

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv ošetření osiva přírodními látkami s antifungálním
účinkem na produkční parametry sóji
Diplomová práce**

**Bc. František Souček
Rostlinná produkce**

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv ošetření osiva přírodními látkami s antifungálním účinkem na produkční parametry 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 14. 4. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu Ing. Pavlovi Procházkovi, Ph.D. za jeho obrovskou ochotu, vstřícnost, trpělivost a odbornou pomoc během provozního pokusu a psaní diplomové práce. Dále bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu během celého mého studia, a hlavně svému otci Ondřeji Součkovi a jeho zaměstnancům za pomoc s provedením pokusu.

Vliv ošetření osiva přírodními látkami s antifungálním účinkem na produkční parametry sóji

Souhrn

Sója se pro své složení semen řadí mezi čtyři nejpěstovanější plodiny na světě. V České republice se po hrachu jedná o druhou nejvíce rozšířenou luskovinu. Její pěstování je však spojeno s řadou rizik, mezi která patří například nízká autoregulační schopnost porostu a velká citlivost k založení porostu. Proto se ošetření osiva sóji řadí mezi důležitá agronomická opatření.

Semena sóji je před výsevem vhodné inokulovat preparátem obsahujícím bakterie rodu *Bradyrhizobium*, protože tyto bakterie se na našem území nevyskytují. Inokulace osiva luskovin by měla být doplněna ještě o fungicidní moření, čímž by došlo k podpoření klíčících semen a vzcházejících rostlin. Na našem trhu však fungicidní látky k tomu určené nejsou pro sóju dostupné.

Tato práce se zaměřila na testování přírodních přípravků s antifungální aktivitou, které by v budoucnu mohly být využívány pro fungicidní ošetření osiva sóji. Provozní pokus, jenž probíhal v lokalitě Činěves (okr. Nymburk), se skládal z šesti variant. První variantu tvořilo neošetřené osivo, druhá byla pouze nainokulována preparátem Nitrazon humi-sója, tři varianty byly inokulovány a namořeny přírodními látkami a poslední varianta byla ošetřena inokulantem a přípravkem Maxim XL 035 FS. Vybranými přípravky s přírodními látkami byl Agrovital, jehož účinná látka pinolen se destiluje z pryskyřic jehličnatých stromů, Wetcit, obsahující terpeny z pomerančovníku, a Alginure, založený na extraktu z mořských řas.

Na základě výsledků pokusu a porovnání s jinými pracemi lze konstatovat, že fungicidní ošetření přírodními látkami společně s inokulací se pozitivně projevuje v řadě parametrů oproti neošetřené kontrole a dále je srovnatelné s použitým konvenčním ošetřením. Nejvíce se ošetření vybranými preparáty projevilo na počátku vegetace v množství vytvořené kořenové a nadzemní biomasy, pozitivně se odrazilo i u důležitého výnosotvorného parametru sóji, počtu rostlin na plochu, a samotného výnosu.

Klíčová slova: sója, přírodní látky, antifungální aktivita, moření

Influence of soya seed treatment with natural substances with antifungal effect on production parameters

Summary

Soybean is one of the four most widely cultivated crops in the world due to its seed composition. In the Czech Republic it is the second most common legume after peas. However, its cultivation is associated with several risks, such as low autoregulatory capacity of the crop and high sensitivity to crop establishment. Therefore, soybean seed treatment is considered an important agronomic practice.

Before sowing, soybean seeds should be inoculated with a preparation containing bacteria of the genus *Bradyrhizobium*, as these bacteria do not occur naturally in our territory. Inoculation of legume seeds should also be supplemented with fungicidal treatment, which would support seed germination and plant emergence. However, fungicidal agents suitable for soybean treatment are not available on the market.

This study focused on testing natural preparations with antifungal activity, which could be used for fungicidal treatment of soybean seeds in the future. The operational trial, which took place in the locality of Činěves (district Nymburk), consisted of six variants. The first variant was untreated seed, the second was inoculated only with Nitrazon humi-soja, three variants were inoculated and treated with natural substances, and the last variant was treated with inoculat and the Maxim XL 035 FS preparation. The selected natural preparations were Agrovital, of which active ingredient pinolen is distilled from resin of coniferous trees, Wetcit, containing terpenes from orange trees, and Alginure, based on extract from seaweed.

Based on the results of the trial and comparison with other studies, it can be concluded that fungicidal treatment with natural substances together with inoculation has a positive effect on several parameters compared to untreated control and it is also comparable to the used conventional treatment. The most significant impact of treatment with selected preparations was observed at the beginning of the vegetation in the amount of created roots and above-ground biomass, as well as in the important yield-forming parameter of soybean, the number of plants per area, and the yield itself.

Keywords: soybean, natural substances, antifungal activity, seed dressing

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Význam sóji ve světě a ČR	10
3.2 Botanická charakteristika	13
3.3 Vývoj rostlin sóji	14
3.4 Nároky na prostředí	15
3.4.1 Nároky na teplotu	15
3.4.2 Nároky na půdu.....	15
3.4.3 Nároky na světlo	16
3.4.4 Vláhové nároky.....	16
3.5 Technologie pěstování sóji luštinaté	16
3.5.1 Zařazení v osevním postupu	16
3.5.2 Příprava a zpracování půdy	17
3.5.3 Setí.....	17
3.5.4 Výživa.....	18
3.5.5 Sklizeň	19
3.6 Škodliví činitelé v porostech sóji luštinaté	20
3.6.1 Ochrana proti plevelům	20
3.6.2 Škůdci	21
3.6.3 Choroby	22
3.7 Ošetření osiva	24
3.7.1 Inokulace osiva	24
3.7.2 Přírodní látky	25
3.7.3 Chemické ošetření osiva.....	26
4 Metodika	28
4.1 Pokusné stanoviště Činěves	28
4.1.1 Charakteristika pokusného stanoviště.....	28
4.1.2 Agrotechnika.....	29
4.2 Průběh počasí	32
4.2.1 Průběh počasí v pěstitelském roce 2021/2022.....	32
4.2.2 Průběh teplot a srážek na pokusném stanovišti	33
4.3 Průběh pokusu	33
4.3.1 Informace k založení pokusu	33
4.3.2 Použití vybraných látek s fungicidním účinkem	33
4.3.3 Charakteristika přípravků	34
4.3.4 Aplikace přípravků	35

4.4	Sledované parametry	37
4.5	Hodnocení sledovaných parametrů	38
4.5.1	Hodnocení porostu po vzejití	38
4.5.2	Předsklizňová inventarizace porostu	38
4.5.3	Hodnocení sklizně.....	38
5	Výsledky.....	39
5.1	Hodnocení porostu po vzejití.....	39
5.1.1	Počet rostlin po vzejití	38
5.1.2	Počet hlíz na rostlině.....	41
5.1.3	Hmotnost sušiny kořenů	42
5.1.4	Hmotnost nadzemní hmoty	43
5.2	Hodnocení porostu před sklizní	44
5.2.1	Výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy	44
5.2.2	Počet větví na rostlině.....	45
5.2.3	Počet lusků na větvích	46
5.2.4	Počet lusků na rostlině	47
5.3	Hodnocení sklizně.....	48
5.3.1	Výnos semene	48
5.3.2	Hmotnost tisíce semen	49
5.3.3	Kvalitativní parametry (obsah proteinů, obsah vlákniny a olejnatost)	49
6	Diskuze.....	50
6.1	Vliv inokulace	50
6.2	Použití přírodních látek s antifungálním účinkem	51
7	Stanovisko k hypotézám	53
7.1	Hypotéza č. 1.....	53
7.2	Hypotéza č. 2.....	53
8	Závěr	54
9	Literatura	55
10	Seznam použitých zkratk a symbolů	62

1 Úvod

Sója luštinatá (*Glycine max. L.*) patří mezi nejstarší kulturní rostliny a po kukuřici, pšenici a rýži se řadí na čtvrté místo nejpěstovanějších plodin na světě (Houba et al. 2009). Sója je významná pro své složení semen, která obsahují okolo 40 % bílkovin a 20 % tuků. Z toho vyplývá, že může být využita v různých oblastech, například v krmivářství, potravinářství, ale i v průmyslu, medicíně a chemické výrobě (Moudrý et al. 2011).

Podle údajů USDA (2023c) její světová produkce v minulém roce dosahovala přes 375 miliónů tun. Nejvýznamnějšími producenty byla Brazílie následovaná Spojenými státy a Argentinou. Evropská unie obsadila s necelými 2,5 milióny tun 12. místo.

Na území České republiky jde po hrachu o druhou nejrozšířenější luskovinu. V minulosti plochy oseté sójou značně kolísaly, nicméně v posledních letech zemědělci o tuto plodinu jeví větší zájem (Venclová 2022). Dle ČSÚ (2023a) minulý rok sója v ČR zaujímala plochu 28 538 ha, což znamená nárůst téměř o 9 tisíc ha oproti roku 2021.

Pěstování sóji je na rozdíl od obilnin spojeno s řadou úskalí, jejichž nepříznivý vliv musí pěstitel vhodnými postupy co nejvíce zmírnit. Jedná se o menší výnosovou stabilitu sóji závislou především na povětrnostních podmínkách, menší autoregulační schopnost porostu, a tím způsobenou nižší kompenzaci výnosotvorných prvků, a v neposlední řadě větší citlivost na kvalitu založení porostu (Štranc et al. 2002b).

S ohledem na výše zmíněné se mezi nejdůležitější podmínky pro úspěšné založení porostu a dosažení co nejvyššího výnosu řadí ošetření osiva (Procházka et al. 2023). Aplikace inokulantu s obsahem bakterií *Bradyrhizobium japonicum* na vysévaná semena je pro pěstování sóji na našem území nezbytná, jelikož v našich půdách se tyto bakterie přirozeně nevyskytují. Správně provedená inokulace znamená pro porost 150 – 200 kg N (Podrábský 2002).

Procházka et al. (2020) dále doporučují k podpoření zdravotního stavu osiva sóji a poté i časných růstových fází využít fungicidní moření. Nicméně pokud se podíváme do Registru přípravků na ochranu rostlin, zjistíme, že situace s ošetřením osiva sóji není jednoduchá. Konvenční přípravek Maxim XL 035 FS, kterým se do 26. května 2023 mohou mimořádně fungicidně mořit například hrách či bob, nebyl nikdy pro aplikaci do sóji registrován. Dalším přípravkem určeným k moření proti fuzariózám a antraknóze je přípravek Prepper, který lze ale využít jen na osivo sóji pěstované jako luskovou zeleninu (ÚKZUZ 2023).

S ohledem k ekologičtějšímu směřování politiky EU, a tedy i ČR, s cílem snižování užívání chemických látek na ochranu rostlin se registrování nové účinné látky k fungicidnímu moření osiva sóji a ostatních luskovin jeví jako utopické. Proto je třeba hledat vhodné alternativy na přírodní bázi, jelikož úplná absence fungicidního ošetření vysévaných semen by v budoucnu mohla vést k vyššímu tlaku chorob.

V rámci této práce byl proveden provozní pokus v lokalitě Činěves (okr. Nymburk) se třemi přípravky vykazujícími antifungální aktivitu, které by mohly v budoucnu sloužit k ochraně osiva a klíčnicích rostlin proti houbovým chorobám.

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Hypotézy:

- 1) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na polní vzcházivost a počáteční fáze růstu rostlin sóji.
- 2) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na produkční schopnosti porostu sóji a jeho výnos.

Cíl práce:

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

3 Literární rešerše

3.1 Význam sóji ve světě a ČR

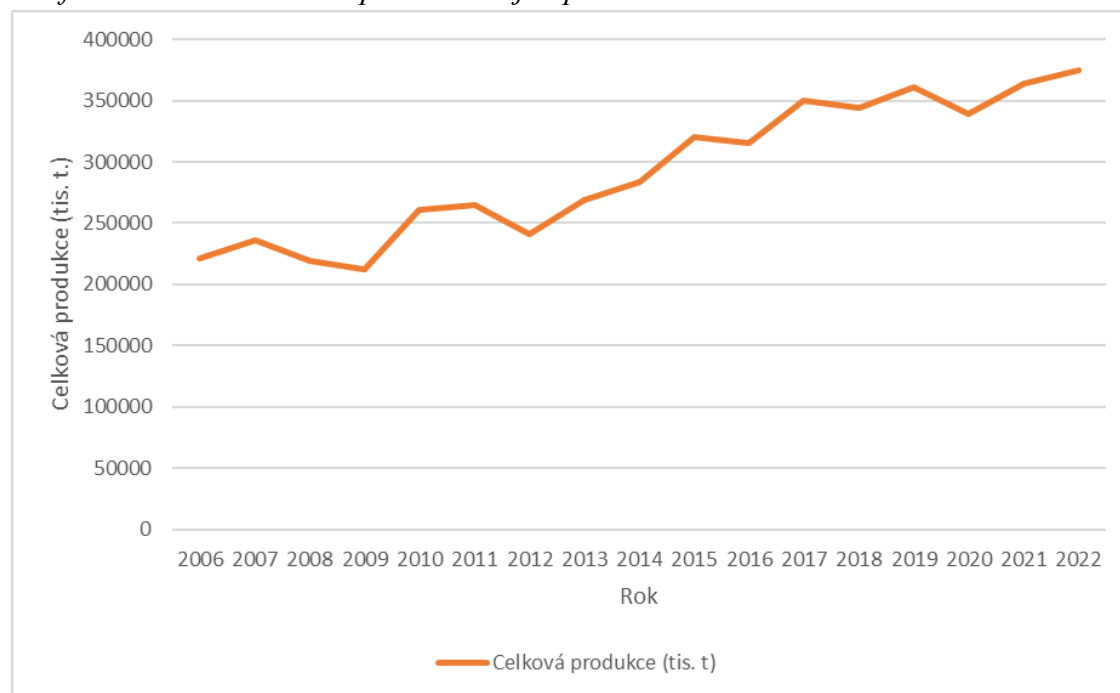
Domestikace sóji nejspíše proběhla na území Číny již 7000 let před naším letopočtem. V Číně, později v Japonsku a Koreji se po tisíce let využívá jako potravina a složka léků (Britanica 2023). První zmínky o jejím pěstování pochází z roku 2838 před naším letopočtem, kdy byla jako důležitá potravina doporučována císařem Šen-nungem. Z těchto důvodů se sója řadí k nejstarším kulturním plodinám na světě (Dostálová 2017).

V dnešní době jde o čtvrtou nejrozšířenější plodinu na světě (Štranc et al. 2012b). Jedná se o nejpěstovanější luskovinu a zároveň, kvůli vysokému obsahu tuků v semenech, o druhou nejvýznamnější olejninu na světě po palmě olejné (Houba 2018).

Sója se vyznačuje mnohostranným využitím. Používá se pro krmení hospodářských zvířat ve formě zelené hmoty nebo ve formě sójových bobů, které se využívají pro výrobu krmných směsí. V potravinářském sektoru se sója uplatňuje jak ve formě samotných semen na přípravu pokrmů, tak na výrobu speciálních produktů, například sójového oleje, mouky, krupice, vloček a texturovaných sójových bílkovin (Houba 2019). Maxwell (2011) uvádí, že třetina potravinářského oleje a dvě třetiny bílkovinného krmiva ve světě pochází ze sójových semen.

Produkce sóji ve světě neustále narůstá. V roce 1961 její světová produkce čítala 17 miliónů tun (Štranc et al. 2012b). Minulý rok se podle USDA (2023c) sklídilo 375 148 tisíc tun sójových bobů. Stoupající trend světové produkce dokazuje i graf č. 1, který dokládá její zvýšení o více než 150 miliónů tun jen za posledních 17 let.

Graf č. 1: Celková světová produkce sóji v posledních 17 letech

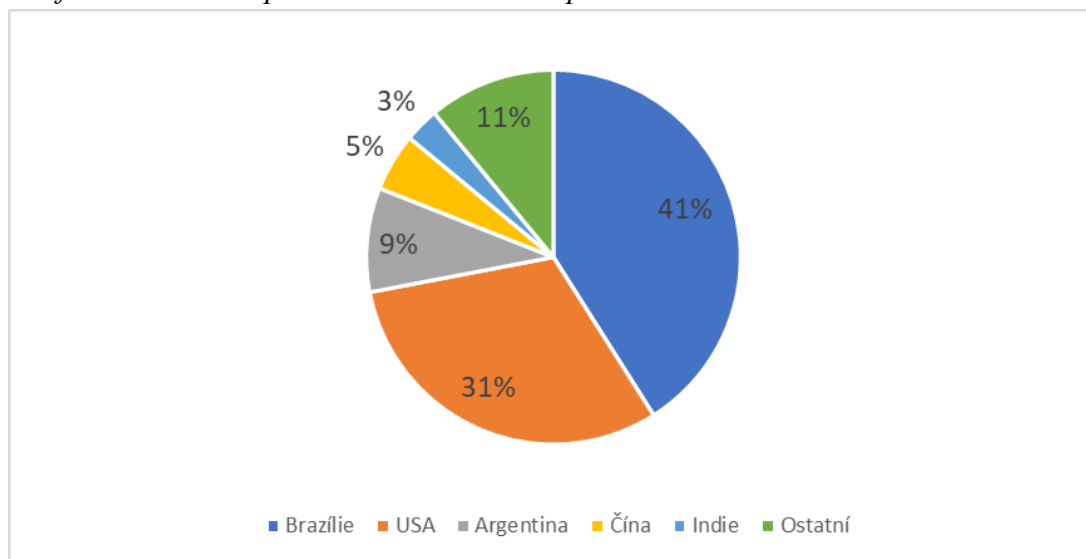


Zdroj: SOPA (2023)

Největší plochy nalezneme především na severoamerickém a jihoamerickém kontinentě (Moudrý et al. 2011). Pěstování sóji přitom ve Spojených státech amerických rozvinulo až na počátku 19. století (Britanica 2023). Dnes se sója ve světě pěstuje od 55. rovnoběžky jižní šířky do 55. rovnoběžky severní šířky a od hladiny moře až do výšky 2000 m. n. m. (Brink & Belay 2006).

Rozložení světové produkce sójových bobů za minulý rok zobrazuje graf č. 2. Přes 70 % sóji na planetě vypěstovaly pouze dva státy na světě, Brazílie a Spojené státy. Dalšími světově významnými producenty jsou Argentina (9 % světové produkce), Čína (5 %) a Indie (3 %). Evropská unie se nedostala ani do první desítky světových producentů, vyprodukovala jen 2 465 tisíc tun (1 % světové produkce) a zařadila se až na 12. pozici (USDA 2023c).

Graf č.2: Rozložení podílu států na světové produkci 2022



Zdroj: USDA (2023c)

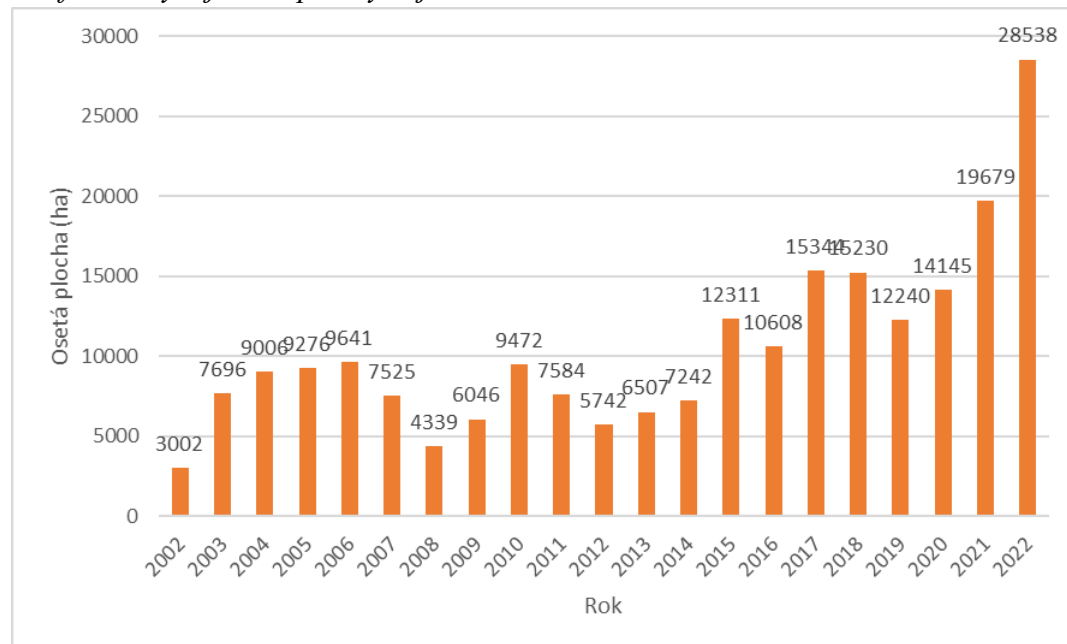
Největšími exportéry sójových bobů na světě jsou dle USDA (2023a) Brazílie s 92,7 milióny tun (55 % světového exportu sóji), USA s 54,839 milióny tun (33 % exportu) a Paraguay s 6,4 milióny tun (4 %). Naopak první tři místa dovozu sóji podle USDA (2023b) minulý rok obsadila Čína (58 % světového importu), následovaná Evropskou unií (8 %) a Argentinou (4 %).

Mimo EU se pěstuje geneticky modifikovaná sója. V roce 2018 se GMO plodinami osela výměra 191,7 miliónu ha, z toho GMO sója tvořila 50 % (ISSAA 2018). Genetické modifikace jsou u této plodiny zaměřeny především na toleranci k neselektivním herbicidům. Dále se sója modifikuje pro zlepšení kvality sójového oleje, zásobních bílkovin a k zisku rezistence ke škůdcům (Bečka & Jozefyová 2005).

V ČR se sója začala pěstovat již před 2. světovou válkou, nicméně jen na malých plochách v teplejších oblastech. Počátkem 90. let se její plochy začaly zvyšovat, což bylo důsledkem importu raných kanadských odrůd (Houba 2018). Postupem času si u nás získala významné postavení mezi luskovinami a v současné době jde o druhou nejpěstovanější (Štranc et al. 2016). Vývoj oseté plochy sójou v ČR je znázorněn na grafu č. 3. V minulém roce sója dosáhla zatím svého vrcholu, dle ČSÚ (2023a) bylo oseto 28 538 ha, o více než 25 tisíc ha než v roce 2002.

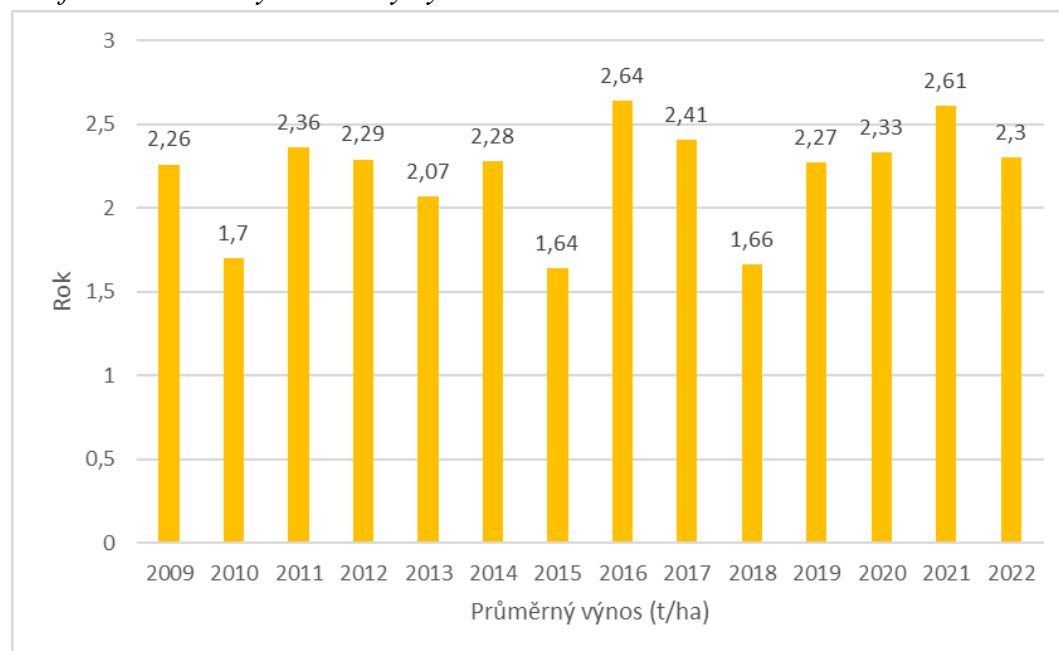
Průměrné hektarové výnosy na našem území značně kolísají. Jak lze vidět z grafu č. 4, v posledních několika letech se pohybovaly od 1,64 t/ha v roce 2015 do 2,64 t/ha v roce 2016 (ČSÚ 2023b).

Graf č. 3: Vývoj oseté plochy sójou v ČR v období 2002–2022



Zdroj: ČSÚ (2023a)

Graf č. 4: Průměrný hektarový výnos v ČR v období 2009–2022



Zdroj: ČSÚ (2023b)

Kromě výše zmíněného využití se sója v ČR pěstuje pro svůj půdotvorný a meliorační účinek. Pozitivně působí na kvalitu a produkci následných plodin. Slouží jako přerušovač obilných sledů s vedlejším účinkem na snižování intenzity hnojení a používání pesticidů (Houba 2019).

3.2 Botanická charakteristika

Dle Slavíka (2000) se sója taxonomicky definuje tímto způsobem:

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: bobotvárné (*Fabales*)

Čeleď: bobovité (*Fabaceae*)

Rod: sója (*Glycine*)

Sója luštinatá (*Glycine max*, L.) je jednoletá, samosprašná, kleistogamická bylina. Rod *Glycine* zahrnuje řadu dalších planých druhů rostoucích v Americe, Asii a Africe, hospodářský význam má však pouze sója luštinatá (Moudrý et al. 2011).

Sója svým vzhledem připomíná keříčkovitý fazol a dosahuje výšky 0,2 – 2 m. V půdě rostliny upevňuje kulový kořen, ze kterého se odvětvují dlouhé postranní kořeny. Tyto kořeny hlavní kořen přerůstají a dosahují hloubky až 2 m. Na nich se vlivem činnosti hlízkových bakterií *Bradyrhizobium japonicum* vytváří v orniční vrstvě hlízký. Jejich počet závisí na vlhkosti, provzdušněnosti, pH, teplotě půdy a také na afinitě mezi odrůdou a bakterií (Baranyk et al. 2010).

Sója se vyznačuje silným, na průřezu okrouhlým stonkem. Lodyha je barvy zelené nebo s antokyanovým zbarvením, při dozrání semen žluté nebo šedožluté barvy. Hlavní stonek se v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování větví. Podle toho se sója dělí na formy se vzpřímenou pevnější lodyhou, které jsou vhodné na pěstování na semeno, a na formy se slabší popínavou lodyhou využívaných na krmné účely. Průměrně se na rostlině vytvoří 3 – 7 větví s možností tvorby větví sekundárních. Stonek, větve a listy jsou různě silně ochlupené. Barva ochlupení je geneticky charakteristická, šedobílá, žlutohnědá až hnědá nebo černá (Lahola et al. 1990).

Listy jsou složené, trojčetné, s dlouhými řapíky (Houba 2018). Délka řapíků může dosahovat délky až 20 cm (Brink & Belay 2006). Tvar a velikost lístků jsou odrůdovým znakem (Houba 2018).

Květenstvím sóji je hrozen s 5 – 10 květy, přisedlý v úžlabí listu. Květ dosahuje malé velikosti, 5 – 10 mm na délku. Pavézy mají různé zbarvení, od bílé, přes světle fialovou až fialovou, žlutou, růžovou nebo červenou. Sója kvete odspodu lodyhy směrem nahoru a od středu k postranním větvím (Lahola et al. 1990). Doba kvetení se pohybuje okolo dvaceti dnů (Moudrý et al. 2011).

Plodem sóji je světle hnědý až hnědý lusk obsahující 2 – 4 semena. Oválná semena jsou barvy žluté, hnědé, zelené, černé, případně i mramorované. Hmotnost tisíce semen se pohybuje v širokém rozmezí od 40 do 250 g (Houba 2018). Semena sóji obsahují 36 – 40 % bílkovin, 18 – 22 % lipidů, 22 – 26 % glycidů, řadu vitamínů a dalších látek (Houba et al. 2009).

3.3 Vývoj rostlin sóji

Baranyk et al. (2010) uvádí délku vegetační doby sóji v rozmezí 75 – 200 dnů. Houba (2018) uvádí užší rozpětí, 120 – 140 dnů, nicméně dodává, že na našich polích se sója vyskytuje v období od třetí dekády dubna do poloviny září až poloviny října, což odpovídá přibližně 145 až 175 dnům. Dle Štrance et al. (2002a) jedna a tatáž odrůda na stejném stanovišti může v důsledku různých vegetačních podmínek v jednotlivých letech mít až dvoutýdenní výkyv.

Pro úspěšné vyklíčení je rozhodující dobrá zásoba půdní vlhkosti. Semeno musí před počátkem klíčení dosáhnout vlhkosti 50 % (Liu 1997). Lahola et al. (1990) ovšem uvádí, že sója vyžaduje až 120 – 140 % vody v přepočtu na hmotnost semene. Při vhodných podmínkách se na semeni obvykle po 48 hodinách od počátku klíčení začne objevovat kořínek (Purcell et al. 2014). Boční kořínky začínají rašit 4 – 5 dní po začátku klíčení (Liu 1997).

Sója vzchází epigeicky, což znamená, že hypokotyl vynáší nad povrch půdy dělohy, které se rozevírají a po určitou dobu plní i asimilační funkci. Rostliny, jež vzchází tímto způsobem, jsou velmi citlivé na vytvoření půdního škraloupu a hloubku setí (Houba et al. 2009). Doba vzcházení se pohybuje mezi 5 – 15 dny (Brink & Belay 2006). Dle Purcell et al. (2014) barva hypokotylu odráží barvu budoucích květů.

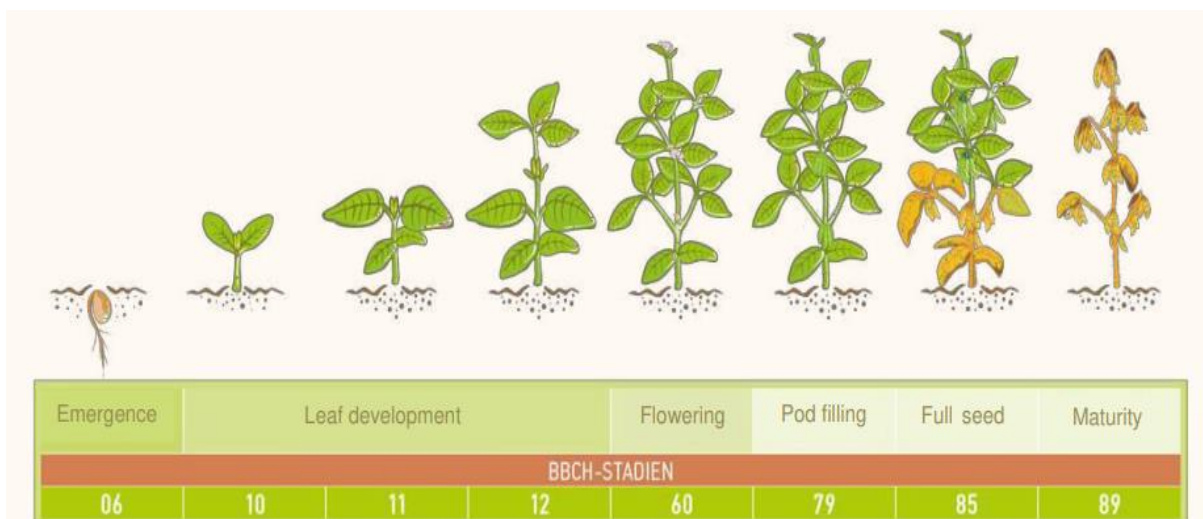
Pravé listy se začínají vytvářet ihned poté, co je epikotyl ozářen slunečním zářením. Primární pravé listy jsou jednoduché a vyrůstají proti sobě z jednoho nodu, kdežto další listy vyrůstající z uzlů jsou již trojčetné a jsou umístěny na stonku střídavě (Liu 1997). Každý nový nod se na rostlině objevuje při optimálních podmínkách po čtyřech dnech (Purcell et al. 2014).

Období od vzejití porostu do přechodu do generativní fáze obvykle trvá 6 – 8 týdnů v závislosti na genotypu, datu výsevu, podmínkách prostředí a geografické poloze (Liu 1997).

Brink & Belay (2006) udávají, že sója jde do květu v širokém rozmezí 25 – 150 dnů od výsevu. To je způsobeno původem sóji, která se tak řadí mezi krátkodenní rostliny, což znamená, že rostlina začne kvést, až když se fotoperioda sníží pod kritickou úroveň. Tato úroveň je dána nejdelší délkou dne, při níž rostliny ještě kvetou (Štranc et al. 2002a). Dle Purcell et al. (2014) se tato hodnota pohybuje kolem 13 hodin. V naší zeměpisné šířce tedy sója začíná kvést až po 21. červnu, kdy se začne krátit den. Samotná délka kvetení se pohybuje kolem 20 dnů (Houba 2018).

První lusky se na rostlině začínají objevovat již během kvetení. Fáze vývoje semen začíná v době, kdy první lusk dosáhl délky 15 až 20 mm, a končí, když všechny lusky dosáhnou zmíněné délky a semena zcela zaplní prostor v lusku. Poslední etapou je samotné dozrávání porostu, kdy semena v luscích postupně schnou a tvrdnou a získávají svou konečnou barvu. Sklizňová zralost nastává, jakmile téměř všechny lusky dozrají (Baranyk et al. 2010).

Celý vývoj rostliny sóji od klíčení do zralosti znázorňuje obrázek č. 1.



Obrázek č. 1: Fenologické fáze sóji (zdroj: Bachteler 2022)

3.4 Nároky na prostředí

3.4.1 Nároky na teplotu

Pro sóju je nejvhodnější vybrat stanoviště s průměrnou roční teplotou 8 – 9,5 °C s tepelnou konstantou 2000 – 3000 °C (Lahola et al. 1990). Dle Baranyk et al. (2010) by se teplotní průměry v jednotlivých měsících měly pohybovat takto: duben 7 – 9,5 °C, květen 13,5 – 15 °C, červen 16,5 – 18,5 °C, červenec 18,5 – 20,5 °C, srpen 17,5 – 18,5 °C a září 14 – 15 °C.

Houba (2018) uvádí teplotu potřebnou pro klíčení 6 – 7 °C a během vegetace 20 °C. Štranc et al. (2002a) však v polních podmínkách udávají vyšší hodnoty pro klíčení, 9 – 11 °C. Nicméně dodávají, že bobtnání probíhá již při nižších teplotách (při 5 °C).

Sója během vzcházení zvládne i chvilkové ochlazení do -3 až -4 °C, odolá tedy teplotám nižším než kukuřice (Baranyk et al. 2010).

3.4.2 Nároky na půdu

Sója vyžaduje dobře zpracovatelné, hluboké, hlinité, jílovitohlinité nebo písčitohlinité půdy s dobrou vodní kapacitou a se slabě kyselou až neutrální půdní reakcí. Půdy by měly být dobře zásobené humusem, vápnem a ostatními živinami (Lahola et al. 1990). Nesnáší půdy kyselé, zamokřené, zastíněné, utužené a zaplevelené z důvodu jejího pomalého počátečního růstu (Moudrý et al. 2011). Nedoporučuje se ji pěstovat v blízkosti chemických továren, jelikož lehce absorbuje těžké kovy z ovzduší (Žák et al. 2014).

Optimální pH by se mělo pohybovat v rozpětí hodnot 6,5 – 7, které je vhodné i pro správnou činnost hlízkových bakterií. Vyšší i nižší hodnoty pH příliš netoleruje v důsledku zhoršeného příjmu živin, například dobře signalizuje špatnou dostupnost železa, manganu a molybdeny (Štranc et al. 2002a).

3.4.3 Nároky na světlo

K dosažení vysokého výnosu sója potřebuje dostatek slunečního záření. U světla nejde jen o potřebnou intenzitu a spektrální složení, ale i o jeho působení po určitou délku dne (Štranc et al. 2002a). S prodlužujícím se dnem prodlužuje délku vegetační doby, proto platí pravidlo, že čím pěstujeme sóju ve vyšší zeměpisné šířce, tím musí být nižší nadmořská výška. Do našich podmínek se tak více hodí odrůdy, které méně reagují na délku dne (Moudrý et al. 2011). Sója reaguje i na nedostatek světla, kdy během jeho nedostatku listy žloutnou a opadávají (Žák et al. 2014).

3.4.4 Vláhové nároky

S ohledem na formování kulturního charakteru sóji v oblastech s monzunovým podnebím jde o rostlinu značně vlhkomilnou (Štranc et al. 2005b). Transpirační koeficient se pohybuje v rozmezí 600 – 1000. Roční úhrn srážek by měl dosahovat minimálně 550 až 650 mm. Nejvhodnější vlhkost půdy se uvádí mezi hodnotami 60 až 70 % využitelné vodní kapacity (Štranc et al. 2002a).

Velké nároky má sója v době klíčení, dále pak v období zakládání a tvorby pupenů, kvetení, nasazování lusků, tvorby a nalévání semen. V důsledku nedostatku vody může docházet k redukci výnosu, neboť mohou začít opadávat květy a lusky (Žák et al. 2014).

Srážky by měly být v průběhu vegetace rovnoměrně rozloženy, v jednotlivých měsících Baranyk et al. (2010) uvádí následující úhrny: v dubnu a květnu 60 – 70 mm, v červnu 70 – 80 mm, v červenci 90 mm, v srpnu kolem 80 mm a v září přibližně 50 mm.

Dle poznatků Štrance et al. (2005b) se sója v ČR doporučuje pěstovat v oblastech chladnějších, ale více bohatých na srážky. V nižších a teplejších oblastech, vyznačujících se deficitem srážek, musí být kladen větší význam při výběru pozemku, protože čím větší je deficit srážek, tím musí být příznivější vodní režim půdy pozemku.

3.5 Technologie pěstování sóji luštinaté

3.5.1 Zařazení v osevním postupu

Sója nepatří mezi rostliny náročné na předplodinu. I když se jako nejideálnější předplodina uvádí okopaniny, pěstuje se dobře i po obilninách, což je vzhledem ke složení současných osevních sledů velmi výhodné (Baranyk et al. 2010). Naopak vzhledem k její příslušnosti mezi luskoviny se z agronomického hlediska považuje za zlepšující plodinu (Podrábský 2002).

I přes její nenáročnost na předplodinu se nedoporučuje kvůli možnému přenosu chorob pěstovat po luskoobilných směškách, ozimé řepce, hořčici, víceletých pícninách, krmných luskovinách a především po slunečnici (Žák et al. 2014). Její výdrol totiž porosty sóji zapleveluje (Podrábský 2002).

Sóje nevadí ani její pěstování na stejném pozemku dva až tři roky po sobě. Této možnosti hojně využívají v USA a v Kanadě, kde se sója běžně pěstuje ve dvouletých cyklech. V druhém roce pěstování dokonce dosahují vyšších výnosů než v prvním roce pěstování, protože dochází k většímu rozvoji hlízkových bakterií v půdě (Štranc et al. 2002b). Opakované pěstování je

však spojeno i s problémy, které představují vytrvalé plevely, některé choroby a škůdci (Baranyk et al. 2010).

Výhodami zařazení sóji do osevních postupů je již zmíněná funkce přerušovače obilných sledů, dále její předplodinová hodnota, protože zanechává pro následnou plodinu 30 až 50 kg N/ha. Významnou výhodou je i její ochrana půdy během letního období, kdy zastíňuje půdu a chrání ji před destruktivními účinky prudkých letních srážek (Žák et al. 2014).

3.5.2 Příprava a zpracování půdy

Základní a předseťové zpracování půdy představuje důležitou součást celého pěstování sóji (Průša 2022). Kvalitně provedená příprava půdy je podmínkou rovnoměrného klíčení, vzcházení a výšky porostu (Žák et al. 2014).

Z celosvětového pohledu patří sója spolu s kukuřicí a slunečnicí k nejvíce minimalizačním plodinám. Proto pozemek lze pro sóju připravit buď klasickým způsobem, který spočívá v podmítce, podzimní orbě, urovnání půdního povrchu a vlastní předseťové přípravě, nebo využitím minimalizace spočívající ve zjednodušení některých postupů. Lze využít i půdoochranný systém, kdy sóju vysejeme do mulče (Štranc et al. 2002b).

Při zpracování půdy je důležité brát velký ohled na udržení vláhy v půdě (Baranyk et al. 2010). Klasická orba, oproti radličkovým kypřičům, které jsou rychlejší a méně časově náročné, působí příznivěji díky lepšímu provzdušnění půdy a následnému lepšímu působení hlízkových bakterií. Při zvolení orby je důležité její podzimní urovnání, aby se spojila vlaha ve spodních vrstvách půdy (Průša 2022).

Jarní příprava půdy se zaměřuje především na dobré urovnání povrchu půdy, odplevelení pozemku, zachování zimní vláhy a přípravu seťového lůžka (Žák et al. 2014). Nutné je na jaře provádět přípravu pouze do hloubky setí, aby se vlhká půda nesmíchávala se suchou. To by totiž mohlo v konečném důsledku vést k nerovnoměrnému vzcházení semen, což by následně komplikovalo pozdější ošetřování porostu (Průša 2022).

3.5.3 Setí

Řazení sóji mezi luskoviny, kromě výše popsaných výhod v osevním postupu, pro pěstitele znamená, že si musí dát pozor na způsob a kvalitu založení porostu, které plní klíčovou roli především ve vztahu k výnosu (Baranyk et al. 2010).

Důležitým parametrem při zakládání porostu je stanovení optimálního výsevku, a tím i hustoty porostu. Tento faktor koreluje s malou autoregulační schopností porostu sóji a následnou menší kompenzací jednotlivých výnosotvorných prvků (Štranc et al. 2002b). Výsevek se pohybuje mezi 600 – 800 tisíci klíčivých semen na hektar, což v závislosti na HTS odpovídá 120 – 140 kg/ha. Za optimální hustotu se považuje 55 – 70 rostlin na m² (Houba 2018).

Mezi přednosti vyššího výsevku se řadí větší hustota porostu, a tím lepší potlačení plevelů, vyšší nasazení nejspodnějších lusků, vyšší relativní vlhkost porostu, která je příznivější pro kvetení, a méně příznivé prostředí pro svilušku chmelovou, velmi závažného škůdce sóji. K přednostem nižšího výsevku patří nižší konkurence mezi rostlinami, menší poléhavost, mohutnější a silnější kořenový systém a větší větvení rostlin (Baranyk et al. 2010).

Dalším významným faktorem při setí je meziřádková vzdálenost. Dříve se sója sela do řádků širokých 45 cm s následným plečkováním (Žák et al. 2014). Větší rozteč řádků, až 70 cm, se dodnes využívá na některých ekofarmách v USA a Kanadě (Štranc et al. 2002b). Dnes, s využíváním účinných herbicidů, se doporučuje vzdálenost mezi řádky 25 cm se směřováním řádků ve směru sever – jih (Žák et al. 2014). S pozitivními výsledky však lze sóju vysévat i do řádků s roztečí 12,5 cm, kdy rostliny mají téměř ideální čtvercový spon důležitý pro rovnoměrné zapojení, růst a vývoj celkového porostu (Štranc et al. 2002b).

Dle Moudrého et al. (2011) se výsev provádí ve chvíli, kdy teplota půdy dosáhne úrovně 8 – 10 °C, což odpovídá třetí dekádě dubna. Časnější výsev kvůli nižším teplotám nemá význam, jelikož osivo nemůže vyklíčit. Semena jsou také více napadána chorobami a škůdci, což vede k nižší vzcházivosti porostu. Nicméně Štranc et al. (2012a) dřívější výsev, již při teplotách půdy v rozmezí 7 – 8,5 °C, v našich podmínkách doporučují. Odůvodňují to větší vlhkostí půdy, která napomáhá rychlejšímu klíčení, rovnoměrnějšímu vzcházení, lepšímu kořenovému systému, větší nodulaci a prodloužení vegetační doby. To vše se pozitivně odráží na tvorbě výnosu a kvalitě semen.

Hloubka setí se dle Průši (2022) pohybuje okolo 5 cm. Mělkí setí nedoporučuje z důvodu preemergentní ochrany proti plevelům, kdy sója zasetá do hloubky 3 cm může být ohrožena herbicidem. A dále z důvodu ohrožení škůdci, hlavně holuby, kteří mohou zlikvidovat celý porost hlavně při nerovnoměrném vzcházení. Naopak Štranc et al. (2012a) uvádí, že při časném výsevu do vlhké půdy by se hloubka setí měla pohybovat mezi 2,5 až 4 centimetry. Až při pozdějším výsevu, když je povrch půdy sušší, doporučuje hlubší výsev do hloubky maximálně 6 – 7 cm. Hlubší výsev rostliny příliš vysiluje z důvodu epigeického vzcházení.

Po zasetí se většinou pozemek válí. Nejenže jsou tím regulovány teplotní a vlhkostní poměry v zóně klíčení semen, ale zlepšují se tak i urovnání povrchu půdy do roviny, které se považuje za nezbytnost pro sklizeň s co nejnižšími ztrátami. V sušších podmínkách a při opožděném výsevu navíc válení podporuje vzlínání vody k zapraveným semenům. Pokud je po zasetí půda dostatečně vlhká a panují nižší teploty, pole se neválení, protože kyprý horizont se následně rychleji prohřívá (Štranc et al. 2002b).

3.5.4 Výživa

Hektarové výnosy v ČR jsou značně rozkolísané a nejvyšší průměrný výnos na našem území je 2,64 t/ha. Výnosový potenciál sóji je ale dle Štrance et al. (2005) o dost větší, přesahuje 10 t/ha. Za nevyužitím produkčního potenciálu vidí kromě například nevhodné odrůdy či špatného výběru pozemku hlavně nedostatečnou výživu a hnojení. Houba (2018) uvádí odběr živin na jednu tunu semen a tomu odpovídajícím množství slámy 70 – 90 kg N, 12 – 20 kg P, 30 – 40 kg K, 20 kg Ca a 1 kg Mg.

Sója je charakteristická schopností vázat vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií. (Žák et al. 2014). Nelze se však domnívat, že si sója opatří veškerý dusík sama (Baranyk et al. 2010). Polovina až dvě třetiny dusíku v rostlinách sóji pochází ze vzdušného dusíku, zbytek odebírají z půdy (Lahola et al. 1990). Mižík (2020) uvádí, že to může být až 75 % celkové potřeby dusíku, nicméně dodává, že množství fixovaného dusíku se pohybuje v rozmezí 50 – 160 kg N/ha v závislosti na zdravotním stavu a půdně-klimatických podmínkách. Dusíkaté hnojení tak musí být zaměřeno na maximální využití činnosti rhizobií a poutání dusíku ze vzduchu. Zvyšování

dávek dusíkatých hnojiv snižuje činnost hlízkových bakterií, přestávají se tvořit hlízky a klesá podíl biologicky vázaného dusíku ve výnosu. Navíc se prodlužuje délka vegetace a dozrávání rostlin (Žák et al. 2014).

Zcela odkázána je sója na výživu dusíkem z půdy v období od vzejití do počátku fixace vzdušného dusíku (cca fáze dvou plně rozvinutých trojlístků). Proto se doporučuje při předseťové přípravě do půdy zapravit 15 – 25 kg N/ha nejlépe v nitrátové i amoniakální formě (Štranc et al. 2005a).

Dále je sója odkázána na dusík z půdy krátce po odkvětu, kdy končí symbiotická fixace dusíku (Merbach & Jacob 1996). Avšak přihnojení dusíkatými hnojivy na půdu v raných fázích reprodukce nevede ke zvýšení výnosu sóji nebo ke zlepšení kvality semen (Barker & Sawyer 2005). Dle Negrea et al. (2022) na výnos nemá vliv ani aplikace dusíkatých hnojiv na list. Ta se projeví jen v obsahu bílkovin v semenech.

Shrneme-li problematiku sóji a dusíku, dodatečná aplikace dusíku je třeba u velmi dobře vyvinutých porostů s plánovaným výnosem 4 t/ha a více, kdy biologická fixace dusíku nepokryje potřebu dusíku (Mižík 2020). Jako nejlepší strategie hnojení pro maximalizaci výnosu s co nejmenším vlivem na biologickou fixaci se jeví zapravení močoviny s inhibitory do hloubky 20 cm před výsevem (Salvagiotti et al. 2009).

Hnojení fosforem a draslíkem není díky lepší schopnosti příjmu živin z půdní zásoby, méně přístupných forem a většího půdního profilu nižší než u obilovin. Dávky hnojení těmito živinami by se tak měly stanovovat na základě agrochemických rozborů půd a předpokládaného odběru rostlinami (Žák et al. 2014).

Nároky na fosfor jsou však jako u ostatních plodin produkujících velké množství bílkovin a tuků vysoké. Dostatečná výživa fosforem vede k intenzivnějšímu zakořenění, vegetativnímu růstu, správnému nasazení květních pupenů a tvorbě semen s vysokou nutriční hodnotou (Baranyk et al. 2010). Mižík (2020) doporučuje aplikaci fosforečných hnojiv již na podzim při zpracování půdy. Jarní hnojení fosforem se využívá jen na půdách s nízkým pH, aby nedocházelo k reakci s kationty hliníku a železa za vzniku nerozpustných sloučenin.

Zásobení půd draslíkem je pro sóju též velmi důležité (Baranyk et al. 2010). Na některých půdách se však vyskytuje dostatek draslíku, a tak k hnojení touto živinou musí pěstitel přistupovat s rozvahou (Žák et al. 2014). V nadměrném množství draslík interaguje s hořčíkem, který se stává pro rostliny méně přístupný (Mižík 2020).

Sója vyhovuje pH půdy 6,5 – 7 a přímo nesnáší alkalickou reakci půdy. I přesto se doporučuje vápnit již k předplodině (Moudrý et al. 2011). Sója se vyznačuje i citlivostí na nedostatek síry. Dále se doporučuje dodání mikroelementů B, Zn, Mo, Mn a Co, které se pozitivně odráží v tvorbě hlízek a zvýšení nasazení prvních lusků od povrchu půdy (Baranyk et al. 2010).

3.5.5 Sklizeň

Podle Žáka et al. (2014) patří sklizeň sóji z hlediska pracovního a organizačního k nejnáročnějším fázím pěstování sóji. Je ovlivněna technologií sklizně, stavem a zralostí porostu a lusků na rostlině, délkou sklizně, použitých strojích a jejich nastavení a povětrnostními podmínkami. Špatný průběh sklizně může mít za následek ztrátu až 1 t/ha (Houba et al. 2009).

Odrůdy u nás pěstované, pokud se porost správně založí, dozrávají naráz. Při dozrávání nejprve porost žloutne a listy začnou opadávat. Po opadu listů prochází porostem více slunečního záření a semena tak mohou v luscích vyschnout (Podrábský 2002).

Sklizeň probíhá od poloviny září až do poloviny října. Nejprve dozrávají velmi rané odrůdy, rané jsou zralé nejdříve až ve třetí dekádě září. Boby se sklízají, jakmile semena v luskách začnou chrastit po zaklepaní rostlinou. Ideální vlhkost semen ke sklizni je mezi 14 – 15 % (Průša 2022).

Pro sklizeň se doporučuje používat sklízecí mlátičky s úzkými lištami, u kterých dochází k menším sklizňovým ztrátám způsobených nerovnostmi terénu, nebo s flexibilními lištami, jež dokáží kosit nízko nad zemí (Podrábský 2002). Rychlost pojezdu by měla být nejlépe 4 km/h, při vyšší rychlosti může docházet k hrnutí porostu, a naopak při pomalé k luštění lusků a vypadávání semen před lištu na zem. Dále se musí dbát na minimalizaci mechanického poškození semen (Houba et al. 2009). Na jejich kvalitu má vliv nastavení otáček bubny (ideálně 450 – 500 otáček za minutu), správná mezera mezi košem a mláticím bubnem na vstupu (30 mm) a výstupu (20 mm). Po 50 – 100 metrech by se měla provést kontrola tohoto nastavení (Moudrý et al. 2011).

Po sklizni se semena musí ihned vyčistit. Při ideální vlhkosti se skladují za aktivního větrání, při vyšší vlhkosti je nutné sójové boby dosušit uměle (Podrábský 2002).

3.6 Škodliví činitelé v porostech sóji luštinaté

3.6.1 Ochrana proti plevelům

Plevele představují nejvýznamnější škodlivý činitel v porostech sóji. Největší tlak plevelů je zejména na začátku vegetace z důvodu pomalého počátečního růstu a ke konci vegetačního období, kdy sója před dozráním shazuje listy (Podrábský 2001).

Mezi ekologické metody ochrany sóji vůči plevelům řadíme především vhodný osevní postup, kvalitní předset'ovou přípravu půdy s následným vláčením nebo plečkováním porostu. Aby však sója byla při mechanické regulaci plevelů ekonomicky rentabilní, musí být zajištěny vyšší výkupní ceny (Štranc 2020).

Konvenční systém regulace je podobný jako u ostatních luskovin. V první řadě je důležité plevele správně regulovat již u předplodiny, kdy by se pěstitel měl zaměřit především na vytrvalé plevele jako je pcháč rolní, pýr plazivý a další. S ohledem na pozdější termín setí lze využít aplikaci totálních herbicidů před zasetím sóji, která likviduje jak jednoleté plevele, tak i ty vytrvalé (Kazda et al. 2010). Základním ošetřením konvenčně pěstované sóji je především aplikace preemergentních herbicidů. Postemergentní aplikace herbicidů už slouží spíše k opravě a je vhodná jen na určité spektrum plevelů (Štranc 2021). Výběr vhodných herbicidů není však příliš jednoduchý, jelikož řada vhodných a účinných přípravků a jejich kombinací nemá v ČR registraci. Dále také záleží na plevelném spektru stanoviště a možném riziku fytotoxického účinku herbicidů vůči rostlinám sóji (Štranc 2020).

3.6.2 Škůdci

V porostech sóji lze nalézt více než 300 druhů hmyzu, z nichž statusu škůdce dosahuje jen málo z nich. Při jejich výskytu však může docházet až k 25% snížení výnosu (Gaur & Mogalapu 2018). Ztráty na výnose až 50 % způsobuje ve světě mšice sójová, u které je hlavním nebezpečím přenos virových chorob (Diaz – Montano et al. 2007).

V České republice nebývá sója poškozována specifickými škůdci. Během vzcházení ji ohrožují polyfágní škůdci drátovci, osenice nebo ponravy chroustů. Významnějšími škůdci jsou ale spíše ptáci a hlodavci, kteří způsobují škody hlavně na malých plochách na klíčících semenech nebo vzcházejících rostlinách. Za nejzávažnějšího škůdce se považuje roztoč sviluška chmelová (Kazda et al. 2010).

3.6.2.1 Sviluška chmelová

Sviluška se vyskytuje především za teplého a suchého počasí v řídkých porostech, kde ji nalezneme sít na spodních stranách listů (Baranyk et al. 2010). Jejím sáním se na listech objevují žluté až načervenalé skvrny a následně se listy svinují a hnědnou. Spodní strana je pokryta jemnými vlákny (Lahola et al. 1990). Napadené porosty méně nasazují a předčasně dozrávají, semena mají menší HTS a často i svraštělý tvar (Seidenglanz et al. 2020). Zimu přežívá pouze samička, která poté klade vajíčka taktéž na spodní stranu listu. Na rostlinách následně škodí všechna vývojová stádia tohoto roztoče (Kazda et al. 2010).

V ČR zatím není stanoven prahový výskyt, v jihoevropských státech se ale tyto hodnoty pohybují v rozmezí 3 – 10 pohyblivých stádií na list. Ošetření se nejlépe provádí při počátku napadení, tedy ještě před objevením typických příznaků poškození. Při včasné prohlídce většinou stačí provést aplikaci insekticidu na okraji porostu (Seidenglanz et al. 2020).

3.6.2.2 Babočka bodláková

Tento motýl přelétává přes naše území ze severní Afriky dále na sever. Pokud během tahu přelétávají nad pozemkem se sójou, samičky do něj nakladou vajíčka (Seidenglanz et al. 2020). Porosty sóji jsou následně poškozovány žírem housenek (Kazda et al. 2010). Nebezpečný výskyt představuje 8 – 10 housenek/m², nicméně ten se na našich polích objevuje jen po populačně silných tazích, které se většinou opakují po různém počtu let. Do porostů sóji není na babočku registrován žádný insekticid, ale běžné insekticidy na její housenky spolehlivě působí (Seidenglanz et al. 2020).

3.6.2.3 Listopas čárkovaný

Od dubna se lze na luskovinách setkat s listopasem čárkovaným. Dospělci poškozují vzcházející rostliny bočním žírem na listech, který může vést až k úbytku rostlin v porostu (Kazda et al. 2010). Larvy vyžírají hlízky na kořenech. Dospělí jedinci přezimují v půdě a na jaře vyhledávají vhodné hostitelské rostliny (Krobotová 2023). Před svým přesunem do zimovišť způsobuje nová generace listopasů viditelné, ale hospodářsky málo významné, škody na dozrávající sóje (Seidenglanz et al. 2020).

3.6.2.4 Kyjatka hrachová

Kyjatka hrachová se řadí mezi škůdce, kteří mohou značně ovlivnit výnos (Krobotová 2023). Larvy a dospělci porosty poškozují sáním ve velkých koloniích od konce května do konce září. Zároveň jde o významného přenašeče viróz (Kazda et al. 2010). Zimu přečkává ve formě vajíčka na víceletých pícninách, odkud po vylíhnutí migrují na jednoleté luskoviny (Krobotová 2023).

3.6.3 Choroby

V celém světě se na sóje vyskytuje přes 100 druhů patogenů, hospodářský význam má 20 z nich. U nás se zatím fungicidní ochraně nevěnuje taková pozornost i přesto, že se každý rok četnost chorob zvyšuje (Mižík 2017).

3.6.3.1 Virová mozaika sóji

Virová mozaika ovlivňuje růst rostlin, které se zdají být zakrnělé. Typicky se projevuje kroucením listů a výskytem tmavých a světlých ploch na listu. Na semenech se mohou objevovat tmavé skvrny, které se rozbíhají od pupku (Krobotová 2023). Virus se přenáší osivem. Když z takového osiva rostliny vyrostou, stávají se zdrojem další infekce, která je přenášena jak pomocí hmyzích vektorů, tak i mechanicky (Mižík 2017).

3.6.3.2 Bakteriální spála sóji

Bakterie *Pseudomonas glycinea*, které toto onemocnění způsobují, přezimují v posklizňových zbytcích nebo v infikovaném osivu, odkud se vodou nebo větrem šíří na sóju (Mižík 2017). Choroba většinou neovlivňuje výnos, jelikož se vyskytuje na počátku růstu a rostliny jsou schopny ztrátu fotosyntetické plochy kompenzovat (Krobotová 2023). Spála sóji se projevuje nejprve malými žlutými skvrnami na listech, které postupem času hnědnou a následně opadávají (Baranyk et al. 2010). Predispozice pro rozvoj onemocnění nastává při chladnějším a vlhkém počasí, za teplého a suchého se zastavuje. U nás se choroba nejčastěji vyskytuje v červnu a červenci (Mižík 2017).

3.6.3.3 Plíseň sóji

Původcem této choroby je *Perenospora manshurica*, která může být jednou z příčin odumírání klíčnic rostlin (Kazda et al. 2010). Onemocnění se hlavně projevuje na listech mladých rostlin, kde se objevují nejprve světle zelené skvrny s tmavým okrajem a chlorotickým leškem. Ze spodu listu se vytváří šedý povlak, listy hnědnou, až nekrotizují. Plíseň se může dostat až do lusků, kde tvoří mycelia (Baranyk et al. 2010).

Patogen v semenech a půdě přežívá několik let. Příznaky napadení se projevují za vlhkého a teplého počasí. Její výskyt (četnost a intenzita) závisí na konkrétní lokalitě a průběhu teplot a množství srážek (Kazda et al. 2010). Ochrana proti této chorobě dle Podrábského (2001) spočívá v moření osiva, pěstování odolných odrůd a zaorání napadených zbytků.

3.6.3.4 Septoriová skvrnitost sóji

Houba *Septoria glycines* je příčinou hnědé skvrnitosti listů a lusků. Nepravidelné skvrny jsou zpočátku žluté, poté hnědnou (Baranyk et al. 2010).

3.6.3.5 Bíla hniloba sóje

Toto onemocnění, které způsobuje *Sclerotinia sclerotiorum*, patří k nejzávažnějším chorobám sóji (Willbur et al. 2019). Infekce se nejprve projevuje světle hnědými až šedými skvrnami na stonku ve výšce několika centimetrů nad povrchem půdy. Následně měkne pletivo, odpadává pokožka, a nakonec dochází k předčasnému odumření rostlin. V napadených rostlinách se tvoří bílé mycelium, jež se šíří do stonků a lusků (Mižík 2017).

Ochrana proti této chorobě spočívá v dodržování osevního postupu s velkými odstupy od slunečnice, řepky a dalších plodin, které patogen přenáší (Baranyk et al. 2010). Sklerocie totiž dokážou v půdě přežít řadu let (Willbur et al. 2019).

Vyšší náchylnost rostlin k tomuto patogenu způsobuje přebytek dusíku, naopak lepší odolnost sóji vůči *Sclerotinii* zvyšuje dostatek vápníku (Mižík 2020).

3.6.3.6 Fomová skvrnitost sóje

Škodlivost této choroby spočívá v tom, že způsobuje růstové a vývojové deprese, zhoršuje kvalitu produkce a infikuje další semena (Krobotová 2023). U semen snižuje klíčivost (Mižík 2017).

3.6.3.7 Fuzariózy sóji

Rostliny sóji napadají *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium culmorum* a další druhy rodu *Fusarium* (Mižík 2017). *Fusarium oxysporum* je v suchých a teplých letech příčinou vadnutí sóji, které redukuje výnos až o 60 % (Lahola et al. 1990). Onemocnění se projevuje infekcí šířící se z kořenů cévními svazky směrem vzhůru (Baranyk et al. 2010). Rozvoj této choroby stimuluje převaha amoniakální formy dusíku v půdě, a naopak nitrátová forma intenzitu napadení snižuje (Mižík 2020). *Fusarium solani* a *Fusarium culmorum* napadají klíčící semena a rostliny v brzkých růstových fázích (Mižík 2017).

3.6.3.8 Antraknózy sóji

Původce choroby *Glomerella glycines* způsobuje padání klíčících rostlin anebo odumírání rostlin v brzkých růstových fázích (Mižík 2017).

3.6.3.9 Kořenová spála

Rhizoctonia solani se řadí k saprofytům, kteří přežívají ve formě sklerocií nebo mycelií na posklizňových zbytcích. Infekce se začíná projevovat na hypokotylu a kořeni, kde vznikají tmavé skvrny. Většina rostlin odumírá ještě před vzejitím. Ochrana spočívá ve fungicidním moření a dodržování osevního postupu (Mižík 2017).

3.6.3.10 Padání klíčnicích rostlin

Původcem choroby je patogen *Pythium*, který rostliny napadá před a po vzejití (Mižík 2017). Dalšími půdními houbami, způsobujícími značné ztráty ve fázi vzcházení, jsou *Phytophthora*, *Verticillium* a *Corynespora* (Lahola et al. 1990).

3.7 Ošetření osiva

Základním stavebním kamenem pro dosažení vysoké a kvalitní produkce sóji je zdravý a dobře vyvinutý kořenový systém s velkým množstvím hlízek se symbiotickými bakteriemi, které poutají vzdušný dusík. Důležitým předpokladem pro vytvoření kvalitní kořenové hmoty je zdravé a vitální osivo (Procházka et al. 2020). Proto je vhodné osivo sóji namořit látkami s antifungálním účinkem, které zajistí dobrý zdravotní stav porostu v počátečních fázích vývoje (Procházka et al. 2021).

3.7.1 Inokulace osiva

Pod pojmem inokulace osiva se ukrývá očkování semen sóji bakteriemi *Bradyrhizobium japonicum*. Tento kmen bakterií se na rozdíl například od hlízkových bakterií hrachu v našich půdách přirozeně nevyskytuje, a proto je nutné ho do půdy dostat uměle (Podrábský 2002). Pokud neproběhne inokulace osiva, sója se musí hnojit dusíkem stejně, jako ostatní nebobovité plodiny. Dávky pak dosahují rozmezí 60 – 100 kg/ha (Žák et al. 2014).

Dle Štrance et al. (2005a) by měl vhodný inokulant obsahovat specifické bakterie pro sóju, jelikož u této plodiny je druhová specifikace nejvýraznější ze všech pěstovaných luskovin. Dále bakterie v něm použité musí vykazovat vysokou virulenci, tedy schopnost rychle pronikat do kořenů a tvořit hlízky, a účinnost, která představuje co největší fixaci množství dusíku ze vzduchu.

Osivo by dle Žáka et al. (2014) bylo nejvhodnější inokulovat přímo až v secím stroji, nicméně se doporučuje osivo očkovat maximálně 24 hodin před výsevem, protože inokulant ztrácí účinnost a proces je nutné opakovat. Ošetřená semena nesmí přijít do styku se slunečním zářením, které ničí aplikované hlízkové bakterie.

Nutnost inokulace se udává především v případech, kdy se sója na pozemku ještě nikdy nevyskytovala nebo se zde pěstovala před více než tři až pěti lety, dále pokud v předchozím roce na místě výsevu dávala malý výnos, také na slabě humózních půdách v aridních podmínkách a na špatně odvodněných a kyselých půdních blocích (Štranc et al. 2005a).

Goos et al. (2001) zkoušeli inokulovat již osivo předplodiny, aby tak napomohli ještě více zlepšit nodulaci u následně vyseté inokulované sóji. Takto založený porost sóji tvořil více hlízek v porovnání s pouhou inokulací až u osiva sóji.

V provozním pokusu byl využit přípravek Nitrazon humi – sója. Svým vlivem vyvolává na kořenech sóji tvorbu hlízek a podporuje fixaci vzdušného dusíku, neboť obsahuje kultury hlízkových bakterií specifických pro sóju (FARMA ŽIRO 2023).

3.7.2 Přírodní látky

Koncentrované přírodní rostlinné látky s obsahem těkavých aromatických sloučenin nazýváme vonné silice (Baser & Buchbauer 2015). Od středověku se řada esenciálních olejů hojně využívá pro své baktericidní, virucidní, fungicidní, insekticidní a léčebné účinky. V dnešní době se používají především ve farmaceutickém, hygienickém, kosmetickém, zemědělském a potravinářském průmyslu (Bakkali et al. 2007).

Éterické oleje rostliny produkují ve speciálních buňkách nebo pletivech, které se typicky vyskytují v určitém orgánu. Nalezneme je třeba ve stoncích, listech, květech, ale i v oddencích a žláznatých trichomech. Z celé rostlinné říše zabírají aromatické rostliny přibližně 5 % a k extrakci silic lze potenciálně využít jedna třetina čeledí (Lawrencet 2001).

Biologické pesticidy s obsahem přírodních látek představují v dnešní době alternativu ke konvenčně vyráběným syntetickým přípravkům (Chengala & Singh 2017). Probasco et al. (2012) uvádí, že biologické přípravky se považují za méně účinné ve srovnání s chemickými, avšak používání obou z nich má své plusy i mínusy. Konvenční přípravky vykazují lepší ochranu rostlin před škodícími organismy, ale mají vyšší toxicitu, která představuje zátěž pro životní prostředí. Biologické preparáty mají tuto charakteristiku přesně naopak.

K významnějšímu používání biologických přípravků v ochraně rostlin by se mohlo přispět novými poznatky o komplexnosti účinných látek, které aromatické rostliny produkují (Chengala & Singh 2017).

3.7.2.1 Terpeny z pryskyřic jehličnatých stromů

Přípravkem, který v rámci provozního pokusu prezentoval tyto přírodní látky, byl přípravek Agrovital s účinnou látkou pinolen (Agromanuál 2023). Pinolen (di-1-p-methene) je emulgovaný terpenický polymer s fungicidními účinky, který se získává destilací pryskyřic jehličnatých stromů (Di Vaio et al. 2020). Tyto pryskyřice dle Kosteckas et al. (2009) neobsahují žádné ekologicky nežádoucí chemické sloučeniny, které by mohly být jedovaté nebo jinak škodlivé pro životní prostředí. Proto při jejich používání pro výrobu potravin, krmiv, kosmetiky a dalších produktů nehrozí žádné nebezpečí.

Pinolen byl součástí studie El-Sayed (1991), kdy byl použit ve formě postřiku na rostliny fazole. V rámci této analýzy se potvrdil jeho vliv na zdravotní stav rostlin, výšku rostlin a výnos.

3.7.2.2 Terpeny z pomerančovníků

Citrusy ve svých listech, plodech a květech obsahují řadu aromatických a biologicky aktivních látek. Jedná se především o terpenoidy, v nichž je nejvíce zastoupený limonen. Tyto terpeny mají antimikrobiální a antifungální účinky (Pavela 2011).

Pomerančové silice nalezneme v oválných váčcích slupek plodů nebo v barevných částech kůry. Skládají se z cca 90 % D-limonemu a seskviterpenů. Jejich složení ovlivňuje ročník, oblast a odrůda (Ünal et al. 2012). Limonen patří mezi terpeny, při pokojové teplotě jde o čirou kapalinu se silnou citrusovou vůní. Je nerozpustný ve vodě, ale dobře rozpustný v alkoholech (Pavela 2011).

Antifungální efekt pomerančových olejů byl prokázán Velazquez-Nunezem et al. (2013). Silice vedly k potlačení houby *Aspergillus flavus* už při koncentraci 8 g pomerančových silic na 1 litr postřiku. Viuda-Martosem et al. (2008) ve své studii také potvrdili tento efekt, který byl testován na plísních *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* a *Penicillium chrysogenum*.

V této práci zkoušený přípravek s obsahem 4,2 % extraktu z pomerančového oleje byl Wetcit (Pobozniak et al. 2016). Tento preparát se využívá jako adjuvant přidávaný do tank-mixů jako smáčedlo (Procházka et al. 2022a).

3.7.2.3 Výtažky z mořských řas

Mořské řasy patří do skupiny fotosyntetizujících organismů. V přírodě plní řadu důležitých funkcí, například slouží jako zdroj potravy nebo poskytují úkryt ostatním rostlinám a živočichům. Využívají se v potravinářském průmyslu, k výrobě hnojiv a krmiv, ve farmacii a kosmetice (Hu & Fraser 2016). I přesto, že jejich působení proti bakteriím a houbám nebylo zatím podrobně prozkoumáno, již po staletí je znám jejich antifungální a antibakteriální účinek (Holdt & Kraan 2011).

K výrobě extraktů se nejčastěji užívá řasa *Ascophyllum nodosum* L., která obsahuje řadu biologicky aktivních látek jako jsou cytokyniny, kyselina abcisová, kyselina alginová, vitamíny a stopové prvky (Norrie & Kheatley 2006). Získané extrakty mají stimulační účinek na růst kořenů a vývoj rostlin a podílí se na zvýšení výnosu a kvalitě produkce (Holdt & Kraan 2011).

Výtažky z řas mohou pomoci u některých plodin zabránit šíření nemocí a být tak účinnou alternativou ke konvenčním přípravkům. Řasové extrakty u rostlin působí například jako biostimulanty nebo stimulatory obranných mechanismů (Righini et al. 2018). Khan et al. (2009) potvrdili, že fytohormony obsažené v mořských řasách mají vliv na obranyschopnost rostlin a na vyšší obsah chlorofylu v listech. Jayamaran et al. (2011) ve své studii uvádí, že extrakt z *Ascophyllum nodosum* potlačuje infekce houbovými chorobami a jeho účinnost dosahovala průměrně 85 %.

Pro polní pokus vybraný přípravek Alginure obsahuje výtažky z mořských řas rodu *Ascophyllum nodosum* a *Laminaria* sp., rostlinné aminokyseliny, draselné soli kyseliny fosforečné a fosforité a další účinné látky (algináty, laminariny, cytokininy, proteiny, betainy, sacharidy a hormony). Přípravek po aplikaci zvyšuje koncentraci fytoalexinů a mnoha dalších podpůrných látek v rostlině, což vede k posílení obranyschopnosti rostlin vůči patogenům (Procházka et al. 2023). Přímý antifungální efekt preparátu ověřili Jankura et al. (2015), kdy byl Alginure použit proti chorobě *Fusarium oxysporum*.

3.7.3 Chemické ošetření osiva

Fungicidní ošetření osiva sóji v České republice představuje velký problém z hlediska legislativy (Procházka et al. 2023). Pro ošetření osiva sóji je dle Registru přípravků rostlin určen pouze přípravek Prepper s účinnou látkou fludioxonyl 25 g/l. Osivo se jím moří proti fuzariózám a antraknóze, avšak pouze do porostů sóji určených pro sklizeň sóji jako luskové zeleniny. Používání tohoto přípravku končí 31. 10. 2024 (ÚKZUZ 2023).

Jako vhodné fungicidní moření semen sóji se vždy jevil Maxim XL 035 FS, avšak do porostu sóji nikdy nebyl registrován (Procházka et al. 2022b). Do 26. 5. 2023 je mimořádně

povolen pro moření proti houbovým chorobám do fazolu na zrno, čiroku, bobu, lupiny a hrachu. Maxim XL 035 FS obsahuje dvě účinné látky, fludioxonyl 25 g/l a metalaxyl-M 9,69 g/l.

Fludioxonyl patří do skupiny fenylpyrrolů. Jedná se o širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem, který je částečně přijímán semeny a omezeně translokován do klíčících rostlin. Fludioxonyl se svou charakteristikou a účinkem podobá přírodním antimykotickým látkám, jež jsou produkovány bakteriemi rodu *Pseudomonas*. Tato fungicidní látka působí proti třídám hub *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Deuteromycetes*.

Metalaxyl-M se řadí do skupiny fenylamidů. Jde o systémový fungicid, který semena snadno přijímají a přemísťují do všech částí klíčících rostlin. Jeho účinek je zaměřen proti houbám ze třídy *Oomycetes* (Syngenta 2023).

4 Metodika

Provozní pokus byl proveden během vegetačního období 2022 v pokusné lokalitě Činěves. Realizace pokusu proběhla na běžných provozních plochách konvenčního zemědělství v rámci provozní plochy sóji s použitím místně obvyklé technologie.

4.1 Pokusné stanoviště Činěves

Farma Ondřeje Součka se nachází v obci Činěves na Nymbursku a hospodaří v řepařské výrobní oblasti v nadmořské výšce 190 – 225 m. n. m. na 990 ha půdy. Půdní bloky jsou tvořeny převážně těžkými černozeměmi. Farma se zabývá především pěstováním potravinářské ozimé pšenice na přibližně 400 ha. Dalšími plodinami zastoupenými v osevním postupu jsou řepka ozimá (220 ha), krmný ječmen ozimý (110 ha), sladovnický ječmen jarní (60 ha), pšenice jarní (20 ha), sója luštinatá (65 ha), hrách setý (65 ha) a kukuřice na zrno (30 ha). Zbylých 20 ha tvoří neprodukcční plochy, které se do budoucna rozšíří na 50 ha.

Sója je v podniku využívána především jako přerušovač obilného sledu a slouží jako kvalitní předplodina pro pšenici ozimou s potravinářskou kvalitou.

4.1.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Lokalita: Činěves

Díl půdního bloku: 3404/1

Nadmořská výška: 220,01 m. n. m.

BPEJ: 3.20.01

Klimatický region: teplý, mírně vlhký

Průměrná roční teplota: 8 – 9 °C

Průměrný roční úhrn srážek: 550 – 650 mm

Půdní druh: těžká

Sklonitost: rovina, úplná rovina

Skeletovitost: bezskeletovitá až slabě skeletovitá

Erozní omezení: bez ohrožení

pH: 6,4 – slabě kyselé

Rozbor AZP (2020): P – 39 ppm, K – 318 ppm, Ca – 4488 ppm, Mg – 179 ppm,
S – 13 ppm, B – 1,51 ppm, Fe – 223 ppm, Mn – 51,49 ppm,
Zn – 2,4 ppm, Cu – 2,5 ppm

4.1.2 Agrotechnika

Tabulka č. 1: Agrotechnický postup v Činěvsi v roce 2022

Termín	Druh práce	Poznámka
4. 8. 2021	podmítka	talířový kypřič Farmet Softer PS, hloubka 8 cm
16. 9. 2021	herbicidní ochrana	Touchdown Quattro 3 l/ha (<i>glyphosate</i>) + DASH HC 0,5 l/ha (<i>methylester kys. palmitové a oleové, kys. olejová, polyalkylester kys. fosforečné</i>)
3. 10. 2021	kypření	radličkový kypřič Horsch Terrano 5FX, hloubka 18 cm
30. 10. 2021	kypření	Radličkový kypřič Horsch Terrano 5FX, hloubka 25 cm
21. 4. 2022	hnojení	AMOFOS 0,1 t/ha (12 % N, 52 % P ₂ O ₅)
21. 4. 2022	jarní příprava	Farmet Verso, hloubka 8 cm
23. 4. 2022	setí	Horsch Pronto 6DC, hloubka 4 cm
23. 4. 2022	válení	Cambridge válce
23. 4. 2022	herbicidní ochrana	STOMP 400 SC 2,6 l/ha (<i>pendimethalin</i>)
19. 5. 2022	herbicidní ochrana	PULSAR 40 1.25 l/ha (<i>imazamox</i>)
3. 6. 2022	herbicidní ochrana	BASAGRAN 2 l/ha (<i>bentazone</i>)
6. 10. 2022	sklizeň	Claas Lexion 550 + Class Vario 750



Obrázek č. 2: Plnění secího stroje pokusným osivem (autor: Ondřej Souček)



Obrázek č. 3: Zakládání porostu sóji v Činěvsi 23. 4. 2022



Obrázek č. 4: Sklizeň pokusných variant v Činěvsi 6. 10. 2022 (autor: Pavel Procházka)



Obrázek č. 5: Sklízecí mlátička Class Lexion 550 při sklizni pokusu 6. 10. 2022 (autor: Pavel Procházka)



Obrázek č. 6: Odběr vzorků semen po sklizni (autor: Pavel Procházka)

4.2 Průběh počasí

4.2.1 Průběh počasí v pěstitelském roce 2021/2022

V říjnu 2021 se teploty na území ČR pohybovaly v normálu. Začátkem měsíce byly nad normálem, poté výrazně klesly. Srážkově jednalo o měsíc podnormální s průměrným úhrnem 19 mm (44 % normálu). Listopad byl teplotně i srážkově normální. Průměrná měsíční teplota vzduchu byla 3,6 °C a průměrný úhrn srážek činil 44 mm, což představovalo 90 % normálu (Volf & Zeman 2022).

Zima, tedy měsíce prosinec 2021 až únor 2022, patřila k čtvrté až páté nejteplejší za posledních šedesát let. Průměrná teplota vzduchu byla 1,3 °C, což je o 2 °C více oproti normálu. Srážkově byla zima na 95 % normálu.

Březen 2022 byl teplotně normální, nikoliv však srážkově. Celkový měsíční úhrn představoval pouze 35 % normálu (16 mm). Tento měsíc se také vyznačoval velmi nízkou relativní vlhkostí vzduchu. V dubnu se teploty pohybovaly silně pod normálem a srážky na normálu. Průměrná teplota vzduchu byla 6,4 °C (o 2,1 °C méně než normál) a srážky dosáhly 108 % normálu, kdy spadlo 42 mm. Průběh počasí nenutil pěstitele sóji k jejímu časnému výsevu, proto byla řada porostů zakládána až koncem měsíce. Květen lze hodnotit teplotně nadnormálně (14,3 °C, o 1,2 °C nad normálem) a srážkově normální (50 mm, 71 % normálu).

Během června se teploty pohybovaly silně nad normálem, o 2,2 °C. Srážky byly nadnormální, celkem spadlo 101 mm (123 % normálu). Sójové porosty se na konci měsíce nacházely v dobrém až velmi dobrém stavu. Červenec lze hodnotit jako srážkově i teplotně

normální. Teplota byla průměrně 18,6 °C a měsíční úhrn srážek činil 62 mm. Srpen se vyznačoval teplotami nad normálem (19,1 °C) a normálním úhrnem srážek (115 % normálu). Počasí v průběhu srpna pomáhalo silnému výskytu svilušky chmelové.

V září se teploty pohybovaly na normálu, kdy teplota vzduchu byla 12 °C, tedy o 1 °C méně, než je normál. Srážkově šlo o nadnormální měsíc s průměrným úhrnem 80 mm (133 % normálu). Vlhké počasí zkomplikovalo sklizeň porostů sóji a na řadě míst ji odsunulo až na počátek října (Štranc et al. 2022).

4.2.2 Průběh teplot a srážek na pokusném stanovišti

Průměrné měsíční teploty a celkové měsíční úhrny srážek na pokusném stanovišti jsou shrnuty v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Průběh teplot a srážek v Činěvsi v roce 2022

měsíc	průměrná teplota (°C)	celkové srážky (mm)
duben	7,0	39,0
květen	15,8	43,0
červen	21,7	95,9
červenec	20,1	62,8
srpen	21,2	61,9
září	13,0	51,7
říjen	11,7	31,8

zdroj: Zemědělská společnost Sloveč a. s.

4.3 Průběh pokusu

4.3.1 Informace k založení pokusu

Odrůda: Abaca (velmi raný typ)

Množství semen/ha: 650 tis. klíčivých semen

Výsevek: 138 kg/ha

Výsev: 23. 4. 2022

4.3.2 Použití vybraných látek s fungicidním účinkem

Tento provozní pokus zahrnoval 6 variant o šířce 6 m. Tři varianty (varianta 1,3 a 5) odpovídaly rozloze 0,1716 ha a tři (varianta 2,4 a 6) výměře 0,114 ha. Boční izolační mezera mezi variantami byla 0,3 m a přední a zadní izolační mezera pak činila 0,5 m. Mezi variantami pak byl vyset pruh s postřikovou kolejí, který byl zaset stejným osivem jako zbytek provozní plochy. Schéma pokusu je patrné z tabulky č. 3.

Tabulka č. 3: Schéma pokusných variant

6	postřiková kolej	4	2
5		3	1

Kontrolní varianta (nemořené osivo) a referenční varianta (osivo mořené Maxim XL 035 FS) byly vysety do pokusného bloku společně s variantami mořenými vybranými přírodními látkami. Jednotlivé varianty ošetření osiva jsou podrobně uvedeny v tabulce č. 4. Všechny operace uskutečněné na pokusných plochách byly provedeny obvyklými technologiemi, které se používají v podniku na provozních plochách.

Tabulka č. 4: Dávkování přípravků pro moření osiva sóji

varianta	název přípravku	dávka/koncentrace	Dávka na 25 kg
1	Nemořená kontrola		
2	Nitrazon humi	inokulace 4 l/t	100 ml
3	Nitrazon humi + Agrovital	4 l/t + 1 l/t	100 + 25 ml
4	Nitrazon humi + Wetcit	4 l/t + 1 l/t	100 + 25 ml
5	Nitrazon humi + Alginure	4 l/t + 1 l/t	100 + 25 ml
6	Nitrazon humi + Maxim XL 035 FS	1 l/t	25 ml

4.3.3 Charakteristika přípravků

4.3.3.1 NITRAZON humi – sója

Přípravek Nitrazon humi – sója je očkovací látka, která obsahuje účinné kultury hlízkových bakterií specifických pro sóju. Na rostlinách sóji vyvolává tvorbu hlízek a podporuje fixaci dusíku. Tento přípravek slouží k vlhké inokulaci osiva, kterou je možné provést v jakémkoliv mořícím zařízení nebo přímo v zásobníku secího stroje (FARMA ŽIRO 2023).

4.3.3.2 Agrovital

Dle portálu Agromanuál.cz (2023) jde o pomocnou látku, která se přidává k pesticidům využívaných v polním a lesním hospodářství. Účinná látka pinolen (96 %) na povrchu cílového objektu vytváří jemný elastický film, čímž napomáhá prodloužení účinnosti přípravků obsažených v tank-mixu. Pinolen je emulgovaný terpenický polymer s fungicidními účinky, který se získává destilováním pryskyřic jehličnanů (Procházka et al. 2022b).

4.3.3.3 Wetcit

Řehoř et al. (2018) charakterizují Wetcit jako pomocný přípravek, který obsahuje terpeny z pomerančovníku. Tyto přírodní látky účinkují při regulaci chorob a škůdců. V listech, plodech a květech citrusů se nachází množství aromatických a biologicky aktivních látek (Procházka et al. 2022b).

4.3.3.4 Alginure

Biologický přípravek Alginure, který má preventivní, nikoli přímý vliv na patogen, obsahuje výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny. Rostlinám napomáhá k vyšší odolnosti vůči napadení houbovými chorobami. Po aplikaci dojde v rostlině ke zvýšení hladiny fytoalexinů, PR – proteinů a dalších látek, které pozitivně ovlivňují obranyschopnost proti chorobám (Řehoř et al. 2018).

4.3.3.5 Maxim XL 035 FS

Tento fungicidní přípravek se používá pro moření osiva hrachu, bobu, lupiny, fazolu na zrno a čiroku proti pythiové hnilobě. Obsahuje účinné látky fludioxonyl (25 g/l) a metalaxyl – M (9,69 g/l). Jeho použití je omezeno do 26. 5. 2023 (ÚKZUZ 2023). K moření sóji nebyl nikdy registrován, i když pro to byl vhodný a účinný (Procházka et al. 2022b).

4.3.4 Aplikace přípravků

Moření osiva sóji proběhlo pomocí míchačky na beton na farmě Ondřeje Součka (viz obrázky č. 7 – 9).



*Obrázek č. 7: Dávkování přípravků určených k moření osiva sóji
(autor: Pavel Procházka)*



Obrázek č. 8: Moření osiva pomocí míchačky (autor: Pavel Procházka)



Obrázek č. 9: Detail na aplikaci inokulantu (autor: Pavel Procházka)

4.4 Sledované parametry

- počet vzešlých rostlin
- počet hlízek na rostlinu
- hmotnost sušiny nadzemní biomasy a kořenů (kg/ha)
- výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy (cm)
- počet větví na rostlině
- počet lusků na větvích
- celkový počet lusků na rostlinu
- výnos (t/ha)
- hmotnost tisíce semen (g)
- obsah proteinů (%), obsah vlákniny (%), olejnatost (%)

4.5 Hodnocení sledovaných parametrů

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo v softwaru STATISTICA verze 12.0 (Statsoft, CZ) pomocí Tukeyho HSD testu General Linear Model (GLM ANOVA) při hladině významnosti $p \leq 0,05$.

4.5.1 Hodnocení porostu po vzejití

Po vzejití porostu byly provedeny dva odběry 20. 5. 2022 a 13. 6. 2022. Během prvního i druhého hodnocení bylo odebráno 10 rostlin ve čtyřech opakováních z každé varianty k výpočtu průměrné kořenové a nadzemní biomasy v kg/ha. 13. 6. 2022 se u odebraných rostlin ještě navíc provedlo hodnocení počtu hlíz na kořenech a spočítal se počet rostlin na m².

4.5.2 Před sklizňová inventarizace porostu

20. 8. 2022 proběhla inventarizace porostu, která měla za cíl zhodnotit výnosotvorné parametry. Z každé varianty byl u 10 rostlin ve čtyřech opakováních hodnocen počet větví, počet lusků na větvích a celkový počet lusků na rostlině. U těchto rostlin se ještě navíc změnila výška apikální části nejspodnějšího lusu od povrchu půdy. Tento parametr je důležitý pro následnou sklizeň porostu, jelikož vyšší nasazení spodního lusu předurčuje k menším sklizňovým ztrátám.

4.5.3 Hodnocení sklizně

Sklizeň pokusných variant proběhla 6. 10. 2022 pomocí Claas Lexion 550 a žací lišty Vario 750 určené na sklizeň obilnin viz obrázky č. 4 a č. 5. Navážené množství sklizené sóji bylo následně přepočítáno na 13 % vlhkost semen a byl vypočítán výnos v t/ha.

Dále byly odebrány vzorky ve čtyřech opakováních z každé varianty pro zjištění hmotnosti tisíce semen a kvalitativních parametrů (obrázek č. 6).

HTS se zjišťovala pomocí čítače semen, kdy bylo dvakrát napočítáno 500 semen. Olejnatost, obsah vlákniny a dusíkatých látek proběhlo na NIR spektrofotometru OmegaAnalyzer G od firmy Bruins Instruments.

5 Výsledky

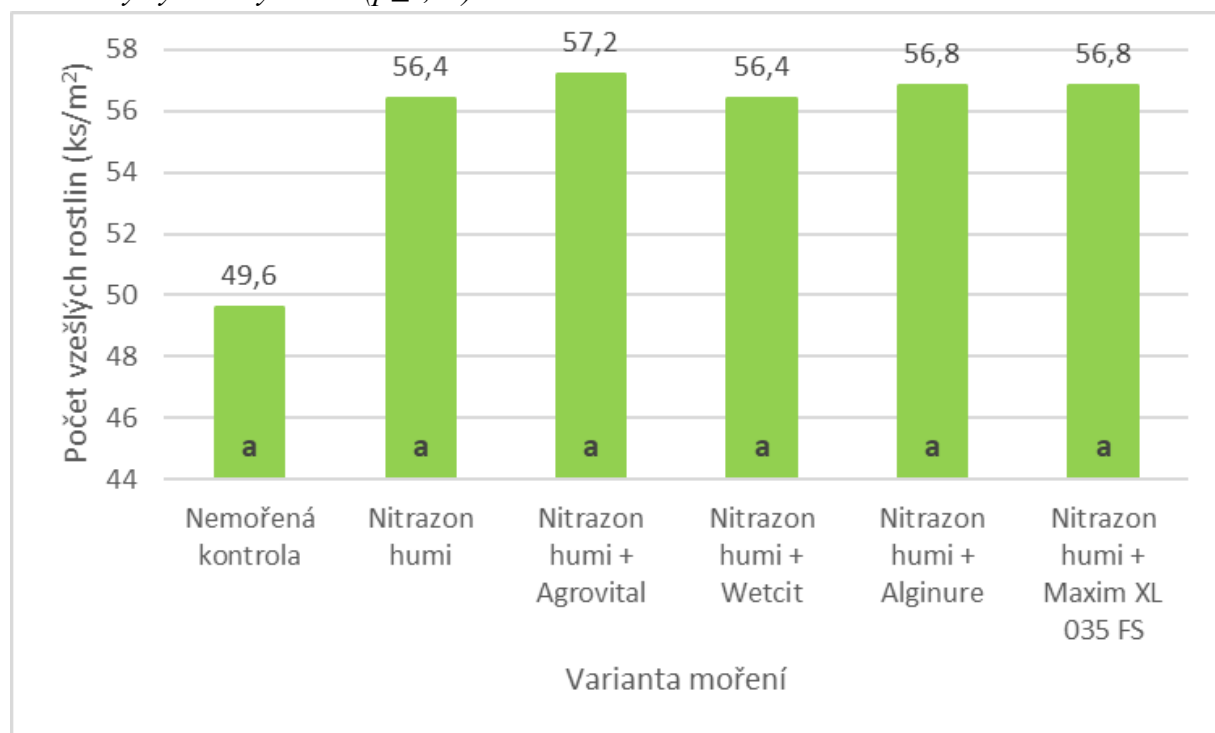
V této diplomové práci byl zkoumán vliv vybraných přírodních látek s antifungálním účinkem, které by mohly pozitivně ovlivnit produkční parametry rostlin sóji luštinaté. V této kapitole jsou podrobně rozebrány výsledky polního pokusu včetně statistického zhodnocení.

5.1 Hodnocení porostu po vzejtí

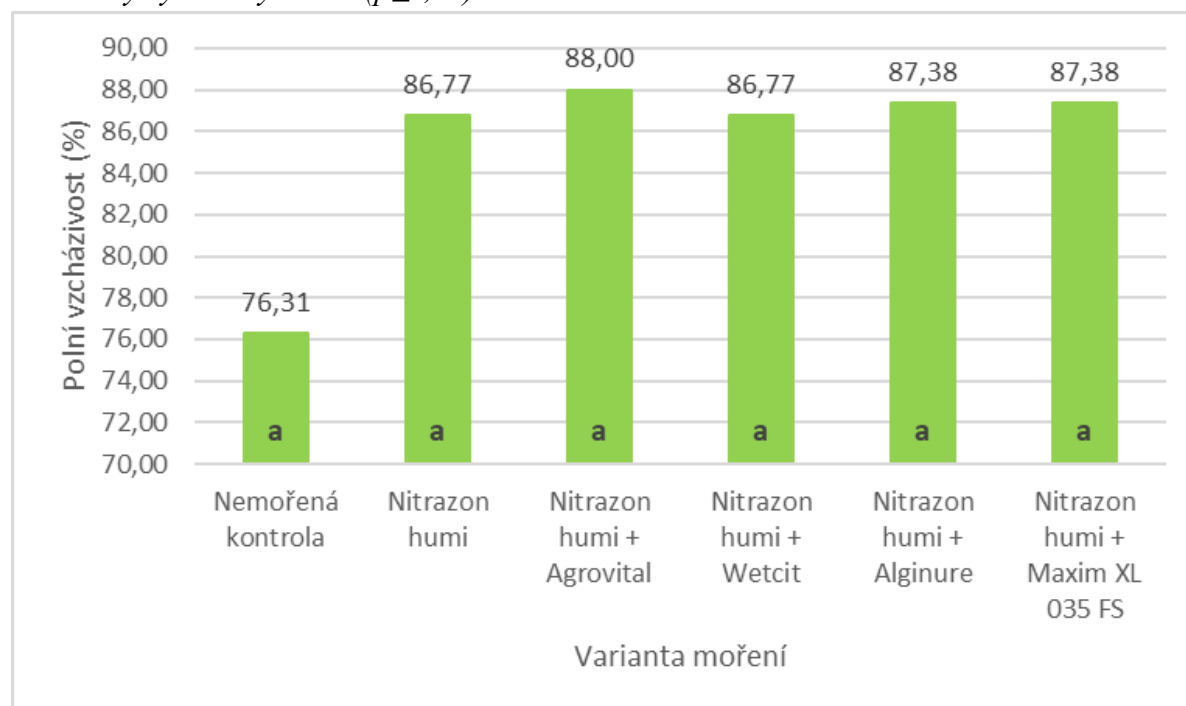
5.1.1 Počet rostlin po vzejtí

Na grafu č. 5 lze vidět počet vzešlých rostlin na m^2 k 13. 6. 2022. Je z něj patrné, že fungicidní moření společně s inokulací i samotná inokulace osiva zajistila vyšší počet rostlin na m^2 . Nejvyšší počet rostlin byl napočítán ve variantě ošetřené přípravkem Agrovital, průměrně 57,2 rostlin/ m^2 , nejnižší pak u neošetřené varianty, 49,6 rostlin/ m^2 . Procentuální vyjádření polní vzházivosti je zobrazeno na grafu č. 6. Rozdíl mezi ošetřenými variantami a variantou bez ošetření je průměrně o 10,95 % ve prospěch ošetřených variant přírodními látkami.

Graf č. 5: Počet vzešlých rostlin na m^2 13. 6. 2022 – mezi variantami se stejným písmenem není statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



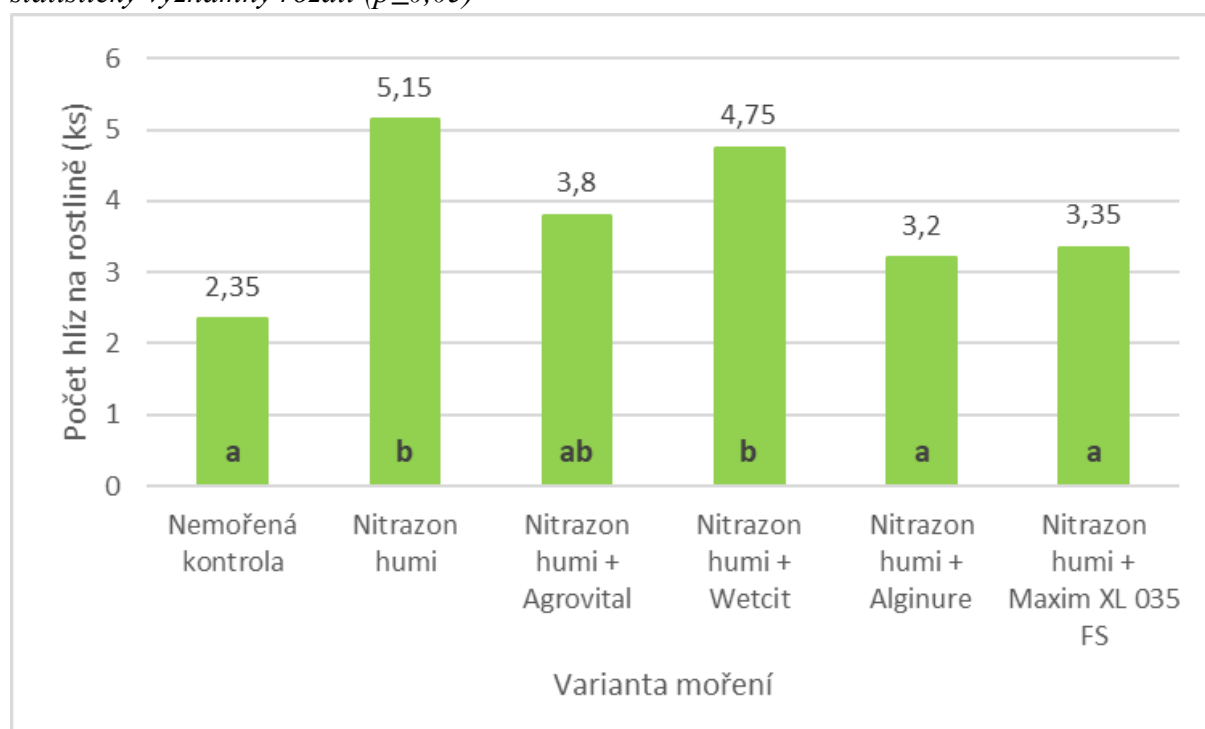
Graf č. 6: Polní vzcházivost porostu 13. 6. 2022 – mezi variantami se stejným písmenem není statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



5.1.2 Počet hlíz na rostlině

Graf č. 7 znázorňuje průměrný počet hlíz na rostlině k datu odběru rostlin 13. 6. 2022. Nejvyšší průměrný počet hlízek na kořenech rostlin byl zaznamenán u inokulované varianty, 5,15 hlízek na rostlinu. Podobně si v našem pokusu vedla varianta ošetřená přípravkem Wetcit (4,75 hlíz na rostlinu) a Agrovital (3,80 hlíz na rostlinu). Mezi těmito variantami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Nejméně hlíz bylo na neošetřené variantě, 2,35 hlíz na rostlinu.

Graf č. 7: Průměrný počet hlíz na rostlině – mezi variantami se stejným písmenem není statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



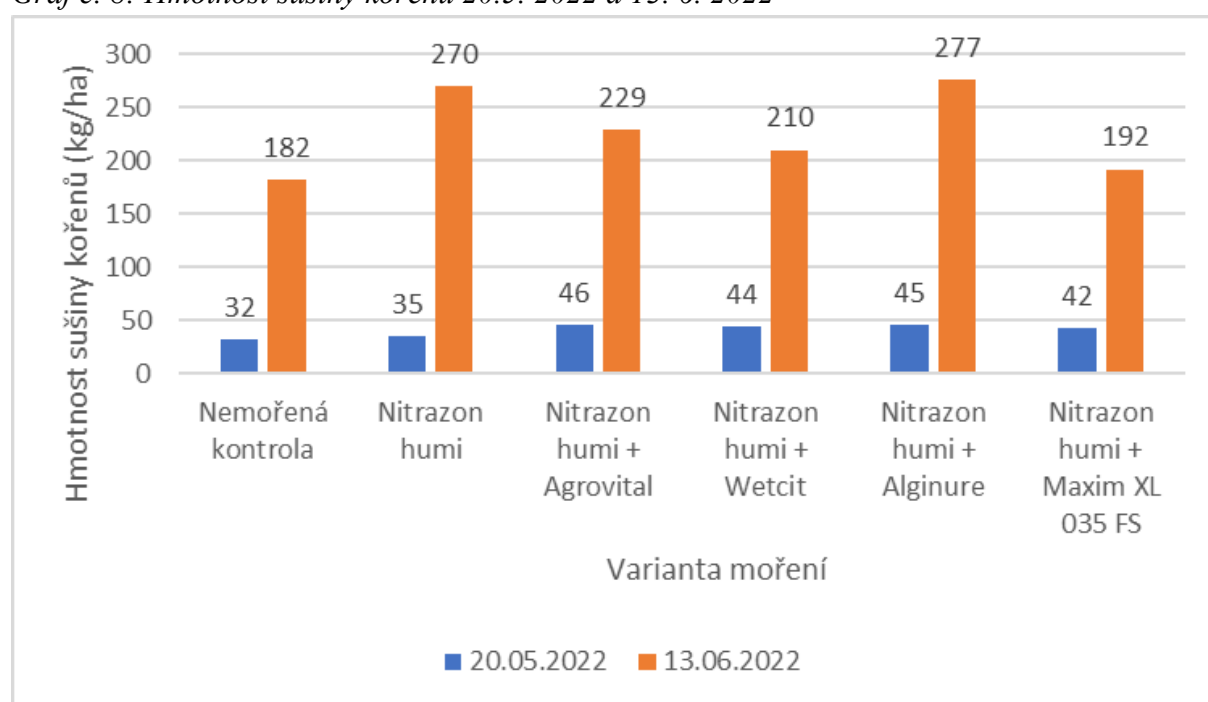
5.1.3 Hmotnost sušiny kořenů

Na grafu č. 8 je vyjádřena průměrná hmotnost sušiny kořenů z odběrů rostlin 20. 5. 2022 a 13. 6. 2022. Při obou odběrech varianty s přírodními látkami vykazovaly průměrně více kořenové hmoty než nemořená kontrola, ale i varianta s konvenčním mořidlem Maxim XL 035 FS.

Nejvíce sušiny ke dni 20. 5. 2022 vytvořila varianta ošetřená látkou Agrovital, 46 kg/ha. Při červnovém odběru vyšla nejlépe varianta namořená přípravkem Alginure, 277 kg/ha. V obou případech nejméně sušiny kořenů vytvořila neošetřená varianta, 32 kg/ha 20. 5. 2022 a 182 kg/ha 13. 6. 2022.

Statistické hodnocení hmotnosti sušiny kořenů shrnuje tabulka č. 5.

Graf č. 8: Hmotnost sušiny kořenů 20.5. 2022 a 13. 6. 2022



Tabulka č. 5: Statistické zhodnocení hmotnosti sušiny kořenů – mezi variantami se stejným písmenem neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

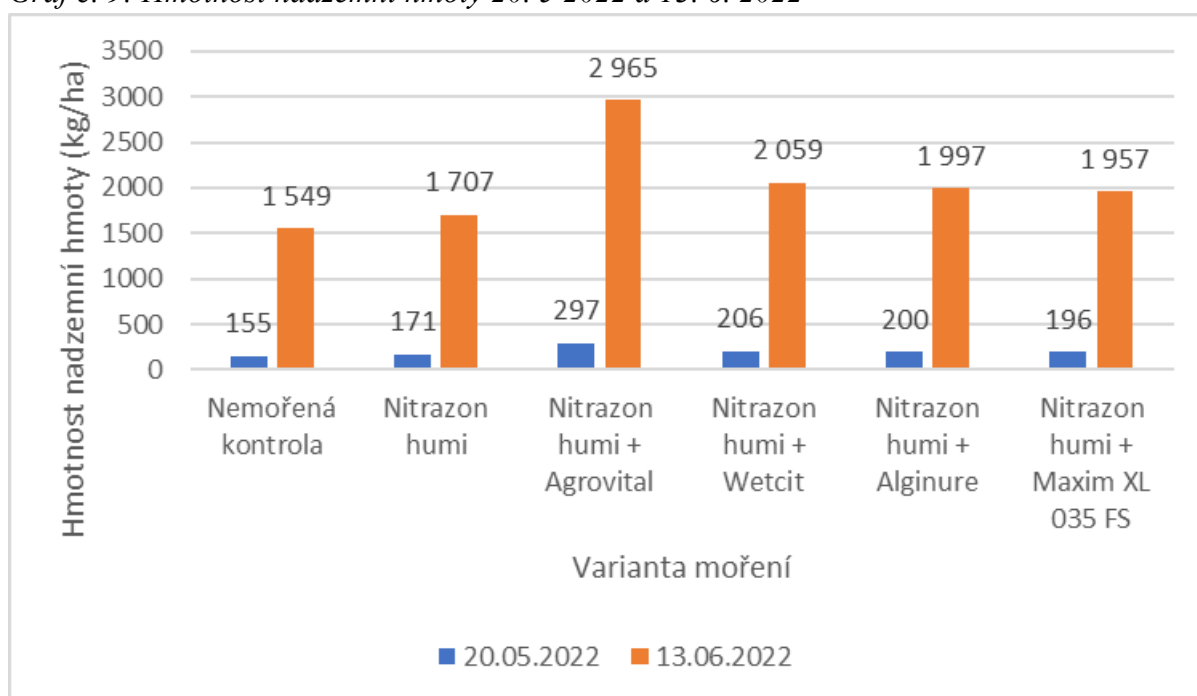
Varianta moření	20. 5. 2022	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)	13. 6. 2022	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
Nemořená kontrola	32,095	c	181,610	a
Nitrazon humi	35,010	bc	270,071	cd
Nitrazon humi + Agrovital	45,596	a	229,172	bd
Nitrazon humi + Wetcit	44,144	a	210,062	ab
Nitrazon humi + Alginure	44,774	a	276,531	c
Nitrazon humi + Maxim XL 035 FS	42,134	ab	191,757	ab

5.1.4 Hmotnost nadzemní hmoty

Graf č. 9 vyjadřuje průměrnou hmotnost nadzemní biomasy k 20. 5. 2022 a 13. 6. 2022. Shodně jako u hmotnosti sušiny kořenů, průměrně nejvíce sušiny vytvořily v obou termínech varianty ošetřené přírodními látkami. Při prvním a druhém odběru bylo nejvíce naváženo ve variantě ošetřené látkou Agrovital, 20. 5. 2022 297 kg/ha a 13. 6. 2022 2965 kg/ha. Nejméně nadzemní biomasy vykazovala varianta bez ošetření, 155 kg/ha při prvním odběru a 1549 kg/ha při druhém odběru.

Statistické hodnocení hmotnosti nadzemní hmoty vyjadřuje tabulka č. 6. Dokládá, že existoval statisticky významný rozdíl varianty ošetřené Agrovitalem a ostatními variantami. Naopak neošetřená varianta neměla statisticky významný rozdíl jen s variantou se samotnou inokulací.

Graf č. 9: Hmotnost nadzemní hmoty 20. 5 2022 a 13. 6. 2022



Tabulka č. 6: Statistické zhodnocení hmotnosti nadzemní biomasy – mezi variantami se stejným písmenem neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

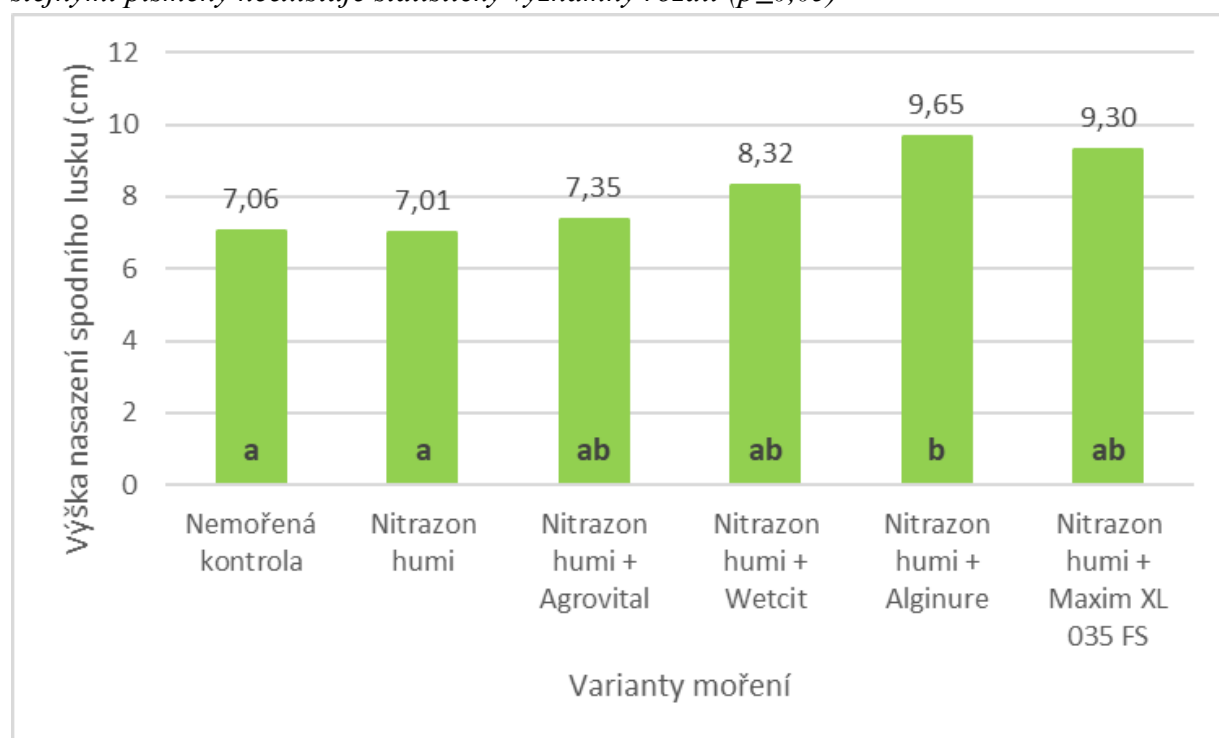
Varianta moření	20.05.2022	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)	13.06.2022	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
Nemořená kontrola	154,93	b	1549,302	b
Nitrazon humi	170,70	ab	1707,000	ab
Nitrazon humi + Agrovital	296,53	c	2965,274	c
Nitrazon humi + Wetcit	205,87	a	2058,748	a
Nitrazon humi + Alginure	199,69	a	1996,896	a
Nitrazon humi + Maxim XL 035 FS	195,68	a	1956,768	a

5.2 Hodnocení porostu před sklizní

5.2.1 Výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy

Důležitým parametrem, který zaručuje co nejjednodušší sklizeň porostů sóji, je výška apikálního konce nejspodnějšího lusku nad povrchem půdy. Z grafu č. 10 vyplývá, že fungicidní moření mělo pozitivní vliv na průměrné nasazení spodního lusku. Mezi těmito variantami neexistuje statisticky významný rozdíl. Průměrně nejvýše byl spodní lusk nasazen u varianty ošetřené přípravkem Alginure, 9,65 cm nad povrchem. Nejnižše posazený lusk byl průměrně naměřen u varianty pouze s inokulantem, 7,01 cm nad povrchem.

Graf č. 10: Výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy – mezi variantami se stejnými písmeny neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

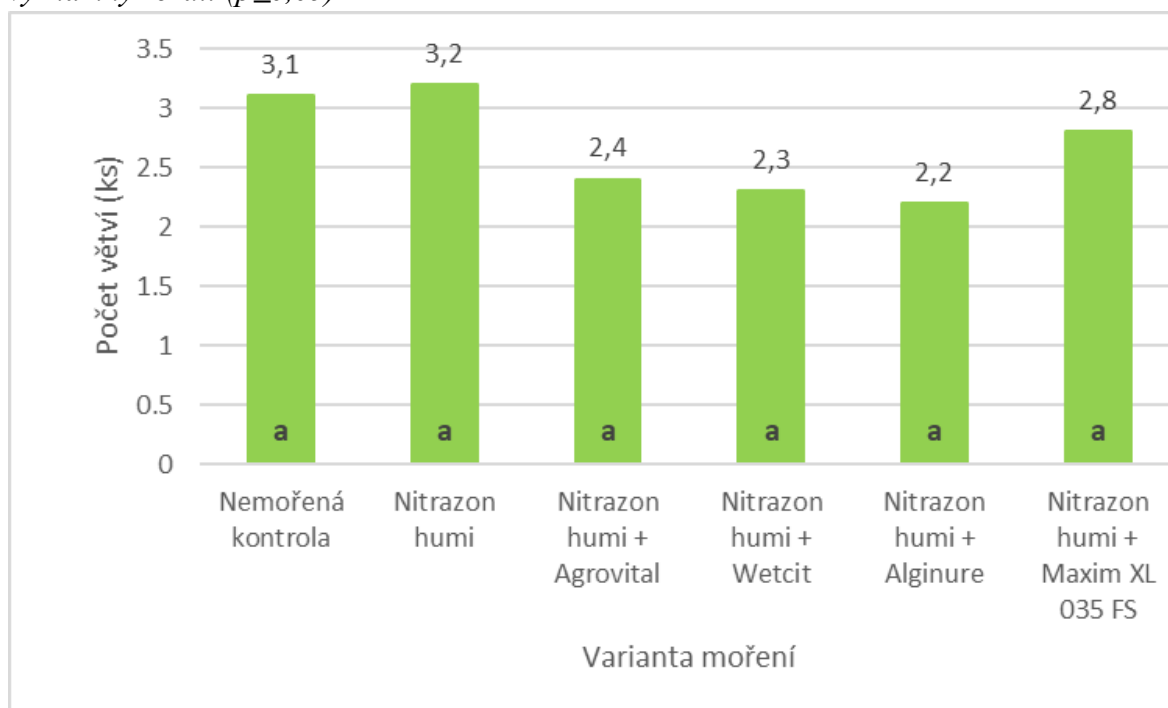


5.2.2 Počet větví na rostlině

Z grafu č. 11 vyplývá, že nejméně větví bylo průměrně napočítáno na variantách ošetřených přírodními látkami. Nejvíce větví bylo průměrně na variantě namořené pouze inokulantem, 3,2 ks/rostlinu. Statistické hodnocení ukazuje, že jakékoliv ošetření nemá vliv na počet větví na rostlině.

Tento parametr se odvíjí od hustoty porostu. Menší počet rostlin na m² způsobuje, že rostliny sájí více větví. Protože se fungicidní ošetření pozitivně projevilo v počtu vzešlých rostlin na m², rostliny namořené přírodními látkami a fungicidním mořidlem Maxim XL 035 FS méně větvily. V obou případech však naměřené hodnoty nevykazovaly statisticky významný rozdíl.

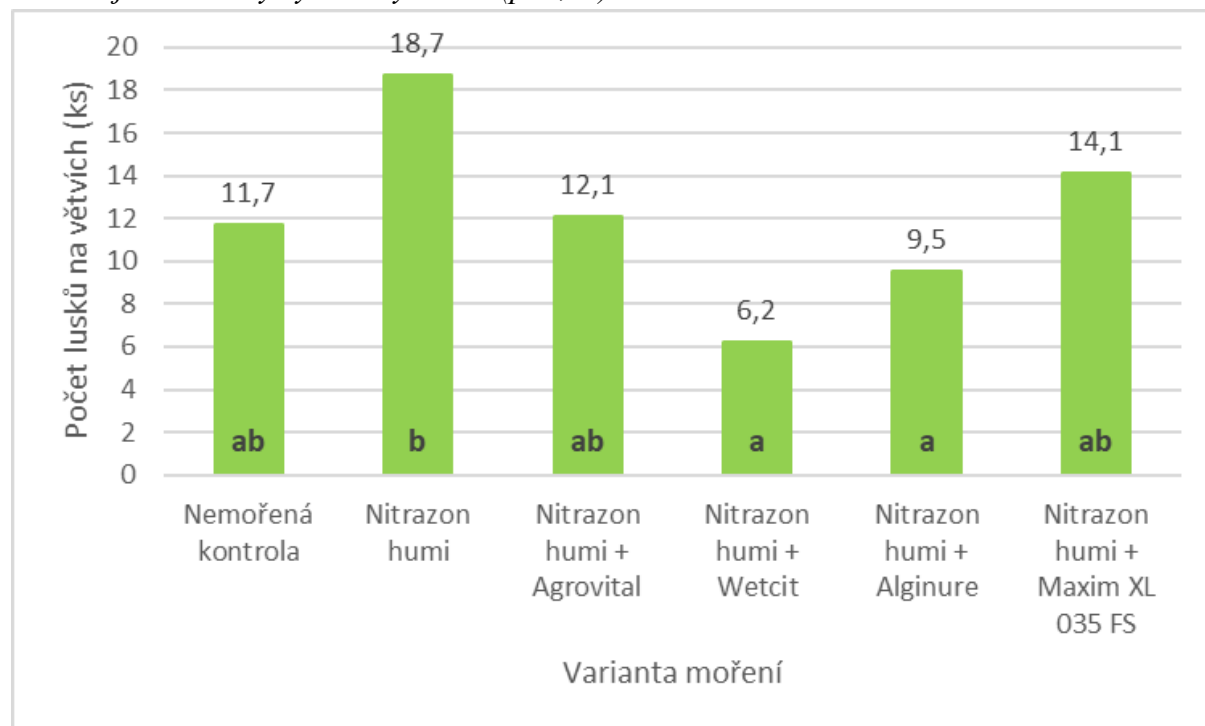
Graf č. 11: Počet větví na rostlině – mezi variantami se stejnými písmeny neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



5.2.3 Počet lusků na větvích

Průměrný počet lusků na větvích je vyjádřen na grafu č. 12. Nejméně lusků na větvích rostlin sóji bylo průměrně zaznamenáno na variantě ošetřené extraktem z pomerančového oleje, průměrně 6,2 lusků/rostlinu. Nejvíce vykazovala inokulovaná varianta, průměrně 18,7 lusků/rostlinu.

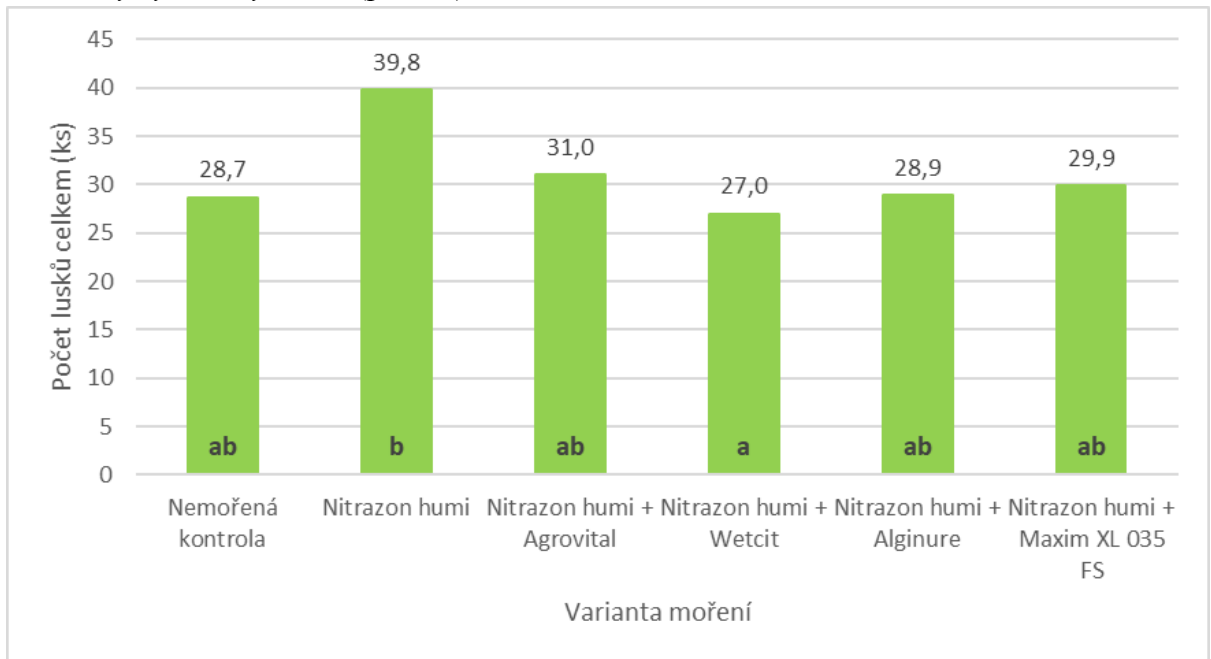
Graf č. 12: Počet lusků na větvích rostlin sóji – mezi variantami se stejným písmenem neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



5.2.4 Počet lusků na rostlině

Graf č. 13 zobrazuje průměrný počet lusků na rostlinách sóji. Nejvyššího počtu dosahuje tak jako u předchozího hodnocení varianta pouze s inokulací, průměrně 39,8 lusků/rostlinu. Varianty ošetřené fungicidními přírodními látkami vykazovali průměrně od 27 do 31 lusků/rostlinu. Podobně vyšla varianta ošetřená chemickým mořidlem, kde byl počet lusků průměrně 29,9 lusků/rostlinu.

Graf č. 13: Počet lusků na rostlině sóji – mezi variantami se stejnými písmeny neexistuje statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)

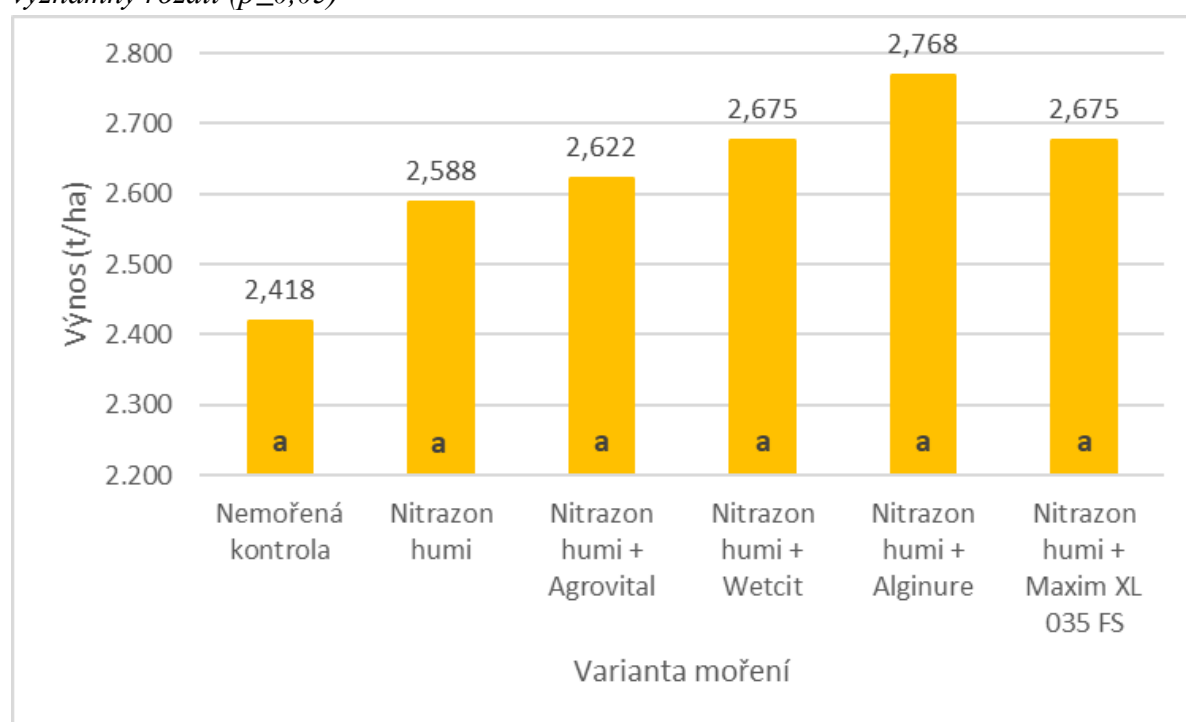


5.3 Hodnocení sklizně

5.3.1 Výnos semene

Z grafu č. 14 vyplývá, že všechny ošetřené varianty průměrně výnosově překonaly nemořenou kontrolu. Ze statistického hodnocení však vyplývá, že rozdíl mezi jednotlivými variantami nebyl statisticky průkazný. Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta ošetřená přípravkem Alginure, 2,768 t/ha. Druhými v pořadí byly varianty ošetřené látkami Wetcit a Maxim XL 035 FS, průměrně 2,675 t/ha. Nejméně výnosná byla nemořená kontrola, u níž byl výnos pod 2,5 t/ha.

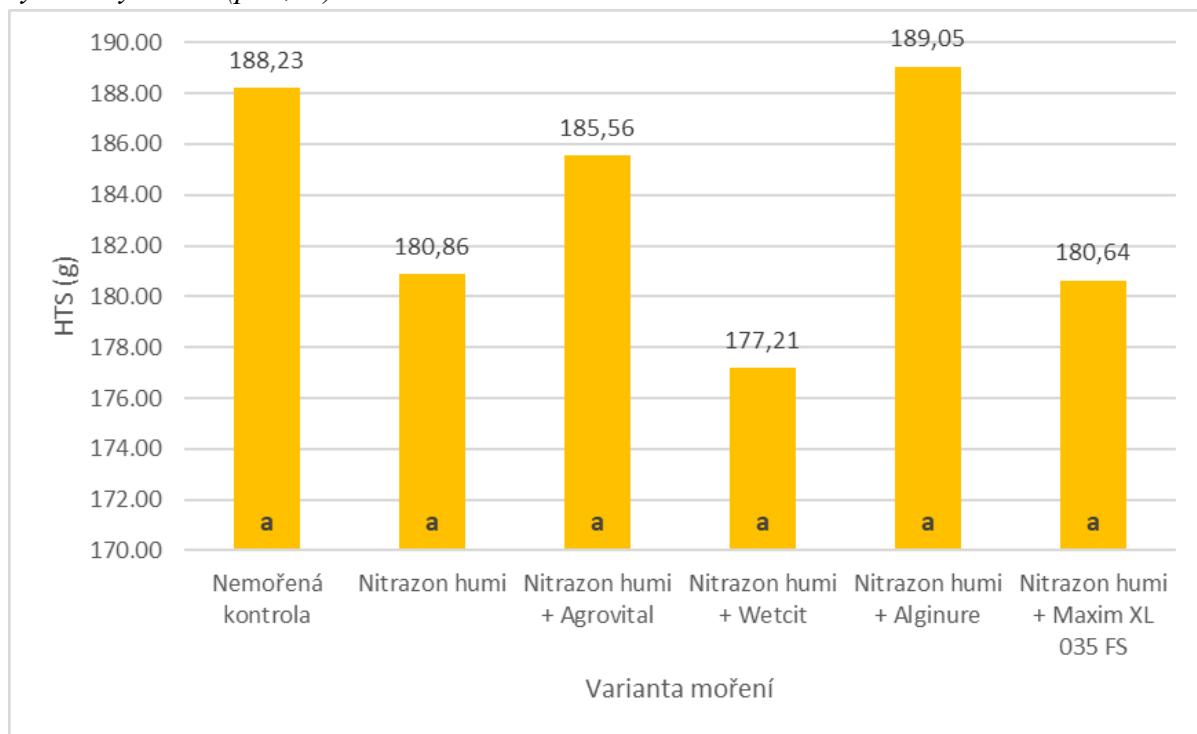
Graf č. 14: Výnos semen – mezi jednotlivými variantami se stejnými písmeny není statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



5.3.2 Hmotnost tisíce semen

Průměrné hmotnosti tisíce semen vyjadřuje graf č. 15. Lze z něj vyčíst, že průměrná hodnota HTS byla u jednotlivých variant dost rozkolísaná, avšak mezi variantami neexistoval statisticky významný rozdíl. Nejvyšší HTS měla varianta ošetřená přípravkem obsahující pinolen (189,05 g), nejmenší HTS vyšla ve variantě ošetřené prostředkem obsahujícím pomerančové terpeny.

Graf č. 15: Hmotnost tisíce semen – mezi variantami se stejnými písmeny není statisticky významný rozdíl ($p \leq 0,05$)



5.3.3 Kvalitativní parametry (obsah proteinů, obsah vlákniny a olejnatost)

Posledními sledovanými parametry byly olejnatost, obsah vlákniny a obsah proteinů. Tabulka č. 7 shrnuje průměrné hodnoty naměřené na NIR spektrofotometru a ukazuje, že ošetření nemělo vliv na obsah dusíkatých látek, obsah vlákniny a olejnatost.

Tabulka č. 7: Kvalitativní parametry sklizených semen – mezi variantami se stejnými písmeny není statisticky významný rozdíl

Varianta moření	Obsah proteinů (%)	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)	Obsah vlákniny (%)	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)	Olejnatost (%)	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
Nemořená kontrola	36,2	a	4,7	a	18,3	a
Nitrazon humi	36,3	a	4,7	a	18,4	a
Nitrazon humi + Agrovital	36,6	a	4,7	a	18,2	a
Nitrazon humi + Wetcit	36,5	a	4,7	a	18,3	a
Nitrazon humi + Alginure	36,7	a	4,7	a	18,4	a
Nitrazon humi + Maxim XL 035 FS	36,3	a	4,7	a	18,3	a

6 Diskuze

6.1 Vliv inokulace osiva

Tato práce se zaměřila nejen na ošetřování osiva sóji přírodními látkami s antifungálním účinkem, ale i na samotný význam inokulace semen. Z výsledků je patrné, že varianta ošetřená přípravkem Nitrazon humi vykazovala lepší výsledky než neošetřená kontrola ve všech parametrech kromě výšky nasazení spodního lusku, kde však byl rozdíl minimální (0,05 cm), hmotnosti tisíce semen (rozdíl 8,63 g) a obsahu vlákniny v semenech, kdy pro obě varianty vyšel obsah shodně 4,7 %.

Inokulace osiva v provedeném pokusu vedla ke statisticky průkaznému zvýšení počtu hlíz na kořenech rostlin. Tento efekt dokazuje práce Albareda et al. (2009), kdy inokulace taktéž vedla ke statisticky průkaznému rozdílu v počtu hlíz na rostlinách. Neošetřená varianta téměř nenodulovala a ošetřené varianty průměrně dosahovali 45,9 hlíz/rostlinu.

Prospěšnost inokulace osiva dokazuje i práce Halwani et al. (2021) ve dvou lokalitách v Německu. Inokulovaná varianta na pozemcích, kde se sója ještě nepěstovala, tvořila statisticky významně více hlíz než neošetřená varianta (na první lokalitě o 75,8 % a na druhé o 360 %). Pozitivní vliv inokulace dále naměřili i na pozemcích s historií pěstování sóji, kde sója také tvořila více hlíz (o 4,4 % na první a o 57,9 % na druhé lokalitě).

Vliv inokulace na výnos dokládá celá řada prací. Například v tříletém pokusu Pandzou et al. (1990) se výnos sóji po inokulaci osiva zvýšil o 25 – 41 %, Ukem et al. (2022) uvádí zvýšení o 22,5 % oproti neošetřené kontrole a Yang et al. (2018) rozmezí 4,96 až 31,67 % oproti nenačkovaným kontrolám. V tomto provozním pokusu se dosáhlo navýšení výnosu varianty ošetřené inokulantem o 7 %.

Na pozemcích s historickým pěstováním sóji je vhodné pěstovat osivo ošetřené inokulantem i z hlediska výnosu. To dokládají výsledky práce Schutze & Thelena (2008), kdy se průměrný výnos zvýšil o 85,6 kg/ha. Opačného názoru jsou De Bruin et al. (2010), kteří uvádějí jen omezenou ekonomickou návratnost ošetření osiva inokulantem na polích s historií sóji v pěti amerických státech. Inokulace se totiž vyplatí při zvýšení výnosu o 67 kg/ha, což bylo dosaženo s úspěšností 11 % v Nebrasce, 7 % ve Wisconsinu, 2 % v Minesottě, 1 % v Indianě a 0,2 % v Iowě.

Vliv inokulace na obsah dusíkatých látek v semenech sóji zkoumali Flajsman et al. (2019). Dospěli k závěru, že inokulace zvyšuje obsah proteinu v semenech sóji o 1,2 – 1,7 % v závislosti na termínu inokulace. Yang et al. (2018) dosáhli na různých lokalitách zvýšení bílkovin v semenech v rozmezí 0,16 až 7,8 % oproti neošetřeným variantám. V provedeném pokusu se vliv očkování osiva na obsah dusíkatých látek v semeni téměř neprojevil, varianta ošetřená Nitrazon humi měla jen o 0,1 % více dusíkatých látek než neošetřená varianta.

Dle Flajsmana et al. (2019) inokulace vede i k vyšší olejnatosti semen a vyšší hmotnosti tisíce semen. V pokusu Yang et al. (2018) obsah oleje u ošetřených variant kolísal v rozmezí mínus 9,21 % až plus 2,13 % V našem pokusu se v ošetřené variantě olejnatost zvýšila pouze o 0,1 % a HTS byla dokonce o 7,37 g nižší než u varianty neošetřené. Z toho lze usuzovat, že inokulace osiva nemá příliš velký vliv na obsah oleje v semenech.

6.2 Použití přírodních látek s antifungálním účinkem

Tento provozní pokus měl ověřit použití přírodních látek k fungicidnímu moření osiva sóji. Byl hodnocen jejich vliv na prvotní fáze vývoje rostlin sóji, ale také jejich vliv na produkční schopnosti porostu.

Optimální hustota porostu, jak uvádí Baranyk et al. (2010), se pohybuje v rozmezí od 45 do 65 rostlin na m². Tohoto rozpětí dosáhly po vzejití všechny zkoušené varianty, nicméně u variant ošetřených přírodními látkami dosahoval počet rostlin o 7,2 rostlin/m² více než u nemořené kontroly a o 0,4 rostlin/m² více než jen inokulovaná varianta. Průměrný počet vzešlých rostlin byl navíc u variant ošetřených přírodními látkami stejný jako u použitého konvenčního přípravku.

Výše uvedené poznatky o polní vzcházivosti odpovídají výsledkům dosažených Procházkou et al. (2022b), kdy byly použity stejné přípravky k moření osiva sóji v rámci maloparcelkového pokusu. V rámci této studie varianty mořené přírodními látkami vzešly lépe o 6,33 rostlin/m² v porovnání s nemořenou kontrolou a o 0,33 rostlin/m² ve srovnání s variantou ošetřenou Maxim XL 035FS. Ošetření přírodními látkami se pozitivně projevilo i při ošetřování máku setého v práci Drapače et al. (2022), ve které všechny varianty biopreparátů dosahovaly lepší vzcházivosti než nemořená kontrola, ale horší než konvenční přípravek. Ve studiích Procházký et al. (2020, 2022a) byla sledována aplikace biologicky aktivních látek na osivo sóji. Takto ošetřené porosty vzcházely v každém sledovaném období lépe než neošetřená kontrola.

V rámci těchto pokusů Procházka et al. (2020, 2022a) také hodnotili vliv biologicky aktivních látek, doplněnou o inokulaci, na počet hlíz na rostlině. V každém roce se toto ošetření pozitivně odrazilo, a to průměrně o 1,4 a o 0,625 hlízy/rostlinu. V tomto pokusu byl rozdíl mezi biopreparáty a nemořenou kontrolou průměrně 1,57 hlízy/rostlinu.

Hmotnost nadzemní biomasy a kořenů byla v této práci u jednotlivých přírodních látek vyšší než u nemořené kontroly. Stejně tomu bylo i v práci Procházký et al. (2022a) s ošetřením osiva biologickými látkami.

Pokud vezmeme parametry předsklizňové inventarizace porostu a porovnáme je s prací Procházký et al. (2022b), přírodní látky měly oproti nemořené kontrole průměrně vyšší umístění nejspodnější lusk (o 3,2 cm), větší počet větví na rostlině (o 0,2 větvě), vyšší počet lusků na větvích (o 2,3 lusků) a i více lusků na rostlině (o 7,9 lusků). V rámci této práce dosáhly varianty ošetřené biopreparáty vyššího nasazení spodního lusků (o 1,38 cm) a většího počtu lusků na rostlině (o 0,27 lusků). Ve zbylých dvou parametrech vyšla lépe nemořená kontrola.

Výnos přírodně ošetřených variant sóji v Červeném Újezdě byl průměrně o 22 kg/ha vyšší než nemořená kontrola a o 2 kg/ha nižší než varianta ošetřená konvenčním fungicidem Maxim XL 035FS (Procházký et al. 2022b). V rámci této práce byl prokázán vyšší rozdíl variant ošetřených přírodními látkami oproti nemořené kontrole a to o 270 kg/ha. Zároveň varianta s konvenčním mořidlem byla výnosově o 13 kg/ha slabší než rostliny namořené přírodními přípravky. Vyššího výnosu semen dosáhlo i moření osiva máku u Drapače et al. (2022) i ve studiích Procházký et al. (2020,2022b) s ošetřením osiva biologickými látkami.

HTS byla v této práci dosti rozkolísaná a pohybovala se v rozmezí 177,21 až 189,05 g, kdy nejvíce měla varianta ošetřená přípravkem Alginure a nejméně varianta ošetřená přípravkem Wetcit. Podobně rozkolísané byly HTS sóji v rámci práce Procházky et al. (2022b), které nabývaly hodnot od 138,03 až 143,72 g. HTS nemořené kontroly v rámci tohoto maloparcelkového pokusu vyšla jako nejmenší, nicméně v rámci této diplomové práce byla druhá nejvyšší (188,23 g). HTS u máku v práci Drapače et al. (2022) dosahovala také velkého rozpětí, přírodní látky vykazovaly vyšší HTS jak oproti neošetřené variantě, tak i oproti variantě ošetřené.

Vliv dvou aplikací pinolenu na porost fazole ve fázi čtyř listů a o dva týdny později zkoumal El-Sayed (1991). Toto ošetření se významně promítlo do přežívání a hmotnosti rostlin, počtu lusků na rostlině a samotného výnosu semen. Ve všech parametrech existoval statisticky významný rozdíl oproti neošetřované kontrole. Jeho zjištění odpovídají dosaženým výsledkům v rámci této práce, kdy existoval statisticky významný rozdíl v hmotnosti kořenů a nadzemní hmoty u varianty namořené Agrovitalem a nemořenou kontrolou. U ostatních parametrů se ošetření osiva sóji pinolenem taktéž pozitivně odrazilo, ale již bez statisticky významného rozdílu.

Jak ukazují výsledky s mořením osiva jiných prací, použití přírodních látek k fungicidnímu moření osiva sóji vede k vyšší vzházivosti porostu, k vyšší tvorbě nadzemní hmoty a kořenů, a hlavně k většímu výnosu semen. U HTS nelze vyvodit závěr ke všem přírodním látkám průměrně, nýbrž jen k jednotlivým přípravkům.

7 Stanovisko k hypotézám

7.1 Hypotéza č. 1

Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na polní vzcházivost a počáteční fáze růstu rostlin sóji.

Polní vzcházivost byla u variant ošetřených přírodními látkami vyšší průměrně o 11 % než neošetřená kontrola a srovnatelná s referenční variantou ošetřenou konvenčním mořidlem Maxim XL 035 FS. Rozdíly mezi jednotlivými variantami však nebyly statisticky průkazné. Účinnost přírodních látek se projevila v navýšení počtu hlíz na kořenech, průměrně o 1,61 hlíz na rostlinu oproti kontrole a u přípravků Agrovital a Wetcit byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve srovnání s neošetřeným porostem. Ošetření přírodními látkami se projevilo i v hmotnosti kořenů a nadzemní biomasy. Jakékoliv fungicidní moření semen sóji vedlo k vyšší tvorbě nadzemních částí rostlin, což bylo statisticky průkazné během prvních dvou odběrů, i počáteční větší tvorbě kořenů, která byla statisticky průkazná v době prvního odběru rostlin 20. 5. 2022.

Tato hypotéza nebyla vyvrácena.

7.2 Hypotéza č. 2

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

Ošetření osiva přípravky s přírodními látkami nevedlo k vyššímu počtu lusků na rostlině. Naopak rostliny varianty mořené extrakty z pomerančového oleje měly průměrně o 1,7 lusků méně než neošetřená kontrola. Rozdíly však nebyly statisticky významné. Porosty nemořené kontroly a ošetřené inokulantem průměrně více větvíly, rozdíly mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky významné. Průměrný počet lusků na větvích se mezi variantami pohyboval mezi 6,2 až 18,7 lusků na větvích, kdy nejvíce lusků na větvích měla varianta pouze inokulována a nejméně u varianty ošetřené přípravkem Wetcit.

Varianty ošetřené biologickými látkami dosáhly vyššího výnosu o 0,27 t/ha oproti nemořnému porostu, rozdíly ale ani u tohoto parametru nebyly statisticky průkazné. Hmotnosti tisíce semen se od sebe statisticky významně neodlišovaly, ale jejich hodnoty byly mezi jednotlivými variantami dosti rozkolísané.

Tato hypotéza nebyla vyvrácena.

8 Závěr

Na základě výsledků provozního pokusu a vzhledem k malému počtu konvenčních přípravků určených k fungicidnímu moření lze použití preparátů s obsahem přírodních látek s antifungální aktivitou doporučit. Varianty ošetřené přírodními látkami dosahovaly lepších výsledků než neošetřená kontrola a zároveň podobných nebo lepších hodnot než varianta ošetřená konvenčním mořidlem.

Jejich použití se projevuje hlavně v prvních růstových fázích sóji, kdy vede k lepší polní vzcházivosti, a tedy k důležitému výnosotvornému prvku, počtu rostlin na m². Tento parametr, z důvodu malé autoregulační schopnosti sóji, patří k jednému z nejdůležitějších. Rostliny, jejichž semena byla mořena přírodními látkami, též tvořily více nadzemní i podzemní biomasy v porovnání s neošetřenou kontrolou. To v konečném důsledku vede k silnějšímu a odolnějšímu porostu.

Práce se také zaměřila na význam inokulace osiva, která se pozitivně odrazila v řadě hodnocených parametrů. Výsledky potvrdily, že na toto ošetření by se v zemědělské praxi nemělo zapomínat a zemědělci by měli nakupovat inokulované osivo anebo ho sami ošetřovat přípravkem obsahujícím hlízkové bakterie vhodné pro sóju.

9 Literatura

- Agromanuál. 2023. Agrovital. Kurrent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/agrovital> (accessed March 2023).
- Albareda M, Rodríguez-Navarro DN, Temprano FJ. 2009. Soybean inoculation: Dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. *Field Crops Research* 113 (3): 352–356.
- Bachteler K. 2022. Soybean growth stages and requirements. Available from https://www.legumehub.eu/is_article/soybean-growth-stages/ (accessed April 2023).
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar. 2007. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* 46 (2): 446-466.
- Baranyk P, et al. 2010. Olejniny. Profi Press, Praha.
- Barker DW, Sawyer JE. 2005. Nitrogen Application to Soybean at Early Reproductive Development. *Agronomy Journal* 97 (2): 615–619.
- Baser KHC, Buchbauer G, editors. 2015. *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*. CRC Press, Boca Raton.
- Bečka D, Jozefyová L. 2005. Geneticky modifikovaná sója. Pages 17–20 in *Perspektivy sóji v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Brink M, Belay G. 2006. *Cereals and pulses: Plant Resources of Tropical Afrika*. PROTA Foundation, Wagenigen
- Britannica. 2023. Soybean. *Encyclopedia Britannica*. Available from <https://www.britannica.com/plant/soybean> (accessed March 2023).
- Chengala L, Singh N. 2017. Botanical pesticides – A major alternative to chemical pesticides: A review. *Int. J. Life Sciences* 5 (4): 722–729.
- ČSÚ. 2023a. Vývoj osevních ploch zemědělských plodin k 31. 5. Český statistický úřad, Praha. Available from <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02C&pvo=ZEM02C> (accessed March 2023).
- ČSÚ. 2023b. Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin. Český statistický úřad, Praha. 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-vynos_1 (accessed March 2023).
- De Bruin JL, Pedersen P, Conley SP, Gaska JM, Naeve SL, Kurle JE, Elmore RW, Giesler LJ, Abendroth LJ. 2010. Probability of Yield Response to Inoculants in Fields with History of Soybean. *Crop Science* 50 (1): 265–272.
- Di Vaio C, Cirillo A, Lorenzo R, Lisanti MT, Pisciotta A, Villano C. 2020. Application of Anti-Transpirant to Control Sugar Accumulation in Grapes Berries and Alcohol Degree in

- Wines Obtained from Thinned and Unthinned Vines of cv. Falanghina (*Vitis vinifera* L.). *Agronomy Journal*. 10 (3): 345.
- 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 (3): 984–989.
- Dostálová R. 2017. Sója a výrobky ze sóji. Sdružení českých spotřebitelů, z. ú. a Potravinářská komora ČR, Praha.
- Drapač S, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2022. Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého. *Úroda* 5: 44–48.
- El-Sayed SF. 1991. Growth and yield of snap bean under cold conditions as affected by growth regulators and pinolene. *Scientia Horticulturae* 47 (3): 193-200.
- FARMA ŽIRO. 2023. NITRAZON humi – sója. FARMA ŽIRO, s. r. o. Nehvizdy. Available from: https://www.ziro.cz/fotky62441/fotov/_ps_27Nitrazon_humi_soja_38290.pdf (accessed March 2023).
- Flajsman M, Šantavec I, Kolmanič A, Ačko DK. 2019. Bacterial Seed Inoculation and Row Spacing Affect the Nutritional Composition and Agronomic Performance of Soybean. *International Journal of Plant Production* 13 (3): 183–189.
- Gaur N, Mogalapu S. 2018. Pets of Soybean. Pages 137-162 in Omkar, editor. *Pets and Their Management*. Süringer, Singapore.
- Goos RJ, Johnson BE, Carr PM. 2001. Establishment of *Bradyrhizobium japonicum* for soybean by inoculation of a preceding wheat crop. *Plant and Soil*. 235: 127-133.
- Halwani M, Reckling M, Egamberdieva D, Omari RA, Bellingrath-Kimura SD, Bachinger J, Bloch R. Soybean Nodulation Response to Cropping Interval and Inoculation in European Cropping Systems. *Frontiers in Plant Science* 12.
- Holdt SL, Kraan S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Springer Science* 23: 543–597.
- Houba M, et al. 2009. *Luskoviny: pěstování a užití*. Kurent, České Budějovice.
- Houba M. 2018. *Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití*. Profi Press, Praha.
- Houba M. 2019. *Pěstování luskovin (2): Sója – Glycine*. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-2-soja-glycine> (accessed March 2023).
- Hu ZM, Fraser C, editors. 2016. *Seaweed Phylogeography: Adaptation and Evolution of Seaweeds under Environmental Change*. Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- ISAAA. 2018. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2018*. ISAAA. Available from: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/download/isaaa-brief-54-2018.pdf> (accessed March 2023).

- Jankura E, Lakatošová J, Sák M, Máleková E. 2015. Direct antifungal effect of Alginure. NPPC-Research Institute of Viticulture and Enology, Rovinka.
- Jayaraman J, Norrie J, Puja ZK. 2011. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *Journal of Applied Phycology* 23 (3): 353 – 361.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi press, Praha.
- Khan W et al. 2009. Seaweed Extracts as Bistimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28: 386–399.
- Kosteckas R, Liakas V, Šiuliauskas A, Rauckis V, Liakienė E, Jakienė E. 2009. Effect of Pinolen on winter rape seed losses in relation to maturity. *Agronomy Research* 7 (1): 347–354.
- Krobotová E. 2023. Škodlivé organizmy na sóje v roce 2022. *Agromanuál*. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/skodlive-organizmy-na-soje-v-roce-2022> (accessed March 2023).
- Lahola J, et al. 1990. *Luskoviny: pěstování a využití*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Lawrencet MB. 2001. Essential oils: From Agriculture to chemistry. *International Journal of Aromatherapy* 10 (3): 82-98.
- Liu, K. 1997. *Soybean: Chemistry, Technology and Utilization*. Aspen Publishers, Gaithersburg
- Maxwell JE. 2011. *Soybeans: cultivation, uses and nutrition*. Nova Science Publishers, Hauppauge, New York.
- Merbach W, Jacob HJ. 1996. Nitrogen Fixation and Nitrogen Fertilization of Soybeans. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 32 (2): 173–180.
- Mižík P. 2017. *Choroby sóje*. *Agromanuál*. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/choroby-soje> (accessed March 2023).
- Mižík P. 2020. *Zvláštnosti výživy sóje a jej vplyv na odolnosť voči chorobám*. *Agromanuál*, Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/zvlastnosti-vyzivy-soje-a-jej-vplyv-na-odolnost-voci-chorobam> (accessed March 2023).
- Moudrý J, et al. 2011. *Alternativní plodiny*. Profi Press, Praha.
- Negrea A, Rezi R, Urda C, Pacurar L, Rusu T. 2022. Soybean yield and quality response to foliar fertilization *AgroLife Scientific Journal* 11 (1): 139–144.
- Norrie J, Keathley JP. 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* Marine-Plant Extract Applications to Thompson Seedless Grape Production. *Acta Hort* 727: 243 – 248.
- Pandzou J, Beunard P, Saintmacary H. 1990. Inoculation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in Congo. *Agronomie Tropicale* 45 (3): 199–204.
- Pavela R. 2011. *Botanické pesticidy I*. Kurent, České Budějovice.

- Pobozniak M, Grabowska D, Olzyk M. 2016. Effect of Orange and Cinnamon Oil on the Occurrence and Harmfulness of Thrips *Tabaci* Lind on Onion. *Acta Horticulturae et Regiotecturae* 19: 13–14.
- Podrábský M. 2001. Ochrana sóji proti škodlivým činitelům v podmínkách České republiky. Úroda. Proffi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/ochrana-soji-proti-skodlivym-cinitelum-v-podminkach-ceske-republiky/> (accessed March 2023).
- Podrábský M. 2002. Zvláštnosti agrotechniky a chyby při pěstování sóji. Úroda. Proffi Press, Praha. Available from <https://uroda.cz/zvlastnosti-agrotechniky-a-chyby-pri-pestovani-soji/> (accessed March 2023).
- Probasco G, Bossert MM, Hysert DW. 2012. Pesticide and fungicide treatments made from hop extracts. John I Haas Washington DC, USA. US8153146 B2.
- Procházka et al. 2020. Vhodné a efektivní ošetření osiva sóji. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vhodne-a-efektivni-osestreni-osiva-soji> (accessed March 2023).
- Procházka P, Štranc P, Zavřelová P, Votřel J, Řehoř J, Molák J. 2021. Osivo luskovin je vhodné před výsevem namořit a inokulovat. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/osivo-luskovin-je-vhodne-pred-vysevem-namorit-a-inokulovat> (accessed March 2023).
- Procházka P, Štranc P, Holejšovský J, Zavřelová P, Vostřel R. 2022a. Perspektivní ošetření osiva luskovin. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/perspektivni-osestreni-osiva-luskovin> (accessed April 2023).
- Procházka P, Pecka T, Štranc P, Vostřel R. 2022b. Využití přírodních látek při fungicidním ošetření osiva sóji. Agromanuál 17 (3): 62-63. Kurent, České Budějovice.
- Procházka P, Souček F, Štranc P, Vostřel R. 2023. Inokulace a fungicidní ošetření osiva sóji. Agromanuál 18 (2): 94–99. Kurent, České Budějovice.
- Průša O. 2022. Jak na pěstování sóji? Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/jak-na-pestovani-soji> (accessed March 2023).
- Purcell LC, Montserrat S, Ashlock L. 2014. Soybean Growth and Development. Arkansas Soybean Production Handbook. University of Arkansas System, Little Rock.
- Righini H, Roberti R, Baraldi E. 2018. Use of algae in strawberry management. *Journal of Applied Phycology* 30: 3551 – 3564.
- Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda* 3: 94 – 95.
- Salvagiotti F, Specht JE, Cassman KG, Walters DT, Weiss A, Dobermann A. 2009. Growth and Nitrogen Fixation in High-Yielding Soybean: Impact of Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal* 101 (4): 958–970.

- Seidenglanz M, Smýkalová I, Bajerová R. 2020. Významní škůdci luskovin. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/vyznamni-skudci-luskovin> (accessed March 2023).
- Schulz TJ, Thelen KD. 2008. Soybean Seed Inoculant and Fungicidal Seed Treatment Effects on Soybean. *Crop Science* 45 (5): 1975–1983.
- Slavík B. 2000. Květena České republiky 4. Academia, Praha.
- SOPA.2023. World soybean production. The Soybean Processors Association of India, Indore. Available from: https://www.sopa.org/statistics/world-soybean-production/?search_type=search_by_year&years=&starting_year_value=&ending_year_value=&submit=Search (accessed March 2023).
- Syngenta. 2023. Maxim XL 035FS. Syngenta, Praha. Available from: <https://www.syngenta.cz/produkt/ochrana-rostlin/fungicidy/maxim-xl-035-fs> (accessed March 2023).
- Štranc D, Štranc J, Štranc P. 2002a. Agroekologické nároky sóji. Úroda. Proffi Press, Praha. Available from: <https://uroda.cz/agroekologicke-naroky-soji/> (accessed March 2023).
- Štranc D, Štranc J, Štranc P. 2002b. Zakládání porostů sóji. Úroda. Proffi Press, Praha. Available from: <https://uroda.cz/zakladani-porostu-soji/> (accessed March 2023).
- Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005a. Hlízkové bakterie a jejich význam ve výživě sóji. Pages 40–42 in *Perspektivy sóji v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2005b. Nároky sóji na vodu. Pages 48–49 in *Perspektivy sóji v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2005. Produkční potenciál sóji a její nároky na živiny. Pages 38–39 in *Perspektivy sóji v ČR*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012a. Prospěšnost časného termínu setí pro výnosy sóji. Pages 14–18 in *Sója 2012*. ČZU, Praha.
- Štranc P, Štranc J, Štranc D. 2012b. Sója je významná plodina a komodita. Pages 1–5 in *Sója 2012*. ČZU, Praha.
- Štranc P, Procházka P, Štranc J, Štranc D. 2016. Pokusy se sójou. Pages 77–81 in: *Prosperující plodiny*. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.
- Štranc P. 2020. Ochrana a zejména regulace plevelů v sóji v roce 2019. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/ochrana-a-zejmena-regulace-plevelu-v-soji-v-roce-2019> (accessed March 2023).
- Štranc P. 2021. Ochrana a výsledky herbicidních pokusů v sóji v roce 2020. Agromanuál. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/ochrana-a-vysledky-herbicidnich-pokusu-v-soji-v-roce-2020> (accessed March 2023).

- Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2022. Průběh počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2021/2022. Page 149–157 in Volf M. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice. 39. vyhodnocovací seminář. Hluk: Sborník pěstování olejnin v sezóně 2021/22. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Ukem B, Sangodele E, Chinedu E, Abikoye J, Bukar K. 2022. Response of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) to inoculation and P-fertiliser application in savanna zones of northern Nigeria. *Tropical Agriculture* 99 (3): 244-260.
- Ünal M, Ucan F, Sener A, Dincer S. 2012. Research on antifungal and inhibitory effects of DL-limonene on some yeasts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36 (5): 576–582.
- ÚKZUZ. 2023. Registr přípravků na ochranu rostlin. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx> (accessed March 2023).
- USDA. 2023a. Soybean 2022: World Exports. U. S. Department of Agriculture, Washington D. C. Available from: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000&sel_year=2022&rankby=Exports (accessed March 2023).
- USDA. 2023b. Soybean 2022: World Imports. U. S. Department of Agriculture, Washington D. C. Available from: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000&sel_year=2022&rankby=Imports (accessed March 2023).
- USDA. 2023c. Soybean 2022: World Production. U. S. Department of Agriculture, Washington D. C. Available from: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000&sel_year=2022&rankby=Production (accessed March 2023).
- Velazquez-Nunez M, Avila-Sosa R, Palou E, Lopez-Malo A. 2013. Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. *Food Control* 31 (1): 1–4.
- Venclová B. 2022. Stále větší zájem o pěstování sóji. *Úroda*. Proffí Press, Praha. Available from: <https://uroda.cz/stale-vetsi-zajem-o-pestovani-soji/> (accessed March 2023).
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernando-Lopez J, Perez-Alvarez J. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.) mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control* 19 (12): 1130–1138.
- Volf M, Zeman J. 2022. Výsledky pěstování řepky v České republice v roce 2021/2022. Page 3–12 in Volf M. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice. 39. vyhodnocovací seminář. Hluk: Sborník pěstování olejnin v sezóně 2021/22. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha.
- Willbur J, McCaghey M, Kabbage M, Smith DL. 2019. An overview of the *Sclerotinia sclerotiorum* pathosystem in soybean: impact, fungal biology, and current management strategies. *Tropical Plant Pathology* 44 (1): 3–11.

- Yang SH et al. 2018. Rhizobial biogeography and inoculation application to soybean in four regions across China. *Journal of Applied Microbiology* 125 (3): 853–866.
- Žák Š, Hašana R, Bušo R. 2014. *Metodika pěstování sóji*. Profi Press, Praha.

10 Seznam použitých zkratek a symbolů

GMO – geneticky modifikovaný organismus

HTS – hmotnost tisíce semen

Kys. - kyselina

Okr. – okres

