

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Vliv výše výsevku na výnos sóji

Bakalářská práce

**Miloslav Jelínek
Rostlinná produkce**

doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv výše výsevku na výnos sóji" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za konzultace, motivaci a trpělivost při zpracovávání bakalářské práce. Děkuji také všem kolegům, kteří se podíleli na uskutečnění pokusů a umožnili tak úspěšné dokončení práce, především Josefu Bílkovi za poskytnuté prostory a vybavení.

Vliv výše výsevku sóji na výnos

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo zjistit vliv výše výsevku a kvality stanoviště na výnos sóji luštinaté. Rešerše práce je zaměřena na biologickou charakteristiku, pěstování, agrotechniku a historii soji luštinaté v podmínkách České republiky a ve světě.

Pokusy proběhly v roce 2022 na dvou lokalitách (Letiště a Pískovna) v okolí obce Budihostice (střední Čechy) na pozemcích Zemědělské farmy Bílek Budihostice s.r.o. Na obou lokalitách byla vyseta sója odrůdy Bettina dne 22.4. se dvěma různými výsevky (80 a 100 kg/ha). Zvolení dvou různých výsevků mělo za cíl porovnat kompenzační schopnosti rostlin sóji. Cílem založení porostů na dvou různých lokalitách bylo porovnání produkčních schopností jednotlivých porostů v odlišných půdních podmínkách. Výše zmíněná lokalita Pískovna představuje stanoviště s výrazně horšími půdními podmínkami, neboť se jedná o stanoviště po rekultivaci.

V důsledku odlišných podmínek obou stanovišť proběhla sklizeň na lokalitě Pískovna 13.9.2022 a na lokalitě Letiště 13.10.2022. Výnos zrna byl stanoven 14.10.2022. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta na lokalitě Letiště (výsevek 100 kg/ha), kde výnos semen činil 3,4 t/ha. Druhého nejvyššího výnosu dosáhla varianta Letiště (výsevek 80 kg/ha) kdy byl výnos 3,3 t/ha. Na zhoršených podmínkách dosáhla nejvyššího výnosu varianta Pískovna (výsevek 100 kg/ha) s výnosem 1,7 t/ha, a jako nejméně výnosná vyšla varianta Pískovna (výsevek 80 kg/ha) s vyhodnoceným výnosem 1,5 t/ha.

Výsledky pokusů potvrdily, že vyšší výsevek dosáhne vyššího výnosu. Nicméně bylo zjištěno že ani v jednom případě se výsledný výnos nelišil o 20 % nýbrž průměrně pouze o 8 %. V kvalitativních parametrech se nijak významně nelišily.

Z výsledků práce vyplývá, že snížením výsevku soji luštinaté o 20 % dochází i k snížení výnosů v průměru o 8 %.

Klíčová slova: výsevek, výnos semen, biometrické parametry

Effect of seeding rate on soybean yield

Summary

The aim of the bachelor thesis was to determine the effect of sowing rate and habitat quality on the yield of soybean. The research focuses on the biological characteristics, cultivation, agrotechnics and history of soybean in the Czech Republic and worldwide.

The experiments were carried out in 2022 at two sites (Letiště and Pískovna) in the vicinity of the village of Budihostice (Central Bohemia) on the land of the Bílek Budihostice s.r.o. agricultural farm. Soya beans of the Bettina variety were sown on 22 April at two different sowing rates (80 and 100 kg/ha) on both sites. The choice of two different sowing rates was aimed at comparing the compensatory capacity of soybean plants. The aim of establishing the crops in two different locations was to compare the production capacity of each crop under different soil conditions. The above-mentioned site, Pískovna, represents a site with significantly worse soil conditions, as it is a post-reclamation site.

As a result of the different conditions of the two sites, harvesting took place on 13 September 2022 on the Pískovna site and on 13 October 2022 on the Airport site. The grain yield was determined on 14 October 2022. The highest yield was achieved by the variant on the Airport site (sowing rate of 100 kg/ha), where the seed yield was 3,4 t/ha. The second highest yield was achieved by the variant at Airport (sowing rate 80 kg/ha) when the yield was 3,3 t/ha. In the degraded conditions, the highest yield was achieved by the Sandbox variant (sowing rate 100 kg/ha) with a yield of 1.7 t/ha, and the lowest yielding variant was the Sandbox variant (sowing rate 80 kg/ha) with an estimated yield of 1.5 t/ha.

The results of the trials confirmed that a higher sowing rate will achieve a higher yield. However, it was found that in neither case did the resulting yield differ by 20 %, but only by 8 % on average. There was no significant difference in quality parameters.

The results of the study show that a reduction of 20 % in the sowing rate of soya bean also results in an average yield reduction of 8 %.

Keywords: Sowing rate, seed yield, biometric parameters

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Sója	10
3.2	Význam sóji	10
3.3	Biologická charakteristika sóji	10
3.4	Historie pěstování sóji.....	11
3.5	Sója v současné době.....	11
3.6	Současné trendy pěstování sóji v ČR.....	13
3.7	Odrůdy sóji	13
3.8	Výběr odrůd sóji.....	14
3.9	Požadavky na kvalitu sóji.....	14
3.10	Ekonomika pěstování sóji.....	14
3.11	Zařazení sóji do osevního postupu	15
3.12	Zpracování půdy	15
3.13	Předsetová příprava.....	15
3.14	Založení porostu	15
3.15	Ochrana porostu proti chorobám a škůdcům	16
3.16	Růstové a vývojové fáze sóji.....	16
3.17	Výživa a hnojení	17
3.18	Tvorba výnosu	18
3.19	Sklizeň	18
3.20	Posklizňové zpracování sóji.....	18
3.21	Nároky sóji na vláhu a teplo.....	19
3.22	Nároky sóji na světlo.....	19
3.23	Nároky sóji na půdu.....	19
3.24	GMO sója.....	20
4	Metodika	20
4.1	Představení farmy	20
4.2	Klimatické podmínky	20
4.3	Hydrologické podmínky	21
4.4	Geologické podmínky	22
4.5	Charakteristika pokusných ploch.....	22
4.6	Odrůda	23
4.7	Agrotechnika	23
4.7.1	Založení porostu	23

4.7.2	Půdní operace na variantě Letiště	23
4.7.3	Půdní operace na variantě Pískovna	24
4.7.4	Výživa a hnojení na pokusných lokalitách	24
4.7.5	Herbicidní ochrana na pokusných lokalitách	24
4.7.6	Skřízeň sóji	24
4.8	Hodnocení porostů a odběry vzorků	25
4.9	Statistické vyhodnocení	26
5	Výsledky	27
5.1	Počty rostlin na jednotku plochy	27
5.2	Biometrické parametry	28
5.3	Výnos zrna	28
5.4	HTS a NIR spektrometrie	29
6	Diskuze	30
7	Závěr	32
8	Literatura	33

1 Úvod

Sója luštinatá (*Glycine max* L.) je plodinou s velkým významem, jak ve světě (123 milionů hektarů), tak v České republice (29 tisíc hektarů). Její hlavní využití je v živočišné výrobě, převážně ve výživě drůbeže a dobytka. Právě proto bývá většinou pěstována pro spotřebu ve vlastní živočišné výrobě. Je proto snaha snížit náklady na pěstování sóji a tím zvýšit rentabilitu živočišné výroby.

Ve snaze o snižování nákladů na pěstování sóji lze omezit některé pracovní operace, jako je hnojení dusíkem, chemické ošetření a zpracování půdy, tím ale může docházet ke snížení výnosu a kvality semen. Jednou z hlavních investic při pěstování sóji je nákup osiva. Cílem práce proto bylo zjistit, zda je možné snížením výsevku dosahovat podobných výnosů jako u výsevku doporučeného a zda při tom nedojde k negativním vlivům na výnos a kvalitu zrna.

Při snížení výsevku sóji je velmi důležitá schopnost rostlin větvit a využít tak potenciál většího prostoru pro růst. Větvení probíhá po vzejití rostlin až do ukončení jejich vegetativního růstu. Snížením počtu rostlin na vysetou plochu dochází ke zvýšení životního prostoru na jednotlivou rostlinu a tím i ke zlepšení příjmu živin a vláhy.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv výše výsevku na výnos semen sóji luštinaté. V rámci práce byly řešeny dva dílčí cíle:

1. Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat vliv výše výsevku na výnos sóji luštinaté.
2. Součástí experimentální práce je na základě polních experimentů ověřit vliv výše výsevku na biometrické parametry rostlin sóji a na výnos semen.

Hypotéza k druhému dílčímu cíli:

H1: Vliv výše výsevku má vliv na výnos semen sóji.

3 Literární rešerše

3.1 Sója

Sója luštinatá (*Glycine max* L.) je jednou z nejstarších kulturních rostlin, která patří mezi čtyři nejrozšířenější plodiny po kukuřici, pšenici a rýži. Je nejvíce pěstovanou luskovinou i olejninou na světě. Pro vysoký obsah tuků v semenech (18–22 %) je zařazována mezi olejninu. Semena obsahují rovněž vysoké procento bílkovin (36–40 %) i jiných hodnotných látek, např. glycidů (22–26 %), vitaminů aj., což činí ze sóji jednu z nejhodnotnějších surovin pro potravinářský a krmivářský průmysl (Moudrý 2011).

3.2 Význam sóji

Význam sóji je důležitý nejen pro zemědělské podniky jako přerušovač obilného osevního sledu, ale také má značný význam pro potravinářský, farmaceutický, kosmetický a chemický průmysl (Hahn & Miedaner 2013). Sója jako jediná ze všech u nás pěstovaných polních plodin obsahuje nejvíce bílkovin (v poslední době se vyšlechtily i odrůdy které jsou schopny mít až 50 % plnohodnotných bílkovin). V dostatečném množství a ve vhodném poměru obsahují i všechny aminokyseliny. Velký význam má vysoký podíl esenciálních aminokyselin, které příznivě působí na zdravotní stav, užitek a imunitu zvířat (Houba et al. 2011). Je třeba zdůraznit význam zařazení sóji jako luskoviny v osevním postupu pro zlepšení úrodnosti půdy. V důsledku způsobu a hloubky jejího zakořenění a poutání vzdušného dusíku. Nelze opomenout ani její fyto-sanitární účinky (Singh 2010). Zařazení sóji v osevním postupu má v porovnání s obilninami i tu výhodu, že vzhledem k pozdějším agrotechnickým termínům, zejména setí a sklizně, se významně zmenšuje pracovní špička v zemědělském podniku (Lahola 1990).

Většina vypěstované sóji je zpracována na krmivo pro hospodářská zvířata, nejčastěji pro drůbež a prasata. Pouze asi 20 % produkované sóji je spotřebováno přímo člověkem (Steinfeld 2006).

3.3 Biologická charakteristika sóji

Sóju řadíme k luskovinám, tj. do čeledi bobovitých – *Fabaceae*. Patří svým významem mezi světově nejvýznamnější olejninu. Kulturní sója je jednoletá bylina podobná keříčkovitému fazolu, se silným kulovým kořenem, z něhož se odvětvují dlouhé postranní kořeny, které ho přerůstají a pronikají do hloubky až 2 m (Maxwell 2011). Na nich se v orníčních vrstvách vytvářejí hlízy vyvolané činností bakterií *Bradyrhizobium japonicum*. Množství hlíz závisí na afinitě odrůdy a bakterií, na vlastnostech půdy, zejména její vlhkosti, provzdušnosti, pH, teplotě apod. (Houba & Dostálová 2018). Rostliny jsou 0,6– 1,2 m vysoké, v závislosti na

odrůdě a růstových podmínkách. Lodyha je přímá, tenká nebo tlustá, u některých starých odrůd i ovíjívá. Od střední lodyhy, v její spodní polovině nebo třetině, vyrůstají postranní lodyhy (větve). Některé formy mají i postranní větve ještě rozvětvené. Podle způsobu větvení se sója dělí na formy se vzpřímenou pevnější lodyhou, vhodné k pěstování na semeno, a formy se slabší popínavou lodyhou, využívané ke krmným účelům. Barva lodyhy je zelená, nebo má antokyanové zbarvení. V semenné zralosti žluté až šedožluté zbarvení. Listy jsou střídavé, dlouze řapíkaté, trojčetné, na bázi s palisty. Lístky jsou tvořené velmi proměnlivě kopinaté, široce vejčité. U většiny forem jsou hrozny krátké, jen s 3–8 květy, ale některé formy jsou mnohokvěté s 15–20 květy 1,5–2 cm dlouhými. Květy sóji jsou oboupohlavní, souměrné motýlovité, vyrůstající v hrozen z úžlabí listů. Pětičetný kalich má kopinatá, nestejně dlouhá ouška. Sója je samosprašná, jen ve výjimečných případech dochází k cizosprašení. Doba kvetení trvá až tři týdny. Dokonalé opylení je značně závislé na povětrnostních podmínkách v době kvetení (sucho, zima). Plodem sóji je podlouhlý chlupatý lusk se semeny mírně zaškrcovaný, krátce zobánkatý, různého tvaru, velikost i barvy. Podle tvaru mohou být lusky přímé, mečovité a srpovité (Baranyk 2010).

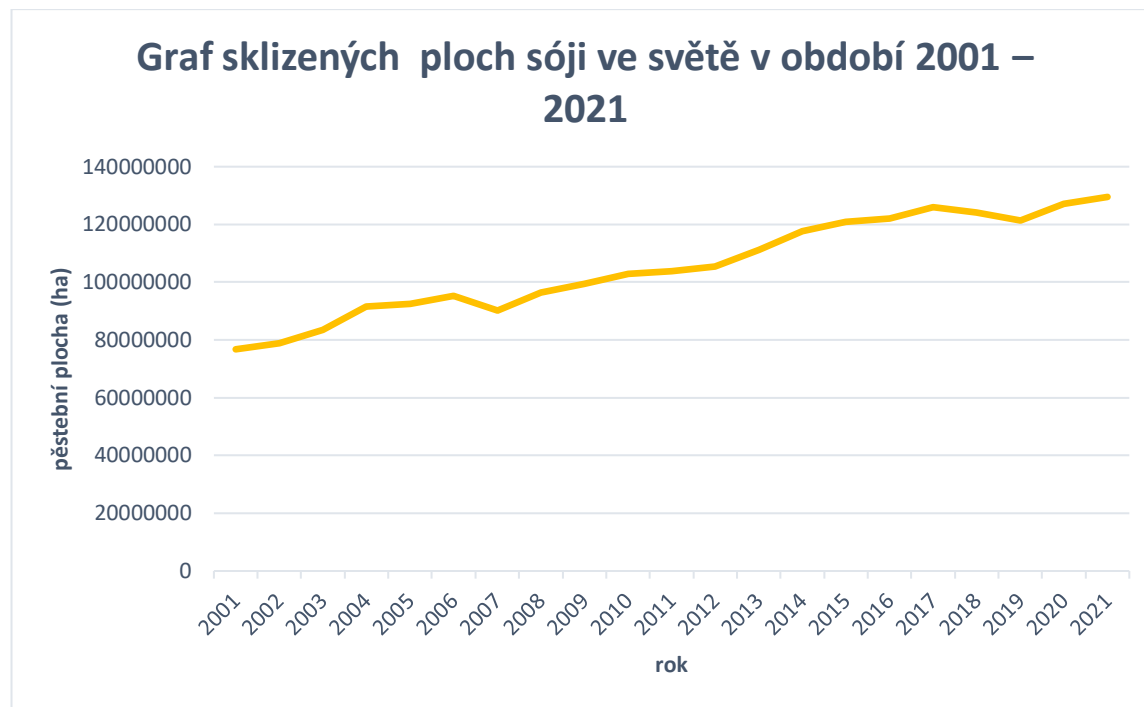
3.4 Historie pěstování sóji

Sója pochází z Asie. V Číně se pěstovala již před několika tisíci lety (Šimon J. 1999). Do Evropy a Ameriky se dostala až relativně nedávno, zhruba v 18. století. V té době se stále používala jen jako krmivo pro dobytek, jiného použití se lidé báli (Da Silva 2022). Až chemik G. W. Carven později označil soju za velmi dobrý zdroj oleje pro lidstvo. V Evropě, konkrétně v Holandsku, byla sója uvedena botanikem Carl von Linnekem. Velkou zásluhu za rozšíření pěstování sóji nese i vídeňský botanik F. Haberlandt. Rozšiřování sóji pokračovalo hlavně do severní Itálie, Francie, Německa a Maďarska. Avšak Čína představovala hlavního dovozce sóji až do druhé světové války. Poté její místo převzali Spojené státy americké (Anderson 2019; Vogel 2018). Od začátku sedmdesátých let stoupá poptávka po olejninách, tedy i po sóje. Roku 1973 se cena soji navýšila o 150 %. V současné době již produkují sóju všechny státy evropy v alespoň malém množství (Baranyk 2010).

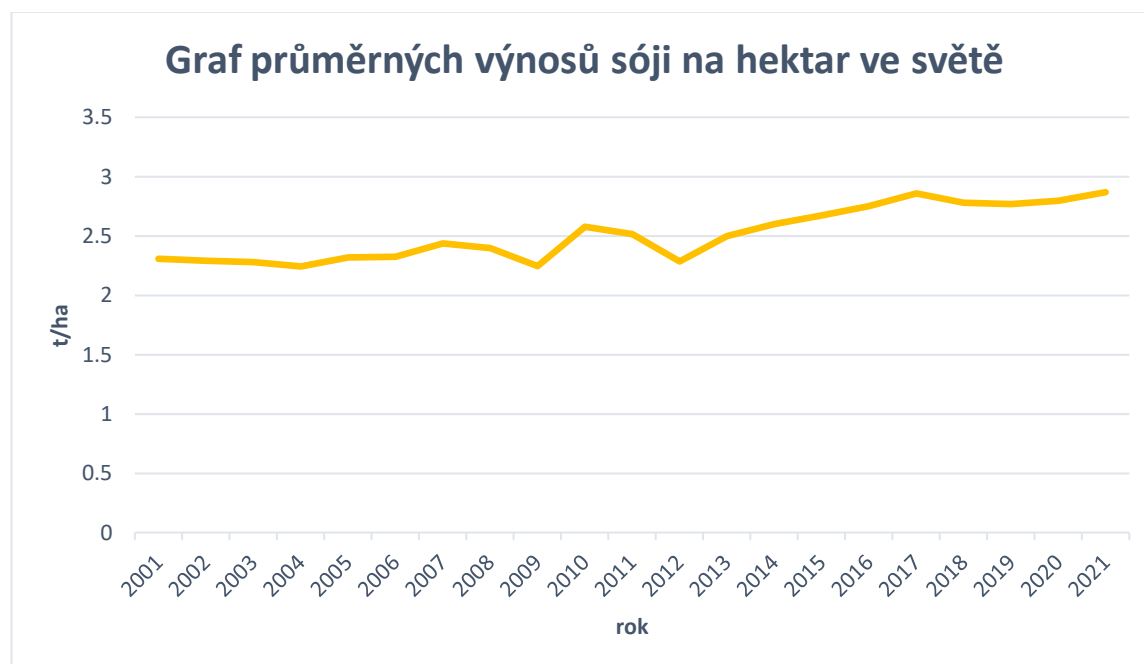
3.5 Sója v současné době

Sója je v současné době (co do plochy) čtvrtou nejrozšířenější plodinou na světě. Její výměra přesahuje již 100 mil. ha viz Graf č.1(FAO 2023). Průměrný světový výnos sóji se pohybuje okolo 2,3 t/ha (v České republice je tento výnos asi o 0,5 t/ha nižší) viz Graf č.2. (FAO 2023). V současné době jsou hlavním producentem stále Spojené státy americké a zhruba o třetinu za nimi je Brazílie a Argentina (Britannica 2018).

Graf 1: sklizené plochy sóji v období 2001–2021 (Zdroj: FAO 2023).



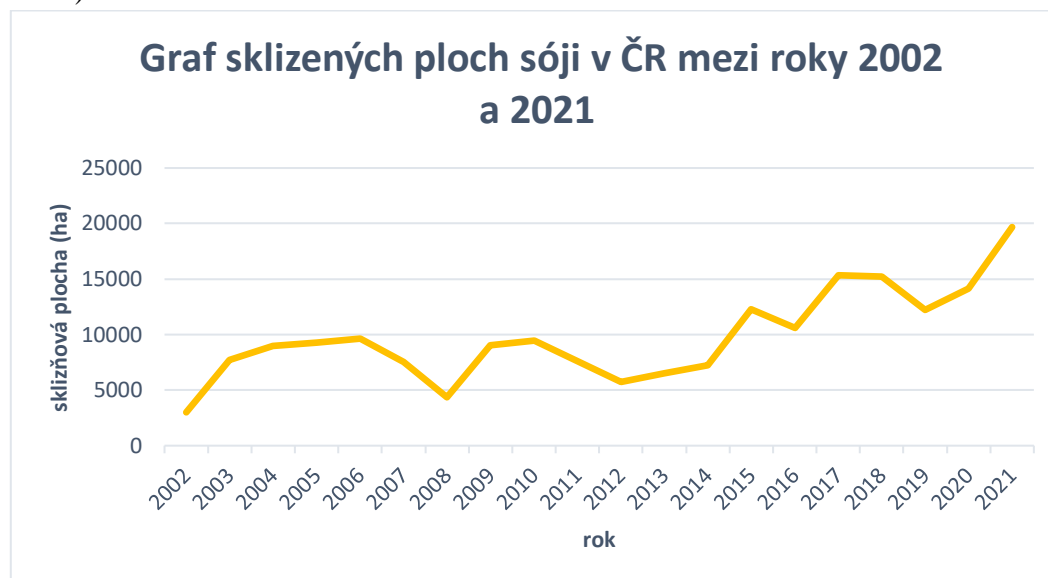
Graf č. 2 – Průměrné světový výnos sóji za období 2001 až 2021 (Zdroj: FAO 2023).



3.6 Současné trendy pěstování sóji v ČR

Výměra sóji v ČR v posledních letech kolísá v důsledku stoupajících realizačních cen. V současné době se však její plochy opět začínají zvětšovat viz Graf č.3 (FAO 2023). A je pravděpodobné, že v ČR zůstane druhou nejpěstovanější luskovinou po hrachu (Houba & Dostálová 2018).

Graf 3: sklizené plochy soji luštěniné v České republice v období 2002 –2021. (Zdroj: FAO 2023)



3.7 Odrůdy sóji

Počátkem devadesátých let bylo v tehdejší listině povolených odrůd registrováno jen pět odrůd. To bylo způsobeno také tím, že v dobách tehdejšího Československa bylo pěstování sóji na našem území pouze věci okrajovou (Bilyeu 2010). Týkala se jen několika set hektarů. Okolo roku 2000, hlavně kvůli vyšlechtění a zpřístupnění nových ranných odrůd kanadského původu, se situace velmi změnila. V současné době máme na trhu zhruba 30 odrůd, které jsou většinou introdukované z Kanady. Tam byli vyšlechtěny v podmínkách relativně podobných těm středoevropským (Štěpánek 2021). Například společnost Saatbau distribuuje těchto deset:

Abelina – velmi ranná s rychlým počátečním růstem, větším habitem a střední hodnotou HTS.
ES Mentor – Středně ranná fialově kvetoucí s vysoko nasazeným spodním luskem a s vysokou hodnotou HTS.

Ambella – velmi ranná odrůda s vysokou hodnotou HTS a malou polehavostí.

Bettina – raná až středně raná, fialově kvetoucí odrůda s vysokou hodnotou HTS.

Merlin je ranná odrůda s malou hodnotou HTS ale dobrou schopností dozrávat i v našich podmínkách.

Aurelina je velmi ranná odrůda s vysokou hodnotou HTS a vysokým výnosovým potenciálem. Amadea je velmi ranná odrůda s vysokou hodnotou HTS a dobrou kvalitou semene. Adelfia je ranná odrůda s výborným zdravotním stavem a střední hodnotou HTS. Altona je ranná odrůda s nízkým habitem rostlin střední hodnotou HTS a vysokým výnosovým potenciálem (Saatbau 2023).

3.8 Výběr odrůd sóji

Podobně jako u všech plodin je i v případě sóji velmi důležitým předpokladem pro dosažení pěstebního úspěchu volba vhodné odrůdy. S ohledem na specifické biologické potřeby sóji, zejména její fotoperiodicitu a nároky na vláhu, je výběr správné a výkonné odrůdy o to důležitější (Podrábský 2002). Pro podmínky ČR je třeba volit především odrůdy poskytující dobrý výnos při kratší vegetační době (do 130 dnů). Důležitá je také mrazuvzdornost a zejména pro jižní Moravu a severozápadní Čechy. To samé platí i o odolnosti vůči suchu. Pro naše podmínky je lepší používat rané odrůdy, které dokáží dozrát do konce září, případně v první polovině října (Fred L. 2006).

V posledních letech největší podíl z pěstebních ploch sóji v ČR připadá na odrůdy kanadské firmy Semences, respektive Prograin ZIA např. (Silesia, Brunesis). Výkonost těchto odrůd je v současné době překonána rakouskými odrůdami od firmy Saatbau Linz např. (Merlin, Bettina, Mentor). Značně se také využívá výnosná odrůda Albiensis z kanadské provincie Ontario. Ověřeny jsou i odrůdy ze Srbska a Maďarska, které však v našich podmínkách později dozrávají (Štěpánek 2021).

3.9 Požadavky na kvalitu sóji

Požadavky na sklizené semeno sóji jsou v ČR dány normou ČSN 46 2300-7. Tato norma stanovuje podmínky pro veškeré dodávky semene sóji luštinaté s různou barvou osemení (žlutou, hnědou, černou nebo dvoubarevnou) určené na výrobu olejů. Neplatí však pro semeno sóji určené na přímý konzum a pro osivo sóji. Za nečistoty se považuje propad sítem s kruhovými otvory o průměru 3 mm. Dále se za nečistoty považují i semena všech nežádoucích kultur, části stonku, anorganické nečistoty. Semeno musí být chemicky nezávadné. Bez škůdců a znaků plísně. Semeno na konzum se posuzuje podle vyhlášky MZe č. 329/1997 Sb., kde jsou uvedeny smyslové a fyzikální požadavky na jeho jakost. V této vyhlášce jsou uvedeny i položky na kvalitu různých sójových potravinářských výrobků (Podrábský 2002).

3.10 Ekonomika pěstování sóji

Sója má z luskovin nejdražší osivo, i když výsevek je poloviční, přesto jsou celkové náklady na hektar z luskovin nejvyšší. Jistou výhodou sóji je skutečnost, že se může vysévat dva roky po sobě a druhý rok má díky vyššímu obsahu rhizobií v půdě vyšší výnos a menší

nároky na hnojení dusíkem. K setí je důležité použít nové osivo, protože u starších osiv výrazně klesá klíčivost. Ochrana sóji proti plevelům je náročnější a je třeba využít všech agrotechnických opatření, především v předset'ové přípravě (Ponížil 2006).

3.11 Zařazení sóji do osevního postupu

Sója není náročná na předplodinu. Ideální je zařadit jí po okopanině, avšak lze jí pěstovat i po obilovinách, což je se zřetelem na současnou strukturu plodin velmi vhodné (Křen et al. 2015). Sóju je možné zařadit dokonce až tři roky za sebou. Tyto struktury široce využívají v USA a Kanadě, kde sóju běžně pěstují ve dvouletém cyklu. Ve druhém roce v důsledku většího rozvoje bakterií je dosaženo většího výnosu. Problémy při opakovaném pěstování sóji mohou způsobovat vytrvalé plevele, příp. některé choroby (např. hlízenka obecná), nebo škůdci (hlavně sviluška chmelová) (Podrábský 2002).

3.12 Zpracování půdy

Při zpracování půdy je třeba brát velký zřetel zejména na udržení vláhy v půdě a na dobré urovnání pole pro usnadnění sklizně (menší sklizňové ztráty). U sóji lze využívat jak tradiční technologii zpracování půdy s orbou, tak i různé minimalizační postupy. Je třeba uvést, že sója je jednou z nejčastěji minimalizovaných plodin světa, což je z ekonomických důvodů velmi výhodné (Hůla & Procházková 2008).

3.13 Předset'ová příprava

Jedná se o zpracování půdy do hloubky asi 70 mm, tzv. mělké prokypření. Jeho účelem je pečlivé urovnání povrchu pozemku a udržení vláhy v půdě, neboť sója se vyznačuje vysokými nároky na vodu. Především však při nalévání semen, v období vzcházení a v květu. Tato příprava má i odplevelující charakter, obzvláště v současné době, kdy pomalu končí registrace nových herbicidů (Hůla & Abrham 1997).

3.14 Založení porostu

Sejeme zpravidla ve třetí dekádě dubna, jakmile se teplota půdy stabilizuje na úrovni 8 °C až 10 °C, 40–60 mm hluboko, do řádku širokých 125 mm až 250 mm (Bruinsma 2003). Příliš časný výsev nemá opodstatnění, nízké teploty brání klíčení, osivo leží v půdě, je napadáno škůdci a chorobami a v důsledku se projeví nízkou vzcháživostí. Očkování osiva s vysokou biologickou hodnotou, prováděné speciálními přípravky obsahující kmeny rhizobialních

bakterií, je nutno provést těsně před setím (Procházka et al. 2017; Procházka et al. 2018). Dodržení hloubky setí je důležité k zajištění dostatku vláhy pro klíčení a k zamezení poškození preemergentním, herbicidním ošetřením. Vyséváme 50–80 rostlin na metr čtvereční (100–140 kg/ha). Po zasetí pozemek uválíme, což má význam i pro bezproblémovou sklizeň (urovnání pozemku) (Štranc 2002; Houba & Dostálová 2018).

3.15 Ochrana porostu proti chorobám a škůdcům

Vzhledem k omezeným možnostem použití herbicidů v porostech sóji, je nutné využít všech agrotechnických možností k regulaci plevelů. Při podzimní i při předset'ové přípravě půdy a herbicidním zásahům, zejména proti vytrvalým plevelům v předplodině (Sojneková 2015). Porosty sóji mohou být v suchých letech napadány houbou *Fusarium oxysporum*. Vytvářející nebezpečné vadnutí sóji, způsobující až 60% ztrátu na výnosech. K nejzávažnějším chorobám patří virová mozaika sóji, žlutá fazolová mozaika, bakteriózy (*Pseudomonas glycinea*) a plíseň sójová (*Peronospora manshurica*). V ochraně proti patogenům je nutné využívat možností pěstování odrůd se zvýšenou odolností a vysévat zdravé a mořené osivo. Velkým význam má dodržování zásad střídání plodin. Hluboká orba po sklizni zabezpečuje rychlé odumírání zárodků patogenů v půdě. Nejnebezpečnějším škůdcem porostů sóji je sviluška chmelová. Vlivem jejího sání se na listech vytvářejí žluté a červenavé skvrny, listy se svíjí a hnědnou. Významná je rovněž regulace mšic (mšice broskvoňová a kyjatka hrachová), hlavních přenašečů uvedených viróz. V posledních letech je možné na porostech sóji zpozorovat značné množství brouka listopasa čárkového (*Sitona lineatus*). Okusuje typickým způsobem listové plochy, a to zejména v letním období. Na semenech škodí housenky zavíječe sójového (*Etiella zinchenella*). Vykousávají otvory, čímž semena znehodnocují (Moudrý 2011).

3.16 Růstové a vývojové fáze sóji

Podle fenologické stupnice BBCH se u sóji rozlišuje deset hlavních růstových a vývojových fází:

Fáze klíčení (BBCH 01 až 09) – jená se o první etapu organogeneze, která probíhá poměrně rychle. Tato fáze začíná vysetím suchého semene, pokračuje bobtnáním, počáteční růst kořínku až po vzcházení hypokotylu s děložními listy nad povrch půdy.

Fáze vývoje listů (BBCH 09 až 19) – délka druhé etapy organogeneze je závislá na ranosti odrůdy. Na délku této etapy má také vliv délka dne. Začátek fáze se projevuje úplným rozevřením děložních listů, pokračuje vytvořením prvních pravých listů přes tvorbu trojlístků na druhém až třetím kolínku.

Fáze tvorby postranních výhonů (BBCH 21) – na rozdíl od ostatních luskovin, sója v této fázi vegetační vrchol příliš neprodlužuje, ale pouze nepatrně zvětšuje. Fáze probíhá od prvního viditelného postranního výhonu a může dosáhnout až x-tého postranního výhonu.

Fáze dokončení vývoje vegetativních částí rostliny (BBCH 49) – fáze je charakteristická konečnou velikostí sklíditelné vegetativní části rostliny (sóju již lze sklízet pro pícninářské a krmivářské účely).

Fáze tvorby květních pupat (BBCH 51) – v této fázi se objevují základy květenství, a to květní pupata. V této fázi začíná být sója náročná na vláhu.

Fáze kvetení (BBCH – 61) – fáze kvetení je u luskovin všeobecně velmi dlouhá. Mnohdy proto dochází k tomu, že na jedné rostlině jsou současně patrné květy a značně nalité lusky. Etapu kvetení určujeme od prvních rozvinutých květů.

Fáze vývoje plodů a semen (BBCH 70) – charakteristické pro začátek této fáze je, že první lusk dosáhl konečně délky (15–20 mm). Dále tato etapa pokračuje dokončením délky dalších lusků se současným naléváním semen. Fáze končí dokončením prodlužování lusků a vyplněním lusků semeny.

Fáze dozrávání plodů (BBCH 80) – na začátku této etapy dozrávají první lusky. Semena v těchto luscích mají konečnou barvu, přičemž jsou suchá a tvrdá. Fáze končí plnou zralostí.

Fáze stárnutí (BBCH 99) – v této fázi listy postupně ztrácejí barvu a opadávají, až dojde k odumření celé nadzemní části rostliny a vypadání semen (Baranyk 2010).

3.17 Výživa a hnojení

Sóje se daří na hlubokých, úrodných, slabě kyselých až neutrálních půdách (pH 5,5–7,2), dobře zásobených humusem a živinami zejména (P, K) (Kunzová 2009; Kunzová 2010). Nejvhodnější půdy, z pohledu půdního druhu, jsou středně těžké až těžší, jilovitohlinité. Jelikož je sója značně náročná na vláhu, vyžaduje nejen vyšší relativní vlhkost vzduchu, ale i příznivý a poměrně vyrovnaný vodní režim půdy v průběhu celé vegetace. Na sušších stanovištích je proto dobré sóju zařadit na těžší půdy, kdežto na vlhčích stanovištích je vhodnější tuto plodinu pěstovat na půdách lehčích. Pokud pěstujeme sóju na pozemku prvně, dochází k tomu, že se i po důkladné inokulaci vytvoří jen velmi málo hlízek, které nemohou zajistit optimální výživu dusíkem ze vzduchu. I při dobré tvorbě hlízek se počítá s tím, že 1/2–1/3 dusíku v rostlinách pochází z půdy. Pro činnost hlízkových bakterií je nutné optimální pH 6,5–7,0. Při pH pod 6,5 výrazně klesá schopnost symbiotické fixace. Vápnit je nutno k předplodině, sója nesnáší alkalickou půdní reakci (Vaněk et al. 2007). Pokud jde do osevního sledu poprvé a po obilovině, hnojí se 80–120 kg N/ha. Tyto dávky lze snižovat, jakmile se zlepší účinnost symbiotické fixace (Salvagiotti 2009; Zahran 1999). Vodítkem pro dávky fosforu a draslíku by měl být agrochemický rozbor půdy. Odběrový normativ – 90 kg N, 12 kg P a 40 kg K. Hnojení P a K provádíme na podzim, aby se hnojivo dostalo do celého půdního profilu. Při cílení na vyšší výnosy je doporučováno aplikovat listovou výživu zahrnující mikroelementy (Ross 2006; Shurtleff & Akiko 2018)

3.18 Tvorba výnosu

Sója, obdobně jako ostatní luskoviny, se vyznačuje malou autoregulační schopností. U sóji je proto podstatné kvalitní založení porostu. Výnosotvorné faktory dále dělíme podle Moudrého (2011) na:

Vnitřní – tyto vlastnosti ovlivňující úrodnost sóji souvisí s vnitřními (geneticky danými) faktory (odrůda atd.).

Přírodní podmínky – jedná se o přírodní podmínky ve kterých sóju pěstujeme (místo pěstování, klima).

Agrotechnické – vhodnými agrotechnickými zásahy lze částečně ovlivnit předešlé faktory a dosáhnout až výborných výnosů.

Vynosotvorné prvky – počet rostlin na jednotku plochy, počet vyvinutých lusků na rostlině, průměrný počet semen v lusku, HTS.

3.19 Sklizeň

Porosty sóji se sklízí při vlhkosti semen pod 15 %. Množitelské porosty nejlépe při vlhkosti 12–13 %. Protože sója má poměrně dlouhou vegetační dobu, mohou se v podmínkách ČR dostat i rané odrůdy do chladnějšího období, kdy může být dozrávání problém. Sója se v podmínkách ČR sklízí od konce srpna do začátku října, může se však stát následkem nevhodného počasí, že se sklizeň natáhne až do začátku listopadu (Flohrová 2001).

Tak jako u ostatních luskovin je třeba dbát na minimalizaci mechanických vlivů, které mohou poškozovat semeno (Houba 2019). Proto je třeba zvolit nízkou pojezdovou rychlost, menší otáčky na bubnu atd. Výška sečení by měla být co nejnižší (ideálně kolem 8 cm) vzhledem k nasazení prvního lusu. Z praktického hlediska je třeba sledovat i již zmíněnou rychlost pojezdu ideálně 4–5 km/h při vyšší rychlosti může docházet k hrnutí porostu a tím snižování výnosu. Velice důležité je urovnání půdy při jarní přípravě a ošetření po setí, k možnosti sběru co největšího množství sklizené hmoty (Houba & Dostálová 2018).

Pro sklizeň sóji se doporučují lišty s menším záběrem případně tzv. flexibilní lišty, které se přizpůsobí případným nerovnostem pozemku. Při špatném průběhu sklizně mohou ztráty semene dosáhnout až 1 t/ha což u plodiny která má průměrný výnos zhruba 3 t/ha jsou značné ztráty (Houba 2009).

3.20 Posklizňové zpracování sóji

Vymlácené semeno je co nejdříve po sklizni nutno pročistit a uskladnit tvrdí Nakumara (2022). Semeno se skladuje při vlhkosti 12 %, při vyšší vlhkosti je nutné dosušet semeno aktivními větráky nebo vzduchem. V případě zapaření hrozí nebezpečí plesnivění a žluknutí (Parade et al. 2002).

3.21 Nároky sóji na vláhu a teplo

Obecně lze uvést, že pro sóju jsou ideální podmínky s průměrnou roční teplotou 8–9,5 °C s průměrnou roční konstantou 2000–3000 °C u raných odrůd stačí 2000–2300 °C (Štranc et al. 2010).

Jelikož sója pochází z jihovýchodní Asie, tedy z monzunových oblastí, je značně náročná na vláhu. Roční úhrn srážek by měl být 550–650 mm, ale záleží na rozložení srážek během roku. Ideální vlhkost půdy pro sóju se uvádí 60–70 % využitelné vodní kapacity (Štranc et al. 2008; Šimon 1999).

Pro jednotlivé měsíce vegetačního období jsou uváděny vhodné teploty a úhrny srážek: duben 7–9 C, květen 13–15 C a 60–70 mm, červen 16–18 C a 70–80 mm, červenec 18–20 C a 90 mm, srpen 17–18 C a 80 mm, září 14–15 C a 50 mm (Nieuwenhuis et al. 2005; Henshaw & Gilbert 2007).

V období hlavního růstu působí na sóju příznivě teploty kolem 20 °C. Při teplotách pod 14 °C sója zastavuje růst. Jako minimální teplota pro klíčení soji je uvedena teplota 6–7 °C jako optimum se uvádí 8–11 °C. S ohledem na anatomickou a biologickou stavbu semene sóji, které má slabou absorpční schopnost, tak semeno sóji vyžaduje velké množství vody ke svému nabobtnání. Potřeba vody na vyklíčení v poměru k hmotnosti semene je zhruba 140 % oproti tomu obilniny mají pouze 50 %. Důležité je také to, že sója v době vzcházení dobře snáší přechodné a výrazné ochlazení, i mrazíky až do -4 °C. Tyto skutečnosti mohou mít vliv na náš pohled na termín setí sóji (Houba & Dostálová 2018).

3.22 Nároky sóji na světlo

Sója je rostlina krátkodenní. Vzhledem k jejím původu je náročná nejen na teplo a vláhu, ale také na intenzitu a spektrální složení světla. Sója při pěstování ve vyšších zeměpisných šířkách, tj. i v našich agroekologických podmínkách, prodlužuje svoji vegetační dobu úměrně s prodlužujícím se dnem. Délka vegetační doby se u sóji pohybuje od 75 do 200 dnů (Nieuwenhuis et al. 2005; Štranc et al. 2010).

3.23 Nároky sóji na půdu

Sóje se daří na hlubokých, úrodných, slabě kyselých až neutrálních půdách (pH 5,5–7,2), dobře zásobených humusem (nejlépe 2–2,5 %) a živinami (zejména P, K) (Lee 1976).

Nejvhodnější půdy z pohledu půdního druhu, jsou středně těžké až těžké, jilovitohlinité. Jelikož je sója značně náročná na vláhu, vyžaduje nejen vyšší relativní vlhkost vzduchu, ale i příznivý a poměrně vyrovnaný vodní režim půdy v průběhu celé vegetace. Po předplodinách zanechávajících velké množství posklizňových zbytků, vč. slámy, je třeba zúžit poměr C: N v organické hmotě asi na 20:1 (Houba 2009; USDA 2011). S ohledem na fyziologické nároky a funkci kořenů sóji a celou ekologii její efektivní symbiózy s hlízkovými bakteriemi zařazuje sóju na strukturní, kypré, humózní půdy s dobrým vodním režimem. V těchto podmínkách je příznivě regulován cyklus přeměn půdního dusíku a jeho dostupnost pro rostliny (Gathie 2020).

3.24 GMO sója

Sója je jednou z plodin, u kterých se využívá genetické inženýrství (Žůrek 2012). První Geneticky modifikovaná sója byla uvedena na trh v roce 1995 firmou Monsanto v USA (Chen 2012). Toto není případ Evropské Unie, kde není GMO povoleno na rozdíl třeba od Argentíny, Brazílie nebo již zmíněného USA (Rosculete 2018). Světová plocha všech GM rostlin dosáhla roku 2017 hodnoty 190 milionů hektarů. GM sója se pěstuje převážně ve Spojených státech amerických. Kde podíl GM činil v rámci ploch 94 % (ISAAA 2017). Nejrozšířenější genetickou modifikací sóji je resistance proti herbicidům používajícím jako účinnou látku glyfosát. Tuto odrůdu vyvinula firma Monsanto, má označení Roundup Ready a pěstuje se v USA od roku 1996 (Dill 2005; Sovetgul et al. 2014). Mezi další genetické modifikace patří odolnost vůči suchu a zasolení (ISAAA 2017).

4 Metodika

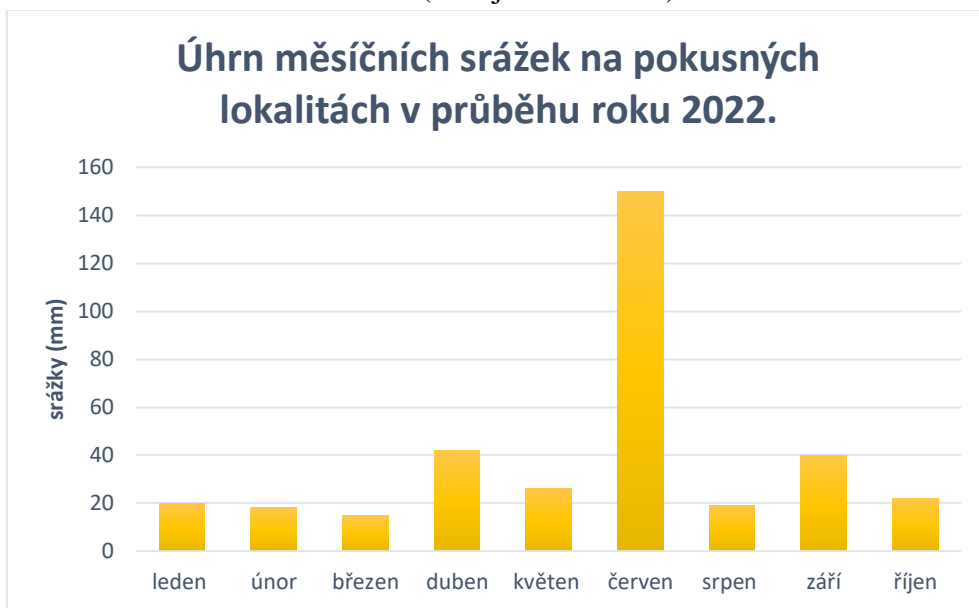
4.1 Představení farmy

Pokusy probíhaly na Zemědělské farmě Bílek Budihostice s.r.o. která se nachází ve Středočeském kraji, okres Kladno. Jedná se o rodinnou farmu, která se specializuje na produkci rostlinných komodit a živočišnou výrobu se zaměřením na produkci mléka. Celková výměra orné půdy činí 650 hektarů. V rostliné výrobě se zaměřuje na pšenici ozimou, ječmen jarní, řepku ozimou, silážní kukuřici, cukrovou řepu, vojtěšku a sóju. Živočišnou výrobu tvoří zhruba 500 kusů dobytka, konkrétně Holstein. Základní stádo tvoří 160 dojnic, které tvoří hlavní produkt živočišné výroby – mléko. Vedlejšími produkty jsou také březí jalovice a vykrm býků.

4.2 Klimatické podmínky

Pokusy se nachází v katastru Budihostice, které spadají do klimatické oblasti teplé s mírnou zimou. Srážkově se jedná o sušší oblast. Průměrně nejnižší srážkový úhrn je zde v únoru a nejvyšší v červnu a červenci. Průměrná roční teplota je zde 8,5 °C, s minimem – 2,4 °C v lednu a s maximem 18,7 °C v červenci. Klima je typické pro černozemní oblasti. Výpar je vyšší než zásak. Region je oblastí bývalých stepí, kde docházelo k velké produkci organických látek v půdě. Při období sucha je intenzivní biologická činnost potlačována a vytvářejí se zde vysoce kondenzované humínové kyseliny. Díky dobré struktuře půdy a dobré mocnosti půdy je schopen zadržovat přístupnou vláhu a vytvářet dobrý tepelný režim. Dlouhodobý srážkový a teplotní normativ je zde 583 mm a 9 °C. Průběžný úhrn srážek a průměrné teploty vzduchu v roce 2022 pro obě lokality dokládají grafy 4 a 5 (Isidor 2023; ČHMU 2023).

Graf 4: Úhrn srážek v roce 2022 (Zdroj: Isidor 2023).



Graf 5: Průběhu průměrných měsíčních teplot vzduchu v roce 2022 (Zdroj: ČHMU).



4.3 Hydrologické podmínky

Katastr Budihostice leží na povodí Labe. Hydrologickou osou je potok Vraný, který protéká širokou terenní depresí, která tvoří úsek půd s trvale zvýšenou hladinou spodní vody. Jinak je celé území tvořeno převážně spraší, která svou pórovitostí má oproti ostatním substrátům vyšší vodní kapacitu a poutá dostatek přístupné vláhy po celou dobu vegetace (Bílek 1997).

4.4 Geologické podmínky

Celý hospodářský obvod náleží geomorfologicky do plošiny Slánské. Více než 90 % tohoto území pokrývají spraše. Zbytek je tvořen karbonátovými, nivními uloženinami, které se táhnou podél potoků a jen nepatrnou část území vyplňují mocné štěrkopískové terasy. Pouze na malém území v okolí Chrzía vystupují na povrch křídové opuky (Bílek 1997).

4.5 Charakteristika pokusných ploch

Pokusná plocha na honu Letiště (50.3127183 N, 14.2617481E) viz. obrázek č.1. Hon se nachází severně od vesnice Budihošice. Jedná se převážně o rovinatý pozemek, který se v jižní části svažuje do terenní deprese k potoku. Pokus se nacházel v nejúrodnější části honu. BPEJ na místě pokusu je 1.01.00. Zrnitostní složení bylo stanoveno formou služby na pracovišti VÚMOP, v.v.i., Praha a činilo: jíl 46,9,7%; prach 41,5 %; písek 11,8 %.



Obrázek č. 1 – žlutě je vyznačena plocha použitá pro polní experimenty (lokalita Letiště).

Druhá část pokusu byla na parcele pískovna na souřadnicích 50.2907078 N, 14.2805128E viz. obrázek č.2. Hon se nachází severovýchodně od vesnice Uhy. Jedná se o rekultivaci pískovny. BPEJ je na místě pokusu 1.21.10. Zrnitostní složení bylo stanoveno formou služby na pracovišti VÚMOP, v.v.i., Praha a činilo jíl 24,7 %; prach 13,0 %; písek 62,2 %.



Obrázek č. 2 – žlutě je vyznačena plocha použitá pro polní experimenty (lokalita Pískovna).

4.6 Odrůda

Odrůda sóji – Bettina je raná až středně raná, fialově kvetoucí. Rostliny středně vysoké, růstový habitus polovzpřímený, stonek žlutohnědě ochmýřený. Hmotnost tisíce semen středně vysoká, barva pupku semene hnědá. Mezi její přednosti patří převážně výnos (Saatbau 2023).

4.7 Agrotechnika

4.7.1 Založení porostu

Na obou stanovených lokalitách (Letiště a Pískovna) byly vždy založeny porosty sóji luštinaté s výsevkem 80 kg/ha a 100 kg/ha. Výsvek byl proveden secím strojem lemken solitair, hloubka setí činila 60 mm. Termín výsevu byl na obou lokalitách shodný, 22.4.2022. Velikost pokusných ploch byla v obou případech 3600 m².

4.7.2 Půdní operace na variantě Letiště

Předplodinou na lokalitě Letiště byla pšenice ozimá, která byla sklizena dne 27.5.2021. Poté byla provedena podmítka dne 5.8.2021 do hloubky 70 mm. Dne 25.9.2021 byla provedena orba do hloubky 220 mm. Dne 5.3.2022 proběhla první příprava kompaktozemem za účelem stržení hrubé brázdy a snížení výparu. Příprava byla provedena do hloubky 50 mm. Dne 21.4.2022 proběhla druhá příprava kombinátorem do hloubky 60 mm pro zarovnění terénu a zapravení plevelů. Po zasetí proběhlo neprodleně uválení Cambridge válci.

4.7.3 Půdní operace na variantě Pískovna

Předplodina na lokalitě Pískovna byla kukuřice na siláž, která byla sklizena 5.9.2021. Poté 10.10.2021 byla provedena orba do hloubky 220 mm. 3.3.2022 byla provedena příprava kompaktorem do hloubky 60 mm. Dne 21.4.2022 proběhla předset'ová příprava kompaktorem do hloubky 60 mm. Po zasetí proběhlo neprodleně uválení cambridskými válci.

4.7.4 Výživa a hnojení na pokusných lokalitách

Na obou lokalitách Letiště i Pískovna se před prvním jarním zpracováním půdy (4.3.2021) aplikovalo hnojivo Timac eurofertil TOP 38 NP v dávce 100 kg na hektar, to odpovídá 33 kg P₂O₅ na hektar. Pro podpoření růstu byl dne 1.6.2022 aplikován lignohumát v dávce 1 litr na hektar.

4.7.5 Herbicidní ochrana na pokusných lokalitách

Ve fázi tří trojlístků, která byla dne 17.3.2022, proběhla aplikace herbicidu Corum v dávce 1,25 litru na hektar se smáčedlem Dash v dávce 0,5 litru na hektar. Tato aplikace byla úspěšná, proto se již nemusela dělat další herbicidní ochrana.

4.7.6 Sklizeň sóji

Sklizeň proběhla ve dvou vlnách, lokalita Pískovna byla sklizena dne 13.9.2022 při vlhkosti 13,3 a lokalita Letiště dne 13.10.2022 při vlhkosti 12,8 %. Sklizeň v obou případech proběhla sklízecí mlátičkou (New Holland CX 8.85) s neflexibilním devítimetrovým sklízecím adaptérem viz. obrázek č.3 a 4.



Obrázek č. 3 – sklízecí mlátička s devítimetrovou neflexibilní lištou



Obrázek č. 4 – již sklizené porosty sóji

4.8 Hodnocení porostů a odběry vzorků

K prvnímu hodnocení počtu rostlin došlo 10.5.2022. Hodnocen byl počet rostlin na ploše $0,25 \text{ m}^2$ (čtverec o délce strany $0,5 \text{ m}$). Na každé pokusné variantě byl proveden výpočet vzešlých rostlin ve čtyřech opakováních, úhlopříčně po ose pokusné plochy. Následně byl stanoven počet rostlin na jednotku plochy. Zároveň byli porosty pro optické hodnocení vyfotografovány viz. obrázek 5 a 6.

Dne 25.5.2022 proběhlo druhé hodnocení na schodných odběrových bodech jako u prvního hodnocení. Opět byl vyhodnocen počet rostlin s následným přepočtem rostlin na jednotku plochy spolu s optickým hodnocením viz. obrázky 7 a 8.

13.9.2022 byl stanoven teoretický výnos na základě odběrů celých rostlin provedených úhlopříčně po každé variantě na lokalitě Pískovna ve čtyřech opakováních o ploše $0,25 \text{ m}^2$. Následně byl stanoven počet větví, plodných pater a výška apikálního konce nejspodnějšího lusku. U dvaceti odebraných rostlin byli stanoveny počty lusků a semen v lusků.

13.10.2022 proběhlo obdobné hodnocení na lokalitě Letiště. Spolu s vážením sklizených semen všech variant a následným vyhodnocením reálných výnosů.

Dne 14.10.2022 proběhlo hodnocení již sklizeného zrna v laboratořích na ČZU. Hodnotila se hmotnost tisíce semen na laboratorním čítači semen, vlhkost a pomocí NIR spektrofotometru Bruin instruments zjištěn obsah hrubého proteinu, oleje a vlákniny.



Obrázek č. 5 a 6 první měření 10.5.2022 na parcele Letiště a Pískovna



Obrázek č. 7 a 8 druhé měření 25.5.2022 na parcele Letiště a Pískovna

4.9 Statistické vyhodnocení

Pro hodnocení bylo použito metody analýzy jednoduchého třídění (ANOVA, metoda Tukey, hladina významnosti 95 %). Data byla zpracována programem Statgraphics®Plus (Statgraphics Technologies, Inc. The Plains, Virginia).

5 Výsledky

Hlavním aspektem při hodnocení výsledků byl výnos. Dalšími hodnocenými faktory byla hodnota HTS, biometrické parametry a složení semene, na kterém je jasně viditelný rozdíl mezi lokalitami.

5.1 Počty rostlin na jednotku plochy

Během prvního hodnocení porostů (10.5.2022) byl stanoven počet rostlin na polochu u jednotlivých variant. Na variantách se sníženým výsevkem byl znatelně nižší počet vzešlých rostlin, a to konkrétně u varianty na lokalitě Letiště o 22 % a u varianty na lokalitě Pískovna dokonce o 36 % (Tabulka 1).

Během druhého hodnocení porostů (25.5.2022) byli znovu stanoveny počty rostlin na jednotku plochy a porovnány s prvními hodnotami. Bylo zjištěno že po uplynulých patnácti dnech došlo k dovzcházení jen u dvou variant, a to konkrétně u lokality Letiště (varianta 100 kg/ha) kde jsme zaznamenali nárůst o 2 %, a u lokality Pískovna (varianta 100 kg/ha) kde došlo k navýšení počtu vzešlých rostlin o 1 % (Tabulka 1).

Tabulka 1: Výsledky prvního (10.5.2022) a druhého (25.5.2022) hodnocení vzcházení sóji na Lokalitě Letiště a Pískovna. Rozdílné indexy mezi průměry udávají statisticky průkaznou diferenciaci na hladině spolehlivosti 95 % (ANOVA, Tukey).

lokalita	varianta	počet rostlin na m ² (kusy)	
		10.5.2022	25.5.2022
Letiště	80 kg/ha	51,2	51,2 a
	100 kg/ha	65,6	67,2 b
Pískovna	80 kg/ha	47,2	47,2 a
	100 kg /ha	73,6	74,4 b

5.2 Biometrické parametry

Těsně před sklizní (13.9.2022 a 13.10.2022) byly stanoveny biometrické parametry a následně vyhodnoceny v laboratořích na ČZU. Porosty s vyšším výsevkem na lokalitě Letiště měly podle výsledků vyšší počet větví i lusků. Naopak porosty s vyšším výsevem na lokalitě Pískovna mají oproti porostu s nižším výsevkem nižší počet, jak větví, tak lusků. Největší výšky apikálního konce nejspodnějšího lasku dosahovala lokalita Letiště (varianta 80 kg/ha). Největší počet lusků na rostlinu měla lokalita Letiště (varianta 100 kg/ha) (Tabulka 2).

Tabulka 2: Vyhodnocení naměřených hodnot z předsklizňových odběrů dne (13.9.2022 – lokalita Pískovna a 13.10.2022 – lokalita Letiště). Rozdílné indexy mezi průměry udávají statisticky průkaznou diferenciaci na hladině spolehlivosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta (výsevek kg/ha, lokalita)	délka rostliny (m)	výška apikálního konce nejspodnějšího lasku (mm)	počet plodných pater na rostlině (kusy)	počet větví na rostlině (kusy)	lusky na terminálu (kusy)	lusky na větvích (kusy)	lusky na rostlině celkem (kusy)
80 kg/ha, Letiště	0,989 c	151,5 b	11,7 c	0,8 a	26,7 c	3,5 a	30,2 b
100 kg/ha, Letiště	0,975 c	141,5 b	11,6 c	1,3 a	24,6 c	7,8 a	32,4 b
80 kg/ha, Pískovna	0,682 b	76,3 a	7,9 b	3,5 b	14 b	14,6 b	28,6 b
100 kg/ha, Pískovna	0,582 a	99,5 a	5,9 a	3,2 b	8,5 a	8,5 ab	17 a

5.3 Výnos zrna

Teoretický výnos byl stanoven 13.9.2022 a 13.10.2022 z předsklizňových odběrů. Vyšších hodnot dosahovala lokalita Letiště, přičemž nejvyššího teoretického výnosu dosáhla varianta 100 kg/ha. Teoretické výnosy byly přepočteny na 100 % sušiny.

Reálný výnos byl stanoven 13.10.2022 zvážením reálně sklizených semen a přepočítáním na jednotku plochy. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo na lokalitě Letiště u varianty s výsevkem 100 kg/ha a to o 3 % vyššího než na variantě s výsevkem 80 kg/ha. Nejnižšího výnosu bylo dosaženo na lokalitě Pískovna – varianta s výsevkem 80 kg/ha to zhruba o 11 % nižší na variantě s výsevkem 100 kg/ha (Tabulka 3).

Tabulka 3: Výsledky předsklizňových a posklizňových odběrů soji stanovených na lokalitě Pískovna (teoretický výnos 13.9.2022 a realný výnos 13.10.2022) a na lokalitě Letiště (13.10.2022).

lokality	výsevek	termín sklizně	teoretický výnos (t/ha, 100% sušina)	realný výnos (t/ha, 100% sušina)
Letiště	80 kg/ha	13.9.2022	6,282	3,321
	100 kg/ha		8,916	3,429
Pískovna	80 kg/ha	13.10.2022	4,011	1,520
	100 kg/ha		3,749	1,705

5.4 HTS a NIR spektrometrie

Posledními měřeními parametry byla HTS a NIR spektrometrie. Obě hodnocení probíhala 14.10.2022 v laboratořích ČZU. Ze získaných výsledků z NIR spektrometru bylo zjištěno, že nejvyšších obsahů dusíkatých látek dosahuje lokalita Pískovna na variantě 100 kg/ha. V ostatních naměřených hodnotách se varianty ani lokality příliš nelišily.

HTS bylo určeno pomocí počítadla tisíce semen a následně vyhodnoceno. Navážené výsledky vyhodnotily lokalitu Letiště varianta 100 kg/ha jako variantu s nejvyšší hmotností tisíce semen. Obě varianty na lokalitě Pískovna se od sebe příliš nelišily, zhruba jen o 2 %.

Tabulka 4: Výsledky naměřené na NIR spektrometru a navážené hmotnosti tisíce semen po sklizni a vlhkost semen při sklizni.

lokality	výsevek	HTS (g)	vlhkost při sklizni (%)	N-látky (%)	olejnatost (%)	škrob (%)
Letiště	80 kg/ha	173,2	10,8	31,8	19,7	5,1
	100 kg/ha	182,0	11,5	32,8	19,3	5
Pískovna	80 kg/ha	135,1	13,1	32,0	20,1	4,98
	100 kg/ha	137,9	13,4	33,5	19,7	4,91

6 Diskuze

Snížení výsevku má samozřejmě vliv na hustotu porostu. Proto je u řidších porostů spoléháno na jejich schopnost využití většího prostoru, což má za následek vytvoření více větví. Při snižování výsevku je třeba brát ohled také na vývoj počasí. Zejména u soji se může stát, že hustější porosty budou dosychat pomaleji a tím zhoršovat průběh sklizně (Petcu 2020).

Pro setí zástupců rodu *Fabaceae* je všeobecně doporučován klasický způsob zpracování půdy. Z tohoto důvodu byla na lokalitě, určené pro experimentální pokus, provedeny na Zemědělské farmě Bílek Budihostice, s.r.o., při podzimní přípravě provedena hluboká orba. Díky kvalitní přípravě půdy měly rostliny ideální podmínky pro vzcházení a růst. Chemická ochrana rostlin proběhla dle doporučení výrobce BASF, přípravkem „Corum“. Kvalitní účinnost na široké spektrum plevelů tohoto přípravku a dlouhodobá ochrana proti vzcházení plevelu měla za výsledek nezaplevelení variant až do sklizně (Štranc 2021).

Z výsledků prvního a druhého hodnocení porostů můžeme vidět, že průměrný počet vzešlých rostlin je 60 na m². To je podle Baranyka (2010) považováno za optimálně založený porost.

Štranc et al. (2022) provedly pokusy ve kterých porovnávaly odrůdové výnosy sóji na různých lokalitách, při kterých vyhodnotily průměrný výnos odrůdy Bettina jako 3,2 t/ha při výsevku 100 kg/ha. Tyto údaje se shodují s výsledky vyhodnocenými v bakalářské práci na lokalitě Letiště v obou variantách. Podobných výsledků dosáhly také autoři De Bruin a Pedersen (2008) kteří prováděli pokusy zabývající se pěstováním sóji se sníženým výsevkem ve strip till. Naopak Výnosy na lokalitě Pískovna jsou zhruba o 48 % nižší. To je pravděpodobně zapříčiněno zhoršenými půdními podmínkami.

Při srovnání biometrických parametrů s autory Štranc et al. (2022), kteří udávají průměrný počet větví na rostlinu sóji u odrůdy Bettina jako 1,5 kusu na rostlinu, dojdeme k závěru, že varianty na lokalitě Letiště se příliš neliší. Naopak varianty na lokalitě Pískovna má počet větví dvojnásobný. To může být následkem zhoršených podmínek v kombinaci s větším životním prostorem rostliny, které zapříčinili větší větvení.

Procházka et al. (2022) prováděli pokusy na porostech sójí v širokých řádcích (450 mm), při kterých byl vyhodnocen průměrný počet plodných pater 11 na rostlinu. Počet se shoduje s výsledky biometrických parametrů naměřených na lokalitě Letiště. Oproti tomu průměrný počet plodných pater na lokalitě Pískovna byl pouze 7. To můžeme odůvodnit nižším vzrůstem rostlin a zhoršenými půdními podmínkami.

Podle Štěpánka (2022) byl odhadovaný výnos soji pro rok 2021/22 2,7 t/ha. Ten byl předčen na lokalitě Letiště v obou vyšetřovaných variantách. Na rozdíl od lokality Pískovna, kde průměrný výnos činil 1,61 t/ha, to je logické vzhledem k tomu, že se jedná o zhoršené půdní podmínky.

Z hlediska výšky apikálního konce nejspodnějšího lasku nad povrchem země, byli varianty na lokalitě Letiště vyrovnané. Bylo u nich naměřeno průměrně 145 mm. K podobným závěrům došli i Procházka et al. (2016), kteří prováděli pokusy na vitalitu osiva sóji. Oproti tomu nejhorší výsledky vykazuje varianta Pískovna (80 kg/ha), kde byla výška poloviční než na lokalitě Letiště. To můžeme odůvodnit menším vzrůstem rostlin celkově zapříčiněným zhoršenými podmínkami.

Ohledně počtu lasků, byly vyhodnoceny u skoro všech variant podobné počty, a to průměrně 30 lasků na rostlinu. Jedinou výjimkou byla kupodivu varianta Pískovna (100 kg/ha), na které bylo vyhodnoceno pouhých 17 lasků na rostlinu. Je tak vidět, že tento hustější porost na zhoršených podmínkách vytvářel menší počet lasků, ale to bylo kompenzováno počtem rostlin.

Co se týče výšky porostů, na lokalitě Letiště byla průměrná výška porostu 985 mm. To se neshoduje s výsledky Štranc et al. (2022), kteří naměřili průměrnou výšku odrůdy Bettina 802 mm. Naopak porosty na lokalitě Pískovna byli průměrně 630 mm. Rozdíly můžeme odůvodnit rozdílnými lokalitami všech pokusů.

7 Závěr

Na základě provedených experimentů lze stanovit následující doporučení pro zemědělskou praxi:

- Vyššího výnosu bylo dosaženo u výsevků 100 kg/ha na obou hodnocených lokalitách.
- Horší půdní podmínky vedli k výraznému poklesu výnosu, rozdíl mezi lokalitami byl v horších podmínkách o 1,7 t/ha nižší. Rostliny na zhoršených podmínkách nejsou schopny dostatečně zaplnit a využít potenciál většího porostu.
- Pokusy prokázaly, že významnými faktory jsou jak výsevky, tak hlavně půdní podmínky.
- Byla vyvrácena hypotéza, že snížení výsevku nemá vliv na výnos semene sóji luštinaté. Výnos zrna byl nejvyšší u nejvyššího výsevku.

8 Literatura

Anderson EJ. 2019. Soybean Breeding: History, Improvement, Production and Future Opportunities. Springer, Berlin.

Baranyak P. 2010. Olejniny. Profipress, Praha.

Bílek J. 1997. Posouzení současného sortimentu odrůd cukrovky v podmínkách regionu Velvary. Česká zemědělská univerzita v Praze [diplomová práce]. Praha.

Bilyeu K. Milind B. 2010. Genetics, genomics and breeding of crop plants. CRC Press, Missouri.

BRITANNICA. 2018. Soybean. Encyclopedia Britannica. Chicago, Spojené státy americké. Available from: <https://www.britannica.com/plant/soybean> (March 2022).

Bruinsma J. 2003. World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective. Earthscan Publications, London.

ČHMÚ. 2022. Měsíční staniční data za rok 2022. Český hydrometeorologický ústav. Available from <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#> (accessed March 2023).

Da Silva CM, de Mao C. 2022. The age of Soybean. White Horse Press. Canbirgshire.

De Bruin JL, Pedersen P. 2008. Effect of Row Spacing and Seeding Rate on Soybean Yield. *Agronomy Journal* **100**:704-710.

Dill Gerald M. 2005. Glyphosate-resistant crops: history, status and future. Pest Management Science, USA.

FAO. 2023. FAOSTAT: Area harvested and production quantity – soybeans. FAO, Rome. Available from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed March 2023).

Flohrová A. 2011. Zkušenosti s pěstováním sóji v zahraničí a ČR. Profipress, Praha.

Fred L. 2006. Soybean Variety Performance Test in Tennessee. The University Of Tennessee, USA.

Hahn V, Miedaner T. 2013. Sojaanbau in der EU. DLG-Verlag GmbH, Německo.

Henshaw T, Gilbert R. 2007. Soya bean genotype response to early-season flooding, Root and nodule development. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **193**: 177-188.

Houba M. 2019. Pěstování luskovin: Sója. *Agromanual 2019* **3**:140-141.

- Houba M, Dostálová R. 2018. Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití. Profi Press, Praha.
- Houba M. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.
- Houba M, Hýbl M, Bubeník J, Ponížil A, Ondřej M, Holeček J. 2011. Metodika pěstování sóji luštinaté. Agritec, Šumperk.
- Hůla J, Abrham B. 1997. Zpracování půdy. Brázda, Praha.
- Hůla J, Procházková B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha.
- Chen Kuan-I. 2012. Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. Applied Microbiology and Biotechnology **96**: 9-22.
- ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017. Available from <https://www.isaaa.org/default.asp> (accessed March 2023).
- Isidor. 2023. Budihostice (Letiště Sazená). Emsbrno. Available from www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Srážky.a.teploty.ISIDOR.html (accessed March 2023).
- Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. Obecná produkce rostlinná 2. část. Mendelova univerzita v brně, Brno.
- Kunzová E. 2009. Výživa rostlin a hnojení fosforem. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kunzová E. 2010. Výživa rostlin a hnojení draslíkem. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Lahola J. 1990. Luskoviny: Pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Lee Y.S, Bartlett J.R. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Science Society of America Journal **40**: 876–879.
- Maxwell JE. 2011. Soybeans: cultivation, uses and nutrition. Nova Science Publishers, New York.
- Moudrý J. 2011. Alternativní plodiny. Profi Press, Praha.
- Nakumara H. 2022. Structure of the Soybean Processing Industry. Legare Street Press, Stockholm.
- Nieuwenshus R, Nieuwelink J, Van Otterloo-Butler S. 2005. Cultivation of soya and other legumes. Agromisa Foundation, Wageningen.
- Parade SR, Kasual TK, Jayas DS, White NDG. 2002. Mechanical damage to soybean seed during processing. Journal of Stored Products Research **38**:385-394.

- Petcu E. 2020. Genotype, seed rate and climate conditions influence on agronomic performances **9**:219-225.
- Podrábský M. 2002. Zvláštnosti a chyby při pěstování sóji. *Úroda* **4**: 8-9.
- Ponížil, A. 2006. Ekonomika pěstování luskovin. *Úroda* **54**: 5-7.
- Procházka P, Procházka A, Brant V, Kroulík M, Štefek M, Kasl V. 2022. Možnosti pěstování sóji v širších řádcích. *Úroda* **12**: 54-57.
- Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J. 2016. The influence of pre-sowing seed treatment by biologically active compounds on soybean seed quality and yield. *Plant, Soil and Environment* **62**: 497-501.
- Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J, Vostřel J. 2017. Effects of biologically active substances used in soybean seed treatment on oil, protein and fibre content of harvested seeds. *Plant, Soil and Environment* **63**: 564-568.
- Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Vostřel J, Řehoř J. 2018. Use of biologically active substances in hops. *Plant, Soil and Environment* **64**: 626-632.
- Ross R. 2006 Boron fertilization influences on soybean yield and leaf and seed boron concentrations." *Agronomy Journal* **98**: 354-358.
- Salvagiotti F. 2009. Growth and nitrogen fixation in high-yielding soybean: Impact of nitrogen fertilization." *Agronomy Journal* **101**: 586-589.
- Shurtleff W, Akiko A. 2018 History of research on nitrogen fixation in soybeans (1887-2018). Soyinfo Center, Lafayette.
- Singh G. 2010. The Soybean Botany, Production and uses. CABI, Wallinghart.
- Steinfeld H. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Sojneková M. 2015. Průzkum výskytu a rozšíření plevelů v české republice v roce 2015. Ústřední kontrolní a ústav zemědělský, Brno.
- Sovetgul A, Shannon GJ, Lee JD. 2014. The Current status of Forage Soybean, Pland Breeding and Biotechnology **2**:334-341.
- Šimon J. 1999. Pěstování sóji si u nás zaslouhuje pozornost. Informace pro zahradnictví, Praha.
- Štěpánek P. 2021. Nabídka odrůd luskovin pro rok 2021. *Agromanuál 2021* **10**: 60-65.

Štranc P. 2021. Fungicidní ochrana sóji. *Agromanual 2021* **5**: 36-37.

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2022. Počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2021. *Agromanual 2022* **1**: 74-76.

USDA. 2011. Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems. In U.S. USDA NRCS East National Technology Support Center. Available from https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcseprd331820.pdf (accessed March 2022).

Vaněk V, Balík J, Pavlíková D, Tlustoš P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha.

Zahran H. 1999. Rhizobium-Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate, *Microbiology* **63**: 968-989.

Žůrek M. 2012. Studium genomů významných kulturních druhů čeledě Fabaceae. Masarykova univerzita [diplomová práce]. Brno.