Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Vliv způsobu založení porostu sóji na kvalitativní parametry sklizených semen

Bakalářská práce

Lukáš Tyller

Kvalita potravin a zpracování zemědělských produktů

Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D.

© 2025 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci s názvem "Vliv způsobu založení porostu sóji na kvalitativní parametry sklizených semen" 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 26.4.2026 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za odborné vedení a dobrou spolupráci při realizaci mé práce a zároveň za technickou podporu při jednotlivých hodnoceních pokusů.

Vliv způsobu založení porostu sóji na kvalitativní parametry sklizených semen

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda různé způsoby setí sóji luštinaté (*Glycine max)* ovlivňují její kvalitativní parametry. Polní experiment byl prováděn u obcí Lošany a Mankovice na dvou odrůdách sóji (Adelfia a ES Compositor). V každé lokalitě byl pokus proveden na obou odrůdách ve třech variantách, které ověřovaly cíle a hypotézu bakalářské práce.

První varianta byla výsev s meziřádkovou vzdáleností 0,15 m (úzké řádkování), druhá varianta byla výsev s meziřádkovou vzdáleností 0,45 m (široké řádkování) a třetí variantou byl výsev s pomocnou plodinou s meziřádkovou vzdáleností 0,45 m u sóji a 0,45 m u pomocné plodiny.

Sledované ukazatele byly výnos semen, hmotnost tisíce semen (HTS), procentuální obsah dusíkatých látek, procentuální obsah oleje a procentuální obsah vlákniny. Výsledky ukázaly, že u jednotlivých variant existovaly malé rozdíly v rámci sledovaných parametrů. Nejvýraznější rozdíly byly patrné u hmotnosti tisíce semen a u výnosu. U ostatních parametrů byly rozdíly znatelně méně významné.

Následné statistické vyhodnocení prokázalo, že zjištěné rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Lze tedy konstatovat, že zvolený způsob setí v podmínkách daných lokalit neměl zásadní vliv na kvalitu semen sóji.

Klíčová slova: sója, kvalitativní parametry, meziřádková vzdálenost, pomocná plodina

The influence of the method of establishing a soybean stand on the quality parameters of harvested seeds

Summary

The aim of this bachelor's thesis was to determine whether different sowing methods of soybean (*Glycine max*) affect its qualitative parameters. A field experiment was conducted in the cadastral areas of Lošany and Mankovice using two soybean varieties (Adelfia and ES Compositor). In each locality, the experiment was established for both varieties in three variants designed to verify the objectives and hypothesis of the thesis.

The first variant involved sowing with a narrow row spacing of 0.15 m, the second variant used a wide row spacing of 0.45 m, and the third variant combined wide row spacing (0.45 m) with a companion crop (0.45 m soybean + 0.45 m companion crop).

The evaluated parameters included seed yield, thousand seed weight (TSW), crude protein content, oil content, and fiber content. The results showed that there were differences among the individual variants in all observed parameters, although these differences were generally small. The most pronounced differences were observed in seed yield and thousand seed weight, while the remaining parameters showed less variability.

However, subsequent statistical analysis revealed that the observed differences between the variants were not statistically significant. It can therefore be concluded that, under the conditions of the given localities, the selected sowing method did not have a significant effect on the quality of soybean seeds.

Keywords: soybean, qualitative parameters, row spacing, companion crop

Obsah

1 Úvod 7
2 Cíl práce 8
3 Literární rešerše 9
3.1 Historie sóji 9
3.1.1 Historie pěstování ve světě 9
3.1.2 Historie pěstování ve střední Evropě 9
3.2 Sója jako potravinářská surovina 11
3.3 Kvalitativní parametry semen sóji 13
3.3.1 Chemické složení semen 13
3.3.2 Profil mastných kyselin 14
3.3.3 Bioaktivní látky 14
3.3.4 Fyzikální a technologické vlastnosti semen 15
3.4 Faktory ovlivňující kvalitu semen sóji 16
3.4.1 Genotypové faktory 16
3.4.2 Environmentální faktory 16
3.4.3 Interakce genotyp × prostředí 17
3.5 Vliv způsobu založení porostu na kvalitu semen sóji 18
4 Metodika 20
4.1 Založení pokusných ploch 20
4.2 Pokusný materiál 21
4.3 Použité pomocné plodiny 21
4.4 Stanovení výnosu 21
4.5 Laboratorní testy 21
5 Výsledky 22
5.1 Výnos semen 22
5.2 Hmotnost tisíce semen 23
5.3 Procentuální obsah dusíkatých látek 23
5.4 Procentuální obsah olejnatosti 24
5.5 Procentuální obsah vlákniny 24
6 Diskuse 25
7 Závěr 27
8 Seznam použité literatury 28

1 Úvod

Sója (*Glycine max* (L.) Merrill) patří mezi nejvýznamnější olejniny a zároveň důležité plodiny světového zemědělství. V globálním měřítku představuje zásadní zdroj rostlinných bílkovin a olejů, které nacházejí široké uplatnění jak v potravinářství, tak v krmivářství a průmyslu. Význam sóji v posledních desetiletích výrazně vzrostl v souvislosti s rostoucí poptávkou po rostlinných bílkovinách, změnami ve stravovacích návycích obyvatelstva a rozvojem potravinářských technologií zaměřených na alternativní zdroje proteinů (Messina 2016; Khan et al. 2020). Sójové boby jsou charakteristické vysokým obsahem kvalitních bílkovin, které dosahují přibližně 35–45 % hmotnosti semen, a současně významným podílem oleje, jenž se obvykle pohybuje v rozmezí 18–22 % (Voora et al. 2020).

Z nutričního hlediska je sója považována za jednu z nejhodnotnějších rostlinných surovin, neboť její bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny v relativně vyváženém poměru. Díky tomu je sója často označována jako „rostlinný ekvivalent živočišných proteinů“ a představuje důležitou složku stravy zejména v oblastech s omezenou dostupností živočišných produktů (Messina 2016). Kromě bílkovin obsahují sójová semena také významné množství bioaktivních látek, zejména izoflavonů, které jsou spojovány s pozitivními účinky na lidské zdraví, například v oblasti prevence kardiovaskulárních onemocnění nebo hormonálně podmíněných chorob (Nakai et al. 2020).

V rámci produkce sóji je nutné rozlišovat mezi tzv. krmnou a potravinářskou sójou. Zatímco většina světové produkce je využívána jako surovina pro výrobu krmiv, potravinářská (food-grade) sója je určena pro přímé zpracování na potraviny a podléhá výrazně přísnějším kvalitativním požadavkům. Ty se týkají chemického složení, zejména obsahu bílkovin a oleje, ale také fyzikálních vlastností semen, jako je velikost, uniformita, čistota či nízký podíl mechanického poškození (She et al. 2020). Tyto parametry mají zásadní význam pro technologickou vhodnost semen při výrobě potravin, například tofu, sójových nápojů nebo fermentovaných produktů, kde kvalita suroviny přímo ovlivňuje výtěžnost, strukturu a senzorické vlastnosti finálního výrobku (Guan et al. 2021).

Kvalitativní parametry semen sóji jsou výsledkem komplexní interakce genetických, environmentálních a agrotechnických faktorů. Vedle genetického potenciálu odrůdy a klimatických podmínek hraje významnou roli také způsob pěstování, zejména technologie zakládání porostu. Mezi hlavní aspekty patří termín setí, hustota porostu, spon řádků, způsob zpracování půdy a rovnoměrnost vzcházení. Tyto faktory ovlivňují mikroklimatické podmínky porostu, dostupnost vody a živin, intenzitu fotosyntézy i průběh nalévání semen, a tím mohou významně modifikovat jejich chemické i fyzikální vlastnosti (Pagano & Miransari 2016).

2 Cíl práce

Tato práce si klade za cíl zpracovat literární rešerše na zvolené téma a ověřit kvalitu semen z porostů založených různými způsoby.

Hypotézy:

1. Využití pomocné plodiny při založení porostů sóji má statisticky významný vliv na kvalitativní vlastnosti semen.
2. Využití širokého řádkování při založení porostů sóji má statisticky významný vliv na kvalitativní vlastnosti semen.

3 Literární rešerše

3.1 Historie sóji

3.1.1 Historie pěstování ve světě

Vědci se všeobecně shodují, že původ pěstování sóji leží v Číně, protože jednoletá divoká sója (*Glycine soja*), příbuzný předek současné kulturní sóji (*Glycine max*), se vyskytuje po celé Číně. Rozšíření *Glycine soja* je v rámci východní Asie omezeno na Čínu, Japonsko, Koreu a oblast Dálného východu v Rusku, avšak její výskyt v Číně je nejrozsáhlejší, populace nejpočetnější a druhová rozmanitost typů nejbohatší (Qiu & Chang 2010).

Sója se řadí mezi nejstarší kulturní plodiny; člověku je známa již po dobu přesahující 5 000 let. V odborné literatuře věnované sóji se často objevuje tvrzení, že nejstarší zmínky o jejím využívání člověkem sahají až k herbáři *Pen-ccao kang-mu* (*Materia Medica*), jehož autorem má být legendární císař Šen-nung. Pro datum vydání Šen-nungovy knihy bylo uváděno nejméně šest různých letopočtů: 2838 př. n. l., 2828 př. n. l., 2737 př. n. l., 2700 př. n. l., 2448 př. n. l. a 2383 př. n. l. (Hymowitz 1970).

Od starověku až hluboko do dvacátého století byla Čína zdaleka nejvýznamnějším světovým producentem sóji (Shurtleff & Aoyagi, 2017).

Sója byla do Severní Ameriky zavedena v roce 1765 Samuelem Bowenem, bývalým námořníkem ve službách Východoindické společnosti. Semena přivezl z Číny přes Londýn a vysadil je na svém pozemku v Georgii (Hymowitz & Harlan 1983).

Ve Spojených státech byla sója až do počátku 20. století primárně pícninou. Její přeměna v hlavní olejninu byla podnícena rozvojem domácích zpracovatelských kapacit a zvýšenou poptávkou během první světové války (Probst & Judd 1973).

Od 30. let 20. století zaujímá sója stále významnější místo v americkém zemědělství. Zpočátku byl tento ohromující růst vázán na domácí trhy, ale po druhé světové válce se stal velmi významným export. Neustálý nárůst osevních ploch a zdvojnásobení výnosů vedly během čtyř desetiletí po druhé světové válce k více než desetinásobnému zvýšení produkce (Lockeretz 1988).

3.1.2 Historie pěstování ve střední Evropě

Rok 1873 je považován za počátek historie pěstování sóji ve střední Evropě. Osobou, která je se zaváděním této nové plodiny neodmyslitelně spojená, je Friedrich Haberlandt, který v uvedeném roce získal osivo sóji pro své následné pokusy (Venclová 2023).

Ještě v 70.–80. letech byla sója na zrno pěstována jen v nejteplejších polohách Československa na plochách nepřesahujících 2 tisíce ha. Dnes je díky introdukci kanadských odrůd a později i odrůd z jiných příznivých oblastí sója s úspěchem pěstována i ve středních polohách, kde při

dobré agrotechnice a péči dosahuje sklizňové zralosti s odpovídajícími parametry výnosu i jakosti (HOUBA 2019).

Pěstování sóji má v České republice v posledních letech vzrůstající trend a dle nejnovějších statistik (ČSÚ) je sója v letošním roce na více než 29 tisících ha, což je historicky nejvyšší plocha (Procházka et al. 2022).

Vzhledem k nízkým realizačním cenám běžně pěstovaných plodin se řada zemědělců snaží hledat rentabilnější alternativy, což vede ke zvýšenému zájmu o pěstování sóji. Je však třeba podotknout, že ceny sóji nejsou o mnoho výhodnější. Výrazně rentabilní bývá pěstování sóji jen u zkušených pěstitelů na vhodných stanovištích, a při příznivém počasí (Štranc et al. 2025).

Dalším aspektem pěstování sóji je sílící tlak na snižování vstupů (zejména přípravků na ochranu rostlin) se zachováním vysoké a efektivní produkce a nutnost ověřit možnosti pěstování v našich podmínkách na širších řádcích, což dává prostor například porost mechanicky kultivovat během vegetace. (Procházka et al. 2026)

3.2 Sója jako potravinářská surovina

Sója (*Glycine max* (L.) Merrill) představuje jednu z nejvýznamnějších potravinářských plodin současnosti, a to zejména díky svému mimořádně příznivému nutričnímu složení. Semena sóji obsahují vysoký podíl bílkovin, který se zpravidla pohybuje v rozmezí 35–45 % sušiny, čímž výrazně převyšuje většinu ostatních luštěnin i obilovin. Z tohoto důvodu je sója často označována jako významný zdroj rostlinných proteinů v globálním potravinovém systému (Liu & Lin 2017; Messina 2016).

Sója je základní potravinovou složkou tradiční asijské kuchyně a využívá se již tisíce let. Do západních zemí byla sója uvedena přibližně před sto lety a v poslední době se využívá zejména k výrobě náhražek potravin. Sója a sójové potraviny představují běžné nutriční řešení pro vegetariány, a to díky vysokému obsahu bílkovin a všestrannosti při výrobě masných analogů a mléčných náhrad (Rizzo & Baroni 2018).

Každý rok se v průměru 85 % světové produkce sóji zpracovává (drtí) na sójový šrot (využívaný primárně jako krmivo pro hospodářská zvířata) a rostlinný olej. Přibližně 10 % se využívá přímo pro lidskou výživu a zbytek slouží jako osivo, ke krmení zvířat přímo na farmách nebo představuje odpadní materiál. Kromě oněch 10 % úrody využívaných přímo pro lidskou stravu – pro výrobky jako tofu, sójové mléko, natto a miso – se odhadem 4 až 5 % vyrobeného sójového šrotu dále zpracovává na sójové proteinové ingredience. Ty jsou následně využívány v různých masných a potravinářských výrobcích, v kojenecké výživě, alternativách mléčných a masných výrobků, doplňcích stravy a energetických tyčinkách (Marcone 2007).

Význam sójových bílkovin spočívá v jejich množství, ale také v kvalitním aminokyselinovém složení. Sójové proteiny obsahují všechny esenciální aminokyseliny potřebné pro lidský organismus, přičemž jejich biologická hodnota je srovnatelná s některými živočišnými zdroji bílkovin. Z hlediska limitujících aminokyselin vykazuje sója relativně nižší obsah methioninu, avšak celková nutriční kvalita zůstává velmi vysoká, což činí sóju důležitou součástí vegetariánských a veganských diet (Gómez-Zorita et al. 2020).

Při použití technik lze kvalitu sójového proteinu zlepšit prostřednictvím zpracování potravin: vařením, namáčením, klíčením, extruzí, fermentací, koncentrací proteinů a izolací. Tepelné úpravy (vaření, ozařování a autoklávování) jsou běžnou součástí zpracování rostlinných bílkovin. Prokázalo se, že vedou k významnému snížení toxických sloučenin a antinutričních látek v sójovém proteinu.(Sá et al. 2020; Ahnen et al. 2019). Metody netepelného zpracování, jako je fermentace a izolace nebo koncentrace proteinů, se při vývoji produktů ze sójových bílkovin používají proto, aby se zabránilo přehřátí, které způsobuje denaturaci bílkovin (Jan et al. 2017).

Vedle bílkovin obsahují sójová semena významné množství lipidů, které tvoří přibližně 18–22 % jejich hmotnosti. Sójový olej je charakteristický vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny linolové a olejové, což přispívá k jeho příznivému nutričnímu profilu. Tyto mastné kyseliny jsou spojovány se snižováním hladiny cholesterolu a prevencí kardiovaskulárních onemocnění (Shea et al. 2020). Kromě toho obsahuje sója také biologicky aktivní látky, zejména izoflavony, které jsou studovány pro své potenciální zdravotní účinky, včetně antioxidačního a hormonálně modulačního působení (Messina 2016).

Potravinářské využití sóji je mimořádně široké a zahrnuje tradiční i moderní výrobky. Mezi nejvýznamnější patří produkty získané přímým zpracováním sójových bobů, jako jsou tofu a sójové nápoje. Tofu je tradiční výrobek vznikající koagulací sójového mléka a jeho následným lisováním. Kvalita suroviny, zejména obsah bílkovin a jejich technologické vlastnosti, zásadně ovlivňuje výtěžnost, texturu a senzorické vlastnosti výsledného produktu (Kamizake et al. 2018)

Sójové nápoje, často označované jako sójové mléko, představují další významnou skupinu výrobků. Jsou vyráběny extrakcí rozpustných složek ze sójových semen a následnou tepelnou úpravou. Chemické složení semen, zejména obsah bílkovin a cukrů, ovlivňuje nutriční hodnotu, ale také chuťové vlastnosti a stabilitu těchto produktů (Liu and Li, 2017). Další významnou kategorií jsou fermentované sójové výrobky, jako je tempeh, miso nebo natto. Tyto produkty vznikají mikrobiální fermentací a jsou ceněny pro svou nutriční hodnotu, ale také pro specifické senzorické vlastnosti a zvýšenou biologickou dostupnost živin. Kvalita suroviny, zejména obsah proteinů a bioaktivních látek, ovlivňuje průběh fermentace i kvalitu finálního výrobku (Messina 2016).

V posledních desetiletích roste význam sóji také jako suroviny pro výrobu rostlinných alternativ masa. Sójové proteiny se využívají k výrobě texturovaných proteinových produktů, které imitují strukturu a vlastnosti živočišných výrobků. Pro tyto aplikace je důležitá jak koncentrace bílkovin, tak jejich funkční vlastnosti, například schopnost gelace či emulgace (Messina 2016).

Potravinářská sója, označovaná jako „food-grade soybean“, představuje specifickou kategorii produkce, která musí splňovat přísnější kvalitativní požadavky než sója určená pro krmivářské účely. Tyto požadavky se týkají jak chemického složení, tak fyzikálních vlastností semen. Z hlediska chemického složení je důležitý především vysoký obsah bílkovin, který je rozhodující pro technologickou vhodnost při výrobě tofu a dalších proteinových výrobků. (Jegadeesan & Yu 2020) Vedle obsahu bílkovin je důležitý také obsah oleje a profil mastných kyselin, které ovlivňují nutriční hodnotu i technologické vlastnosti produktů. Významnou roli hraje rovněž obsah cukrů, jenž ovlivňuje chuťové vlastnosti sójových nápojů a fermentovaných výrobků. Fyzikální vlastnosti semen jsou neméně důležité. Potravinářská sója musí vykazovat vysokou uniformitu velikosti semen, nízký podíl mechanického poškození a minimální obsah nečistot. Tyto parametry mají zásadní význam pro průmyslové zpracování, neboť ovlivňují výtěžnost, efektivitu technologických procesů a kvalitu finálních produktů (Liu & Li 2017).

Produkce sójového oleje by měla dosáhnout nového maxima – blíží se hranici 71 mil. t. Tento růst je podpořen zvýšeným zpracováním sóji v hlavních zpracovatelských zemích – Číně, USA, Argentině a Brazílii. (Štranc et al 2025)

3.3 Kvalitativní parametry semen sóji

Kvalita semen sóji představuje komplexní soubor chemických, fyzikálních a technologických vlastností, které určují jejich nutriční hodnotu i vhodnost pro potravinářské zpracování. Tyto parametry jsou výsledkem interakce genetických predispozic odrůdy, environmentálních podmínek během vegetace a agrotechnických postupů. V potravinářském kontextu je kladen důraz především na chemické složení semen, profil mastných kyselin, obsah bioaktivních látek a fyzikální vlastnosti, které ovlivňují technologické zpracování (Liu & Li 2017).

3.3.1 Chemické složení semen

Chemické složení semen sóji je charakteristické vysokým podílem makroživin, především bílkovin a lipidů, které společně tvoří přibližně 60 % jejich sušiny. Obsah bílkovin se zpravidla pohybuje v rozmezí 35–45 %, přičemž tato hodnota je ovlivňována jak genetickými faktory, tak podmínkami pěstování, zejména teplotou a dostupností živin během nalévání semen. Z potravinářského hlediska představují bílkoviny nejvýznamnější složku, neboť určují nutriční hodnotu sóji, ale také její technologické vlastnosti. Sójové proteiny vykazují schopnost tvorby gelů, emulgační a pěnotvorné vlastnosti, které jsou důležité při výrobě tofu, sójových nápojů a dalších proteinových produktů (Bagale 2021).

Vedle vysokého obsahu bílkovin jsou sójová semena významným zdrojem lipidů. Obsah oleje se obvykle pohybuje mezi 18–22 % sušiny, přičemž většinu lipidů tvoří triacylglyceroly. Charakteristickým rysem sójového oleje je vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, což přispívá k jeho příznivému nutričnímu profilu. Mezi obsahem bílkovin a oleje však existuje negativní korelace, která představuje významný faktor při šlechtění odrůd i optimalizaci pěstebních postupů. Zvýšení obsahu jedné složky bývá často spojeno se snížením druhé, což komplikuje snahy o dosažení optimální kvality semen pro potravinářské využití (Głowacka et al. 2019).

Sacharidy tvoří přibližně 30 % sušiny semen a zahrnují především oligosacharidy, jako jsou rafinóza a stachyóza, a dále disacharid sacharózu. Z technologického hlediska je významná zejména sacharóza, která ovlivňuje chuťové vlastnosti sójových výrobků, zejména nápojů a fermentovaných potravin. Oligosacharidy jsou naopak spojovány s nižší stravitelností, avšak současně vykazují prebiotické účinky podporující růst prospěšné střevní mikroflóry (Liu & Li 2017).

Kromě hlavních makroživin obsahují sójová semena také menší množství minerálních látek, vitaminů a dalších biologicky aktivních sloučenin, které přispívají k jejich celkové nutriční hodnotě. Mezi významné mikroživiny patří například železo, vápník a vitaminy skupiny B. Chemické složení semen je přitom značně variabilní a je výsledkem komplexní interakce genetických predispozic, environmentálních podmínek a agrotechnických faktorů. Porozumění této variabilitě je důležité pro hodnocení kvality sójových semen a jejich vhodnosti pro potravinářské zpracování (Kim et al. 2021).

3.3.2 Profil mastných kyselin

Sójový olej je charakteristický vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, které tvoří přibližně 80–85 % celkového obsahu lipidů. Nejvýznamnějšími složkami jsou kyselina linolová, olejová a linolenová, přičemž jejich zastoupení se může lišit v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování. Tyto mastné kyseliny mají zásadní význam pro nutriční hodnotu oleje, neboť jejich vysoký podíl je spojován se snižováním hladiny LDL cholesterolu a prevencí kardiovaskulárních onemocnění. Z tohoto důvodu je sójový olej považován za jednu z nutričně nejhodnotnějších rostlinných olejnin (Anwar et al. 2016).

Z technologického hlediska je profil mastných kyselin rozhodujícím faktorem ovlivňujícím stabilitu oleje během skladování i jeho vhodnost pro potravinářské zpracování. Vyšší obsah polyenových mastných kyselin, zejména kyseliny linolenové, zvyšuje náchylnost oleje k oxidaci, což může vést k nežádoucím změnám chuti a vůně. Naopak vyšší podíl kyseliny olejové zvyšuje oxidační stabilitu oleje, prodlužuje jeho trvanlivost a zlepšuje jeho technologické vlastnosti při tepelném zpracování (Anwar et al. 2016).

Význam profilu mastných kyselin je patrný také v oblasti potravinářských aplikací. Oleje s vyšším obsahem kyseliny olejové jsou preferovány při výrobě potravin vyžadujících tepelnou stabilitu, například při smažení nebo výrobě polotovarů. Naopak vyšší obsah polyenových kyselin může být žádoucí z hlediska nutriční hodnoty, avšak současně zvyšuje nároky na skladování a technologické zpracování. Profil mastných kyselin tak představuje kompromis mezi nutriční kvalitou a technologickou stabilitou (Bukowski & Goslee 2024).

Složení mastných kyselin je ovlivňováno genetickými faktory, ale také podmínkami prostředí během nalévání semen. Zvláště významný je vliv teploty, kdy vyšší teploty během dozrávání bývají spojené se zvýšením podílu kyseliny olejové a současným snížením obsahu polyenových mastných kyselin. Tento vztah má praktický význam při hodnocení kvality sójového oleje v různých klimatických podmínkách a při optimalizaci pěstitelských postupů zaměřených na potravinářské využití (Bukowski & Goslee 2024).

3.3.3 Bioaktivní látky

Sója představuje významný zdroj bioaktivních látek, které mají zásadní význam jak z hlediska nutriční hodnoty, tak i zdravotních účinků. Nejvýznamnější skupinu těchto sloučenin tvoří izoflavony, které patří mezi fytoestrogeny, tedy látky schopné interagovat s estrogenovými receptory v lidském organismu. Mezi hlavní izoflavony obsažené v sóji patří genistein, daidzein a glycitein. Tyto látky jsou intenzivně studovány pro své potenciální pozitivní účinky na lidské zdraví, zejména v souvislosti s prevencí kardiovaskulárních onemocnění, osteoporózy a některých hormonálně podmíněných nádorových onemocnění (Swallah et al. 2023).

Vedle izoflavonů obsahují sójová semena také další bioaktivní složky s antioxidačními vlastnostmi. Mezi významné patří zejména tokoferoly, které představují přirozenou formu vitaminu E, a dále fenolické sloučeniny. Tyto látky přispívají k ochraně buněk před oxidačním stresem a zároveň ovlivňují stabilitu lipidů v semenech. Antioxidační aktivita těchto sloučenin má význam pro lidské zdraví, ale také pro technologickou kvalitu sójového oleje, neboť zpomaluje jeho oxidaci během skladování (Carrera & Seguin 2016).

Bioaktivní látky přispívají rovněž k senzorickým vlastnostem sójových výrobků. Například izoflavony mohou ovlivňovat chuťový profil, včetně typické „bobové“ chuti sójových produktů. Současně však mají významnou roli při fermentačních procesech, kdy dochází k jejich přeměně na biologicky aktivnější formy, což zvyšuje nutriční hodnotu fermentovaných výrobků, jako je tempeh nebo miso (Messina 2016).

3.3.4 Fyzikální a technologické vlastnosti semen

Vedle chemického složení mají zásadní význam také fyzikální vlastnosti semen, které ovlivňují jejich technologickou vhodnost pro potravinářské zpracování. Mezi důležité parametry patří velikost a uniformita semen. Pro potravinářské účely jsou preferována větší a rovnoměrně vyvinutá semena, která umožňují efektivnější zpracování a vyšší výtěžnost při výrobě tofu a dalších produktů. Vlhkost semen představuje další důležitý faktor, který ovlivňuje jejich skladovatelnost a technologické vlastnosti. Příliš vysoká vlhkost může vést ke zhoršení kvality během skladování, zatímco příliš nízká vlhkost zvyšuje riziko mechanického poškození při manipulaci. Mechanické poškození semen je významným kvalitativním ukazatelem, neboť negativně ovlivňuje jejich klíčivost, skladovatelnost i technologickou vhodnost. Poškozená semena mají vyšší náchylnost k oxidaci lipidů a mikrobiální kontaminaci, což může vést ke snížení kvality finálních potravinářských výrobků (Liu & Li 2017).

Tvar semen sóji se pohybuje od téměř kulovitého až po protáhlý a plochý. Průmyslové odrůdy pěstované pro olej jsou téměř kulovité, zatímco protáhlé odrůdy se využívají jako zelenina. Barva semene může být žlutá, zelená, hnědá nebo černá. Průmyslové odrůdy jsou žluté a přítomnost semen jiných barev v šarži je považována za vadu. Velikost semen se vyjadřuje jako počet semen na jednotku objemu nebo hmotnosti. Průmyslová sója váží 18–20 gramů na 100 bobů. Semena „zeleninových“ odrůd jsou pak výrazně větší (Berk 1992)

3.4 Faktory ovlivňující kvalitu semen sóji

Kvalita semen sóji je výsledkem komplexního působení genetických predispozic rostlin, environmentálních podmínek během vegetace a jejich vzájemných interakcí. Tyto faktory společně ovlivňují chemické složení semen, jejich fyzikální vlastnosti i technologickou vhodnost pro potravinářské využití. Porozumění jejich vlivu je zásadní pro optimalizaci pěstitelských postupů zaměřených na výnos, ale také na dosažení požadované kvality sklizeného zrna (Bellaloui & Kassem 2021).

3.4.1 Genotypové faktory

Genetické vlastnosti odrůdy představují jeden z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících kvalitu semen sóji. Jednotlivé odrůdy se výrazně liší v obsahu bílkovin, oleje i dalších složek, přičemž tyto rozdíly jsou podmíněny genetickou variabilitou. Obsah bílkovin je považován za jeden z nejdůležitějších kvalitativních znaků, zejména u potravinářské sóji, kde přímo ovlivňuje nutriční hodnotu i technologickou vhodnost semen. Šlechtění sóji je proto dlouhodobě zaměřeno na dosažení optimálního poměru mezi výnosem a kvalitou, což však představuje výzvu vzhledem k negativní korelaci mezi obsahem bílkovin a oleje (Tripathi & Khare 2016)

Genotyp ovlivňuje celkové chemické složení semen, ale také jejich detailní kvalitativní charakteristiky. Patří mezi ně například profil mastných kyselin, který má význam pro nutriční i technologickou kvalitu oleje, nebo obsah bioaktivních látek, zejména izoflavonů. Některé odrůdy jsou cíleně šlechtěny na zvýšený obsah kyseliny olejové, což zlepšuje oxidační stabilitu oleje a jeho vhodnost pro potravinářské využití. Jiným šlechtitelským cílem je naopak zvýšení obsahu proteinů, které jsou důležité pro výrobu tofu a dalších proteinových výrobků (Tripathi & Khare 2016)

Genetická variabilita se projevuje rovněž ve fyzikálních vlastnostech semen, jako je velikost, tvar a uniformita. Tyto znaky mají významný dopad na technologické zpracování, neboť ovlivňují výtěžnost při výrobě potravinářských produktů i efektivitu třídění a manipulace se zrnem. Potravinářské odrůdy sóji jsou proto často vybírány podle chemického složení, ale také podle fyzikálních vlastností, které umožňují dosažení stabilní kvality finálních výrobků (Liu & Li 2017).

3.4.2 Environmentální faktory

Kvalitu semen sóji významně ovlivňují podmínky prostředí během vegetace, především teplota, dostupnost vody a půdní vlastnosti. Tyto faktory působí zejména v období nalévání a dozrávání semen, kdy dochází k intenzivní syntéze a akumulaci hlavních zásobních látek, tedy bílkovin a lipidů. Teplota je v tomto období jedním z nejdůležitějších determinantů výsledného chemického složení. Vyšší teploty během nalévání semen bývají spojeny se zvýšeným obsahem oleje a změnami v profilu mastných kyselin, zatímco nižší teploty mohou podporovat vyšší akumulaci bílkovin. Tyto vztahy souvisejí s fyziologickými procesy syntézy a ukládání zásobních látek v semenech (Mourtzinis et al. 2017).

Dostupnost vody představuje další environmentální faktor ovlivňující kvalitu semen. Vodní stres během vegetace, zejména v období kvetení a nalévání semen, může vést ke snížení výnosu,

ale také k významným změnám chemického složení. Nedostatek vody omezuje fotosyntetickou aktivitu a transport asimilátů do semen, což se může projevit snížením obsahu oleje a změnami v akumulaci proteinů. Současně může vodní stres ovlivnit velikost a uniformitu semen, což má významné důsledky pro jejich technologickou kvalitu (Mourtzinis et al. 2017).

U genotypů sóji z raných dozrávajících skupin byl zjištěn průměrný až vysoký obsah bílkovin v letech s vysokými teplotami vzduchu a mírnými srážkami v období plnění semen, zatímco v sezónách s nedostatečnou fixací dusíku nebo vyšším množstvím srážek během plnění semen byl obsah bílkovin v semenech drasticky snížen (Vollmann et al. 2000).

Půdní podmínky, zejména obsah živin a fyzikální vlastnosti půdy, rovněž významně ovlivňují kvalitu semen sóji. Dostupnost dusíku je zásadní pro syntézu bílkovin, zatímco dostatek fosforu a draslíku podporuje správný průběh metabolických procesů během vývoje semen. Struktura půdy a její schopnost zadržovat vodu ovlivňují stabilitu růstových podmínek a tím i rovnoměrnost vývoje rostlin a kvalitu zrna (Assefa et al. 2019).

Environmentální faktory působí komplexně a jejich vliv se často projevuje v kombinaci. Variabilita klimatických podmínek mezi jednotlivými ročníky je jedním z hlavních důvodů kolísání kvalitativních parametrů semen sóji. Porozumění vlivu těchto faktorů je proto nezbytné pro optimalizaci pěstitelských postupů, které mohou zmírnit negativní dopady nepříznivých podmínek a přispět k dosažení stabilní kvality sklizeného zrna (MacMillan & Gulden 2020).

3.4.3 Interakce genotyp × prostředí

Kvalita semen sóji není určována pouze jednotlivými faktory, ale především jejich vzájemnou interakcí. Vztah mezi genotypem a prostředím, označovaný jako interakce G × E, významně ovlivňuje stabilitu kvalitativních znaků. Některé odrůdy vykazují vysokou stabilitu kvality napříč různými podmínkami prostředí, zatímco jiné reagují výraznými změnami chemického složení na změny klimatických nebo půdních podmínek (MacMillan & Gulden 2020).

3.5 Vliv způsobu založení porostu na kvalitu semen sóji

Způsob založení porostu patří mezi agrotechnické faktory ovlivňující nejen výnos sóji, ale také kvalitativní parametry sklizených semen. Zvolená technologie setí a zakládání porostu zásadně ovlivňuje mikroklimatické podmínky v porostu, dostupnost vody a živin, průběh vegetace i fyziologické procesy během nalévání semen. Tyto faktory se následně promítají do chemického složení semen, jejich fyzikálních vlastností i technologické vhodnosti pro potravinářské využití. Význam těchto vztahů je v posledních letech zdůrazňován zejména v souvislosti s rostoucí poptávkou po potravinářské sóji, kde je kladen důraz na stabilní kvalitu zrna (Milenko et al. 2022).

Termín setí patří mezi nejvýznamnější agrotechnické faktory ovlivňující kvalitu semen sóji, protože určuje průběh vegetace i teplotní podmínky během vývojových fází. Posunutí termínu setí může významně změnit období nalévání semen, které je rozhodující pro syntézu a akumulaci bílkovin a lipidů. Včasné setí obvykle vede k tomu, že fáze nalévání semen probíhá při příznivějších teplotních podmínkách, což může podporovat vyšší obsah bílkovin. Naopak pozdní setí bývá často spojeno s vyššími teplotami během dozrávání, což může zvyšovat obsah oleje a měnit profil mastných kyselin (Jarecki & Bobrecka-Jamro 2021).

Termín setí rovněž ovlivňuje obsah sacharidů v semenech, zejména sacharózy, která je významná pro chuťové vlastnosti potravinářských výrobků. Studie ukazují, že teplotní podmínky během nalévání semen mohou významně ovlivňovat akumulaci cukrů, přičemž vyšší teploty bývají spojeny s nižším obsahem sacharózy (Morris et al. 2021).

Významný je také vliv termínu setí na obsah bioaktivních látek, zejména izoflavonů. Výzkumy prokázaly, že izoflavony jsou citlivé na teplotní stres během dozrávání semen, přičemž vyšší teploty mohou vést ke snížení jejich koncentrace. Z tohoto důvodu může být vhodně zvolený termín setí důležitým nástrojem pro optimalizaci nutriční kvality potravinářské sóji (McClure et al. 2017).

Hustota porostu a výsevek představují další významné faktory ovlivňující kvalitu semen. Zvýšená hustota porostu vede k intenzivnější konkurenci rostlin o světlo, vodu a živiny, což může ovlivnit velikost a chemické složení semen. V hustších porostech bývá často pozorováno snížení velikosti jednotlivých semen, což může negativně ovlivnit jejich technologickou vhodnost pro potravinářské zpracování. Hustota porostu může rovněž ovlivňovat obsah bílkovin v semenech. Některé studie uvádějí, že vyšší hustota porostu může vést ke snížení obsahu proteinů v důsledku zvýšené konkurence o dusík, který je nezbytný pro syntézu bílkovin. Naopak nižší hustota porostu může podporovat tvorbu větších semen s vyšším obsahem bílkovin, avšak často za cenu nižšího celkového výnosu (Barros et al. 2025).

Spon řádků ovlivňuje prostorové uspořádání rostlin v porostu a tím i mikroklimatické podmínky, zejména světelný režim a cirkulaci vzduchu. Užší spon řádků vede k rychlejšímu zapojení porostu, což může snížit výpar vody z půdy a ovlivnit teplotní režim v porostu. Tyto změny mohou mít nepřímý dopad na fyziologické procesy rostlin a následně i na kvalitu semen (Pagano & Miransari 2016).

Technologie zpracování půdy a způsob setí ovlivňují kvalitu semen především prostřednictvím změn v dostupnosti vody, živin a půdní struktury. Konvenční zpracování půdy obvykle zajišťuje rovnoměrnější vzcházení rostlin a lepší provzdušnění půdy, zatímco redukované a bezorebné systémy mohou zlepšovat vodní režim a půdní strukturu v dlouhodobém horizontu. Tyto rozdíly se mohou promítat do chemického složení semen. Například systémy s lepší dostupností vody a živin mohou podporovat vyšší akumulaci proteinů a oleje. Naopak stresové podmínky spojené s nevhodnou půdní strukturou mohou vést ke snížení kvality semen (Balbinot Junior et al. 2024).

Významnou roli hraje také rovnoměrnost vzcházení rostlin, která je ovlivněna kvalitou přípravy půdy i přesností setí. Rovnoměrné vzcházení podporuje synchronizovaný vývoj rostlin a přispívá ke stabilní kvalitě sklizeného zrna (Pagano & Miransari 2016).

4 Metodika

4.1 Založení pokusných ploch

Polní experimenty probíhaly v letech 2023–2025 poblíž obce Lošany v okrese Kolín a obce Mankovice v okrese Nový Jičín. Na každé lokalitě bylo založeno šest variant. Každé řádkování mělo dvě varianty, jednu s odrůdou Adelfia a druhou s ES Compositor. Byl ověřován vliv pomocné plodiny v širokých řádcích, úzkého řádkování a širokého řádkování. Tabulky 1 a 2 dokládají schémata experimentů v jednotlivých lokalitách.

Tabulka 1: Experiment v Mankovicích

lokalita	Mankovice				
varianta	porost	odrůda	způsob výsevu	šířka řádku	výsevek
1	Sója luštinatá	Adefia	Výsev samostatné luskoviny	0,15 m	600 tis.
2	Sója luštinatá	ES Compositor	Výsev samostatné luskoviny	0,15 m	600 tis.
3	Sója luštinatá	Adefia	Výsev samostatné luskoviny	0,45 m	600 tis.
4	Sója luštinatá	ES Compositor	Výsev samostatné luskoviny	0,45 m	600 tis.
5	Sója luštinatá + ječmen jarní	Adefia	Společný výsev ob řádek	0,45 m sója 0,45 m pp	600 tis. 70 kg
6	Sója luštinatá + ječmen jarní	ES Compositor	Společný výsev ob řádek	0,45 m sója 0,45 m pp	600 tis. 70 kg

Tabulka 2: Experiment v Lošanech

lokalita	Lošany				
varianta	porost	odrůda	způsob výsevu	šířka řádku	výsevek
1	Sója luštinatá	Adefia	Výsev samostatné luskoviny	0,15 m	600 tis.
2	Sója luštinatá	ES Compositor	Výsev samostatné luskoviny	0,15 m	600 tis.
3	Sója luštinatá	Adefia	Výsev samostatné luskoviny	0,45 m	600 tis.
4	Sója luštinatá	ES Compositor	Výsev samostatné luskoviny	0,45 m	600 tis.
5	Sója luštinatá + ječmen jarní	Adefia	Společný výsev ob řádek	0,45 m sója 0,45 m pp	600 tis. 70 kg
6	Sója luštinatá + ječmen jarní	ES Compositor	Společný výsev ob řádek	0,45 m sója 0,45 m pp	600 tis. 70 kg

4.2 Pokusný materiál

Sója luštinatá – odrůda Adelfia, byla registrována v EU v roce 2019. Je to nižší a středně vysoká odrůda s raností 00+, olejnatostí 20 %, obsahem dusíkatých látek 38,5 %, středním až vyšším nasazením nejspodnějšího lusku a velmi dobrou odolností vůči poléhání. Barva pupku semena je světlá a hmotnost tisíce semen je střední (Saatbau, 2023).

Sója luštinatá – odrůda ES Compositor, patří mezi velmi rané odrůdy 000, výška odrůdy je přibližně 0,78 m, čímž se řadí mezi středně vysoké, výška nasazení prvního lusku je vysoko s hodnotou 0,12 m, hmotnost tisíce semen se pohybuje kolem 198 g a pupek semena je světlý. Obsah oleje je 20 % a bílkovin 42 % (Agrofinal, 2023).

4.3 Použité pomocné plodiny

Jako pomocná plodina byla zvolena lokálně obvyklá plodina ječmen jarní.

4.4 Stanovení výnosu

Sklizeň proběhla pomocí sklízecí mlátičky. Předem byla stanovena délka jízdy sklízecí mlátičky ve čtyřech opakováních na variantě, každé opakování bylo zváženo a následně byl přepočten výnos na hektar (t/ha) vzhledem k ujeté vzdálenosti sklízecí mlátičky a jejího záběru.

4.5 Laboratorní testy

Pro zjištění obsahu dusíkatých látek, olejnatosti a vlákniny byla využita metoda blízké infračervené spektroskopie (NIR). Analýzy byly prováděny na přístroji OmegAnalyzer G od společnosti Bruins Instruments. Tento NIR spektrofotometr umožňuje rychlé a nedestruktivní stanovení vybraných kvalitativních parametrů na základě absorpce záření v oblasti blízkého infračerveného spektra.

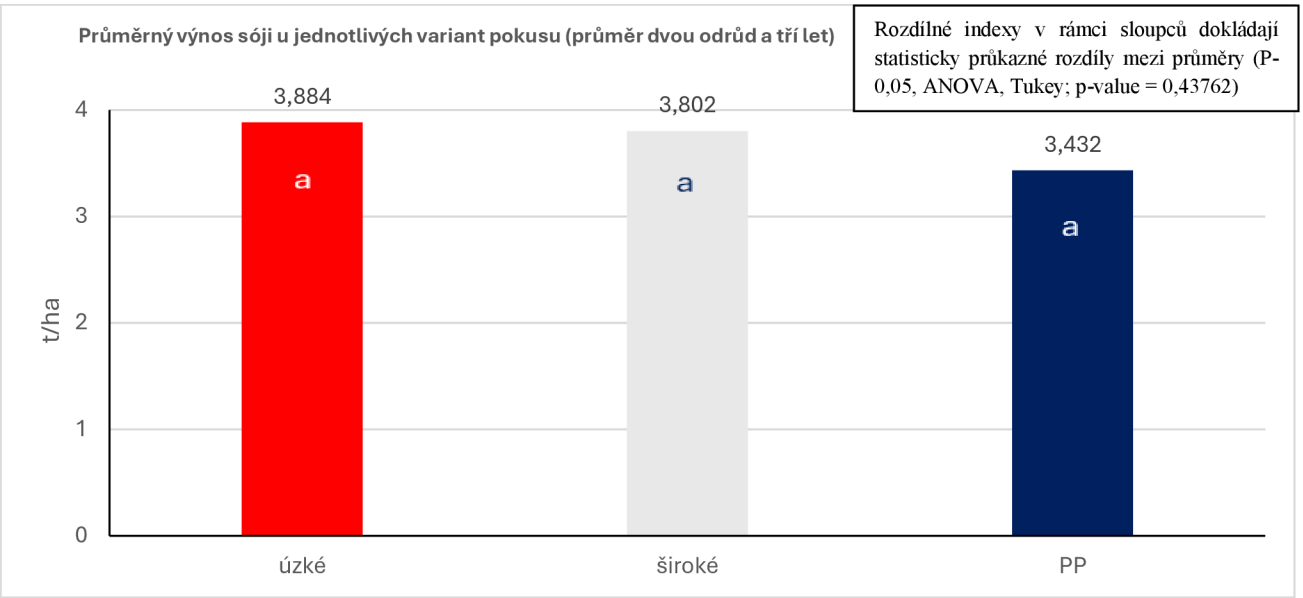
Před vlastním měřením byly vzorky upraveny dle standardních laboratorních postupů a následně analyzovány bez nutnosti chemické úpravy. Přístroj byl kalibrován dle interních kalibračních modelů výrobce, které jsou založeny na referenčních metodách. Výsledné hodnoty jednotlivých parametrů byly získány automatickým vyhodnocením spektrálních dat pomocí softwarového vybavení přístroje.

5 Výsledky

5.1 Výnos semen

Graf 1 znázorňuje výnos sóji. Nejvyšší výnos byl zjištěn při pěstování v úzkých řádcích, téměř totožného výsledku dosáhly řádky široké a na posledním místě je pěstování v řádcích s pomocnou plodinou, kde byl výnos menší o 0,4 t/ha. Rozdíly ve výnosech jednotlivých variant nebyly statisticky průkazné.

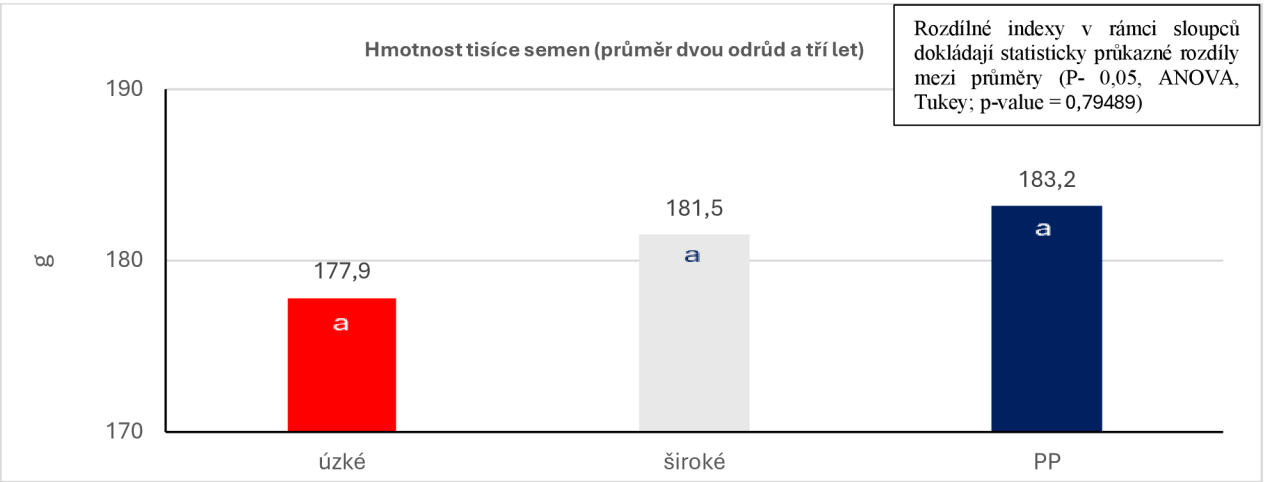
Graf 1: Průměrný výnos sóji u jednotlivých variant pokusu (průměr dvou odrůd a tří let).



5.2 Hmotnost tisíce semen

Graf 2 znázorňuje HTS sóji. Nejvyšší HTS byla zjištěna v řádcích s pomocnou plodinou, následují řádky široké a nejnižší byla v řádcích úzkých. Rozdíly sice v jednotlivých jsou, ale nejsou statisticky průkazné.

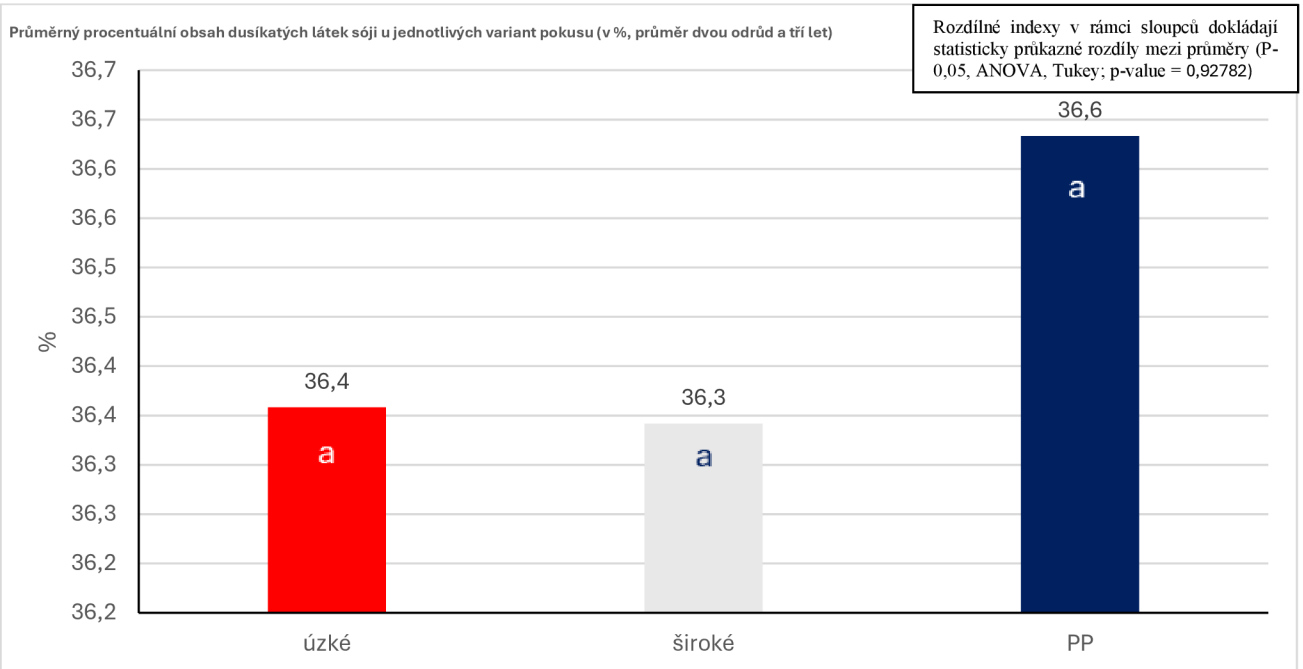
Graf 2: Průměrná HTS sóji u jednotlivých variant pokusu (průměr dvou odrůd a tří let).



5.3 Procentuální obsah dusíkatých látek

Graf 3 znázorňuje množství dusíkatých látek v sóji. Rozdíly mezi způsoby pěstování nebyly velké, pouze 0,4 %. Nejlépe vychází řádky s pomocnou plodinou, následují řádky úzké a nakonec široké. Rozdíly mezi jednotlivými variantami nejsou statisticky průkazné.

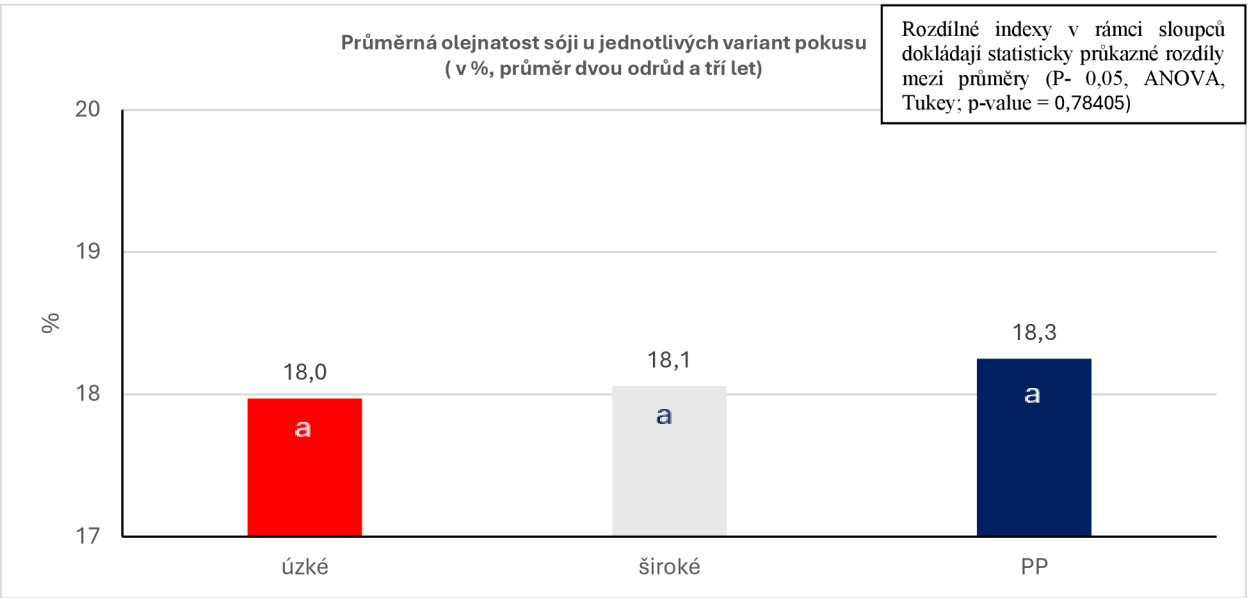
Graf 3: Průměrný procentuální obsah dusíkatých látek sóji u jednotlivých variant pokusu (průměr dvou odrůd a tří let).



5.4 Procentuální obsah olejnatosti

Graf 4 znázorňuje obsah olejnatosti. Nejvyšší olejnatost vychází při pěstování v řádcích s pomocnou plodinou, pak širokých a nakonec v úzkých. Rozdíly mezi jednotlivými variantami nejsou statisticky průkazné.

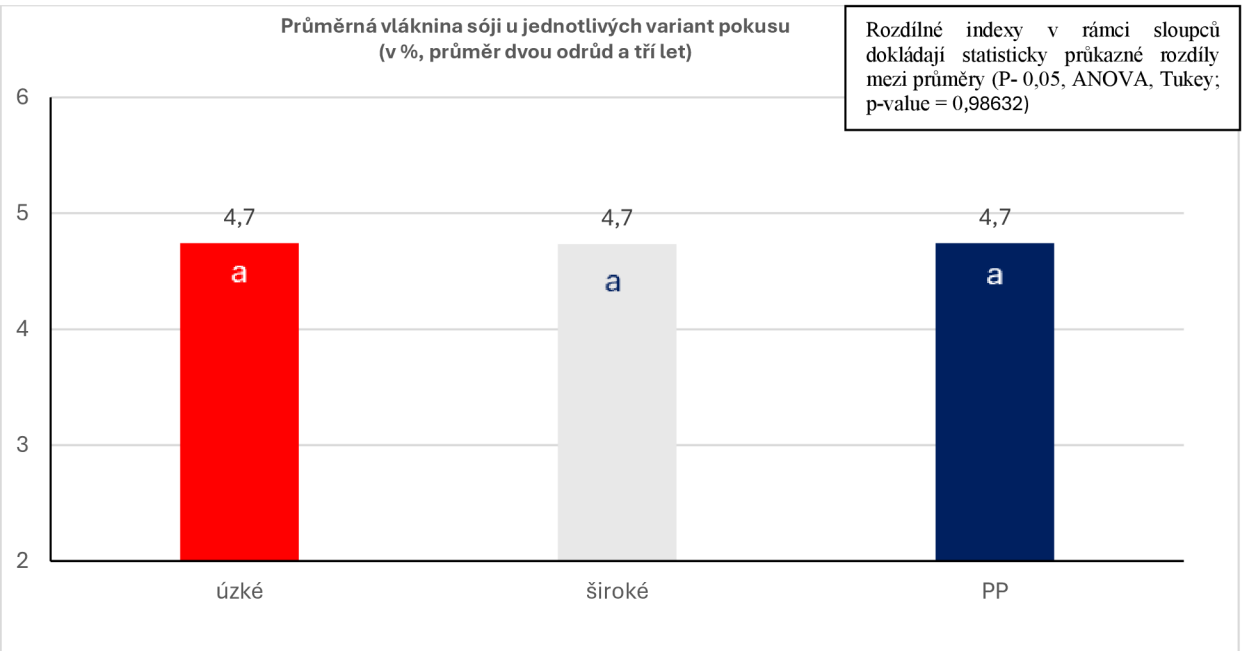
Graf 4: Průměrný obsah olejnatosti sóji u jednotlivých variant pokusu (průměr dvou odrůd a tří let).



5.5 Procentuální obsah vlákniny

Graf 5 znázorňuje obsah vlákniny v sóji. Nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi způsoby pěstování. Výsledky statisticky průkazné nejsou.

Graf 5: Průměrný obsah vlákniny sóji u jednotlivých variant pokusu (průměr dvou odrůd a tří let).



6 Diskuse

Výsledky tohoto pokusu ukázaly, že způsob založení porostu neměl statisticky průkazný vliv na sledované kvalitativní parametry sóji (výnos, HTS, obsah dusíkatých látek, obsah oleje, vlákniny). K tomuto výsledku došli i v řadě dalších publikacích, kde bylo uvedeno, že vliv agrotechnických opatření byl často překryt faktory jako genotyp. Rotundo & Westgate (2009) uvádějí, že variabilita obsahu proteinu a oleje je převážně ovlivněna genetickými a enviromentálními faktory, zatímco vliv agrotechniky není tak výrazný.

Jedním z příkladů je studie zaměřující se na různé způsoby setí a úpravy půdy, která uvádí, že rozdíly u kvalitativních parametrů, jako je vláknina, olej a bílkoviny, byly neprůkazné a jejich obsah byl více ovlivňován technologií pěstování (Faligowska et al. 2025).

Ke stejnému výsledku došly i další studie, které zmiňují, že chemické složení semen sóji je výrazně závislé na průběhu počasí během vegetace, převážně teplotních a srážkových podmínkách v období tvorby semen (Kaliska et al. 2025). Toto potvrzuje i Mourtzinis et al. (2017), který poukazuje na teplotu jako důležitý faktor výnosu a kvality semen.

Neprůkazné výsledky vlivu založení porostu na výnos semen sóji lze vysvětlit tím, že sója je velmi přizpůsobitelná tomu, kolik má kolem sebe místa a zdrojů. Při nízké hustotě se sója začne masivně větvit a vzniká velké množství květů a tím později lusků. Při vysoké hustotě je rostlina vysoká a málo větvená, a však díky vysokému počtu rostlin na metr čtvereční je výnos podobný jako u nízké hustoty. Díky tomu se finální výnos stabilizuje. (Board & Kahlon 2011)

Vliv termínu setí na výnos a kvalitu semen je v studiích často zmiňován. Nleya et al. (2020) dospěli k tomu, že raným setím sóji lze zvýšit výnos. Dále poukazují na vliv termínu výsevu na procentuální zastoupení proteinů a olejnatost. A však tyto parametry jsou velmi závislé na podmínkách daného roku. Pozdní termín prokázal neúčelnost a může u něj dojít až poklesu výnosu.

Vliv termínu setí sóji na její výnos potvrzují Mourtzinis et al. (2017), kteří uvádějí, že pozdější termín způsobuje výrazné snížení výnosu v důsledku zkrácení vegetační doby a snížené tvorby generativních orgánů.

Naopak časnější setí zajišťuje vyšší výnos díky lepším klimatickým podmínkám, hlavně délka vegetačního období a intenzita slunečného záření (MacMillan & Gulden 2020).

Obdobně je na tom HTS (hmotnost tisíce semen), kde nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi variantami. Tento parametr je silně ovlivňován geneticky a současně je ovlivněn podmínkami během dozrávání semen. Změny v agrotechnice mohou HTS ovlivnit jen neprůkazně. (Faligowska et al. 2025) I přesto že je HTS z velké míry závislé na odrůdě, tak i přesto mohou nastat velké roční a oblastní výkyvy díky průběhu počasí. Zejména to může ovlivnit sucho. (Štranc 2026)

Obsah oleje a vlákniny v semenech sóji se téměř nelišil a byl neprůkazný, což odpovídá tomu, že kvalitativní parametry sóji jsou více determinované genetickými faktory a průběhem počasí než samotným způsobem založení porostu. (Šarčević et al. 2022)

Dokonce se dokázalo, že mezi obsahem proteinu a olejem je dokonce negativní korelace, která je ovlivněn hlavně environmentálními podmínkami. (Clevinger et al. 2023)

Mimo kvalitativní parametry je důležité se také zaměřit na erozi půdy. Sója z počátku zakrývá jen malý povrch půdy a díky tomu je velmi náchylná na vodní erozi. Za pomoci pomocných plodin vytvářejících vegetační pokryv v počátečních fázích růstu, kdy je sója erozně nejzranitelnější, umožní sóju pěstovat i na pozemcích, na kterých by to při standardních technologiích nebylo možné. (Procházka et al. 2024)

V souvislosti s rozšiřováním ploch sóji a rostoucím tlakem na snižování vstupů je nutné ověřovat pěstování v širších řádcích. Tenhle způsob umožňuje mechanickou kultivaci porostu, což zajištuje snížení používání herbicidů a tím náklady na pěstování. Zároveň se může využít přesné setí a snížení množství výsevu na zachování produkčního potenciálu porostu (Procházka et al. 2024).

Z hlediska ekonomiky jednotlivých variant mi poskytl rozhovor Ing. Miroslav Pacák, jednatel společnosti Česká osiva Chlumec, spol. s r.o., zabývají se již několik let množením osiva sóji.

Ing. Miroslav Pacák řekl, že přechází zpět na pěstování v úzkých řádcích. Založení v širokých řádcích s možností plečkování je při aktuálních cenách pohonných hmot příliš drahé. Využití pomocné plodiny v širokých řádcích je dobré z hlediska protierozního, avšak je nákladné z hlediska setí a umrtvení pomocné plodiny.

Kvalitativní parametry a výnos semen sóji jsou důležité i z hlediska ekonomiky pěstování sóji. Hodnota sóji na trhu je určena hlavně množstvím oleje a proteinů. Obsah proteinu je důležitý pro krmivářský sektor.

Hurburgh & Brumm (1990) uvádí, že obsah oleje je důležitý pro zpracovatelský průmysl. A však mezi obsahem proteinu a oleje je negativní vztah, což komplikuje produkci.

Při zvýšení výnosu semen sóji dochází ke snížení obsahu proteinu. (Di Mauro et al. 2023) To může způsobit, že ne vždy větší výnos může vést k vyšším ekonomickým výnosům, pokud dojde ke snížení kvality produkce.

Z agronomického hlediska je proto důležité vyvažovat mezi kvalitou semen sóji a výnosem. Pěstitelé proto musí přizpůsobovat technologie pěstování nejen výnosu, ale také požadavkům trhu na kvalitativní parametry semen.

V závěru lze konstatovat, že založení porostu mělo v tomto pokusu jen minimální vliv na sledované parametry. Výsledky potvrzují, že hlavní roli mají klimatické podmínky a genetické vlastnosti odrůdy.

7 Závěr

Cílem této práce bylo ověřit vliv způsobu založení porostu sóji na kvalitativní parametry sklizených semen. Dle výsledků této práce a práce dalších autorů bylo prokázáno, že volba způsobu založení porostu sóji má minimální, až zanedbatelný účinek na výnos semen. Pro výnos semen je proto důležité se i mimo pěstební technologie zabývat výběrem vhodných odrůd a přizpůsobení agrotechniky aktuálním klimatickým podmínkám daného stanoviště. Dále lze říct, že typ založení porostu sóji nemá statisticky významný vliv na výnos, hmotnost tisíce semen (HTS), obsah oleje, vlákniny ani bílkovin.

Závěrem lze k hypotézám říct:

Hypotéza č. 1, že využití pomocné plodiny při založení porostů sóji má statisticky významný vliv na kvalitativní vlastnosti semen se nepotvrdila. Při tomto způsobu pěstování bylo dosaženo nejnižšího výnosu semene. HTS, obsah dusíkatých látek a olejnatost byly nejvyšší. Výsledky však nebyly statisticky průkazné. V obsahu vlákniny nebyly zjištěny rozdíly mezi způsoby pěstování.

Hypotéza č. 2, že využití širokého řádkování při založení porostů sóji má statisticky významný vliv na kvalitativní vlastnosti semen se nepotvrdila. Při tomto způsobu pěstování bylo dosaženo středně vysokého výnosu semene. Hmotnost tisíce semen byla středně vysoká, obsah dusíkatých látek nejnižší, olejnatost středně vysoká a v obsahu vlákniny nebyly zjištěny rozdíly. Výsledky nebyly statisticky průkazné.

8 Seznam použité literatury

Ahnen, R.T., Jonnalagadda, S.S., Slavin, J.L., 2019. Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. Nutr. Rev. **77**, 735–747.

Agrofinal. 2023. *ES Compositor*. Praha: Agrofinal. Available from: https://www.agrofinal.cz/produkt/es-compositor (Accessed April 2026).

Anwar, F., Kamal, G.M., Nadeem, F., Shabir, G., 2016. Variations of quality characteristics among oils of different soybean varieties. J King Saud Univ Sci **28**, 332–338.

Assefa, Y., Purcell, L.C., Salmeron, M., Naeve, S., Casteel, S.N., Kovács, P., Archontoulis, S., Licht, M., Below, F., Kandel, H., Lindsey, L.E., Gaska, J., Conley, S., Shapiro, C., Orlowski, J.M., Golden, B.R., Kaur, G., Singh, M., Thelen, K., Laurenz, R., Davidson, D., Ciampitti, I.A., 2019. Assessing Variation in US Soybean Seed Composition (Protein and Oil). Front. Plant Sci. **10**.

Bagale, S., 2021. Nutrient Management for Soybean Crops. International Journal of Agronomy 2021, 1–10.

Balbinot Junior, A.A., Debiasi, H., Franchini, J.C., Oliveira, M.A. de, Coelho, A.E., Moraes, M.T. de, 2024. Soybean yield, seed protein and oil concentration, and soil fertility affected by off-season crops. European Journal of Agronomy **153**, 127039.

Barros, R., Martins, C., Silva, G., Jeromini, T., 2025. Water availability, water content and chemical treatment of seeds on the emergence of soybean seedlings. REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA **56**, 1–12.

Bellaloui, N., Kassem, M.A., 2021. Seed Protein, Oil, Fatty Acids, and Amino Acids: Effects of Genetic and Environmental Factors, in: Kassem, M.A. (Ed.), Soybean Seed Composition: Protein, Oil, Fatty Acids, Amino Acids, Sugars, Mineral Nutrients, Tocopherols, and Isoflavones. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–23.

BERK, Zeki. Technology of Production of Edible Flours and Protein Products from Soybeans. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1992. ISBN 92-5-103118-5.

Board, J., Kahlon, C., 2011. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, in: Soybean Physiology and Biochemistry.

Bukowski, M.R., Goslee, S., 2024. Climate-based variability in the essential fatty acid composition of soybean oil. The American Journal of Clinical Nutrition **119**, 58–68.

Carrera, C.S., Seguin, P., 2016. Factors Affecting Tocopherol Concentrations in Soybean Seeds. J. Agric. Food Chem. **64**, 9465–9474.

Clevinger, E.M., Biyashev, R., Haak, D., Song, Q., Pilot, G., Maroof, M.A.S.,2023. Identification of quantitative trait loci controlling soybean seed protein and oil content.

Di Mauro, G., Schwalbert, R., Prado, S.A., Saks, M.G., Ramirez, H., Costanzi, J., Parra, G., 2023. Exploring practical nutrition options for maximizing seed yield and protein concentration in soybean. Eur. J. Agron. **146**, 126794.

Faligowska, A., Panasiewicz, K., Szymańska, G., Ratajczak, K., 2025. Optimizing Soybean Productivity: A Comparative Analysis of Tillage and Sowing Methods and Their Effects on Yield and Quality. Agriculture **15**, 626.

Głowacka, A., Szostak, B., Bąkowski, M., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Kasiczak, A., 2019. Nutritional value of soybeans and the yield of protein and fat depending on the cultivar and nitrogen application. Journal of Elementology.

Gómez-Zorita, S., González-Arceo, M., Fernández-Quintela, A., Eseberri, I., Trepiana, J., Portillo, M.P., 2020. Scientific Evidence Supporting the Beneficial Effects of Isoflavones on Human Health. Nutrients **12**, 3853.

Guan, X., Zhong, X., Lu, Y., Du, X., Jia, R., Li, H., Zhang, M., 2021. Changes of Soybean Protein during Tofu Processing. Foods **10**, 1594.

Houba, M., 2019. Pěstování luskovin (2): Sója – *Glycine*. Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-2-soja-glycine (Accessed April 2026).

Hurburgh, C., Brumm, T., 1990. Protein and Oil Content of Soybeans Received at Country Elevators. Appl. Eng. Agric. 6.

Hymowitz, T., 1970. On the domestication of the soybean. Econ Bot **24**, 408–421.

Hymowitz, T., Harlan, J.R., 1983. Introduction of soybean to North America by Samuel Bowen in 1765. Econ Bot **37**, 371–379.

Jan, A., Sood, M., Sofi, S., Norzom, T., 2017. Non-thermal processing in food applications: A review.

Jarecki, W., Bobrecka-Jamro, D., 2021. Effect of sowing date on the yield and seed quality of soybean (Glycine max (L.) Merr.). Journal of Elementology **26**, 7–18.

Jegadeesan, S., Yu, K., 2020. Food Grade Soybean Breeding, Current Status and Future Directions.

Jourdan, J., El Toum Abdel Fadil, S., Oehlmann, J., Hupało, K., 2024. Rapid development of increased neonicotinoid tolerance in non-target freshwater amphipods. Environ. Int. **183**, 108368.

Kaliska, B., Kotecki, A., Gałka, B., Serafin-Andrzejewska, M., Bujak, H., Jama-Rodzeńska, A., 2025. Assessment of soybean cultivars'responses to diverse climatic conditions in Northern Poland in terms of yield and seed composition. Sci. Rep. **16**, 1632.

Kamizake, N.K.K., Silva, L.C.P., Prudencio, S.H., 2018. Impact of soybean aging conditions on tofu sensory characteristics and acceptance. Journal of the Science of Food and Agriculture **98**, 1132–1139.

Khan, B., Ali, A., Nadeem, M., Elahi, A., Amin, M., Ali, M.F., Waqas, M., Aziz, A., Kashif, M., Wahab, A., Khan, T., Yousaf, H., Javed, M., 2020. Impact of planting date and row spacing on growth, yield and quality of Soybean; A Review. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences **17**, 121–129.

Kim, I.-S., Kim, C.-H., Yang, W.-S., 2021. Physiologically Active Molecules and Functional Properties of Soybeans in Human Health—A Current Perspective. International Journal of Molecular Sciences **22**, 4054

Liu, H.-M., Li, H.-Y., 2017. Application and Conversion of Soybean Hulls, in: Kasai, M. (Ed.), Soybean - The Basis of Yield, Biomass and Productivity. InTech.

Lockeretz, W., 1988. Agricultural diversification by crop introduction: The US experience with the soybean. Food Policy **13**, 154–166.

MacMillan, K., Gulden, R., 2020. Effect of seeding date, environment and cultivar on soybean seed yield, yield components, and seed quality in the Northern Great Plains. Agronomy Journal 112.

Marcone, M., 2007. Soy Applications in Food.

McClure, T., Cocuron, J.-C., Osmark, V., McHale, L.K., Alonso, A.P., 2017. Impact of Environment on the Biomass Composition of Soybean (Glycine max) seeds. J. Agric. Food Chem. **65**, 6753–6761.

Messina, M., 2016. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. Nutrients **8**, 754.

Milenko, O., Solomon, Y., Veherenko, V., 2022. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ. Scientific Progress & Innovations 119–126.

Morris, T., Vann, R., Collins, G., Heitman, J., Kulesza, S., 2021. Planting date and maturity group impact on soybean seed quality in the southeastern United States. Agronomy Journal 113.

Mourtzinis, S., Gaspar, A.P., Naeve, S.L., Conley, S.P., 2017. Planting Date, Maturity, and Temperature Effects on Soybean Seed Yield and Composition. Agronomy Journal **109**, 2040–2049.

Nakai, S., Fujita, M., Kamei, Y., 2020. Health Promotion Effects of Soy Isoflavones. J Nutr Sci Vitaminol **66**, 502–507.

Nleya, T., Schutte, M., Clay, D., Reicks, G., Mueller, N., 2020. Planting date, cultivar, seed treatment, and seeding rate effects on soybean growth and yield. Agrosystems Geosci. Environ. **3**, e20045.

Pagano, M.C., Miransari, M., 2016. The importance of soybean production worldwide, in: Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production. Academic Press, pp. 1–26.

Probst, A.H. & Judd, R.W., 1973. Origin, U.S. History and Development. In: Caldwell, B.E. (ed.) *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. Madison, WI: American Society of Agronomy, pp. 1–15.

Procházka, P., Brant, V., Mička, M., Štefek, M. 2024. Pěstování sóji s v širších řádcích s využitím pomocných plodin Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-soji-s-v-sirsich-radcich-s-vyuzitim-pomocnych-plodin (Accessed April 2026).

Procházka, P., Mička, M., Hrdina, R., Zeman, J., Farkavec, M., Brant, V., 2026. Úskalí a limity zakládání porostů sóji s využitím pomocných plodin Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/uskali-a-limity-zakladani-porostu-soji-s-vyuzitim-pomocnych-plodin (Accessed April 2026).

Procházka, P., Procházka, A., Brant, V., Štranc, P., Slavík, S., Vostřel, R., 2022. *Zakládání porostů sóji s využitím principů precizního zemědělství*. Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/zakladani-porostu-soji-s-vyuzitim-principu-precizniho-zemedelstvi (Accessed April 2026).

Qiu, L., Chang, R.Z., 2010. The origin and history of soybean, in: The Soybean: Botany, Production and Uses. pp. 1–23.

Rizzo, G., Baroni, L., 2018. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. Nutrients **10**, 43.

Rotundo, J.L., Westgate, M.E., 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. Field Crops Res. **110**, 147–156.

Sá, A.G.A., Moreno, Y.M.F., Carciofi, B.A.M., 2020. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **60**, 3367–3386.

SAATBAU, 2023. *Adelfia*. SAATBAU Česká republika, Žatec. Available from: https://www.saatbau.com/cz/saatgut/soja-2/skupina-ranosti-00/adelfia/ (Accessed April 2026).

Shea, Z., Singer, W.M., Zhang, B., 2020. Soybean Production, Versatility, and Improvement, in: Legume Crops – Prospects, Production and Uses. IntechOpen.

Shurtleff, W., Aoyagi, A., 2017. History of Soybeans and Soyfoods in China and Taiwan, and in Chinese Cookbooks, Restaurants, and Chinese Work with Soyfoods Outside of China (1024 BCE to 2014) - SoyInfo Center, 2014th ed. Soyinfo Center, Lafayette, CA.

Smith, C.W., 1995. Crop Production: Evolution, History, and Technology. John Wiley & Sons.

Swallah, M.S., Yang, X., Li, J., Korese, J.K., Wang, S., Fan, H., Yu, H., Huang, Q., 2023. The Pros and Cons of Soybean Bioactive Compounds: An Overview. Food Reviews International **39**, 5104–5131.

Šarčević, H., Iljkić, D., Andrijanić, Z., Sudarić, A., Gunjača, J., Varnica, I., Rastija, M., Godena, S., Maričević, M., Stepinac, D., Pejić, I., 2022. Stability of Protein and Oil Content in Soybean across Dry and Normal Environments—A Case Study in Croatia. Agronomy **12**, 915.

Štranc, P., Procházka, P., Štranc, *D.* 2026. Počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2025. Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/pocasi-a-vysledky-odrudovych-pokusu-se-sojou-v-roce-2025 (Accessed April 2026).

Štranc, P., Štranc, D., Procházka, P., 2025. Odhad produkce olejnin a zejména sóji v roce 2025 Agromanuál.cz. Available from: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/odhad-produkce-olejnin-a-zejmena-soji-v-roce-2025 (Accessed April 2026).

Tripathi, N., Khare, D., 2016. Molecular approaches for genetic improvement of seed quality and characterization of genetic diversity in soybean: a critical review. Biotechnol Lett **38**, 1645–1654.

Venclová, B., 2023. *Sto padesát let sóji a počátky jejího pěstování u nás*. Úroda.cz. Available from: https://uroda.cz/sto-padesat-let-soji-a-pocatky-jejiho-pestovani-u-nas/ (Accessed April 2026).

Voora, V., Larrea, C., Bermudez, S., 2020. Global Market Report: Soybean.

Vollmann, J., Fritz, C.N., Wagentristl, H., Ruckenbauer, P., 2000. Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture **80**, 1300–1306.