vybrány dvě velmi rané odrůdy sóji Amandine a Abelina, které jsou díky svojí kratší vegetační době vhodné do těchto podmínek. Tyto odrůdy byly pěstovány ve dvou variantách. Kontrolní varianta bez ošetření a varianta s ošetřením přípravkem Energen Apikál, který zvyšuje apikální dominanci. Každá odrůda a varianta ošetření byla čtyřikrát opakována pro získání co nejpřesnějších dat. U obou odrůd byly hodnoceny tyto parametry: výnos semen, obsah dusíkatých látek, počet rostlin na metr, obsah tuku, hmotnost tisíce semen, výška rostlin, počet primárních větví, počet lusků na rostlinu, počet semen v lusku a výška nasazení prvního lusu. Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla odrůda Amandine v ošetřené variantě a to 3,49 t/ha. Odrůda Abelina dosáhla velmi uspokojivého výnosu 3,18 t/ha taktéž v ošetřené variantě. V neošetřené variantě tyto odrůdy poskytly rovněž uspokojivý výnos. Odrůda Amandine 2,99 t/ha a odrůda Abelina 3,06 t/ha. Dalším zjišťovaným parametrem byl obsah dusíkatých látek. U tohoto ukazatele byl rovněž zaznamenán nárůst dusíkatých látek v semeni v ošetřené variantě u obou odrůd. Velmi důležitým sledovaným parametrem, byla výška nasazení prvního lusu od povrchu půdy. Zde došlo po aplikaci přípravku Apikál ke zvýšení spodního patra lusků oproti kontrole přibližně o centimetr u obou odrůd (Amandine 10,68 cm a Abelina 11,88 cm). Souhrnně lze říct, že přípravek Energen Apikál příznivě ovlivňuje jak kvalitativní parametry, tak i hlavní výnosové prvky, čímž příznivě ovlivňuje výši výnosu a společně s vyšším nasazením lusků rostlin, i částečně minimalizuje ztráty při sklizni.

**Klíčová slova:** sója, výnos, regulátor růstu, výnosové prvky.

## **Abstract**

This work deals with the influence of the growth regulator on soybean vegetation. The main part of the diploma thesis is the evaluation of individual parameters of selected varieties. For this purpose, a pilot experiment was established in 2019 in the Benešov region in location Netvořice. This area is located in a moderately warm climate area in the area of potato production at an altitude of 390 meters above sea level. Two very early soybean varieties, Amandine and Abelina, were selected for this experiment, which are suitable for these conditions due to their shorter growing season. These varieties were grown in two variants. Control variant without treatment and variant with treatment with Energen Apikál, which increases apical dominance. Each variant and treatment variant was repeated 4 times to obtain the most accurate data. The following parameters were evaluated for both varieties: seed yield, nitrogenous substances content, number of plants per square meter, fat content, weight of a thousand seeds, plant height, number of primary branches, number of pods per plant, number of seeds in the pod and height of first pod. The highest average yield was achieved by the Amandine variety in the treated variant 3.49 t/ha. The Abelina variety achieved a very satisfactory yield of 3.18 t/ha also in the treated variant. In the untreated variant, these varieties also achieved a satisfactory yield. Amandine variety 2.99 t/ha and Abelina variety 3.06 t/ha. Another parameter determined was the nitrogenous substances content. This indicator also showed an increase in nitrogenous substances in the seed in the treated variant in both varieties. A very important monitored parameter was the height of the first pod from the soil surface. Here, after the application of Apikál, the lower floor of the pods increased by approximately a centimeter compared to the control in both varieties (Amandine 10.68 cm and Abelina 11.88 cm). In conclusion, Energen Apikál has a positive effect on both qualitative parameters and the main yield elements, which favorably affects the yield and, together with the higher location of plant pods, also partially minimizes harvest losses.

Keywords: soybean, yield, growth regulator, yield elements.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>11</b>
2.1	Význam a možnosti využití sóji .....	11
2.2	Botanické zařazení.....	12
2.3	Pěstování sóji ve světě .....	12
2.4	Pěstování sóji v ČR.....	13
2.5	Biologická a morfologická charakteristika sóji .....	13
2.5.1	Lodyha.....	13
2.5.2	Kořenová soustava .....	14
2.5.3	Listy a květenství .....	14
2.5.4	Plod .....	14
2.6	Složení semen sóji .....	15
2.7	Agroekologické požadavky sóji .....	16
2.7.1	Nároky sóji na vláhu a teplotu .....	16
2.7.2	Nároky sóji na půdu a hnojení .....	18
2.7.3	Zařazení v osevním postupu.....	19
2.7.4	Výběr vhodné odrůdy.....	20
2.8	Technologie pěstování sóji .....	20
2.8.1	Předseťová příprava půdy .....	20
2.8.2	Založení porostu.....	21
2.8.3	Ochrana proti plevelům.....	22
2.8.4	Ochrana proti chorobám.....	23
2.8.5	Ochrana proti škůdcům .....	24
2.8.6	Sklizeň.....	24
<b>3</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>27</b>
4.1	Charakteristika stanoviště.....	27
4.2	Charakteristika klimatických podmínek .....	28
4.3	Popis pokusu.....	29
4.3.1	Charakteristika použitých odrůd .....	30
4.3.2	Agrotechnika pokusu .....	31
4.3.3	Charakteristika použitých stimulátorů růstu .....	33
4.4	Sklizeň a posklizňové měření .....	34
4.5	Laboratorní metody a zpracování dat .....	35
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>36</b>
5.1	Výnos semen.....	36



5.2	Obsah dusíkatých látek .....	38
5.3	Obsah tuků v semeni.....	39
5.4	Hmotnost tisíce semen.....	41
5.5	Počet větví na rostlině.....	42
5.6	Počet rostlin na metr čtvereční .....	44
5.7	Počet semen na rostlinu .....	45
5.8	Výška rostlin.....	46
5.9	Počet semen v lusku.....	48
5.10	Počet lusků na rostlinu.....	49
5.11	Výška nasazení prvního lusku .....	50
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>57</b>

# 1 Úvod

Sója je stará kulturní plodina pocházející z Číny. V současnosti je rozšířena po celém světě, především na severoamerickém a jihoamerickém kontinentu a jižní Evropě. Sója luštinatá spadá mezi celosvětově nejrozšířenější hospodářsky významné druhy. Botanickými vlastnostmi a vysokým zastoupením bílkovin a jiných látek v semeni se jedná o luskovinu, u nás byla tradičně řazena mezi olejniny díky vysokému obsahu tuků. Její hlavní využití je ve formě pokrutin a dalších výrobků pro krmné účely.

Podobně jako u ostatních luskovin, je u sóji významný agrotechnický přínos v systému správného hospodaření na orné půdě, díky vysoké předplodinové hodnotě sóji. Z pěstitelského hlediska se jedná o plodinu s minimálními vstupy a relativně jednoduchou agrotechnikou. Při dosahování nižších provozních nákladů díky nižší spotřebě hnojiv, příp. i pesticidů.

Při pěstování sóji se vzhledem k neustále proměnlivým povětrnostním podmínkám stává limitujícím faktorem pro výnos především nedostatek srážek v době její intenzivní vegetace. Jednou z možností zmírnění propadu výnosů v suchých ročnících je identifikace šlechtitelských linií sóji s vhodnými vlastnostmi. Hlubší a objemnější kořenový systém rostlin a také lepší hospodaření rostliny s vodou. Jako další možnost se nabízí použití stimulačních přípravků v porostech sóji. Tyto látky především kontrolují dělení buněk a ovlivňují základní životní procesy rostlin.

Lze předpokládat, že při správně voleném výběru odrůd a stanoviště i pečlivé agrotechnice, by sója mohla významně změnit stávající strukturu nízkého zastoupení luskovin v osevním postupu a snížit množství dovážených sójových šrotů ze zahraničí.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Význam a možnosti využití sóji

Sóju v současnosti nalezneme po celém světě, především severoamerickém a jihoamerickém kontinentu a jižní Evropě. V České republice se sója pěstovala již v období před 2. světovou válkou. Její význam je především v látkovém složení, semena sóji obsahují okolo 40 % bílkovin a 20 % tuku, tedy 60 % zásobních látek velmi významných v různých oblastech (Hýbl a kol. 2011). Sója se díky svému odlišnému složení, mnohem více využívá v lidské výživě než ostatní luštěniny, a díky tomu v současnosti představuje světově nejvýznamnější a nejrozšířenější luskovinu. Semena sóji, jsou již po tisíce let ceněnou potravinovou surovinou zemí Dálného východu. Do skladby jídelníčku obyvatel vyspělých zemí Evropy a Ameriky začala pronikat až v minulém století. Sója je tradiční potravinou zejména v USA, které jsou také v současné době nejvýznamnějším producentem této plodiny. Převážná většina pěstované sóji ve světě je ovšem GMO (geneticky modifikovaná) (Prugar a kol. 2008). Mezi důležité složky sóji patří sójové bílkoviny. Tyto bílkoviny patří k významným tržním komoditám, a to pro jejich vysoký obsah esenciálních aminokyselin. Dále mají nezastupitelný význam v krmivářství, lidské výživě i v řadě průmyslových odvětví. Sójový olej se uplatňuje v potravinářství, v průmyslu (mýdla, laky), součástí oleje je také cenný sójový lecitin využívaný v pekařství, medicíně, textilní a chemické výrobě (Hýbl a kol. 2011).

Sójový olej má příznivé složení pro lidský organismus a je velmi dobře stravitelný a využitelný. V potravinářství lze využít celá semena, sójovou mouku, sójové bílkovinné koncentráty a izolované sójové bílkoviny. Sójové výrobky mají své opodstatnění také v dietetice. Kromě toho je sója výborným krmivem pro všechna hospodářská zvířata, uplatňuje se především v krmných směsích pro drůbež a prasata. Důležitou roli zde hraje zkrmování sójových pokrutin, které jsou výborným koncentrovaným bílkovinným krmivem (Lahola a kol. 1990). Mimo kvalitních bílkovin sója obsahuje i nezanedbatelné množství tuku (15–20 %). Většinou se však sója pro krmivářství využívá již odtučněná (Kudrna a kol. 1998).

Neméně důležitý je i pěstitelský význam sóje, kdy jako leguminóza dokáže poutat vzdušný dusík a zásobovat jím rostlinu v dostatečné míře, a ještě zanechat dusík v půdě pro následné plodiny.

## 2.2 Botanické zařazení

Sója je zařazována k luskovinám, tj. do čeledi bobovitých – Fabaceae [syn. Motýlokvěté (Papilionaceae) nebo vikvovité (Viciaceae)]. Sója je z rodu *Glycine* Willd., který zahrnuje přes 75 druhů. (Štranc a kol. 2010). Rod *Glycine* zahrnuje velké množství planých druhů sóji, tyto druhy rostou v Americe, Asii a Africe. Hospodářský význam má však pouze sója luštinatá–*Glycine max* L. Merrill (synonymum *Glycine soja* Sieb. et. Zucc., *Soja hispida* Moench.) (Hýbl a kol. 2011).

## 2.3 Pěstování sóji ve světě

Sója patří k nejstarším kulturním rostlinám, a také mezi čtyři nejvíce rozšířené plodiny (po kukuřici, pšenici a rýži). Dále je také nejpěstovanější luskovinou i olejninou na světě (Houba, Hýbl 2009).

Výměra sóji ve světě měla až do roku 2018 stoupající tendenci. V sezóně 2019 se sója z celosvětového hlediska pěstuje téměř na 123 milionech hektarů, což představuje mírný meziroční pokles. Průměrný světový výnos sóji pěstitelského ročníku 2019/2020 se odhaduje na 2,78 t/ha (Honsová 2019).

Největšími producenty sóji jsou USA, Brazílie, Argentina a Čína. V ohledu na produkci oleje, je sója druhou nejvýznamnější světovou olejninou (v mírném odstupu za palmou olejnou). Ukazuje se však, že olej v semenech sóji nebude jejich nejdůležitější složkou. Vzhledem k velmi vysokému obsahu bílkovin (zejména v semenech sóji) se nepředpokládá pokles produkce této plodiny (Štranc a kol. 2010).

## **2.4 Pěstování sóji v ČR**

V České republice v posledních letech dochází k oblibě nárůstu pěstování sóji. Podle statistických údajů naši pěstitelé v roce 2017 sójou oseli 15 344 hektarů, což představovalo největší výměru v historii. V roce 2018 se v ČR sója pěstovala na ploše 15 230 hektarů. V sezóně 2019 u nás došlo k meziročnímu poklesu výměry sóji téměř o tři tisíce hektarů na 12 240 hektarů. Hektarové výnosy sóji v ČR kolísají v závislosti na průběhu počasí. V roce 2016 u nás dosáhl průměrný hektarový výnos sóji 2,64 t/ha a následně v roce 2017 se na našich polích v průměru sklídilo 2,41 t/ha (Honsová 2019).

Sója byla v ČR považována za rostlinu, která má odlišné požadavky na klimatické podmínky, a proto ji zde není vhodné pěstovat. Novým impulzem k pěstování sóji ve střední Evropě byly nové odrůdy vyšlechtěné koncem 20. století v Kanadě (provincie Quebec) v zeměpisných šířkách odpovídajících ČR. Sója je však nadále považována za teplomilnou rostlinu, což jednak vybízí k patřičné obezřetnosti, při volbě pěstitelské lokality, nicméně výsušné polohy pro ni nejsou optimální, protože nedostatek vláhy je jedním ze stresových faktorů.

Podle výsledků poloprovozních pokusů je patrné, že při vhodné agrotechnice a optimálních podmínkách pro sóju, můžeme očekávat reálný výnos mezi 2,5 - 3,5 t/ha s tím, že biologický potenciál sóji dosahuje výnosu 4–5 t/ha. Z dosažené tuzemské produkce se spotřebuje kolem 86 % na krmné účely a 12 % pro potravinářství. Zbylé množství je pro jiné využití, asi 1 tis. tun je ročně exportováno, výrazně vyšší množství tvoří import. Krmivářský průmysl dováží ročně do ČR, nezávisle na tuzemské produkci, 400–500 tisíc tun sójových šrotů a pokrutin (Houba a kol. 2011).

## **2.5 Biologická a morfologická charakteristika sóji**

### **2.5.1 Lodyha**

Nynější odrůdy mají vzpřímenou, pevnou, okrouhlou, lodyhu, která je vysoká 60 až 90 cm, keříčkovitě rozvětvená. Lodyha je zelené barvy a s různou intenzitou ochlupení (Houba a kol. 2011). Podle způsobu větvení můžeme sóju rozdělit na formy se vzpřímenou pevnější lodyhou, které jsou vhodné k pěstování na semeno, a formy se slabší popínavou lodyhou, využívané ke krmným účelům.

### 2.5.2 Kořenová soustava

Kulturní sója je jednoletá bylina se silným kúlovým kořenem, z něhož vyrůstají dlouhé postranní kořeny, které svou délkou přerůstají kúlový kořen a pronikají do hloubky až 2 m (Štranc a kol. 2010). Vlivem nitrifikačních bakterií – *Bradyrhizobium japonicum*, se na kořenech vytváří hlízky, za pomoci kterých rostlina dokáže rostlina poutat vzdušný dusík (Hýbl a kol. 2011). Účinnost Rhizobií značně ovlivňují podmínky prostředí, především půdní reakce (optimální pH je přibližně 7,0), vlhkost půdy (optimum navlhčení půdy na 40 – 60 % vodní jímavosti), provzdušněnost a teplota půdy (nad 14 °C). V podmínkách, kde nelze předpokládat výskyt volných Rhizobií v půdě (v důsledku toho, že daná luskovina se na pozemku dosud nepěstovala) se přistupuje k očkování (bakterizaci) osiva.

### 2.5.3 Listy a květenství

Listy jsou střídavé, dlouze řapíkaté, trojčetné, na bázi s palisty. Lístky jsou tvarově velmi proměnlivé, kopinaté, široce vejčité, kosočtverečné, až téměř (Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005). Na jedné rostlině lze najít listy různého tvaru a velikosti. Čepel listu bývá hladká nebo zvrásněná. U většiny forem při dozrávání porostu opadávají listy (Štranc a kol. 2010). Květenství sóji je pěti až desetikvětý hrozen, přisedlý v úžlabí listu. Barva pavézy je bílá, žlutá, fialová, růžová až červená (Hýbl a kol. 2011). Sója je samosprašná rostlina, jen ve výjimečně dochází k cizosprašení. Sója začíná kvést odspodu lodyhy nahoru a od středu k postranním větvím. Délka kvetení porostů sóji se často velice liší, může trvat 15 až 40 dní i více. Délka tohoto období se liší především v závislosti na odrůdě a podmínkách prostředí. Avšak pro reprodukční schopnost rostlin mají největší význam květy, které se vytvoří na začátku kvetení. Úspěšnost opylení květů je značně závislé na průběhu povětrnostních podmínek podmínkách v době kvetení (sucho, chlad, nedostatečná výživa způsobují sprchávání květů) (Egli, 2005).

### 2.5.4 Plod

Plodem jsou 1-4 semenné lusky, dlouhé 30-60 mm, barvy světle hnědé, hnědé i černé (Hosnedl a kol. 1998). Lusky jsou většinou na rostlině rovnoměrně rozděleny. Semena jsou oválná, jednobarevná či s kresbou se základní barvou žlutou, hnědou, šedou, zelenou nebo černou, HTS 40 až 250 g. V potravinářství jsou většinou požadovány odrůdy se světlou barvou pupku (Hýbl a kol. 2011).

## 2.6 Složení semen sóji

Sója obsahuje nejvíce bílkovin ze všech u nás pěstovaných polních plodin (průměrně 36–38 %, v současné době jsou vyšlechtěny odrůdy, které mají zhruba až 50 % bílkovin), a to bílkovin plnohodnotných. Sója obsahuje v dostatečném množství a ve výhodném vzájemném poměru všechny aminokyseliny. Neopomenutelný je také vysoký podíl esenciálních aminokyselin, které mají příznivé účinky na zdravotní stav, užitkovost, a imunitu zvířat (Štranc a kol. 2010). Sója má také nejvyšší zastoupení lyzinu ve své bílkovině a to až 2,7 % v sušině semena. Bílkovina sóji se někdy nazývá vegetativní kasein, který je velmi podobný mléčnému kaseinu. Proto se sójová bílkovina používá i v potravinářském průmyslu, kde se vyrábí strukturální bílkovina sóji, která se může spékat a vytvářet struktury podobné masu (Kudrna a kol. 1998).

Tabulka č. 1 Průměrné složení zralých sójových bobů

Složka	Obsah (%)
Voda	8,5
Bílkoviny	36,5
Lipidy	19,9
Sacharidy	30,2
z toho vláknina potravy	9,3
Popel	4,9
Energie	1742 kJ (416 kcal)

Převzato: databáze Amerického ministerstva zemědělství USDA, 2006 cit. – Prugar a kol.

2008

Sója také obsahuje průměrně 18–23 % tuku, který je velmi kvalitní, s vysokou nutriční a biologickou hodnotou (s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, karotenů apod.). Díky vyššímu obsahu polyenových mastných kyselin, zejména kyseliny linolové, která jako kyselina řady n-6 společně s kyselinou linolenovou, mají příznivý vliv na zdravotní stav.

Sójový olej prakticky neobsahuje cholesterol, obsahuje však poměrně vyšší množství (250 mg/100 g) rostlinných sterolů (fytosterolů), které zabraňují vstřebávání cholesterolu ze stravy (Prugar a kol. 2008).

Tabulka č. 2 Složení mastných kyselin sójového oleje (% veškerých mastných kyselin)

Mastné kyseliny	%
Nasyčené kyseliny	14–20
Monoenové kyseliny	18–26
Polyenové kyseliny	55–68
Z toho: linolová	50–57
Linolenová	5–10

Převzato: Velišek a kol. 2002

Sója obsahuje v surovém stavu vysoký podíl nutričně aktivních faktorů – až 50 TIU/mg sušiny (TIU = trypsin inhibitor unit – jednotka inhibitorů trypsinu), tyto látky znemožňují přímé zkrmování semen (Hýbl a kol. 2011). Vařením, lisováním, případně extrudací však dojde ke snížení inhibiční aktivity těchto látek.

Tabulka č. 3 Obsah inhibitorů trypsinu v semenech luskovin

Plodina		TIA (TUI/mg sušiny) průměrné hodnoty
Sója	nezpracovaná	50
	pokrutiny	8
	šrot	5
Bob		4
Hrách		3
Lupina (bílá, žlutá, úzkolistá)		>1

Převzato: INRA – UCAAB, 1995 cit. – Hýbl a kol. 2011

Obsah bezškrobových glycidů v sóji dosahuje 20–30 %, z čehož na vlastní cukry připadá pouze 5–6 %. Obsah minerálních látek činí 4,5 – 5 %. V sójových bobech je rovněž vysoký obsah vitamínů skupiny B, zejména B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub>, lecitinu, fytinu, kefalínu a enzymů (Štranc a kol. 2010).

## 2.7 Agroekologické požadavky sóji

### 2.7.1 Nároky sóji na vláhu a teplotu

Sója má vysoké nároky na teplotu, což však není třeba přeceňovat. Průměrná tepelná konstanta za vegetační období činí 2300 °C. Současné odrůdy jsou značně plastické a lze je v podmínkách ČR pěstovat (Hýbl a kol. 2011). Rostliny sóji vyžadují relativně vyšší intenzitu slunečního záření. Pro pěstování sóji v ČR vhodné nižší až střední polohy, s průměrnou roční teplotou přes 8 °C (Houba, Hýbl 2009).



V období hlavního růstu mají kladný vliv na tvorbu výnosu semene průměrné denní teploty kolem 20 °C zejména pokud jsou malé rozdíly mezi teplotami ve dne a v noci (v této době má sója i největší nároky na světlo). Pokud průměrná denní teplota klesne pod 14 °C sója zastavuje růst (Štranc a kol. 2010). Na základě dlouhodobých experimentů v terénu (1987–2007) v severovýchodní Číně Zheng a kol. (2009) uvádí, že výnos semen sóji byl zvýšen o 6–10 % na 1 °C zvýšení průměrné denní maximální teploty během plnění semen. Vliv zvýšení teploty na výnos sóji je velmi závislý na původní teplotě. Kumagai, Sameshima (2014) ve svých výzkumech prokazují, že z budoucího prostředí s vyšší teplotou by mohly těžit především odrůdy s delší vegetační dobou. Při každém snížení teploty jak při vzházení, tak i v dalších růstových fázích má za následek zpomalení růstu i vývoje rostliny, což se negativně projevuje na hektarovém výnosu jak semen, tak i hmoty (Michl 1988). Do chladnějších oblastí se doporučuje vybírat rané odrůdy (Jarecki a kol. 2018). Vůči jarním mrazíkům je sója odolnější než kukuřice nebo fazol (Lahola a kol. 1990).

Sója je rostlina značně náročná na vláhu. Při klíčení potřebuje 120-140% vody v přepočtu na hmotnost semene (Hosnedl a kol. 1998). Při nedostatku půdní nebo vzdušné vláhly dochází k redukci květů a lusků. Tato skutečnost bývá mnohdy podceňována (Hýbl a kol. 2011). Nedostatek srážek je jedna z hlavních příčin propadu výnosu sóji v jednotlivých ročnících (Sentelhas a kol. 2015). Jako optimální vlhkost půdy je uváděna hodnota 60–70 % využitelné vodní kapacity. Požadavky na vláhu korespondují s dynamikou tvorby sušiny. Největší potřeba nastává proto v období kvetení a tvorby plodů a semen. Avšak nadbytek vláhly je v tomto období škodlivý. Prodlužuje se vegetační doba, nepříznivě je ovlivňována kvalita semen a zhoršují se podmínky pro sklizeň (Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005).

Tabulka č. 4 Denní spotřeba vody porostem sóji (mm)

Fáze rostlin	Ve 3. nodu	V 5. nodu	V 6. nodu	Počátek květu	Tvorba lusků	Plné semeno	Počátek zralosti	Plná zralost
Denní spotřeba vody (mm)	1,0	4,0	5,6	6,4	7,4	7,1	6,1	4,1

Převzato: Štranc a kol. 2010

### 2.7.2 Nároky sóji na půdu a hnojení

Požadavkům sóji nejlépe vyhovují půdy hluboké, výhřevné, černozemní, půdy písčitohlinité, hlinité i půdy písčité, zásobené vápnem, humusem a živinami. Pro optimální činnost hlízkových bakterií je důležitá slabě kyselá až neutrální půdní reakce (pH 6,5 – 7) (Houba a kol. 2011). Sója špatně prosperuje na půdách, které jsou kyselé, zamokřené, zastíněné a utužené, a díky svému pomalému počátečnímu vývoji nesnáší ani půdy zaplevelené.

Úprava kyselé půdní reakce vápněním je velice důležité opatření, které je vhodné uskutečnit již k předplodině. Přímé vápnění sice sója snáší, ale není vždy zárukou vytvoření dobrých podmínek pro rostliny – s ohledem na pomalejší účinek vápenců a dolomitů je vždy lepší vápnit v dostatečném předstihu. Vápnění k předplodině se pozitivně projeví na tvorbě hlízkových bakterií, ale i lepší kvalitě zrna (Vaněk a kol. 2007).

Na stanovištích s nižší vláhovou jistotou lze sóju zařadit na těžší půdy. Při pěstování sóji na vlhčích stanovištích je výhodnější ji pěstovat na lehčích půdách (Štranc a kol. 2010). Pokud je sója pěstována na pozemku poprvé, dochází k tomu, že i když vyséváme inokulované osivo, vytvoří se na kořenech rostliny málo hlízkových bakterií, které nezajistí dostatečnou výživu dusíkem. I při vytvoření dostatečného množství hlízek se počítá, že jedna polovina až třetina dusíku v rostlinách pochází z půdy. Pokud není dostatečná zásoba dusíku v půdě, nebo se nevytvoří dostatek hlízek, je potřebná aplikace startovací dávky (Houba a kol. 2011).

Ovšem musíme přihlídnout k faktu, že sója jako leguminóza si osvojuje i některé další živiny, např. fosfor, velice dobře (za pomoci VA – mykorhizy). Z počátku vegetace, až do vytvoření minimálně dvou zcela rozvinutých trojlístků, resp. od počátku fixace atmosférického dusíku rhizobii, je sója zcela odkázaná na výživu půdním dusíkem. V této době je důležité, aby bylo v půdě dostatečné množství anorganického dusíku, nejlépe ve formě nitrátové i amoniakální. Pro zajištění tohoto množství dusíku se doporučuje zapravit do půdy, nejlépe před setím 15-25 kg N/ha (½ nitrátová, ½ amoniakální) (Štranc a kol. 2010). Uvádí se, že na výnos semene 2,5 t/ha sója spotřebuje minerální dusík ve výši 180 kg/ha a při výnosu 5 t/ha již cca 460 kg/ha (Špaar a kol. 2000).

Větší dávky fosforečných hnojiv zvyšují v semenech sóji obsah fosforu, hořčíku síry apod. a naopak se snižuje příjem a zastoupení zinku a některých dalších mikroelementů (Košík a kol. 2005). Pro orientaci potřeby hnojení fosforem a draslíkem by měl být agrochemický rozbor půdy. Sója potřebuje na produkci 1 tuny semen: 70–90 kg N; 12–20 kg P; 30–40 kg K; 20 kg Ca a 1 kg Mg. Sója je citlivá na nedostatek síry. Vhodné je i dodávání mikroelementů B, Zn, Mo, Mn, Cu, Co, které pozitivně působí na nodulaci a zvyšují výšku nasazení prvních lusků od povrchu půdy (Houba a kol. 2011). Při deficitu bóru dochází ke zkracování vegetačních vrcholů a základů nových listů, červenaní vrcholových listů a ke zkracování internodií (až růžicovitý habitus rostlin) (Musienko, Ternavskij 1989). Bór je v rostlinách velice špatně pohyblivý, a proto je vhodná jeho foliární aplikace zejména na půdách s nízkou zásobou bóru.

Sója velice dobře reaguje na pravidelné hnojení organickými hnojivy v osevním sledu (Štranc a kol. 2010). Ovšem přímé hnojení statkovými hnojivy se neprovádí, protože se do půdy dostává velké množství dusíku, které vede k prodloužení vegetační doby. Ačkoliv sója má poměrně vysoké požadavky na živiny, potřeba přímého hnojení na dobře obhospodařovaných pozemcích je poměrně malá. Řada pěstitelů při pěstování sóji hnojí minimálně nebo v podstatě nehnojí, a přesto dosahují velmi dobrých výnosů (Houba a kol. 2011).

### **2.7.3 Zařazení v osevním postupu**

Sója nemá vyhraněné nároky na předplodinu, ale nedoporučuje se ji vysévat po víceletých pícninách. Sóju je vhodné v osevních postupech zařazovat jako přerušovač obilních sledů, avšak nejlepší předplodinou pro sóju jsou hnojené okopaniny (Fábry a kol. 1992). Pokud pozemek náležitě vyhnojíme fosforečnými a draselnými hnojivy můžeme sóju zařadit dva roky po sobě. Tato skutečnost způsobí dostatečné namnožení hlízkových bakterií v půdě a navýšení výnosu semen (Hýbl a kol. 2011). Luskoviny jsou velice kvalitní předplodiny pro obilniny, zvláště pro ozimou pšenici (Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005).

Štranc a kol. (2010) a Flohrová (2000) uvádějí, že výnos ozimé pšenice, která byla pěstována po sóje, se může díky její vysoké předplodinové hodnotě zvýšit až o 18 %). Toto zvýšení výnosu přičítají nejen zvýšení dusíku v půdě, ale i lepšímu vláhovému režimu díky luskovinám.

## 2.7.4 Výběr vhodné odrůdy

Sója je rostlina krátkého dne, tzn. že s prodlužujícím se dnem prodlužuje délku vegetační doby. Severněji položené oblasti nebo kraje s vyšší nadmořskou výškou mohou být rizikové. Pro naše podmínky jsou vhodné odrůdy, které méně reagují na délku dne (Hýbl a kol. 2011). Podle délky vegetační doby rozdělujeme odrůdy sóji na velmi rané, rané a středně rané (Houba a kol. 2011).

Při současné změně klimatu se předpokládá, že deficit vody bude častější a intenzivnější, zejména kvůli zvýšené teplotě vzduchu a změně rozložení srážek během vegetace (Li a kol. 2013). Tato skutečnost bude vyžadovat jistou adaptaci sóji na tyto vláhové podmínky. Genetická variabilita sóji umožňuje identifikovat kultivary s různými růstovými a fyziologickými charakteristikami, které čelí nepříznivým klimatickým podmínkám, jako je deficit vody a extrémní teploty, aby se zlepšil výnos a snížil propad výnosu v současném a budoucím klimatu (Boote a kol. 2011).

Nedoporučuje se použití staršího osiva – vysoký obsah tuku v semenech způsobuje rychlý pokles klíčivosti (třetím rokem o 40–50 %). V prvním roce pěstování na pozemku je vhodná a zpravidla nutná inokulace osiva hlízkovými bakteriemi (Štranc a kol. 2010). Podle výsledků INRA (Národní ústav pro zemědělský výzkum ve Francii) se u sóji zvyšuje výnos díky inokulaci o 46 až 115 % (Houba, Hýbl 2009). Vishnyakova, Seferova (2013) uvádějí, že inokulace osiva je nezbytnou součástí pěstební technologie v severozápadním Rusku. Po naočkování osiva se zde zvedl výnos oproti kontrole o 150–300 %.

## 2.8 Technologie pěstování sóji

### 2.8.1 Předseťová příprava půdy

Příprava půdy je zásadní operace při pěstování sóji, půda musí být v bezplevelném stavu a dobře prokypřená, ale zároveň je důležité zachování co největšího množství půdní vláhy (Michl 1988). Po sklizni předplodiny se provede podmítka a následně orba na plnou hloubku ornice. Jarní předseťová příprava zahrnuje smykování a vláčení s dokonalým urovnáním pozemku a nakypřením do hloubky 50 až 70 mm. Velice důležitý je dobře urovnaný pozemek, který významně usnadňuje sklizeň sóji, zmenšuje ztráty při sklizni a tím zvyšuje výnos.

Při pěstování sóji lze využít jak tradiční technologii zpracování půdy s orbou, tak i různé minimalizační postupy. Je třeba uvést, že sója je jednou z nejčastěji

minimalizovaných plodin světa. Houba a kol. (2011) uvádí, že využití minimalizačních technologií nemusí být vždy přínosem a je nutno vždy uvážit dle aktuální situace i praktických zkušeností optimální přístup.

### 2.8.2 Založení porostu

Při zakládání porostů sóji je důležité brát na vědomí, že sója jakožto luskovina má vysoké nároky na kvalitu přípravy půdy a založení porostu. Tyto faktory sehrávají významnou roli, zejména ve vztahu k výnosu.

Setí sóji se realizuje zpravidla ve třetí dekádě dubna, pouze v méně příznivých podmínkách je možné se setím vyčkat, z hlediska zajištění dobrého výnosu, avšak nejpozději do 5. května (při teplotě půdy 8–10 °C). Předčasné nebo opožděné setí může být příčinou dosažení nižších výnosů (Lahola a kol. 1990). Dle Štranc a kol. (2010) je vhodné sóju vysévat časněji, a to především z důvodu větší zásoby půdní vláhy, ale i vztah prodlužujících se dnů k ontogenezi sóji. Mezi další výhody časného výsevu můžeme zařadit dřívější a snadnější sklizeň, snížení sklizňových ztrát, a to především díky větší výšce nasazení prvních lusků.

S ohledem na epigeické klíčení je vhodné sóju vysévat mělčeji než hypogeicky klíčeí luskoviny (2,5–5 cm, výjimečně 7 cm). V případě časného výsevu do vlhčí půdy je výhodné sít sóju mělčeji do hloubky 2,5–3,5 cm, neboť povrchová vrstva půdy je dříve prohrátá, a tím zrychluje její klíčení.

Zajištění stejnoměrné hloubky setí, je důležité především pro dostatek půdní vláhy potřebné ke klíčení a zamezení poškození preemergentním herbicidním ošetřením. Běžně vyséváme 60 až 80 rostlin na metr čtvereční to odpovídá (120–140 kg/ha), po zasetí je možné pozemek uválet, což má význam pro usnadnění sklizně. Válení se nedoporučuje na slévavých půdách a za vyšší vlhkosti půdy (Hýbl a kol. 2011). Houba a kol. (2011) uvádí, že nižší hustota porostu než 50 rostlin na čtvereční metr je riziková, při příliš vysoké hustotě si rostliny konkurují a snižuje se tvorba květů, lusků a porosty jsou náchylné k poléhání. Také se zhoršuje zdravotní stav rostlin. Při nižším výsevku porost méně poléhá a je aktivnější kořenový systém, při vyšším výsevku dochází k většímu potlačování plevelů a první lusky výše nasazují.

Tabulka č. 5 Přednosti vyššího a nižšího výsevku

Vyšší výsevek	Nižší výsevek
- větší zahuštění porostu (potlačení plevelů)	- nižší konkurence mezi rostlinami
- nasazení prvních lusků ve větší výšce	- menší poléhavost
- vyšší relativní vlhkost v porostu (příznivější pro kvetení)	- mohutnější a fyziologicky aktivnější kořeny
- méně vhodné prostředí pro velmi nebezpečného škůdce – svílušku chmelovou (nepohybuje se nemnoží se při (80-85% vlhkosti)	- větší větvení (má význam při poškození porostu jarními mrazíky, kroupami apod.)

Převzato: Štranc a kol. 2010

### 2.8.3 Ochrana proti plevelům

S přihlédnutím k velmi omezenému výběru herbicidů využitelných v porostech sóji, je třeba využít všechny agrotechnické možnosti regulace plevelů. Zejména zásahy proti vytrvalým plevelům, je vhodné řešit herbicidním zásahem již v předplodině (Hýbl a kol. 2011). Je důležité věnovat pozornost faktu, že většina účinných přípravků není v sóji zatím registrována, a to především z důvodu složitých a drahých registrací (Štranc a kol. 2010).

Hlavní ošetření porostů sóji proti plevelům, spočívá především v preemergentní aplikaci herbicidů. Postemergentní aplikace má spíše nápravný charakter. Tato aplikace je účinná jen na určité spektrum plevelů. Pokud aplikujeme herbicid postemergentně, je třeba počítat určitým projevem fytotoxicity.

Dle výsledků Štranc a kol. (2012) je zřejmé, že aplikace herbicidů při postemergentní a preemergentní aplikaci různě ovlivňuje rostliny sóji v následném růstu. Některé přípravky brzdily počáteční růst rostlin a způsobovaly nižší nasazení prvních lusků od povrchu půdy.

Tabulka č. 6 Stupeň retardace sóji použitými herbicidními kombinacemi

	Stupeň retardace (fáze 4. trojlístku)
Afalon + Command	5
Afalon + Command + Grounded	5
Mistral + Pendigan	3 - 4
Mistral + Pendigan + Grounded	3 - 4
Successor + Afalon	5
Successor + Sumimax	5
Sumimax + Dual	4 - 5
Plateen	5
Bandur	4
ACL + FFA 600 SC	4
Escort Nový	4 - 5
Wing P	3 - 4
Bandur <i>post</i>	1 - 2
Refine 75 WG <i>post</i>	3
Refine 50 SX <i>post</i>	3 - 4
Kontrola	5

1 – (velmi silná retardace) až 5 – (retardace nepozorována)

Převzato: Štranc a kol. 2012

Štranc a kol. (2010) a Štranc a kol. (2012) uvádí, že je výhodné při herbicidním ošetření porostu sóji. Využití přípravků s nízkou fytotoxicitou společně s využitím smáčedla. Zejména za sušších podmínek, kdy smáčedlo Grounded výrazně prodlužuje délku herbicidní účinnosti.

#### 2.8.4 Ochrana proti chorobám

Porosty sóje mohou být v letech, kdy jsou nadprůměrné teploty a omezené srážky, náchylnější k poškození celou řadou kořenových a krčkových chorob, na kterých se nejvíce podílejí houby *Rhizoctonia solani* a *Fusarium ssp.*, způsobující významnou redukci výnosu (Houba a kol. 2011).

Z viróz se u sóji mohou vyskytovat mozaiky (zejména mozaika sóji – *Soya virus* 1 Smith), tyto mozaiky se projevují skvrnitostí a kadeřavěním listů nebo deformace listů a plodů (s drobrými semeny).

Z houbových chorob v našich podmínkách nejčastěji vyskytuje hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. DC.), způsobující lámání, a předčasné ukončení vegetace. Jako možnost ochrany je dodržování správné agrotechniky a rotace plodin. Cílená chemická ochrana se zatím neprovádí. (Houba, Hýbl 2009).

Hnědou skvrnitost sóje způsobuje houba *Septoria glycines* Hemmi (skvrny jsou zpočátku žluté, pak hnědé – nepravidelné) (Štranc a kol. 2010). Tato choroba je nejčastější listovou chorobou sóji v Ohiu. Zřejmě z důvodu vyššího zastoupení sóji

v osevním postupu. Pro objasnění této problematiky (Cruz a kol. 2010) provedl výzkum, za účelem zjistit, jak významně tato choroba u sóji ovlivňuje výnos. Z výsledků jeho tříletého opakování je zřejmé, že rozdíly ve výnosech mezi fungicidně ošetřenými a neošetřenými pozemky se pohybovaly v rozmezí 196 až 293 kg/ha.

### **2.8.5 Ochrana proti škůdcům**

V podmínkách České republiky se nejčastěji setkáme divokou zvěří, hlavně s okusem od zvěře jako je srnčí, zajáci a ptactvo. Ztráty způsobené zvěří lze omezit výběrem vhodného pozemku a osevem větší plochy. Také je zde možné využít různé repelenty a odpuzovače.

Dalším škůdcem, kterému je nutné věnovat pozornost je sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*). Vlivem jejího sání se na listech vytvářejí žluté a červené skvrny, listy se svinují a hnědnou. Velice důležitá je také regulace mšic, především (mšice broskvoňové a kyjatky hrachové) (Hýbl a kol. 2011). V posledních letech je možné na porostech sóji spatřit značné množství brouků listopase čárkovaného (*Sitona lineatus*), který typickým způsobem okusuje listovou plochu (Houba a kol. 2011).

### **2.8.6 Sklizeň**

Sklizeň náleží k nejnáročnějším momentům pěstební technologie. Specifické vlastnosti rostlin a semene vyžadují velmi citlivý přístup ke sklizni (Šnobl, Pulkrábek a kol. 2005). Sklizeň sóje připadá poměrně na pozdní dobu, zpravidla září a říjen (Hosnedl a kol. 1998). Sója je připravena ke sklizni, když se lusky zbarví do hněda a semena v lusku jsou volná a chrastí. Jestli jsou semena uvolněna se ujistíme mírným zatřesením rostlinou (Štranc a kol. 2010). Dalším ukazatelem vhodnosti porostu ke sklizni je opad listů. Sóju sklízíme přímou kombajnovou sklizní při vlhkosti semen 16 až 18 %. K usnadnění sklizně lze porosty před sklizní desikovat. Desikace se zpravidla v současné době neprovádí. Své opodstatnění má především u silně zaplevelených a nevyrovnaných porostů.

Velmi vhodné je využití sklízecích mlátiček s krátkými nebo flexibilními lištami, které se přizpůsobí případným nerovnostem terénu. Při sklizni flexibilní lištou dosáhneme nízké strniště (20 až 30 mm) a téměř vždy docílíme uříznutí stonku pod prvním luskem (Žák a kol. 2014).



Při sklizni je rovněž důležitá i pojezdová rychlost kombajnu, ideálně by se měla pohybovat do 4 km/hod. Při vyšší rychlosti může docházet k hnutí porostu, při příliš pomalé pojezdové rychlosti lusky praskají a semena vypadávají před lištu na zem (Houba, Hýbl 2009). Na kvalitu výmlatu mají také vliv otáčky mláticího bubnu. Otáčky bubnu by se měly pohybovat v rozmezí 380 až 500 otáček za minutu. Dále je třeba upravit mezeru mezi mláticím bubnem a košem. Mláticí mezera se nejčastěji nastavuje na 30 mm při vstupu a 20 mm při výstupu. V případě velkosemených odrůd je vhodné mezeru o několik milimetrů zvětšit (Štranc a kol. 2012). Při nevhodně provedené sklizni mohou ztráty semene dosahovat až 1 t/ha i více (Houba, Hýbl 2009). Po výmlatu je vhodné dle potřeby semena přechistit a vysušit. Rozhodující je především vlastní průběh sklizně, který je velkou měrou ovlivněný pěstitel.

### **3 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, výnosnost dvou zvolených odrůd sóji, společně s použitím pomocného rostlinného přípravku Energen Apikál, který ovlivní jednotlivé produkční schopnosti porostu. Například výnosový prvek počet lusků na rostlině, počet semen v lusku a hmotnost tisíce semen a další ukazatele. Následujícím významným parametrem, je výška nasazení prvních lusků, protože zde mohou při sklizni vznikat významné ztráty. Sklizeň porostu sóji, s co možno nejnižšími ztrátami semen, často spolurozhoduje o konečném úspěchu pěstování.

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika stanoviště

Poloprovozní pokus byl realizován na pozemku obhospodařovaném rodinnou farmou Doležal. Pozemek se nachází v blízkosti obce Netvořice, kterou můžeme nalézt nedaleko Benešova u Prahy. Tato oblast se nachází v mírně teplém klimatickém regionu v bramborářské výrobní oblasti v nadmořské výšce 390 metrů nad mořem. Půda je na daném pozemku typově hnědá a druhově hlinito-písčítá s kyselou půdní reakcí. Pozemek je orientován na jihovýchodní stranu a je mírně svažitý. Průměrná roční teplota je 8,4 °C a průměrný úhrn srážek činí 609 mm.

Obrázek č.1 Snímek pozemku se znázorněním umístění pokusu



Zdroj: Mapy.cz

Tabulka č. 7 Agrochemické zkoušení půd 2019

Rok odběru	pH	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )
2019	5,5	53	132	131	1750

(Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2019)

## 4.2 Charakteristika klimatických podmínek

Uvedené meteorologické hodnoty byly naměřeny meteorologickou stanicí umístěnou v obci Netvořice, která se nachází nedaleko pokusných parcel. Všechny použité hodnoty jsou použity z dlouhodobého měření této meteorologické stanice. Úhrn srážek během roku 2019 byl měřen přímo na pokusném pozemku, avšak v porovnání s daty meteorologické stanice, zde prakticky není žádný rozdíl.

Tabulka č. 8 Průběh teplot a srážek

	Rok 2019		Dlouhodobý průměr (1979–2009)	
	Průměr teplot (°C)	Suma srážek (mm)	Průměr teplot (°C)	Suma srážek (mm)
Leden	-0,4	28	-1,4	33
Únor	2,7	29	-0,2	31
Březen	6,5	30	3,6	44
Duben	9,8	22	8,3	38
Květen	11,3	64	13,4	66
Červen	21,3	83	16,1	77
Červenec	19,2	96	17,9	86
Srpen	19,2	82	17,8	73
Září	13,9	40	13,4	48
Říjen	9,6	38	8,4	35
Listopad	5,7	30	3,2	41
Prosinec	2,6	14	0,12	37
1-12	Ø10,1	Σ556	Ø8,4	Σ609

Zdroj: ČHMÚ Meteorologická stanice Netvořice

Pěstitelský ročník 2019, kdy byl pokus realizován, se svým průběhem jevil jako pro sóju velice příznivý a to především díky vyšším úhrnům srážek a jejich vhodnému rozložení během vegetace sóji. Výjimkou byl pouze měsíc květen. Tento měsíc byl sice srážkově průměrný, ale nízké teploty, které panovaly po zasetí sóji zpomalily vzházení porostu a klíčící rostliny byly při vzházení stresovány chladem a nedostatkem půdního vzduchu. Po třech týdnech po zasetí, se nad povrchem půdy objevily první děložní listy. V následujícím týdnu (měsíc po zasetí porostu), byly již všechny rostliny vzešlé a začaly tvořit první pravé listy. Od této chvíle se však porost vyvíjel velmi rychle a dynamicky.

Obrázek č. 2 Stav porostu sóji dne 1. 6. 2019



Zdroj: autor práce

### 4.3 Popis pokusu

Pro realizaci poloprovozního pokusu v pěstitelské sezóně 2019 byly vybrány dvě odrůdy sóji, a to odrůda Amandine společně s odrůdou Abelina. Obě tyto odrůdy jsou velmi raného charakteru a byly vybrány ze sortimentu odrůd firmy Saatbau. Pokus byl založen pro každou odrůdu ve dvou variantách. Kontrolní varianta bez ošetření a varianta s ošetřením porostu přípravkem Energen Apikál, který zvyšuje apikální dominanci rostlin. Všechny tyto varianty, byly u obou odrůd 4x opakovány pro získání co nejpřesnějších dat a omezení případného vlivu nevyrovnaných půdních podmínek daného pozemku. Celkem byl pokus rozprostřen na 16 pokusných parcel. Velikost jednotlivé parcely byla 360 m<sup>2</sup> (rozměry 18x20m).

### 4.3.1 Charakteristika použitých odrůd

#### Amandine

- Vytváří středně vysoké porosty
- Sója 000 (velmi raná)
- Dobrý zdravotní stav s tolerancí proti peronospoře
- Odrůda s vysokým obsahem proteinů

Je raná odrůda s oříškovým aroma a středně vysokým porostem. Světlá barva pupku a fialová barva květů. Velmi dobrá konkurence schopnost v případě silnějšího zaplevelení. Dosahuje vysoké sklizně semene s vysokým obsahem proteinů. Díky světlému pupku a atraktivní chuti je vhodná pro výrobu sójových produktů v potravinářství.

#### Abelina

- velmi rychlý počáteční růst
- nepoléhá
- střední HTS
- vysoký obsah proteinů a tuků

Abelina je velmi raná odrůda, středního až vyššího vzrůstu s velmi dobrou odolností k poléhání. Kvete fialově, má tmavší pupek. Bez problémů dozrává ve všech oblastech, boby nevypadávají z lusků. Vyznačuje se dobrým zdravotním stavem. Má vysoký obsah proteinů a tuků.

Zdroj: Saatbau.com

### **4.3.2 Agrotechnika pokusu**

#### **Zpracování půdy**

Po sklizni předplodiny (ozimá pšenice) byla provedena podmítka radličkovým podmítačem. Následně byla půda zpracována již na podzim tradiční technologií za použití orby. Orba byla provedena jednostranným pluhem na plnou hloubku ornice 27 cm. Brzy na jaře byl pozemek urovnán pomocí bránosmyku, aby nedošlo ke ztrátě půdní vláhy, a to především díky jižní expozici pozemku. V předstihu jednoho dne před setím, byl pozemek urovnán a nakypřen za pomoci kompaktoru, aby se vytvořilo optimální seťové lůžko. Radličky kompaktoru byly nastaveny na hloubku setí tzn. 4 cm. Tato operace zajistila prokypření a provzdušnění vrchní části půdy s ohledem na udržení zimní vláhy.

#### **Hnojení**

Základní hnojení bylo provedeno celoplošně hnojivem NPK 15-15-15 (6 S) těsně před setím v dávce 200 kg/ha.



## Setí

Výsev pokusu proběhl 26. 4. 2019. Půda před setím byla kvalitně připravena s minimálním obsahem hrud, při zachování drobtovité struktury půdy. Výsevek byl nastaven na 68 rostlin na m<sup>2</sup> pro obě odrůdy. Pokus byl založen mechanickým secím strojem značky Pöttinger (obr. č. 2) s aktivní přípravou půdy, která současně zapravila aplikované hnojivo před setím. Hloubka setí byla nastavena na 4 cm a meziřádková vzdálenost činila 12,5 cm.

Obrázek č. 3 Setí pokusu



Zdroj: Autor práce

## Pesticidní ochrana

Všechny přípravky na ochranu rostlin byly aplikovány návěsným polním postřikovačem Agrio Napa.

- 27. 4. 2019 - preemergetní aplikace herbicidu SumiMAX (WP) 100 g/ha společně s půdním smáčedlem Zemin 150 ml/ha
- 14. 6. 2019 – aplikace růstového stimulantu Energen Apikál 0,5 l/ha

Následující den po aplikaci herbicidu zapršelo 12 mm a příznivý průběh dalších srážek zajistil dobré podmínky pro růst a vývoj porostu sóji a udržení pozemku prakticky v bezplevelném stavu. Aplikace růstového stimulantu Energen Apikál proběhla ve fázi tvorby 2. trojlístku.



### 4.3.3 Charakteristika použitých stimulátorů růstu

#### Energen Apikál

Přípravek Energen Apikál obsahuje extrakt z řas (*Ascophytum nodosum*), huminové látky podporující tvorbu kořenové soustavy a syntetické auxiny zvyšující silně apikální dominanci rostlin. Obsahuje také jako jediný silný auxinový výrobek i pojistky proti nadměrné ztrátě vody působením auxinů v suchu.

Účinky přípravku:

- Razantně zvyšuje apikální dominanci, spodní patro lusků se posouvá nad lištu kombajnu
- Omezuje větvení hrachu, sóji a ukončuje odnožování obilnin.
- Stimuluje růst a výnos. Zvláště podporou toku metabolitů do semen a plodů.
- Podporuje tvorbu kořenů a tím i zvýšení odolnosti vůči chladu a suchu

Zdroj: Energen.cz

#### 4.4 Sklizeň a posklizňové měření

Přibližně tři týdny před sklizní, bylo z každé pokusné parcely odebráno vždy deset po sobě jdoucích rostlin. Tyto rostliny byly svázané do snopů a označeny štítkem příslušné parcely. Takto odebrané vzorky rostlin byly uskladněny tak, aby došlo k jejich doschnutí a následně se u každého vzorku hodnotily výnosové parametry výška rostlin, výška nasazení prvního lusku, počet primárních větví, počet lusků, počet semen v lusku. Sklizeň pokusných parcel proběhla 14. 10. 2019 a byla realizována pomocí náležitě upravené sklízecí mlátičky. Při vlhkosti semene 12 %.

Při sklizni každé jednotlivé parcely bylo semeno ihned zváženo pomocí digitální váhy a přepočteno na hektarový výnos. Taktéž z každé parcely po zvážení byl odebrán vzorek, který byl řádně označený. Tento vzorek následně sloužil pro zjišťování dalších parametrů pomocí laboratorních metod.

Obrázek č. 4 Sklizeň sóji



Foto: autor práce

#### **4.5 Laboratorní metody a zpracování dat**

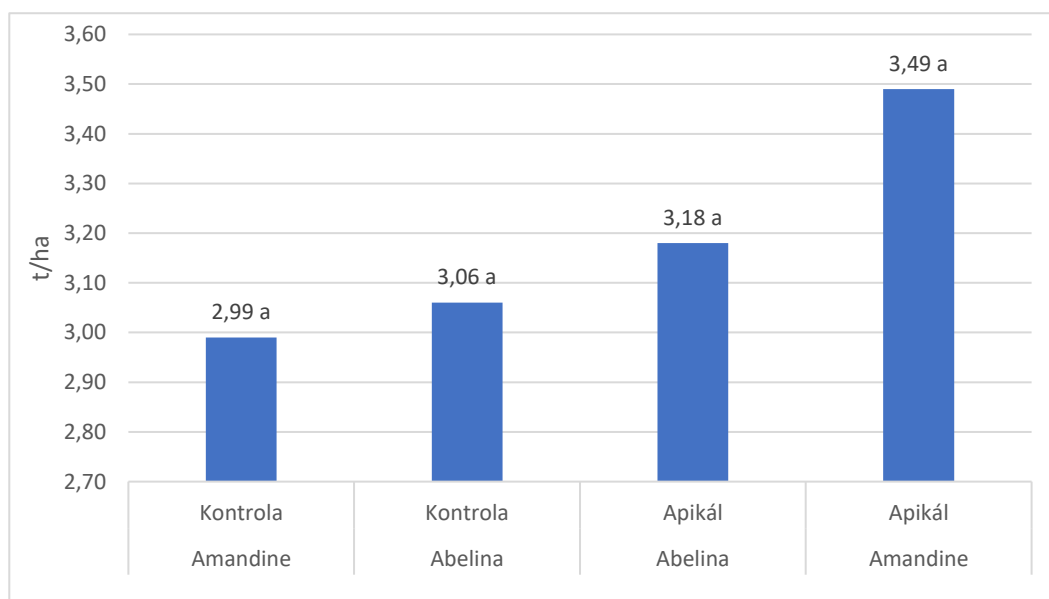
Nejdříve byla v laboratoři zjišťována hmotnost tisíce semen (HTS) za pomoci automatizované počítačky semen. Z každého vzorku bylo vždy napočítáno 2 x 500 semen a následně zváženo. Po zjištění hmotnosti tisíce semen, byl vzorek rozemletý na nožovém mlýnku firmy Retsch. Pro stanovení dusíku byl použit jemný sójový šrot, který se vždy přesně navážil po 25 mg a zabalil do cínových plátků. Pro přesné zjištění dusíku a N látek (N x 6,25) byl využit analyzátor Rapid N Cube Elementar (Elementar, Německo). Zjištění obsahu tuku bylo provedeno metodou dle Soxhleta za použití extraktoru Ankom XT10 (Ankom, USA). Do speciálních filtračních sáčků byl navážen 1 gram rozemletého sójového šrotu a vložen do přístroje. Ten dále pracuje zcela automaticky při zvýšené teplotě a tlaku. Získané výsledky byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu Statistica 12 (StatSoft, USA). Pro zhodnocení výsledků byla zvolena dvoufaktorová analýza rozptylu ANOVA. Pro porovnání středních hodnot byl dále použit Tukeyův HSD test.

## 5 Výsledky a diskuse

### 5.1 Výnos semen

Výnos, společně s dosaženou kvalitou produkce, často patří k nejsledovanějším ukazatelům v pěstitelské praxi. A to z důvodu realizační ceny a množství produkce, která předurčuje dosaženou rentabilitu pěstování dané plodiny. Dle práce Baranyk a kol. (2010) lze uvést, že výše výnosu je výsledkem působení složitého komplexu vlastností a schopností dané odrůdy, společně s vhodným využitím celého komplexu přírodních podmínek za podpory správně provedené agrotechniky. Graf č.1 znázorňuje dosažené výnosy semen jednotlivých odrůd (Abelina, Amandine) a ošetřenou variantu těchto odrůd stimulatorem růstu Energen Apikál. K dosaženému hospodářskému výnosu v sezóně 2019 lze sdělit, že bylo dosaženo mírně nadprůměrného výnosu. S přihlédnutím k výsledkům pokusu, lze souhlasit s tvrzením Houba a kol. (2011), který uvádí, že při vhodné agrotechnice a optimálních podmínkách pro sóju můžeme očekávat reálný výnos mezi 2,5 - 3,5 t/ha.

Graf č. 1: Průměrný výnos semen



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 9 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro výnos semen

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Výnos semen z hektaru Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	161801933	1	161801933	1087,064	0,000000
odrůda	61463	1	61463	0,413	0,532569
varianta	389757	1	389757	2,619	0,131586
odrůda*varianta	148546	1	148546	0,998	0,337513
Chyba	1786117	12	148843		

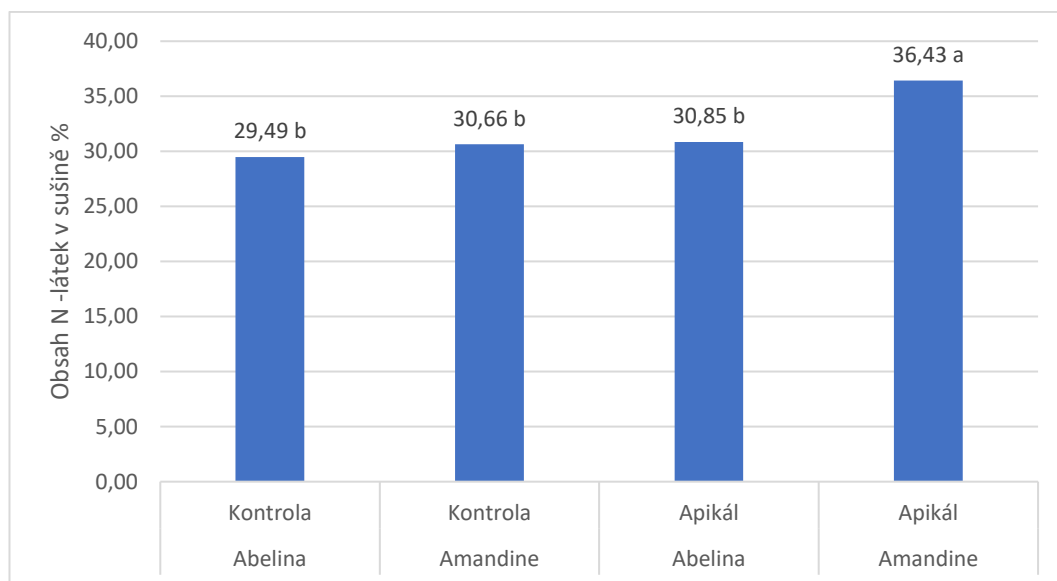
SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla odrůda Amandine v ošetřené variantě a to 3,49 t/ha Odrůda Abelina dosáhla velmi uspokojivého výnosu 3,18 t/ha taktéž v ošetřené variantě. Avšak odrůda Abelina měla nižší výnosovou odezvu na použití stimulačního přípravku. U odrůdy Amandine můžeme pozorovat nárůst průměrného výnosu oproti ošetřené variantě o 0,5 t/ha. Tyto výsledky je možné porovnat s Štranc a kol. (2017), který dosáhl u odrůdy Amandine (bez ošetření stimulatory) průměrný výnos z lokalit (Sloveč a Studeněves) v pěstitelské sezóně 2017 2,81 t/ha. Z grafu je zřejmé, že výnos sóji měl vzestupnou tendenci u obou odrůd. Statisticky však nelze tento trend na hladině významnosti ( $p < 0,05$ ) prokázat, viz tabulka č. 9.

## 5.2 Obsah dusíkatých látek

Velice významným ukazatelem kvality sóji je obsah dusíkatých látek v semeni. Z hlediska výživy se jedná o nejcennější složku, a to především díky svému složení, kdy při kombinaci s obilovinami lze získat plnohodnotnou bílkovinu rostlinného původu. Významný je také fakt, že sója obsahuje vysoký podíl esenciálních aminokyselin.

Graf č. 2 Obsah dusíkatých látek



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 10 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro obsah NL

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro obsah NL v sušině (%) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	16236,49	1	16236,49	2329,312	0,000000
odrůda	45,46	1	45,46	6,522	0,025288
varianta	50,80	1	50,80	7,288	0,019322
odrůda*varianta	19,51	1	19,51	2,800	0,120137
Chyba	83,65	12	6,97		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

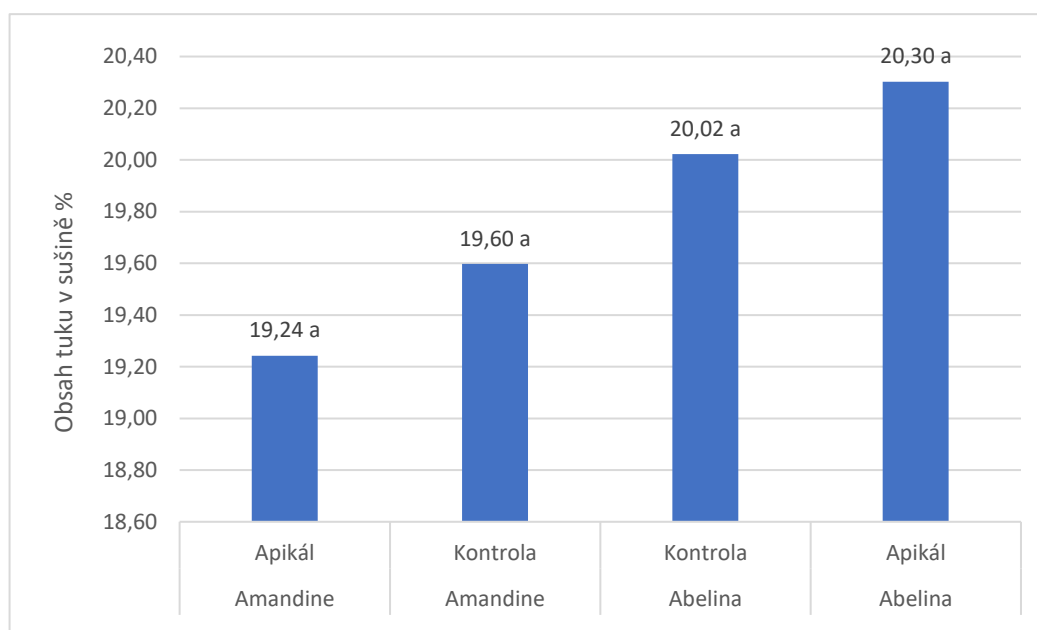
Z přiloženého grafu č. 2 je zřejmé, že aplikace přípravku Apikál příznivě ovlivnila zvýšení dusíkatých látek. Lze tedy statisticky prokázat vliv odrůdy a varianty pěstování na obsah dusíkatých látek obsažených v semeni, viz tabulka č. 10.

Dle Hosnedl, Vašák, Mečiar a kol. (1998) Sója obsahuje nejvíce dusíkatých látek ze všech pěstovaných luskovin (35-45 %). Tohoto obsahu dusíkatých látek se nepodařilo dosáhnout, s výjimkou odrůdy Amandine ošetřenou přípravkem Apikál. Z výsledků můžeme usoudit, že došlo k naředění dusíkatých látek ve vztahu k vyšší výnosové hladině roku 2019.

### 5.3 Obsah tuků v semeni

Lipidy obsažené v semenech sóji můžeme označit jako druhou nejvýznamnější složku. Prugar a kol. (2008) uvádí, že složení mastných kyselin sójových lipidů je z hlediska využití ve výživě velice příznivé. Zejména díky obsahu kyseliny linolenové, která jako kyselina řady n-3 má význam v prevenci kardiovaskulárních onemocnění.

Graf č. 3 Obsah tuku v sušině



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 11 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro obsah tuku

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro obsah tuku v sušině (%) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	6267,097	1	6267,097	21004,10	0,000000
odrůda	2,205	1	2,205	7,39	0,018656
varianta	0,006	1	0,006	0,02	0,893068
odrůda*varianta	0,403	1	0,403	1,35	0,267631
Chyba	3,580	12	0,298		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

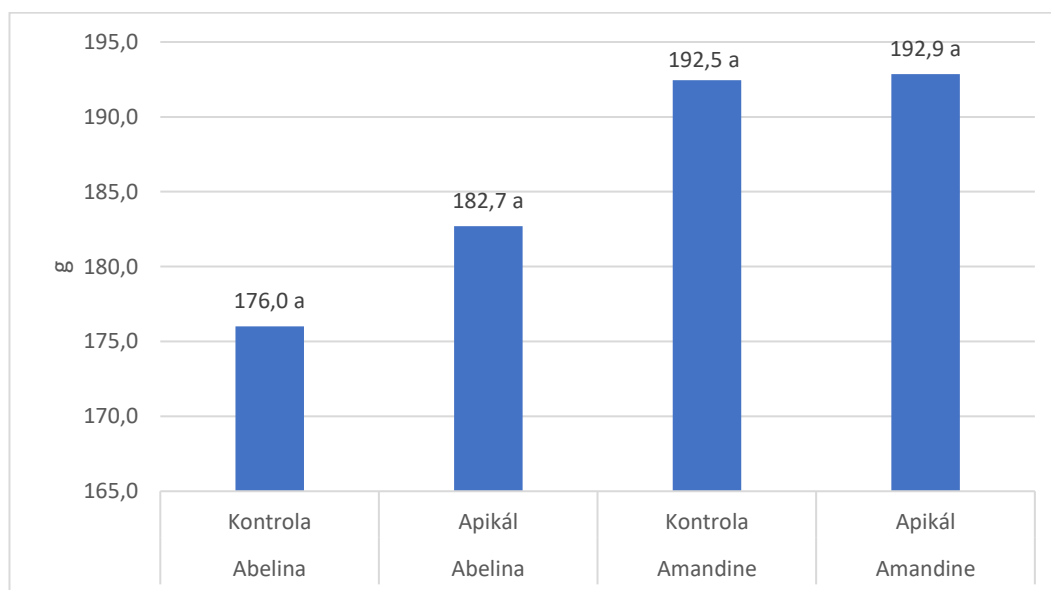
Z výsledků diplomové práce bylo zjištěno, že největšího obsahu tuku 20,3 % v sušině, dosáhla odrůda Abelina v kombinaci s ošetřením stimulačním přípravkem. Je možno dojít k závěru, že odrůda Abelina překonala v tomto parametru odrůdu Amandine přibližně o 0,7 % v obou variantách pěstování. Tyto výsledky je možné porovnat s Štranc a kol. (2017), který dosáhl velmi podobné hodnoty, a to u odrůdy Amandine v neošetřené variantě 19,3 % tuku při výnosu této odrůdy 2,8 t/ha. Štranc a kol. (2010) uvádí, že sója obsahuje průměrně 18-23 % tuku. Z grafu č. 3 lze usuzovat, že na pozitivní vývoj olejnatosti má vliv především odrůda, což se statisticky prokázalo, jak lze vidět v tabulce č. 11. V porovnání těchto výsledků s grafem č. 2 je zřejmé, že mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem tuku v semeni je jistá negativní korelace (korelační koef. =  $-0,5823$ , na hladině významnosti  $p=0,018$ ). Na tuto skutečnost upozorňuje ve svých výzkumech i Štranc a kol. (2012). Z jeho výsledků je zřejmé, že některé odrůdy dosáhly vysokého procenta dusíkatých látek, ale nízkého obsahu tuku a naopak. V pokusu se rovněž prokázala negativní korelace mezi obsahem tuku a dosaženým výnosem semen (korelační koef. =  $-0,5582$  na hladině významnosti  $p= 0,025$ ).



## 5.4 Hmotnost tisíce semen

Hmotnost tisíce semen je jedním hlavních výnosových prvků při tvorbě výnosu. Štranc a kol. (2010) uvádí, že schopnost jedné rostliny tvořit výnos, je závislá na počtu plodonosných pater, počtu lusků na plodonosném patře a semen v lusku, podílem nevyvinutých semen, HTS a výškou nasazení prvního luku.

Graf č. 4 Hmotnost tisíce semen



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 12 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro HTS

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro HTS (g) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	553536,0	1	553536,0	5500,432	0,000000
odrůda	707,6	1	707,6	7,031	0,021117
varianta	50,4	1	50,4	0,501	0,492614
odrůda*varianta	39,7	1	39,7	0,394	0,541765
Chyba	1207,6	12	100,6		

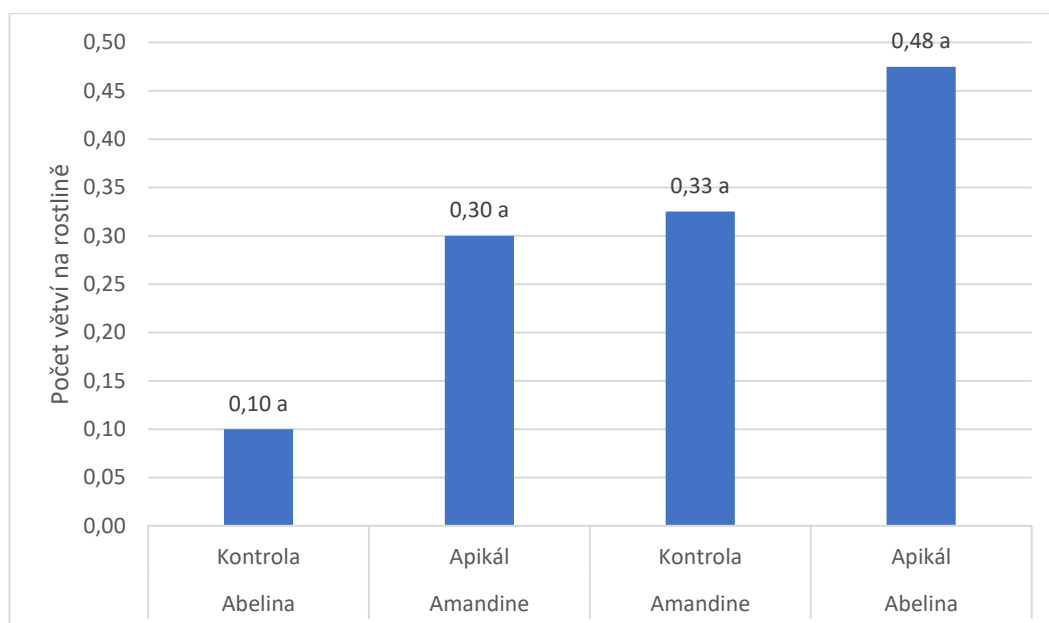
SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Z dosažených výsledků lze konstatovat, že výrazný vliv na hmotnost tisíce semen měla především zvolená odrůda. Toto mínění se potvrdilo jako statisticky průkazné, což lze pozorovat v tabulce č. 12. Dále lze v grafu č.4 pozorovat mírný nárůst hmotnosti semen u variant ošetřených přípravkem Energen Apikál. Tato skutečnost se však statisticky neprokázala. Je ovšem velice pravděpodobné, že v případě méně příznivého ročníku pěstování, by se tento rozdíl projevil daleko výrazněji.

## 5.5 Počet větví na rostlině

Již vizuální kontrolou rostlin před sklizní byla dobře patrná pozitivní závislost mezi ukazatelem počet větví na rostlinu a výnosovým prvkem počet lusků na rostlinu. Rostliny, které měly dostatek prostoru a vytvořily primární větve, zpravidla vytvořily více lusků.

Graf č. 5 Počet větví na rostlině



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 13 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro počet větví na rostlině

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet větví Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	1,440000	1	1,440000	21,73585	0,000549
odrůda	0,002500	1	0,002500	0,03774	0,849224
varianta	0,122500	1	0,122500	1,84906	0,198894
odrůda*varianta	0,160000	1	0,160000	2,41509	0,146136
Chyba	0,795000	12	0,066250		

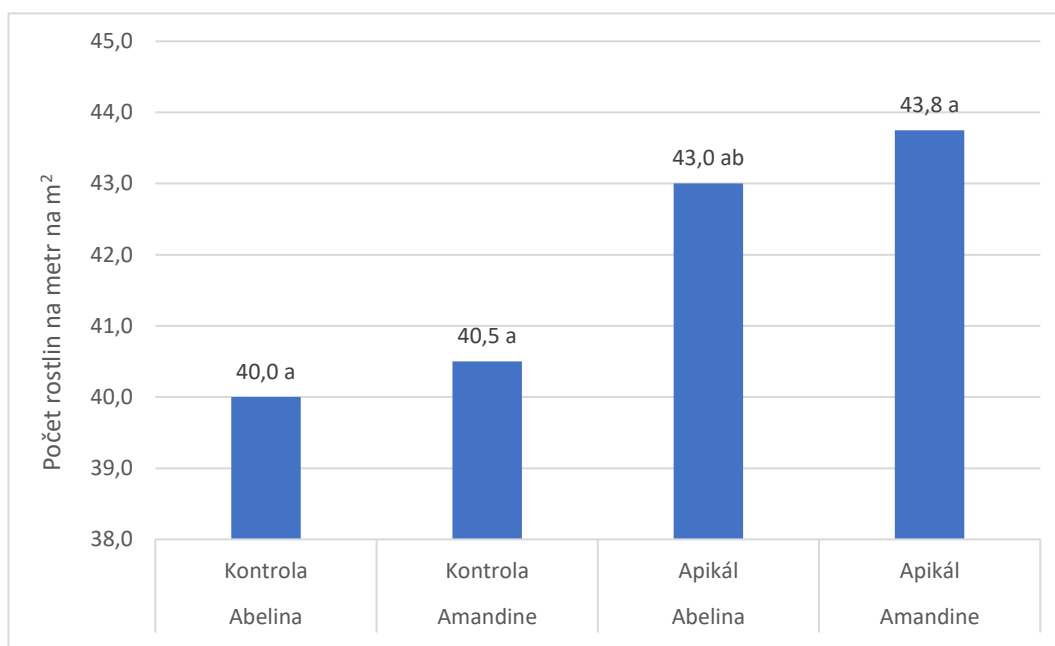
SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Parametr počet větví na rostlině nebyl významně ovlivněn odrůdou, ani přípravkem Apikál, který obsahuje huminové látky společně s auxiny (viz tabulka č. 13). Z dosažených výsledků můžeme usoudit, že počet větví na rostlině je ovlivněn především počtem vzešlých rostlin. Kdy při nižší polní vzházivosti, která je většinou zapříčiněná nepříznivými klimatickými podmínkami v době vzházení, mají rostliny dostatek prostoru a kompenzují tento výpadek nasazením primárních větví. Toto tvrzení ve svých pokusech pozoruje také Štranc a kol. (2011).

## 5.6 Počet rostlin na metr čtvereční

Štranc a kol. (2013) uvádí, že z výsledků dosažených při aplikaci stimulačních látek je zřejmé, že tyto látky vesměs pomáhaly (i přes nepřízeň počasí) udržet vyšší počet jedinců na ploše. Tuto skutečnost lze vysvětlit tím, že ošetřené rostliny byly vitálnější, a lépe odolávaly poškození a stresu.

Graf č. 6 Počet rostlin na metr čtvereční



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Fisher – LSD test).

Tabulka č. 14 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro počet rostlin na metr

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet rostlin na metr Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	27972,56	1	27972,56	7337,066	0,000000
odrůda	1,56	1	1,56	0,410	0,534086
varianta	39,06	1	39,06	10,246	0,007619
odrůda*varianta	0,06	1	0,06	0,016	0,900240
Chyba	45,75	12	3,81		

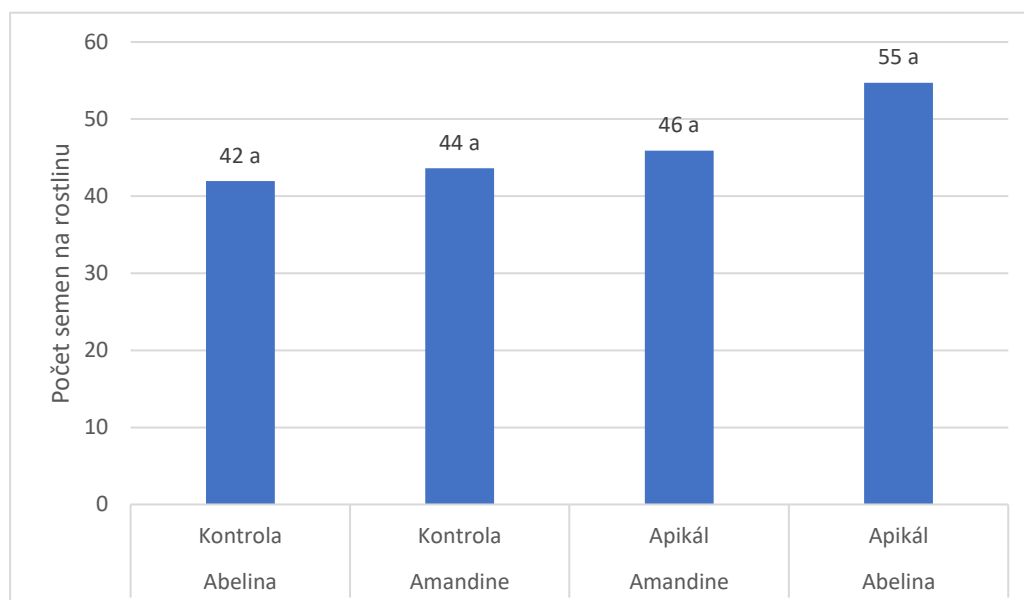
SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Zde jako u jediného parametru, byl zvolen pro test středních hodnot Fisherův – LSD test. A to z důvodu, že Tukeyho test neodhalil vliv varianty pokusu na počet rostlin na metr, který jasně indikuje analýza rozptylu (ANOVA), jak je možno pozorovat v tabulce č. 14. Kulig a kol. (2015) ve výsledcích svých tříletých pokusů se sójou uvádí, že největší vliv na vzcházivost a tím počet rostlin na metr, mají především povětrnostní podmínky pokusných let. Z výsledků vyobrazených v grafu č. 6 lze usoudit, že ošetřená varianta pokusu u obou odrůd dosáhla vyššího počtu rostlin před sklizní, ačkoliv všechny varianty byly založeny na hustotu 68 rostlin na metr čtvereční. Vzhledem k méně příznivému měsíci květnu, který se negativně projevil na vzcházení rostlin, bylo o to důležitější udržení co nejvíce vzešlých rostlin na metru čtverečním, až do období sklizně.

### 5.7 Počet semen na rostlinu

Z dosažených hodnot je patrný pozitivní vliv přípravku Apikál na ukazatel počet semen na rostlině. Bohužel tuto závislost se v pokusu nepodařilo statisticky prokázat. Více v tabulce č. 15. Pokud ovšem porovnáme dosažené výsledky s Kozak a kol. (2017), který testoval stimulatory v porostech sóji, je zjistitelné, že stimulatory v jeho pokusu, navýšily tento ukazatel o 5 až 11 semen na rostlinu oproti kontrole.

Graf č. 7 Počet semen na rostlinu



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 15 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro počet semen na rostlinu

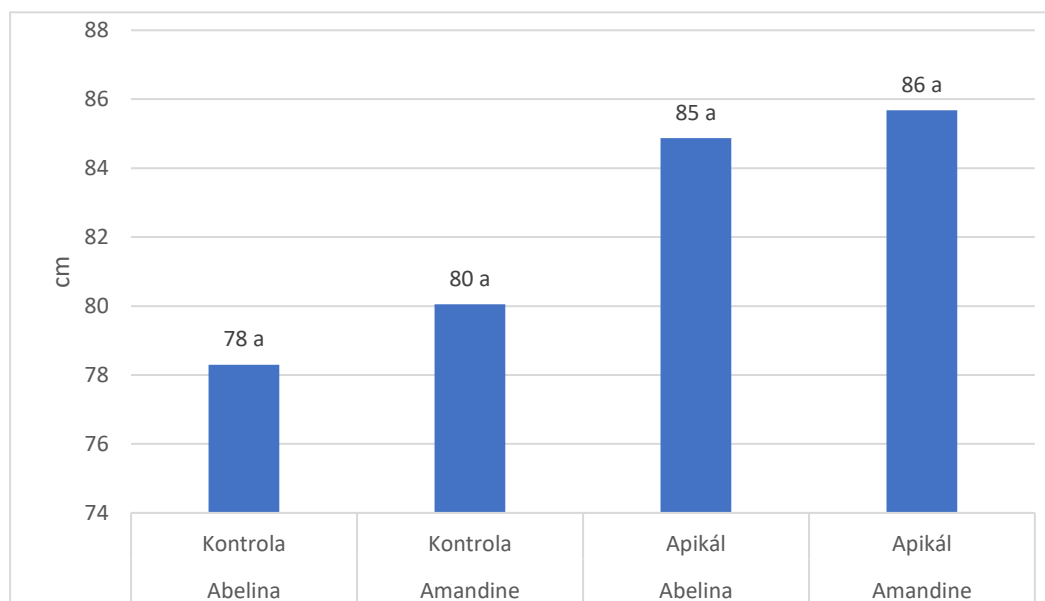
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet semen na rostlinu Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	34670,44	1	34670,44	266,3090	0,000000
odrůda	50,41	1	50,41	0,3872	0,545414
varianta	226,50	1	226,50	1,7398	0,211781
odrůda*varianta	109,20	1	109,20	0,8388	0,377778
Chyba	1562,27	12	130,19		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

## 5.8 Výška rostlin

Výška porostu je velmi důležitým ukazatelem, podle kterého lze určit přibližnou hladinu výnosu již po vizuální kontrole. Tento parametr úzce souvisí s počtem plodonosných pater na rostlině, a tím i s nejvíce variabilním výnosovým prvkem sóji, a to počet lusků na rostlině, který významně ovlivňuje výnos.

Graf č. 8 Výška rostlin



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 16 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro výšku rostlin

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro výška rostlin (cm) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	108175,2	1	108175,2	1283,490	0,000000
odrůda	6,5	1	6,5	0,077	0,785923
varianta	148,8	1	148,8	1,766	0,208596
odrůda*varianta	0,9	1	0,9	0,011	0,919291
Chyba	1011,4	12	84,3		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

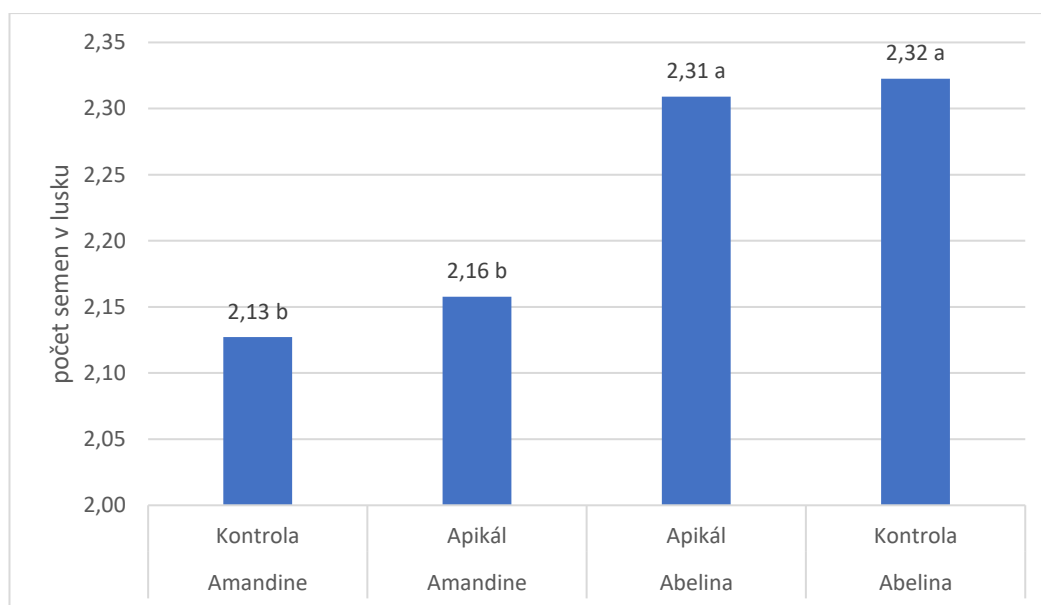
Z dosažených výsledků, které jsou vyobrazené v grafu č. 8, je zřetelný vliv přípravku Apikál, který díky auxinům obsažených v tomto podpůrném rostlinném stimulatoru společně s vyšším příjmem dusíku zesiluje apikální dominanci rostlin. V porovnání ošetřené varianty s kontrolní variantou lze pozorovat, že ošetřené rostliny byly v průměru o (6-7 cm) vyšší. Tento jev prokazují i pokusy Štranc a kol. (2012), Štranc a kol. (2010), odrůdy sóji v jeho pokusu vykazovaly větší vzrůst o 7 cm ošetřené přípravkem Lexin, který je založen na velmi podobném systému účinku (huminové látky společně s auxiny). Tuto skutečnost bylo možné pozorovat již v závěru vegetace, kdy pokusné parcely vytvářely tzv. schodovitý efekt. Dále tyto výsledky můžeme porovnat s autorem Všetečka (2019), který po ošetření rostlin přípravkem na bázi huminových látek, přípravek (Fullhum), uvádí nárůst výšky rostlin u odrůdy Amandine v roce 2016 oproti kontrole dokonce o 11 centimetrů. V klimaticky méně příznivém roce dosáhl nárůstu u této odrůdy oproti kontrole pouze 2 centimetry.

I přes pouhým okem viditelné rozdíly mezi variantami, nelze tuto skutečnost statisticky prokázat viz tabulka č. 16. Byla zde ovšem zjištěna velmi těsná pozitivní korelační závislost mezi výnosem semen a výškou rostlin. (korelační koef. = 0,7055 na hladině významnosti  $p = 0,002$ ).

## 5.9 Počet semen v lusku

Zajímavé výsledky je možné vidět v grafu č. 9, který znázorňuje počet semen v lusku. Z grafu je první pohled patrné, že tento parametr ovlivnila především odrůda, což se také statisticky prokázalo. Tuto skutečnost lze pozorovat v tabulce č. 17. Odrůda Abelina v tomto parametru významně překonala odrůdu Amandine. Větší vliv přípravku Apikál zde nelze pozorovat, pouze u odrůdy Amandine došlo k mírnému zvýšení vůči neošetřené variantě.

Graf č. 9 Počet semen v lusku



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 17 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro počet semen v lusku

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet semen v lusku Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	79,50118	1	79,50118	27502,13	0,000000
odrůda	0,12020	1	0,12020	41,58	0,000032
varianta	0,00028	1	0,00028	0,10	0,760874
odrůda*varianta	0,00195	1	0,00195	0,68	0,427315
Chyba	0,03469	12	0,00289		

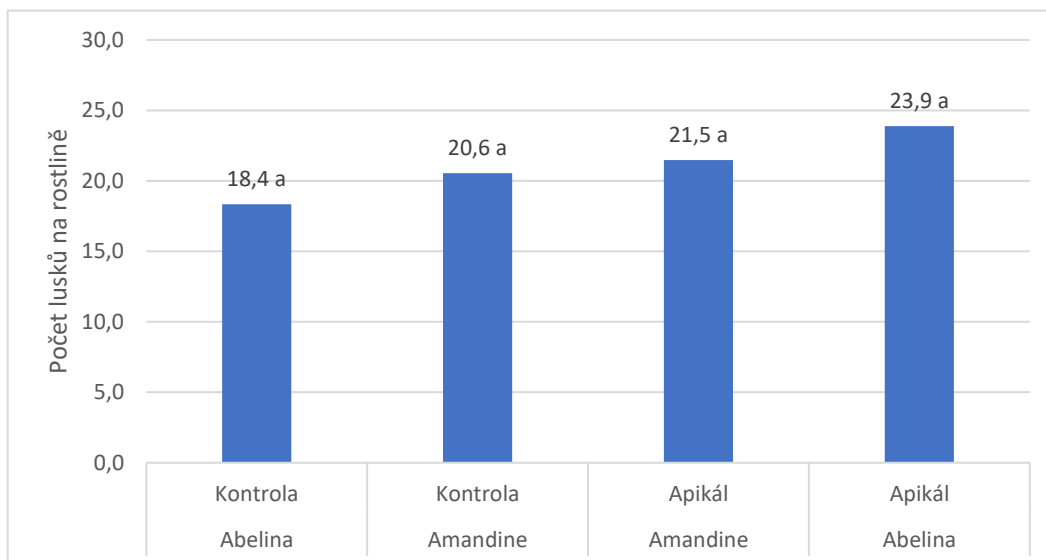
SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)



## 5.10 Počet lusků na rostlinu

Jako další pozitivně se vyvíjející parametr, lze hodnotit výnosový prvek počet lusků na rostlinu, který velkou měrou ovlivňuje dosažený hektarový výnos.

Graf č. 10 Počet lusků na rostlinu



Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 18 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro počet lusků na rostlině

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet lusků na rostlinu Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	7098,063	1	7098,063	267,3344	0,000000
odrůda	0,040	1	0,040	0,0015	0,969677
varianta	41,603	1	41,603	1,5669	0,234512
odrůda*varianta	21,160	1	21,160	0,7969	0,389559
Chyba	318,615	12	26,551		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Z grafu č. 10 je viditelné mírné zvýšení tohoto parametru u odrůdy Amandine o 0,9 lusků na rostlinu. Odrůda Abelina v ošetřené variantě reagovala daleko výrazněji, a tento parametr se zde navýšil zhruba o 3 lusky na rostlinu. Tyto výsledky lze velmi

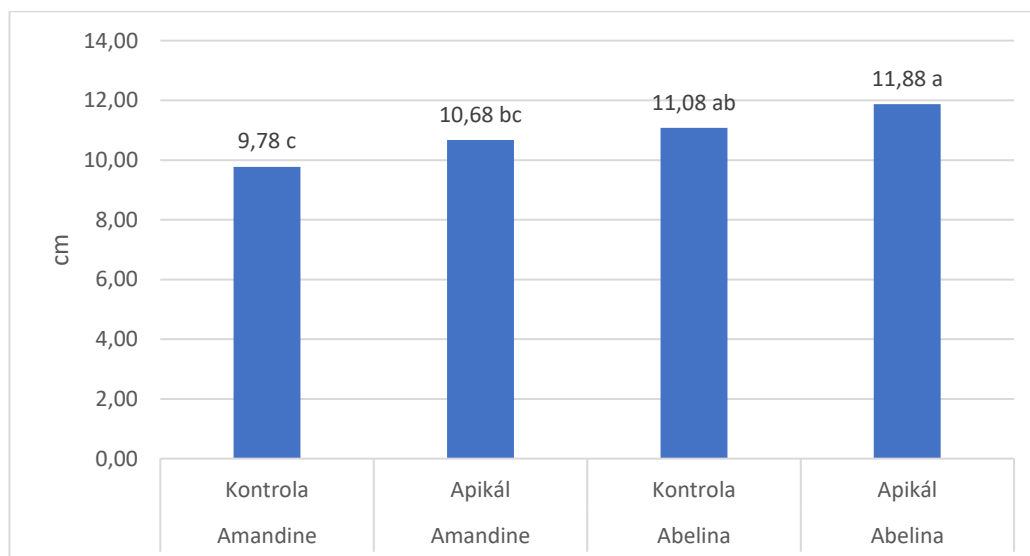
dobře porovnat s autorem Všetěčka (2019), který v roce 2017 u odrůd Abelina a Amandine pozoroval prakticky stejný nárůst počtu lusků na rostlinu. Po ošetření rostlin stimulačním přípravkem Energen Fullhum. Z těchto tvrzení můžeme usoudit, že odrůda Abelina má v tomto parametru lepší odezvu na použité stimulatory. Nelze však statisticky prokázat vliv aplikace přípravku Apikál, ani vliv odrůdy na tento výnosový prvek viz tabulka č. 18.

Zvýšení počtu lusků na rostlině, po aplikaci stimulačních látek taktéž popisuje (Štranc a kol. 2011). Dle výsledků tohoto autora z pěstitelských ročníků 2009, 2010 došlo vždy po aplikaci stimulatorů k navýšení počtu lusků na rostlině. Avšak největší pozitivní vliv v jeho pokusech vykazoval přípravek Lexin, taktéž založený na bázi huminových látek a fytohormonů (auxin) jako přípravek Energen Apikál.

### 5.11 Výška nasazení prvního lusku

Ukazatel výška nasazení prvního lusku je rovněž velmi důležitý prvek, a to především díky tomu, že nám nepřímo ovlivňuje ztráty během sklizně. Lusky, které jsou nízko nasazené, nedosáhnou nad úroveň lišty kombajnu a zůstávají na poli. Ztráty způsobené nízkým nasazením prvních lusků společně s nesprávně provedenou sklizní mohou dosahovat až 1 t/ha.

Graf č. 11 Výška nasazení prvního lusku\*



Vysvětlivky: \* výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy

Neshodná písmena za hodnotami indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  (Tukey HSD test).

Tabulka č. 19 Výsledky dvoufaktorové analýzy rozptylu pro nasazení 1. lusku

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro nasazení 1. lusku Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	18835,60	1	18835,60	6574,969	0,000000
odrůda	62,50	1	62,50	21,817	0,000006
varianta	28,90	1	28,90	10,088	0,001799
odrůda*varianta	0,10	1	0,10	0,035	0,852033
Chyba	446,90	156	2,86		

SČ – suma čtverců, PČ – poměrné číslo, F–f test, p – hladina významnosti (červené hodnoty značí statisticky průkazný vliv faktoru)

Z grafu č. 11 je dobře viditelné, že vliv na výšku nasazení prvního lusku měla především odrůda. Mírný nárůst lze pozorovat taktéž u ošetřených variant stimulatorem. Což se statisticky prokázalo (viz tabulka č. 19). Obecně lze sdělit, že dosažená výška nasazení prvního lusku (9,78 - 11,88) cm je poměrně nadprůměrná hodnota. Ovšem je nutné brát v úvahu i fakt, že díky méně příznivému vývoji klimatických podmínek na počátku vegetace sóji, některé rostliny neošetřené přípravkem Apikál, první lusky prakticky nenasadily. Z dosažených výsledků Štranc a kol. (2010), Štranc a kol. (2013), Štranc a kol. (2017), Kozak a kol. (2017) je možno pozorovat, že varianty ošetřené stimulatorem růstu na bázi huminových látek a auxinů mají pozitivní vliv na výšku nasazení prvního lusku. Z výsledků těchto autorů vyplývá, že tento parametr taktéž ovlivňuje použitý herbicid, odrůda a v neposlední řadě klimatické podmínky daného ročníku. S tímto tvrzením rovněž souhlasí autor Kulig a kol. (2015).

## 6 Závěr

Tato práce se zabývá hodnocením výnosových parametrů dvou odrůd sóji (Amandine, Abelina), společně s použitím stimulantu růstu Energen Apikál. V diplomové práci jsou uvedeny výsledky, které byly získány z poloprovozního pokusu, který byl realizován v roce 2019.

Pěstitelský ročník 2019 byl svým projevem teplot a srážek pro sóju příznivý. A to i přesto, že ročník 2019 byl srážkově podprůměrný. Oproti normálu byl úhrn srážek v lokalitě Netvořice o 53 milimetrů nižší, než dlouhodobý normál z let (1979–2009) a průměrná roční teplota vyšší o 1,7 °C. Největší výhodou porostů sóji byl fakt, že velká suma srážek roku 2019 spadla v průběhu vegetace sóji a rostliny mohly díky příznivé teplotě tuto vláhu plně využít pro vlastní růst a tvorbu výnosu.

Vliv použitého stimulantu růstu na výnos semen nebyl statisticky prokázán, ale přesto je z výsledků zřejmé navýšení výnosu ošetřené varianty o 0,12-0,5 t/ha. Současně s navýšením výnosu došlo i k zvýšení obsahu dusíkatých látek v semeni, zde se podařilo statisticky prokázat vliv použitého stimulantu a zvolené odrůdy (Amandine). Dalším významným parametrem je výška nasazení prvního lusku. U tohoto parametru došlo k navýšení mezi variantami, což se statisticky prokázalo, ale byl zde statisticky průkazný rozdíl, i mezi použitými odrůdami. Použití přípravku Apikál navýšilo nasazení prvního lusku o necelý centimetr, což z hlediska sklizně, už můžeme považovat za významnou hodnotu. Tento pokus podpořil ideu, že nové odrůdy sóji, lze úspěšně pěstovat i ve výše položených nadmořských výškách (400 m. n. m) a na méně kvalitních půdách v bramborářské výrobní oblasti. Avšak je třeba připomenout, že sója je velmi náročná plodina na bezchybný průběh agrotechniky s ohledem na šetření půdní vláhy. Vyvozené závěry jsou usuzovány na základě jednoletých výsledků pokusu a bylo by vhodné jejich ověření rámci ročníkových opakování.

Doporučení pěstitelům: Z výše uvedených výsledků je možno konstatovat, že aplikace pomocného rostlinného stimulantu, přípravek Energen Apikál je vhodné využít v pěstitelských systémech sóji. A to především z důvodu, že použitý stimulant růstu, příznivě ovlivňuje většinu uvedených parametrů, a to jak kvantitativní, tak kvalitativní. Huminové látky společně s auxiny fungují jako dobré adaptogeny a pomáhají omezit negativní vliv prostředí na rostlinu. Obecně lze tento přípravek

doporučit i v příznivých ročnících, protože i v takovém ročníku se krátkodobě projevují některé negativní vlivy, jako například podprůměrné teploty nebo poškození rostlin herbicidy.

## 7 Seznam použité literatury

Baranyk, P., 2010. *Olejniny* 2010 ed., Praha 2: Profi Press.

Boote, K.J. a kol., 2011. Position Statement on Crop Adaptation to Climate Change. *Crop Science*, 51(6), pp.2337-2343.

Cruz, C. D., Mills, D., Paul, P. A., & Dorrance, A. E. (2010). Impact of Brown Spot Caused by *Septoria glycines* on Soybean in Ohio: Ohio State University: *The American Phytopathological Society*, 94 (7), pp.820-826.

Egli, D.B., 2005. Flowering, Pod Set and Reproductive Success in Soya Bean. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(4), pp.283-291.

FÁBRY, A., a kol. 1992. *Olejniny*. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 419 s.

Flohrová, A., c2000. *Význam luskovin v současných pěstitelských systémech: (studijní zpráva)*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Honsová, H., 2019. Vyprodukuje se méně soji ve světě i unás. *Úroda*, 2019(10), pp.48-51.

Hosnedl, V., Vašák, J. & Mečiar, L., 1998. *Rostlinná výroba II: (luskoviny, olejniny)* 1998 ed., Praha: Česká zemědělská univerzita.

Houba & Hýbl, 2009. Sója luštinatá. In *Luskoviny pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent, pp. 79-84. Houba, M., Hochman, M. & Hosnedl, V., 2009. *Luskoviny: pěstování a užití*, České Budějovice: Kurent.

Houba, M., 2011. *Metodika pěstování sóji luštinaté: certifikovaná metodika*, Šumperk: Agritec.

Hýbl, M., a kol., 2011. Sója luštinatá. In *Alternativní plodiny*. Praha: ProfiPress, pp. 56-59. Moudrý, J., 2011. *Alternativní plodiny*, Praha: Profi Press.

Hýbl, M., 2011. *Metodika pěstování lupiny bílé, žluté a úzkolisté: certifikovaná metodika*, Šumperk: Agritec.

Jarecki, W. a kol., 2018. Response of soya bean to different nitrogen fertilization levels. *Journal of Elementology*, 23, 559-568.

Koškin E. I. a kol. (2005). *Častnaja fyziologija polevyh kultur*, izd. „Kolos“, 343 s.

Kozak, M. a kol., 2017. *Soybean reaction to the application Galleko series stimulators*, Wrocław University of Environmental and Life Science.

Kudrna, V., 1998. *Produkce krmiv a výživa skotu*, Praha: Agrospoj.

Kulig, B., Lepiarczyk, A. & Oleksy, A., 2015. Comparison of yielding soybean varieties grown in the south-western Polish conditions.: *Sborník z konference „Prosperující olejniny“*, pp.155-158.

Lahola, J., 1990. *Luskoviny: pěstování a využití*, Praha: SZN.

Li, D., Liu, H., Qiao, Y., Wang, Y., Cai, Z., Dong, B., ... & Liu, M. (2013). Effects of elevated CO<sub>2</sub> on the growth, seed yield, and water use efficiency of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought stress. *Agricultural Water Management*, 129, 105-112.

Michl, J., 1988. *Rostlinná výroba: Díl 2, Olejniny 2*. doplněné vydání., VŠZ Praha.

Musienko N. N., Ternavskij A. I. (1989). *Korněvoje pitanije rastěnij*, „Vyšča škola“, Kijev, 199 s.

Prugar, J., 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV.

Sentelhas, P.C. a kol., 2015. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. *The Journal of Agricultural Science*, 153(8), pp.1394-1411.

Šnobl, J. & Pulkrábek, J., 2005. *Základy rostlinné produkce* Vyd. 2., přeprac., V Praze: Česká zemědělská univerzita.

Špaar D., Eelmer F., Postnikov A. a kol., (2005). *Zernobobovyje kultury*, Minsk: FU Ainform, 264 s.

Štranc, P. a kol., 2010. Účinnost adaptogenních látek u stresovaných rostlin sóji: Olejniny. *Úroda*, 2010(4), pp.51-55.

Štranc, P. a kol., 2011. Prospěšnost stimulace porostů sóji: Listová výživa a stimulace. *Úroda*, 2011(3), pp.68-70.

Štranc, P. a kol., 2012. *SÓJA 2012: ...: sborník ze seminářů s mezinárodní účastí*, České Budějovice: Kurent.

Štranc, P. a kol., 2013. SÓJA 2013: polní dny Sója ...: *sborník ze seminářů s mezinárodní účastí*, České Budějovice: Kurent.

Štranc, P. a kol., 2017. Prosperující olejniny ...: *sborník konference s mezinárodní účastí*, Pokusy se sójou v roce 2017, V Praze: Česká zemědělská univerzita

Štranc, Zelený & Markytán, 2010. Sója luštinatá. In *Olejniny*. Praha: ProfiPress, pp. 137-155.

Vaněk, V., 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*, Praha: Profi Press.

Velíšek, J., 2002. *Chemie potravin* Vyd. 2. upr., Tábor: OSSIS.

Vishnyakova, M. and Seferova, I., 2013. Soybean genetic resources for the production in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *Legume Perspective*, 1, pp.7-9.

Všetečka, P., 2019. Hodnocení výnosu a výnosových prvků vybraných odrůd sóji luštinaté (*Glycine max* (L.) Merrill.) v oblasti s méně příznivými podmínkami. *Diplomová práce*. České Budějovice.

Zheng, H., Chen, L. & Han, X., 2009. Response of Soybean Yield to Daytime Temperature Change during Seed Filling: A Long-Term Field Study in Northeast China. *Plant Production Science*, 12(4), pp.526-532.

Žák, Š., Hašana, R. & Bušo, R., 2014. *Metodika pěstování sóji: praktická příručka I*. vydání., Praha: Profi Press

### **Ostatní zdroje:**

Energen.cz., *Energen: Apikál*. Available at: <http://www.energen.info/cs/> [Accessed June 18, 2020].

Saatbau.com., *Saatbau*. Available at: <https://www.saatbau.com/> [Accessed June 11, 2020].



## 8 Přílohy

Příloha č. 1: Příprava půdy brzy na jaře (21. 3. 2019)



Příloha č. 2: Příprava půdy před setím (24. 4. 2019)





Příloha č. 3: Aplikace preemergentního herbicidu (27. 4. 2019).



Příloha č. 4: Stav porostu dne (4. 6. 2019).





Příloha č. 5: Stav porostu dne (16. 6. 2019).



Příloha č. 6: Poškození porostu okusem.





Příloha č. 7: Stav porostu dne (6. 8. 2019).



Příloha č. 8: Vpravo odrůda Abelina, vlevo odrůda Amandine.





Příloha č. 9: Odběr vzorků.



Příloha č. 10: Stav porostu před sklizní (14. 10. 2019).

