

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv termínu setí sóji na její produkční parametry
porostu a vitalitu sklizeného osiva**

Bakalářská práce

Ondřej Souček

Zemědělství a rozvoj venkova

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv termínu setí sóji na její produkční parametry porostu a vitalitu sklizeného osiva" 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 28.4. 2024

Poděkování

Mé velké poděkování patří vedoucímu práce panu Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za cenné odborné rady, kolegiální přístup, a hlavně trpělivost při sepisování práce. Dále bych chtěl poděkovat bratru Ing. Františkovi Součkovi za konzultace. Za uskutečnění provozního pokusu děkuji otci Ondřeji Součkovi a jeho zaměstnancům, jmenovitě Miroslavu Jizbovi za přípravu a setí, Petru Pleskotovi za sklizeň a Miloši Řeháčkovi za ochranu porostu.

Vliv termínu setí sóji na její produkční parametry porostu a vitalitu sklizeného osiva

Souhrn

Neustále se měnící klimatické podmínky a s tím související změny teplot a distribuce srážek vedou k úvaze o vhodném termínu výsevu sóji luštinaté (*Glycine max* (L.) Merr.) v podmínkách České republiky. Na jaře totiž dochází k čím dál dřívějšímu prohřátí půdního profilu a zároveň je půda dostatečně nasycena vodou pro optimální vzcházení rostlin.

Sója je po hrachu druhou nejpěstovanější luskovinou v ČR a její plocha u nás neustále stoupá. Široké spektrum využití má jak v potravinářství, tak i v krmivářství, kdy je důležitou složkou krmných směsí pro hospodářská zvířata. Pěstitelé především oceňují její předplodinovou hodnotu a díky hlízkovým bakteriím i úsporu financí za dusíkaté hnojení.

V rámci provozního pokusu na ověření vlivu termínu setí na produkční parametry porostu a vitalitu sklizeného osiva byly zvoleny tři termíny výsevu – optimální (doporučován metodikami), časný (10 dní před optimálním) a pozdní (10 dní po optimálním). Ostatní agrotechnické zásahy byly pro všechny termíny stejné, ale z počátku byl brán zřetel na různé růstové fáze rostlin vzhledem k aplikaci ochranných přípravků. V průběhu vegetace byly hodnoceny dílčí části produkčních parametrů. Dále byly po sklizni testovány semena jednotlivými metodami na stanovení kvality a vitality.

Z výsledků vyplynulo, že nejvyššího počtu rostlin na metr čtvereční, a i výnosu dosáhl pozdní termín setí. Z testů kvalitativních parametrů dosáhly nejvyšších hodnot semena z časného termínu výsevu, prokázaly laboratorní klíčivost a klíčivost po provedení testu urychleného stárnutí nad 80 %. Ztráty vitality v značném měřítku vykazovaly semena pozdního výsevu. V ostatních hodnocených parametrech se termíny výsevu nijak zásadně neprojevily.

Z výsledku práce lze vyvodit, že časný výsev lze doporučit pro získání kvalitního a vitálního osiva, i když nedosáhl nejvyšší hodnoty u výnosu.

Klíčová slova: termín setí, sója, vitalita semen

Effect of sowing date on soybean crop production parameters and seed vigour

Summary

The constantly changing climatic conditions and the associated fluctuations in temperature and precipitation distribution lead to considerations about the appropriate timing of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) sowing in the conditions of the Czech Republic. In spring, there is an increasingly earlier warming of the soil profile, and at the same time, the soil is sufficiently saturated with water for optimal plant emergence.

Soybean is the second most cultivated legume in the Czech Republic after peas, and its cultivation area is constantly increasing. It has a wide range of uses both in food and feed production, where it is an important component of feed mixtures for livestock. Growers especially appreciate its value as a preceding crop and, thanks to rhizobial bacteria, the savings on nitrogen fertilization.

As part of an operational experiment to verify the influence of sowing date on the production parameters of the crop and the vitality of harvested seeds, three sowing dates were selected – optimal (recommended by methodologies), early (10 days before optimal), and late (10 days after optimal). Other agronomic interventions were the same for all dates, but initially, attention was paid to different growth stages of plants with respect to the application of protective agents. During the vegetation period, partial parts of production parameters were evaluated. Subsequently, the seeds were tested after harvest by various methods to determine their quality and vitality.

The results showed that the highest number of plants per square meter and also the yield were achieved with the late sowing date. From the tests of qualitative parameters, seeds from the early sowing date reached the highest values, demonstrating laboratory germination and germination after accelerated aging tests above 80%. Seeds from the late sowing date exhibited significant vitality losses to a considerable extent. Other evaluated parameters did not show any significant differences between sowing dates.

From the results, it can be concluded that early sowing can be recommended for obtaining quality and vital seeds, although it did not achieve the highest yield value.

Keywords: sowing date, soybean, seed vigour

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Historie, rozšíření a trendy	12
3.1.1	Historie a současnost sóji v České republice.....	14
3.1.2	Dotační podpora v ČR.....	15
3.1.3	Botanická nomenklatura.....	16
3.2	Význam a využití.....	17
3.2.1	Potravinářský sektor	17
3.2.2	Krmivářský sektor	17
3.3	Charakteristika biologických vlastností.....	17
3.3.1	Habitus rostliny	17
3.4	Požadavky na prostředí.....	18
3.4.1	Požadavky na teplotu.....	18
3.4.2	Požadavky na vodu.....	18
3.4.3	Požadavky na světlo	18
3.4.4	Požadavky na půdu.....	18
3.5	Založení a vedení porostu.....	19
3.5.1	Zařazení v osevním postupu	19
3.5.2	Příprava půdy pro setí.....	19
3.5.3	Způsoby a termíny setí	19
3.5.4	Výživa porostu	20
3.5.4.1	Biologická fixace dusíku	20
3.5.5	Ochrana porostu	20
3.5.5.1	Ochrana proti plevelům	20
3.5.5.2	Ochrana proti chorobám.....	21
3.5.5.3	Ochrana proti škůdcům	21
3.5.6	Sklizeň.....	21
3.5.6.1	Charakteristika a složení semen	21
3.5.7	Kvalita a vitalita semen	22
3.5.7.1	Kvalita semen.....	22
3.5.7.2	Klíčivost semen.....	23
3.5.7.3	Vitalita semen.....	23

4	Metodika.....	24
4.1	Lokalita a informace o farmě a stanovišti pokusu	24
4.2	Agrotechnika pokusného porostu	27
4.3	Přírodní podmínky během pokusu	29
4.3.1	Průměrná teplota vzduchu za daný měsíc	29
4.3.2	Úhrn srážek za daný měsíc	29
4.4	Sledované parametry porostu a semen	30
5	Výsledky	31
5.1	Hodnocení po vzejtí.....	31
5.1.1	Polní vzcházivost.....	31
5.1.2	Dynamika růstu podle sušiny biomasy.....	32
5.2	Hodnocení produkčních parametrů porostu	33
5.2.1	Výšky apikálních konců nejspodnějších lusků od povrchu půdy.....	33
5.2.2	Počet větví na rostlině	34
5.2.3	Počet lusků na větvích	34
5.2.4	Počet lusků na rostlině.....	35
5.3	Hodnocení sklizně.....	36
5.3.1	Výnos semen	36
5.3.2	Hmotnost tisíce semen.....	37
5.3.3	Procentuální obsah proteinů	37
5.3.4	Procentuální obsah vlákniny.....	38
5.3.5	Procentuální obsah oleje.....	38
5.4	Laboratorní hodnocení	39
5.4.1	Klíčivost semen	39
5.4.2	Vitalita semen.....	41
6	Diskuze.....	42
6.1	Produkční parametry.....	42
6.2	Klíčení a vitalita semen.....	44
7	Závěr	45
8	Literatura	46
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	51

1 Úvod

Sója luštinatá, latinsky *Glycine max* (L.) Merr., je čtvrtou nejrozšířenější polní plodinou a druhou nejvýznamnější olejninou na světě. V posledních letech zaznamenala její produkce strhující nárůst. Sója je kvalitní a levný zdroj proteinů. Význam pro tuzemské zemědělství spočívá především v přerušování obilných sledů a vynikající předplodinové hodnotě (Štranc et al. 2012a).

Sója se řadí mezi krátkodenní, teplomilné rostliny se značnými nároky na vláhu. Na původním stanovišti v jihovýchodní Číně byly tyto potřeby naplňovány klimatickými podmínkami s výskytem monzunových dešťů. Šlechtěním se však daří přizpůsobovat rostliny k pěstování ve střední Evropě. V praxi je ale stále kladen důraz na teplo než na úhrn srážek. Setí porostů se tedy provádí vzhledem k teplotě v stanovených agrotechnických lhůtách, při neoptimálních podmínkách se termín posouvá až do pozdějšího období. Větší potenciál má však provádět časný výsev, který svými pozitivními fakty ovlivňuje výnos a kvalitu semen. Půda při časném výsevu je pro semena dostatečně vlhká a rostliny mohou rychle klíčit a rovnoměrně vzcházet. Z důvodu lepšího rozvoje kořenového systému hlouběji do půdy nedochází k přísuškům a více se tvoří hlízkové bakterie (Štranc et al. 2012b).

K ověření těchto faktů byly zvoleny tři termíny výsevu – optimální, časný a pozdní. V průběhu vegetačního období byly hodnoceny dílčí části produkčních parametrů, například počet vzešlých rostlin na m², počet větví a lusků na rostlinách a výnos ze sklizně. Dále byly semena testována laboratorní klíčivostí, testem urychleného stárnutí a konduktometrií na kvalitu a vitalitu.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo jednak zpracování kvalitní literární rešerše na zadané téma a jednak ověření vlivu různých termínů setí na produkční parametry porostu a vitalitu sklizených semen.

3 Literární rešerše

3.1 Historie, rozšíření a trendy

Původní planý druh sóji – *Glycine soja*, značně rozšířený v severovýchodní Číně a zde také domestikovaný, dal vzniknout více jak 20 000 odrůdám dnešní sóji luštinaté (*Glycine max* L.) (Hymowitz & Newell 1981, Sorosiak 2008). Přibližné datum domestikace 3000 př.n.l. naznačují lingvistické, geografické a historické důkazy z místa rozšíření (Norman et al. 2012). Prodöhl (2023) naopak uvádí, že sója byla v Asii domestikována již v letech 6000-9000 př.n.l., kde byla také do počátku 20. století převážně pěstována i obchodována.

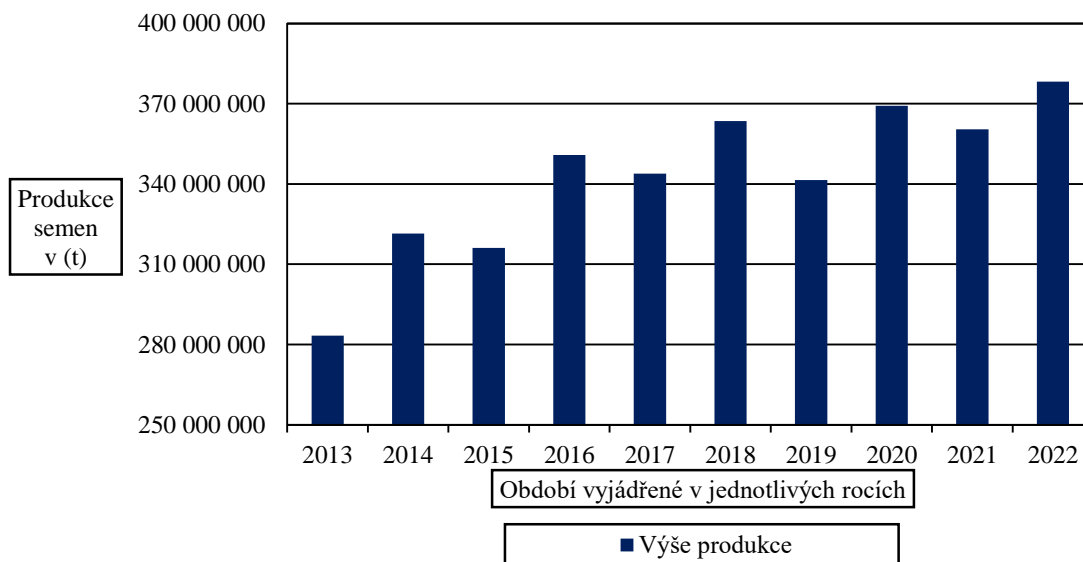
Ještě ve třicátých letech 20. století byly největšími producenty sóji na světě asijské státy Čína, Indonésie, Japonsko a Korea. Později, ve čtyřicátých a padesátých letech 20. století, byly tyto orientální země v produkci předběhnuty Spojenými státy americkými (Hymowitz 1970). Do USA se sója poprvé dostala skrz Samuela Bowena v roce 1765, ke značnému rozšíření došlo ale až v roce 1851 díky Dr. Benjaminu Franklinu Edwardsovi z Illinois. Zmíněný stát je od roku 1924 hlavní produkční oblastí sóji v USA (Hymowitz 1987)

První Evropané navštěvující Čínu, jako například cestovatel Marco Polo, se o sóje nikterak nezmiňují. Až v 16. a 17. století cestovatelé začínají psát o sóje jako o zvláštní fazoli, která slouží pro výrobu řady potravin. Jistý Francesco Carletti, italský cestovatel, popisuje sóju jako fazoli, jež se používá k výrobě shiro omáčky (dnešní sójová omáčka) (Hymowitz 1990). Až v prvních desetiletích 20. století sehrála sója významnou roli při naplnění vzrůstající poptávky po rostlinném oleji, kdy se začala přes obchodníky z Velké Británie šířit do kontinentální Evropy (Prodöhl 2023).

Podle Houby (2018) je sója mezi čtyřmi nejvíce rozšířenými kulturními plodinami na světě, a to společně s kukuřicí, pšenicí a rýží. Lahola et al. (1990) zařazuje sóju jako významnou plodinu pro lidskou výživu a výrobu krmiv pro hospodářská zvířata, nejvíce pro prasata a drůbež. Největšími nynějšími pěstiteli sóji jsou Argentina, Brazílie, Čína, Indie, Paraguay a Spojené státy americké (Leastro et al. 2024). Předpokládá se, že bude nadále celosvětová poptávka po sójových semenech a sójových výrobcích v příštích desetiletích růst (Wilson 2012), což je patrné z Grafu 1. Výzkumníci proto již díky rychlé identifikaci a genotypizaci genomu sóji přenášejí znalosti do nových elitních odrůd pro zvýšení výnosu a tím produkce, biotické a abiotické ochrany a kvality semen pro výrobu osiva (Hyten 2012).

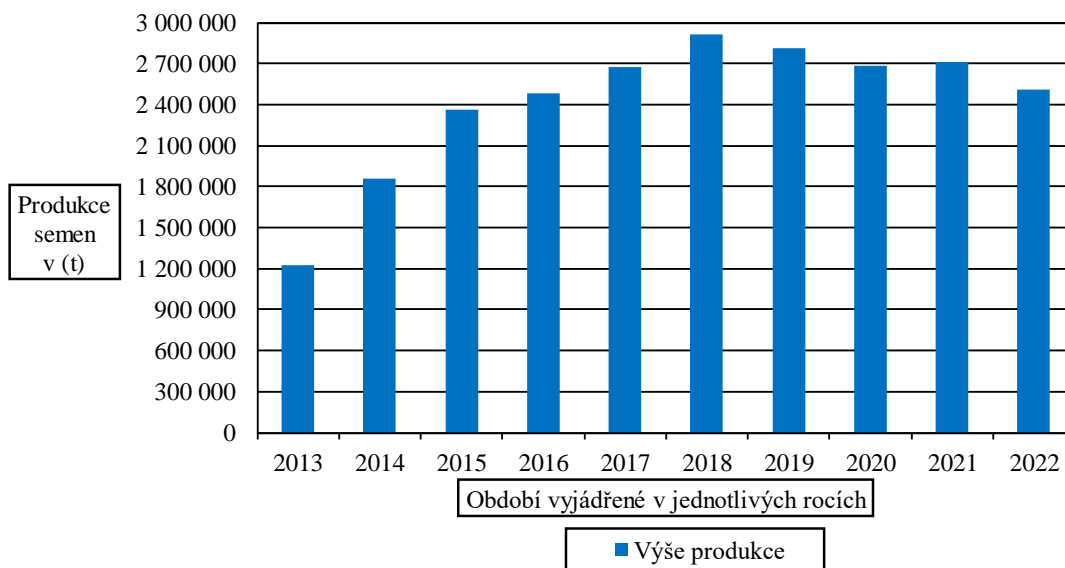
V Evropské unii je produkce sóji orientovaná z 93 % na výrobu krmiv pro hospodářská zvířata a pouze 0,15 % pro spotřebu lidmi. V rámci strategie Green Deal, boji proti změně klimatu a odlesňování v Jižní Americe se Evropská komise rozhodla podporovat luštěniny, zejména sóju, jako plodiny podporující udržitelné diverzifikované zemědělství (Nendel et al. 2023). Nárůst produkce sóji v EU můžeme pozorovat na Grafu 2.

Graf 1: Produkce sójových semen ve světě v letech 2013-2022



zdroj: USDA (2013-2022)

Graf 2: Produkce sójových semen v EU v letech 2013-2022



zdroj: FAO (2013-2022)

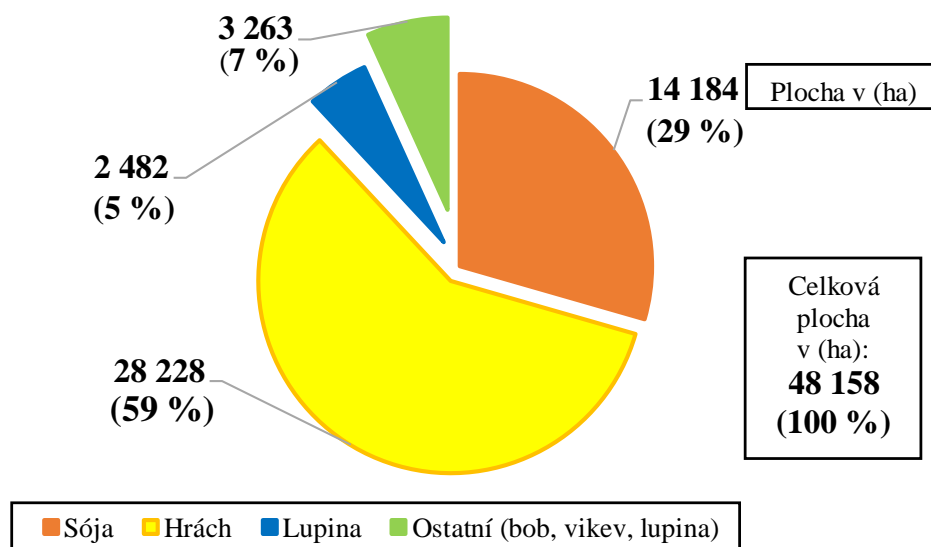
3.1.1 Historie a současnost sóji v České republice

Ve střední Evropě se sója začala pěstovat v roce 1873 díky Friedrichu Haberlandtovi (Venclová 2023). V České republice se sója pěstovala již před 2. světovou válkou (Moudrý et al. 2011). Ke značnému rozšíření pěstebních ploch sóji na deset tisíc hektarů v devadesátých letech přispělo zavedení kanadských odrůd, jež se vyznačují kratší vegetační dobou (Houba 2018). V devadesátých letech zaznamenala sója v ČR průměrnou roční produkci 3 500 tun, v roce 2004 byla produkce již 14 000 tun. I průměrný výnos 1,5 tuny na hektar byl v roce 2004 o 0,32 vyšší a to 1,82 t na ha (Peterová 2005). V roce 2021 se sója pěstovala na výměře 19 679 hektarů, roce následujícím (2022) došlo k rapidnímu nárůstu pěstební plochy o 45 % na 28 538 ha. Nadprůměrný byl i průměrný výnos sóji, a to 2,61 tun z hektaru (Štranc et al. 2022).

Štranc et al. (2012a) konstatuje, že v současné době se české zemědělství potýká s útlumem živočišného sektoru – snížením stavu dojeného skotu a prasat. S tím je spojená změna osevních sledů, kdy přestávají být zařazovány zlepšující plodiny – jeteloviny. Proto by měly být ve větší míře zastoupeny luskoviny (sója, hrách) jako plodiny zlepšující a nahrazující jeteloviny.

Baranyk et al. (2010) uvádí, že je sója v ČR druhou nejpěstovanější luskovinou po prvním hrachu. Průměrný podíl výměr jednotlivých luskovin z let 2013-2022 na jejich celkové ploše je znázorněn v Grafu 3.

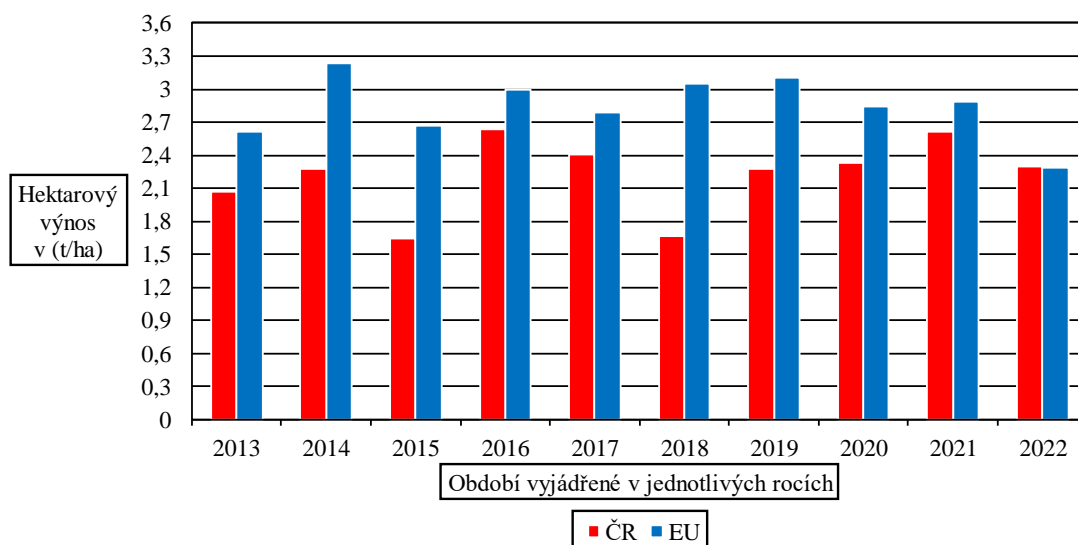
Graf 3: Průměrný podíl výměr jednotlivých luskovin na jejich celkové ploše v ČR



zdroj: ČSÚ (2013-2022)

V Grafu 4 jsou znázorněny průměrné hektarové výnosy sóji v ČR v porovnání s EU pro jednotlivé roky 2013 až 2022. Až v roce 2022 se dostali čeští pěstitelé na průměr EU.

Graf 4: Vývoj průměrného hektarového výnosu sóji v ČR a EU v období 2013-2022



zdroj: ČSÚ, FAO (2013-2022)

3.1.2 Dotační podpora v ČR

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterými se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č.637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009 mohou členské státy dle Hlavy IV – Podpora vázaná na produkci – poskytnout za určitých podmínek dotaci na produkci bílkovinných plodin (EU 2013).

V České republice se sója začala podporovat Nařízením vlády č. 50/2015 Sb. v rámci Paragrafu č.: 28 – Podpora na produkci bílkovinných plodin, kdy v Odstavci č.: 3) je uvedena na seznamu bílkovinných plodin (Vláda ČR 2015).

Aktuální výše dotace na sóju byla v rámci podpory CIS Bílkovinné plodiny v roce 2023 1651,40 CZK na hektar plodiny (Kubálková 2023). V roce 2022 podle staré SZP a skupiny VCS Bílkovinné plodiny byla podpořena částkou 1778,18 CZK na hektar plodiny (Bílý 2022). V meziročním srovnání výše podpory poklesla o 127 CZK na hektar.

3.1.3 Botanická nomenklatura

Ve vědeckém názvosloví a taxonomii sóji panoval od počátku chaos, což vedlo k mnoha přeměnám a změnám v názvu rostliny. Původně se podle Engleberta Kaempfera sója jmenovala „*Daisu*“, podle místního japonského pojmenování. Dále se sója nazývala „*Buncae*“ či „*Cadelium*“, vždy podle jiného místního názvu objevení v jiném místě Asie. V roce 1753, Carl Linné poprvé popsal sóju v *Species Plantarum* jako *Phaseolus max* se synonymem *Dolichos soja*. Slovo *soja* převzal od lékárníka Samuela Dalea, který sóju nazýval *Soia officinarum*. Linné sám později upravil název pouze na *Dolichos soja*. Conrad Moench vytvořil pro sóju vlastní rod a rostlinu nazval *Soja hipsida* Moench. V roce 1845 došlo podle německých botaniků Siebolda a Zuccariniho k přejmenování na *Glycine soja* Sieb. & Zucc. (pozn.: divoká varianta dnešní sóji). Jako *Glycine max* (L.) Merrill se pěstovaná sója poprvé pojmenovala v roce 1917 Drewem Merrillem a až v roce 1948 bylo toto jméno uznáno za platné (Shurtleff & Aoyagi 2004).

Sóju nalezneme v rodu *Glycine*, jenž se dělí na další dva podrody, a to *Glycine* a *Soja*. První zmiňovaný podrod – *Glycine* – zahrnuje 26 planých druhů sóji. Do podrodu *Soja* řadíme pěstovanou *Glycine max* (L.) Merr. a divokého předka *Glycine soja* Sieb. & Zucc. (CFIA 2021).

Lahola et al. (1990) zařazuje sóju do dvou skupin, luskovin, ale i olejnin. Baranyk et al (2010) řadí sóju také k luskovinám, ale vyzdvihuje světový význam sóji jakožto olejninu. Žák et al. (2014) nejlépe vysvětluje dualistické řazení sóji tak, že biologicky se řadí mezi luskoviny, ale z pohledu produkce ze semen se řadí mezi olejninu.

Tabulka 1: Taxonomická definice sóji

taxon	název latinsky	název česky
říše	<i>Plantae</i>	rostliny
podříše	<i>Tracheobionta</i>	cévnaté rostliny
nadoddělení	<i>Spermatophyta</i>	semenné r.
oddělení	<i>Magnoliophyta</i>	krytosemenné r.
třída	<i>Magnoliopsida</i>	vyšší dvouděložné r.
podtřída	<i>Rosidae</i>	<i>Rosidae</i>
řád	<i>Fabales</i>	bobotvaré
čeleď	<i>Fabaceae</i>	bobovité
skupina	<i>Phaseoleae</i>	<i>Phaseoleae</i>
rod	<i>Glycine</i> Willd.	sója
druh	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	sója luštinatá

zdroj: CFIA

3.2 Význam a využití

3.2.1 Potravinářský sektor

Sója je díky vysokému obsahu bílkovin žádanou potravinou pro svou velkou nutriční hodnotu. Má vyvážený obsah minerálů, živin a bioaktivních sloučenin (Padalkar et al. 2023). Dle Hymowitz (1990) patří mezi čtyři nejdůležitější potraviny ze sóji miso pasta, sójová omáčka, tempeh a tofu. Mezi další produkty ze sóji můžeme zařadit sójový olej, sójový lecitin, sójových nápoj, mouky, krupice, vločky a sójové maso (Houba 2018).

3.2.2 Krmivářský sektor

Sójová semena obsahují velké množství antinutričních látek – například inhibitory trypsinu a lektiny, které mají negativní vliv na růst zvířat. Před zkrmením musí být tepelně opracována, nesmí se zkrmovat v syrovém stavu. Použití různých metod tepelného opracování má vliv na míru nutriční kvality produktů, jako plnotučná sójová semena, sójové bílkovinné koncentráty a sójový šrot, který je hlavní složkou ve výživě jak hospodářských zvířat, tak drůbeže (Dei 2011).

3.3 Charakteristika biologických vlastností

3.3.1 Habitus rostliny

Sója luštinatá je jednoletá, samosprašná a krytosubná rostlina (Houba 2018). Její kulový kořen neproniká hluboko do půdy a je přerůstán sítí postranních kořenů, jež mohou proniknout až 2 metry hluboko do půdy (Lahola et al. 1990). Lodyha současných odrůd je pevná, vzpřímená a okrouhlá, dorůstá do výšky 60 až 90 centimetrů. Zbarvena je do zelena se žlutým či rezavým ochlupením různé intenzity (Moudrý et al. 2011). Z lodyhy vyrůstají postranní větve, kterých má sója nejčastěji 3 až 7, nejspodnější větev najdeme v úžlabí děloh (cca 15 cm na povrchem). Faktory ovlivňující větvení jsou odrůda, úrodnost, hustota porostu, rozteč řádků a typ agrotechniky (Procházka et al. 2023). Listy mohou být na rostlině různorodého tvaru, ale nejčastěji jsou dlouze řapíkaté, trojčetné, střídavé a na bázi s palisty. Bílé či světle fialové květy vyrůstají v hroznech z úžlabí listů. Jejich počet je ve většině případů 3 až 5, ojediněle až 20 kusů. Stavbou jsou oboupohlavné, souměrné a motýlovité (Baranyk et al. 2010). Průměrně je rostlina schopna vytvořit 50 až 100 lusků na větvích, ale má potenciál až na 600 lusků. V každém lusků jsou přibližně tři semena (Stowe & Vann 2022).

3.4 Požadavky na prostředí

3.4.1 Požadavky na teplotu

Sója je teplomilná rostlina, proto by měla být suma vegetačních teplot v oblasti pěstování dosahovat 2000 až 3000 °C. Roční teplota by se měla v průměru pohybovat od 8 do 10 °C. Semena nabobtnají již při teplotě půdy okolo 6 °C, klíčení probíhá už za teploty okolo 7 °C. Optimální teplota pro vzejití porostu je 15 až 20 °C, teplota půdy by se měla pohybovat v intervalu 8 až 11 °C (Procházka et al. 2023).

3.4.2 Požadavky na vodu

Sója na vytvoření 1 g sušiny vyžaduje 0,6 kg až 1 kg vody. Obsah vody v půdě ovlivňuje klíčení, při přisušku vzchází rostliny nerovnoměrně. Klíčící semeno potřebuje v porovnání s vlastní hmotností přibližně 125 % vody. Roční úhrn srážek by se měl ideálně pohybovat okolo 700 mm, neměl by však klesnout pod 550 mm. V průběhu vegetace dopadají na porost sóji tři kritická období, v nichž má nejvyšší nároky na zásobení vodou. Je to období od zasetí do vzejití, poté období kvetení a období při nasazování a nalévání semen. Pokud nedochází k zásobení vodou, může dojít k redukci výnosu a limitované produkci (Procházka et al. 2023, Žák et al. 2014).

3.4.3 Požadavky na světlo

Sója je citlivá na fotoperiodu, patří mezi krátkodenní rostliny. Čím více se dny prodlužují, tím více prodlužuje se vegetační doba. Ta u sóji trvá v průměru 100 až 130 dní, někdy i více. Jednotlivé odrůdy jinak reagují na změnu délky dne, která má vliv na počátek kvetení. Delší dny mohou oddálit kvetení, a naopak kratší dny kvetení urychlují. U nás v ČR by se neměly pěstovat ty odrůdy, které reagují na délku dne (Arnall et al. 2020, Lahola et al. 1990, Cherlinka 2023).

3.4.4 Požadavky na půdu

Vhodné půdy po pěstování sóji jsou hluboké, rovinné, hlinité půdy bohaté na humus a vápník, jelikož jsou běžně úrodné a netrpí vodní erozí. Mezi takové půdní druhy se řadí hlinité, hlinitopísčité a jílovitohlinité s neutrálním pH okolo hodnoty 7. Jsou též schopné zadržet vodu pro rostliny v kritických měsících červenci a srpnu. Mezi nevhodné půdy patří jílovité, zamokřené, ale i písčité, mělké (Arnall et al. 2020, Žák et al. 2014).

3.5 Založení a vedení porostu

Nejdůležitějším aspektem při pěstování sóji je výběr pozemku. Vhodné stanoviště by mělo být teplé až středně teplé a co nejvíce rovinné, ale i ve střední nadmořské výšce okolo 300 m.n.m. nalezneme ideální lokality. Na svažitéjších pozemcích je nutné dbát na horizontální orientaci řádků vzhledem k půdní a vodní erozi (Houba 2019).

Moudrý et al. (2011) doporučuje vždy využívat certifikované osivo, volbu odrůdy provádět na základě poznatků ze Seznamu doporučených odrůd ÚKZUZ a odborných akcí na poloprovozních pokusech. Využívat staré osivo nedoporučuje vzhledem k poklesu klíčivosti, kdy třetím rokem klesá až skoro na polovinu.

3.5.1 Zařazení v osevním postupu

Sóju je nejideálnější pěstovat po okopaninách, ale pro její nenáročnost na předplodinu lze dobře i po obilninách. V USA či Kanadě dochází k pěstování plodiny dva roky po sobě na stejném pozemku, kdy díky rozvoji hlízkových bakterií v druhém roce pěstování většinou docílí vyššího výnosu semen (Štranc et al. 2002).

3.5.2 Příprava půdy pro setí

Na podzim na půdách těžších na obdělávání je podle Procházky (2012) účelná orba do hloubky cca 20 centimetrů s urovnáním povrchu pěchem. Orbu je možné nahradit kypřením do stejné hloubky, ale je nutné jej dvakrát až třikrát opakovat. Štranc et al. (2002) uvádí, že sóju lze pěstovat i zcela bez přípravy půdy, půdoochranným bezorebným způsobem s výsevem do mulče.

3.5.3 Způsoby a termíny setí

Houba (2019) obecně uvádí, že termín pro výsev sóji je ve třetí dekádě dubna, do hloubky 4-6 cm. Teplota půdy by měla být okolo 8-10 °C, aby byla dostatečně vyhřátá. Výsevek se pohybuje v intervalu od 120-140 kg/ha v závislosti na HTS (0,6-0,8 MKS). Průša (2022) doporučuje optimální termín pro výsev také ve třetí dekádě dubna až do počátku května. Štranc et al. (2002) upozorňuje na rizika vyšších výsevků, kam patří vyšší konkurence mezi rostlinami, nižší počet lusků na rostlině a pravděpodobnější polehnutí porostu. Ideální počet rostlin na hektar by se měl pohybovat v intervalu od 550 000 do 650 000.

Časný výsev sóji je v agroekologických podmínkách ČR podle Štrance et al. (2017) přednostní vzhledem k množství a období distribuce srážek, délkou dne a teplotou okolního prostředí. Na druhou stranu by mohl předčasný výsev sóji zapříčinit prodloužení vzcházení a vegetačního období. Proto je nutné upravit hloubku setí i s ohledem na půdní druh – u středních 4-5 cm a těžkých 3-4 cm. Při opožděném výsevu hrozí zkrácení vegetačního období, mezerovitost a nerovnoměrnost vzcházení. Vlivem sušší a prohřátější půdy volíme hlubší výsevek do 4-6 cm v závislosti na druhu půdy (Štranc et al. 2002; Žák et al. 2014).

Procházka et al. (2023) uvádí, že v dnešní době jsou nejčastěji využívány meziřádkové vzdálenosti rostlin 12,5-25cm, ale pokusy nasvědčují upřednostnit šíři 37,5-45 cm. V USA nejčastěji volí pěstitelé vzdálenost od 7 palců (=17,78 cm) až do 40 palců (=101,6 cm). Dle výzkumu vyšší výnosy dosahují rozteče řádků od 7-15 palců (=38,1 cm) oproti 30 a výše palcovým roztečím (=76,2 cm) (Licht et al. 2022). V ČR se též nedoporučuje meziřádkovou vzdálenost zvyšovat nad 45 cm z důvodu neschopnosti našich odrůd plně využít vzniklý prostor (Procházka et al. 2023).

3.5.4 Výživa porostu

Bagale (2021) uvádí, že sója potřebuje patnáct živinných prvků, z toho makroprvky: dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg) a síru (S) a z mikroprvků především železo (Fe), bór (B), zinek (Zn), kobalt (Co), měď (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), nikl (Ni) a chlór (Cl). Průša (2022) uvádí odběry živin na 1 tunu produkce semen: N v intervalu od 12 do 20 kg na ha, P mezi 12 až 20 kg na ha, K v intervalu 30 až 40 kg na ha, Ca kolem 20 kg na ha a Mg cca 1 kg na ha. Vaněk et al. (2016) uvádí, že luskovinám bakterie obecně pokryjí 80-85 % veškeré potřeby N.

3.5.4.1 Biologická fixace dusíku

Mezi rostlinou a půdními bakteriemi se vytváří vzájemný vztah – symbióza. Bakterie vytvářející hlízky na kořenech sóji se nazývají *Bradyrhizobium japonicum*. Ty vytváří na kořenech typické hlízky a činností těchto organismů je redukce atmosférického dusíku na formu rostlinnou využitelnou (Purcell et al. 2014). Za dobrých podmínek může bakterie pro sóju navázat až 300 kg N na hektar. Mezi faktory působící na fixaci patří dostupnost půdního dusíku, geneticky podmíněná snášenlivost mezi rostlinou a bakterií, a nedostatek dalších faktorů stanovujících výnos (Keyser & Li 1992).

3.5.5 Ochrana porostu

3.5.5.1 Ochrana proti plevelům

Důležité je regulovat plevele již v předplodině, a to hlavně druhy vytrvalé – např.: pcháč rolní a pýr plazivý. Na zmíněné plevele a na plevele jednoleté lze v předstihu před setím aplikovat totální herbicid s účinnou látkou *Glyphosate* (Kazda et al. 2010). Baldwin et al. (2000) doporučuje každou metodu, která zajistí rychlé založení porostu, optimální hustotu a jeho rychlé zapojení vzhledem k zintenzivnění schopnosti sóji konkurovat plevelům a nárůstu efektivity herbicidní ochrany. Dle Laholy (1990) patří mezi plevele sóji druhy dvouděložné (ředkev ohnice, hořčice polní, rdesna, konopice polní, heřmánky, ale i pětour maloubořný či laskavec). K jednoděložným plevelům se řadí oves hluchý, ježatka kuří noha a bery. Štranc et al. (2023) zhodnotil v polním pokusu v roce 2022 účinné přípravky registrované v ČR, tím byly preemergentní Quantum (ú.l.: *Pethoxamid*), Command 36 CS (ú.l.: *Klomazon*) a Refine 50 SX (ú.l.: *Thifensulfuron-methyl*), či jejich směs. Postemergentní dobře hodnocenými se staly Pulsar 40 (ú.l.: *Imazamox*) a Basagran (ú.l.: *Bentazon*).

3.5.5.2 Ochrana proti chorobám

Ochrana proti chorobám začíná již u osiva sóji, které by mělo být ošetřeno povolenými přípravky na území ČR, aby bylo zabráněno napadením bakteriemi (*Pseudomonas*, *Xanthomonas* a *Perenospora*). Při zasetí sóji do studené půdy hrozí napadení semen nebo už klíčenců půdními houbami, např.: *Rhizoctonia*, *Pythium* či *Fusarium*. Ochrana proti listovým chorobám není v ČR nutná, jelikož nedošlo k jejich výraznějšímu rozšíření (Kazda et al. 2010). Štranc et al. (2023) informuje o nové registraci fungicidního přípravku Amistar Gold (ú.1: *Azoxystrobin*, *Difenokonazol*) v ČR do porostu.

3.5.5.3 Ochrana proti škůdcům

V případě teplého a suchého počasí při vzházení luskovin je obecně důležité vzhledem k zpomalenému růstu pozorovat poškození listů listopasy. Pokud jsou porosty napadené silně, je žádoucí včas ošetřit přípravky ze skupiny účinných látek *Pyrethroids* (Gall 2023a). Dalšími škůdci při vzházení sóji mohou být drátovci, larvy osenic a larvy chroustů. V ČR ale spíše škody na vzházejících rostlinách páchají ptáci a hlodavci (Kazda et al. 2010). Podle Galla (2023b) může dojít též vlivem tepla a sucha v určitých oblastech k přemnožení svilušek chmelových (*Tetranychus urticae*) a jejich škody zapříčiňují předčasné dozrávání porostu a tím pádem i pokles výnosu.

3.5.6 Sklizeň

Procházka (2012) uvádí, že o momentu počátku sklizně rozhodují nejen vlhkost semen, ale i vlhkost stonků a půdy, aby nedocházelo k hnutí rostlinných zbytků před žací lištou. Porosty dozrávají po 120-140 dnech vegetace od poloviny září do poloviny října (Průša 2022). Vlhkost semen u sklizně by měla ideálně být okolo 16 %, nejvýše 18 %. Podle Saeuglinga (2023) je ideální vlhkost semen ke sklizni okolo 13 %, vyšší vlhkosti mohou zapříčinit špatné skladování, a naopak nižší zapříčiní ztrátu výnosu.

Ke sklizni se používají sklízecí lišty typu „draper“, které umožňují začít sklizeň dříve a zvládnou si poradit se zelenými stonky či lusky, anebo proměnlivou vlhkostí (Saeugling 2023). Podle Procházky et al. (2023) je vhodné preferovat tyto typy lišt, protože s nimi lze dosáhnout velmi nízkého strniště a téměř vyloučit ztráty.

3.5.6.1 Charakteristika a složení semen

Pazderů et al. (2018) uvádí hlavní znaky na rozlišení semen luskovin. Sójová semena by měla mít velikost 5-13 mm; kulovitý, protáhlý nebo ledvinkovitý tvar s matným až slabě lesklým povrchem; zbarveny mohou být semena do žluté, zelené, černé nebo mramorované. Semenná jizva je podlouhle oválná, barevně sladěná se semenem nebo tmavší a nachází se ve střední části. Purcell et al. (2014) klasifikuje jizvu podle barvy: černou, neúplně černou, hnědou, pískovou či až průhlednou.

Semeno tvoří obal, který chrání značně velké embryo. To se skládá ze dvou děloh, z jedné se utvoří klíček s dvěma jednoduchými listy a z druhé hypokotyl, jenž určuje barvu květů rostliny a může být zelený či fialový. Jako další součástí embrya je kořínek a mikropylový pór, zajišťující výměnu plynů mezi semenem a vnějším prostředím (Purcell et al. 2014).

Podle Houby (2018) je v semenech obsaženo 35-41 % bílkovin, některé odrůdy dosahují až 50 %. Tuky jsou zastoupeny v intervalu 18-24 % a sacharidy od 20 do 35 %. Obsah minerálních látek se může vyšplhat až na 5 %.

3.5.7 Kvalita a vitalita semen

3.5.7.1 Kvalita semen

Cílem výběru nejlepších semen na tvorbu osiva je vybrání materiálu, který bude nejlépe odpovídat podmínkám pěstování. Značná plasticita semen však kompenzuje nenaplnění tohoto ideálního stavu a nedostatky v prostředí. Pro osivo je důležité vytvořit na stanovišti množení optimální podmínky. Pro kvalitní výsev by mělo být osivo co možná nejvíce uniformní, fyzikálně a semenářsky, například z hlediska přesného výsevu širokořádkových plodin. Uniformity osiva docílíme převážně kvalitní posklizňovou úpravou (Pazderů 2013).

Baranyak et al. (2010) uvádí požadavky na kvalitu semen podle ČSN 46 2300-7, jež je platná pro všechny dodávky sóji na zpracování do oleje. Pro potravinářské účely se posuzují dle vyhlášky MZe č. 329/1997 Sb. Ministerstva zemědělství (1997), která stanovuje požadavky na jakost luštěnin, jež musí být bez cizího zápachu, nenakyslé, nenažluklé a nenahořklé. Dále nesmí být části semen naplesnivělé nebo plesnivé. Též se zakazuje mísit semena různých barev, odrůd a ročníků sklizně. Přítomnost živých škůdců je nepřijatelná, tolerují se 3 kusy volných již mrtvých škůdců v 1 kg. Procentuálně z celkové hmotnosti vzorku mohou obsahovat nejvýše 15 % půlek a naprasklých semen. Do 5 % semen může být znečištěno zeminou.

International Seed Testing Association – ISTA, jakožto mezinárodně uznávaná organizace sjednocující metody testování semen, vydává jednotné certifikáty pro analýzu osiva dostupných z akreditovaných laboratoří ISTA. Vykazování výsledků může být pouze z jednoho odběru, ze kterého lze testovat pouze jeden vzorek osiva. V určitých situacích může dojít k předložení dílčích vzorků z jednoho odběru. ISTA určuje pravidla pro testování vzorků například na čistotu, počet cizích semen, počet cizích semen u semen obalovaných, klíčení semen a semen obalovaných, HTS, vlhkost, vitalitu, konduktometrii, test urychleného stárnutí a další (ISTA 2024).

3.5.7.2 Klíčivost semen

Podle Procházky et al. (2013) je laboratorní klíčivost pokládána za hlavní charakteristiku kvality osiva, kde co nejvyšší procento vyklíčených semen je považováno za úspěch a vizitku daného semenářského podniku. Klíčivost lze definovat jako schopnost semene v ideálních podmínkách prostředí vytvořit novou rostlinu (Pazderů 2013). Na efektivní podporu zakládaným porostům lze použít ošetření osiva biologicky aktivními látkami, mezi které patří například regulátory růstu či enzymy. Bioaktivní látky mají pozitivní vliv na klíčení semen a následný růst rostlin (Procházka et al. 2016).

3.5.7.3 Vitalita semen

Vitalita semen se dá definovat jako schopnost semen vyklíčit za přijatelných až stresových podmínek. Předpokladem je, že genotypově vitálnější semena budou mít zvýšenou toleranci k suchu, rychleji vytvoří kořenový systém a v dalších fázích vegetace budou snášet stresové podmínky. Standardní metodou zjištění vitality je dvojitý přístup v podobě naklíčeného nebo nenaklíčeného semene (Středa et al. 2022). Testy semen na vitalitu jsou přesnější než test klíčivosti, protože hodnotí potenciální výkonost partie osiva podle fyziologického a fyzikálního základu. (TeKrony 2003).

3.5.7.3.1 Konduktometrický test

Konduktometrický test je dle Salinas et al. (2010) jeden z nejlepších testů pro zhodnocení kvality vitality semen. V porovnání s testem klíčivosti vychází konduktometrie jako efektivnější ukazatel vzhledem k polní vzcházivosti. Determinanty vlastností vzcházení jsou uniformita osiva z hlediska fyzikálního a semenářského, biotické a abiotické podmínky prostředí a antropogenní činnost (Procházka et al. 2013). Semena sóji ztrácí vitalitu vlivem degradace buněčných membrán, tím se do roztoku vyluhují elektrolyty, které následně můžeme měřit. Elektrická vodivost roztoku se zvyšuje větším uvolňováním elektrolytů ze semene a měří se v $\mu\text{S}/\text{cm.g}$. (Středa et al. 2022).

3.5.7.3.2 Test urychleného stárnutí

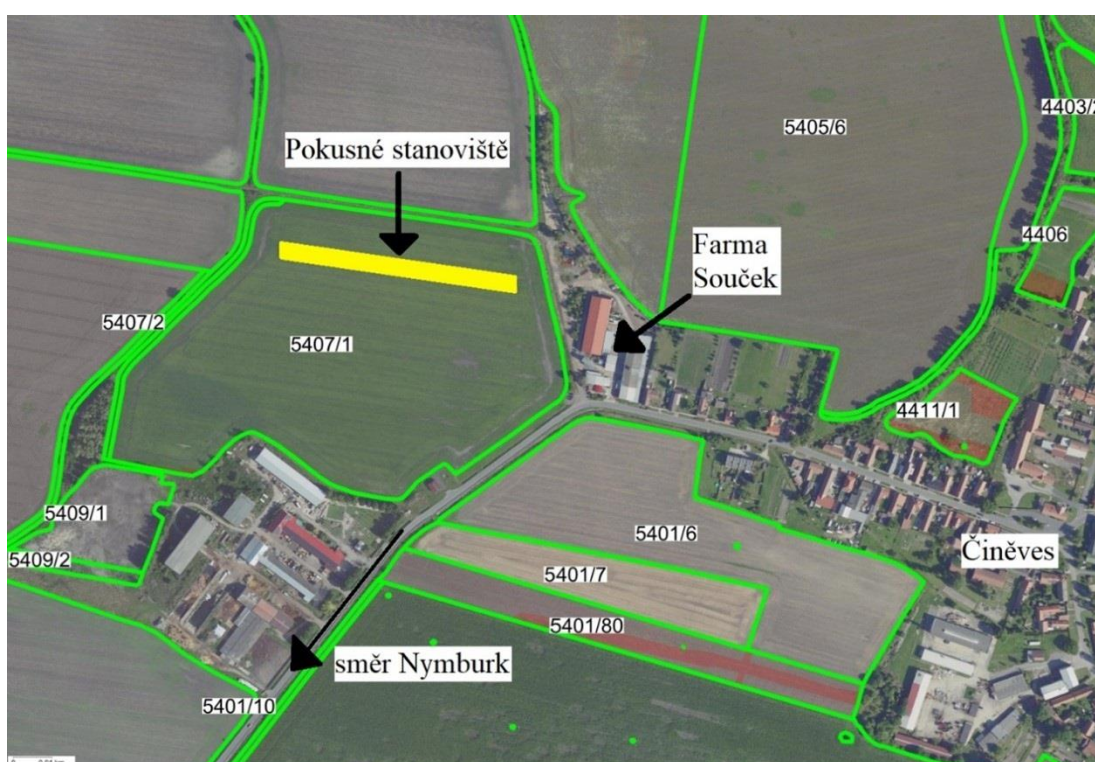
Především kvůli svému genetickému složení a souvisejícím vlivům se sója potýká s problémem dlouhověkosti semen. S dlouhověkostí silně korelují podíl a hustota semenného obalu, počet pórů, sklovitý stav buněk a obsah vápníku (Rao et al. 2023). Pro testování semen sóji se kvůli opakovatelnosti a objektivitě využívá test urychleného stárnutí (TUS). Semena jsou po krátkou dobu vystavena vysoké teplotě a vlhkosti (Procházka et al. 2016). Zpočátku byl však navržen jako test skladovatelnosti (Procházka et al. 2013). Zkouška TUS znamená cílené zhoršení osiva za využití faktorů prostředí – teploty a relativní vlhkosti. Principem je umístění osiva na síťovou vyvýšenou podložku do plastového boxu, který obsahuje malý objem vody. Po vložení do komory pro TUS o teplotě 41 °C dojde během stanovené doby k příjmu vody semeny a teplotnímu stresu. Osivo s vyšší vitalitou zůstane déle kvalitní a schopné klíčit (TeKrony 1995).

4 Metodika

4.1 Lokalita a informace o farmě a stanovišti pokusu

Provozního pokus byl uskutečněn v hospodářském roce 2022/2023. Proběhl na pokusné lokalitě u obce Činěves v režimu konvenčního hospodaření soukromé farmy zaměřené na rostlinnou produkci. Farma pana Ondřeje Součka se nachází v obci Činěves (okres Nymburk) ve Středočeském kraji. Ke dni 1.3. 2024 obhospodařovala farma 990 hektarů standardní orné půdy.

Na níže přiloženém snímku (Obrázek 1) je znázorněno umístění lokality farmy a pokusného stanoviště.



Obrázek 1: Lokalita a pokusné stanoviště (zdroj: iLPIS)

V příložené Tabulce 2 lze nalézt přehled pěstovaných plodin, z nichž první – pšenice ozimá – zaujímá dominantní část výměry farmy a je celkově směřována pro potravinářské účely.

Tabulka 2: Pěstební skladba farmy Ondřeje Součka

plodina	výměra v (ha)
pšenice ozimá	410
řepka ozimá	220
ječmen ozimý	120
ječmen jarní	50
hrách polní	50
sója luštinatá	50
kukuřice setá na zrno	40
úhory a ochranné pásy	50

zdroj: Agronomická evidence Ondřeje Součka

Stanoviště pokusu se nacházelo na DPB s číslem v evidenci iLPIS: 5407/1 v katastrálním území obce Činěves. V Tabulce 3 jsou sepsány základní údaje o daném DPB ze systému iLPIS a VÚMOP – eKatalogu BPEJ.

Tabulka 3: Charakteristika pokusného stanoviště

údaj	hodnota	jednotky
druh půdy	jílovitá (těžká)	-
typ půdy	černozem	-
BPEJ	03.07.2000	-
průměrná nadmořská výška	194,97	m.n.m.
průměrná sklonitost	0,61	stupňů
sklonitost	rovina	-
klimatický region	teplý, mírně vlhký	3
průměrná roční teplota	8-9	°C
průměrný úhrn srážek	550-650	mm
pH (2020)	7,5	-
AZZP - P (2020)	62	ppm
AZZP - K (2020)	609,5	ppm
AZZP - Ca (2020)	10 630	ppm
AZZP - Mg (2020)	425,7	ppm
AZZP - S (2020)	21,87	ppm
AZZP - B (2020)	3,93	ppm
AZZP - Fe (2020)	102,7	ppm
AZZP - Mn (2020)	70,3	ppm
AZZP - Zn (2020)	2,825	ppm
AZZP - Cu (2020)	3,061	ppm

Celková vyčleněná plocha pokusu zaujímala 0,438 hektarů. Na Obrázku 2 je znázorněno rozdělení pokusného stanoviště na plochy jednotlivých výsevních termínů.



Obrázek 2: Plán umístění pokusných ploch na pokusném stanovišti

4.2 Agrotechnika pokusného porostu

Agrotechnické zásahy, vyjma termínu setí, byly pro pokusný porost všechny stejné, ale z počátku byl brán zřetel na různé růstové fáze rostlin vzhledem k aplikaci ochranných přípravků. Předplodinou sóji byla pšenice ozimá o výnosu 7,8 tuny na hektar. Při podmítce byla vyseta meziplodina, složená ze směsi pelušky (60 %), pohanky (30 %) a ředkve olejné (10 %) a na podzim zapravena do půdy. Po jarní přípravě přišlo na řadu setí, výše výsevu pro varianty termínu byla jednotná 150 kg/ha (dle doporučení Selgen a.s.). Porost časného termínu výsevu se nacházel na pokusném stanovišti 161 dní, optimální 151 dní a pozdní 141 dní. Detailní popis agrotechnických operací popisuje Tabulka 4 na další straně.

Přiložené snímky ilustrují techniku, jež byla k pokusu použita. Na Obrázku 3 je vyobrazena secí souprava složená z traktoru John Deere 6215R a secího stroje Horsch Pronto 6 DC.



Obrázek 3: Secí souprava

Na Obrázku 4 je k vidění sklízecí mlátička Claas Lexion 550 s žacím válem Vario 750 s neflexibilním žacím adaptérem.



Obrázek 4: Sklízecí mlátička s neflexibilním žacím válem

Tabulka 4: Agrotechnika na pokusném stanovišti v hospodářském roce 2023

činnost	datum	přípravek, hnojivo, hloubka operace	technika	poznámky
kypření - podmínka + setí meziplodiny	23.7.2022	8 cm	John Deere 8370R + Horsch Terrano 5FM s APV	plošně
mulčování	5.10.2022	-	John Deere 6210R + Spearhead Multicut	plošně
kypření - hluboké	28.10.2022	20 cm	John Deere 8370R + Horsch Terrano 5FM	plošně
předset'ové hnojení	20.4.2023	AMOFOS NP 12-52 dávka: 0,1 t/ha	John Deere 7530 + Rauch Axis 30.2	plošně
aplikace na ornou půdu	21.4.2023	Clinic TF ú.l.: <i>Glyphosate</i> dávka: 1 l/ha	John Deere 6930 + Agrio Mamut	vše kromě plochy časného výsevu
setí	22.4.2023	4 cm	John Deere 6215R + Horsch Pronto 6	časný termín
kypření - předset'ová příprava	2.5.2023	5 cm	John Deere 7310R + Farnet Verso 8	vše kromě plochy časného výsevu
setí	2.5.2023	4 cm	John Deere 6215R + Horsch Pronto 6	optimální termín
setí	12.5.2023	4 cm	John Deere 6215R + Horsch Pronto 6	pozdní termín
preemergentní aplikace proti plevelům 2-D,1-L	2.5.2023	Pendifin 400 SC ú.l.: <i>Pendimethalin</i> dávka: 2 l/ha	John Deere 6930 + Agrio Mamut	vše kromě plochy časného výsevu
postemergentní aplikace proti plevelům 1-D,1-L	30.5.2023	Pulsar 40 ú.l.: <i>Imazamox</i> dávka: 0,625 l/ha	John Deere 6930 + Agrio Mamut	plošně
aplikace proti pýru plazivému	15.6.2023	Gallant ú.l.: <i>Quizalofop-P-ethyl</i> dávka: 1 l/ha	John Deere 6930 + Agrio Mamut	plošně
aplikace proti plevelům 2-D	17.6.2023	Basagran ú.l.: <i>Bentazone</i> dávka: 1,5 l/ha	John Deere 6930 + Agrio Mamut	plošně
sklizeň	29.9.2023	-	Claas Lexion 550 s lišťou V750	všechny varianty

zdroj: Agronomická evidence Ondřeje Součka

4.3 Přírodní podmínky během pokusu

4.3.1 Průměrná teplota vzduchu za daný měsíc

Tabulka 5 uvádí průměrnou měsíční teplotu vzduchu. Písmenem A jsou označeny hodnoty z meteostanice Ondřeje Součka GoGEN ME 3900 WiFi, z důvodu instalace na konci měsíce dubna chybí za tento měsíc údaje a pro úplnost byly nahrazeny údaji od Českého hydrometeorologického ústavu. Písmenem B jsou označeny hodnoty přístupné na stránkách ČHMÚ, lokalita Poděbrady (11,65 km vzdálenost od lokality Činěves).

Tabulka 5: Měsíční průměrná teplota vzduchu

měsíc	°C A	°C B
duben	8,2	8,2
květen	15,5	14,5
červen	19,2	18,7
červenec	21,3	21,1
srpen	20,6	19,9
září	19	17,7
průměr	17,3	16,7

zdroj: Faremní meteostanice, ČHMÚ

4.3.2 Úhrn srážek za daný měsíc

V uvedené tabulce 6 jsou zapsány úhrny srážek za jednotlivé měsíce vegetace a celkový úhrn srážek na porost sóji. Údaj A značí faremní meteostanici GoGEN ME 3900 WiFi, chybějící údaje byly nahrazeny údaji od Českého hydrometeorologického ústavu. Písmenem B jsou označeny hodnoty přístupné na stránkách ČHMÚ, srážkoměrná stanice Dymokury (1.59 km vzdálenost od lokality Činěves). Průměrný úhrn z obou meteostanic se rovná 303,5 mm.

Tabulka 6: Měsíční úhrny srážek

měsíc	mm A	mm B
duben	40,6	40,6
květen	24,6	21,1
červen	29,7	26
červenec	80,3	79,1
srpen	114,3	138,1
září	6,9	5,7
celkem	296,4	310,6

zdroj: Faremní meteostanice, ČHMÚ

4.4 Sledované parametry porostu a semen

A) Parametry porostu

- polní vzcházivost
- dynamika růstu stanovená podle sušiny nadzemní a podzemní biomasy
- výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy
- počet větví na rostlině
- počet lusků na větvích
- počet lusků na rostlině celkem

B) Parametry semen

- výnos semen
- hmotnost tisíce semen
- procentuální obsah proteinů, vlákniny a olejnatost
- laboratorní klíčivost semen a klíčivost semen po testu urychleného stárnutí
- vitalita hodnocená konduktometrickým testem

5 Výsledky

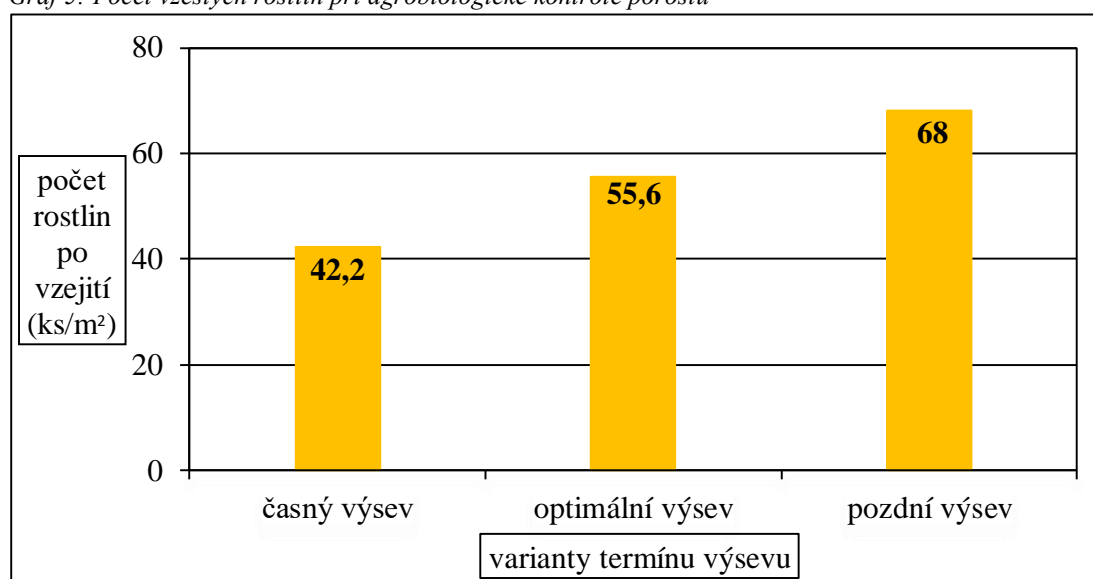
5.1 Hodnocení po vzejití

Dne 7.6. 2023 proběhla inventarizace porostu po vzejití s odběrem rostlin pro stanovení dynamiky růstu podle sušiny podzemní a nadzemní biomasy. K výpočtu polní vzcházivosti bylo spočteno 11 dílčích počtů rostlin na metr čtvereční a z nich průměrem vypočten 1 reprezentativní údaj pro každou variantu. K stanovení dynamiky bylo odebráno 5 rostlin z každého termínu výsevu.

5.1.1 Polní vzcházivost

Na Grafu 5 je vyobrazena polní vzcházivost semen z jednotlivých variant výsevu. Nejvyšší hodnoty 68 rostlin na m^2 dosáhl pozdní výsev, nejnižší hodnoty výsev časný, kde došlo k ovlivnění počtu rostlin poškozením vzcházejícího porostu převážně spárkatou zvěří a zajícem polním.

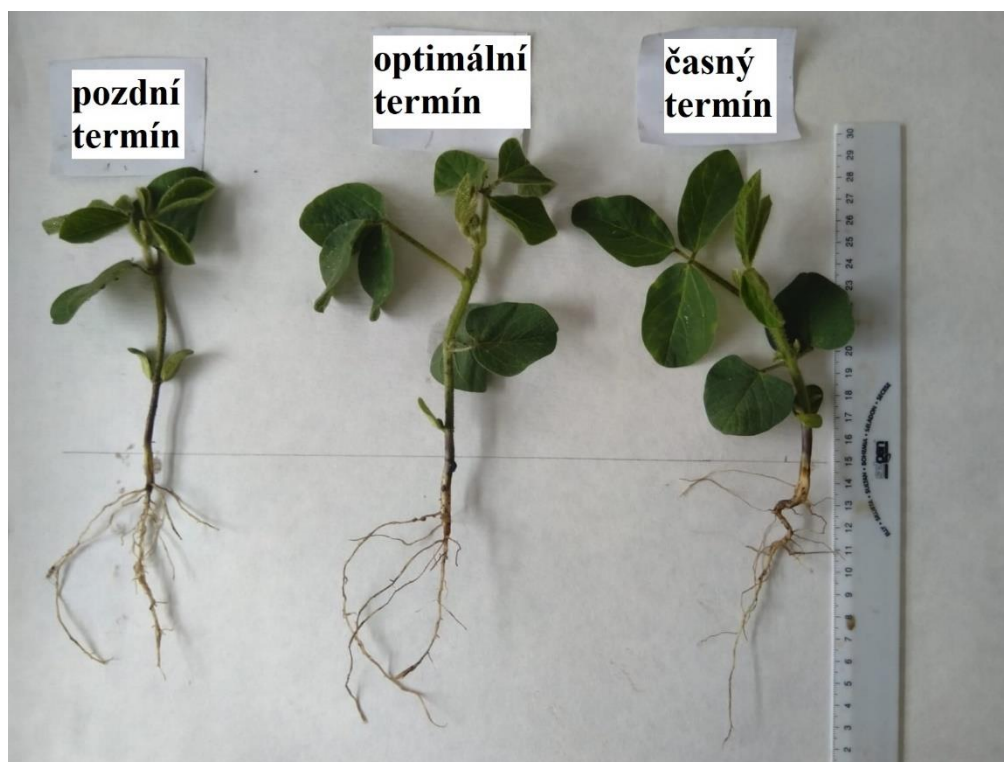
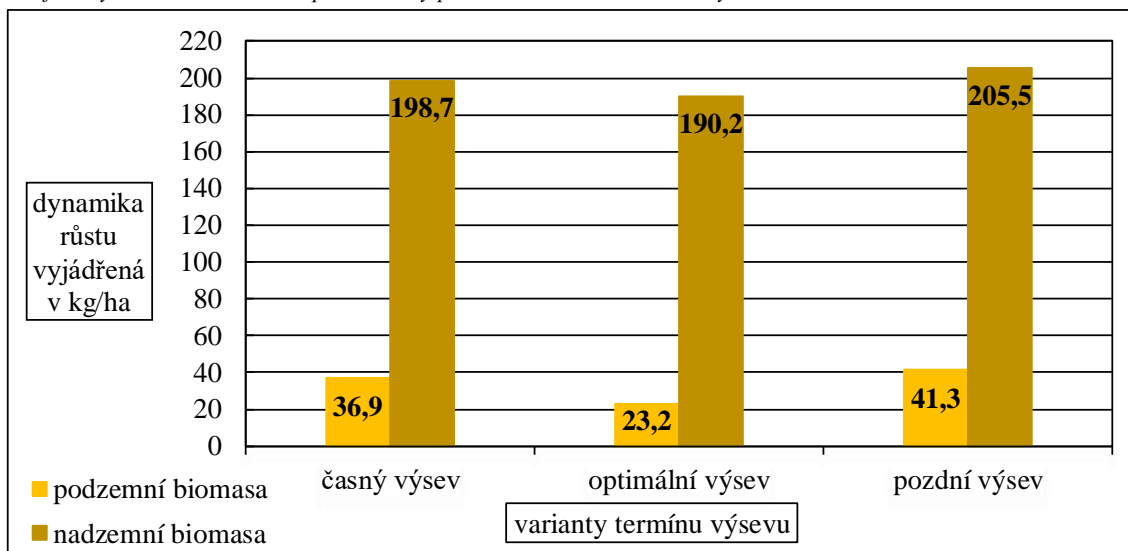
Graf 5: Počet vzešlých rostlin při agrobiologické kontrole porostu



5.1.2 Dynamika růstu podle sušiny biomasy

Graf 6 znázorňuje dynamiku růstu porostu podle sušiny z vytvořené biomasy. Největší hmotnost dosáhla po přepočtení na kg/ha pozdní varianta výsevu z důvodu většího počtu rostlin na hektar. Na obrázku 5 můžeme pozorovat rozdílný vývoj rostlin podle vytvořeného habitu.

Graf 6: Dynamika růstu rostlin podle sušiny podzemní a nadzemní biomasy



Obrázek 5: Habitus rostlin 7.6.2023 (autor: Procházka P.)

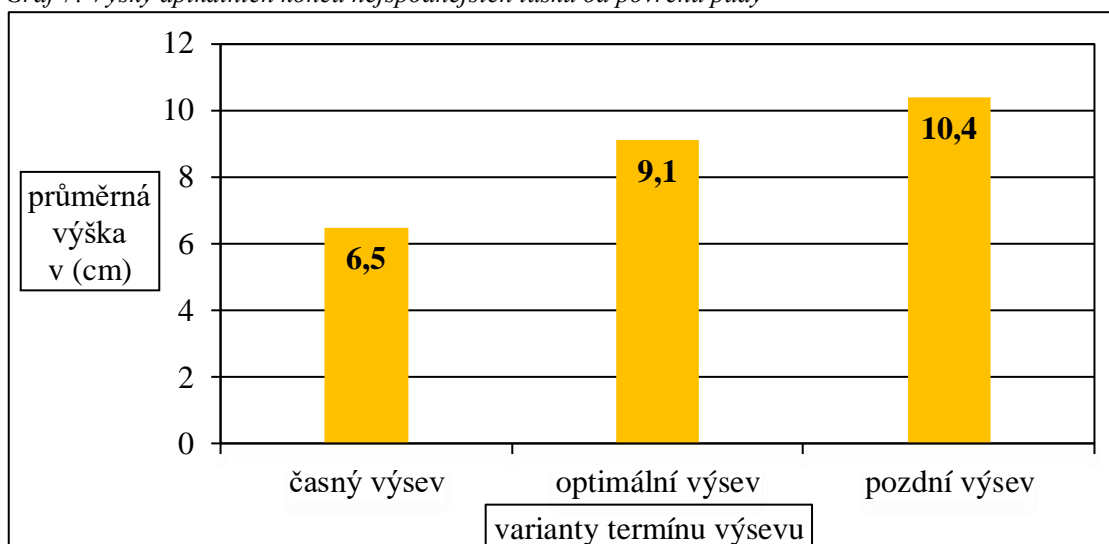
5.2 Hodnocení produkčních parametrů porostu

Dne 15. srpna 2023 proběhla na pokusném stanovišti kontrola vývoje produkčních parametrů. U každého termínu výsevu bylo spočteno 11 dílčích údajů a z nich vypočten 1 údaj reprezentativní pro daný termín.

5.2.1 Výšky apikálních konců nejspodnějších lusků od povrchu půdy

Nejvyšší hodnoty z Grafu 7 dosáhl pozdní výsev, jenž dosáhl průměrné výšky apikálních konců nejspodnějších lusků 10,4 cm. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u časného výsevu a to 6,5 cm. Sklizní takového porostu s neflexibilním žacím adaptérem může docházet k značným ztrátám z produkce.

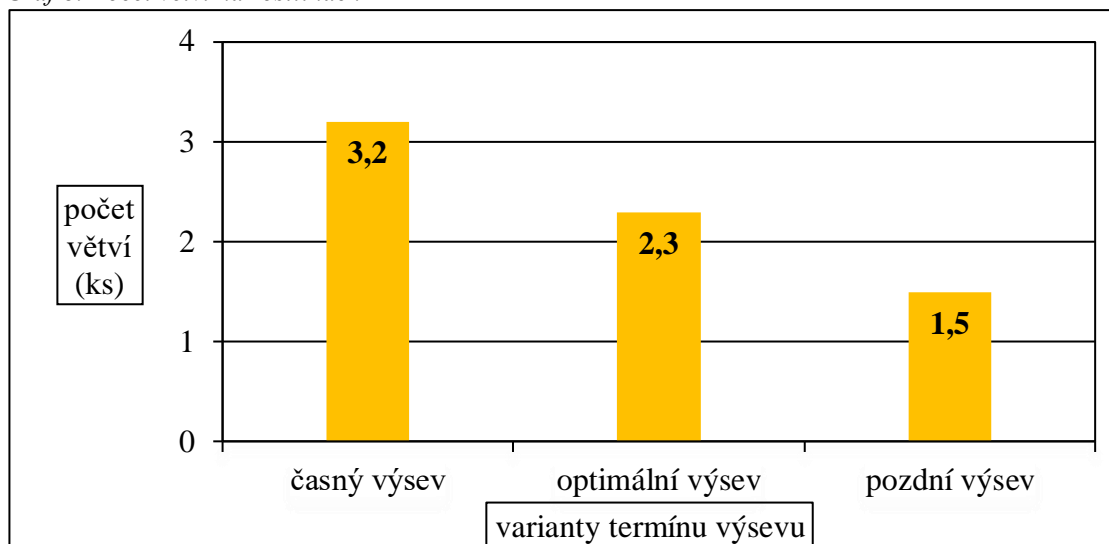
Graf 7: Výšky apikálních konců nejspodnějších lusků od povrchu půdy



5.2.2 Počet větví na rostlině

Na Grafu 8 je patrné, že nižší počet rostlin na m² u časného termínu dovolil rostlinám využít uvolněný prostor k utváření větví, kterých bylo v průměru 3,2 na rostlině. Vyšší počty rostlin na m² u optimálního a pozdního termínu zapříčinily opačný trend v utváření větví.

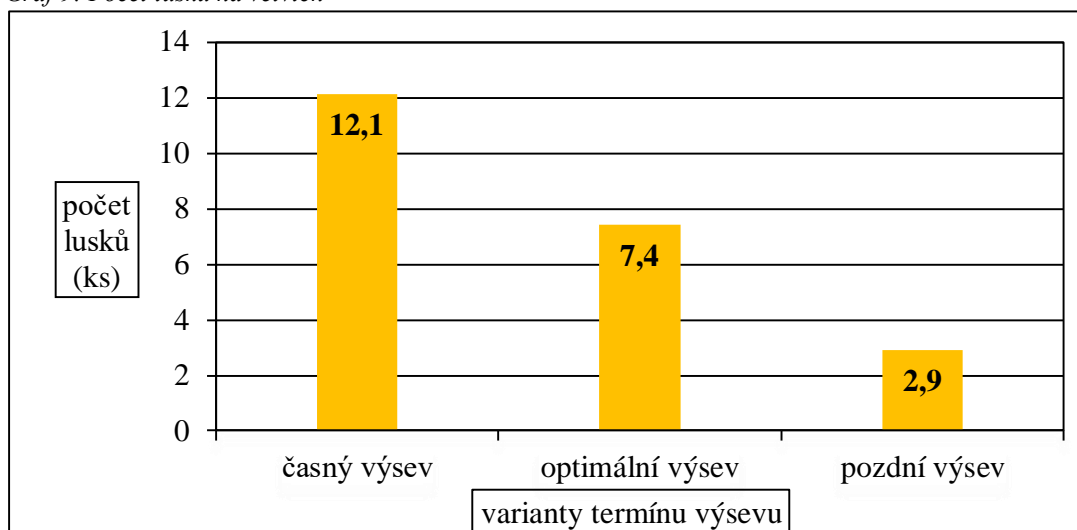
Graf 8: Počet větví na rostlinách



5.2.3 Počet lusků na větvích

Počet lusků na větvích je znázorněn na Grafu 9. Již z Grafu 8 může vyplynout, že větší počet větví bude mít vliv na počet lusků na větvích, který byl nejvyšší u časného termínu. Ten předčil o 4,7 ks větví optimální termín a pozdní termín dokonce o 9,2 ks.

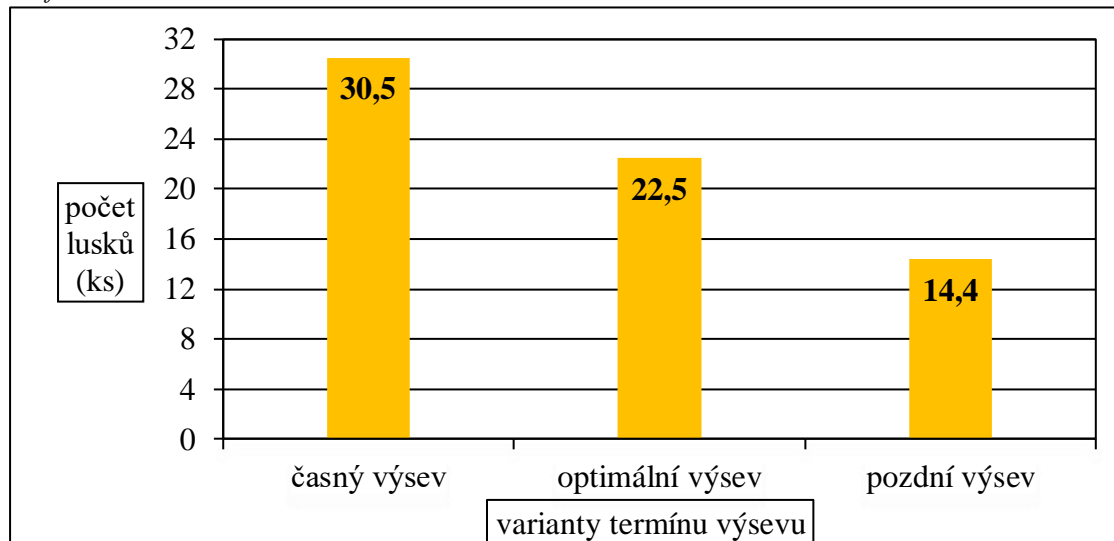
Graf 9: Počet lusků na větvích



5.2.4 Počet lusků na rostlině

Celkový průměrný počet lusků na rostlině shrnuje Graf 10. Od časného termínu k pozdnímu termínu můžeme pozorovat téměř pravidelnou sestupnou tendenci celkového počtu lusků na rostlině, kdy mezi všemi termíny vznikl rozdíl přibližně 8 lusků na hektar.

Graf 10: Počet lusků na rostlině



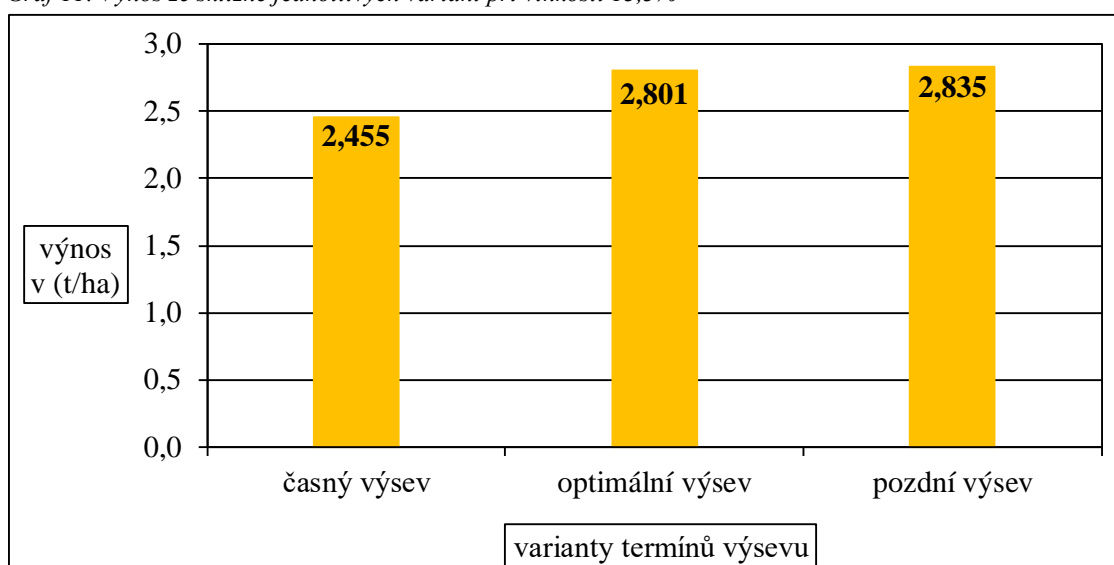
5.3 Hodnocení sklizně

Sklizeň pokusného stanoviště proběhla 29. září 2023, vlhkost semen byla 13,3 %. Průměrná teplota vzduchu při sklizni byla 19,4 °C, což nebývá při sklizni sóji obvyklé. Délku vegetace od 141 do 161 dnů lze podle Houby (2018) kvalifikovat jako průměrnou či lehce nadprůměrnou.

5.3.1 Výnos semen

Téměř stejného výnosu na Grafu 11 dosáhly varianty optimálního a pozdního výsevu, časný výsev poklesl na výnosu pouze o necelých 0,4 t/ha.

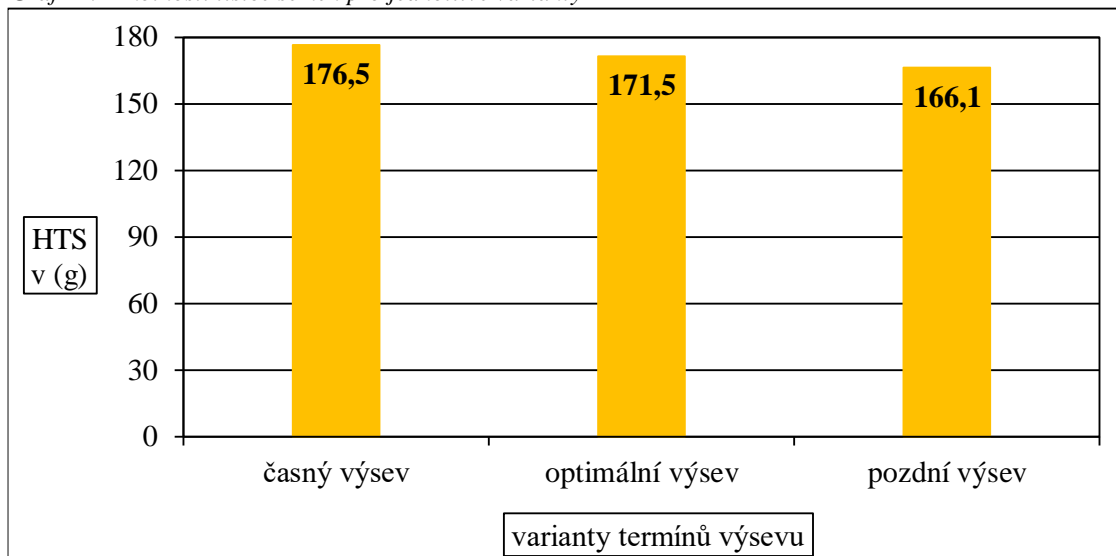
Graf 11: Výnos ze sklizně jednotlivých variant při vlhkosti 13,3%



5.3.2 Hmotnost tisíce semen

Graf 12 uvádí HTS semen. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou je 10,6 gramů, kdy nejvyšší byla navážena u časného a nejnižší u pozdního výsevu.

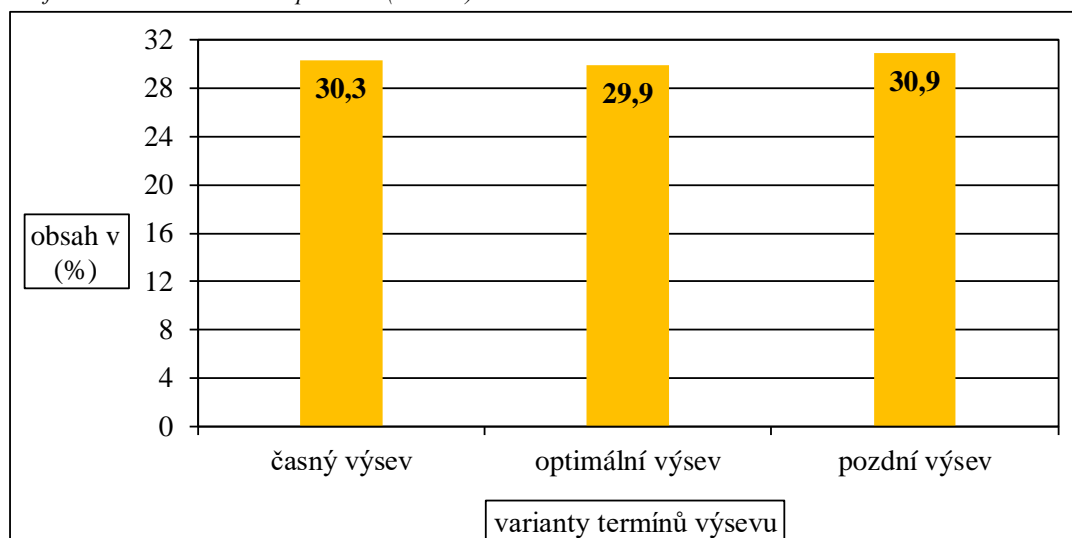
Graf 12: Hmotnosti tisíce semen pro jednotlivé varianty



5.3.3 Procentuální obsah proteinů

Graf 13 uvádí rozdíly v obsahu bílkovin v semenech. Jednotlivé termíny se mezi sebou liší pouze do 1 % obsahu.

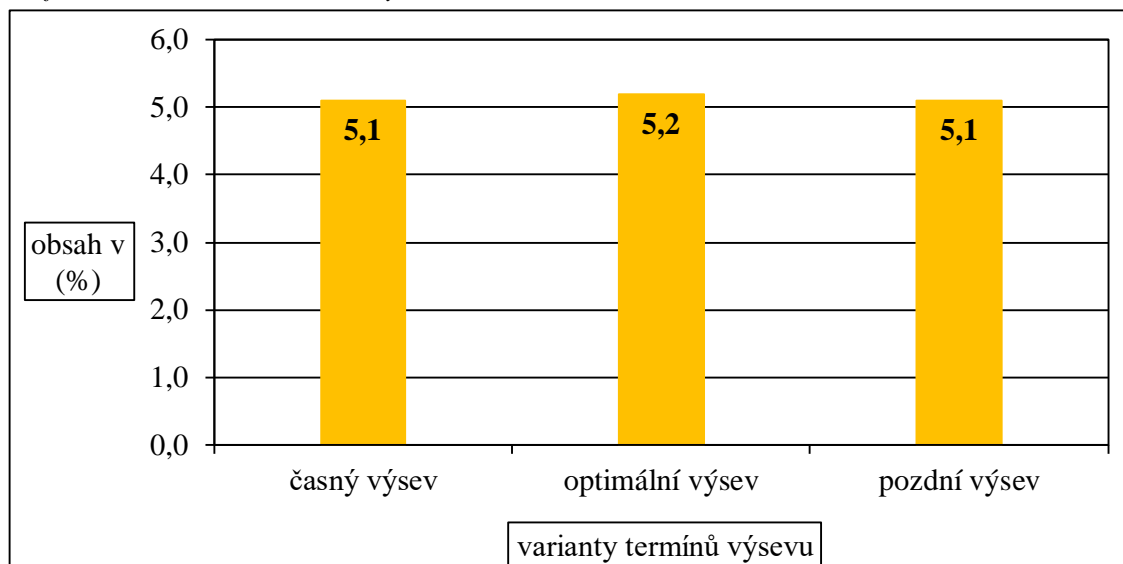
Graf 13: Procentuální obsah proteinů (N-látek)



5.3.4 Procentuální obsah vlákniny

Graf 14 uvádí obsah vlákniny, nejvyšší hodnoty 5,2 % dosáhl optimální termín a o 0,1 % více se liší s termíny zbývajcími.

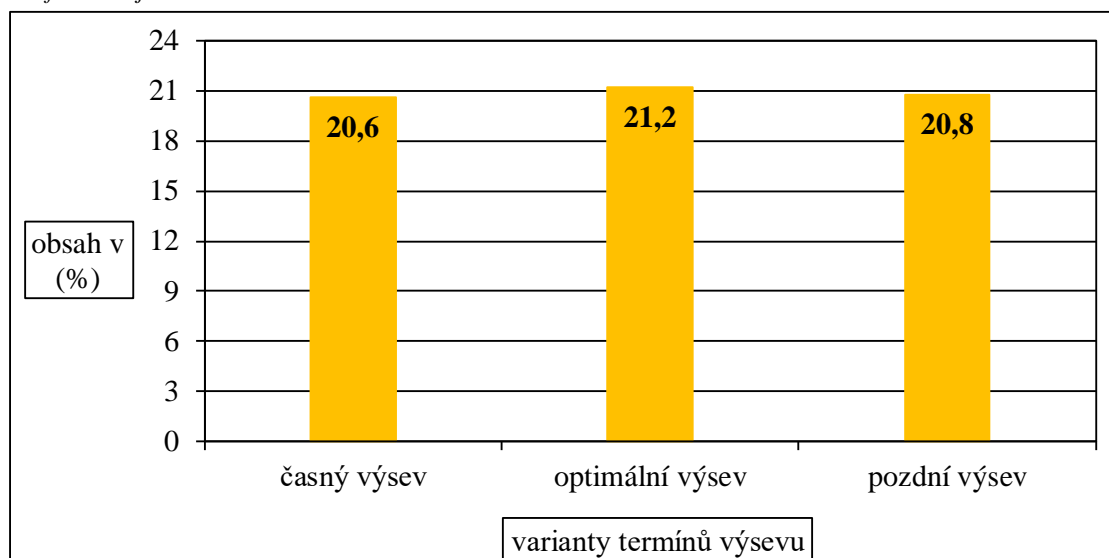
Graf 14: Procentuální obsah vlákniny



5.3.5 Procentuální obsah oleje

Na Grafu 15 je vyjádřena olejnatost semen. Nejvyšší hodnota 21,2 % by naměřena u optimálního termínu, časný a pozdní výsev mají téměř shodný výsledek, tedy 20,6 pro časný a 20,8 pro pozdní výsev. Obsah oleje se u všech třech variant liší pouze desetiny procenta.

Graf 15: Olejnatost

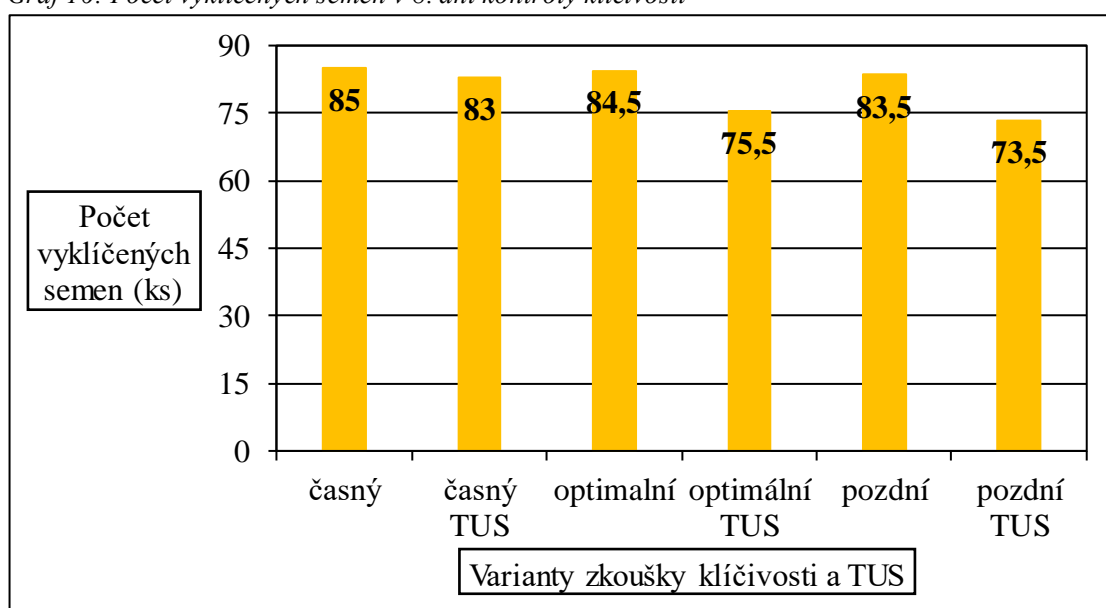


5.4 Laboratorní hodnocení

5.4.1 Klíčivost semen

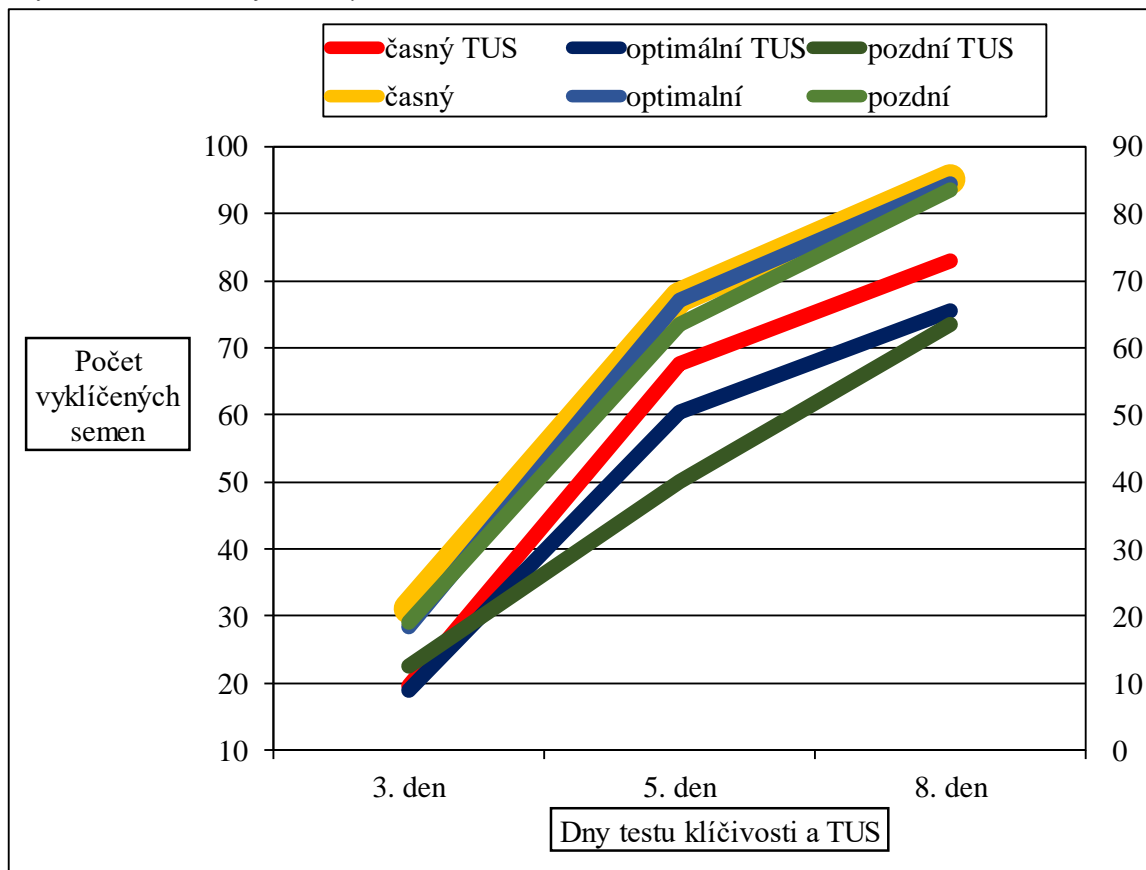
Laboratorní klíčivost byla stanovena v laboratoři FAPPZ ČZU v Praze-Suchdole. Graf 16 znázorňuje počty vyklíčených semen v 8.den kontroly klíčivosti. Dle Procházky et al. (2023) lze certifikovat osivo s klíčivostí od 80 % výše. Nejvyššího počtu vyklíčených semen, i po TUS, dosáhl časný termín s 85 semeny (85 %) a 83 TUS semeny (83 %). Optimální a pozdní termín hodnotu 80 % též pokořily, ale pouze v laboratorní klíčivosti, nikoliv po TUS.

Graf 16: Počet vyklíčených semen v 8. dni kontroly klíčivosti



Na Grafu 17 je vyobrazen průběh klíčení semen jednotlivých variant výsevu, osa Y byla pro přehlednost vzorků rozdělena na hlavní (v Grafu vlevo) pro počet klíčících semen po TUS a vedlejší (v Grafu vpravo) pro semena klíčící laboratorně.

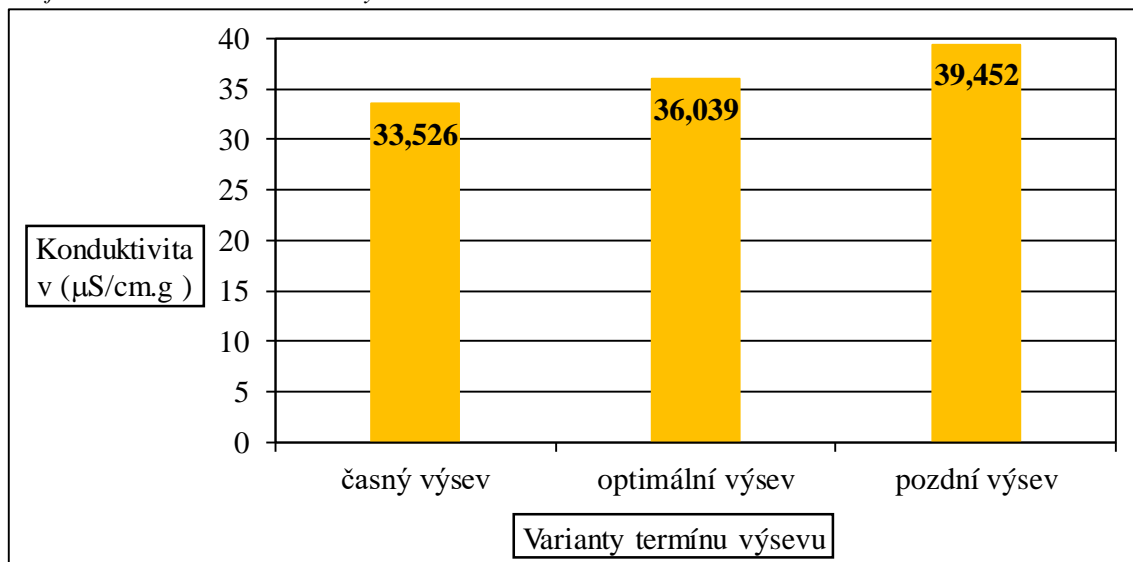
Graf 17: Průběh klíčení jednotlivých variant v kontrole laboratorní klíčivosti



5.4.2 Vitalita semen

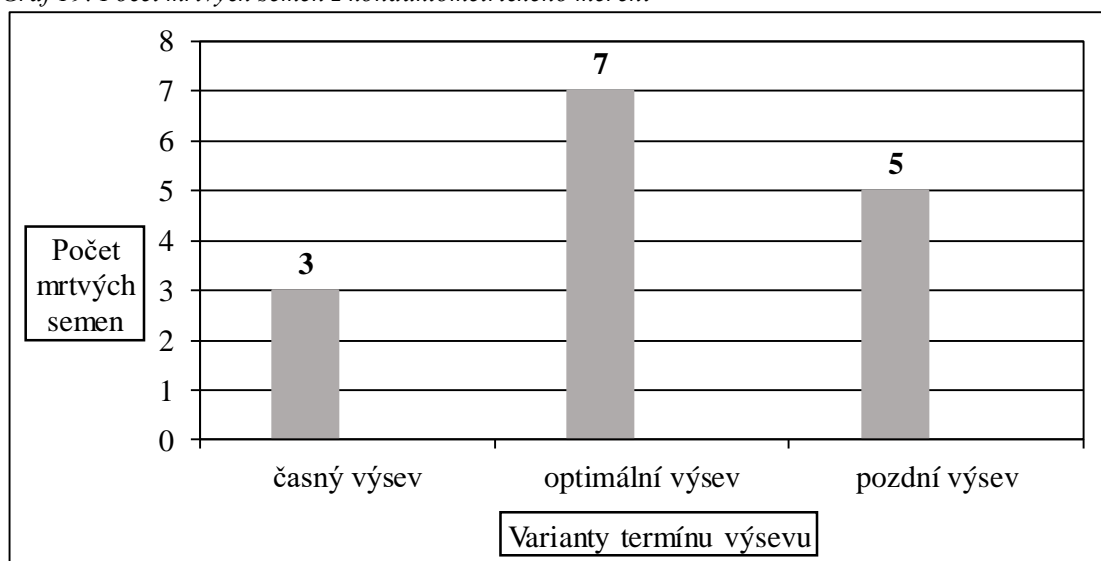
Konduktometrie vodného výluhu semen byla změřena v laboratoři FAPPZ ČZU v Praze-Suchdole. Nejvyšší hodnota z konduktometrického měření znamená ztrátu vitality semena. Nejnižší hodnota byla naměřena u časného výsevu a nejvyšší hodnoty dosáhla semena z pozdního termínu setí 39,452 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$, tudíž tato semena ztratila nejvíce svou vitalitu.

Graf 18: Konduktivita vodného výluhu semen



Graf 19 vyobrazuje počet mrtvých semen, které během měření nepřijala žádnou vodu a nenastala u nich fáze bobtnání. Tato semena musela být odečtena při výpočtu konduktometrie, aby neovlivňovala naměřené hodnoty. Nejvíce mrtvých semen bylo zjištěno u optimálního termínu.

Graf 19: Počet mrtvých semen z konduktometrického měření



6 Diskuze

6.1 Produkční parametry

Výnosy sóji jsou podle Fordoňského et al. (2023) ovlivněny řadou činitelů včetně agrotechnických postupů a podmínkami prostředí a lokality pěstování. Přímý termín setí má vliv na růst, vývoj, a výnos rostlin. Pokus kolektivu Fordoňského se uskutečnil v severovýchodním Polsku mezi lety 2016-2019 s třemi variantami termínů výsevu a jeho cílem bylo zjistit vliv na plnň vzcháživost, morfologii a výnos. Pro komparaci s pokusem v Činěvsi byl vybrán první rok pokusu 2016, s termíny výsevu 25.4., 5.5. a 20.5. (mezi 1. a 2. 10 dní, mezi 2. a 3. 15 dní). Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku nebyla u Fordoňského mezi termíny variabilní jako v Činěvsi, časný a optimální termín se téměř nelišily, pozdní byl o 2,3 cm vyšší. V Činěvsi bylo nasazení nejnižší u časného výsevu a optimální s pozdním termínem se lišily o 1 cm. Souhrnně však bylo nasazení nejspodnějšího lusku u Fordoňského oproti Činěvsi u časného o 4,76 cm, u optimálního 2,01 cm a pozdního 3,01 cm vyšší. Co se týče celkového počtu lusků na rostlině a HTS, byla u Fordoňského taktéž vyzorována sestupná tendence od časného po pozdní termín. Vliv ročníku na parametry porostu je patrný z průměrných měsíčních teplot, jež byla v Činěvsi o 4 °C vyšší než u Fordoňského. Úhrn srážek na porost byl u Fordoňského celkově o 102 mm vyšší než v Činěvsi. Dle Fordoňského et al. (2023) bylo rozložení srážek na porost optimální v červnu, červenci a srpnu a vedlo k podpoře růstu rostlin a zvýšilo výnos. Ten byl v průměru o 1 t/ha vyšší než v Činěvsi.

Souček (2023) vysel v rámci pokusu s přírodními látkami s antifugálním účinkem dne 23.4.2022 pokusný porost. V rámci hodnocení byla vybrána varianta nemořené kontroly a porovnána s časným výsevem. Navíc je užitečné, že byla použita stejná odrůda na stejné lokalitě. Počet vzešlých rostlin na m², nárůst podle biomasy, výška nasazení prvního lusku, počet větví, lusků na větvích a lusků na rostlině se přibližně shodují. Rozdíl byl zřejmý u HTS, kdy Součkovi vyšla o 11,73 g vyšší. Obsahem proteinů se semena lišila o rovných 6 %, více u Součka. V obsahu vlákniny (0,4 %) a oleje (2,3 %) je lehce předčila semena časného výsevu této práce. V meziročním srovnání počasí byla v roce 2023 na lokalitě Činěves naměřena lehce vyšší průměrná teplota vzduchu o 1,2 °C než v roce 2022. Nejvyšší rozdíl byl v měsíci září, kdy v roce 2023 bylo průměrně o 5,35 °C tepleji, což umožnilo optimální sklizeň. Celkový průměrný úhrn srážek za celou vegetaci byl pro změnu vyšší v roce 2022, a to o 102 mm. Hlavně v měsících červnu a červenci spadlo v roce 2022 o 81,2 mm srážek více. Vydávané srážky v září roku 2022, které byly o 64,3 mm větší než v roce 2023, zapříčinily posun sklizně do října.

Ve srovnání sklizňových parametrů s Borowskou & Prusińskim (2021) vyšel číněveský pokus lehce lepší u výnosu na hektar (v průměru o 0,2 t/ha). K opačnému trendu došlo u celkového počtu lusků na rostlině, kdy u Borowské narůstá od časného k pozdnímu, kdežto v číněveském pokusu naopak. Hmotnost tisíce semen u časného a pozdního u obou pokusu je velmi podobná, optimální termín byl u Borowské o 11,7 g vyšší. U procentuálního vyjádření obsahu proteinů byly u Borowské průměrně o 5 % vyšší údaje, trend hodnot se však neliší a je nejvyšší u pozdního termínu, poté u časného a nejnižší u optimálního. Borowská & Prusiński (2021) též uvádí jako Fordoński et al (2023), vliv dobře rozložených a velkých srážek (okolo 100 mm za měsíc) v červnu a červenci na vývoj a výnos rostlin. Negativní je vyšší úhrn srážek v září, jelikož prodlužuje rostlinám vegetační dobu a tím i sklizeň.

Nleya et al. (2020) dospěli k závěru, že časný termín setí sóji je způsobem, jak zvýšit výnos. Dále poukazují na vliv termínu výsevu na procentuální zastoupení proteinů a olejnatost. Pozdní termín prokázal neúčelnost a může u něj dojít až poklesu výnosu. Uvedená tvrzení se v této práci nepotvrdila, jelikož právě nejvyššího výnosu dosáhl pozdní termín. Vliv na obsah proteinů a olejnatost též nebyl vyzorován.

6.2 Klíčení a vitalita semen

Procházka (2019) při polním pokusu se sedmi odrůdami na Slánsku a následném testování semen pro porovnání metod na zjišťování vitality semen sóji dospěl k velmi rozdílným hodnotám, ze kterých pro porovnání s touto prací bylo nutné vytvořit průměr. Termínově se vyšetí pokusu Procházky rovná časnému pokusu této práce. Průměrnou laboratorní klíčivost překonal číněveský časný termín o 7,4 vyklíčených semen a z TUS dokonce o 41,8 vyklíčených semen. Průměrná hodnota konduktivity 37,3 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ spíše odpovídá hodnotě 36,039 optimálního termínu této práce. Vitalita časně vyšetých číněveských semen je o 3,77 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ vyšší. Štranc et al. (2012a) uvádí, že lze pěstovat sóju s částečnou úspěšností i v semiaridní oblasti Slánska. Semena, jak plyne z komparace, ale velmi ztrácí svou vitalitu a klíčivost.

Časný termínem lze porovnat i s prací Procházky (2015), kdy z tříletých pokusů se sójou lze porovnat klíčivost semen. Vliv ročníku na klíčivost semen byl u Procházky znatelný. Letní období byla velmi proměnlivá z hlediska distribuce srážek a průměrné teploty vzduchu. K optimální sklizni pokusných porostů došlo pouze v roce 2012 na konci září. Během pokusu docházelo k vysévání porostů v intervalu 19.4.-23.4. Výsledná průměrná laboratorní klíčivost byla 83 % a 55,7 % semen po TUS. Semena z časného termínu z Číněvsi práce dosáhla o 2 vyklíčená semena více, markantnější je rozdíl u semen po TUS, kdy rozdíl činí 27,3 semen ve prospěch časného termínu z číněveského pokusu.

Muhammad & Khalil (2013) provedli polní pokus v Pákistánu obdobný této práci. Průměrná hodnota konduktivity z termínů výsevu 2.4. dva po sobě jdoucí roky (2004-2005) byla 28,17 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ a je o 5,36 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ nižší než průměr časného termínu číněveského pokusu. Optimální termín, u obou stejně vyšetý 2.5., je o 3,12 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ vyšší u číněveských semen a pozdní termín je se svou hodnotou o 4,78 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ horší než vitalita semen Muhammada & Khalil vyšetých až 2.6. Bylo však potvrzeno, že semena časného termínu měla nejlepší vitalitu a k pozdnímu termínu narůstala výše konduktivity výluhu jako na Grafu 18. Test urychleného stárnutí ukázal vysoký rozdíl mezi porovnávanými termíny. Počet vyklíčených semen je vyšší u všech třech číněveských termínů, u časného o 9,1, u optimálního o 12,2 a pozdního 11,52. Úhrn srážek na porost v Pákistánu je za období vegetace velmi nízký, musí tudíž zřejmě docházet k zavlažování, ale to Muhammad & Khalil neuvádí. Průměrná teplota vzduchu je o cca 10 °C vyšší než v ČR.

Z výsledků klíčivosti a vitality semen z variant výsevu vyplývá vysoká závislost daných parametrů na přírodních podmínkách určité lokality během pěstování v daném roce.

7 Závěr

Cílem této práce bylo ověřit vliv termínu setí sóji na produkční parametry porostu a vitalitu sklizeného osiva. Z hlediska stále se měnících klimatických podmínek vedoucích k vyšším teplotám, ale i jejich nepředvídatelným výkyvům a nepravidelné distribuci srážek na porost během vegetace, se jeví jako vhodné upřednostnit časný výsev. Závěrem lze k vyšetřým termínům říci:

- Provozní pokus ověřil, že z hlediska kvalitativních parametrů laboratorní klíčivosti s testem urychleného stárnutí a konduktivity je pro semenářské účely nejlepší časný termín setí.
- Optimální termín výsevu zůstal v rámci průměrných hodnot stanovených pro sóju.
- Pozdní termín v hodnocení kvalitativních parametrů pro semenářské účely skončil na pomyslném posledním místě, tudíž ho nelze doporučit jako variantu pro získání vitálního osiva. Z hlediska výnosu však v ročníku 2023 dopadl nejlépe.
- V parametrech procentuálních obsahů proteinů, vlákniny a olejnatosti se semena téměř nelišila.

Na úplný závěr nutno podotknout, že v rámci kontinuity a ověření naměřených hodnot bude pokus opakován v letošním a následujícím roce pro získání objektivnějších výsledků.

8 Literatura

Arnall B, Baughman T, Damicone J, Lofton J, Royer T, Warren J. 2020. Soybean Production Guide. Oklahoma State University, Stillwater.

Bagale S. 2021. Nutrient Management for Soybean Crops. International Journal of Agronomy (e3304634) DOI: 10.1155/2021/3304634.

Baldwin F, Oliver L, Smith K. 2000. Weed Control in Mayhugh G, editor. Arkansas Soybean Production Handbook. Fayetteville, Arkansas.

Baranyk P et al. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha.

Bílý V. 2022. Ministr zemědělství Zdeněk Nekula schválil sazby hlavních zemědělských dotací, přímých plateb, pro rok 2022. Ministerstvo zemědělství ČR. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/novinky/ministr-zemedelstvi-zdenek-nekula-1.html> (accessed March 2024).

Borowska M, Prusiński J. 2021. Effect of soybean cultivars sowing dates on seed yield and its correlation with yield parameters. Plant, Soil and Environment **67**: 360-366.

CFIA. 2021. The Biology of Glycine max. (L.) Merr. (Soybean). Canadian Food Inspection Agency. Available from <https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/glycine-max-l-merr-/eng/1330975306785/1330975382668#a1> (accessed March 2024)

ČSÚ. 2024. Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin. Český statistický úřad. Available from https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02G&z=T&f=TABULKA&skupId=386&katalog=30840&pvo=ZEM02G&evo=v1442_!_ZEM02G-celek_1#w= (accessed April 2024).

Dei HK. 2011. Soybean as a Feed Ingredient for Livestock and Poultry. Pages 215-226. Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products. University for Development Studies, Tamale.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2013. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterými se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č. 637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009. Brusel.

FAO. 2023. Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed March 2024).

Fordoński G, Okorski A, Olszewski J, Dąbrowska J, Pszczółkowska A. 2023. The Effect of Sowing Date on the Growth and Yield of Soybeans Cultivated in North-Eastern Poland. Agriculture 2023 (e13122199) DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13122199>.

Gall J. 2023a. Přehled ochrany rostlin v dubnu a květnu. Rostlinolékař **34**: 3-6.

- Gall J. 2023b. Přehled ochrany rostlin v červnu a červenci. *Rostlinolékař* **34**: 3-7.
- Houba M, Dostálová R. 2018. *Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití*. Profi Press, Praha
- Houba M. 2019. Pěstování luskovin (2): Sója – Glycine. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-2-soja-glycine> (accessed March 2024).
- Hymowitz T, Newell CA. 1981. Taxonomy of the Genus Glycine, Domestication and Uses of Soybeans. *Economic Botany* **35**: 272-288.
- Hymowitz T. 1970. On the domestication of the soybean. *Economic Botany* **24**: 408-421.
- Hymowitz T. 1987. Introduction of the Soybean to Illinois. *Economic Botany* **41**: 28-32
- Hymowitz T. 1990. Soybeans: The success story. Pages 159-163 in Janick J, Simon J., editors. *Advances in New Crops*, Portland.
- Hyten DL. 2012. 2 – Advances in Genome Sequencing and Genotyping Technology for Soybean Diversity Analysis. Pages 45-52 in Wilson RF, editor. *Designing Soybeans for 21st Century Markets*, Amsterdam.
- Cherlinka V. 2023. *Growing Soybeans: Best Planting & Cultivation Practices*. Available from <https://eos.com/blog/how-to-grow-soybeans/> (accessed May 2023).
- ISTA. 2024. *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Richtiarkade. Available from <https://www.seedtest.org/en/publications/international-rules-seed-testing.html> (accessed April 2024).
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press, Praha.
- Keyser HH, Li FD. 1992. Potential for increasing biological nitrogen-fixation in soybean. *Plant and Soil* **141**: 119-135.
- Kubálková T. 2023. Jsou schváleny sazby hlavních zemědělských dotací roku 2023, obsahují nové ekodotace i speciální platbu pro zemědělce z malých hospodářství. Ministerstvo zemědělství ČR. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/jsou-schvaleny-sazby-hlavnich-zemedelskych-dotaci-roku-2023-obsahuji-nove-ekodotace-i-specialni-platbu-pro-zemedelce-z-malych-hospodarstvi> (accessed March 2024).
- Lahola J et al. 1990. *Luskoviny: Pěstování a využití*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Leastro MO, Kitajima EW, Sánchez-Navarro JÁ. 2024. Chapter 18 – Soybean. Pages 139-153 in Awasthi LP, editor. *Viral Diseases of Field and Horticultural Crops*. Academic Press, Cambridge.
- Licht M et al. 2021. *Science for Success: Soybean plant population density*. Soybean Research & Information Network, USA.

Ministerstvo zemědělství. 1997. Vyhláška č. 329/1997 Sb., Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §19 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. Pages 6703-6712 in Sbírnka zákonů České republiky, částka 110/1997. Česká republika.

Moudrý J et al. 2011. Alternativní plodiny. Profi Press, Praha.

Muhammad A, Khalil SK. 2013. Changes in soybean seed quality and vigour under different planting dates. *Asian Journal of Natural & Applied Sciences* **2**: 1-10.

Nendel C et al. 2023. Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global Change Biology* **29**: 1340-1358. John Wiley & Sons, New Jersey.

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. *Agrosyst Geosci Environ* (e20045) DOI: <https://doi.org/10.1002/agg2.20045>.

Norman MJT, Pearson CJ, Searle PGE. 2012. *The Ecology of Tropical Food Crops*. Cambridge University Press, Cambridge.

Padalkar G et al. 2023. Necessity and challenges for exploration of nutritional potential of staple-food grade soybean. *Journal of Food Composition and Analysis* (e105093) DOI: 10.1016/j.jfca.2022.105093.

Pazderů K, Bečka D, Capouchová I, Dvořák P, Procházka P, Urban J. 2018. Pěstování rostlin – cvičení. Reprografické studio PEF ČZU v Praze, Praha

Pazderů K. 2013. Vitalita jako základní vlastnost osiva pro založení optimálních porostů. Pages 4-7 in Mikšík V, Běreš J, editors. *SÓJA 2013*. Kurent, České Budějovice.

Peterová J. 2005. Pěstování sóji v ČR a srovnání se světem. Pages 24-28. *Perspektivy sóji v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Prodöhl I. 2023. *Globalizing the Soybean*. Routledge, London.

Procházka A. 2019. Porovnání metod zjišťování vitality osiva sóji [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Procházka P et al. 2023. *Sója luštinatá*. Agrární komora České republiky, Praha.

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J. 2016. The influence of pre-sowing seed treatment by biologically active compounds on soybean seed quality and yield. *Plant, Soil and Environment* **62**: 497-501

Procházka P, Štranc P, Štranc J. 2013. Testování vitality osiva sóji pro založení kvalitního porostu. Pages 17-23 in Mikšík V, Běreš J, editors. *SÓJA 2013*. Kurent, České Budějovice.

- Procházka P. 2015. Možnosti zvýšení kvality osiva sóji [PhD. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Procházka V. 2012. Sója luštinatá (*Glycine Max.*) Pěstitelský manuál. APZL, Šumperk.
- Průša O. 2022. Jak na pěstování sóji? Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/jak-na-pestovani-soji> (accessed April 2024).
- Průša O. 2022. Pěstitelský manuál sóji. Prograin Zia, Praha.
- Purcell LC, Montserrat S, Lanny A. 2014. Soybean Growth and Development in Mayhugh G, editor. Arkansas Soybean Production Handbook. Fayetteville, Arkansas.
- Rao PJ, Pallavi M, Bharathi Y, Priya PB, Sujatha P, Prabhavathi K. 2023. Insights into mechanisms of seed longevity in soybean: a review. *Frontiers in Plant Science* (e1206318) DOI: <https://doi.org/10.3389%2Ffpls.2023.1206318>.
- Saeugling A. 2023. Soybeans harvest: When the time is right. Iowa State University, Ames. Available from <https://crops.extension.iastate.edu/blog/aaron-saeugling/soybean-harvest-when-time-right> (accessed April 2024).
- Salinas AR, Craviotto RM, Beltrán C, Bisaro V, Yoldjian AM. 2010. Electrical conductivity of soybean seed cultivars and adjusted models of leakage curves along the time. *Revista Caatinga* **23**: 1-7
- Shurtleff W, Aoyagi A. 2004. The Soybean Plant: Botany, Nomenclature, Taxonomy, Domestication, and Dissemination. Soyfoods Center, Lafayette. Available from https://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean_plant4.php (accessed March 2024).
- Sorosiak T. 2008. ILE.5 – Soybean. Pages 422-427 in Kiple KF, Ornelas KC, editors. *The Cambridge World History of Food*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Souček F. 2022. Vliv ošetření osiva přírodními látkami s antifugálním účinkem na produkční parametry sóji [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Stowe KD, Vann R. 2022. The Soybean Plant. NC State University, Raleigh. Available from <https://content.ces.ncsu.edu/north-carolina-soybean-production-guide/the-soybean-plant> (accessed March 2024).
- Středa T, Jovanović I, Březinová Belcredi N, Nováček T, Středová H, Alba Mejía JE, Cerkal R. 2022. Testování vitality semen polních plodin. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Štranc D, Štranc J, Štranc P. 2002. Zakládání porostů sóji. Profi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/zakladani-porostu-soji/> (accessed March 2024)
- Štranc J, Štranc P, Štranc D, Procházka P. 2017. Proč časný výsev sóji?. Profi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/proc-casny-vysev-soji/> (accessed March 2024).

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2023. Ochrana sóji v roce 2022 se zaměřením na plevele. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/ochrana-soji-v-roce-2022-se-zamerenim-na-plevele> (accessed March 2024)

Štranc P, Procházka P. 2022. Výhled produkce olejnin a zejména sóji v roce 2022. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/vyhled-produkce-olejnin-a-zejmena-soji-v-roce-2022> (accessed March 2024)

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012a. Sója je významná plodina a komodita. Pages 1-5 in Mikšík V, Běreš J, editors. SÓJA 2012. Kurent, České Budějovice.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012b. Prospěšnost časného termínu setí pro výnosy sóji. Pages 14-18 in Mikšík V, Běreš J, editors. SÓJA 2012. Kurent, České Budějovice.

TeKrony DM. 1995. Accelerated ageing test. Pages 53-72 in Van de Venter HA, editor. Seed Vigour Testing Seminar. ISTA, Copenhagen.

TeKrony DM. 2003. Precision is an essential component in seed vigour testing. Seed Science and Technology **31**: 435-447.

USDA. 2024. Foreign Agricultural Service, Table 16: World Soybeans and Products Supply and Distribution. United States Department of Agriculture. Available from <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads> (accessed March 2024).

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha.

Venclová B. 2023. Sto padesát let sóji a počátky jejího pěstování u nás. Profi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/sto-padesat-let-soji-a-pocatky-jejeho-pestovani-u-nas/> (accessed March 2024).

Vláda České republiky. 2015. Nařízení vlády č. 50 ze dne 16. března 2015 o stanovení některých podmínek poskytování přímých plateb zemědělcům a o změně některých souvisejících nařízení vlády. Pages in Sběrka zákonů České republiky, 2015, částka 25. Česká republika.

Wilson RF. 2012. 1 – Impact of Research on the Economic Outlook for Soybeans Products in Global Markets. Pages 3-28 in Wilson RF, editor. Designing Soybeans for 21st Century Markets. American Oil Chemists' Society, Urbana.

Žák Š, Hašana R, Bušo R. 2014. Metodika pěstování sóji. Profi Press, Praha.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

CIS – Coupled income support (Podpora příjmů vázaná na produkci)

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

DPB – díl půdního bloku

ha – hektar

HTS – hmotnost tisíce semen

kg/ha – kilogram na hektar

LPIS – Land Parcel Identification System

m.n.m. – metrů nad mořem

MKS – milion klíčivých semen

mm – milimetr

MZe – Ministerstvo zemědělství

°C – stupeň Celsia

pH – reakce půdy

př.n.l. – před naším letopočtem

TUS – test urychleného stárnutí

USA – United States of America (Spojené státy americké)

VCS – Voluntary coupled support (Dobrovolná podpora vázaná na produkci)