Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Vliv šířky řádků na produkční schopnosti porostů sóji

Bakalářská práce

Autor práce: Samuel Slavík

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv šířky řádků na produkční schopnosti porostů 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 21.04.2023 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za konzultace a vedení při zpracování bakalářské práce. Dále také děkuji doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. a Mgr. Ing. Antonínu Procházkovi za pomoc s tvorbou pokusu, Ing. Jaroslavu Tomáškovi, Ph.D. za pomoc při sklizni pokusných ploch, a všem kolegům, kteří se podíleli na uskutečnění pokusů a umožnili tak úspěšné dokončení práce.

Vliv šířky řádků na produkční schopnosti porostů sóji

Souhrn

Rostoucí ceny vstupů do zemědělské produkce vedou k myšlence snižování nákladů na osiva, hnojiva, pesticidní přípravky, fosilní paliva a další. Volba různé rozteče řádků je v poslední době velice diskutovaným tématem a agronomové se vrací k širší rozteči řádků, jak tomu bylo již dříve. Tato práce se zabývala vlivem rozteče řádků na výnos.

Zvolenou kulturní rostlinou byla sója luštinatá, která v České republice posledních pár let rozšiřuje své plochy a zvyšuje uplatnění v portfoliu české zemědělské prvovýroby, především díky své schopnosti poutání vzdušného dusíku, snížením nákladů na produkci a potenciálu svého využití.

V rámci výzkumu byl vytvořen polní pokus, který proběhl v roce 2022 u obce Pchery ve Středočeském kraji. Byly založeny porosty sóji luštinaté s šířkami řádků 12,5 cm a 45 cm s více variantami množství výsevku semen rostlin na hektar. V průběhu vegetace byly sledovány produkční parametry s vlivem na produkční schopnosti, jako je počet rostlin, výška a větvení rostlin, počet a kvalita lusků a počet semen v luscích. Produkční parametry všech variant byly následně srovnány s výnosy semen.

Průměrný výnos semen sóji v tomto jednoletém pokusu činil u variant s roztečí řádku 12,5 cm 3,6 tuny. Kdežto u variant setých s roztečí řádku 45 cm činil průměrný výnos pouhé 3,0 tuny. Bylo provedeno statistické hodnocení průměrného výnosu na úrovni odrůd pro jednotlivé varianty rozteče řádku, které prokázalo pouze částečné statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

Na základě výsledků bylo prokázáno, že vhodná kombinace šířky řádků a množství výsevku může ovlivnit porost ve prospěch snížení nákladů na produkci a udržení stabilních výnosů. Tyto výsledky mohou pomoci zemědělcům při rozhodování o optimálním pěstitelském postupu pro pěstování sóji luštinaté a přispět ke zlepšení produkčních schopností této plodiny.

Klíčová slova: sója, rozteč řádků, produkční parametry, výnos

The bed row width influence on soybean crop production

Summary

The rising prices of agricultural inputs have led to the idea of reducing the seed costs, fertilizers, pesticide products, fossil fuels and others. The choice of different row spacing has been a much debated topic recently, and agronomists are returning to wider row spacing as they have done in the past. This work has been focused on the effect of row spacing on its yield.

The chosen crop was soybean, which has been expanding its area in the Czech Republic for the last few years and increasing its application in the Czech agricultural primary production portfolio, mainly due to its ability to fix airborne nitrogen, its reduced production costs and its potential for utilization.

A field trial was set up in 2022 near the village of Pchery in the Central Bohemian Region. Soybean legume stands were established with row widths of 12,5 cm and 45 cm with multiple variations in the amount of plant seed per hectare. Soybean plant parameters affecting production capacity, such as number of plants, plant height and branching, number and quality of pods and number of seeds in pods, were monitored from the beginning of the growing season. This data was then compared with the seed yield.

The average soybean seed yield in this one-year experiment was 3.6 tonnes for the 12.5 cm row spacing variant. In contrast, the average yield for the 45 cm row spacing variants was only 3.0 tonnes. A statistical evaluation of the average yield at the cultivar level was carried out for each row spacing variant, which showed only partial statistically significant differences between the means at the 0.05 level of significance (ANOVA, Tukey).

Based on the results, it was proved that an appropriate combination of row width and seeding rate can influence the crop in favour of reducing production costs and maintaining stable yields. These results can help farmers to decide on the optimal cultivation practices for growing soybean stubble and contribute to improving the production ability of this crop.

Keywords: soybean, row spacing, production parameters, yield

Obsah

1 Úvod ... 9

2 Cíl práce ... 10

3 Literární rešerše ... 11

3.1 Sója Luštinatá ... 11

3.1.1 Historie produkce a rozšíření ... 11

3.1.1.1 Rozšíření ve světě a České republice ... 12

3.1.2 Botanické vlastnosti a morfologie ... 13

3.1.3 Nároky na prostředí ... 14

3.1.3.1 Nároky na světlo ... 15

3.1.3.2 Nároky na teplo ... 15

3.1.3.3 Nároky na vodu ... 15

3.1.3.4 Nároky na půdu ... 15

3.1.4 Hospodářské využití a význam ... 16

3.1.5 Šlechtění moderních odrůd ... 16

3.1.6 „GMO“- Geneticky modifikovaná sója ... 17

3.2 Agrotechnika pěstování ... 18

3.2.1 Minimalizační technologie ... 18

3.2.2 Zařazení do osevního postupu ... 18

3.2.3 Technologie zpracování předplodiny ... 18

3.2.4 Příprava půdy před založením porostu ... 19

3.2.5 Založení porostu ... 19

3.2.5.1 Výsevek a hustota rostlin ... 19

3.2.5.2 Rozteč řádků a spon rostlin ... 20

3.2.5.3 Hloubka setí ... 20

3.2.5.4 Termín setí ... 21

3.2.6 Válení ... 21

3.2.7 Vývoj porostu ... 21

3.2.8 Ochrana rostlin ... 22

3.2.9 Výživa rostlin ... 22

3.2.9.1 Dusík ... 22

3.2.9.2 Fosfor ... 23

3.2.9.3 Draslík ... 23

3.2.9.4 Vápník ... 23

3.2.10 Sklizeň, posklizňové úpravy a skladování 23
3.3 Ekonomika pěstování 24
3.3.1 Ekonomická možnost úspory 24
4 Metodika 25
4.1 Polní pokus 25
4.1.1 Informace o stanovišti 25
4.2 Agrotechnika pokusu 26
4.2.1 Zpracování půdy před setím 26
4.2.2 Založení porostu 26
4.2.3 Ochrana rostlin 27
4.3 Klimatické podmínky během vegetace 28
4.4 Vývoj porostu 29
4.5 Sklizeň 30
5 Výsledky polního pokusu 31
5.1 Počet rostlin na jednotce plochy před sklizní 31
5.1.1 Počet rostlin dne 15.5.2022 31
5.2 Výška rostliny 33
5.3 Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy 34
5.4 Počet větví na rostlinu 36
5.5 Počet lusků na větvích 37
5.6 Počet lusků na rostlině 39
5.7 Počet plodných pater 40
5.8 Počet semen v lusku 42
5.9 Výnos semen 43
6 Diskuze 47
7 Závěr 49
8 Literatura 50
9 Seznam použitých zkratek a symbolů ..... Error! Bookmark not defined.

1 Úvod

Šířka řádků může mít velký vliv jak na vývoj kulturní plodiny, tak i na způsob pěstování spojený s agrotechnickými postupy. Zatímco úzkořádková varianta je pro producenty obilnin konvenčního zemědělství přístupnější z hlediska technologie pro setí, širokořádková varianta se naopak hojně využívá u pěstování v ekologickém, či integrovaném zemědělství. V posledních letech tato forma širších řádků nabývá na významu i v konvenčním typu produkce s využitím technologií precizního zemědělství, které snižují tlak na životní prostředí, náklady na produkci a pracují s půdou a rostlinami variabilním způsobem. Ministerstvo zemědělství České republiky pracuje na podpoře pro zemědělce využívající precizního zemědělství a zároveň je kladen čím dál větší tlak na snižování chemických přípravků na ochranu rostlin společně s jejich zdražováním. To vše by mohlo vést k využívání širokořádkových technologií.

Sója je perspektivní plodinou pro nízkoenergetické pěstování s nízkými náklady. Z důvodu fixace vzdušného dusíku pomocí hlízkových bakterií *Bradyrhizobium japonicum* se snižují její nároky na průmyslová hnojiva, což se může podpořit pro větší efekt například inokulací osiva (Sugiyama et. al. 2015). V České republice není v nynější době plodina, která by navyšovala meziroční nárust osetých ploch více než sója. I přes to lze stále konstatovat, že je to poměrně nová plodina v portfoliu českých farmářů a díky tomu neobsahuje tolik významných chorob a škůdců jako většina intenzivně pěstovaných plodin. Díky intenzivní šlechtitelské práci lze pořídit odrůdy sóji s kratší, či delší dobou rannosti pro území České republiky.

Sója může být využita v osevním postupu jako přerušovač obilných sledů a plnit ozdravovací funkci stanoviště. Může být využita pro splnění dotačních zásad pro podporu na produkci bílkovinných plodin nebo přispět k dotačnímu cíly na diverzifikaci plodin, ve kterém bude potřeba vést od roku 2024, s výměrou nad 150 ha, minimálně 4 plodiny.

Tržní potenciál sóji je v Evropě vysoký díky předsudkům veřejnosti ohledně geneticky modifikovaných potravin (dále jen GMO). Jelikož je v Evropě zakázáno pěstovat GMO sóju, tak má vysoké uplatnění v potravinách s certifikací „GMO free“ a je prioritizována před dovozy GMO sóji ze zahraničí (The European Parliament 2022).

2 Cíl práce

Cílem práce je jednak zpracování kvalitní literární rešerše na zvolené téma a jednak ověřit vliv šířky řádků porostů sóji na jejich produkční schopnosti.

3 Literární rešerše

3.1 Sója Luštinatá

3.1.1 Historie produkce a rozšíření

Sójové boby pocházejí z Číny, kde byly domestikovány během jedenáctého století před naším letopočtem a stále zde tvoří významnou část jídelníčku (Hymowitz 1970; Skornjakov et al. 1991).

Misionáři v Asii posílali do Evropy různé odrůdy sóji. V Paříži byla tato semena sóji vysazena již v roce 1740, ale rozšíření této plodiny v Evropě bylo omezené, protože klimatické podmínky nebyly pro její rozvoj vhodné (Goldberg 1952).

V roce 1753 Carl Linne dal sójovým bobům první vědecký název *Dolichos soja* – dle jeho binomického systému. V roce 1765, Samuel Bowen představil sójové boby pod názvem „Čínská vikev“ v Severní Americe *(*Hymowitz & Harlan 1983).

V roce 1767, Bowen obdržel patent pro výrobu sójové omáčky ze sójových bobů pěstovaných v Americe. Dr. James Mease byl první osobou v Americké literatuře, který použil slovo „sójobý bob“. S největší pravděpodobností toto slovo vymyslel pro označení fazolí, ze kterých se vyráběla sójová omáčka (Mease 1804; Woodcraft *1854*).

V Dubrovníku se sójové boby začaly poprvé pěstovat v roce 1804 u Jaderského moře. Avšak jsou záznamy, které potvrzují, že se sójové boby objevily v Evropě už během 18. století. První sójové boby byly pěstovány v roce 1737 v „Clifford’s Garden“ v Nizozemsku, jak ve stejném roce Carl Linne uvedl v latině (Shurtleff & Aoyagi 2014).

V Německy psaném článku je v roce 1845 dáno sójovým bobům jejich nynější rodové jméno *Glycine* a planné sójové boby se prezentují celým vědeckým názvem *Glycine soja.* V roce 1855 byl poprvé použit vědecký název *Soja hispida* (Shurtleff & Aoyagi 2014; Shurtleff & Aoyagi 2001).

V roce 1884 Thomas Frans Hanausek byl první člověk, který prozkoumal semeno sóji pod mikroskopem a ilustroval buněčné vrstvy a jejich obsah. O dva roky později oznámil Auguste Paillieux na schůzce „Society for Acclimatization“, že analýza sójových bobů nevykazuje žádnou stopu po škrobu, a proto by byla vhodným jídlem pro diabetiky. Byl prvním, kdo propojil sójové boby s dietou pro diabetiky, a tak vytvořil další využití sóji v západním světě (Shurtleff & Aoyagi 2014; Shurtleff & Aoyagi 2001; Shurtleff & Aoyagi 2009).

V roce 1890 byl Greshoff první, kdo prohlásil, že uzliny na kořenech sojových bobů jsou bakterie, které poutají volný dusík. V roce 1893 Hellriegel a Wilfarth v Německu představili leguminózy fixující vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií na kořenech rostlin. W. P. Brooks z pokusné stanice v Massachusetts v klasickém pokusu prokázal, že výnosy sóji jsou nejvyšší, když jsou kořenové hlízky nejhojnější (Miller 1982; Shurtleff & Aoyagi 2014).

V roce 1897 vznikl dokument pojednávající o specifických strojích pro produkci sóji – žačátek doby zemědělské mechanizace. V tomto roce také vznikl dokument, který pojednává o komerčním využití sójového nápoje v USA (Williams 1897).

1898 Nejstarší viděný dokument, který zmiňuje Nitragin nebo jiné komerční inokulum. W. M. Munson uvedl, že Nitragin neboli Germ Fertilizer, se vyrábí v Německu. Munson testoval Nitragin na různých plodinách, ale ne na sóje. Nezaznamenal žádný znatelný účinek inokulace. Měl však dobré výsledky při očkování fazolí sóji hlízami z předchozí sklizně (Shurtleff & Aoyagi 2014).

V roce 1898 byly ministerstvem zemědělství Spojených států představeny a vyšlechtěny nové odrůdy. Rozvoj odvětví na konci 20. let byl jen mírný, celková produkce sóji v roce 1930 činila 14 milionů bušlů. Produkce se v roce 1950 na 287 milionů bušlů. Hlavní ekonomické důvody tak rychlého nárůstu sklizně sóji byly následující: stále vyšší úroveň národního hospodářství spolu s růstem lidské a živočišné populace, která zajišťovala efektivní poptávku po bílkovinách a olejích; ztráta důležitých zdrojů tuků a olejů během války a rostoucí potřeby Evropy na tuky a oleje (Goldberg 1952; Britannica 2018).

V roce 1950 se ve Spojených státech se zvýšila nejen velkoplošná produkce, ale také průměrné výnosy sóji na akr, které se zvýšily o 3,1 bušle, tj. o 16,9 % oproti průměrným předválečným výnosům. Se vstupem Spojených států do války a ztrátou dodávek z Asie se Amerika změnila z čistého dovozce na vývozce. Změny ve světové produkci sóji, které nastaly během války, se udržely a urychlily. Asijská produkce se nevrátila na předválečnou úroveň kvůli vnitřním rozporům v Číně a korejské válce. Těsně před druhou světovou válkou se Amerika stala zemí vyvážející sóju, ale zdaleka dominantním vývozcem byla Čína, tehdy nazývána Mandžusko. (Goldberg 1952; Egli & Crafts-Brander 1996).

Mezi lety 1965 až 1975 pokročil výzkum chemické regulace plevele, jenž se odrazil na produkci sóji. Také efektivnější mechanizace pomohla zkrátit pracovní dobu potřebnou k výrobě. Výnosy sóji v tomto období stabilně rostly také v závislosti na velice aktivním šlechtění (Shurtleff & Aoyagi 2004).

3.1.1.1 Rozšíření ve světě a České republice

Produkce sóji v SSSR byla značná od roku 1928. V roce 1979 byl SSSR šestou největší zemí produkující sóju na světě, ale s méně než 1 % produkce USA. Podunajské země produkovaly do roku 1966 nepatrné množství sóji. V roce 1966 se začala rozbíhat produkce v Rumunsku a v roce 1974 následovalo Bulharsko, Jugoslávie a Maďarsko. V Západní Evropě stoupala produkce mezi lety 1970 až 1980 pouze ve Španělsku a Francii. Počínaje polovinou 50. let se Evropa opět stala významným dovozcem sóji, jako tomu bylo ve 30. letech 20. století (FAO 2022; Shurtleff & Aoyagi 2004).

Do roku 1979 samotné Evropské hospodářské společenství dováželo 11,99 milionů tun sójových bobů a 5,88 milionů tun sójového šrotu, většinou z USA, Brazílie a Argentiny. Prakticky všechny sójové boby byly použity jako krmivo pro hospodářská zvířata (Shurtleff & Aoyagi 2004).

V současné době se produkce sóji odhaduje s 11% meziročním růstem na 391 milionů tun, s tím se zvyšuje i celosvětová produkce oleje. Celosvětová plocha sóji by v roce 2022 měla přesáhnout 134 milionů hektarů. Na prvním místě světového žebříčku produkce sójových bobů je Brazílie (149 milionů tun), USA (122,6 milionů tun), Argentina (51 milionů tun) a až

poté následuje Čína (17,5 milionů tun), která je zároveň největším importérem sóji (98 milionů tun) následovaná Evropskou unií (17 milionů tun šrotu a 15 milionů tun semene). V důsledku nadprůměrných výnosů sóji v loňském roce a extrémního vzrůstu cen hnojiv došlo v letošním roce k růstu sójových ploch v ČR až o 45 % oproti roku 2021 (Štranc et al. 2022; USDA 2022).

Sója je v České republice poměrně novou plodinou, která se začala rozšiřovat až v posledních desetiletích. V 90. letech 20. století byly plochy oseté sójou v ČR zanedbatelné, avšak v posledních letech došlo k významnému nárůstu těchto ploch, jelikož se díky intenzivnímu šlechtění zkrátila vegetační doba (Houba & Dostálová 2018; Venclová 2022).

V současné době je možné sóju pěstovat ve vyšších nadmořských výškách, kde dosahuje mnohem vyšších výnosů než v oblasti svého původu Podle dat ze statistiky Českého statistického úřadu se v letech 2012 až 2022 zvýšila plocha osetá sójou v ČR téměř pětinásobně, a to z 5 742 hektarů na 28 538 hektarů. V posledních letech je pozorován výrazný nárůst ploch osetých sójou v České republice. Podle dat Ministerstva zemědělství se v roce 2016 pěstovala sója na ploše 14 210 ha, což je více než dvojnásobek oproti roku 2015, kdy byla plocha pouze 6 145 ha. V roce 2017 se plocha ještě zvýšila na 17 090 ha, v roce 2018 na 22 573 ha, v roce 2019 na 25 642 ha a pro rok 2022 je výměra rekordních 28 500 ha. (Dvořáková & MZe 2019; ČSÚ 2022; Venclová 2022).

3.1.2 Botanické vlastnosti a morfologie

Rod *Glycine* – sója zahrnuje velký počet druhů, které rostou většinou planě. Patří sem i například divoká forma druhu *Glycine soja*, která je předchůdcem kulturní plodiny sóji, kterou pěstujeme (Brink & Belay 2006). U nás je rod zastoupen jediným druhem Sója Luštinatá – *Glycine max* (L.) Merrill (*syn. G. soja SIEB. Et Zucc., Soja hispida Moench.*). Svými znaky to je typická luskovina (resp. luštěnina při pěstování na zrno) z čeledi bobovité (Fabaceae). Jejím plodem jsou sójové boby neboli lusky, dlouhé 3-6 cm a 0,5-1,5 cm široké, rovné až lehce prohnuté, ve kterých se nacházejí jedno až čtyři oválná semena, podle odrůdy mohou být jednobarevná nebo mramorovaná se žlutou, hnědou, šedou, zelenou nebo černou barvou. Semena obsahují okolo 40 % bílkovin a 20 % oleje (Lahola et al. 1990; Houba et al. 2009).

Rostlina je jednoletá, dvouděložná, samosprašná, kleistogamická, se vzpřímenými ochlupenými lodyhami dosahujícími za vhodných podmínek až 2 metru, u většiny komerčních odrůd však dorůstají velikosti 60–90 cm a počtem 3-7 větví na rostlinu. Formy sóji pro pěstování na semeno mají vzpřímenou a pevnější lodyhu a formy pro krmné účely mají slabší a popínavou lodyhu. Květenství je hrozen, barva květů motýlokvětého typu je bílá, žlutá až fialová. Sója je krátkodenní rostlinou, tudíž v krátkých dnech urychluje nástup do kvetení v závislosti na odrůdě a teplotě. Rostliny kvetou obvykle kolem 20 dnů a od spodu rostliny směrem k vrcholům větví. Tvoří se 1-8 květů na rostlinu, většina se neotvírá a k opylení dochází skrytě. Květy jsou uspořádány jednotlivě nebo do hroznů. Cizosprášení je vzácné. HTS se pohybuje okolo 40–250 g. Významnou a pěstitelsky využívanou vlastností je výška nasazení prvního lusku (ovlivňuje způsob sklizně a snížení ztrát) (Houba 2019; Houba 2018; Štranc et al. 2010; Brink & Belay 2006; Britannica 2021).

Z počátku růstu sóji se vyvýjí charakteristický kůlový kořen, který nesahá hluboko do půdy, později se však z něj tvoří velké množství postranních kořenů, které mohou sahat do hloubky přes 2 metry. Kořeny navazují symbiotický vztah s bakterií *Bradyrhizobium japonicum*, které váží vzdušný dusík prostřednictvím kořenových hlíz (Nguyen et al. 2017; Oehler et al. 2000).

Hlízky se tvoří na kořenech, které se vyskytují v orniční vrstvě. Bakterie se do rostliny dostávají kořenovým vlášením a redukují vzdušný dusík na amoniak za pomocí nitrogenázy, která funguje pouze v anaerobních podmínkách. Reakce spotřebovává energii, která je dodávána rostlinou ve formě cukrů (Lahola 1990; Zahran 1999).

Aktivita symbiózy s bakteriemi roste do fáze kvetení a nasazování lusků, a ve fázi zelených bobů klesá. Silný vliv na aktivitu bakterií má například genotyp rostliny, půdní typ, provzdušněnost, vlhkost půdy a pH. Poutání vzdušného dusíku má obrovský potenciál pro zemědělství. Za optimálních podmínek je spotřeba dusíku rostlinou pokryta z 50-75 % (Štranc et al. 2005; Barker et al. 2005; Shurtleff & Aoyagi 2018; Shah et al. 2017).

Typ lodyhy může být determinantní, polodeterminantní nebo indeterminantní. Barva lodyhy je zelená nebo s antokyanovým zbarvením, v semenné zralosti žlutá nebo šedožlutá. Lodyha, větve a listy jsou vlnatě chlupaté. Barva chlupů je pro genotypy charakteristická: šedobílá, žlutohnědá až hnědá nebo černá. Listy jsou střídavé, dlouze řapíkaté, trojčetné, na bázi s palisty. Čepel bývá hladká nebo vrásčitá, jemná měkká nebo hrubší, plstnatě chlupatá, světle nebo tmavě zelená. Lístky jsou tvarově velmi proměnlivé, vejčité až kopinaté 2,5 – 8 cm velké, postranní listy jsou asymetrické, na jedné rostlině mohou být různého tvaru a velikosti. Palisty jsou trojúhelníkového tvaru. U většiny forem listy při dozrávání odpadávají (Mižík 2008; Lahola et al. 1990).

3.1.3 Nároky na prostředí

Sója luštinatá je krátkodenní rostlina, tudíž dlouhé dny její kvetení oddalují a prodlužuje se její vegetační doba. Největší světelné požadavky nastávají mezi obdobím kvetení a naléváním lusků. Teplé prostředí sóje prospívá, jelikož je to původem teplomilná rostlina s vysokými nároky na vláhu, avšak její teplomilnost se často přeceňuje, a naopak její nároky na vláhu jsou podceňovány. Pestré šlechtění dosáhlo snížení všech těchto faktorů. Rané odrůdy lze využít v České republice především v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti (Lahola et al. 1990; Pospíšil & Candráková 2004; Houba et al. 2009).

Pozemek musí být schopen vyhovět požadavkům přípravy půdy, například dokonalému rozdrcení hrud nebo fyzikálním vlastnostem jako záhřevností a vododržností a také musí být schopný zajistit vyhovující podmínky pro sklizeň i v případě nevyhovujícího počasí. Z těchto důvodů je vhodné zvolit méně svažitý terén, bez nerovností či kamenů a orničním horizontem se schopností půdy udržet vláhu. Nevhodnými půdami jsou půdy extrémně lehké, kde dochází k rychlému vysychání nebo extrémně těžké, které jsou hůře zpracovatelné. Ideálním prostředím je strukturní středně hlinitá půda s dobrou vodní kapacitou a vyšším obsahem organických látek (Podrábský 2002; Štranc et al. 2005).

3.1.3.1 Nároky na světlo

Pro naše podmínky jsou vhodné určité odrůdy, které reagují méně na délku dne. Světlo je nejvíce potřebné zejména v období kvetení, nasazování lusků a nalévání semen. Nároky na světlo lze podpořit i agrotechnickými úkony jako je výběr pozemku s příznivou jižní svažitostí a spon rostlin (Lahola et al. 1990).

3.1.3.2 Nároky na teplo

Průměrná roční teplota v podmínkách ČR by se na půdách obhospodařovaných sójovými boby měla pohybovat mezi 8 až 9,5 °C, při tepelné konstantě 2000 (2200) – 3000 °C (u raných odrůd 2000–2300 °C) (Baranyk et al. 2010).

3.1.3.3 Nároky na vodu

Dalším kritériem, na které má sója geneticky zafixované vyšší nároky je vlhkost půdy, přičemž Yu et al. (2004) uvádí, že pro vlhkost vzduchu je pro sóju stejně tak důležitá, jako vlhkost půdy. Vyžadována je vyšší relativní vlhkost vzduchu a vyrovnaný vodní režim půdy v průběhu celé vegetace. Největší požadavky na vodu jsou v období od vysetí do vzejití a následně v odobí květu a nalévání semen (první polovina léta). V našich polohách touto dobou často dochází k vodnímu deficitu. Při delším období vodního stresu je zastavena fotosyntéza, narušen metabolismus rostlin, vzrůst katabolických procesů, redistribuce organických látek ze spodních pater do mladších orgánů a semen. Z hlediska celé vegetační doby sóje nejvíce vyhovuje semiuvidický interval vlhkosti půdy, ve kterém je v půdě dostatek kyslíku umožňujícího intenzivní kořenové dýchání, přičemž je i voda pro sóju lehce dostupná. Sací tlak rostliny sóji odpovídá rozpětí 2,4 – 3,3 MPa, který umožňuje optimální vývoj vodně-vzdušných a oxidačně-redukčních podmínek a podporuje rozvoj intenzivnější mikrobiální činnosti. V průběhu zrání může semiuvidický interval přecházel v interval semiaridní, kde je voda v půdě méně pohyblivá a méně dostupná pro rostinu sóji. V pokročilém období zralosti je vhodný klesající obsah vody až na aridní interval vlhkosti, který zajistí optimální vlhkost semen při sklizni a zpravidla i dobrou nutriční a biologickou hodnotu (Yu et al. 2004; BARANYK et al. 2010; Štranc et al. 2005).

Štranc et al. (2010) uvádí, že optimální suma srážek by měla být 550–650 mm, s rovnoměrným rozložením srážek v průběhu celé vegetace.

Vodní stres rostlin v období klíčení lze eliminovat časným výsevem. Pro klíčení semen sóji je potřeba 150 % jejich hmotnosti. Umělá závlaha může významně zvýšit výnos zrna a výnos bílkovin až o 40 % (Karges et al. 2022; Štranc et al. 2005; Doss et al. 1974.)

3.1.3.4 Nároky na půdu

Pěstování je preferováno na písčitohlinitých až hlinitých půdách, u kterých se projevuje výborná výhřevnost, hloubka půdy a slabě kyselá až neutrální půdní reakce (pH 6,5-7). Z hlediska půdního typu nejvíce vyhovují lužní a nivní půdy, černozemě a hnědozemě. Půda by

měla být dobře zásobená humusem, vápnem, makroprvky jako jsou draslík a fosfor a ostatní živiny. Rovněž je možné aplikovat startovací dávku dusíku. Sójovým bobům nevyhovují půdy nadměrně utužené, zamokřené, kyselé nebo zastíněné. Jelikož je sója v počátečních fázích růstu náchylná k zaplevelení, je pěstování vhodné na půdách trvale nezaplevelených. (Houba et al. 2011; Hůla et al. 2008; Fageria et al. 1997).

3.1.4 Hospodářské využití a význam

Sója má potenciál všestranného využití, jelikož je luskovinou i olejninou zároveň. Její nejčastější možností využití je krmivo hospodářských zvířat. Studie uvádí, že pouze 20 % je spotřebováno pro lidskou výživu. Z hlediska výživového je sója kvalitní bílkovinnou složkou potravy pro všechna hospodářská zvířata, zejména drůbež a prasata, jak ve formě siláže a zrn, tak i ve zpracované formě experelů nebo sójové moučky. Pro efektivní využití sójových semen na krmivo je podstatné provést tepelnou úpravu formou termických nebo hydrotermických procesů. Tepelná úprava snižuje obsah antinutričních látek. (Lahola et al. 1990; Mervart 2005; Ritchie & Roser 2021).

Pro svůj obsah bílkovin, který činí 32-36 %, je ideálním zdrojem proteinů. Přitom obsahuje i 18-22 % tuku, díky kterému je sója ideální na výrobu oleje, který je velmi dobře stravitelný pro lidský organismus (Lahola et al. 1990). Bílkovina sóji se někdy nazývá vegetativní kasein, který je velmi podobný mléčnému kaseinu. V potravinářském průmyslu se z něj vyrábí strukturální bílkovina sóji, která se může spékat a vytvářet struktury podobné masu (Kudrna et al. 1998).

V posledních dvaceti letech se sója také stala složkou biodieselu. Bionaftu lze vyrábět z různých surovin. V USA je však bionafta z velké části závislá na sójovém oleji jako vstupní surovině. V současné době se zhruba 25 % sójového oleje používaného v USA přeměňuje na bionaftu (Nguyen et al. 2017).

Při nynějším zdražování agronomických vstupů lze využít u sóji předplodinovou hodnotu jak pro následnou plodinu, tak pro celý osevní sled, s pozitivním vlivem na fyzikální a biologický stav půdy. Z hlediska legislativních podmínek pro řádné plnění agrotechnických termínů může sója přinést význam v rozložení polních prací v zemědělském podniku – sója se vysévá později než většina jařin, podobně je tomu i u sklizně (Houba et al. 2009).

Mezi další podstatné přednosti spadají nižší náklady na výživu rostlin. Zde je nutné si ale uvědomit, že sója i po důkladné bakterializaci vytváří velmi málo hlízek, které nemohou zajistit optimální výživu dusíkem ze vzduchu. I při dobré tvorbě hlízek pochází více než třetina dusíku v rostlinách z půdy (Lahola et al. 1990).

3.1.5 Šlechtění moderních odrůd

Houba (2019) konstatuje: *"Ještě v 70.–80. letech byla sója na zrno pěstována jen v nejteplejších polohách Československa na plochách nepřesahujících 2 tis. ha."*
Počátkem devadesátých let ve spojení s raným rozvojem pěstování sóji v ČR bylo registrováno pouze 5 odrůd. Od roku 2008 byl zaveden systém SDO (seznam doporučených odrůd), který se skládal převážně z odrůd zahraničních (Houba et al. 2009).

Dnes, díky odrůdám vyšlechtěným pro Kanadu a později i jiné vyšší zeměpisné šířky, je sója s úspěchem pěstována i ve středních polohách Čech, kde při plnění správné agrotechniky je dosahována sklizňová zralost s odpovídajícími parametry výnosu i jakosti (Houba 2019). Dokazuje to historicky maximální výměra z roku 2021, která činila 19 679 ha (Průša 2022).

Ve světovém měřítku jsou v oběhu stovky odrůd, které se zaměřují na vyšší výnos, lepší kvalitativní parametry, větší odolnost chorobám, škůdcům nebo také stresovým faktorům a v neposlední řadě na délku vegetace, která, specificky pro naše oblasti, se snaží dosáhnout urychleného vývoje a dosažení vyšší ranosti (Houba 2019).

Pro podmínky České republiky jsou nejvhodnějšími odrůdami především ranější odrůdy, které poskytují dobrý výnos při kratší vegetační době (do 130 dnů). Odrůdy by zde měly splňovat také odolnost proti chladu a odolnost vůči suchu. Důvodem raných odrůd jsou nepříznivé povětrnostní podmínky při dozrávání a sklizni, kdy dochází ke značnému kolísání na výnosech (Baranyk et al. 2010).

Dle Houby (2019): *„V České republice je dnes registrováno 16 odrůd, z toho 13 je uváděno v Seznamu doporučených odrůd (SDO) pro rok 2019.“*

3.1.6 „GMO“- Geneticky modifikovaná sója

Většinu sóji luštinaté pěstované ve světě tvoří geneticky modifikované odrůdy, které snižují náklady na pěstování. Konkrétně v roce 2018 tvořily geneticky modifikované odrůdy ve Spojených státech 94 % pěstebních ploch sóji. Negativním dopadem pěstovaní sóji, jakožto i jiných kulturních plodin pro produkci olejů, může být zakládání nových pěstitelských ploch na úkor deštných pralesů, které jsou každoročně ve velké míře káceny (FDA 2022; Stickler 2009).

Genetické inženýrství je v Evropě stále zakázané a priorizuje se klasické šlechtění. Z agronomického hlediska jsou GMO (geneticky modifikované organismy) přínosné, z důvodu umělých úprav genomů, které vedou například k rezistenci odrůd vůči neselektivním herbicidům, vyšší rezistenci vůči chorobám a škůdcům nebo vyšší výnosností, což je pro zemědělce ekonomicky výhodné. Oproti klasickému šlechtění je tato metoda rychlejší i stabilnější. Naopak jedné z nevýhod této metody může být například rezistence plevelů vůči neselektivním herbicidům (Houba 2019; Clive 2003).

Sója se stala nejpěstovanější geneticky modifikovanou plodinou světa a již v roce 2004 představovala její plocha 60 % všech GMO rostlin. Genetické modifikace jsou zaměřeny nejvíce na rezistenci vůči neselektivním herbicidům a kvalitu oleje a v menší míře se zaměřuje na škůdce (Bečka & Jozefyová 2005).

Absence genetických modifikací v České republice může kromě nedůvěry ke genetickému inženýrství dle Houby (2019) souviset i s obchodní politikou. Krmné směsi sóji i ostatních plodin, které jsou geneticky modifikované, jsou dováženy z Ameriky a prodávány na tuzemském trhu za nižší finanční hodnotu, díky absenci nákladů na produkci spojenou právě s genetickou modifikací. GMO krmivy se živí tuzemská zvířata, ze kterých se následně vyrábí masné výrobky a prodávají se na tuzemských trzích (Houba 2019).

3.2 Agrotechnika pěstování

Agrotechnika pěstování sóji se může v mnoha ohledech lišit. V rámci celého světa se z hlediska zeměpisné šířky odlišují termíny prací, podmínky pro setí a podobně. Z hlediska nadmořské výšky se tyto faktory mění i v České republice. V nížinách je díky příznivějším podmínkám možno dříve zakládat porost v rozmezí dnů až týdnů oproti oblastem s vyšší nadmořskou výškou. Dřívějším zasetím je dosaženo i dřívější sklizně. Ve vyšších polohách se termíny oddalují zejména vůči teplotním podmínkám (Štranc et al. 2002).

Základním kritériem při agrotechnice sóji, která je náchylná na vláhu, je zamezení evaporace půdy snížením počtu přejezdů. Pro optimální průběh klíčení a vzcházení je vhodná dostatečně kyprá půda, která si udržuje dostatečné množství vláhy (Houba et al. 2009).

Základními rozhodujícími parametry pro výši výnosu jsou počet rostlin na jednotce plochy a jejich rozmístění neboli výsevek (Štranc et al. 2002).

3.2.1 Minimalizační technologie

Agrotechnika zpracování půdy před setím a při setí samotném se v rámci zemědělských podniků liší také podle možností mechanizace. Většina pěstitelů zachovává klasický orební systém. Minimalizační systémy, které jsou využívány zejména v oblastech USA, se využívají hojně i u nás. Nejčastěji se sója pěstuje v minimalizaci tam, kde se již využívá minimalizační technologie pro všechny plodiny v osevním postupu daného podniku. Minimalizace u sóji obnáší i technologii přímého setí semen do strniště předplodiny. Při tomto způsobu zakládání porostu je důležitá likvidace plevelů a výdrolu pomocí neselektivních herbicidů již před setím. (Hůla et al. 2008).

3.2.2 Zařazení do osevního postupu

V osevním postupu má sója vysokou předplodinovou hodnotu a plní funkci zlepšující plodiny. V České republice doplňuje osevní postup, který se zaměřuje na obiloviny (Vaňatová 2004).

Nejčastěji se řadí do osevních sledů po animálně hnojených okopaninách, kde poskytuje nejvyšší výnosy. Lze ji ale také zařadit mezi dvě obilniny nebo ji pěstovat po sobě, kde ve druhém roce poskytuje vyšší výnosy, z důvodu vyšších obsahů hlízkových bakterií v půdě, které je možné podpořit ještě více například inokulací osiva (Špaldon et al. 1982; Štranc et al. 2005; Moudrý et al. 2011).

Sója v osevním postupu zvyšuje diverzitu plodin a umožňuje lepší časové rozložení pracovních operací v období setí a sklizně (Flohrová 2001).

3.2.3 Technologie zpracování předplodiny

Po předplodině je vhodné podmítkou zpracovat posklizňové zbytky. Tím urychlíme jejich humifikační procesy, zapojíme půdní edafon, zredukujeme výskyt plevelů s výdrolem předchozí plodiny a zejména v letním suchém období přerušíme výpar způsobený půdním

škraloupem. Vhodná je orba nebo kypření různými druhy kypřičů, které zvládnou zpracovat půdu v profilu ornice a vyznačují se rychlostí práce a tím i menší časovou náročností. Klasická orba je sice časově náročnější, ale příznivější díky lepšímu provzdušnění půdy, zaklopením plevelů a jejich semen do půdy a zároveň i posklizňových zbytků, které by mohly způsobit výskyt chorob. Podle studií při orbě dochází také k lepšímu pozdějšímu synergickému efektu s hlízkovými bakteriemi (Průša 2022).

Na pozemcích s minimálním utužením lze využít i minimalizační technologie, při kterém se vynechá hlubší zpracování půdy (orba, kypření) nebo je zde i možnost přímého setí do strniště – striptill nebo notill. Minimalizační technologie vyžaduje vyšší aplikaci herbicidů. Vhodné je alespoň podzimní prokypření hloubkovými kypřiči, aby se zamezilo utužení orniční vrstvy. Naopak na zhutněné podorniční vrstvě voda v suchých obdobích přebývá a sója ji může využít. Za mokra zamezují rostlinné zbytky stékání nebo splavování vody, zejména na erozně ohrožených půdách. (Všetečka 2017; Procházková et al. 2008).

3.2.4 Příprava půdy před založením porostu

Příprava půdy před setím je velice důležitá, neboť sója je velice náročná na kvalitu zpracovaní půdy. Mezi základní kritéria předseťové přípravy spadá urovnání pozemku, dobré prokypření a vytvoření seťového lože s minimální ztrátou vláhy z půdy. Nedokonale urovnaný pozemek se projeví sklizňovými ztrátami a nevyrovnanou vzcházivostí (Houba 2019).

Vhodné je urovnání pozemku po orbě ještě v podzimním období, jelikož se tím zadrží více vláhy ve spodních vrstvách půdy. Pokud se orba urovnává až na jaře, provádí se mělčeji, do hloubky setí. Tím se zamezí smísení suché půdy s vlhkou půdou z hlubších vrstev, které by mohlo vést k nerovnoměrné vzcházivosti osiva a tím i k nevyrovnanosti rostlin, jež může komplikovat pozdější ošetřování porostu (Průša 2022).

3.2.5 Založení porostu

3.2.5.1 Výsevek a hustota rostlin

Optimální počet rostlin se pohybuje mezi 45 až 65 rostlinami na m^2. Rozmezí se liší v závislosti na variabilních podmínkách, zejména na termínu setí, úrodnosti stanoviště, průběhu povětrnostních podmínek a odrůdě (Baranyk et al. 2010).

Při vyšším výsevku neboli při větším počtu rostlin na jednotce plochy bude vzrůstat jejich vzájemná konkurence, tím bude ovlivněno větvení rostlin, dojde ke snížení počtu lusků na rostlině (celkový počet lusků na plochu však zůstává více či méně zachován), ke snížení počtu plně vyvinutých lusků a semen a jejich menší vyrovnanosti. Rovněž je větší riziko polehnutí porostu (Štranc et al. 2002).

Výhodami hustšího porostu sóji jsou větší výška nasazení prvních lusků, tím dochází k menším sklizňovým ztrátám. Dále hustota porostu zamezuje přístup slunečnímu záření do nižších vrstev, což potlačuje růst plevelů. Porost si dokáže udržet vyšší relativní vlhkost porostu, který je příznivější pro kvetení a také snižuje vhodnost prostředí pro nebezpečného škůdce, Svilušku chmelovou (Houba et al. 2011).

Výhodami řidšího porostu sóji jsou nižší konkurence mezi rostlinami, čímž bude dosaženo většího počtu větví, lusků i semen na rostlině (celkový počet lusků na plochu však zůstává více či méně zachován), menší riziko poléhání, mohutnější a fyziologicky aktivnější kořenový systém (Baranyk et al. 2010).

Optimální počet rostlin sóji se pohybuje v rozmezí 550–650 tisíc na hektar, v závislosti na podmínkách stanoviště a odrůdě. Při stanovení výsevku je třeba vycházet také z klíčivosti a HTS jednotlivých odrůd a konkrétního osiva (Štranc et al. 2002).

3.2.5.2 Rozteč řádků a spon rostlin

V minulosti se sója, v závislosti na použití technologie plečkování, vysévala do řádků s roztečí až 70 cm. Dnes se této šířky využívá zejména na ekofarmách v USA a Kanadě. V současné době je doporučována a používána vzdálenost řádků 25–45 cm (Štranc et al. 2002).

U širokořádkových variant můžeme zvolit technologii s plečkováním. Plečkování může mechanicky omezit výskyt plevelů, u slévavých půd narušit půdní škraloup, provzdušnit půdu, zlepšit mineralizaci a zamezit evaporaci (Hruška 2022; Procházka 2021).

Použití herbicidů snižuje počet kultivačních zásahů a zároveň se díky této technologii začala sója vysévat do užších řádků, které umožňují rovnoměrnější rozmístění rostlin po ploše. Výskytu plevelů v porostech sóji lze zamezit použitím vhodných herbicidů pod prahem škodlivosti. Tím lze vyloučit mechanické ošetření a zmenšit rozteč řádků (Štranc D et al. 2002).

Spon širokořádkových rostlin může mít do budoucna větší perspektivu v precizním zemědělství, které může přinést finanční úspory i dodržení legislativních omezení herbicidů plečkováním s možností využití pásové aplikace herbicidu zároveň (Geisselreiterová 2022).

3.2.5.3 Hloubka setí

Hloubka setí se pohybuje okolo 3-5 cm. Mělčeji zasetá sója je ohrožena preemergentním herbicidním postřikem, který vytváří film na povrchu půdy až do hloubky dvou centimetrů. Dále je mělce založený porost sóji ohrožen škůdci, kteří mohou poškodit porost na celém poli (Průša 2022).

Při stanovení vhodné hloubky setí je třeba vycházet z velikosti semen, teploty a vlhkosti půdy, doby výsevu, zrnitosti půdy a z plánování herbicidní aplikace (Štranc D. & Štranc J. 2002).

Důležité je dodržení stejnoměrné hloubky výsevu, kterému předchází dokonalé urovnání povrchu půdy s mělkým kypřením a zhutněním vrstvy budoucího seťového lože. Tím dosáhneme stejnoměrného vzcházení, a tudíž nedojde k poškození rostlin herbicidem (Všetečka P. 2017). Docílíme tím i rychlejšího zapojení porostu, které je významné z hlediska výšky nasazení prvních lusků. V rovnoměrném hustším porostu se v důsledku menšího pronikání světla prodlužuje hypokotyl a epikotyl rostlin, a tím dochází k nasazení prvních lusků ve větší vzdálenosti od povrchu půdy, díky čemuž je zajištěna sklizeň s menšími ztrátami a omezení růstu plevelů (Štranc et al. 2002).

Při časném výsevu do vlhčí půdy je hloubka uložení semen menší (2,5 - 4 cm v závislosti na zrnitosti půdy), jelikož se povrchová vrstva půdy rychleji prohřívá, takže sója při dostatečné

vlhkosti půdy rychle vyklíčí. Při pozdnějším termínu setí a sušším povrchu půdy sóju vyséváme hlouběji (do vlhčí vrstvy půdy). Nikdy se neseje hlouběji než 6–7 cm, tím by se rostlina vysiluje (Štranc et al. 2012).

Při časném výsevu do středně těžké půdy sejeme do hloubky 4–5 cm, v případě těžké půdy do 3–4 cm. Při pozdějších termínech vyséváme v závislosti na druhu půdy do hloubky 4–6 cm (Štranc et al. 2002).

3.2.5.4 Termín setí

Při průměrných jarních teplotách v závislosti na nadmořské výšce se u nás sója začíná vysévat ve třetí dekádě dubna. V méně příznivých podmínkách je možné se setím vyčkat nejpozději do 5. května (Lahola et al. 1990). Počátek výsevu závisí na minimální teplotě v hloubce zapravení semen při dostatečné vlhkosti okolního prostředí (Štranc D a Štranc J. 2002). Předčasné nebo opožděné setí způsobuje často dosažení nižších výnosů (Lahola et al. 1990). Sója má ráda dostatečně prohřátou půdu, tudíž s termínem setí není třeba pospíchat (Průša 2022). Při rostoucích denních teplotách vzduchu a půdy lze sóju vysévat již při teplotě půdy 7–8,5 °C. Semeno sóji nabobtná při 6–7 °C a klíčení probíhá při 9–11 °C. Pokud je půda prohřáta až při pozdějším termínu setí, zajišťuje rostlinám rychlý start i vyšší nasazení prvního patra lusků oproti dřívějšímu termínu setí, kdy půda není dostatečně prohřáta. Při nestabilním a chladném počasí tudíž odsouváme termín setí na mírně pozdější dobu (Štranc et al. 2002; Štranc et al. 2012).

Na lehčí a strukturní půdě nebo v záhřevnějších polohách je setí vhodné již při nižší teplotě, a naopak na těžší, vaznější a méně strukturní půdě nebo v chladnějších polohách je vhodné sít při vyšší teplotě. Při pozdním setí vytvářejí rostliny slabší habitus, a proto jsou vhodnější užší řádky. Přibližné termíny setí v závislosti na nadmořské výškce: v polohách do 200 m n. m. 10. 4. - 17. 4., v polohách od 200 do 250 m n. m. 15. 4. - 25. 4. a v polohách od 250 do 320 m n. m. pak 25. 4. - 10. 5., nad 320 m n. m. musíme ukončit setí do 15. - 20. 5. (Štranc et al. 2002; Štranc et al. 2005).

3.2.6 Válení

Po výsevu je pozemek možné válet. Kvůli vzniku půdního škraloupu není vhodné používat hladké typy válců. Válením se regulují teplotní a vlhkostní poměry a zároveň se pozemek urovná do roviny. V sušších podmínkách po pozdějším výsevu je válení velmi prospěšné, jelikož se podpoří vzlínání vody k zapraveným semenům. Pokud je v období výsevu půda dostatečně vlhká, ponecháme výsevní horizont kyprý a neválíme z důvodu, že se kyprý horizont prohřeje rychleji a tím zajistí příznivější teplotu pro klíčení (Štranc et al. 2002).

3.2.7 Vývoj porostu

Sója vzchází 5–15 dnů od zasetí. Hypokotyl nad zemí vytvoří záhyb, ze kterého se rozvíjí dělohy. V nich se začíná vytvářet chlorofyl a stávají se fotosynteticky aktivními. První týden dělohy slouží jako zásobárna živin. Klíčící semena nemusí mít sílu prorazit na povrch půdy,

hlavně v případech po vytvoření půdního škraloupu. První pravé listy jsou jednoduché, uspořádané protichůdně. Následně se vyvíjí listy trojčetné a uspořádání je střídavé. Kořen se v příznivých podmínkách prodlužuje rychleji než nadzemní část (Purcell et al. 2014). Optimální teplota během vegetace je nad 20 °C. Kvetení trvá 15–20 dnů, což vychází na 25–150 dnů od zasetí, v závislosti na teplotě, odrůdě a délce dne. V oblastech ČR kvete sója v průběhu července (Štranc et al. 2010; Brink & Belay 2006; Houba & Dostálová 2018).

3.2.8 Ochrana rostlin

Preventivní ochranou před chorobami a škůdci je využívání certifikovaného a mořeného osiva (Houba 2019).

Ihned po výsevu se doporučuje provádět preemergentní opatření, jelikož má sója vůči plevelům malou konkurenceschopnost (Houba et al. 2009).

Herbicidní ošetření během vegetace je nezbytné zejména proti pozdně jarním plevelům, jako jsou merlíky nebo lebedy. Termín ošetření je složitý, jelikož pozdně jarní plevely vzcházejí na etapy. Paleta herbicidních přípravků sóji není v praxi široká jako je například u obilnin. V případě nutnosti lze aplikovat graminicidy například proti ježatce kuří noze, která může komplikovat sklizňovou vlhkost (Průša 2022).

Pokud jsme zvolili šířku řádků nad 25 cm, je možné využít technologii plečkování (Vinkler 2012). První plečkování probíhá přibližně 4-5 týdnů po zasetí, druhé následuje za dva týdny. Možnost plečkování musí být ukončena do začátku květu. K plečkování v sóje lze využít rotační i pasivní plečky (Lahola et al. 1990).

3.2.9 Výživa rostlin

Pro intenzifikaci výnosového potenciálu sóji je třeba brát v potaz výživu rostlin. Sója je plodina náročná na živiny a dokazuje to například intenzivní ukládání dusíkatých látek v semenech, ale i ostatních orgánech (Štranc et al. 2005).

3.2.9.1 Dusík

I přes fixaci dusíku hlízkovými bakteriemi si sója není schopna zajistit veškerý potřebný dusík a musí mít přiměřené množství v půdní zásobě. Nejvíce sóje vyhovuje, když se dusík uvolňuje z půdních zásob. Pokud zde chybí, je třeba doplnit dusík řízeným hnojením. Doporučená „startovací“ dávka aplikovaná před setím je 30–60 kg. Vhodným hnojivem je ledek amonný s vápencem. Dále je vhodná inokulace osiva, kterou se podpoří množství hlízkových bakterií. (Zahran 1999).

Ve správně vyvinutých porostech s výnosovým potenciálem okolo 4 tun na hektar nedokáží hlízkové bakterie obstarat potřebné množství dusíku i přes to, že je výnosový potenciál vyšší. Zde je potřebná dodatečná dávka dusíku v podobě roztoku močoviny. Rozhodujícím faktorem pro růst výnosu a rovněž pro provedení aplikace výživy rostlin je dostatek vláhy (Štranc et al. 2005; Mižík 2020).

3.2.9.2 Fosfor

Přístupnosti fosforu napomáhá neutrální půdní reakce. Sója je schopna získávat fosfor z méně přístupných forem z celé hloubky orničního profilu, pokud má dostatečně vyvinutou kořenovou soustavu. Díky nízké mobilitě fosforu v sorpčním komplexu je možné aplikovat hnojivo již na podzim se zapravením do půdy. Při nižší zásobě fosforu v půdě se doporučuje využít předseťové fosforečné hnojivo Amofos v množství 100–200 kg/ha nebo NPK 200–300 kg/ha (Štranc et al. 2005; Mižík 2020).

3.2.9.3 Draslík

Zásoba draslíku v půdách je většinou dostačující. Důležitost, která je potřeba brát v potaz, je poměr mezi draslíkem a hořčíkem. Při vyšším obsahu hořčíku hrozí omezení příjmu draslíku. Na základě rozboru půdy je možné aplikovat draslík v podobě například síranu draselného nebo NPK. Na vytvoření jedné tuny semen a slámy je potřebných prribližne 20 kg draslíku (Mižík 2020).

3.2.9.4 Vápník

Půdy pro pěstování sóji by měly mít dostatek vápníku, se kterým koreluje půdní reakce, která by měla odpovídat pH 6,5–7,0. Sója má poměrně vysoké nároky na vápník. Spotřeba se pohybuje okolo 5–7 kg na tunu semen, ale 30–35 kg vápníku přijímá stonek s listy. Pokud se jedná o sklizeň semen a ostatní rostlinné zbytky zůstávají na poli, tak se větší množství vápníku postupným rozkládáním vrací zpátky do půdy. Aplikace vápníku probíhá po sklizni předplodiny. Dávka závisí na obsahu vápníku v půdě, kterou stanovíme příslušnými rozbory. Aplikací se upravuje také pH, zlepšuje se struktura půdy a rovněž zvyšuje odolnost rostlin vůči houbovým chorobám rodu *Fusarium*, *Pythium* a *Sclerotinia* (Houba 2019; Mižík 2020).

3.2.10 Sklizeň, posklizňové úpravy a skladování

Při dozrávání listy a lusky sóji hnědnou a opadávají. Sóju sklízíme po zhnědnutí lusků a vybarvení semen v lusku (Peterka et al. 1956; Šinský 1973).

Porost sóji se začíná sklízet při vlhkosti semen pod 15 %. Při této vlhkosti je menší riziko mechanického poškozování semen v podobě půlení a drcení, čímž se zabraňuje poškození klíčků a následné nevzcházivosti (Štranc et al. 2013; Houba et al. 2009).

Sklízecí mlátičku je třeba správně nastavit tak, aby byly sklízeny i nízko nasazené lusky. Například lze použít flexibilní lištu, která kopíruje segmentovitě terén. Otáčky mlátícího bubmu by měli být v rozmezí 450-500 otáček za minutu. Mezera mezi košem a mlátícím bubnem by měla být na vstupu 30 mm a na výstupu 20 mm (Moudrý et al. 2011).

Sojové boby se skladují bez rizika napadení houbovými a jinými chorobami při vlhkosti 12 %. Při vyšší vlhkosti je vhodné dosoušení. Semena s vlhkostí nad 18 % se rychle zapaří a hrozí napadení plísněmi. Sklizeň sóji je z časového hlediska náročnější, jelikož je prováděna ve vlhčím období než u vetšiny hlavních plodin. Vlhkost semen sóji ovlivňuje jejich hygroskopicita

měnící se během dne, nerovnoměrné dozrávání a druhotné zaplevelení porostu (Štranc et al. 2013; Lahola et al. 1990).

3.3 Ekonomika pěstování

Sója vypěstovaná v České republice má velice dobrou prodejní perspektivu z důvodu většího tlaku spotřebitelů na potraviny a krmiva bez genetické modifikace. Dovoz sóji do Evropské unie je z hlediska čistoty genetického materiálu rizikový. Pěstitelé mimo Evropskou unii mohou využívat technologii GMO, která vede ke snížení cen výsledného produktu. Nákupem evropského osiva je zaručeno, že ve vysévaném materiálu není obsažen geneticky upravený materiál. Certifikované evropské osivo je mimo jiné šlechtěno do konkrétních klimatických podmínek (Škeříková 2021).

Pěstování sóji v zeměpisných šířkách České republiky je stále velmi nové, takže o jejím potenciálu se ví poměrně málo. Je zde agroekonomický potenciál pro pěstování raně dozrávajících odrůd sóji pro krmné použití. Zdejší pěstování sóji je na rozdíl od pěstování běžných plodin velmi závislé na teplotě a rozložení srážek v letních měsících červnu až srpnu, které hraje velkou roli na konečném zisku. Odrůdy, které se těmto podmínkám dokážou přizpůsobit mají vysoký potenciál. Výdělek sójových bobů se odvíjí od termínu setí, rychlém počáteční vývoji, toleranci vůči chladu a suchu v létě a zralostí v září nebo začátkem října (Karges et al. 2022).

3.3.1 Ekonomická možnost úspory

Základem stabilního zisku při pěstování sóji je výběr zdravé, nepoléhavé odrůdy, s vhodnými nároky na prostředí, kde se bude pěstovat. Důležitý je výběr odrůdy také podle využitelnosti, doby dozrávání a odolnosti k chorobám (Flohrová 2001).

Optimální počet rostlin na hektar umožňuje rostlinám větvit a nasazovat lusky, tím se mohou v ideálních podmínkách zmenšit náklady na osivo, na rozdíl od výsevu nadměrného počtu rostlin. Je třeba zároveň nesnižovat počet rostlin na hektar, kvůli redukci výnosu (Mach 2016).

Další možností úspory peněz je včasná identifikace míry zaplevelení, výskytu chorob a podobně. Při užití širších řádků lze využít pásovou aplikaci herbicidů či hnojiv. Ideální sloučení více pracovních přejezdů do jednoho vedou taktéž k úspoře nákladů. Technologie pěstování sóji v širokých řádcích dovoluje využití pásových aplikací a využití potenciálu precizního zemědělství (Honsová 2021).

4 Metodika

Hlavní cíl práce probíhal formou polního pokusu, který byl zaměřen na porovnání kvantitativních i kvalitativních parametrů rostlin sóji s roztečí řádků 12,5 cm a 45 cm. V průběhu vegetace se analyzoval porost z hlediska hustoty a ostatních výnosotvorných parametrů rostlin. Po sklizni sójových bobů byly měřeny kvantitantivní a kvalitativní parametry semen sójových bobů.

4.1 Polní pokus

Pěstování rostlin sóji luštinaté se uskutečnilo v roce 2022 mezi městy Slaný a Kladno, severozápadně od Prahy. Pokusný hon se nacházel v lokalitě bez vodní či větrné eroze a byl dostatečně homogenní natolik, aby mohla být zanedbána půdní variabilita. Celkem bylo použito 34 variant a každá měla čtyři opakování. Obsev tvořila odrůda Brunensis. Veškeré osivo bylo dodáno firmou Prograin ZIA, s.r.o. s předseťovou inokulací. Osivo nebylo mořeno fungicidně. Jednotlivé parcelky přiléhaly svými delšími stranami s mezerou 30 cm pro správné oddělení při sklizni, stejně tak byly odděleny i od obsevu. Vzdálenost parcelek od krajů pozemku byla okolo 18 metrů.

4.1.1 Informace o stanovišti

- Lokalita: katastr obce Kladno, díl půdního bloku 3901/34
- Výměra: 34,89 ha
- Nadmořská výška: 350 m
- Sklonitost: 0-3 °
- Orientace: rovina se všesměrnou expozicí
- Erozní omezení: není erozně ohrožený
- BPEJ: 1.01.00
- Půdní druh: středně těžká půda bez skeletu
- Půdní typ: černozem
- Klimatický region: teplý, suchý
- Průměrná roční teplota: 8–9 °C
- Průměrný roční úhrn srážek: 400-500 mm
- AZP:
    - pH: 6,5
    - P: 87 (dobrý)
    - K: 421 (velmi vysoký)
    - Ca: 2012 (dobrý)
    - Mg: 147 (vyhovující)
    - S: 25,5 (vyhovující)

4.2 Agrotechnika pokusu

4.2.1 Zpracování půdy před setím

Podzim 2021: 10.11. orba 30 cm
Jaro 2022:
15.3. podmítka plevelů 8 cm (Horsch Joker 6 RT)
23.4. předseťová příprava 5 cm (Väderstad NZA 600)
22.4. setí, hloubka 4–5 cm (Horsch Sprinter 6 ST, Väderstad Tempo)
29.4. herbicidní ochrana Stomp 400 SC (účinná látka Pendimethalin 400 g/l)
1.11. sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger Classic)

4.2.2 Založení porostu

Plodina: sója luštinatá
Odrůdy: Brunensis, Albiensis, Korus, Lenka, Tetria
HTS: Brunensis 209 g, Albiensis 253 g, Korus 211 g, Lenka 254 g, Tetria 215 g

Setí pokusu proběhlo 22.4.2022. Všechny varianty osiva byly uloženy do stejné hloubky seťového lůžka 4–5 cm. Založeno bylo celkem 34 parcelek s testovanými variantami a následně byl proveden obsev pokusu od kraje pozemku. Při porovnání stejných variant s rozdílnou šířkou řádků byla zachována uniformita výsevku. U variant s šířkou řádku 12,5 cm činil výsevek při rozdílné hmotnosti tisíce semen sjednocený počet 0,6 milionu kusů semen na hektar. Varianty s šířkou řádku 45 cm byly rozděleny na výsevky s počtem 0,2; 0,4; 0,6 a 0,8 milionu kusů semen na hektar. Cílem variability roztečí řádků a výsevku u rozteče řádku 45 cm bylo porovnání optimálních podmínek z hlediska rozvoje porostu a jeho ekonomických a ekologických vlastností. Pro širokořádkové setí byl využit přesný secí stroj Väderstad Tempo s šířkou varianty 2,7 metru a roztečí 45 cm.

Obrázek 1 Založení porostu s roztečí řádků 45 cm sečkou Vaderstad Tempo

Obrázek 2 Sečka řízená traktorem John Deere, doplněná předním přídavným zásobníkem

Pro úzkořádkové varianty byla využita secí kombinace Horsch Sprinter s šířkou variant 6 metru a roztečí 12,5cm.

Obrázek 3 Secí kombinace Horsch Sprinter s roztečí řádků 12,5 cm

4.2.3 Ochrana rostlin

29.4.2022 Byl celoplošně aplikován herbicid Stomp 400 SC (účinná látka Pendimethalin 400 g/l).

4.3 Klimatické podmínky během vegetace

Tabulka 1 Množství srážek v průběhu vegetace

	22. - 30. duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Celkem
Úhrn srážek (mm)	**17,2**	**31,8**	**116,6**	**47,4**	**104,2**	**47,2**	**16,4**	**380,8**

Tabulka 2 Průměrná teplota v průběhu vegetace

	22. - 30. duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Průměr
Průměrná teplota (°C)	**9,9**	**16,2**	**20,7**	**20,5**	**20,8**	**13,7**	**11,2**	**16,1**

Tabulka 3 Průměrná vlhkost v průběhu vegetace

	22. - 30. duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Průměr
Průměrná vlhkost vzduchu (%)	**79,5**	**77**	**77,2**	**72,1**	**75,3**	**88,3**	**94,2**	**80,5**

4.4 Vývoj porostu

Porost se vůči vnějším podmínkám vyvíjel přirozeně s příznivými srážkami i teplotou (viz. tabulka č. 1).

Obrázek 4 Porost dne 15. května (22 dní od zasetí)

Obrázek 5 Porost dne 27. května (34 dní od zasetí)

4.5 Sklizeň

Sklizeň sójových bobů proběhla 1. listopadu 2022. Délka vegetace byla celkem 193 dnů. Distributor osiva těchto odrůd Prograin Zia uvádí průměrnou dobu vegetace 150 dnů. Už z těchto hodnot je patrné, že průběh vegetace nebyl optimální. Kvůli nadměrně vlhkému podzimu jsme byli nuceni vyčkat se sklizní až do listopadu. Opoždění se projevilo na kvalitě sklizně i měřených hodnot.

Obrázek 6 Maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger Classic

5 Výsledky polního pokusu

Primárním účelem bakalářské práce bylo porovnání produkční schopnosti porostu sóji u variant setých na rozteč řádku 12,5 cm a 45 cm při zachování stejného počtu semen na plochu, která je stanovena na 600 tisíc klíčivých semen na hektar.

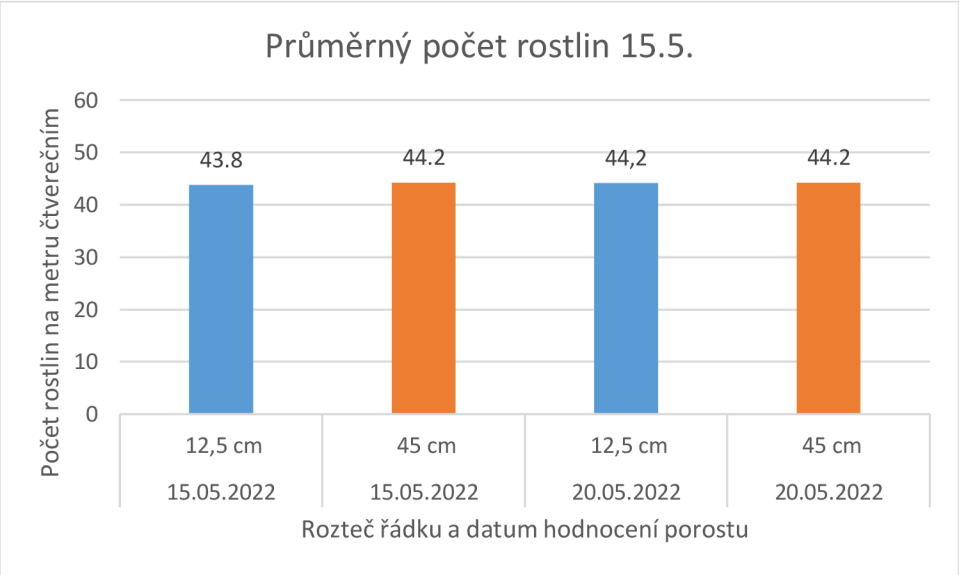
Sekundární výsledky byly zaměřeny na projevy produkčních vlastností porostu, u variant s rozdílným počtem vysetých semen na hektar, konkrétně 200, 400, 600 a 800 tisíc klíčivých semen na hektar s roztečí řádku 45 cm ve srovnání s výsevkem 600 tisíc semen na hektar a roztečí řádku 12,5 cm. Výsledky jsou doplněny statistickým zhodnocením.

5.1 Počet rostlin na jednotce plochy před sklizní

První hodnocení porostu proběhlo dne 15.5.2022, 23 dní po zasetí všech variant semen sóji luštinaté. Druhé hodnocení porostu proběhlo dne 20.5.2022, 28 dní po zasetí. Třetí hodnocení porostu proběhlo dne 27.5.2022, 35 dnů po zasetí. Během těchto třech měření nenastali žádné zásadní rozdíly v poměrech vzcházivosti osiva jednotlivých variant.

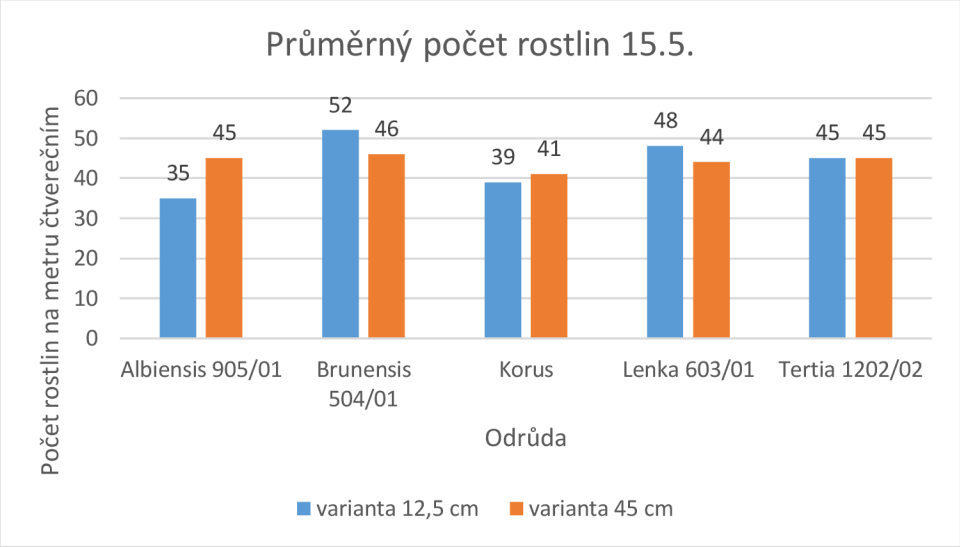
5.1.1 Počet rostlin dne 15.5.2022

Z grafu č. 1 je patrný téměř shodný průměr počtu rostlin variant s roztečí řádku 12,5 cm a 45 cm. Každý sloupec grafu č. 1 obsahuje průměrný počet rostlin na metr čtvereční variant s výsevkem 0,6 milionu klíčivých semen na hektar z následujících odrůd: Albiensis, Brunensis, Korus, Lenka, Tertia.



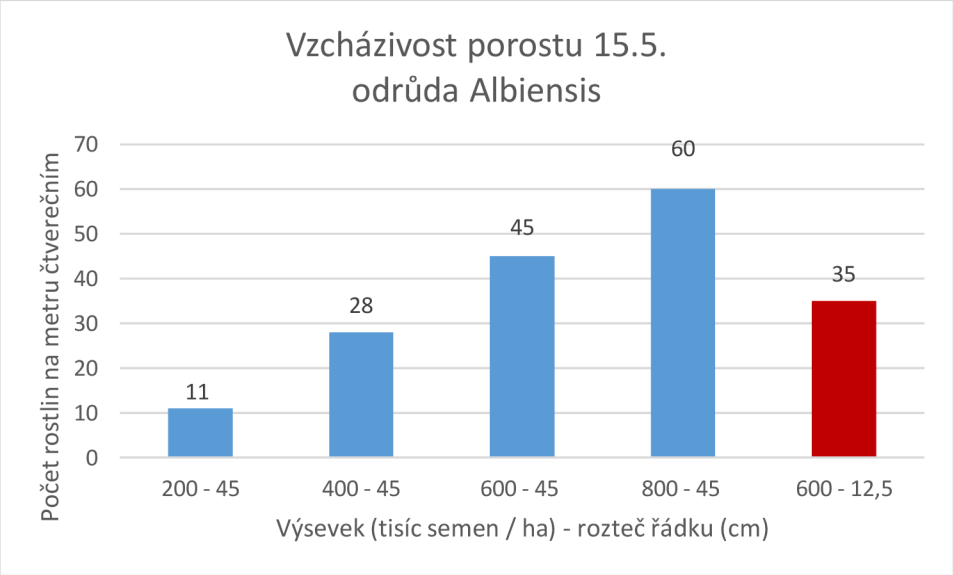
Graf č. 1 –Průměrný počet rostlin s různou roroztečí řádků ve dvou týdnech hodnocení

Graf č. 2 znázorňuje variabilitu počtu rostlin na metru čtverečném u jednotlivých odrůd s variantami a výsevkem shodným s grafem č. 1. Z grafu č. 2 nelze vyvodit důkaz o lepší vzcházivosti osiva dle rozteče řádku.



Graf č. 2 – Vzcházivost s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

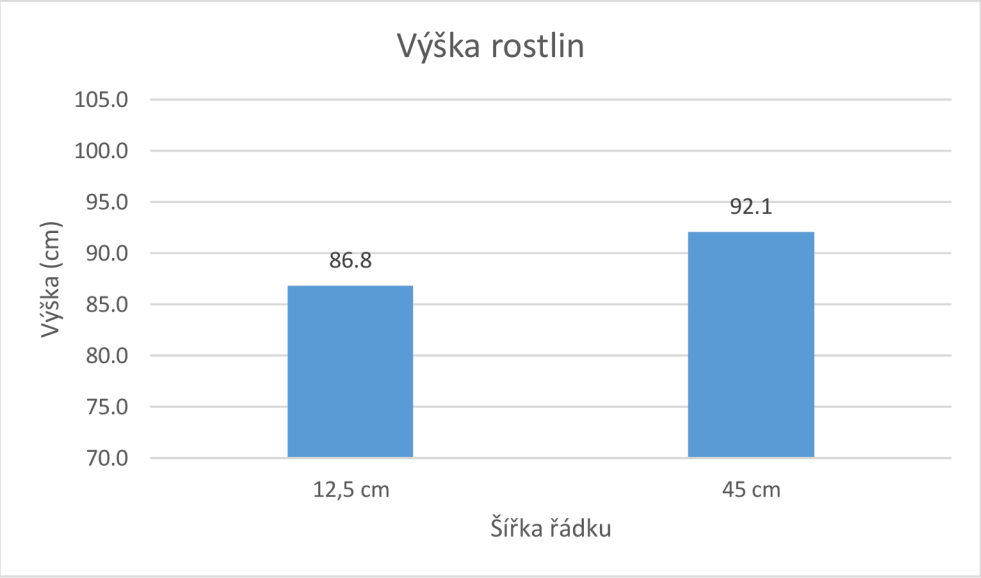
Graf č. 3 potvrzuje téměř lineární rozdíly mezi rozdílným množstvím vysetých semen u odrůdy Albiensis. U varianty s výsevkem 600 tisíc semen na hektar s roztečí řádku 45 cm je patrné větší množství vzešlích rostlin, než u varianty s šířkou řádku 12,5 cm.



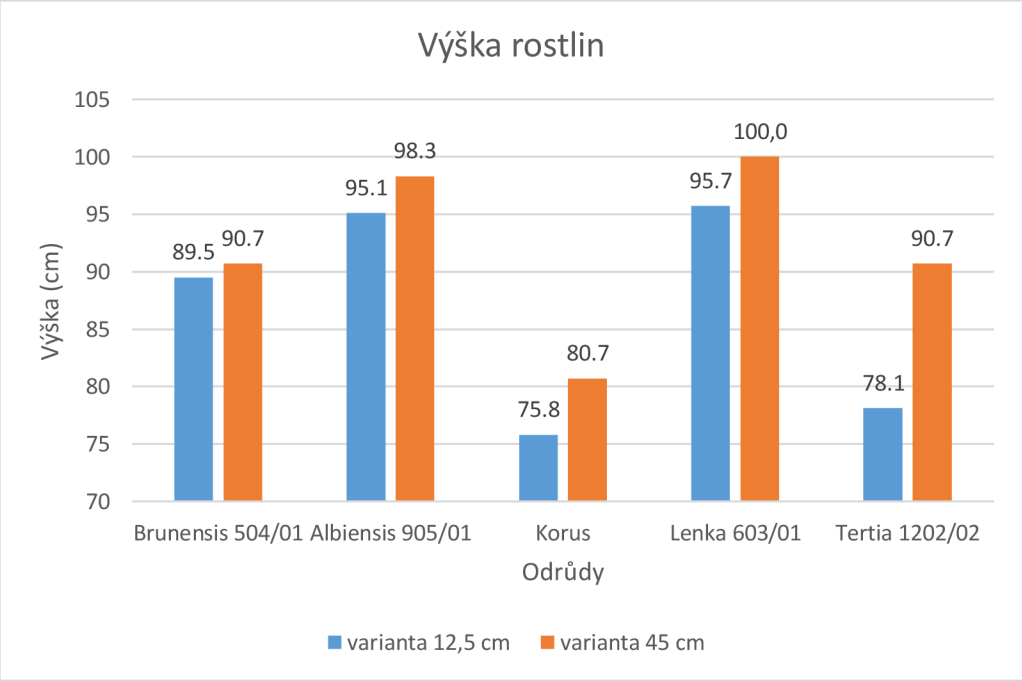
Graf č. 3 – Vzcházivost odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

5.2 Výška rostliny

Výška rostlin byla výrazně ovlivněna šířkou řádku, kde většího růstu dosahovaly ve všech případech varianty s roztečí řádku 45 cm, dle grafu č. 4 a grafu č. 5.

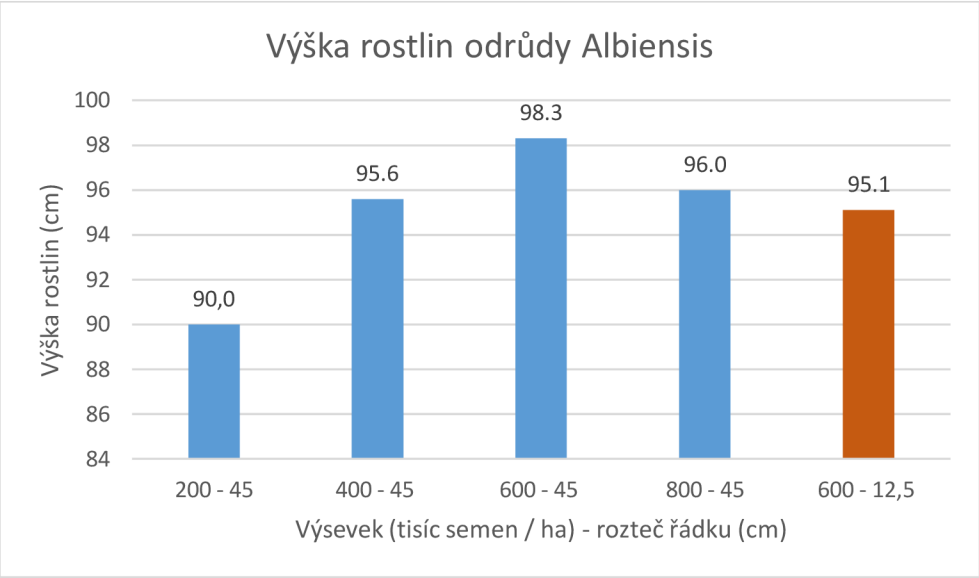


Graf č. 4 – Průměrná výška rostlin u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm



Graf č. 5 – Výška rostlin s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

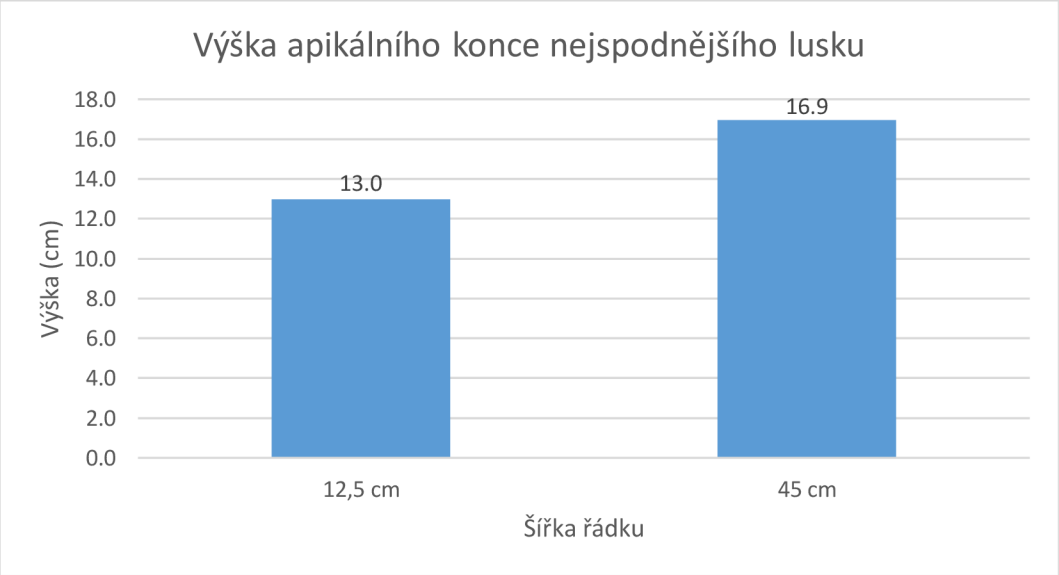
Nejvyššího vzrůstu rostlin odrůdy Albiensis dosahovaly varianty s výsevkem 600 tisíc klíčivých semen na hektar a šířkou řádku 45 cm.



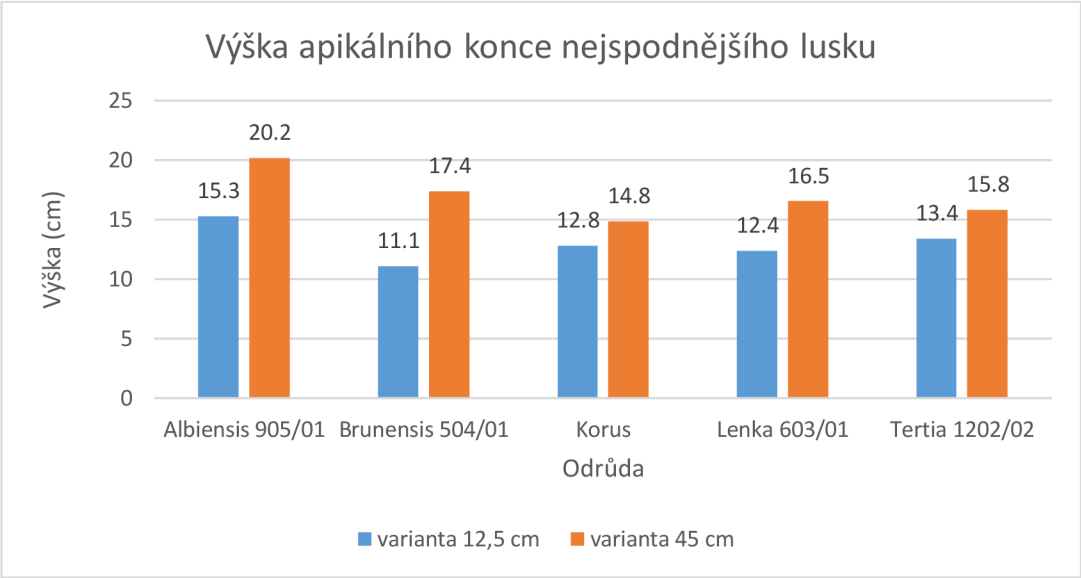
Graf č. 6 – Výška rostlin odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

5.3 Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy

Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy byla taktéž výrazně ovlivněna šířkou řádku a vyšší polohy apikálního konce spodního lusku dosahovaly ve všech případech varianty s roztečí řádku 45 cm, dle grafu č. 7 a grafu č. 8.

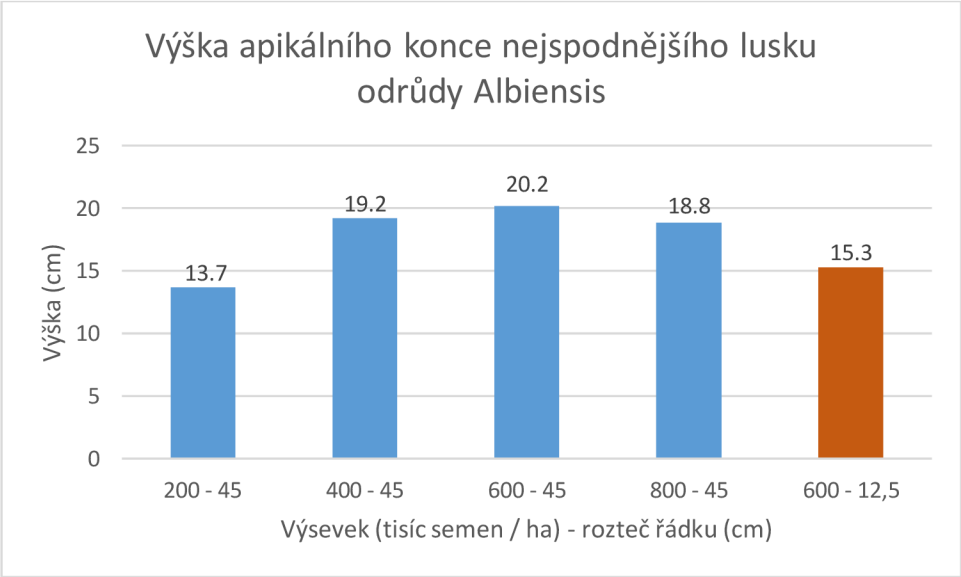


Graf č. 7 – Průměrná výška apikálního konce nejspodnějšího lusku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm



Graf č. 8 – Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

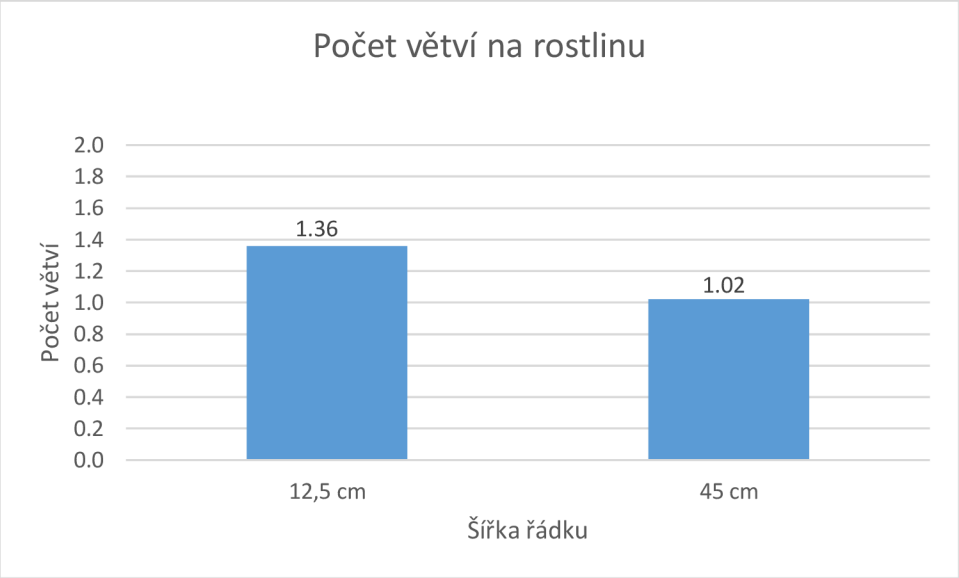
Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku odrůdy Albiensis (graf č. 9) koreluje s výškou rostlin odrůdy Albiensis, jak je patrné z grafu č. 6. Nejvyšší hodnoty dosahovaly varianty s výsevkem 600 tisíc klíčivých semen na hektar a šířkou řádku 45 cm.



Graf č. 9 – Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

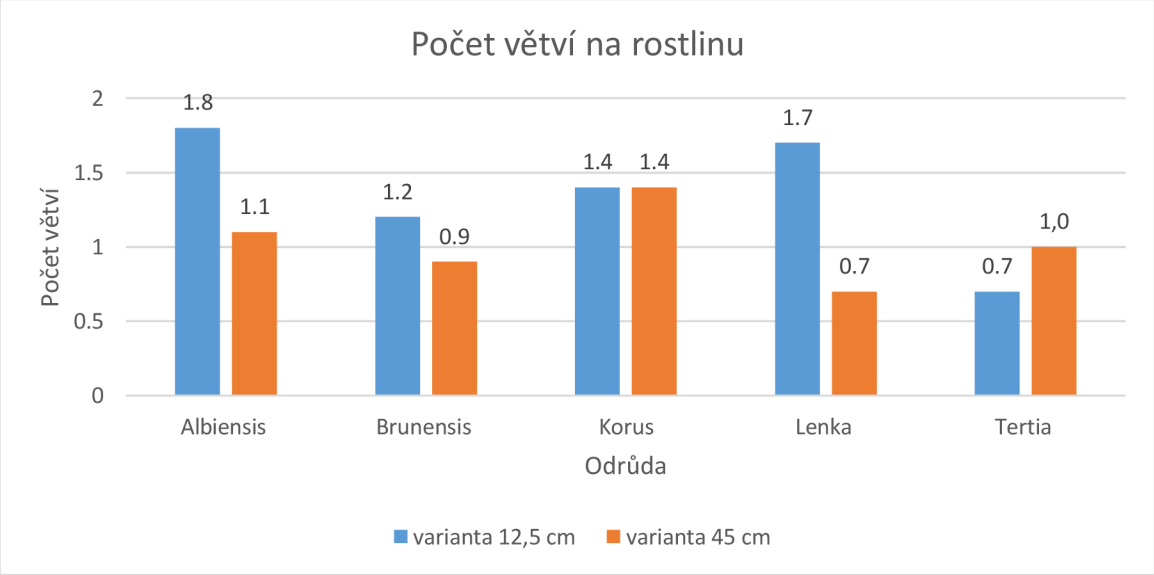
5.4 Počet větví na rostlinu

Počet větví na rostlinu z průměru všech zkoumaných variant je vyšší u variant s menší roztečí řádků (graf č. 10).



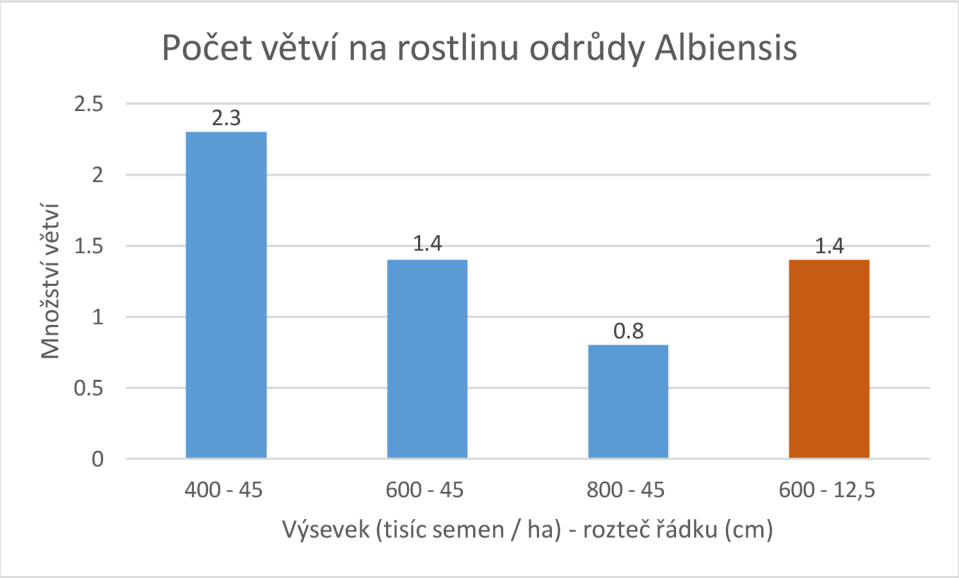
Graf č. 10 – Počet větví na rostlinu u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Počet větví se z hlediska šířky řádků liší mezi jednotlivými odrůdami (graf č. 11).



Graf č. 11 – Počet větví na rostlinu s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

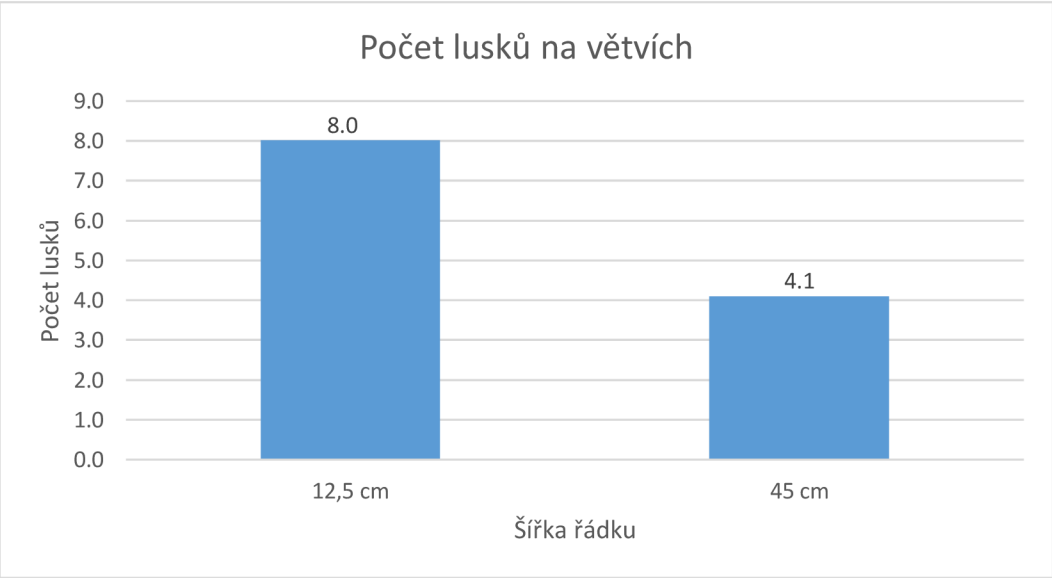
Lze předpokládat u počtu větví možnou korelaci s hodnotou výsevku, jak je patrné z grafu č. 12. Varianty s nižším výsevkem mají více prostoru na větvení.



Graf č. 12 – Počet větví na rostlinu odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

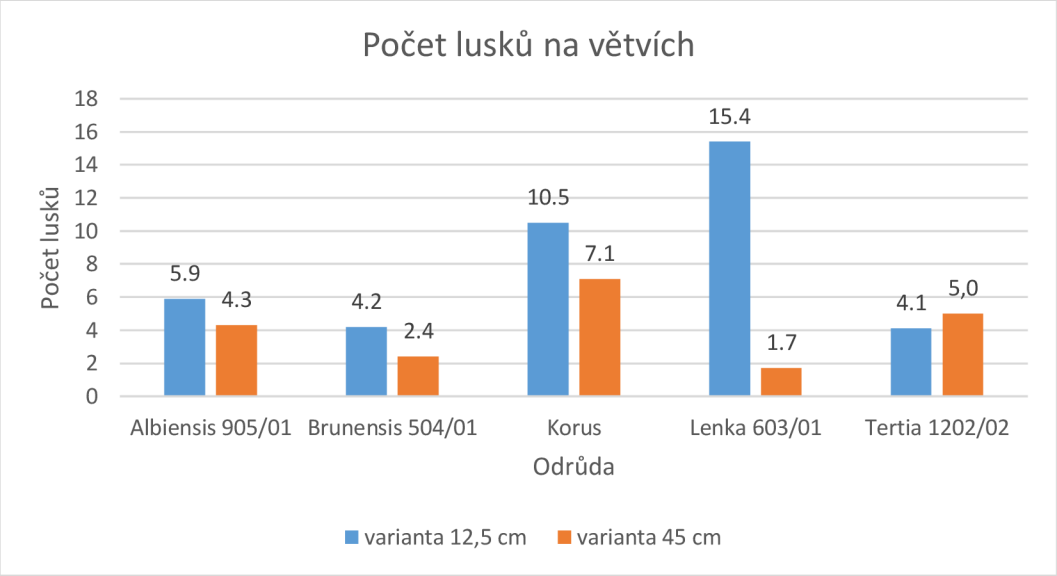
5.5 Počet lusků na větvích

Průměrný počet lusků na větvích všech variant je dle grafu č. 13 téměř dvojnasobný u variant s šířkou řádku 12,5 cm.



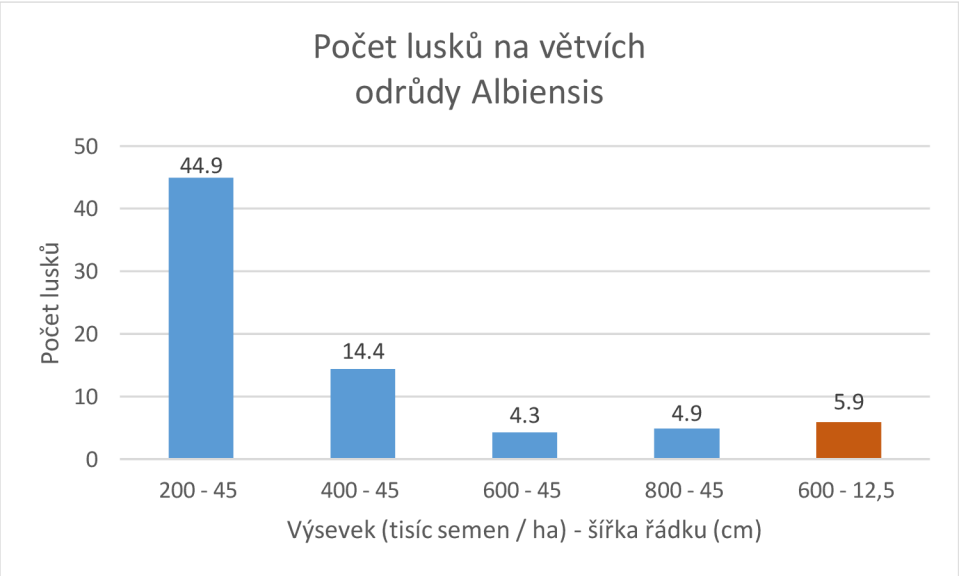
Graf č. 13 – Počet lusků na větvích u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Vysoké rozdíly byly naměřeny například v počtu lusků na větvích u odrůdy Lenka, kde byla vysoká variabilita v jednotlivých měření (graf č.14).



Graf č. 14 – Počet lusků na větvích s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

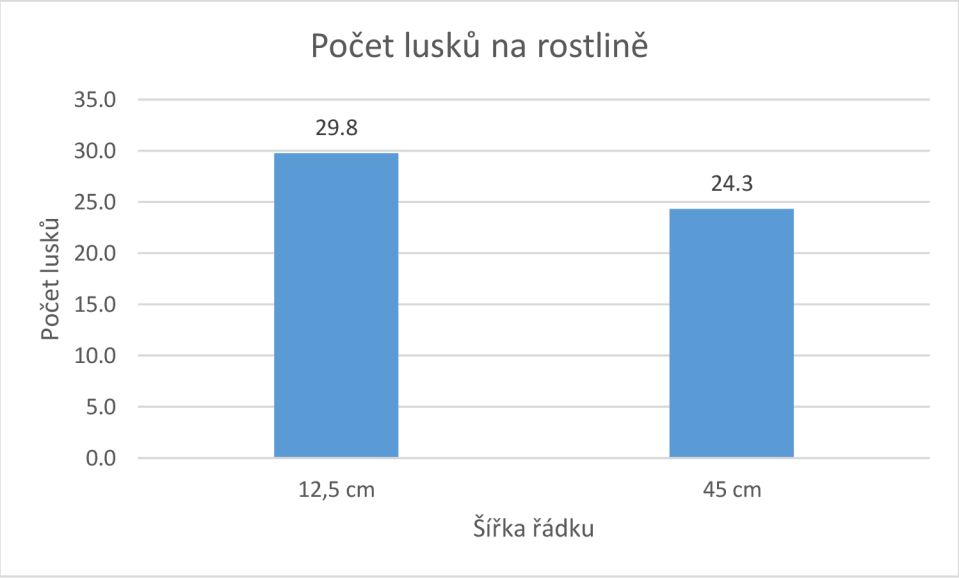
Dle grafu č. 15 byl počet lusků na větvích u odrůdy Albiensis několikanásobně vyšší při výsevku 200 tisíc semen na hektar, kde rostlina patrně kompenzovala počet jedinců na jednotku plochy (graf č. 3) množstvím lusků.
I při hodnotě výsevku 400 tisíc semen na hektar značně překonal úzkořádkovou i širokořádkovou variantu s výsevkem 600 tisíc semen na hektar.



Graf č. 15 – Počet lusků na větvích odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

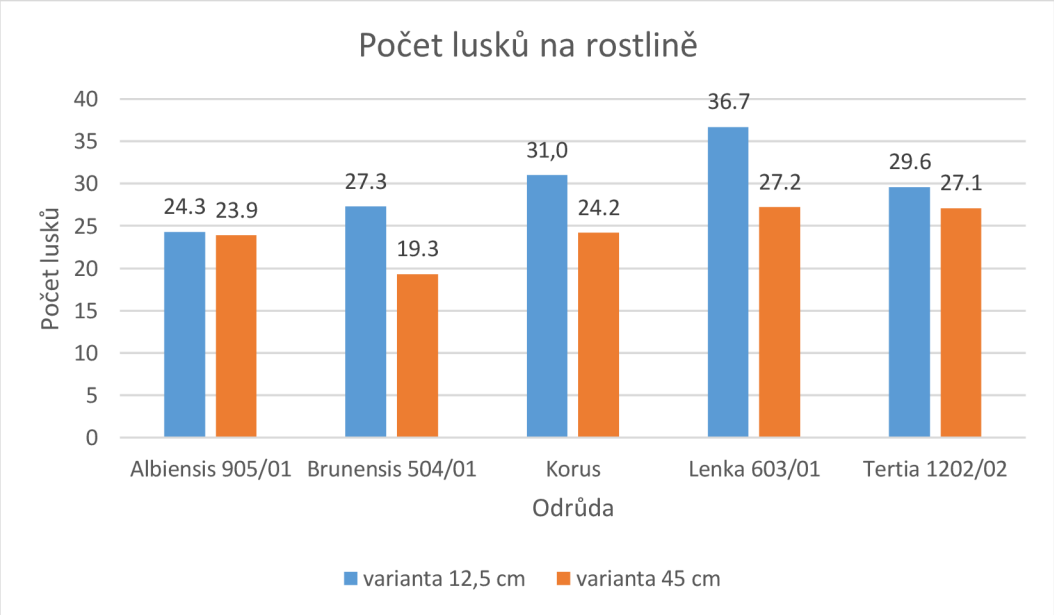
5.6 Počet lusků na rostlině

Méně patrný rozdíl připadl statisticky na parametr Počet lusků na rostlině, který je patrný z grafu č. 16.



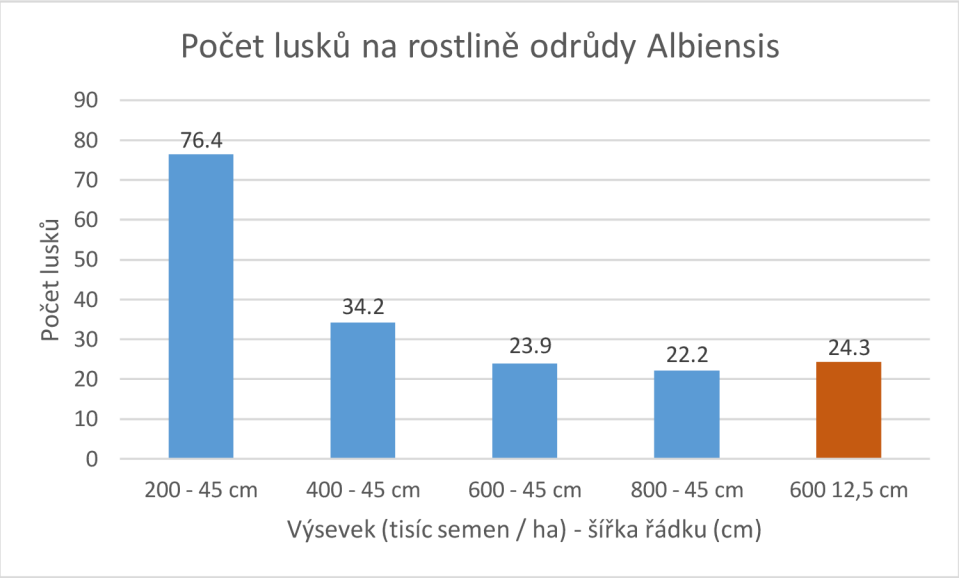
Graf č. 16 – Počet lusků na rostlině u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Mezi jednotlivými odrůdami můžeme vidět proměnlivost v počtu lusků na rostlině. V tomto pokusu dle statistického hodnocení stále platí, že optimálnější počet lusků na rostlině u výsevku 600 tisíc rostlin na hektar se nachází u variant s roztečí 12,5 cm.



Graf č. 17 – Počet lusků na rostlině s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

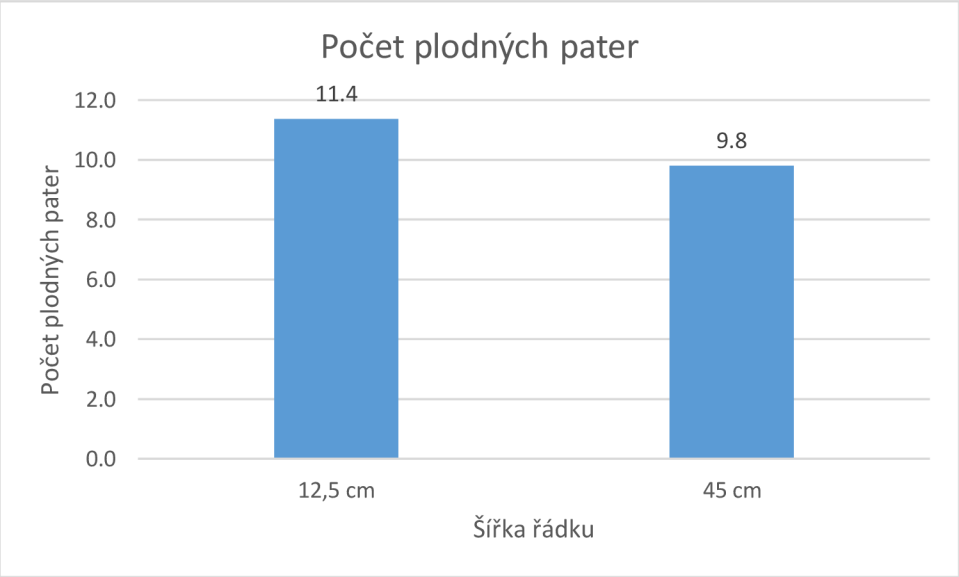
Počet lusků byl mnohem více variabilní při různém množství výsevku než při různé šířce řádku. Na grafu č. 18 lze pozorovat, jak rostliny kompenzují svůj počet na plochu počtem lusků.



Graf č. 18 – Počet lusků na rostlině odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

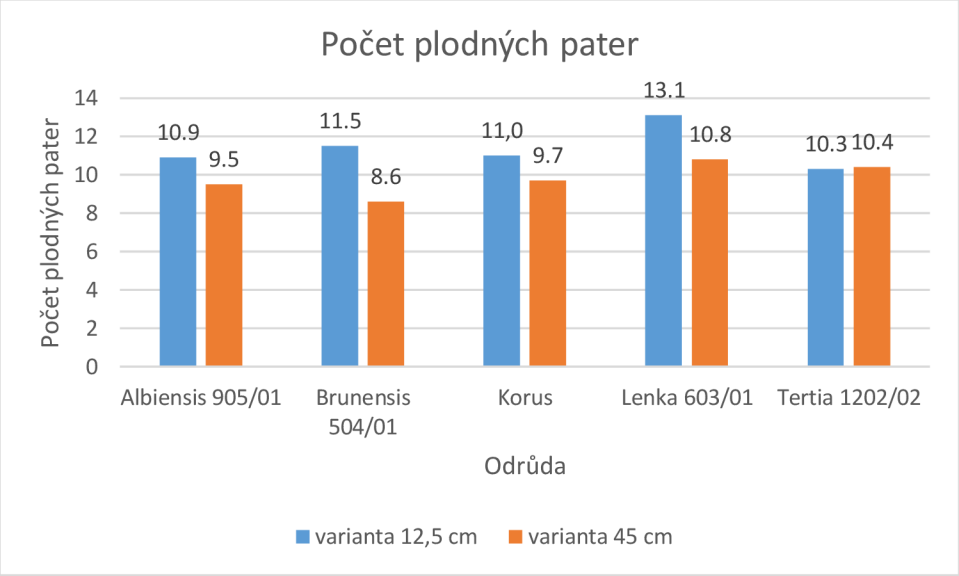
5.7 Počet plodných pater

Počet plodných pater dle grafu č. 19 byl vyšší u variant s roztečí řádku 12,5 cm.



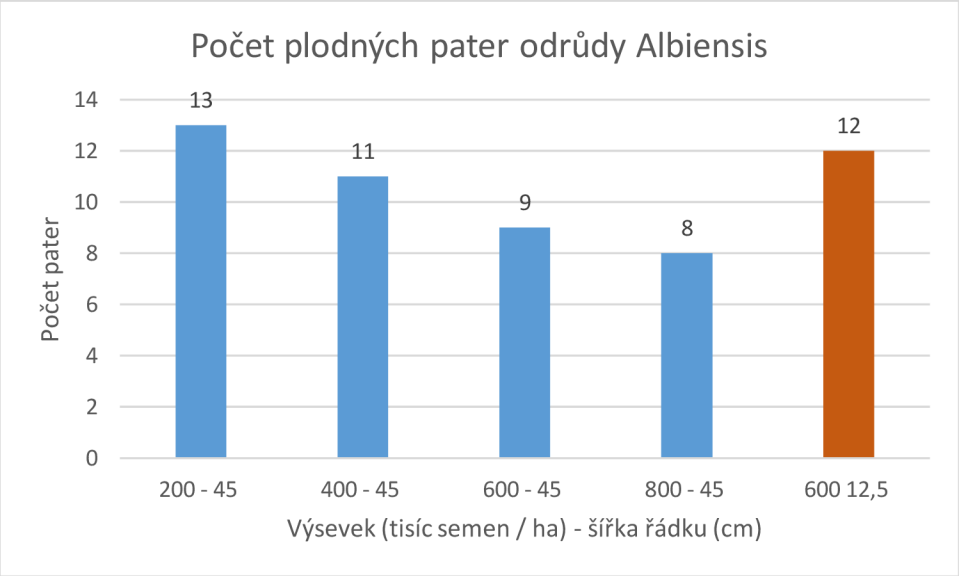
Graf č. 19 – Počet plodných pater u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Jednotlivé varianty v rámci odrůde se od sebe znatelně liší v počtu plodných pater, kde mezi variantami čtyř odrůd, jsou znatelně vyšší hodnoty u rozteče řádku 12,5 cm.



Graf č. 20 – Počet plodných pater s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

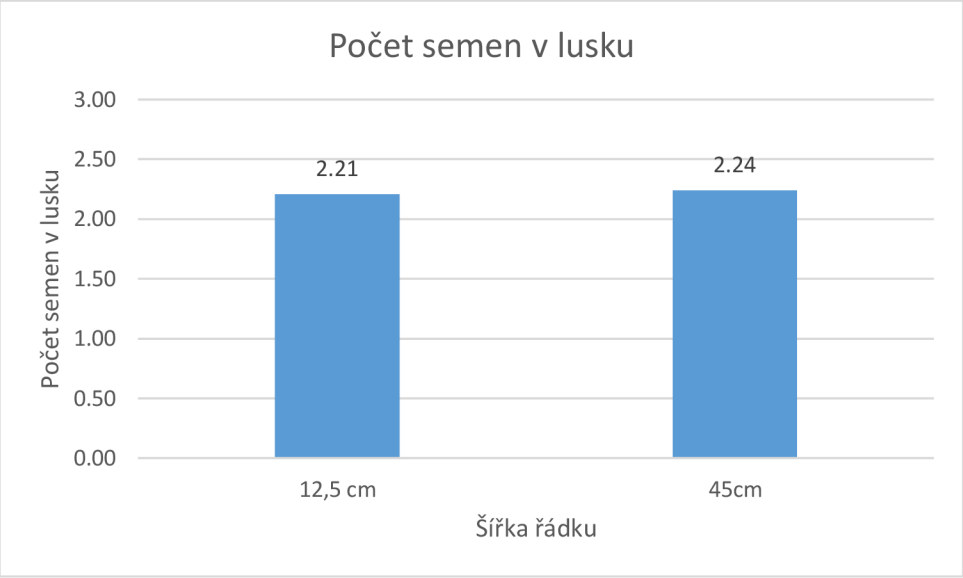
(Graf č. 21) Počet plodných pater s přibývajícím výsevkem prokazatelně klesá u variant s šířkou řádku 45 cm. Varianta s výsevkem o hodnotě 600 tisíc semen na hektar a roztečí řádku 12,5 cm překonala v počtu plodných pater i variantu s nižším výsevkem o šířce řádku 45 cm.



Graf č. 21 – Počet plodných pater odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

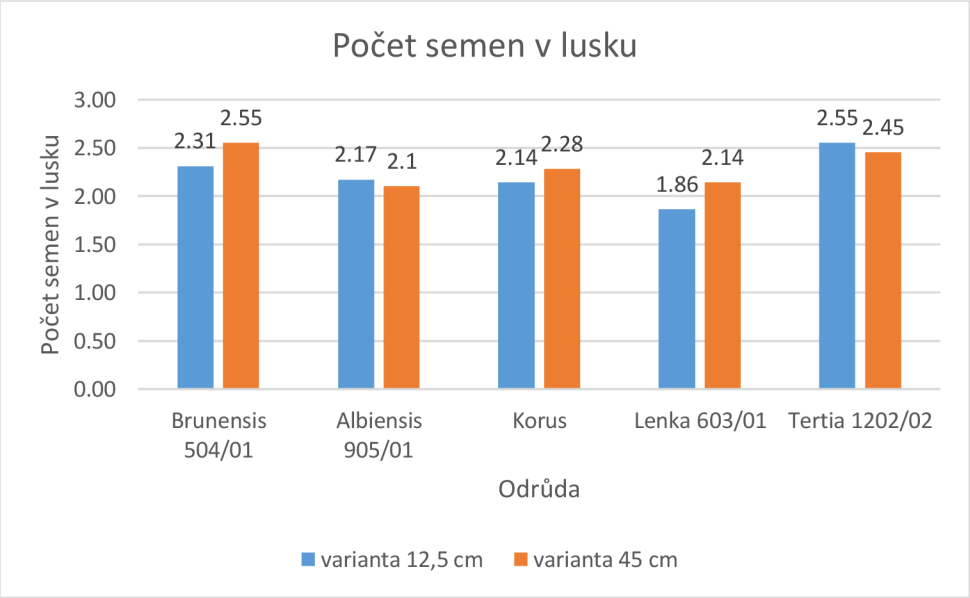
5.8 Počet semen v lusku

Počet semen v lusku se projevil téměř shodný u obou porovnávaných roztečí řádku, a tudíž lze usoudit, že na něj neměla výrazný vliv (graf č. 22).



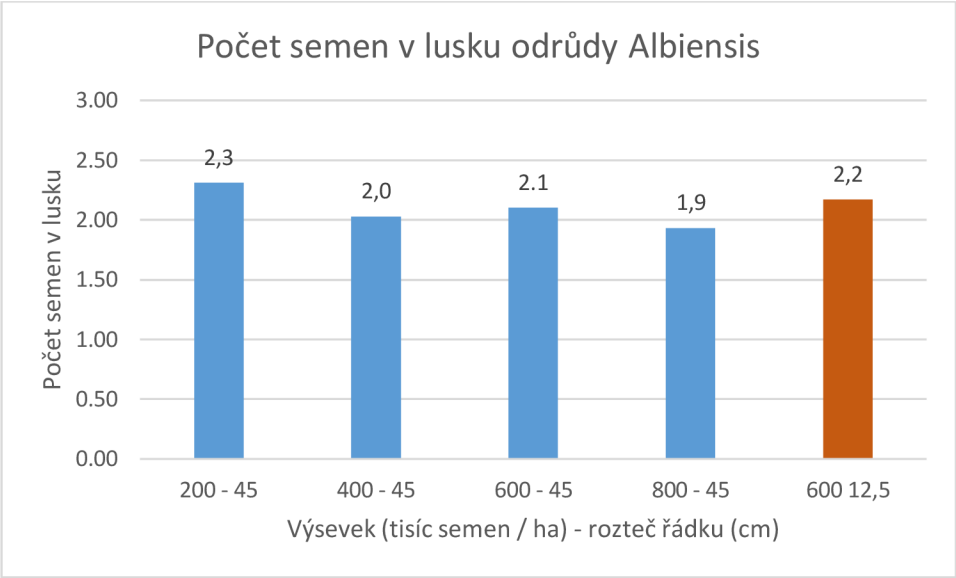
Graf č. 22 – Počet semen v lusku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Projevy rozdílu počtu semen v lusku jsou u každé odrůdy individuální a nejde zcela prokázat na základě tohoto pokusu důvody těchto minimálních rozdílů (graf č. 23).



Graf č. 23 – Počet semen v lusku s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

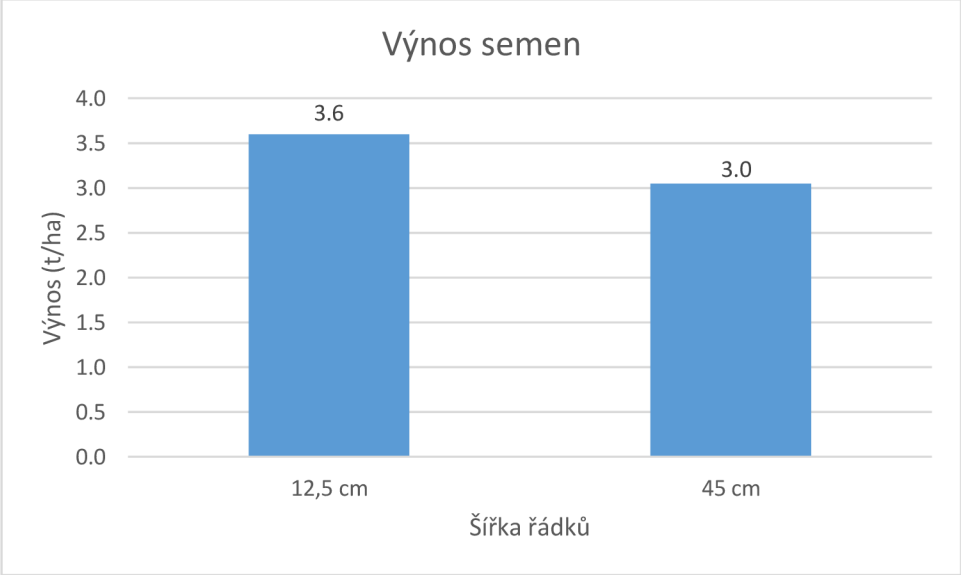
Výsevek také neměl výrazný vliv na množství semen v lusku (graf č. 24).



Graf č. 24 – Počet semen v lusku odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

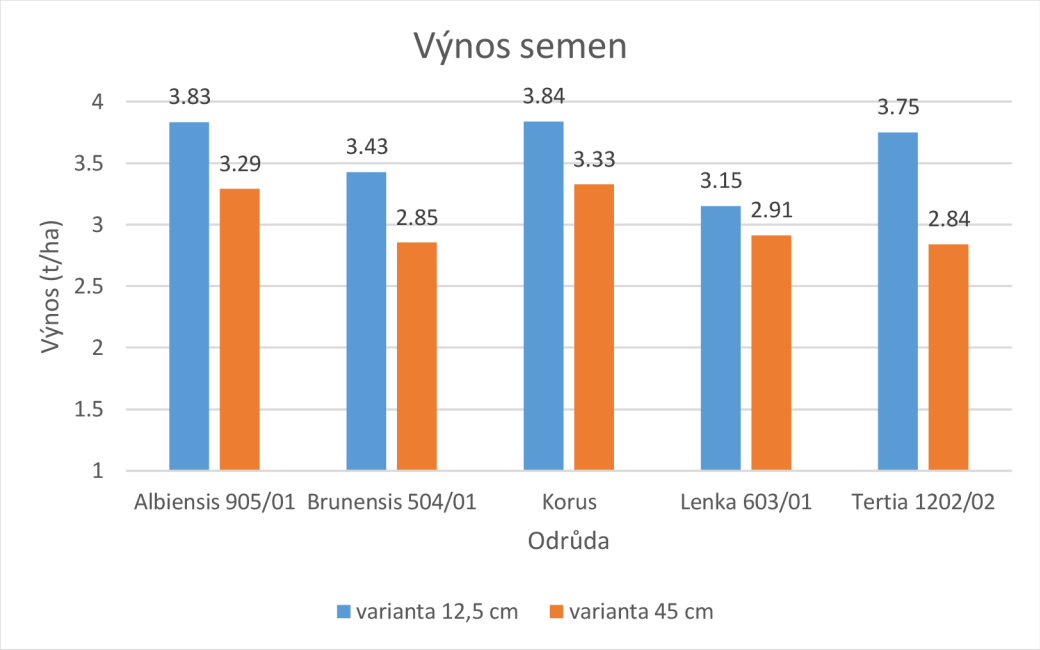
5.9 Výnos semen

Výnos semen sóji v pokusu roku 2022 byl v průměru všech odrůd pozitivnější při výsevku 600 tisíc rostlin na hektar u variant s roztečí řádku 12,5cm (graf č. 25).



Graf č. 25 – Výnos semen u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

Napříč odrůdami v grafu č. 26 nalezneme menší proměnlivost ve výnosech jednotlivých odrůd.



Graf č. 26 – Výnos semen s různou roztečí řádků u jednotlivých odrůd

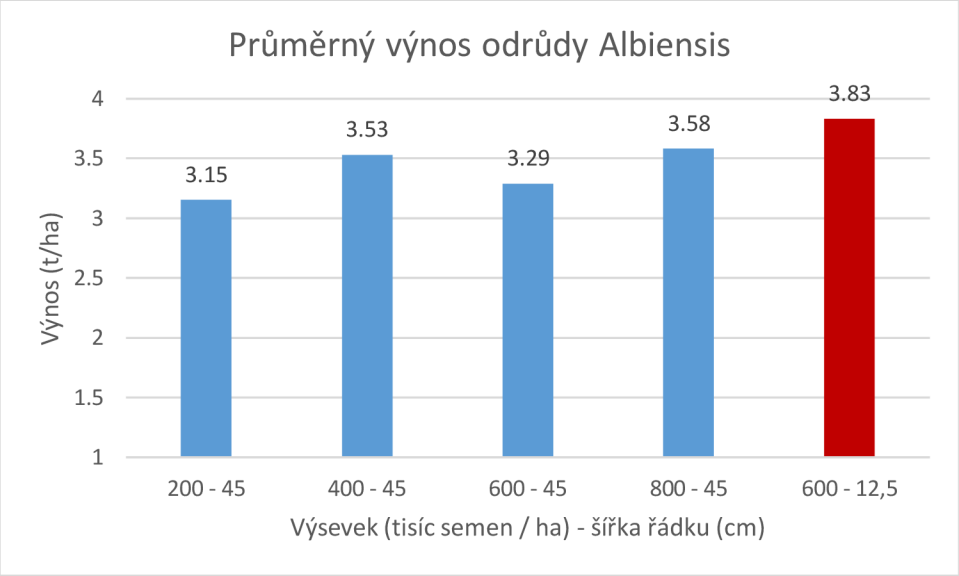
Výsledky výnosu semen nejsou napříč všemi odrůdami statisticky průkazné, což je patrné z tabulky č. 4. Výnosy odrůd Brunensis a Lenka v rámci rozteče 125 mm nekorelují s výnosy ostatních odrůd (Albiensis, Korus a Tertia) s touto roztečí. Výnosy semen s roztečí 450 mm meziodrůdově dle statistického hodnocení korelují.

Tabulka 4 Statistické hodnocení průměrného výnosu odrůd v závislosti na rozteči řádků.

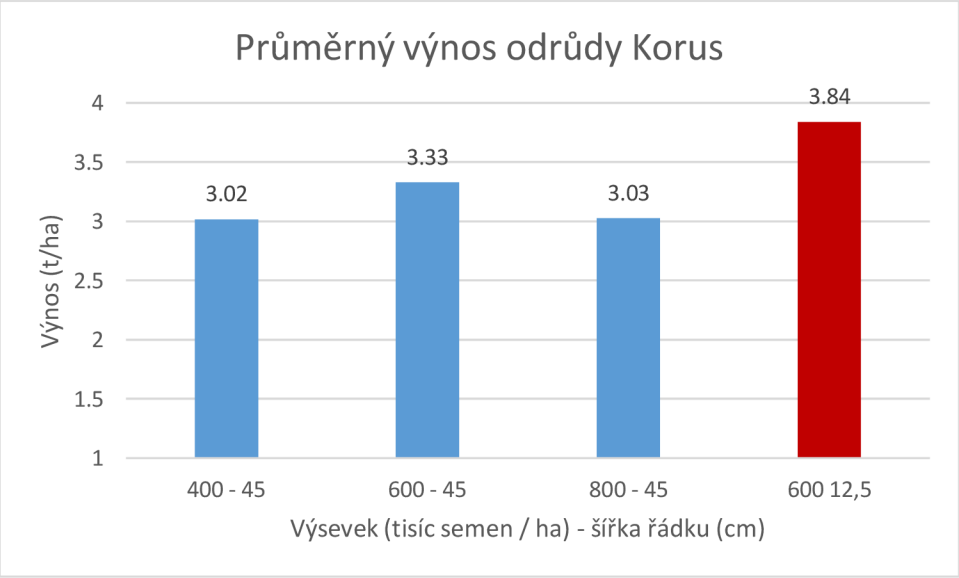
Odrůda	Rozteč řádků	Výnos semen (t/ha)	
Albiensis	125	3,832	b
	450	3,28875	a
Brunensis	125	3,42525	ab
	450	2,852	a
Korus	125	3,8395	b
	450	3,27525	a
Lenka	125	3,1495	a
	450	3,23225	a
Tertia	125	3,74775	b
	450	2,83625	a

Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

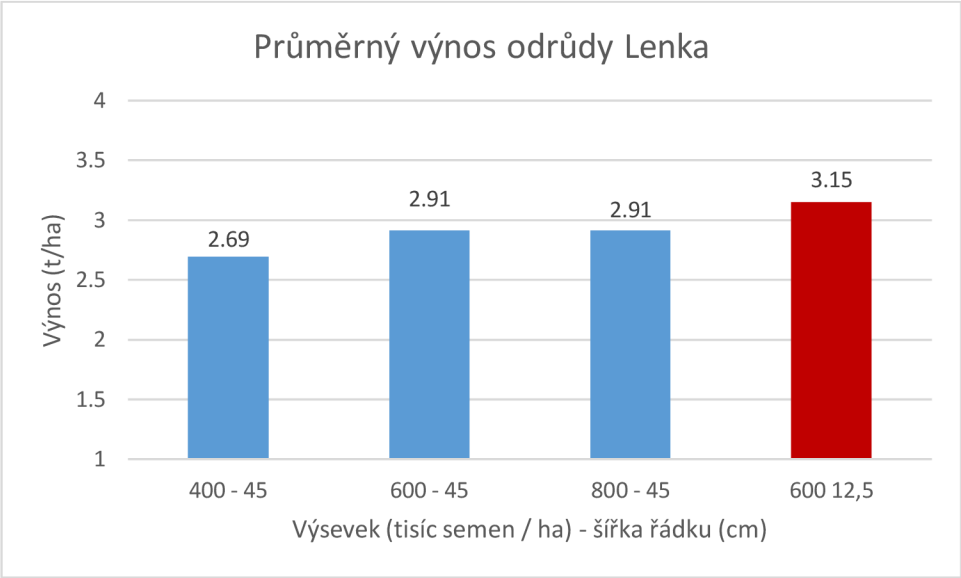
Z grafu č. 27, 28 a 29 je prokázáno, že nižší počet rostlin na hektar byl kompenzován nárůstem lusků a tím i semen na rostlinu viz graf č. 18.



Graf č. 27 – Průměrný výnos odrůdy Albiensis s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm



Graf č. 28 – Průměrný výnos odrůdy Korus s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm



Graf č. 29 – Průměrný výnos odrůdy Lenka s různým množstvím výsevku u variant s roztečí řádku 45 cm a 12,5 cm

6 Diskuze

Naměřené hodnoty mnoha znaků porostu často korelují s výzkumy prováděnými v jiných podmínkách. Výsledky se shodují například v naměřených hodnotách vzcházivosti porostu s výzkumem širších řádků sóji (Procházka et. al. 2022), kde byla také zjištěna stabilnější vzcházivost u variant širších řádků a naopak větší meziodrůdová variabilita u řádků setých na 12,5 cm.

Dle se u zahraničních pokusů (Lindsey 2016), zaměřených na produkci sójových bobů s šířkou řádků o rozteči 7,5 palce, 15 palců a 30 palců, výnosový potenciál variant jen lehce shodoval s výsledky tohoto pokusu. Ačkoli byl výnos také nejvyšší u varianty seté na nejmenší rozteč řádku, v případě zahraničního pokusu 7,5 palce (19 cm), činil 85 bušlů na akr (5,7 t/ha) a byl pouze o 5 % nižší než varianta 15 palců, která vynesla 81 bušlů na akr (5,5 t/ha). Z tohoto pokusu je také potvrzen fakt, že šířka řádku o velikosti šířky řádku kukuřice (75 cm) výrazně snižuje výnos semen o 15–20 % a nevyplatí se již v takových podmínkách sóju pěstovat, což dokládá například i výzkum „Vliv rozteče řádků a rychlosti setí na výnos semen sóji“ (Schutte & Nleya 2018). Zároveň s výnosem rozteče 75 cm klesne i ziskovost z produkce oproti úzkořádkovým variantám (DeBoer 2003). Naopak potenciálně produktivní rozteč řádku, která nebyla v pokusu vyzkoušena, by mohla být 25 cm. Tato rozteč byla výnosově nejúspěšnější například ve výzkumu „Analysis of soybean growth in regard to different row-spacing“. Tento výzkum také poukazuje na to, že na optimální hodnotu výsevku můžou mít vliv genetické faktory, jako je například rannost odrůdy. Pozdní odrůdy ve zmíněném pokusu vykazovaly nárůst výnosu semen se zvyšujícím se výsevkem, přičemž nejlepší výnos byl dosažen při výsevku 500 tisíc semen/ha. Pro krátkodobou odrůdu však byly trendy odlišné. Nejnižší výsevek, 250 tisíc semen/ha, měl výnos stejný jako výsevek 500 tisíc semen/ha (Ulafić et. al. 2020).

Pozdější fázi vegetace sóji a následnou kvalitu sklizně komplikoval faktor počasí. Srpen roku 2022 byl srážkově normální a teplotně nadnormální, ale od měsíce září po zbytek vegetace provázela porost nadměrná vlhkost vzduchu, průměrně nad 90 %. Sklizeň porostu z důvodu vyšší vlhkosti musela být odložena na 1.11.2022, což způsobylo atypicky dlouhou vegetační dobu sóji v porovnání s výzkumem porostu sóji v předchozím roku. Roku 2021 byly do pokusu zahrnuty směsi rozdílné ranosti odrůd, uskutečněn byl v lokalitách Straškov, Slověč a Sklička, a sklizeň byla uskutečněna znatelně dříve (Štranc et. al. 2022).

Výsledná data výnosu byla pro jednotlivé odrůdy a varianty s odlišnou roztečí řádku statisticky vyhodnocena (tab. č. 4). Přičemž byla prokázána významná statistická rozdílnost hodnot v roztečích řádků u odrůdy Albiensis, Korus a Tertia. Ostatní odrůdy nevykazovaly statisticky významné rozdíly. V pokusech provedených v roce 2021 „Možnosti pěstování sóji v širších řádcích sóji“ (Procházka et. al. 2022) se neprojevil statisticky významný vliv rozteče na výnos u žádné z testovaných odrůd.

Z důvodu doposud relativně malé výměry sóji v ČR, složité registraci nových přípravků a ubývání širokého spektra herbicidních přípravků ochrany rostlin, může být lukrativním řešením setí do širokých řádků s využitím následného plečkování meziřádků. Preventivním řešením pro rozvoj plevelných společenstev v konvenčním i intergrovaném pěstování sóji může být využita preemergentí aplikace herbicidů. Ovšem při vyšší míře zaplevelení je nutno využít postemergentní herbicidy, doplněné většinou o adjuvanty. Účinnost herbicidů (preemergentích i postemergentních) záleží na mnoha faktorech, jako jsou srážky, teplota a termín aplikace vzhledem k růstové fázi kulturní rostliny a plevelné rostliny. Při nevhodném načasování aplikace se může na rostlinách sóji projevit fytotoxicita formou retardací. Naopak při nevhodném počasí se účinná herbicidní látka nemusí projevit, což může vést ke zvyšování rezistencí plevelů proti účinným látkám. Tyto důvody by mohly vést k přechodu na širokořádkové varianty sóji s technologiemi plečkování a nově se rozšiřujícími technologiemi precizního zemědělství (Štranc et. al. 2022).

Sója je z časového hlediska pěstování v ČR poměrně mladou a posledních pár let také perspektivní plodinou. Podle studie "Perspektivní plodiny pro ČR: produkce, využití a dopady" od Ústavu zemědělské ekonomiky a informací (ÚZEI) byl nárůst ploch pěstování sóji v ČR od roku 2014 způsoben zejména zvýšenou poptávkou po sójových bílkovinách bez genetických modifikací. Dalším důvodem bylo také zvyšování podpory pro pěstování této plodiny v rámci evropské zemědělské politiky.

V posledních letech může být nárůst plochy způsoben rostoucí cenou hnojiv, do kterých spadá převážně dusík, který se díky vzdušnému poutání hlízkovými bakteriemi u sóji může snížit nebo zcela vynechat. Zároveň nám sója umožňuje diverzifikovat osevní postup a přerušit obilné sledy (Baffes & Koh 2022; Rodriguez-Navarro et. al. 2010).

Mezi lety 2018 až 2021 se zvýšil průměrný výnos sóji luštinaté v ČR z 1,66 na 2,61 t/ha, což je téměř o tunu výnosu na hektar více. Je třeba dodat, že takto vysoký nárůst výnosu nemusí být ovlivněn pouze intenzivní prací šlechtitelů, ale může na něj mít dopad i vnější podmínky (počasí, pěstitelské systémy) (Ministerstvo zemědělství 2020).

7 Závěr

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit výnos sóji luštinaté a šířka řádků je jedním z nich. V polním pokusu z roku 2022 byl zkoumán vliv různých šířek řádků na výnos semen. Z výsledků bylo zjištěno, že za předpokladu společného výsevku (v pokusu 600 tisíc semen na hektar) byl výnos semen vyšší u většiny odrůd s variantou šířky řádku 12,5 cm a řádky 45 cm byly méně výnosné.

Výzkum potvrdil, že rostliny sóji seté do řádků o rozteči 45 cm s nižším výsevkem byly schopny kompenzovat rozdíl vyššího výsevku nasazením většího množství lusků na rostlinu. Tento fakt dokazují grafy 15 a 18, porovnávající počty lusků na větvích a rostlině mezi jednotlivými výsevky, které dokázaly, že větší prostor rostliny podněcuje k nasazení většího počtu lusků a tím i semen.

Z hlediska nákladů by bylo možné snížit výsevek a tím i snížit náklady na osivo sóji, které je dražší než většina osiv kulturních plodin v ČR.

Je třeba poznamenat, že výsledky výzkumu byly získány v konkrétních podmínkách a mohou se lišit v závislosti na konkrétních podmínkách v každé oblasti. Proto je důležité brát v úvahu i další faktory, jako jsou klimatické podmínky, půdní podmínky, hnojení a ošetření rostlin. Tyto faktory mohou mít velký vliv na výnos a je důležité je zohlednit při stanovení optimální šířky řádků pro každou konkrétní odrůdu.

8 Literatura

Baffes J, Koh WCH. 2022. Fertilizer prices expected to remain higher for longer. Available from: https://blogs.worldbank.org/opendata/fertilizer-prices-expected-remain-higher-longer (accessed March 2023).

Barker DW, Sawyer JE. 2005. Nitrogen Application to Soybean at Early Reproductive Development. Agronomy Journal **97**:615-619.

Bečka D, Jozefyová L. 2005. Geneticky modifikovaná sója. Pages 17-20 in: Perspektivy sóji v ČR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Brink M, Belay G. 2006. Cereals and Pulses: Plant resources of Tropical Africa. PROTA, Wageningen.

Britannica. 2021. Soybean. Encyclopedia Britannica. Available from https://www.britannica.com/plant/soybean (accessed February 2022).

Clive J. 2003. Global Status of Commercialized Transgenic Crops. Available from: https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/30/download/isaaa-brief-30-2003.pdf (accessed March 2023).

Český statistický úřad. 2022. Vývoj osevních ploch zemědělských plodin k 31.5.. Available from: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02C&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02C (accessed March 2023).

Doss B. D, Pearson R. W, Rogers H. T. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. Agronomy journal **66.2**: 297-299.

Dvořáková M, Ministerstvo zemědělství. 2019. Situační a výhledová zpráva olejniny. Available from: https://eagri.cz/public/web/file/674320/SVZ_Olejniny_12_2019.pdf (accessed March 2023).

Egli DB, Crafts-Brander SJ. 1996. Soybeans – Photoassimilate distribut ion in plants and crops. Lexington Kentucky University, Kentucky.

The European Parliament. 2022. European Parliament resolution of 15 February 2022 on the draft Commission implementing decision authorising the placing on the market of products containing, consisting of or produced from genetically modified soybean GMB151 (BCS-GM151-6) pursuant to Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council (D075506/01–2021/2947(RSP)). Available from: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0024_EN.html (accessed March 2022).

Fageria NK, Baligar VC, Jones CA. 1997. Growth and mineral nutrition of field crops, Marcel Dekker, New York, edd.2.

FAO. 2022. FAOSTAT: Area harvested and production quantity – soybeans. FAO, Rome. Available from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (accessed February 2022).

FDA. 2022. U.S. Food and Drug Administration. FDA. Available from https://www.fda.gov/food/agricultural-biotechnology/gmo-crops-animal-food-and-beyond (accessed February 2022).

Flohrová A. 2001. Sója – perspektivní plodina. Available from: https://uroda.cz/soja-perspektivni-plodina/ (accessed October 2022).

Geisselreiterová L. 2022. Plečkování společně s herbicidem. Available from: https://www.eagrotec.cz/novinky/amazone/pleckovani-spolecne-s-herbicidem (accessed October 2022).

Goldberg RA. 1952. The soybean industry Available from: https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/reader.action?docID=345272&query=soybean+crop (accessed October 2022).

Hymowitz T. 1970. On the domestication of the soybean. Economic Botany **24**:408–421.

Hymowitz T, Harlan JR. 1983. Introduction of soybean to North America by Samuel Bowen in 1765. Economic Botany **37**:371-379.

Honsová H. 2021. Precizní zemědělství nabízí široké možnosti. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/precizni-zemedelstvi-nabizi-siroke-moznosti (accessed October 2022).

Houba M, Dostálová J, Dostálová R, Hochman M, Holeček J, Hosnadl V, Hýbl M, Huňady I, Ondráčková E, Ondřej M, Ponížil A, Prášil J, Seidenglanz M, Smýkal P, Šmirous P, Vaculík A, Zelený V. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.

Houba M, Dostálová R. 2018. Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití. Profi Press, Praha.

Houba M. 2019. Pěstování luskovin (2): Sója – Glycine. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-2-soja-glycine (accessed October 2022).

Hruška J. 2022. Rotační plečka nejen na krustu. Available from: https://mechanizaceweb.cz/rotacni-plecka-nejen-na-krustu/ (accessed October 2022).

Hůla J, Procházková B, Badalíková B, Dovrtěl J, Dryšlová T, Hartman I, Hrubý J, Hrudová E, Javůrek M, Kasal P, Klem K, Kovaříček P, Kroulík M, Kumhála F, Mareš J, Neudert L, Růžek P, Smutný V, Váňová M, Winkler J. 2008. Sója. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha.

Karges K, Bellingrath-Kimura SD, Watson CHA, Stoddard FL, Halwani M, Reckling M. 2022. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030121001866 (accessed October 2022).

Kudrna V. a kol., 1998. Produkce krmiv a Výživa skotu. Praha: Agrospoj. 362 s. ISBN 224090109.

Lahola J, Grohmann L, Hofírek P, Hochman M, Horák A, Chalupa A, Chalupová L, Kolář I, Kolařík J, Ondřej M, Pavelková A, Rubeš L, Stryk J, Střída J, Šmirous P. 1990. LUSKOVINY pěstování a využití. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

Lindsey L. 2016. 3 Planting Factors for Best Soybean Yields. Available from: https://www.no-tillfarmer.com/articles/5663-planting-factors-for-best-soybean-yields (accessed March 2023).

Mach J. 2016. Zakládání a vedení porostů ozimých obilnin. Available from: https://www.energen.info/cs/clanek/zakladani-a-vedeni-porostu-ozimych-obilnin/ (accessed October 2022).

Mease J.1804. Willich's Domestic Encyclopedia. 1st Amer. ed. **5**:13.

Miller NG. 1982. Carpaine: An Alkaloid of Carica Papaya: Its Chemistry and Pharmacology. Journal of the Arnold Arboretum **63**:411-427.

Mižík P. 2008. GLYCINE MAX (L.) Merrill. – sója luštinatá / sója fazuľová. Available from: https://botany.cz/cs/glycine-max/ (accessed October 2022).

Moudrý J, Bárta J, Bártová V, Bubeník J, Diviš J, Dostálová R, Hýbl M, Konvalina P, Ondřej M, Peterka J, Kalinová J P, Ponížil A, Seidenglanz M, Strašil Z, Šmirous P, Štolcová M, Vaculík A. 2011. Sója luštinatá - Glycine max L.. Alternativní plodiny. Profi press, Praha.

Nguyen HT, KUMAR, Madan a EDITORS, Bhattacharyya, 2017. The Soybean Genome. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Ram-Singh-35/publication/319975077_Botany_and_Cytogenetics_of_Soybean/links/5a71e3ab458515512074fac7/Botany-and-Cytogenetics-of-Soybean.pdf (accessed October 2022).

Oehler NW, Karr DB, Kremer RJ, Emerich DW. 2000. Enhanced attachment of Bradyrhizobium japonicum to soybean through reduced root colonization of internally seedborne microorganisms. Canadian Journal of Microbiology **46**:600-606.

Peterka V, Bareš M, Váša F. 1956. Pestovanie olejnín, strukovín a priadnych rastlín. Bratislava.

Podrábský M, 2002. Zvláštnosti agrotechniky a chyby při pěstování sóji. Available from: https://uroda.cz/zvlastnosti-agrotechniky-a-chyby-pri-pestovani-soji/ (accessed October 2022).

Procházka P. 2021. Zonální aplikace bakterií a živin při výsevu sóji. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/zonalni-aplikace-bakterii-a-zivin-pri-vysevu-soji (accessed October 2022).

Procházka P, Procházka A, Brant V, Kroulík M, Kasl V, Štefek M. 2022. Možnosti pěstování sóji v širších řádcích. Úroda **70 (1)**: 54-57.

Průša O. 2022. Jak na pěstování sóji. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/jak-na-pestovani-soji (accessed October 2022).

Pospíšil R, Candráková E. 2004. Strukoviny. ÚVTIP, Nitra.

Ritchie H, Roser M. 2021. Forests and Deforestation. Our world in data. Available from https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation (accessed February 2022).

Rodriguez-Navarro DN, Margaret Oliver I, Albareda Contreras M, Ruiz-Sainz JE. 2010. Soybean interactions with soil microbes, agronomical and molecular aspects. Available from: https://hal.science/hal-00930474/document (accessed March 2023).

Shah I, Prasad M, Brar B, Lambe U, Jyothi M, Ranjan K, Gulati D, Kumar V, Prasad G. 2017. Promiscuous Rhizobia: A Potential Tool to Enhance Agricultural Crops Productivity: A Potential Tool to Enhance Agricultural Crops Productivity. Pages 358-375 in: Subhash B, Marimuthu K, Ravichandran M. editors. Biotechnology for Sustainability: Achievements, Challenges and Perspectives. AIMST University, Bedong.

Shurtleff W, Aoyagi A. 2001. Green vegetable soybeans, edamame and vegetable-type soybeans – bibliography and sourcebook. Available from: https://www.soyinfocenter.com/pdf/GVS-2001.pdf (accessed April 2022).

Shurtleff W, Aoyagi A. 2004. History of World Soybean Production and Trade – Part 2. Available from: https://www.soyinfocenter.com/HSS/production_and_trade2.php (accessed October 2022).

Shurtleff W, Aoyagi A. 2009. History of Edamame, Green Vegetable Soybeans, and Vegetable-Type Soybeans. Available from: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=91fd9057777029a50b3208dce2f8895fd77204b2 (accessed March 2023).

Shurtleff W, Aoyagi A. 2014. History of Edamame, Green Vegetable Soybeans, and Vegetable-Type Soybeans (1275-2009): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook. Soyinfo Center, Lafayette.

Shurtleff W, Aoyagi A. 2018. History of research of nitrogen fixation in soybeans (1887-2018). Soyinfo Center, Lafayette, CA.

Schutte M, Nleya T. 2018. Row Spacing and Seeding Rate Effects on Soybean Seed Yield. Available from: https://www.intechopen.com/chapters/63383 (accessed March 2023).

Skornjakov SM, Jeník J, Větvička V. 1991. Zelená kuchyně. Lidové nakladatelství, Praha. Stickler C, Nepstad D, Coe M, McGrath DG, Rodrigues HO, Walker WS, Soares-Filho BS, Davidson EA. 2009. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. Global Change Biology **15**:2803-2824.

Stickler CM, Nepstad DC, Coe MT, Mcgrath DG, Rodrigues HO, Walker WS, Davidson EA. 2009. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. Global Change Biology, **15**:2803-2824.

Sugiyama A, Ueda Y, Takase H, Yazaki K. 2015. Do soybeans select specific species of Bradyrhizobium during growth? Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4594333/ (accessed March 2023).

Šindelková T, MZe. 2020. Situační a výhledová zpráva OLEJNINY. Available from: https://eagri.cz/public/web/file/682857/SVZ_Olejniny_12_2020.pdf (accessed March 2023).

Šinský T. 1973. Zásady pěstování sóje. VÚRV, Piešťany.

Škeříková M. 2021. Otázky věnované pěstování sóji u nás. Available from: https://uroda.cz/otazky-venovane-pestovani-soji-u-nas/ (accessed October 2022).

Špaldon E, Andraščík M, Bechyně M, Belej J, Fric V, Fuciman L, Hruška L, Krausko A, Petr J, Rybáček V, Váša F, Votoupal B, Vrzalová J. 1982. Rostlinná výroba. SZN Praha.

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2022. Ochrana a stimulace sóji v roce 2021. SBORNÍK pěstování olejnin v sezóně 2021/22 **38**: 186-197.

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2022. Průběh počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2021/2022. SBORNÍK pěstování olejnin v sezóně 2021/22 **39**: 149-169.

Štranc D, Štranc J, Štranc P. 2002. Zakládání porostů sóji Available from: https://uroda.cz/zakladani-porostu-soji/ (accessed October 2022).

Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005. Hlavní zásady hnojení sóji dusíkem. Pages 46-47 in: Perspektivy sóji v ČR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005. K problematice termínu setí sóji. Pages 17-20 in: Perspektivy sóji v ČR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005. Vodní režim půdy a ontogeneze sóji. Pages 50-53 in: Perspektivy sóji v ČR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Štranc P, Procházka P, Štranc J, Štranc D. 2013. Sklizeň sóji. Agromanuál **8 (8)**: 66-67.

Štranc P, Štranc D, Procházka P. 2022. Výhledy produkce olejnin a zejména sóji v roce 2022. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/vyhled-produkce-olejnin-a-zejmena-soji-v-roce-2022 (accessed October 2022).

Štranc P, Zelený V, Markytán P. 2010. Sója luštinatá. Pages 137-153 in: Baranyk P editor. Olejniny. Profi press, Praha. Švestka J, Klímová E. 1989. Školní atlas světa. Geodetický a kartografický podnik, Praha.

Ulafić A, Varga I, Stošić M, Iljkić D, Antunović M. 2020. Analysis of soybean growth in regard to different row-spacing. Available from: https://www.agrojournal.org/26/03-06.pdf (accessed March 2023).

USDA. 2022. World Agricultural Production. United States Department of Agriculture. Available from https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf (accessed February 2022).

Vaňatová P. 2004. Do osevních postupů patří i sója. Available from: https://uroda.cz/do-osevnich-postupu-patri-i-soja/ (accessed October 2022).

Venclová B. 2022. Stále větší zájem o pěstování sóji. Available from: https://uroda.cz/stale-vetsi-zajem-o-pestovani-soji/ (accessed March 2023).

Vinkler P. 2012. Sója v ekologickém zemědělství u nás. Available from: https://orgprints.org/id/eprint/24905/1/s%C3%B3ja.pdf (accessed October 2022).

Všetečka P. 2017. Technologie pěstování lupin a sóji v podmínkách České republiky. Available from: https://theses.cz/id/axggcu/bakal_sk-prce-Petr-V_ete_ka_.pdf?lang=sk (accessed October 2022).

Williams TA. 1897. The Soy Bean as a Forage Crop. Government printing office, Washington.

Woodcraft B. 1854. Titles of patents of inventions. Pages 1-158. Queens Printing Office, London.

Yu GR, Wang QF, Zhuang J. 2004. Modeling the water use efficiency of soybean and maize plants under environmental stresses: application of a synthetic model of photosynthesis transpiration based on stomatal behavior. Journal of Plant Physiology **161**:303-318.

Zahran HH. 1999. Rhizobium – Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate. Microbiology and Molecular Biology Reviews **63**:968-989.