

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Využití přírodních látek při fungicidním moření osiva sóji

Diplomová práce

Bc. Tomáš Pecka

Rostlinná produkce

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití přírodních látek při fungicidním moření osiva sóji" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlovi Procházkovi, Ph. D. za konzultace, motivaci a vedení při zpracovávání práce. Děkuji také všem kolegům, kteří se podíleli na uskutečnění pokusů a umožnili tak úspěšné dokončení práce.

Využití přírodních látek při fungicidním moření osiva sóji

Souhrn

Zužující se portfolio konvenčních přípravků na ochranu rostlin vede k nutnosti vývoje a testování nových alternativních přípravků. Omezování se dotýká také fungicidů. V roce 2022 není v České republice registrovaný jediný konvenční přípravek pro fungicidní moření osiva sóji. To může vést ke zvýšenému tlaku chorob na klíčící semena, zhoršení vzcházivosti rostlin a ke snižování výnosů.

V této práci byly testovány vybrané přírodní látky vykazující antifungální aktivitu, jež by mohly v budoucnu sloužit jako fungicidní mořidlo. Účinky přírodních látek byly prověřeny laboratorním a polním pokusem. Cílem laboratorního pokusu bylo ověřit vliv vybraných látek na vitalitu osiva sóji a vhodnost jejich použití v polních podmínkách. Polní pokus proběhl v roce 2021 a sloužil k ověření produkčních schopností porostu při moření vybranými látkami. Z výsledků obou pokusů je zřejmé, že moření osiva sóji alternativními přírodními látkami nijak negativně neovlivnilo klíčivost, vitalitu, ani produkční schopnosti sóji. V budoucnu tak mohou látky nahradit stále se zmenšující spektrum konvenčních přípravků pro moření osiva.

Na základě výsledků pokusů a jejich srovnání s pracemi ostatních autorů je doporučováno před setím osivo sóji fungicidně mořit. Moření totiž zajišťuje bezproblémové vzcházení rostlin a může přispět k vyššímu výnosu.

Klíčová slova: sója, fungicidní ochrana, moření, přírodní látky

Use of natural substances in fungicidal seed dressing of soya seeds

Summary

The current regulations of pesticide usage in the EU lead to the necessary development of new and alternative products for crop protection. These restrictions also apply to fungicides. Currently, there is no registered fungicide that could be used for soybean seed dressing. This can lead to an increased disease pressure on germinating seeds, worsened emergence and a decrease in yield.

In this thesis, natural substances that show antifungal activity were selected and tested in a laboratory and in a field experiment. The purpose of the laboratory experiment was to verify the effect of chosen substances on soybean seed vigor and suitability for usage in field conditions. A field experiment was conducted in 2021 and its goal was to verify the production abilities of the crop when seed-dressed in natural substances. From the results of both experiments, it can be concluded that seed dressing of soybean seeds with alternative natural substances did not affect neither germination, nor vigor or production abilities of soybean. Natural substances can supplement the shrinking portfolio of conventional fungicides in the future.

Based on the results and the discussion of this master's thesis, it is recommended to implement fungicidal seed dressing as a standard seed treatment to ensure smooth emergence and possible high yield of soybeans.

Keywords: soybean, fungicidal protection, seed dressing, natural substances

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Původ sóji a její význam ve světě.....	9
3.2	Botanická charakteristika a vývoj sóji.....	12
3.2.1	Charakteristika rostliny.....	12
3.2.2	Vývoj rostliny.....	14
3.3	Agroekologické nároky sóji.....	15
3.3.1	Nároky na půdu a živiny.....	15
3.3.2	Nároky na světlo a teplo.....	15
3.3.3	Nároky na vláhu.....	15
3.4	Agrotechnika sóji.....	16
3.4.1	Založení porostu.....	16
3.4.2	Hnojení.....	18
3.4.3	Regulace škodlivých činitelů.....	18
3.4.4	Sklizeň.....	20
3.5	Osivo a jeho parametry.....	21
3.5.1	Kvalita a vitalita osiva.....	21
3.5.2	Možnosti ovlivnění vitality osiva.....	22
3.6	Přírodní látky s fungicidním účinkem.....	23
3.6.1	Alginure.....	23
3.6.2	Wetcit.....	23
3.6.3	Agrovital.....	23
3.6.4	Nitrazon.....	24
3.6.5	Maxim XL 035 FS.....	24
4	Metodika.....	25
4.1	Laboratorní pokus.....	25
4.2	Polní pokus.....	28
5	Výsledky.....	32
5.1	Laboratorní pokus.....	32
5.2	Polní pokus.....	33
6	Diskuze.....	37
7	Závěr.....	40
8	Literatura.....	42

1 Úvod

Sója luštinatá (*Glycine max* L.) je důležitá kulturní plodina, kterou lze díky jejím biologickým vlastnostem pěstovat v širokém spektru půdně klimatických podmínek (Šariková et al. 2011). Dle pěstební plochy je sója nejrozšířenější v Brazílii, Spojených státech amerických a Argentině. Tyto státy jsou zároveň největšími světovými producenty sóji (FAO 2022).

Hlavním produktem sóji jsou sójové boby, z kterých se vyrábí krmivo pro živočišnou produkci. Takto je zpracováno zhruba 75 % všech sójových bobů. Krmivo je využíváno především pro prasata a drůbež (Ritchie & Roser 2021).

V České republice se od roku 2015 množství ploch osetých sójou v podstatě zvětšuje (ČSÚ 2021). Její pěstování v ČR nabírá v posledních letech na významu a oblíbenosti, a to hlavně díky její vhodnosti jakožto přerušovače obilních sledů s regeneračními účinky pro půdu.

Základním předpokladem pěstování jakékoliv rostliny je kvalitní a vitální osivo. Musí být spolehlivé, aby bylo schopné vyklíčit i v nepříznivých podmínkách a splnilo tak náročné požadavky pěstitele. Bezproblémové klíčení rostlin lze zajistit fungicidním mořením osiva, které chrání před chorobami a zajistí tak zdravý vývoj klíčenců. Od porostu pak můžeme očekávat vyšší výnosy, případně vyšší kvalitu výsledného produktu. S rostoucí populací je důležité více než kdy jindy zachovávat stejné, ideálně zvyšující se výnosy kulturních plodin (Pecka 2020).

Společná zemědělská politika EU po roce 2023 vychází již z „Green deal“ strategie a podněcuje k přechodu z konvenčního k ekologickému způsobu hospodaření. Dle nové strategie „Farm to fork“ je definováno několik cílů, jež mají vést k trvale udržitelnému zemědělství v Evropě. Jedním z bodů strategie je snižování využívání pesticidů. Cílem je redukovat využívání chemických a rizikových pesticidů o 50 %, a to do roku 2030. To vede k nutnému zkoumání a testování alternativních a ekologických účinných látek, jež by mohly v budoucnu nahradit konvenční chemické pesticidy.

V roce 2022 je v České republice pro fungicidní ochranu sóji registrovaný jediný konvenční přípravek, a tím je Pictor Active. Je určen pouze pro omezené použití s úplným zákazem přípravku v červenci 2023. Pro moření osiva sóji bylo v minulosti povoleno využívat přípravky Maxim a Vitavax 2000, avšak jejich registrace již vypršela.

V rámci práce byly vytipovány přírodní látky vykazující antifungální aktivitu, jež by mohly být v budoucnu využívány pro fungicidní moření osiva sóji.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézy:

- 1) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na vitalitu osiva sóji.
- 2) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na produkční schopnosti porostu sóji a jeho výnos.

Cíle práce:

Cílem práce bude ověřit možnosti využití přírodních látek s antifungálním účinkem při moření osiva sóji.

3 Literární rešerše

3.1 Původ sóji a její význam ve světě

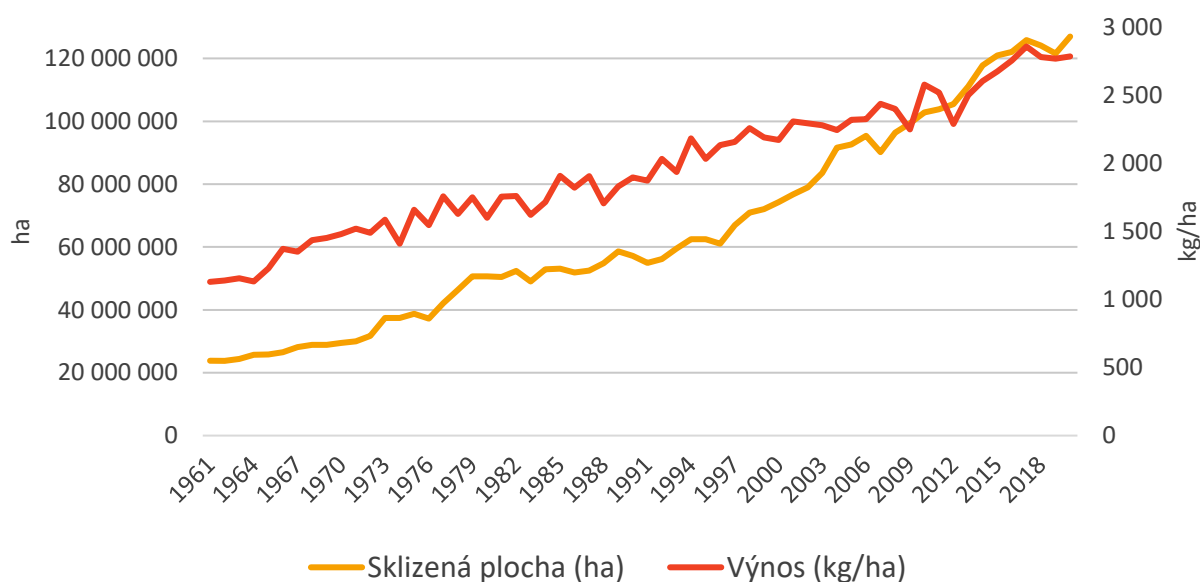
Sója je jedna z nejstarších kulturních plodin. Obecně se uvádí, že pochází z oblasti střední a severní Číny, kde byla zhruba před 9000 lety prvně pěstována. Tehdy byla sója páteřní složkou jídelníčku tehdejších obyvatel. V místní kuchyni je sóji využíváno již více jak 4000 let a stále tvoří významnou část jídelníčku (Skornjakov et al. 1991). Její pěstování se postupně rozšířilo do Japonska a Koreji a následně do celého světa. Mnohem později – na počátku 19. století, i do oblasti Spojených států amerických (Britannica 2018). Do padesátých let 20. století byla Čína hlavním světovým producentem sóji. V druhé polovině 20. století došlo však k významnému rozšíření ve státech, jež jsou největšími producenty sóji dnes – tedy USA, Brazílie a Argentina. Ke konci 20. století bylo již 90 % světové produkce sóji vypěstováno pouze v těchto zemích (Egli & Crafts-Brander 1996).

Podobně jako další kulturní plodiny prošla i sója intenzivním šlechtěním, díky kterému se například zkrátila vegetační doba. V současné době je možné sóju pěstovat ve vyšších nadmořských výškách, kde dosahuje mnohem vyšších výnosů než v oblasti svého původu (Houba & Dostálová 2018). Dnes se sója pěstuje od 55° jižní šířky do 55° severní šířky a v nadmořských výškách od hladiny moře až do 2000 m nad mořem (Brink et al. 2006).

Z celkové výměry zemské pevniny, která tvoří 14,9 miliard hektarů, je 27 % plochy využito na pěstování rostlin, z nichž se vyrábí krmiva pro hospodářská zvířata. Pouze 7 % rozlohy zemské pevniny je určeno pro pěstování rostlin, které jsou určené pro přímou spotřebu lidmi. 26 % pevniny tvoří lesy a zbytek neplodná půda či rurální malá vegetace. 1 % zemského povrchu je zastavěno (Ritchie & Roser 2013).

Sója je společně s kukuřicí díky vysokému obsahu proteinů nejvýznamnější plodinou pěstovanou pro hospodářská zvířata. Ročně se na Zemi vyprodukuje 350 milionů tun sóji, což ji řadí na 4. místo v žebříčku množství vyprodukovaných potravin. Před ní se řadí kukuřice s 1,1 miliardami tun, pšenice s 760 miliony tun a rýže (bez pluch) s 500 miliony tun ročně (USDA 2022). Rozlohou je sója také čtvrtou nejpěstovanější plodinou světa. První je pšenice s 216 miliony hektarů, druhá kukuřice se 197 miliony hektarů, třetí rýže se 162 miliony hektarů a následuje 120 milionů hektarů sóji (FAO 2021). Celosvětový výnos dosahuje v průměru 2,5–3,5 tun sóji z hektaru. Vyšší čísla korelují s pěstováním sóji pod závlahou, nižší čísla pak s pěstováním bez závlahy.

Sklízená plocha sóji začala počátkem 21. století intenzivněji narůstat. Graf č. 1 níže ukazuje, že dynamika růstu je stále znatelná a pravděpodobně bude zachována i v budoucnu. Průměrný hektarový výnos v čase pochopitelně také narůstá. Avšak prudší nárůst lze pozorovat až od roku 2013.



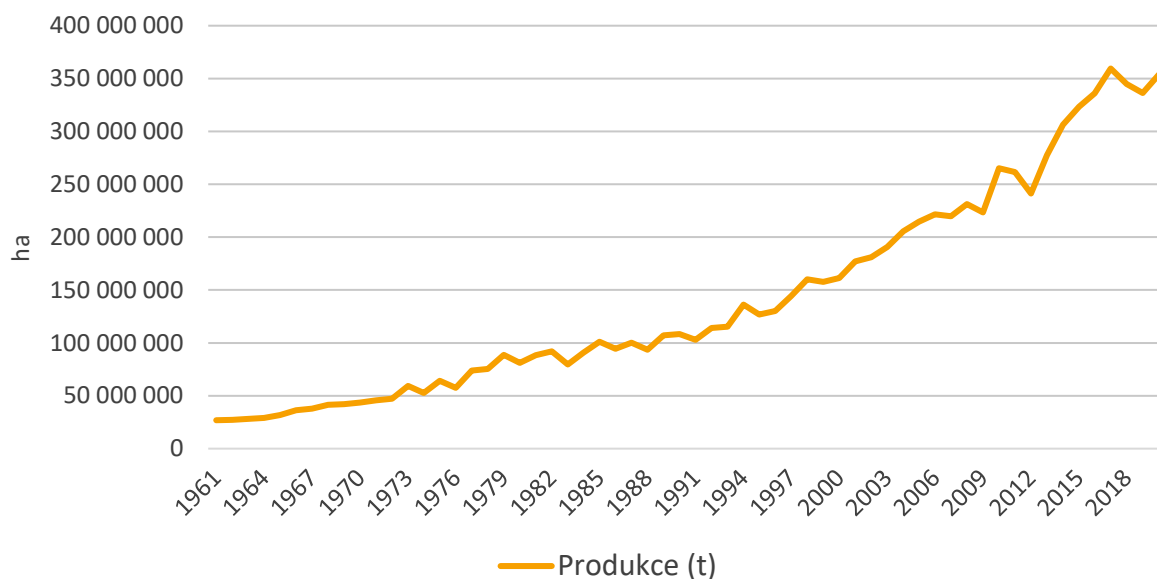
Graf č. 1 – Celosvětově sklízená pěstební plocha sóji a výnos semene v průběhu let 1961–2020 (FAO 2021)

Většinu sóji pěstované ve světě tvoří geneticky modifikované odrůdy, které umožňují lepší ekonomiku pěstování. Ve Spojených státech bylo v roce 2018 oseto geneticky modifikovanou sójou 94 % pěstební plochy (FDA 2022).

Naprostá většina vyprodukované sóji je zpracovávána na krmivo pro hospodářská zvířata (nejčastěji jako potrava pro drůbež a prasata). Pouze asi 20 % produkce je spotřebováno přímo člověkem (Ritchie & Roser 2021).

Sója je významným zdrojem oleje a bílkovin. Pochází z ní třetina veškerého potravinového oleje a dvě třetiny veškerého bílkovinného krmiva (Maxwell 2011). Po palmě olejné je sója druhou nejvýznamnější olejinou. Ročně se vyprodukuje kolem 76 milionů tun palmového oleje a necelých 60 milionů tun sójového oleje (USDA 2022). V potravinářství se dále využívá pro výrobu tofu, tempehu, sójového mléka, mouky či sójové omáčky.

Produkce sóji od 2. poloviny 20. století pochopitelně také neustále narůstá. Od roku 2010 pak vzrůstá rapidně – mezi lety 2010 a 2020 se produkce zvýšila skoro o 100 milionů tun na 350 milionů tun ročně (graf č. 2).



Graf č. 2 – Celosvětová produkce sóji v průběhu let 1961–2020 (FAO 2021)

Nárůst produkce v posledních letech je důsledkem rozšiřování pěstebních ploch především v Brazílii. Zde se sklizená plocha za posledních deset let zvětšila skoro o 14 milionů hektarů a produkce sóji se zde za posledních deset let skoro zdvojnásobila. Významný podíl na tom má extenzifikace – rozšiřování pěstebních ploch na úkor kácení deštných pralesů (Stickler et al. 2009). Hektarové výnosy rostou také, ne však tak významně.

Země produkující největší množství sóji však nejsou jejími největšími spotřebiteli. Drtivá většina sóji se ze zemí největších producentů vyváží, a to především do Číny a Evropy. V Evropě se pěstuje sója nejvíce v Itálii, Srbsku, Francii či Rumunsku a hektarové výnosy dosahovaly v roce 2020 k 2,4 t/ha. Stejně tak tomu bylo i v České republice. V minulých letech však dosahovaly výnosy v ČR i k 1,7 t/ha z důvodu nedostatku vody (FAO 2022).

3.2 Botanická charakteristika a vývoj sóji

3.2.1 Charakteristika rostliny

Z hlediska botanického je sója luštinatá (*Glycine max* L.) zařazena do vyšších dvouděložných rostlin (*Rosopsida*), do čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Tato čeleď zahrnuje velké množství kulturně významných druhů, jako je například hrách, čočka, fazol či vojtěška a jetel (Houba & Dostálová 2018). Rod sója (*Glycine*) dle Štrance et al. (2010) obsahuje přes 75 druhů. Jsou to především druhy planě rostoucí. Většina z nich se vyskytuje v oblasti původního výskytu sóji luštinaté (Asie), objevují se však také v Africe a Americe. V ČR se vyskytuje pouze jediný druh, a tím je právě sója luštinatá (Lahola 1990). Za předchůdce druhu *Glycine max* L. je považována divoká jednoletá forma druhu *Glycine soja* (Brink & Belay 2006).

Sója je teplomilná jednoletá bylina, která může do výšky dosahovat za vhodných podmínek až 2 m (Britannica 2021). Obvykle však dorůstá do výšky 1 metru. Odrůdy pěstované v našich podmínkách pak dorůstají do 60–90 cm. Kořen sóji je kulový a nezasahuje příliš hluboko do půdy. Vytváří však hustou síť postranních kořenů, které rostou až do hloubky 2 metrů (Lahola 1990).

Na postranních kořenech sóji lze zpravidla pozorovat výskyt hlízek, které značí symbiózu s hlízkovými bakteriemi schopnými poutat vzdušný dusík. Jednotlivé hlízky obsahují miliony bakterií, které se do rostliny dostanou kořenovým vlášením. Hlízky se tvoří na kořenech, které se vyskytují v orniční vrstvě (Lahola 1990). Fixace vzdušného dusíku má obrovský význam na produkční vlastnosti půdy a rostlin. Organismy schopné vázat dusík se podílí v koloběhu dusíku na transformaci dusíku z 60 % (Hill et al. 1980). Schopnost fixovat vzdušný dusík mají převážně sinice a některé bakterie. Tyto organismy redukují vzdušný dusík na amoniak za pomoci enzymu nitrogenázy. Tento enzym je inaktivován kyslíkem. To znamená, že celý proces fixace musí probíhat anaerobně. Reakce spotřebovává značné množství energie, která je v případě symbiózy s druhy z čeledi *Fabaceae* dodávána rostlinou ve formě cukrů (Zahran 1999).

Podle Jelínka a Zicháčka (2006) je typickou vlastností pro rostliny z čeledi bobovitých symbióza s bakteriemi rodu *Rhizobium*. S tím koreluje i tvrzení Oehlera et al. (2000), který uvádí, že hlízky na kořenech sóji jsou vyvolány symbiotickou bakterií *Bradyrhizobium japonicum*. Symbióza s bakteriemi se formuje již u klíčících rostlin a do fáze kvetení a nasazování lusků její aktivita roste. Poté klesá a ustává ve fázi zelených bobů rostliny. Na aktivitu bakterií a tvorbu hlízek má vliv půdní typ, provzdušenost a vlhkost půdy, pH, množství

organické hmoty a ostatních mikroorganismů a také afinita jednotlivých odrůd (Shurtleff & Aoyagi 2018). K efektivní symbióze je třeba pro konkrétní genotyp rostliny vybírat vhodný genotyp bakterie. Úspěšnost symbiózy závisí na mnoha faktorech, jako jsou například signalizační bílkoviny produkované rostlinou a patřičná odpověď bakterie. Úspěšné navázání spolupráce mezi rostlinou a symbiotickými bakteriemi má obrovský potenciál pro zemědělství. Přínosnými by byly ty kmeny bakterií, které mají široké hostitelské rozmezí, což by eliminovalo složitý výběr správného inokulantu (Shah et al. 2017). Za optimálních podmínek je spotřeba dusíku rostlinou pokryta z 50 % (Štranc et al. 2005). Některé zdroje uvádí, že si je takto sója schopna zajistit až 75 % celkové potřeby dusíku (Barker et al. 2005).

Rostlina si obvykle tvoří 3–7 větví, které dávají rostlině tvar keře. Lodyha je zelená, nebo s lehkým antokyanovým zbarvením. Dle způsobu větvení lze rozlišit formy sóji vhodné pro pěstování na semeno, které mají vzpřímenou a pevnější lodyhu, a formy využívané ke krmným účelům, které mají slabší a popínavou lodyhu. Listy jsou kopinaté až široce vejčité. Mají dlouhé řapíky a na lodyze jsou postaveny střídavě. Jak listy, tak lodyha jsou na povrchu pokryté trichomy (Štranc et al. 2010).

Lahola (1990) dále uvádí, že květenstvím sóji je hrozen s pěti až deseti květy. Ty jsou 5 až 10 mm dlouhé. Pavéza bývá nejčastěji bílá, světle fialová či fialová, ale dle odrůdy se může vyskytnout i barva žlutá, růžová či červená. Podle Houby (2018) jsou květy oboupohlavné a sója je především samosprašná. Většina květů se totiž neotevře a k opylení dochází skrytě ještě v poupěti. Cizosprašení je tudíž velmi vzácné. Kvetení trvá většinou 2–3 týdny. Probíhá od spodu rostliny směrem k vrcholům větví. Sója je rostlina krátkodenní. To znamená, že v krátkých dnech urychluje nástup do kvetení. Její vegetační doba je tedy v polohách s kratším dnem kratší. Některé odrůdy nejsou na délku dne příliš senzitivní. Při nástupu do kvetení hraje roli také teplota (Brink & Belay 2006).

Plodem sóji je lusk. Jeho délka bývá obvykle 30–60 mm. Na rostlině se jich nachází 10–400 a jeden lusk obsahuje 2–4 semena. Ta mohou být žlutá, zelená, ale i hnědá nebo černá (Štranc et al. 2010). Podle Martina et al. (1976) se hmotnost tisíce semen pohybuje od 40 do 250 gramů.

3.2.2 Vývoj rostliny

Vegetační doba sóji je dle Čvančary (1962) 80 až 100 dní u velmi raných odrůd a 150 až 200 dní u pozdních odrůd. Dle Houby (2018) je vegetační doba odrůd pěstovaných u nás 120 až 140 dní. V našich podmínkách se sója seje na konci dubna a sklízí se v září až říjnu.

Semenu sóji je třeba dodat pro jeho úspěšné vyklíčení velké množství vody. Oproti kukuřici, které stačí k vyklíčení zásobením vodou o hmotnosti zhruba čtvrtiny váhy semene, musíme dodat semenu sóji minimálně 50 % jeho hmotnosti (Hosnedl 2003). Při dodání požadovaného množství vody se po nabobtnání, které trvá okolo 48 hodin, začne jako první objevovat kořínek. Ten se začne prodlužovat a zahlubovat, aby mohl zásobovat semeno vodou. Toto období je pro sóju kritické a pokud není na jaře dostatek půdní vláhy a půda je proschlá do větší hloubky, semeno se vyčerpá a hyne (Purcell et al. 2014). Podobně jako lupina či fazol klíčí sója epigeicky. Během klíčení jsou dělohy vynášeny nad povrch půdy a je pro ni proto vhodnější mělčí hloubka setí. Optimální teplota půdy pro klíčení je 6–7 °C, ideálně však 10 °C. Jako ideální hloubka setí se s ohledem na půdní vlhkost uvádí 5 cm (Houba & Dostálová 2018).

Sója vzchází dle Brinka a Belayho (2006) 5 až 15 dnů od zasetí. Hypokotyl vytvoří nad zemí záhyb, z kterého se následně rozvinou dělohy. V těch se začne na světle tvořit chlorofyl a začnou být fotosynteticky aktivní. První týden slouží dělohy jako hlavní zásoba živin. Jsou bohaté na bílkoviny a olej. Klíčící semena někdy nemusí mít sílu prorazit na povrch půdy, a to zejména v případech, kdy se na jejím povrchu tvoří půdní škraloup. Ten způsobí zduření hypokotylu či úplné vyčerpání a úhyn klíčenců. První pravé listy jsou jednoduché a na stonku jsou uspořádány protichůdně. Posouváním vzrostného vrcholu výše se vyvíjí listy trojčetné a na stonku jsou uspořádány již střídavě. Kořen se za vhodných podmínek prodlužuje rychleji než nadzemní část (Purcell et al. 2014). Optimální teplota během vegetace je 20 °C, i když některé zdroje uvádí i 25 až 33 °C (Brink & Belay 2006). Kvetení trvá jeden až patnáct dnů, některé zdroje uvádí až dvacet dnů (Houba & Dostálová 2018). Nastává 25 až 150 dní od zasetí, a to v závislosti na teplotě a odrůdě, především ale na délce dne (Brink a Belay 2006). Švestka & Klímová (1989) uvádí, že v naší zeměpisné šířce kvete sója v průběhu července. V současné době se u nás mění klima ve prospěch pěstování sóji (Štranc et al. 2010).

3.3 Agroekologické nároky sóji

3.3.1 Nároky na půdu a živiny

Sója se obecně nejvíce daří na půdách hlubokých, humózních a dobře zásobených živinami. Vhodné jsou půdy jílovitohlinité nebo písčitohlinité s neutrální až slabě kyselou půdní reakcí (pH 5,5–7,2) a dobrou vodní kapacitou. V našich podmínkách se sója pěstuje spíše na půdách s nižší úrodností, jelikož slouží především jako přerušovač obilních sledů (Štranc et al. 2008).

Sója má poměrně vysoké nároky na živiny. Odběrový normativ pro vytvoření 1 tuny semen se pohybuje okolo 70–90 kg N, 10–20 kg P a 30–60 kg K. Vyšší hodnoty korelují s vyššími výnosy. Díky symbióze s hlízkovými bakteriemi je rostlina sóji schopna obstarat si velkou část potřebného dusíku. Fixace dusíku bakteriemi může dosahovat od několika desítek až po několik set kg na hektar (Procházka et al. 1998).

3.3.2 Nároky na světlo a teplo

Jak již bylo uvedeno, sója je rostlinou krátkodenní. Dlouhé dny oddalují její kvetení a vegetační doba se prodlužuje. Největší požadavky na světlo má sója právě od období kvetení do období nalévání lusků (Pospíšil & Candráková 2004).

Z hlediska teploty jsou pro sóju vhodné oblasti se sumou vegetačních teplot 2000–3000 °C. Ranějším odrudám postačují hodnoty bližší k 2000 °C. Optimální průměrná roční teplota je 8–10 °C. Pro klíčení semen potřebuje sója minimálně 6–7 °C. Pro vzházení pak 15–20 °C a v období intenzivního růstu 20–25 °C (Štranc et al. 2010, Nieuwenhuis et al. 2005). V raných růstových fázích snese sója krátkodobě i mrazíky kolem –3 °C. V našich podmínkách těmto parametrům odpovídají výrobní oblasti kukuřičné a řepařské (jižní Morava, Polabská nížina).

3.3.3 Nároky na vláhu

Sója byla při svém evolučním vývoji ovlivňována monzunovým prouděním v oblasti jihovýchodní Asie. Právě kvůli tomu jí vyhovuje vzdušná vlhkost, jejíž optimální hodnota v porostu by měla být 70–75 %. Yu et al. (2004) uvádějí, že vlhkost vzduchu je stejně důležitá jako vlhkost půdy. Dostatek vláhy je pro sóju stěžejní. I nové odrůdy šlechtěny v zemích s vyšší

zeměpisnou šířkou si nároky na vodu ponechávají. Jsou však většinou chladuvzdornější a méně citlivé na fotoperiodu (Štranc et al. 2008, Šimon et al. 1999).

Sója má několik kritických období, v nichž potřebuje dobré zásobení vodou. Jsou jimi období klíčení, kvetení a nalévání semen. Transpirační koeficient sóji dosahuje hodnot 600–1000 a roční úhrn srážek by měl být 550–650 mm (Štranc et al. 2010). Lahola et al. (1990) uvádí, že od počátku květu do plné zralosti jsou optimální srážky 300 mm. Srážky by měly však být rozloženy rovnoměrně v průběhu celé vegetace.

Sucho způsobuje rostlinám sóji významný stres (Couch 2000). Ten lze v období klíčení eliminovat časným výsevem, který v podmínkách ČR umožňuje čerpat zimní vláhu. Není vhodné pěstovat sóju v lokalitách srážkového stínu, jelikož snížená půdní i vzdušná vlhkost může způsobit opadávání květů a lusků (Štranc et al. 2005, Lahola et al. 1990).

3.4 Agrotechnika sóji

3.4.1 Založení porostu

Sója nemá příliš vysoké nároky na předplodinu. V osevním postupu zvyšuje diverzitu plodin a je vhodným přerušovačem obilných sledů, v nichž zároveň umožňuje lepší rozložení pracovních operací, hlavně během sklizně. Ideální je zařadit sóju v osevním postupu po organicky hnojené okopanině, avšak vzhledem k dnešní struktuře plodin je vhodné ji zařadit i po obilninách (Štranc et al. 2010). Na jednom pozemku lze pěstovat sóju i vícekrát po sobě. To je běžnou praxí především v severní Americe, kde je sója pěstována ve dvouletých cyklech. To umožňuje rychlejší nasídlení hlízkových bakterií, které pak intenzivněji fixují dusík a zajišťují prosperitu sóji i dalších plodin pěstovaných na pozemku (Lahola et al. 1990). Sója má vysokou předplodinovou hodnotu (Štranc et al. 2013). Štěpánek (2010) uvádí, že ozimá pšenice pěstovaná po sóje může dát v průměru o jednu až dvě tuny větší hektarový výnos. Není vhodné zařazovat sóju do osevního postupu po víceletých pícevinách (Houba et al. 2011). Štranc et al. (2011b) uvádí, že při tom mohou nastat problémy s vytrvalými plevely (pcháč, svlačec), případně s chorobami či škůdci. S plevely mohou nastat problémy i při pěstování po okopanině či slunečnici. Je třeba si dát pozor na podobnou skladbu plevelů předplodin sóji (Štranc 2002).

Pozemky pro pěstování sóji lze zpracovávat jak konvenčně (podmítka, podzimní orba, jarní předsetová příprava), tak minimalizačně, či bez zpracování půdy. Technologie minimálního zpracování půdy by měla být použita pouze na pozemcích, kde se nevyskytují

vytrvalé plevele a které nejsou příliš zhutněny. Konvenční zpracování půdy má odplevelující charakter (Houba et al. 2009). Při zakládání porostu je třeba klást důraz na rovnost pozemku. Jakákoliv nerovnost či hrbol může komplikovat sklizeň, neboť sója nasazuje lusky nízko u země. Lišta kombajnu musí tak co nejlépe kopírovat povrch půdy. Kamenité či velmi hrudovité pozemky je vhodné urovnat válci typu Cambridge (Štranc 2002; Podrábský 2002).

Půdu zpracováváme dle hloubky výsevu od 3 do 10 cm a snažíme se co nejvíce šetřit zimní vláhu. Tu sója potřebuje při klíčení, což je první kritická fáze na dostatek vody. Na těžších půdách sejeme sóju mělčeji, na lehčích naopak hlouběji. Hloubka setí musí být dodržena rovnoměrně, jelikož semena uložená příliš hluboko nevzchází a semena uložena příliš mělce mohou být poškozena herbicidy (Lahola et al. 1990). Sóju sejeme do řádků s doporučovanou roztečí 25–40 cm, avšak může se sít i do řádků širokých 12,5 cm. Štranc et al. (2010) uvádí, že užší řádky mají díky změně radiace v porostu za efekt zkrácení fotoperiody a sója kvete dříve. V podmínkách České republiky vyséváme sóju v druhé polovině dubna, při teplotě půdy kolem 8–10 °C. Při příliš brzkém výsevu zabraňují nízké teploty klíčení a osivo může být napadáno chorobami a škůdci (Houba et al. 2011). Naopak Štranc et al. (2010) uvádí, že časný výsev je výhodný zejména kvůli zvýšené dostupnosti zimní vláhy a možnosti dřívější sklizně s menšími ztrátami, z důvodu vyššího nasazení prvních lusků od povrchu půdy. Výsevek se pohybuje v závislosti na odrůdě od 650 do 800 tisíc klíčivých semen na hektar. To odpovídá 120–140 kg osiva na hektar. Při sklizni by měl být počet rostlin okolo 500 až 600 tisíc na hektar, některé novější zdroje uvádí 550 až 700 tisíc (Štranc 2002; Houba & Dostálová 2018).

Základním předpokladem pro založení zdravého a vyrovnaného porostu je kvalitní a životaschopné osivo. Jeho vitalita a následné vzcházení se dá podpořit mořením či inokulací (Lahola et al. 1990; Procházka et al. 2012). Správně zvolené mořidlo chrání mladé rostliny před širokým spektrem chorob. Pro vzejití dostatečného počtu vitálních rostlin je velmi doporučeno vysévat mořené osivo. Dnes je fungicidní mořidlo běžnou součástí kvalitního osiva (Váňová 2009). Navíc se osivo může očkovat inokulantem, který obsahuje spory symbiotických bakterií. Procházka et al. (2017) uvádí, že je přínosné mořit osivo sóji biologicky aktivními látkami. Mezi ně můžeme zařadit syntetické auxiny, huminové kyseliny či fluvokyseliny a některé brassinosteroidy. Moření biologicky aktivními látkami má vliv na nodulaci, robustnost kořenového systému a prýtu a ve výsledku i na vyšší výnos semene. Výhodou je možnost sloučit moření biologicky aktivními látkami s inokulací osiva.

3.4.2 Hnojení

Houba & Dostálová (2018) uvádí, že sója je plodina s vysokými nároky na živiny. Typicky ji však nehnojíme, neboť je díky symbióze s hlízkovými bakteriemi schopna si potřebné živiny zajistit. Mimo dusíku zlepšuje mykorrhiza i dostupnost fosforu a draslíku (Podrábský 2002).

Pokud je sója pěstována na pozemku poprvé, nevytváří hlízek mnoho a symbiotické bakterie nejsou schopny dodat rostlině dusík v tak velkém množství. V takovém případě je vhodná inokulace osiva, případně startovací dávka dusíku 20 až 30 kg na hektar, ideálně aplikací ledku amonného s vápencem či kombinovaného hnojiva NPK (Štranc 2002; Štranc et al. 2008). Od vzejití do fáze dvou trojlístků je sója odkázána na zásoby dusíku v půdě. Nabízí se proto možnost aplikovat před setím dusík zavedený do půdy. Uvádí se, že postačující dávka je 20 kg dusíku na hektar, nejlépe z poloviny v amoniakální a z poloviny v nitrátové formě (Štranc et al. 2005). Avšak dle Vaňka et al. (2007) zpožďuje a omezuje vyšší obsah minerálního dusíku v půdě tvorbu hlízek, nodulaci, a aktivitu hlízkových bakterií, a tím pádem se snižuje celkové množství poutaného dusíku. Hnojení dusíkem autoři tedy běžně nedoporučují. Uvádí však, že je vhodné dusíkatými hnojivy hnojit na méně úrodných půdách a tam, kde jsou špatné podmínky pro rostliny a pro rozvoj symbiotických bakterií. Dle Shurtleffa a Aoyagiho (2018) je další přihnojování během vegetace agrotechnickou chybou, jelikož hlízkové bakterie poutají vzdušný dusík při zvýšené koncentraci dusíku v půdě hůře.

Dále Houba & Dostálová (2018) uvádí, že je nežádoucí hnojení organickým materiálem, neboť prodlužuje vegetaci. Vápnit z důvodu korekce pH lze k předplodině, aby se půdní reakce stihla napravit. Po předplodinách zanechávajících velké množství posklizňových zbytků je vhodné zúžit poměr C : N přihnojením dusíku dávkou 7–14 kg na 1 tunu posklizňových zbytků (Štranc et al. 2010). Hnojení P a K provádíme na podzim, aby se hnojivo dostalo do celého půdního profilu. Dávky lze zjistit z agrochemického rozboru půdy. Při cílení na vyšší výnosy je doporučováno aplikovat listovou výživu zahrnující mikroelementy (Vaněk et al. 2007).

3.4.3 Regulace škodlivých činitelů

Porosty sóji jsou sužovány nejvíce plevely. Sója je jimi ohrožována zejména na počátku vegetace, kdy kvůli svému pomalému počátečnímu vývoji nestihá plevelům konkurovat. Velmi důležité je tedy před založením porostu pozemek účinně odplevelit. Toho částečně dosahujeme již při předseťovém zpracování půdy, kdy jsou plevele narušovány mechanicky (Podrábský 2002).

Pro bezproblémové vzejití a zapojení porostu je třeba provést chemickou ochranu. Ta spočívá nejčastěji v preemergentní aplikaci herbicidu, který potlačí plevely a je schopen bezproblémové vzcházení sóje zajistit (Štranc et al. 2011a). Podrábský (2002) uvádí, že nejčastěji potlačovanými a zároveň nejproblémovějšími plevely v ČR jsou merlík, lebeda, rdesno, pcháč a svlačec. Dle Laholy et al. (1990) se můžeme setkat i s ředkví ohnicí, hořčicí rolní, heřmánky a různými druhy plevelných trav. Kromě vzcházení škodí plevely i při sklizni sóji, kde zvyšují vlhkost v porostu a následně i výsledného produktu. Zaplevelený porost před sklizní je často důvodem k desikaci (Houba & Dostálová 2018). Výběr herbicidu musíme přizpůsobit plevelnému spektru na daném pozemku, ale musíme brát v potaz také zvýšenou citlivost sóji k herbicidům a zohlednit agroekologické podmínky.

V současné době lze provádět preemergentní ochranu přípravky s účinnou látkou pendimethalin. Lze použít například Stomp Aqua a to ihned po zasetí v dávce 2,6 l/ha. Pro postemergentní aplikaci lze použít například přípravek Pulsar v dávce 1,25 l/ha (Procházka 2022). Postemergentní ochrana má však spíše opravný charakter. Dříve se sója síla do širokých řádků a jako zásah pro regulaci plevelů sloužilo plečkování. Dnes se plečkování používá například při ekologickém způsobu pěstování sóji (Štranc et al. 2012).

Obecně lze říci, že škůdci a choroby nezpůsobují v podmínkách ČR významné poškození rostlin a nemají přílišný vliv na výnos. Nebývá tedy ekonomicky výhodné provádět chemickou ochranu proti těmto činitelům. Pro minimalizaci tlaku škůdců většinou postačí dodržovat správné agrotechnické postupy jako je střídání plodin, řádná agrotechnika a pěstování vhodných odrůd.

Z obratlovců mohou poškodit rostliny jak vysoká zvěř, tak zajíci či hlodavci. Při klíčení mohou být semena poškozena či vyzobána ptáky. Mezi problematičtější škůdce můžeme řadit svilušku chmelovou, která sají na rostlinách, a porost vlivem defoliace předčasně dozrává. Z hmyzu může dále škodit babočka bodláková a kyjatka hrachová, která může přenášet virózy (Kazda et al. 2003). Ve světě je nebezpečná mšice sójová, která může způsobovat ztráty na výnosu až 50 %. Je také vektorem mnoha virových onemocnění (Diaz-Montano et al. 2007).

Z chorob se může u sóji vyskytnout hlízenka obecná anebo plíseň sójová. Hlízenka obecná způsobuje lámání a předčasné odumírání lodyh (Kazda et al. 2003; Štranc et al. 2010). Při vzcházení může poškodit rostliny komplex půdních chorob (*Fusarium*, *Ascochyta*, *Rhizoctonia* a další...) (Procházka 2022).

Pro ochranu luskovin proti houbovým chorobám v počátečních fázích růstu je vhodné používat mořené osivo. Registrovaných přípravků pro ochranu rostlin však není příliš a jejich výběr se neustále zužuje. V minulosti bylo velmi vhodné a účinné mořidlo Maxim XL 035 FS (Fludioxonil + Metalaxyl-M), avšak nebylo registrované k použití do sóji. Dalším účinným přípravkem byl Vitavax 2000 (Carboxin + Thiram), avšak nebyl také povolený do sóji a registrace přípravku již vypršela. Je nutné hledat účinné alternativy pro fungicidní moření osiva sóji, jelikož absence mořidel by měla velké dopady na vzcházivost rostlin (Procházka et al. 2022a).

3.4.4 Sklizeň

Sója se v podmínkách ČR sklízí obvykle od konce srpna až do začátku října. Při dozrávání porostu začnou žloutnout a opadávat listy. Po opadu listů a dosažení vlhkosti semen pod 15 % je možné zahájit sklizeň (Flohrová 2001). Ta probíhá přímo pomocí sklízecí mlátičky. Kvalitní sklizně dosáhneme správným seřízením stroje. Otáčky mlátícího bubnu by měly být od 380 do 500 otáček za minutu, s vyšší vlhkostí se pak zvyšují. Mezera mezi košem a mlátícím bubnem by měla být 20–30 mm. Ventilátor by měl být nastavený na co nejvyšší výkon, avšak nesmí vyfoukat semena ven. Důraz by měl být kladen na nízkou pojezdovou rychlost a vhodný typ žací lišty. Je vhodné používat lišty s prodlouženým žacím stolem, které minimalizují ztráty při sklizni. Kvalitní sklizně lze dosáhnout s žacími lištami MacDon, kterými lze redukovat ztráty až o půl tuny z hektaru (Štranc et al. 2012). Důraz se klade na co nejnižší strniště, jelikož výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy může být i čtyři centimetry (Štranc et al. 2008; Štranc et al. 2016).

Odrůdy pěstované v ČR většinou dozrávají bez větších problémů a není nutné je desikovat. Nutnost desikace nastává u porostů zmlazených či zaplevelených. Sklizené boby je třeba vyčistit a větrat, a to zejména při vysoké vlhkosti, aby nedošlo k zahřátí, zvlhnutí a plesnivění. Bezpečně skladovat lze semena, která mají vlhkost pod 14 % (Štranc et al. 2010).

3.5 Osivo a jeho parametry

3.5.1 Kvalita a vitalita osiva

Kvalitní osivo je u sóji jedním z hlavních faktorů ovlivňující produkční schopnosti porostu a budoucí výnos. Kvalitu osiva určuje jeho laboratorní klíčivost. Podle norem ISTA musí osivo, které je definováno jako kvalitní, splňovat určitou hodnotu klíčivosti (Procházka et al. 2011). Dle Pazderů (2009) však může mít i takové osivo v nepříznivých podmínkách problémy. Kvalita je však často vnímána subjektivně, jelikož farmář chce mít osivo, které klíčí rychle a jednotně a umožňuje tak založení kvalitního uniformního porostu. Mnohem důležitější je však jeho vitalita.

Vitalita je potenciál semen rychle a uniformně vzejít za širokého spektra polních podmínek. Vitalita semen je ovlivněna geneticky a zároveň podmínkami prostředí. Pojem vitalita zahrnuje několik charakteristik, jako je například rychlost a uniformita klíčení, růst, tolerance ke stresovým podmínkám po zasetí či udržení vitality během skladování. Snížená vitalita je způsobena poškozením buněčných membrán, změnami biochemických procesů v semeni anebo mechanickým poškozením semen. Hlavním předpokladem pro dobrou vitalitu osiva jsou tedy semena zdravá (Bewley & Black 2000; Chloupek 2008). Hosnedl (2003) dále uvádí, že se vitalita snižuje za přítomnosti infekce houbovými, bakteriálními či virovými patogeny.

Klíčení semen je charakterizováno celou řadou biochemických, fyzikálních a biologických procesů. Ty vedou k prodlužování buněk radikuly a hypokotylu embrya. Semeno musí nasát určitý obsah vody, aby v něm mohly být metabolické procesy nastartovány (Hosnedl 2003). Rychlost vyklíčení semene (objev kořínku a vývin klíčící rostliny) je závislý na dostatku vody, vhodné teplotě a na přístupu ke kyslíku (Štranc et al. 2013). Klíčení vždy začíná růstem kořínku a končí, když radikula (kořínek) prorazí testu (osemení). Proražení osemení umožňuje první kontakt klíčku s vnějším prostředím a je základem pro čerpání živin z půdy (Copeland & McDonald 1995).

3.5.2 Možnosti ovlivnění vitality osiva

Vitalitu a klíčivost lze zlepšit pomocí biologicky aktivních látek. Tyto látky jsou přírodní nebo syntetické a na rostliny mají stimulační účinky. Mezi nejznámější stimulační látky patří auxiny, cytokininy a gibereliny. Dle Štrance et al. (2010) se aplikace podpůrných látek (brassinosteroidy, humáty, Amalgerol) a přípravků obsahujících stimulační látky (Lexin, Sunagreen, Atonik atd.) osvědčila v řadě pokusů. Látky mají za účinek vyšší nasazení nejspodnějších lusků a tím pádem větší výnos, lepší zakořeňování, zvýšenou odolnost proti abionózáám a snížení fytoxicity po použití agresivních herbicidů. Stimulace biologicky aktivními látkami nabírá na významu v letech s abnormálním průběhem počasí. Výkyvy počasí jsou stále častější a jejich dopad lze zmírnit aplikací biologicky aktivních látek, které pomohou semeni lépe výkyvy přežít (Petrásek 2014). Macháčková & Krekure (2002) dále doplňují, že tyto látky lze aplikovat v různých fázích růstu. Využití mají však i při moření osiva.

Moření slouží ke zmírnění negativního působení vnějších i vnitřních vlivů působících na semeno. Jedná se o velmi levnou a vysoce efektivní metodu, která je častěji využívána pro aplikaci látek pro ochranu rostlin, především fungicidů. Fungicidní moření umožňuje eliminovat snížení účinku dané látky při aplikaci postřiku vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek či deště po aplikaci. U luskovin lze moření osiva sloučit i s inokulací (Procházka et al. 2012).

Je tak podpořena klíčivost, vitalita a tím zajištěn i budoucí zdravý vývoj rostliny. To ve výsledku vede k založení vyrovnaných, zdravých porostů a ke zvýšenému výnosu (Murthy et al. 2003). Ke stejným poznatkům došel Procházka et al. (2014), kteří tvrdí, že biologicky aktivní látky vykazují příznivý vliv na klíčení semen a růst rostlin sóji. Výsev namořeného osiva doporučuje i Honsová (2013), která uvádí, že mořením lze získat dostatečný počet vitálních rostlin, které vynikají rychlým růstem a porost je po vzejití zdravý. Váňová (2009) doplňuje, že moření také významným způsobem chrání mladé rostliny před širokým spektrem chorob.

3.6 Přírodní látky s fungicidním účinkem

3.6.1 Alginure

Alginure je přípravek, který obsahuje extrakt z mořských řas druhu *Ascophyllum nodosum* L. V těchto řasách bylo zjištěno velké množství biologicky aktivních látek (cytokininy, kyselina abscisová, kyselina alginová), stopové prvky a vitamíny (Norrie 2009). Dále řasa obsahuje algináty, laminariny, hormony, proteiny a sacharidy. Řehoř et al. (2018) uvádí, že po aplikaci přípravku Alginure si rostlina vytváří tzv. fytoalexiny, což jsou obranné látky, které mají vliv na obranyschopnost rostliny. Druhou obsahovou složkou jsou fosfáty a fosfonáty ve formě draselných kyselin. Ty mají za úkol účinně transportovat organické aktivátory imunitního systému do buněk (Bagár 2011). Procházka et al. (2019) uvádí, že Alginure má srovnatelnou účinnost jako konvenční fungicidy. Dle práce Řehoře et al. (2018) má Alginure pozitivní vliv na obsah chlorofylu v listech, což indikuje zlepšený zdravotní stav rostlin. Přípravek vykazuje jak preventivní, tak kurativní účinek. Není u něj stanovena ochranná lhůta a je vhodný i pro hospodaření v ekologickém režimu (Řehoř et al. 2018).

3.6.2 Wetcit

Wetcit je adjuvant, který se přidává do tank mixů jako smáčedlo. Příznivě ovlivňuje přilnavost aplikační kapaliny a omezuje tak úlet postřiku. Obsahuje extrakt pomerančového oleje, jehož hlavní složkou jsou terpeny, které mají efekt na regulaci škůdců a chorob (Procházka et al. 2022a). Citrusy obsahují v listech, plodech a květech aromatické a biologicky aktivní látky, především limonin, nomilin, obacumon nebo γ -bisabolen. Ty působí jako přírodní antimikrobiální a repelentní bariéra (Pavela 2011). Dle Vostřela et al. (2018) má pomerančový olej nesporný vliv na omezení výskytu chorob a škůdců u rostlin.

3.6.3 Agrovital

Agrovital je pomocná látka, která se přidává do tank-mixů. Funguje jako smáčedlo, které například v období dešťů snižuje ztráty pesticidů smyvem z listů a zajišťuje tak ochranné krytí. Získává se z pryskyřic jehličnatých stromů. Účinnou látkou je pinolen, což je přírodní terpen s fungicidním účinkem. Agrovital zlepšuje vlastnosti aplikačních kapalin – snižuje povrchové napětí, zvyšuje smáčivost, snižuje výpar a tvorbu větších kapek (Procházka et al. 2022a; Trčková et al. 2009).

3.6.4 Nitrazon

Produkt Nitrazon je určený k inokulaci osiva bobovitých rostlin. Obsahuje specifické kmeny hlízkových bakterií rodu *Rhizobium*, které zajistí rychlou tvorbu kořenových hlízek a příznivý vývoj rostliny. Má formu jemně mleté sterilní rašeliny. Přípravek je dodáván i v tekuté formě s názvem Nitrazon Humi, obsahující vždy bakterie specifické pro konkrétní plodinu a ve formě Nitrazon+N, která navíc obsahuje ještě kmeny bakterií *Azotobacter* a *Bacillus megatherium*, které fixují vzdušný dusík volně v půdě, a zároveň uvolňují a zpřístupňují rostlinám fosfor (Krivosudská & Filová 2013; Procházka et al. 2022c). Použití přípravku je jednoduché a spočívá jen ve smíchání prášku či tekuté formy Nitrazonu Humi s osivem.

3.6.5 Maxim XL 035 FS

Fungicid Maxim XL 035 FS obsahuje účinné látky fludioxonil a metalaxyl-M. Dříve byl určen pro omezené použití při moření hrachu, nyní však toto omezení již vypršelo a jeho další použití není již možné. Pro moření osiva sóji nikdy registrován nebyl, avšak byl velmi vhodný (Procházka et al. 2022a). Fludioxonil je účinky i chemickým složením příbuzný přírodním antimykotickým látkám, které jsou produkovány některými půdními bakteriemi rodu *Pseudomonas* (Anonym 2022).

Fludioxonil je kontaktní fungicid, který má však reziduální účinek. Je přijímán semeny a omezeně i transportován do klíčnicích rostlin. Druhá účinná látka, metalaxyl-M působí systémově. Účinkuje proti houbovým chorobám přenosným osivem a půdou ze třídy Oomycetes. Druhy z této třídy tvoří tzv. komplex půdních chorob (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*) a způsobují hniloby vzcházejících rostlin (Anonym 2022).

4 Metodika

Za účelem realizace cílů práce a ověření platnosti stanovených hypotéz byl proveden laboratorní a polní experiment, při kterém bylo namořeno osivo sóji vybranými přírodními látkami s antifungální aktivitou. Laboratorní pokus spočíval ve stanovení laboratorní klíčivosti osiva. Sloužil také ke zjištění, zda nemají použité látky negativní vliv na klíčivost a vitalitu semen. Test probíhal za normálních podmínek a při podmínkách stresových, což bylo simulováno testem urychleného stárnutí (TUS). Polní pokus sloužil k ověření produkčních schopností porostu při moření osiva přírodními látkami.

Při obou experimentech byly pro jednotlivé zkoumané varianty kromě nemořené kontroly zvoleny následující přírodní látky s antifungální aktivitou: Alginure, Wetcit a Agrovital. Dále bylo při moření osiva využito inokulantu Nitrazon+N. Jako kontrola posloužila také varianta mořená pomocí fungicidu Maxim XL 035 FS.

Pro laboratorní i polní pokus bylo použito osivo odrůdy Abelina o udávané klíčivosti 93 % a HTS 183,7 g.

4.1 Laboratorní pokus

Cílem pokusu bylo stanovení laboratorní klíčivosti a vitality osiva mořené látkami vykazujícími antifungální aktivitu. Byla provedena zkouška laboratorní klíčivosti a test urychleného stárnutí, po němž ihned následovala zkouška laboratorní klíčivosti. Byla porovnána klíčivost osiva ze standardní zkoušky laboratorní klíčivosti a zkoušky provedené po TUS. Srovnání umožnilo lépe stanovit vitalitu osiva. Pro stanovení laboratorní klíčivosti osiva byla použita platná metodika dle UKZÚZ z roku 2017. Kompletní přehled zkoušených variant je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 – Jednotlivé varianty moření osiva pro účely laboratorního pokusu

Číslo varianty	Ošetření	Dávka
1	Nemořená kontrola	
2	Agrovital	1 l/t
3	Wetcit	1 l/t
4	Alginure	4 l/t
5	Maxim XL 035 FS	1 l/t

Obrázky 1–3 ukazují stav semen po 3, 5 a 8 dnech klíčení v klimatizovaném boxu.



Obrázek č. 1 – Nemořená kontrola



Obrázek č. 2 – Maxim XL 035 FS



Obrázek č. 3 – Alginure

Pokus proběhl ve dvou turnusech v květnu a červnu 2021 celkem v 8 opakováních pro každou zkoušenou variantu moření, a to v rozestupu 14 dnů. V obou turnusech bylo použito stejné osivo. Pro TUS byly použity stejné varianty moření jako v tabulce č.1.

Za účely uskutečnění zkoušky laboratorní klíčivosti byla semena namořena jednotlivými látkami a po 50 kusech vyskládána do plastových misek, v nichž byl skládaný filtrační papír. Do misek bylo následně přidáno 30 ml destilované vody, a to pouze na okraj, aby nebyla semena přímo namořena. Misky s namořeným osivem byly poté uzavřeny větraným víkem a umístěny do klimatizovaného boxu, v němž byla nastavena konstantní teplota 20 °C. Po třech, pěti a osmi dnech byly misky z klimatizovaného boxu vždy vyjmuty a proběhl odečet vyklíčených semen. Všechna semena s normálně vyvinutým klíčkem dlouhým alespoň 5 mm byla z misek odstraněna a byl zaznamenán jejich počet. Záznamy poté sloužily ke stanovení laboratorní klíčivosti. Stav semen před hodnocením je vidět na obrázcích 1–3 výše.

Vitalita osiva byla zjišťována pomocí testu urychleného stárnutí, který je v současné době jako jediný mezinárodně uznáván pro stanovení vitality osiva sóji (Hosnedl 2003; Procházka et al. 2011).

Při testu urychleného stárnutí (TUS) jsou semena po krátkou dobu vystavena vysoké teplotě a vlhkosti. Semena v průběhu testu přijímají okolní vlhkost, což společně s vysokou teplotou způsobuje rychlé stárnutí semen. Více životaschopná semena odolávají těmto stresovým podmínkám lépe než semena s nízkou životností (ÚKZÚZ 2017).

Dle metodiky ÚKZÚZ proběhl test odvážením 42 g osiva sóji a uložením na sítko do plastové misky. Do misky se přidalo 40 ml vody (semena se nesmí namočit). Miska se uzavřela a vložila do klimatizovaného boxu do tmy na 72 hodin. Teplota v klimatizovaném boxu byla nastavena na 41 °C. Relativní vlhkost stoupá po 24 hodinách k 90 % a po 48 hodinách až k 95 %. Po 72 hodinách byly misky vyjmuty z klimatizovaného boxu a zváženy. Hmotnost vzorků smí být mezi 52 až 55 g. Pokud je hmotnost mimo limit, test musí být opakován. Bezprostředně po testu následovala zkouška laboratorní klíčivosti dle stejného postupu uvedeného výše.

Při jednom turnusu bylo odečítáno 5x4 misek standardního testu laboratorní klíčivosti a 5x4 misek testu laboratorní klíčivosti po TUS. Celkem tedy 40 misek.

4.2 Polní pokus

Polní maloparcelkový pokus probíhal v roce 2021 ve výzkumné stanici ČZU Červený Újezd, nacházející se západně nedaleko od Prahy. Cílem pokusu bylo ověřit produkční schopnosti porostu sóji při moření přírodními látkami. Podmínky polního stanoviště jsou uvedeny níže.

Informace o pokusném polním stanovišti:

Nadmořská výška: 398 m n. m.

BPEJ: 4.09.00

Klimatický region: mírně teplý, suchý

Průměrná roční teplota: 7–8,5 °C

Průměrný roční úhrn srážek: 450–550 mm

Půdní typ: hnědozem

Sklonitost: 0–3° – rovina

Skeletovitost: bezskeletovitá s celkovým obsahem skeletu do 10 %

Erozní omezení: žádné

Rozbory AZP (2017): Ca – 2118 ppm, Mg – 165 ppm, P – 89 ppm, K – 221 ppm, pH – 5,6

Informace o založení pokusu:

Plodina: sója luštinatá

Odrůda: Abelina

Klíčivost: 93 %

HTS: 183,7 g

Jelikož se při laboratorním pokusu neprokázal negativní vliv přírodních látek na klíčivost semen, pro uskutečnění polního pokusu byly testované varianty stejné jako při laboratorním pokusu. Jejich seznam je uveden v tabulce č. 1. v kapitole 4.1 Laboratorní pokus.

Osivo bylo namořeno a následně se založilo 24 parcelk s izolačními plochami, na které byly vysety zkoušené varianty. Parcelky nebyly nijak hnojeny ani před setím, ani v průběhu vegetace.

Bližší informace o parcelkách a organizaci porostu lze vidět níže. Schéma rozmístění jednotlivých variant na pozemku pak lze vidět v tabulce č. 2.

Velikost parcel: 1,5 x 10 m

Izolační plochy parcel: 0,3 m na každé straně

Výsevek: 650 000 klíčivých semen/ha

Meziřádková vzdálenost: 12,5 cm

Počet opakování každé zkoušené varianty: 4

Tabulka č. 2 – Schéma rozmístění jednotlivých zkoušených variant na pozemku

5	4	1	3	2
4	3	5	2	1
3	1	2	5	4
1	2	3	4	5

Průběh pokusu:

V průběhu polního pokusu byl zaznamenáván úhrn srážek a teplota vzduchu. Dále bylo hodnoceno několik znaků, které byly směrodatné při stanovování účinků testovaných variant.

- Ve fázi druhého trojlístku byl hodnocen počet vzešlých rostlin
- Před sklizní byla hodnocena hustota porostu, výška porostu, výška apikálního konce nejspodnějšího lusků od povrchu půdy, počet větví na rostlině, počet lusků na větvích, počet lusků na rostlině celkem a počet plodných pater
- Po sklizni byl hodnocen výnos semene (přepočtený na 13% vlhkost) a HTS

Technologie pěstování a agrotechnika:

- Na podzim 2020 byl pozemek zpracován orbou do hloubky 20 cm, předplodinou byla pšenice ozimá
- Předseťová příprava proběhla 2. a 5. 5. 2021 pomocí rotačního kypřiče do hloubky 8cm
- 6. 5. 2021 proběhlo setí pomocí maloparcelkového secího stroje a parcelky byly následně uváleny Cambridge válci
- Dále proběhlo 6. 5. 2021 herbicidní preemergentní ošetření porostu po zasetí pomocí postřikovače CP 15, použitý přípravek: Stomp aqua 2,6 l/ha, 300 l vody/ha
- 25. 5. 2021 proběhl opravný postemergentní herbicidní zásah pomocí postřikovače CP 15, použitý přípravek: Corum + Dash 1,25 l/ha + 1,0 l/ha + graminicid Zetrola 1,25 l/ha a 300 l vody/ha
- Sklizeň proběhla 20. 10. 2021 pomocí maloparcelkové sklízecí mlátičky Wintersteiger classic

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo v softwaru Statistica 14 pomocí jednofaktorového modelu ANOVA a Tukeyho HSD testu při hladině významnosti $p \leq 0,05$. Výsledky statistického šetření jsou uvedeny v jednotlivých grafech a v tabulce č. 6.



Obrázek č. 4 – Sklizeň porostů jednotlivých zkoušených variant pomocí maloparcelkové sklízecí mlátičky Wintersteiger classic (autor: Pavel Procházka)

5 Výsledky

V diplomové práci byly zkoumány vybrané přírodní látky s antifungálním účinkem, jež by mohly mít pozitivní vliv na klíčivost a vitalitu osiva a produkční vlastnosti porostu sóji. V této kapitole jsou dopodrobna popsány výsledky zkoumání, a to jak z laboratorního, tak z polního pokusu. Výsledky jsou doplněny statistickým zhodnocením.

V tabulce č. 3 a 4 jsou uvedeny úhrny srážek a průměrná teplota v měsících vegetace.

Tabulka č. 3 – Množství průběhu vegetace

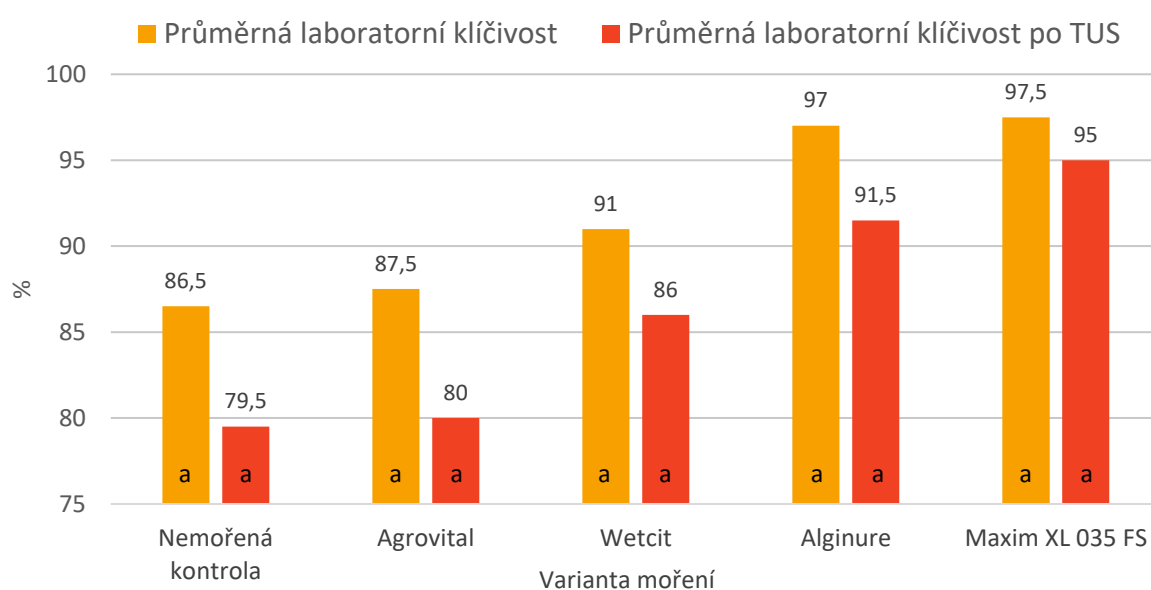
	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Celkem
Úhrn srážek (mm)	92,8	67,7	80,1	108,9	14,7	20,2	384,4

Tabulka č. 4 – Průměrná teplota v průběhu vegetace

	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Průměr
Průměrná teplota (°C)	10,3	18,9	18,4	16,2	15,2	8,1	14,5

5.1 Laboratorní pokus

V laboratorním pokusu byla hodnocena klíčivost a vitalita semen. Graf č. 3 ukazuje velmi dobrý účinek konvenčního přípravku Maxim XL 035 FS. Osivo namořené tímto přípravkem dosahovalo laboratorní klíčivosti až 97,5 %. Zároveň nemá přípravek přílišný vliv na vitalitu – i po TUS si osivo zachovalo klíčivost 95 %.



Graf č. 3 – Porovnání zkoušky laboratorní klíčivosti bez TUS a po TUS

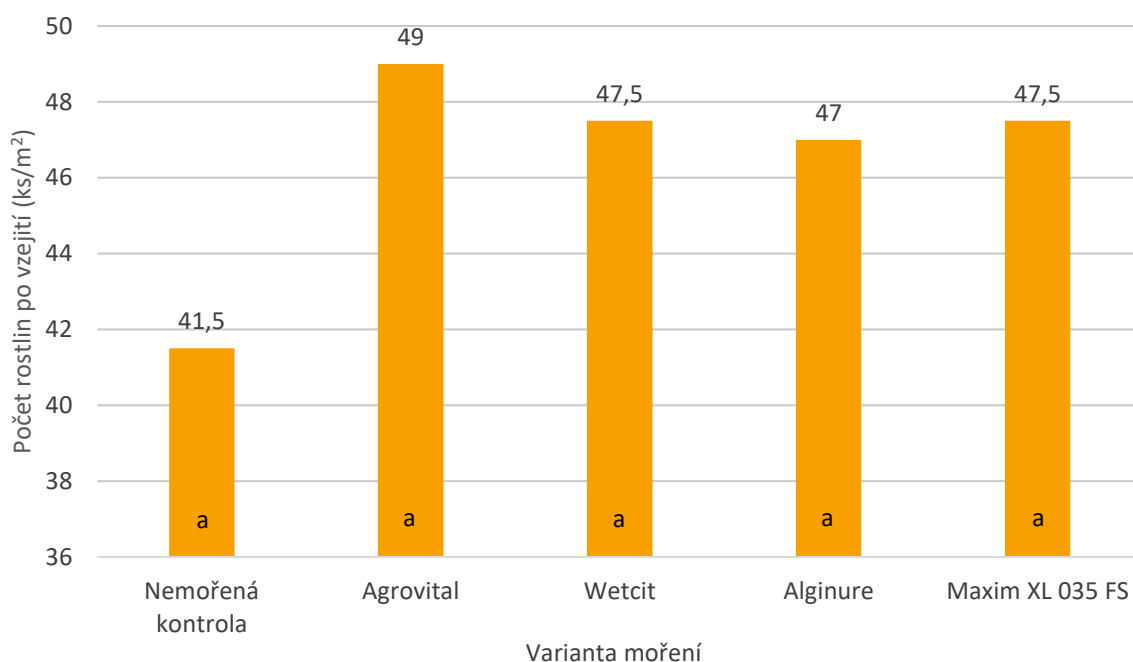
Z přírodních látek v klíčivosti velmi vynikal přípravek Alginure, jež obsahuje extrakt z mořských řas. Tato varianta dosáhla skoro stejných hodnot klíčivosti jako konvenční fungicid. Osivo namožené přípravky Agrovital a Wetcit stále dosahovalo lepších výsledků než nemožená kontrola. Agrovital měl však prakticky stejné výsledky jako nemožená kontrola.

Mezi jednotlivými výsledky laboratorního pokusu neexistoval statisticky významný rozdíl.

5.2 Polní pokus

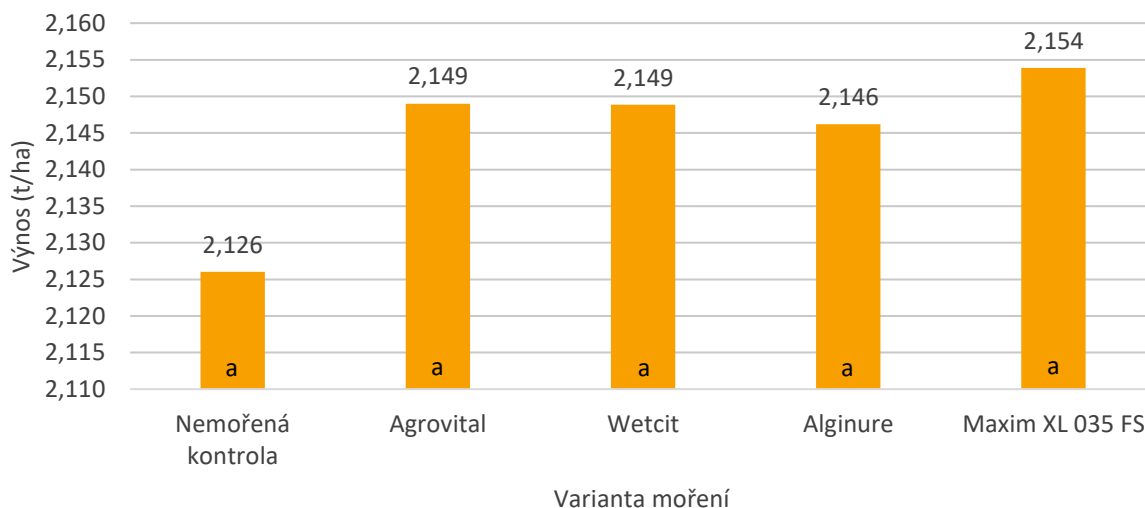
Účelem polního pokusu bylo ověřit produkční schopnosti porostu. Z grafu č. 4 je patrné, že všechny varianty moření měly pozitivní efekt na počet vzešlých rostlin. Výsledky jsou srovnatelné s konvenčním fungicidem Maxim XL 035 FS. V případě moření přípravkem Agrovital je počet vzešlých rostlin na m² dokonce větší.

Při porovnání počtu rostlin po vzejití a před sklizní (tabulka č. 5) je vidět, že trend vyššího počtu rostlin u variant mořených přírodními látkami je zachován. V průběhu vegetace však došlo u porostů k silné redukci způsobené nadměrným tlakem ptáků.



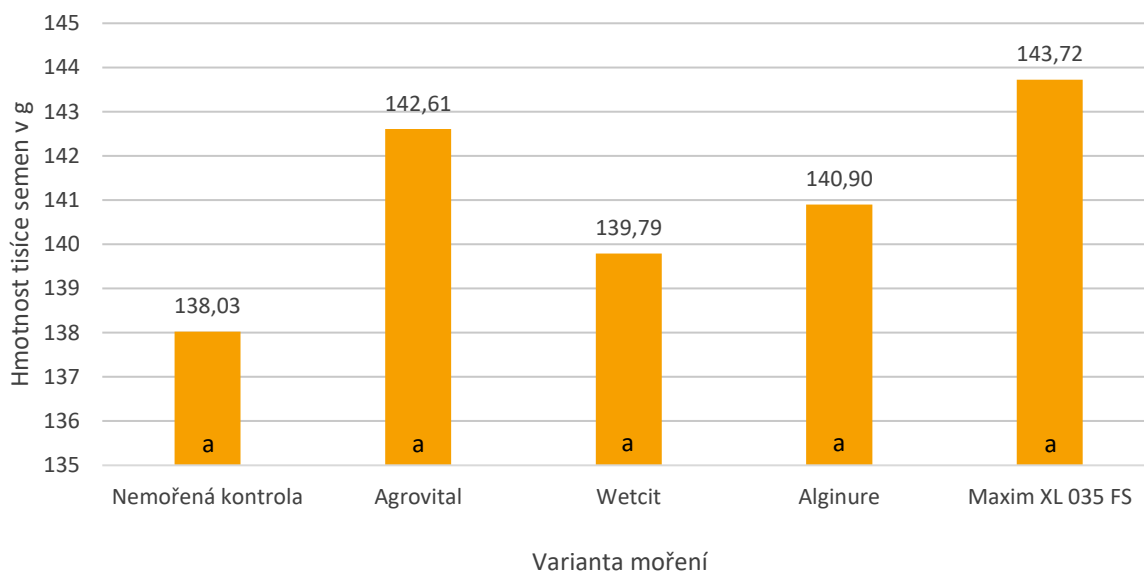
Graf č. 4 – Počet rostlin po vzejití u jednotlivých variant ošetření osiva sóji v Červeném Újezdě a statistické zhodnocení. Hodnoty se stejnými písmeny nevykazují statistickou průkaznost.

Moření osiva mělo pozitivní vliv na výnos semen. Graf č. 5 udává výnos semen při jednotlivých variantách přepočítaný na 13% vlhkost. Všechny přírodní látky, i konvenční fungicid, vykazují vyšší výnos semen oproti nemořené kontrole.



Graf č. 5 – Výnos semen sóji u jednotlivých variant moření v Červeném Újezdě a statistické zhodnocení. Hodnoty se stejnými písmeny nevykazují statistickou průkaznost.

Naopak ne příliš velký vliv měly jednotlivé varianty na hmotnost tisíce semen. Graf č. 6 ukazuje jen velmi malé rozdíly mezi jednotlivými variantami. Všechny varianty ošetření dosáhly vyšší hmotnosti tisíce semen oproti neošetřené kontrole.



Graf č. 6 – Hmotnost tisíce semen u jednotlivých variant moření v Červeném Újezdě a statistické zhodnocení. Hodnoty se stejnými písmeny nevykazují statistickou průkaznost.



Obrázek č. 5 – Porosty jednotlivých zkoušených variant ve fázi nalévání semen (autor: Pavel Procházka)

Tabulka č. 5 ukazuje, že všechny mořené varianty (jak přírodními látkami, tak konvenčním fungicidem) měly oproti kontrole výše umístěný nejspodnější lusk (měřená výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy), což v konečném důsledku snižuje sklizňové ztráty. Lze také konstatovat, že fungicidní moření vedlo k celkově vyššímu počtu lusků na rostlině. Počet větví na rostlině je nízký, protože lodyhy rostlin se příliš nevětvily.

Tabulka č. 5: Výsledky hodnocení porostů před sklizní

Varianta	Hustota porostu (rostlin/m ²)	Výška (cm)		Počet			
		porost	spodního lusku*	větví	lusků na větvích	lusků na rostlině	plodných pater
Nemořená kontrola	19,6	105,8	8,2	0,3	1,3	27,2	11,0
Agrovital	22,2	108,2	11,3	0,8	5,0	30,8	11,2
Wetcit	29,3	109,3	11,4	0,2	1,2	36,8	12,2
Alginure	25,3	110,7	11,5	0,5	4,7	37,7	11,0
Maxim XL 035 FS	23,6	110,3	11,2	0,2	0,7	33,7	11,8

Pozn.: *Výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy

Tabulka č. 6: Statistické zhodnocení sledovaných znaků před sklizní

Sledovaný parametr	Nemořená kontrola	Agrovital	Wetcit	Alginure	Maxim XL 035 FS
Hustota porostu (rostlin/m ²)	19,6	22,2	29,3	25,3	23,6
	c	bc	a	ab	bc
Výška porostu (cm)	105,8	108,2	109,3	110,7	110,3
	a	a	a	a	a
Výška spodního lusku* (cm)	8,2	11,3	11,4	11,5	11,2
	a	a	a	a	a
Počet větví	0,3	0,8	0,2	0,5	0,2
	a	a	a	a	a
Počet lusků na větvích	1,3	5	1,2	4,7	0,7
	a	a	a	a	a
Počet lusků na rostlině	27,2	30,8	36,8	37,7	33,7
	a	a	a	a	a
Počet plodných pater	11	11,2	12,2	11	11,8
	a	a	a	a	a

Pozn.: *Výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy

Z tabulky č. 6 je patrné, že statisticky významné rozdíly byly pozorovány pouze u počtu rostlin na m². Ostatní sledované znaky se nejevily jako statisticky průkazné. Stejně tomu tak bylo i u počtu rostlin po vzejití, výnosu semene a HTS.

6 Diskuze

V laboratorním pokusu byla u variant namořených přírodními látkami i konvenčním fungicidem pozorována vyšší klíčivost, než u nemořené kontroly. Všechny testované přírodní látky měly pozitivní efekt na klíčivost a vitalitu. Semena v miskách s přírodními látkami byla méně plesnivá oproti nemořené kontrole. Je to způsobeno antifungální aktivitou přírodních látek. Dle Procházky et al. (2013) je po TUS klíčivost a vitalita semen horší. V průběhu testu působí na semena stres v podobě teploty a semeno je vyčerpané, méně vitální a ztrácí obranyschopnost. Antifungální aktivita přírodních látek zde pak hraje velmi významnou roli v potlačování patogenů a umožňuje už tak stresovanému a vyčerpanému semeni vyklíčit.

Antifungální účinky lze pozorovat u přípravku Alginure, jehož varianta vykazovala po konvenčním fungicidu nejvyšší klíčivost. Studie Khana et al. (2009) uvádí, že fytohormony obsažené v přípravku mají vliv na obranyschopnost rostliny a vedou ke zvýšené tvorbě chlorofylu. Přímý antifungální efekt byl ověřen v in vitro testech Jankury et al. (2015), kde autoři použili přípravek Alginure a sledovali vliv na potlačení rozvoje houby *Fusarium Oxysporum*. Výsledky jasně potvrzují, že Alginure má nejen posilující efekt na zdraví rostliny, ale působí i přímo antifungálně. To je pravděpodobně způsobeno obsahem různých forem fosfátů a fosfonátů. Procházka et al. (2022b) zkoumali vliv přírodních látek při listové aplikaci na chmelu. Přípravek byl aplikován několikrát během vegetace a byl sledován výskyt plísně *Pseudoperonospora humuli*. Autoři uvádí, že přípravek Alginure vykazoval antifungální aktivitu a potlačoval výskyt plísně na rostlinách.

Účinky přípravku Wetcit, jež měl také velmi dobré výsledky, potvrzují autoři Velázquez-Nuneze et al. (2013), kteří ve své práci prokázali antifungální efekt pomerančových olejů, a to již od koncentrace 8 g pomerančových silic na 1 litr postřiku. Dále dokládá antifungální efekt citrusových plodů studie Viuda-Martos et al. (2008), ve které byla testována účinnost silic proti běžným plísním jako jsou *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* a *Penicillium chrysogenum*. Výsledky potvrdily, že silice antifungální účinek mají a uvádí, že je zřejmě podmíněný obsahem limonenu.

U laboratorního pokusu nebyla zjištěna žádná statisticky průkazná pozorování. Je to způsobeno velkou variabilitou mezi jednotlivými opakováními zkoušených variant.

Výsledky počtu vzešlých rostlin (ve fázi 2. trojlístku) jasně ukazují pozitivní vliv přírodních látek oproti nemořené kontrole. Přípravek Agrovital dokonce dosahoval lepších výsledků než konvenční fungicid. Ostatní přírodní látky s ním měly srovnatelné výsledky. Výsledky nejsou statisticky průkazné. V práci Procházky et al. (2015) byl testován vliv biologicky aktivních látek na vzházivost porostu. Jeho výsledky ukazují, že při moření látkami je hustota porostu po vzejití větší než u neošetřené kontroly. Stejný poznatek lze pozorovat i u této práce. Moření biologicky aktivními látkami či přírodními látkami má vliv na vzházivost rostlin v polních podmínkách. Látky však mají jiný mechanismus účinku.

Za optimální počet rostlin sóji na m^2 je považováno 45–65 jedinců. Správně založený a vzešlý porost společně s optimální hustotou nejvíce ovlivňují hektarový výnos. Sója má nízkou autoregulační schopnost, tudíž je založení porostu s dostatečným počtem jedinců stěžejní (Štranc et al. 2010). Výsledky hodnocení porostů před sklizní poukazují na velmi velkou redukci v počtu rostlin na čtvereční metr – od 19,6 do 23,6 rostlin na metr čtvereční a jsou statisticky průkazné. Redukce byla způsobena velkým tlakem ptáků, kteří semena poškodili a vyzobali. I přes velkou redukci v počtu rostlin na čtvereční metr dosáhly porosty slušného výnosu. Výsledky práce potvrzují tvrzení autorů Štrance et al. (2010), že hektarový výnos je ovlivňován správnou hustotou porostu. Nemořená kontrola dosáhla menších výnosů než varianty mořené přírodními látkami.

Výnos semen byl stejně jako HTS vyšší u variant s přírodními látkami, než u neošetřené kontroly. Ačkoliv nebyly rozdíly markantní, velmi se přibližovaly konvenčnímu fungicidu. Moření osiva pomocí přírodních látek má vliv na zvýšení HTS, stejně tak jako na výnos, jde však o zanedbatelné rozdíly.

Pokud srovnáme výsledky dalších produkčních vlastností porostu s jinými pracemi, dojdeme k závěru, že v našem polním maloparcelkovém pokusu bylo dosaženo poměrně vysokého nasazení nejspodnějšího lusku od povrchu půdy. Výsledky Procházky et al. (2015) uvádí hodnoty v průměru 7,3 cm při moření biologicky aktivními látkami, v pokusech Štrance et al. (2021) je to 6,7 cm a výsledky této práce ukazují hodnoty v průměru 11,35 cm. Rozdíly jsou však nejspíš způsobeny celkovou výškou porostu, která byla v práci Procházky et al. (2015) i Štrance et al. (2021) nižší než u této práce. Dále je patrný i vliv odrůdy a ročníku. V našem pokusu porosty velmi málo větvlily. Průměrný počet větví na rostlinu byl u všech variant 0,4 a v práci Procházky et al. (2015) je průměrná hodnota 1,36. Podobné rozdíly lze pozorovat i u ostatních sledovaných produkčních parametrů.

Srovnání hodné jsou výsledky celkového počtu lusků na rostlině. Při našich pokusech dosahoval v průměru 34,75 a v práci Štrance et al. (2021) to bylo 23,6. Lze tedy říci, že při našem polním pokusu rostliny méně větvaly, byly vyššího charakteru a tudíž tvořily lusky na hlavní lodyze. Vliv na tyto sledované znaky může mít jak odrůda, tak průběh ročníku a lokalita.

To ukazuje vliv variability ročníků a lokalit a při dalších výzkumech v budoucnu je třeba tyto vlivy eliminovat.

7 Závěr

Na základě výše popsaných výsledků laboratorního a polního pokusu lze konstatovat, že přírodní látky s antifungálním účinkem měly pozitivní vliv na klíčivost, vitalitu i některé produkční schopnosti porostu. Mohou tak představovat určitou alternativu ke stále se zmenšujícímu spektru konvenčních přípravků pro moření osiva a zároveň mají potenciál je v budoucnu nahradit úplně.

Stanovisko k hypotézám:

„Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na vitalitu osiva sóji.“

- Tato hypotéza **nebyla vyvrácena**
- Testované přírodní látky nijak negativně neovlivnily vitalitu osiva ani jeho klíčivost
- Všechny testované látky měly **pozitivní** vliv na klíčivost i vitalitu semen oproti kontrole
- Nejlepší výsledky klíčivosti byly dosaženy s přípravkem Alginure, a to i po TUS

„Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na produkční schopnosti porostu sóji a jeho výnos.“

- Tato hypotéza **nebyla vyvrácena**
- Výsledky pokusu tuto hypotézu podporují – testované přírodní látky měly na produkční schopnosti porostu vliv **pozitivní**
- Oproti kontrole bylo s přírodními látkami dosaženo vyššího výnosu semen a HTS, avšak rozdíly ve výsledcích nejsou tak velké a nejsou statisticky průkazné
- Nejlepších výsledků HTS a výnosu semen bylo dosaženo s přípravkem Agrovital

Dále bylo zjištěno, že přírodní látky mají pozitivní vliv na vyšší nasazení nejspodnějšího lusu od povrchu půdy, což usnadňuje sklizeň. Nejlepších výsledků bylo v tomto ohledu dosaženo s přípravkem Alginure.

Všechny přírodní látky dosáhly lepších výsledků oproti neošetřené kontrole a lze je doporučit pro moření osiva sóji za účelem zlepšení klíčivosti, vitality a bezproblémového vzcházení rostlin. Pro zachování produkčních schopností porostů a aktuálních výnosů nelze budoucnost spatřovat v absenci moření osiva sóji.

Tato práce může posloužit jako podklad pro zkoumání dalších přírodních látek s antifungálními účinky, jež by mohly v budoucnu nahradit konvenční fungicidní mořidla. Je třeba otestovat vliv přírodních látek v širším spektru agroekologických podmínek a ve více ročnících.

8 Literatura

Anonym. 2022. Maxim XL 035 FS. Syngenta. Available from <https://www.syngenta.cz/produkt/ochrana-rostlin/fungicidy/maxim-xl-035-fs> (accessed March 2022).

Bagár M. 2011. Nové prostředky v systému ochrany před houbovými chorobami. Agris. Available from <http://www.agris.cz/clanek/172375>. (accessed March 2022).

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

Bewley JD, Black M. 2000. *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, Sheffield.

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

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

Copeland LO, McDonald MB. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Chapman & Hall, United Kingdom.

Couch Ch. 2000. Stop the stress. *The furrow* **7**: 23-24.

Čvančara F. 1962. *Zemědělská výroba v číslech*. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha.

Diaz-Montano J, Reese JC, Louis J, Campbell LR, Schapaugh WT. 2007. Feeding behavior by the soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on resistant and susceptible soybean genotypes. *Journal of economic entomology* **100**: 984-989.

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

FAO. 2021. FAOSTAT: Global food explorer. FAO, Rome. Available from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed February 2022).

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

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

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

Flohrová A. 2001. Zkušenosti s pěstováním sóji v zahraničí a ČR. Ústav zemědělské ekonomiky a informací, Praha.

Hill RD, Rinker RG, Wilson HD. 1980. Atmospheric Nitrogen Fixation by Lightning. Journal of the Atmospheric Sciences **37**:179-192.

Honsová H. 2013. Moření osiva zlepšuje polní vzcházivost a může zvýšit i výnos. Pages 98-103 in: sborník Osivo a sadba XI. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Hosnedl V. 2003. Klíčivost a vzcházivost osiva. Pages 24-29 in: Houba M, Hosnedl V editors. Osivo a sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček, Praha.

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

Houba M, Hochman M, Hosnedl V. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.

Houba M, Hýbl M, Bubeník J, Ponížil A, Ondřej M, Holeček J. 2011. Metodika pěstování sóji luštinaté: Certifikovaná metodika. Agritec, Šumperk.

Chloupek O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia, Praha.

Jankura E, Lakatošová J, Sák M, Máleková E. 2015. Direct antifungal effect of Alginure. National Agriculture and Food Centre – Research Institute of Viticulture and Enology, Rovinka. Available from https://www.researchgate.net/profile/Ervin-Jankura/publication/283075691_Direct_antifungal_efect_of_AlginureR/links/565ee71608aeafc2aac92782/Direct-antifungal-efect-of-AlginureR.pdf (accessed April 2022).

Jelínek J, Zicháček V. 2006. Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 8., rozš. vyd. Nakladatelství Olomouc, Olomouc.

Kazda J, Jindra Z, Kabíček J, Prokinová E, Ryšánek P, Stejskal V. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Profipress, Praha.

Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation* **28**: 386-399.

Krivosudská E, Filová A. 2013. Evaluation of Selected Soybean Genotypes (GLYCINE MAX L.) by Physiological Responses during Water Deficit. *Journal of Central European Agriculture* **14**: 213-228.

Lahola J. 1990. Luskoviny: Pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Macháčková I, Krekule J. 2002. Regulátory rostlin v teorii a praxi. *Úroda* **50**: 8-9.

Martin JH, Leonard WH, Stamp DL. 1976. Principles of field crop production. Macmillian Publishing, New York.

Maxwell JE. 2011. Soybeans: cultivation, uses and nutrition. Nova Science Publishers, Hauppauge, N.Y.

Murthy UMN, Kumar PP, Sun WQ. 2003. Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiata* (L.). *Journal of Experimental Botany* **54**: 1057-1067.

Nieuwenshus R, Nieuwelink J, Van Otterloo-Butler S. 2005. Cultivation of soya and other legumes. Agromisa Foundation, Wageningen.

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

Pavela R. 2011. Botanické pesticidy. Kurent, České Budějovice.

Pazderů K. 2009. Význam energie klíčení pro hodnocení kvality osiva. Pages 56-60 in: sborník *Osivo a sadba IX*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Pecka T. 2020. Hydratační úpravy osiv pro zlepšení vitality osiv. ČZU, Praha.

Petrásek J. 2014. Výsledky a účinnost systému stimulace ječmene jarního. Pages 26-27 in: *Sborník z konference „Technologie slad. Ječmene – ječmen na rozcestí*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

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

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

Procházka P, Pecka T, Štranc P, Vostřel R. 2022a. Využití přírodních látek při fungicidním ošetření osiva sóji. *Agromanuál* **17 (3)**: 62-63.

Procházka P, Řehoř J, Vostřel J, Fraňková A. 2022b. Use of botanicals to protect early stage growth of hop plants against *Pseudoperonospora humuli*. *Crop Protection* **157**. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219422000746> (accessed April 2022).

Procházka P, Štranc P, Holejšovský J, Zavřelová P, Vostřel R. 2022c. Perspektivní ošetření osiva luskovin. *Agromanuál* **17 (1)**: 42-44.

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Erhartová D. 2011. Moření osiva sóji biologicky aktivními látkami. Pages 157-163 in: sborník *Osivo a sadba*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J, Jedličková M. 2015. The possibilities of increasing the production abilities of soya vegetation by seed treatment with biologically active compounds. *Plant Soil Environment* **61**:279-284.

Procházka P, Štranc P, Štranc J, Kříž J. 2012. Výsledky moření osiva sóji biologicky aktivními látkami. Pages 101-103 in: *Prosperující olejnin*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Procházka P, Štranc P, Štranc J. 2014. Využití biologicky aktivních látek k moření osiv. *Agromanuál* **9 (8)**: 46-47.

Procházka P, Štranc P, Štranc, J. 2013. Prospěšnost testování vitality osiva sóji. Pages 123-126 in *Prosperující olejnin 2013*, sborník ze seminářů s mezinárodní účastí. ČZU, Praha.

Procházka P, Štranc P, Vostřel J, Štranc J. 2017. Vliv moření osiva na tvorbu kořenového systému sóji. Pages 164-169 in: *Osivo a sadba*, sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Procházka P, Vostřel J, Řehoř J, Fraňková A. 2019. Možnosti využití přírodních látek s antifungálním účinkem při ochraně chmele. *Agromanuál* **14 (6)**:34-36.

Procházka P. 2022. Osobní sdělení.

- Procházka S, Macháčková I, Krekule J, Šebánek J. 1998. Fyziologie rostlin. Academia, Praha.
- Purcell LC, Salmeron M, Ashlock L. 2014. Soybean Growth and Development. Pages 7-12 in: Arkansas Soybean Production Handbook. Arkansas Soybean Producers, Arkansas.
- Ritchie H, Roser M. 2013. Land Use. Our world in data. Available from <https://ourworldindata.org/land-use> (accessed February 2022).
- Ritchie H, Roser M. 2021. Forests and Deforestation. Our world in data. Available from <https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation> (accessed February 2022).
- Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. Úroda **66**:94-95.
- Shah I, Prasad M, Brar B, Lambe U, Jyothi M, Ranjan K, Gulati D, Kumar V, Prasad G. 2017. Promiscuous Rhizobia: A Potential Tool to Enhance Agricultural Crops Productivity: A Potential Tool to Enhance Agricultural Crops Productivity. Pages 358-375 in: Subhash B, Marimuthu K, Ravichandran M. editors. Biotechnology for Sustainability: Achievements, Challenges and Perspectives. AIMST University, Bedong.
- Shurtleff W, Aoyagi A. 2018. History of research of nitrogen fixation in soybeans (1887-2018). Soyinfo Center, Lafayette, CA.
- Skornjakov SM, Jeník J, Větvíčka V. 1991. Zelená kuchyně. Lidové nakladatelství, Praha.
- Stickler C, Nepstad D, Coe M, McGrath DG, Rodrigues HO, Walker WS, Soares-Filho BS, Davidson EA. 2009. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. Global Change Biology **15**:2803-2824.
- Šariková D, Hnát A. 2011. Vplyv spôsobu pestovania a hnojenia na kvalitu sóje fazuľovej. Centrum výskumu rastlinej výroby, Piešťany.

Šimon J. 1999. Pěstování sóji si u nás zaslouhuje pozornost. Informace pro zahradnictví **1999**:8-9.

Štěpánek P. 2010. Polní dny sója 2010. Agromanuál **5 (9-10)**:46-47.

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

Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005. Hlavní zásady hnojení sóji dusíkem. In: Perspektivy sóji v ČR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2021. Fungicidní ochrana a stimulace sóji v roce 2020. Agromanuál **16 (5)**:36-37.

Štranc P, Procházka P, Štranc J, Štranc D. 2016. Pokusy se sójou. Pages 77-81 in: Prosperující plodiny. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2008. Novinky v pěstování sóji a lupiny v ČR. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2011a. Stručná technologie pěstování sóji. Úroda **59**:26-28.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2011b. Zakládání porostů sóji. Available from <https://uroda.cz/zakladani-porostu-soji/> (accessed March 2022).

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012. Sója je významná plodina a komodita. Pages 1-5 in: sborník Sója 2013. ČZU, Praha.

Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2013. Význam makro a mikroelementů ve výživě sóji. Pages 24-30 in Sója 2013, sborník ze seminářů s mezinárodní účastí. Kurent, České Budějovice.

Štranc P, Zelený V, Markytán P. 2010. Sója luštinatá. Pages 137-153 in: Baranyk P editor. Olejniny. Profi press, Praha.

Švestka J, Klímová E. 1989. Školní atlas světa. Geodetický a kartografický podnik, Praha.

Trčková M, Raimanová I, Svoboda P. 2009. Listová výživa obilnin. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

ÚKZÚZ. 2017. Zkouška urychleného stárnutí (AA) pro *Glycine max*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha.

USDA. 2022. Oilseeds: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. Available from <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf> (accessed February 2022).

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

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

Váňová M. 2009. Použití mořidel v rámci integrované ochrany při produkci kvalitního osiva. Pages 161 in: Sborník Osivo a sadba IX. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Velázquez-Nunez M, Avila-Sosa R, Palou E, López-Malo A. 2013. Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. Elsevier, Amsterdam. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713512005294> (accessed April 2022).

Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and

orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. Elsevier, Amsterdam. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713507002629> (accessed April 2022).

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

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