

Sója luštinatá je celosvětově
nejvýznamnější luskovina

Změna klimatu a vývoj pěstebních
technologií mohou přispět ke
zvýšení osevních ploch sóji v ČR

 AGRÁRNÍ KOMORA
České republiky

 MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Když změníte způsob,
jakým se na věci díváte,
tak se věci, na které se díváte,
změní.

Max Planck

Publikace Agrární komory České republiky

SÓJA LUŠTINATÁ

Vedoucí autorského kolektivu
Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

VYDALA:
Agrární komora České republiky

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

www.akcr.cz, www.eagri.cz

RECENZENT: Ing. Josef Škeřík CSc.

AUTOŘI FOTOGRAFIÍ:

Václav Brant, Josef Holec, Josef Chára, Alexandr Jenček,
Milan Kroulík, Antonín Procházka, Pavel Procházka,
Přemysl Štranc, Vojtěch Švarc

Obsah

1. Původ a domestikace (Holec)	7
2. Biologické vlastnosti sóji (Holec)	8
3. Historie pěstování sóji na území ČR (Holec)	14
4. Osivo sóji (Procházka P.)	22
4.1. Klíčení semen	22
4.2. Klíčivost osiva a polní vzcházivost	23
4.3. Stárnutí semen	24
4.4. Vitalita osiva	24
4.5. Metody zjišťování vitality osiva	25
4.5.1. Konduktivita	27
4.5.2. Test urychleného stárnutí	
4.6. Úpravy osiv před založením porostu sóji	
4.6.1. Inokulace osiva sóji (Procházka P a Procházka A.)	27
4.6.2. Metody inokulace (Procházka P. a Brant)	30
4.6.3. Inokulace osiva před setím	31
4.6.4. Aplikace symbiotických bakterií a dalších látek při setí (Brant, Kroulík, Šmöger, Netrval a Dvořák)	31
4.6.5. Technické možnosti aplikace roztoků symbiotických bakterií při setí (Brant, Kroulík, Šmöger a Dvořák)	32
4.6.6. Podpora přítomnosti symbiotických bakterií v půdě	38
4.6.7. Fungicidní moření (Procházka P.)	39
4.6.8. Úprava osiv před založením semenářských porostů	41
5. Pěstební technologie (Holec a Procházka P.)	42
5.1. Agroekologické nároky sóji	42
5.2. Termín setí	43
5.3. Odrůdy	45
5.3.1. Doporučené odrůdy	46
5.3.2. Předběžně doporučené odrůdy	47
5.3.3. Transgenní odrůdy sóji	48
5.4. Zařazení v osevním postupu	49
5.5. Zpracování půdy	50
5.6. Setí sóji	50
6. Technologické principy zakládání porostů (Brant)	51
6.1. Zakládání porostů do celoplošně zpracované půdy	52
6.2. Zakládání porostů v systémech pásového zpracování půdy	55
6.3. Zakládání porostů v systémech dvouřádků	59
6.4. Pěstování sóji v systémech setí do nezpracované půdy	60
6.5. Pěstování sóji s využitím pomocných plodin (Brant a Procházka P.)	64

7. Praktické ověřování technologií (Brant)	68
7.1. Pěstování sóji v technologii pásového kypření (Švarc a Brant)	69
7.2. Pěstování sóji v systémech setí do nezpracované půdy (Brant a Jenček)	71
7.3. Pěstování sóji luštinaté v širších řádcích (Procházka A., Brant a Procházka P.)	74
7.3.1 Polní experimenty 2021	74
7.3.2. Polní experimenty 2022	79
7.4. Vliv přivalení porostů po zasetí na vzházivost sóji (Procházka, A., Brant, V. a Procházka, P.)	83
7.4.1. Omezení degradace půdní struktury	84
7.4.2. Rizika peptizačních procesů	84
7.4.3. Faktory určující provedení válení	85
7.4.4. Stav povrchu půdy po výsevu	87
7.4.5. Přivalení porostů	87
7.4.6. Vliv přivalení na vzházení	
8. Výživa a hnojení sóji (Procházka P.)	89
8.1. Dusík	89
8.2. Fosfor	90
8.3. Draslík	90
8.4. Vápník	90
8.5. Stimulace sóji	90
9.0. Ochrana proti škodlivým činitelům (Procházka P.)	91
9.1. Škůdci	91
9.1.1. Sviluška chmelová (<i>Tetranychus articae</i>)	91
9.1.2. Babočka bodláková (<i>Vanessa cardui</i>)	93
9.1.3. Mšice, listopas a další škůdci	94
9.1.4. Hraboš (<i>Microtus</i>)	94
9.1.5. Okus zvěří, škody působené holuby	94
9.2. Choroby	95
9.2.1. Hlízenka (bílá plísnovitost sóje) (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	95
9.2.2. Plíseň sóje (<i>Peronospora manshurica</i>)	95
9.2.3. Diaportová stonková nekróza sóji (<i>Diaporthe phaseolorum var. caulivora (teleom.)</i> – <i>Phomopsis phaseoli</i> (anam.))	96
9.2.4. Bakteriální spála sóji (<i>Pseudomonas syringae pv. Glycinea</i>)	96
9.3. Regulace plevelů (Brant a Chára)	97
9.3.1. Cílené zonální aplikace herbicidů v meziporostním období	97
9.3.2. Technické aspekty zonálních aplikací	99
9.3.3. Zonální aplikace na základě předpisových map	99
9.3.4. Využití bezpilotních prostředků pro aplikaci herbicidů	100
9.3.5. Zonální aplikace pomocí online senzorů	100
9.3.6. Systémy See & Spray	101
9.3.7. Rizika spojená se zonálními aplikacemi	101
9.3.8. Odplevelení v průběhu vegetace (Procházka P.)	102
10. Sklizeň sóji (Procházka P. a Haki)	102
10.1. Sklizeň sóji na semeno	102
10.2. Pícní využití sóji	104
11. Seznam literatury	107

Předmluva

Sója Luštinatá se v posledních letech stala nedílnou součástí plodin pěstovaných v České republice a její pěstování prodělává poměrně rychlý vývoj jak z hlediska rozšíření, tak z hlediska pěstebních technologií. Vznikla tím i potřeba shrnout dosavadní poznatky, ale i poznatky současného výzkumu do ucelené publikace. Na základě těchto potřeb vznikla tato publikace, která přináší jak shrnutí dosavadních postupů a informací, tak i shrnutí současného výzkumu včetně původních výsledků jednotlivých autorů kolektivu Katedry agroekologie a rostlinné produkce ČZU v Praze a zároveň Centra precizního zemědělství při ČZU v Praze.

Abstrakt

Sója luštinatá je jednou z nejvýznamnějších světových plodin. V posledních dvaceti letech se její pěstování v české republice rozšířilo z ploch okolo 1000 ha na současný stav, který kolísá mezi 25 a 30 tisíci hektarů. Současně s měnícími se agroekologickými podmínkami, nástupem odrůd pro ně vhodných a neustále se měnící legislativou ovlivňující rostlinnou produkci dochází k výraznému posunu systému pěstování sóji a zejména zakládání porostů.

Předkládaná publikace zahrnuje současné trendy a možnosti zakládání porostů sóji s využitím principů jak klasických, dosud používaných technologií, tak principů precizního zemědělství. Poznatky také plně reflektují vývoj pěstebních technologií ve světě. V publikaci je dále shrnut vývoj pěstování sóji od historie po současnost. Vzhledem k důrazu na kvalitu osiva při zakládání porostů sóji je zde věnována velká pozornost vitalitě osiva a možnostem jejího zkoumání a ovlivnění.

V publikaci je zahrnuta celá řada originálních výsledků jednotlivých autorů, kteří se problematikou sóji zabývají již řadu let, zejména problematikou osiva a zvýšení jeho vitality, dále modifikací pěstebních technologií a implementace principů precizního zemědělství.

Abstract

The soybean is one of the world's most important crops. Over the last twenty years, its cultivation in the Czech Republic has expanded from around 1 000 ha to its current size of between 25 and 30 000 ha. At the same time as the agro-ecological conditions are changing, varieties suitable for them are emerging and the legislation affecting crop production is constantly changing, there is a significant shift in the system of soya cultivation and, in particular, in the establishment of crops.

The present publication covers current trends and possibilities for establishing soybean crops using both the principles of classical technologies used to date and the principles of precision agriculture. The knowledge also fully reflects the development of cultivation technologies in the world. The publication also summarises the development of soybean cultivation from history to the present day. Because of the emphasis on seed quality in the establishment of soybean crops, much attention is given to seed vigour and how it can be studied and influenced.

The publication includes a number of original results by individual authors who have been working on soybean issues for many years, in particular seed and seed vigour improvement, as well as modification of cultivation technologies and implementation of precision farming principles.

1. Původ a domestikace

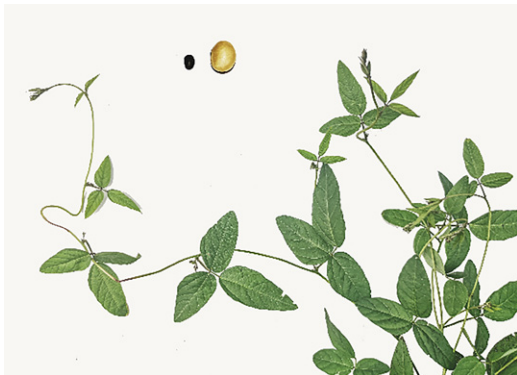
Sója luštinatá (*Glycine max* /L./ Merrill) je jedním z hospodářsky nejvýznamnějších zástupců čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Z ostatních luskovin je nejpodobnější fazolu (*Phaseolus*), se kterým je řazena do tribu (skupiny rodů) *Phaseoleae*.

Sója poprvé vědecky popsal Carl Linné v roce 1753, a to hned pod dvěma vědeckými jmény – na základě rostliny, kterou měl k dispozici, popsal druh jako *Phaseolus max*, a na základě popisu sóji od jiných autorů pak jako *Dolichos soja*. Tím započalo poměrně zmatečné řazení sóji do různých rodů a navíc s různými druhovými jmény. Rod *Glycine* Linné poprvé uvádí již v roce 1737, sóju do něho ale později nezařadil, k tomu botanici přistoupili až v polovině 19. století, kdy byla uváděna jako *Glycine soja*. To ale nebylo jednoznačně přijato a kromě *G. soja* byly používány i starší názvy *Soja hispida*, *S. japonica* a další. V roce 1915 byla sója poprvé označena jako *Glycine max* a toto vědecké jméno bylo ve druhé polovině 20. století definitivně vymezeno pro kulturní sóju.

Vlastní rod *Glycine* se rozděluje na dva podrody, a to podrod *Glycine* (sem patří většina známých, převážně australských druhů) a podrod *Soja* (2, resp. 3 druhy, včetně *G. max*). Druhy podrodu *Glycine* jsou většinou vytrvalé, s dlouhými, ovijivými lodyhami (obr.1), mimo australského kontinentu jinde nerostou a se zástupci podrodu *Soja* se nekříží. Výjimkou jsou druhy *G. tabacina* a *G. tomentella*, které kromě Austrálie rostou i na Nové Guinei, Filipínách, Indonéských ostrovech a Taiwanu; *G. tomentella* se kromě toho vyskytuje i v jižní Číně a jako jediná z tohoto podrodu se může křížit se sójou za vzniku plodného potomstva.

Do podrodu *Soja* patří planá sója (*G. soja*) a kulturní sója luštinatá (*G. max*). Kromě nich je sem některými autory řazen i druh *G. gracilis*, tzv. polokulturní forma sóji, která je svými vlastnostmi na pomezí sóji kulturní a plané. Novější genetické analýzy prokázaly, že má blíže k plané formě, jedná se o určitý mezistupeň v průběhu domestikace plané sóji a nebývá již považována za samostatný druh.

Planá sója (*G. soja*, syn. *G. ussuriensis*, *G. max* subsp. *soja*) je jednoletý, popínavý druh s tenkými, ovijivými lodyhami, které dorůstají délky až 2 m. Rostliny jsou řídkěji přitiskle chlupaté. Listy jsou menší, s užšími listky. Květy plané sóji jsou fialové, plodem jsou drobné lusky, obsahující většinou 3 matně černá semena, která jsou výrazně menší, než u kulturní formy. Přirozeně se vyskytuje v oblasti východní Asie, na území Číny, Japonska, Korejského poloostrova a východní části Ruska.



Obr. 1: Tenké, ovijivé lodyhy plané sóji a srovnání velikosti semen plané (vlevo) a kulturní sóji (foto Holec).

K domestikaci sóji došlo v oblasti střední Číny, mezi řekami Chuang-Che a Jang-c'-ťiang v období před 6 – 9 tisíci lety. K dalším pokusům o domestikaci pravděpodobně docházelo v podobné době i na území dnešního Japonska a Koreje, ale pěstování původem čínských forem později zcela převládlo. V průběhu domestikace došlo k podstatným změnám v celkovém habitu rostliny, odění, obsahu barviv v jednotlivých částech a velikosti lusků a semen, včetně jejich chemického složení. Oproti popínavým planým rostlinám jsou domestikované formy sóji vzpřímené či maximálně polopopínavé. Rostliny mají keříčkovitý charakter s determinantním typem růstu, lodyhy jsou pevnější, kratší. Listy jsou větší, s široce vejčitými lístky, květy mohou být i bílé, lusky i semena jsou větší, variabilnější ve zbarvení. Domestikovaná sója se také vyznačuje hustým oděním z odstálých, často rezavě zbarvených chlupů – tento znak se u plané formy nevyskytuje. Zatímco obsah proteinů je v semenech plané sóji podobný, jako u pěstovaných forem, obsah oleje se v průběhu domestikace významně zvýšil. Během domestikace a především pak v průběhu dalšího šlechtění ale došlo ke snížení genetické rozmanitosti sóji, ta je v současnosti řazena k plodinám, jejichž moderní odrůdy se vyznačují velmi nízkou genetickou diverzitou. Planá sója, stejně jako další plané druhy z podrodu *Glycine*, jsou proto potenciálním zdrojem genů pro další šlechtění.

2. Biologické vlastnosti sóji

Sója je jednoletá rostlina obvykle keříčkovitého habitu (obr. 2 a 3). Prakticky celá rostlina (lodyha, listy i plody) je různě intenzivně ochlupená, trichomy jsou 1 – 2 mm dlouhé, odstálé, barva odění je dána geneticky; může být šedobílá, žlutohnědá, hnědá až černá.



Obr. 2: Mladý porost sóji (foto Holec).

Kořenový systém sóji je v porovnání s ostatními luskovinami méně mohutný, stále však dostatečně dobře vyvinutý. Kulový hlavní kořen se směrem dolů rychle ztenčuje a vytváří síť bočních kořenů, které hlavní kořen přerůstají a mohou zasahovat do hloubky 2 až 3 m. Většina postranních kořenů se ale nachází v orniční vrstvě či těsně pod ní. Na povrchu kořenů se vytvářejí hlízky, tvořené bakteriemi *Bradyrhizobium japonicum* (obr. 4). Množství hlízek závisí na afinitě odrůdy a bakterií. Je zde známa až odrůdová specifita bakterií. Hlízky na kořenech sóji jsou relativně velké, o málo větší než zrna hrachu. Dle podmínek prostředí a intenzity



Obr. 3: Rostlina sóji na počátku kvetení (foto Holec).

(míry) nodulace zajišťuje biologická fixace rostlinám sóji 40 – 70 % dusíku, potřebného pro růst a tvorbu výnosu (na 1 t výnosu potřebují rostliny sóji 75 – 80 kg N). Hlízky se na kořenech začínají tvořit 10 – 14 dní po vzejití rostlin a jejich tvorba probíhá po celou dobu vegetace. Hlízky jsou kulovité, s nepravidelně hrbolatým povrchem, uvnitř jsou zdravé hlízky zbarveny růžově až načervenalé, což je dáno obsahem leghemoglobinu (látko analogická krevnímu barvivu, která vytváří v hlízkách po fixaci nezbytné anaerobní podmínky).



Obr. 4: Kořenový systém sóji s vyvinutými hlízkami (foto Holec).

Stonek je silný, na povrchu okrouhlý, skládá se většinou z 14-15 článků. Je zelený, nebo především v dolní části s antokyanovým nádechem (častěji se vyskytuje u fialově kvetoucích odrůd). Při dozrávání se zabarvuje žlutě nebo šedožlutě (obr.5). Tloušťka stonku je 4 – 22 mm, délka 0,20 – 2 m, nejčastěji 0,3 -1,2 m, u nás pěstované odrůdy dorůstají výšky 0,4 - 0,6 m. Odrůdy pěstované na semeno mají obvykle stoněk vzpřímený a silný. Odrůdy s tenkým stonkem jsou vhodné ke zkrmování celých rostlin a do směšek na siláž. Hlavní stoněk se rozvětňuje, první větve se mohou zakládat již v úžlabí děloh. Pro mechanizovanou sklizeň je vhodnější, když se boční větve tvoří výše, nejméně 150 mm nad zemí. Rozvětvení závisí na odrůdě, úrodnosti půdy, hustotě porostu, způsobu setí a agrotechnice. Obvykle sója vytváří 3-7 postranních větví,

keré se mohou ještě dále větvit. Podle způsobu větvení a charakteru stonku se odrůdy dělí na formy se vzpřímenou, silnější lodyhou, pěstované na semeno, a formy se slabší, polopopínavou až popínavou lodyhou, pěstované k picním účelům.



Obr. 5: Rostlina sóji v plné vegetaci (vlevo) a po opadu listů (foto Holec).

Sója vchází epigeicky, nad povrch půdy vyrůstají masité děložní listky (obr.6). Následně se vyvíjí první pár pravých listů (tzv. primordiální listy), které jsou vstřícné, jen krátce řapíkaté, celokrajné a na rozdíl od později se vyvíjejících listů pouze jednoduché, široce vejčitého tvaru. Další listy již jsou na lodyze uspořádány střídavě a jsou dlouze řapíkaté, složené, trojčetné (výjimečně lichozpeřené s 5 listky), všechny 3 listky jsou přibližně stejného tvaru, postranní asymetrické. Listky mohou mít v závislosti na odrůdě i postavené na rostlině tvar vejčitý, okrouhlý, srdčitý, kyjovitý, klínovitý, mohou být široké až úzké, se zakončením ostrým či tupým (obr. 7). Listy mají na bázi drobné trojúhelníkovité palisty. Při dozrávání listy žloutnou a opadávají.



Obr. 6: Epigeické vcházení a počáteční vývoj mladých rostlin sóji. Listy prvního páru jsou vstřícné, jednoduché, ostatní pak střídavé, složené – trojčetné (foto Holec).



Obr. 7: Jednotlivé listky trojčetných listů sóji mohou být široké, vejčité (vlevo) až úzké, kopinaté (foto Holec).

Květy jsou drobné, 5-10 mm dlouhé, bez vůně, uspořádané do krátkých hroznů po 3 – 8. Jednotlivé hrozny jsou přisedlé v úžlabí listů. Kalich je 5-7 mm dlouhý, vlnatě chlupatý, kališní cípy jsou zašpičatělé, horní kratší, dolní delší než kališní trubka. Koruna je o málo delší než kalich, pavéza je okrouhlá, křídla s oušky, člunek je rostlý jen na špičce, přímý. Korunní listky jsou bílé, světle fialové až fialové (obr 8 a 9). Sója je samosprašná rostlina, cizosprašení je poměrně vzácné, jeho podíl je hluboko pod 1 %. Rostliny kvetou od spodu lodyhy nahoru a od středu ke koncům postranních větví. Květy se objevují po 6 – 8 týdnech od vzejití. V našich podmínkách sója začíná kvést kolem poloviny června. Doba kvetení je až 3 týdny. Sója začíná kvést v ranních hodinách, maximum kvetení je mezi 6 – 8 hod. K opylení vlastním pylem často dojde ještě před rozkvetem (kleistogamie). Opylovači mohou být včely či drobný hmyz (trásněnky). Opylování končí před polednem. Dokonalé opylení je značně závislé na podmínkách v době kvetení. Při neúplném opylení, nedostatku výživy, nedostatku vody, výskytu chorob nebo škůdců, případně při mechanickém poškození se u sóji často vyskytuje sterilita a sprchávání květů. I bez těchto vlivů se však jen méně než polovina květů vyvine v plody.



Obr. 8: Fialově kvetoucí sója (foto Holec).



Obr. 9: Bile kvetoucí sója (foto Holec).

Plodem jsou lusky, které bývají dlouhé 25 – 75 mm, široké 5-15 mm. Lusky mohou být rovné, nebo slabě až silně zahnuté (obr. 10). Od spodu lodyhy jsou různě vysoko nasazené, pro potřeby sklizně není příliš nízké nasazení prvních lusků vhodné – může zvyšovat sklizňové ztráty. Na rostlině jsou lusky obvykle rovnoměrně rozprostřeny po celé délce lodyhy. Počet semen v lusku kolísá mezi 1 -4, jedná se do určité míry o odrůdový znak. Většina u nás pěstovaných odrůd má lusky se 3 semeny. Barva lusků (obr. 11) bývá světle hnědá, šedá, žlutá, skořicová, skořicově černá nebo zelená. Počet lusků na rostlině je silně ovlivněn odrůdou a především agrotechnikou, může kolísat od 10 až po více než 300.



Obr. 10: Lusky na dozrávající rostlině sóji (foto Holec).

Semena mají různý tvar, nejčastěji jsou oválná (elipsoidní), mohou být i kulovitá či naopak oválně podlouhlá (obr. 12). Barva osemení je u našich současných odrůd prakticky jen žlutá, může být ale i zelená, hnědá, černá či mramorovaná. Se semeny s tmavým (hnědým či černým) osemením se můžeme setkat u dovážené sóji určené k přípravě jedlých klíčků. Pupek (hilum, jizva po poutku) je na semenech poměrně výrazný, podlouhlý, nejčastěji bývá oválný, ale



Obr. 11: Lusk a semena sóji (foto Holec).

může být i klínovitý až čárkovitý. Barva pupku je také odrůdovou vlastností, často bývá pupek zbarven odlišně od zbytku osemení (týká se především odrůd se světlou barvou semen). Barva pupku může být světlá, hnědá až černá. V současnosti jsou preferovány odrůdy žlutosemenné se žlutou barvou pupku.



Obr. 12: Variabilita zbarvení (nahore) a tvaru (dole) semen sóji. Barva osemení může být žlutá (nejčastější), zelená, hnědá či černá, semena mohou mít tvar protáhle oválný, oválný (nejčastější), kulovitý (foto Holec).

Hmotnost tisíce semen je u sóji velmi variabilní, může se pohybovat od 40 g u drobnosemenných odrůd až po 450 g u odrůd velkosemenných. Většina běžných odrůd má HTS v rozmezí 100 – 220 g. Zárodek (vyjma děloh) představuje 2 % hmotnosti semene, obalové vrstvy 8 % a dělohy až 90 % a je v nich uložena většina zásobních látek semene. Osemení je u sóji poměrně tenké, snadno může dojít k jeho porušení při nešetrné sklizni. Porušením osemení se snižuje klíčivost semen. Dobře vyzrálá semena si podržují klíčivost po dobu 3 – 15 let, prakticky ale klíčivost klesá po 3 letech na 40 %.

Semena sóji obsahují 30 - 50 % bílkovin s vysokým obsahem esenciálních aminokyselin, 18 - 24 % tuků s vysokým podílem kyseliny linolenové, bez kyseliny erukové, s vysokou nutriční a biologickou hodnotou; dále 22 – 26 % glycidů, vitaminy A, B, D, E, při naklíčení i vit. C. Obsah minerálních látek je 4-6,3 %.

3. Historie pěstování sóji na území ČR

Haberlandtovy pokusy

Sója byla domestikována již před devíti tisíci lety na území dnešní Číny, a právě v Číně, Japonsku, Koreji a okolních oblastech s vhodným klimatem se stala jednou z nejvýznamnějších plodin. Do ostatních částí světa se ale historicky nerozšířila a jako rostlina nebyla v Evropě dlouho známá. Jako první se začaly dovážet sójové výrobky, především omáčky, které byly považovány za luxusní zboží. Vlastní sója – rostlina byla od 18. století občas pěstována jako zajímavost v botanických zahradách. V průběhu 19. století probíhaly pokusy o její pěstování ve Francii a Německu (Hohenheim), ty však nebyly úspěšné. Za počátek historie pěstování sóji ve střední Evropě je považován rok 1873. Osobou, která je se zaváděním této nové plodiny neodmyslitelně spojená, je Friedrich Haberlandt, který v uvedeném roce získal osivo sóji pro své následné pokusy a položil tím základ k jejímu pěstování i na území dnešní České republiky.

Friedrich Haberlandt (1826–1878) byl rodákem z Bratislavy (tehdejší Prešpurk). Vystudoval zemědělství v Mosonmagyaróváru (Altenburg, Uherské Staré Hradky), kde následně působil i jako asistent a profesor. Zabýval se zemědělskou botanikou se zaměřením na plodiny a plevele. V roce 1872 mu bylo nabídnuto místo profesora agronomie a aplikované botaniky na nově vzniklé vídeňské zemědělské univerzitě (k. k. Hochschule für Bodenkultur, dnešní BOKU). Zde se zaměřil především na studium klíčení plodin, podporoval výměnu osiva, zabýval se i pedologií. Poslední roky před svou předčasnou smrtí věnoval výzkumu sóji, jejímu šlechtění a podpoře jejího pěstování na území nejen tehdejšího Rakouska – Uherska, ale i okolních zemí (především v Německu). Mimo jiné předpokládal, že „sója bude v chatrčích chudých lidí hráti důležitou roli, že bude pro brambory znamenati víc než sůl, protože dodá svým tukem omastek, proteinem sílu“.

V roce 1873 probíhala ve Vídni světová výstava, prestižní akce, která ale sama o sobě skončila po finanční stránce fiaskem, což souviselo i s tohoročním krachem na vídeňské burze. Z pohledu historie pěstování sóji v Evropě se však jednalo o klíčovou událost. Haberlandt připravoval zprávu o plodinách, které byly na světové výstavě prezentovány. Z nich ho nejvíce zaujala právě sója v expozicích Japonska a Číny. Pravděpodobně z japonské expozice získal 19 až 20 odrůd, pocházejících nejen z Japonska, ale i Číny, Mongolska, ze Zakavkazska (oblast dnešní Gruzie, Arménie a Ázerbájdžánu) a Tuniska. Šest z nich bylo žlutosemenných, sedm černo-semenných, čtyři zelenosemenné a dvě hnědosemenné. Ještě tentýž rok publikoval článek o „čínských olejných bobech“ (Die chinesische Oelbohne), jak tehdy sóju nazýval, a vyzdvihl v něm vysoký obsah oleje a bílkovin v semenech sóji.

V roce 1875 pak sóju poprvé vysel na pokusných plochách univerzity, z testovaných odrůd však dozrály jen čtyři – dvě žlutosemenné, jedna hnědosemenná a jedna s černými semeny – ta však byla natolik pozdní, že na ní dozrálo jen pár semen. Problémem, se kterým se naši pěstitelé budou potýkat ještě následujících více než 120 let, je to, že vegetační doba sóji je sama o sobě poměrně dlouhá a za podmínek našich dlouhých letních dní se u této původně krátkodenní rostliny ještě prodlužuje. V následujícím roce (1876) rozeslal osivo tří nejranějších odrůd do řady oblastí, včetně Českých zemí, kde následně probíhaly první rozsáhlejší pokusy. V roce 1877 již s Haberlandtem spolupracovalo kolem 150 pokusníků, v roce 1878 to již byly tisíce hospodářů, kteří sóju vyseli. V tomtéž roce také Haberlandt publikoval svou stěžejní práci *Sója* (Die Sojabohne), která byla první knihou o sóje mimo oblast jejího původu. Brzy po vydání knihy ale Haberlandt umírá v pouhých 52 letech a pokusy tím končí.

První pokusy na našem území

Na našem území byla sója jako plodina dlouhou dobu neznámá, zmínky o ní se objevují jen v botanické literatuře. Jan Svatopluk Presl, tvůrce českého botanického názvosloví, ji ve svém Všeobecném rostlinopise z roku 1848 uvádí jako exotickou plodinu pod názvem soja mrtnatá – *Soja hispida* (mrtnatá – chlupek krátkými a trochu tuhými porostlá). Zajímavé je, že i přes to u nás na Mladoboleslavsku existuje obec Sojovice, zmiňovaná již ve 14. století. Pojmenování obce ale nesouvisí se sójou, původní název zněl Sovojojovice, tedy ves Sovojojova, či ves lidí Sovojojových. Postupným zkracováním došlo ke změně nejdříve na Svojovice a pak až na dnešní Sojovice. Stejně tak ne příliš časté příjmení Sojovský – Sojovská nesouvisí se sójou, ale právě s uvedenou obcí. Samotné slovo „soja“ ale čeština znala dávno – původně se tak označovala sojka. Česká příjmení Soja – Svojá, stejně jako Soják – Sojáková se tedy vztahují k sojce, a nikoliv k sóje, jak ji známe dnes.

První prokazatelné pěstování sóji u nás souvisí s Haberlandtovými pokusy v roce 1876. V daném roce a v letech následujících byly pokusy založeny v Praze, Brně, ve Velkém Meziříčí, v Napajedlech, Místku, Ivančicích, Děčíně-Libverdě, Kvasicích, Přerově, Novém Jičíně, Lednici, Budišově, Křižanově, Mimoní, ve Vyšším Brodě, Vojnicích, v Krásném Březně, Cítolibeč, Lovosicích, Třeboní, Mnichově Hradišti, Lužanech, Kadani, Klatovech, Chrudimí, Zámrsku, Lukavicích a Hluboké nad Vltavou. Výsledky Haberlandtových pokusů i z našeho území byly příznivé, především u žlutosemenných odrůd. Nejranější sorta předčila znatelně severní oblast pěstování kukuřice. Sója se neobyčejně dobře přizpůsobovala půdě a klimatu a byla otužilejší proti mrazu než kukuřice nebo fazole. Snášela letní sucha daleko lépe než ostatní luskoviny. Květy hojně nasazovaly plody. Sója se nejlépe dařila na lehčích půdách a dříve na nich zrála než na ostatních. Také bylo pozorováno, že je značně odolná vůči chorobám.

K významným podporovatelům pěstování sóji patřili Schwarzenbergové, na jejichž panstvích (př. Cítoliby na Lounsku) řada pokusů probíhala. Tehdejší hlava rodu, Jan Adolf II Schwarzenberg (1789-1888), byl pokrokový hospodář, působil ve vedení Vlastenecko-hospodářské společnosti, zaváděl nové postupy v zemědělství a lesnictví, podporoval zemědělské školství (mimo jiné založil první rolnickou školu pro česky mluvící žáky) a zakládal zemědělské pokusné stanice. Právě on rozpoznal talent jednoho z nejvýznamnějších reformátorů našeho zemědělství Františka Horského a svěřil mu do péče zemědělské hospodaření na svých panstvích, kde následně docházelo k zavádění střídavého hospodářství. Kromě sóji se Schwarzenbergové podíleli i na rozšiřování ploch řepky.

Konec 19. a začátek 20. století

Na schwarzenberských panstvích pokračovalo pěstování sóji i po Haberlandtově smrti, která jinak většinu pokusů ukončila, neboť Haberlandt v této oblasti neměl vhodného následovníka a sója v něm ztratila neobyčejně iniciativního propagátora. V omezené míře probíhaly i pokusy s pěstováním sóji na zeleno ve směskách pro silážování. I tyto pokusy ale postupně ustaly. Jejich obnovení zajistili až v následující dekádě Sitenský a Frešman. František Sitenský (1851–1924) byl profesor Zemědělské akademie v Táboře, vyučoval zde přírodní vědy, věnoval se rostlinné produkci a fytopatologii. Při akademii založil výzkumnou hospodářsko-botanickou stanici. Kromě toho byl také zakladatelem a redaktorem Hospodářského slovníku naučného (1905–1924), monumentálního encyklopedického díla z oblasti zemědělství. Václav Feršman (1853–1927), profesor a správce školního statku Zemědělské akademie v Táboře, se věnoval především krmivářství. Počátkem 90. let 19. století zaslalo rakouské ministerstvo orby F. Sitenskému ke zkoušení 25 odrůd sóji. Společně s V. Frešmanem testovali tyto odrůdy na tábořské Hospodářsko-botanické výzkumné stanici. V prvním roce uzrálo jen pět odrůd a druhý rok pokusů ani tyto úplně nedozrály, a proto bylo od dalšího pokusného pěstování „v drsném podnebí tábořském“ upuštěno a sója zde byla pěstována jen na ukázkou v botanické zahradě. Na Moravě pěstoval sóju v té době kočovný učitel Josef Benýšek na hospodářské škole

v Klášterním Hradisku u Olomouce (dnes městská čtvrť). Poté pokusy opět ustaly a sója postupně upadala v zapomnění.

Ottův slovník naučný (1905) k pěstování sóji uvádí jen tolik, že „asi před 30 lety byla soja v Čechách doporučována a zaváděna jako vydatná píce. Užívá u nás jen v příznivých letech“. Podobně se vyjadřuje i František Polívka ve své knize o užitkových rostlinách – soja byla u nás pokusně pěstována, v teplejších polohách by se jí i dařilo, ale výnosy byly nejisté, protože v chladnějších letech vůbec nedozrávala. Prof. Josef Munzar, který byl obeznámen s pokusy Haberlandtovými a později se sám pokusům se sójou věnoval, ještě v roce 1911 o „bobu soje“ píše, že „přes to, že mu teplejší polohy střední Evropy svědčí, nemůže zde přece nijak zdomácněti – výnos jeho závisí značně na povětrnosti, semena nejsou tak chutná jako fazolová a ještě těžší se vaří, sláma a lusky jsou jako krmivo jen málo cenné. Semen může se ovšem dobře upotřebiti ke krmení dobytka, ale množství sklizeného zrna obyčejně takovémuto využitkování neodpovídá“.

Od začátku 20. století se výrazně zvyšoval dovoz sójových bobů do Evropy. Současně rostly tendence nahrazení dovozu vlastní produkcí, což vedlo k obnovení pokusů s aklimatizací sóji v podmínkách střední Evropy. Byly založeny pokusy s některými zušlechtěnými odrůdami sóji na Výzkumné stanici hospodářsko-fyziologické v Praze, kterou vedl prof. Julius Stoklasa. Roku 1909 byly vybrané evropské odrůdy sóji zařazeny mezi orientační pokusy s luskovinami. Zkoušené odrůdy ale byly pozdnější a užívaly nepravidelně, v letech s horším počasím neuzrály vůbec. Prof. Stoklasa se mimo jiné pokoušel urychlit vývoj a dozrávání sóji použitím radioaktivního hnojiva, výsledky měly být poměrně úspěšné.

V roce 1914 prováděla pokus s očkováním sóji hlizkovými bakteriemi Výzkumná stanice pro pěstování rostlin píce v Táboře pod vedením prof. Munzara a jeho asistenta Jaroslava Hromádka, pozdějšího šlechtitele sóji. Neúspěchy pokusů se sójou v dané době byly později připisovány právě tomu, že se soja neočkovala. V tomtéž roce Český odbor zemědělské rady pro království České jednal o dovozu aklimatizované odrůdy sóji z Německého Magdeburku, cena deset marek za osivo na jeden metr čtvereční by na potřebných 300 metřů představovala náklad 3000 marek, takže od pokusu bylo upuštěno. V roce 1915 konal pokus se sójou ranou černou v Letech F. Sitenský, „avšak poněvadž pokusný pozemek byl u lesa, zajíci ožrali listy, lusky i menší větve. Je to zajímavý úkaz, zvláště proto, že ostatních plodin (zelí, kapusty, kedlubnu, karfiolu, fazolí a kukuřice) si nevšimli. Úkaz ten již pozorován častěji. Zbylé rostliny této rané sorty nevyzrály úplně“.

První světová válka

První světová válka přinesla nejen problémy se zásobováním vojska i civilního obyvatelstva potravinami, ale také přerušeni dovozu sóji do Rakouska a Německa. Přitom právě soja měla velký potenciál pro válečnou výživu – mohla nahrazovat maso i tuk. Jak uvádí dobový autor: „Zejména velmi dobře by se hodila pro výživu širokých vrstev lidových, vojska, zajateckých táborů – ve formě kaše z loupáných zrn smíšená s brambory v poměru 1 : 2 byla by vydatná, levnou a chutnou potravinou“. V důsledku nemožnosti sóju dovážet začalo Rakouské ministerstvo orby podporovat pěstování sóji a přidělilo určité množství sójových semen „Komitétu pro státní podporu pěstování léčivých rostlin v Rakousku“, aby byly založeny pokusy s jejím pěstováním. V důsledku toho místodržitelství pro království České rozeslalo zvláštní oběžník na hospodářské školy v Čechách, kde žádalo zprávy o vykonaných pokusech se sójou a nabádalo k novým pokusům. Ty byly pod vedením komise pro podporu pěstování léčivých rostlin založeny v roce 1916 (mj. opět na Schwarzenberských panstvích – Citoliby).

V roce 1916 se také do pokusů se sójou zapojil František Chmelař (1891–1971), který nejprve působil na pražské technice jako asistent u prof. Stoklasy, od roku 1927 pak jako profesor pěstování rostlin na tehdejší Vysoké škole zemědělské v Brně (1937–1938 rektor), kde vyučoval až do padesátých let. F. Chmelař byl nejen pokusník, ale i šlechtitel, odborník na testování osiva a určování odrůd. Vyšlechtil sóju Chmelařova žlutá SVA 1, SVA 5, Chmelařova

hnědá. V uvedeném roce vylepšil pokusy prof. Stoklasy na Výzkumné stanici hospodářsko-fyziologické – od německého šlechtitele Fruhwirta z Hohenheimu získal rané odrůdy, které na rozdíl od dosud testovaných pozdnějších odrůd i za méně příznivého počasí daného roku uzrály uspokojivě až velmi dobře, nejranější v polovině září dozrály úplně. V roce 1917 vydal F. Chmelař první ucelenější spis o sóje v češtině: Pěstování soje a její použití pro lidovou a vegetariánskou výživu a dietetiku. V něm realisticky uvádí: „Pokusy se sojou v Čechách prováděné nedávají dosud podklad pro definitivní úsudek o možnosti pěstování soji u nás. Stojí však za to pokoušet se nalézt vhodnou odrůdu pro pěstování v Čechách, ale především na jižní Moravě, kde by pravidelně uzrávala“. Sóju považoval za velmi slibnou plodinu. Patří podle něj mezi nejcennější luskoviny a olejninu. Případný nižší výnos sóji oproti tradičním luskovinám a olejninám plně vyváží vyšší obsah bílkovin a oleje v semenech. Pěstování sóji na semeno by podle něj bylo možné i u nás, tam, kde se daří pěstovat kukuřici na zrno; podmínkou je získání vhodných odrůd. Kromě toho ale doporučuje i pěstování sóji zahradnickým způsobem pro zelené lusky: „Zelené lusky sojové jsou nejen velmi výživné pro zdravé lidi, nýbrž hodí se zvláště pro diabetiky a nervově choré. Mohla by tedy soja se i v našem zelinářství uplatnit a poskytovat dobrý materiál lidové, vegetariánské i dietetické kuchyni“.

Pro pěstování sóji uvádí Chmelař následující doporučení: „Pro soju u nás hodí se nejlépe půdy středně těžké a v polohách chráněných. Seje se na jaře asi v téže době jako fazole, když již není nebezpečí mrazu, asi v polovině května. Semena nemají přijít do větší hloubky než 30 - 50 mm, vzdálenost řádků pro soju na semeno je 0,3 - 0,4 m, vzdálenost rostlin v řádku 0,1 - 0,15 m. Kde nebyla dosud soja pěstována, rozhodí se na jaře na 1 ha asi 10 q půdy z pole, kde již byla soja pěstována, k večeru, kdy je obloha zatažená a ihned se zavlaží. Když je soja 0,1 - 0,15 m vysoká, okopává se. Sorty, které nasazují lusky výše, mohou se obhrnout půdou. Jest možno sít také přímo do hřebenů – hrůbků. Na semeno sklízí se soja, když asi polovina listů opadá. Je-li při sklizni značné teplo, seče se za rosy, aby nevypadala. Při malé ploše se vytrhá. Vhodné je dosušení na stojanech nebo plotech. Snopy vážou se k večeru, po posečení a dají se na stojany. Je-li jich málo, mohou se dosušit i v krytých místech. Hned po sklizni se soja špatně mlátí, v době pocení nelze ji mlátit, nejlépe se mlátí za suchých, chladných zimních dnů. Musíme dbátí toho, aby se zrní při mlácení nerozbito.“

Při pěstování soje v zahradách můžeme urychlovati vzrůst tím, že semena necháme před vysazením nabobtnat ve vodě nebo částečně naklíčit a vysazujeme do hřebenů, jako okurky. Volíme k tomu místa výslunná, chráněná a půdu ne příliš humosní, protože při té soja příliš bují do listů. Aby byly lusky stále čerstvé, může se soja sázeti postupně po 14 dnech“.

Meziválečné Československo

První světová válka ukázala na obrovský význam sóji jak pro výživu lidí, tak i hospodářských zvířat. Zatímco před ní bylo pěstování sóji u nás pokusné, pokusy krátkodobé a izolované, během války a po ní nastává období systematického zájmu o tuto plodinu. V tehdejší Československu se sóje věnovala řada odborníků. Vylepšuje se pěstební technologie, řada šlechtitelů se snaží získat odrůdy, které by byly dostatečně rané a výnosné pro naše podmínky.

Jednou z významných postav tohoto období je Jaroslav Hromádko (1890–1969), zemědělský pedagog, který na počátku své kariéry působil v Táboře u prof. Josefa Munzara (1912–1918) a současně i v Praze u prof. Julia Stoklasy. Na obou těchto pracovištích se v dané době sója intenzivně zkoumala. Hromádko se těchto pokusů účastnil a poté, co od roku 1918 začal působit na tehdejší Zemské vyšší hospodářské škole v Roudnici nad Labem (kterou od roku 1939 vedl), nadále se této plodině věnoval. V roudnické Výzkumné stanici zemědělské prováděl pokusy s aklimatizací a pěstováním sóji, a také intenzivně šlechtil nové odrůdy. Výchozí materiál ke šlechtění získával z tábořské botanické zahrady, od obchodníků se sójovými boby a z továren na jejich zpracování, část pak přímo ze sbírek roudnické školy od předchozího ředitele Františka Nováka, který zde sóju pěstoval již od roku 1906. K nejvýznamnějším Hromádkovým odrůdám patřily Roudnická žlutá S, žlutá H8, Roudnická hnědá H, Roudnická černá Maribor, černá Č. B.,

černá Č. Š., Roudnická Kadaň. Značná část jeho odrůd ale byla černo či hnědosemenných, což ztěžovalo jejich praktické uplatnění – při zpracování sójových semen byl obsah barviva na závađu.

Dalším významným šlechtitelem byl Vojtěch Truksa (1894–1944), původem z Prahy, který ale působil především na Slovensku, ve Státním výzkumném ústavu zemědělském v Bratislavě, kde také sóju šlechtil – pokoušel se získat nejen odrůdy pro produkci semen, ale i vzrůstnější odrůdy čistě pícní. Je autorem Bratislavských odrůd – z velkého počtu testovaných novošlechtění jich do podoby odrůdy dovedl 12, z nich byly více pěstovány Bratislavská 45 a 137, obě žlutosemenné. K dalším odrůdám patřily Bratislavská žlutá 85, Bratislavská hnědá 29 a hnědá 150. Odrůda Bratislavská 141 byla pozdní, polopopínavá, pěstovaná na zeleno a na siláž. S V. Truksou spolupracoval Jaroslav Hruška (1896–1958), který ve 20 a 30. letech působil rovněž na Slovensku jako šlechtitel, inspektor a zemědělský rada, následně pracoval v Praze na ministerstvu zemědělství. Kromě luskovin se zabýval i šlechtěním obilnin (především jarního sladovnického ječmene a kukuřice), okopanin a olejnin.

Hruška jako referent Zemedělské rady pre Slovensko založil v roce 1929 na více než 150 lokalitách demonstrační pokusy se sójou. J. Hruška a V. Truksa vypracovali podle inspirace z praxe amerických farmářů způsob pěstování sóji ve dvojkuľtuře s kukuřicí. Jejich pokusy ukázaly, že tento způsob pěstování sóji měl vyšší rentabilitu. Kukuřice ve výnosech oproti sóje méně kolísala a tím zajišťovala určitou minimální rentabilitu dvojkuľtury. Jak kukuřice, tak sója poskytovaly v této dvojkuľtuře vyšší výnosy po jednotce plochy než v čistých kulturách. Používaly se rané a polopozdní odrůdy kukuřice při rozteči řádků 0,6 - 0,7 m, kdy byl mezi řádky kukuřice jeden řádek sóji, případně při rozteči 1,08 m se dvěma řádky sóji, které byly od sebe vzdáleny 0,24 m a od kukuřičných řádků 0,42 m. Sója dozrávala až po kukuřici. Při sklizni se nejdříve vylámaly dozrálé palice kukuřice, potom se pokosila kukuřičná sláma kosou a jakmile sója dozrála, sklídila se stejně jako v čisté kuľtuře, tedy kosou nebo žacíím strojem, kdy se rostliny ponechávaly v hrstkách doschnout na strništi, nebo se vázaly do malých snopků a dosušovaly v panáčích nebo kapličkách, budkách.

V Brně pokračoval v pokusech a šlechtění sóji František Chmelař – nejprve v Zemském výzkumném ústavu zemědělském, později na Vysoké škole zemědělské. Vzhledem k tomu, že sóju vyséval každoročně, měl k dispozici výsledky dlouhodobých pokusů. Ohledně budoucnosti sóji se domníval, že její pěstování na zrno má v našich nejteplejších polohách velmi dobré vyhlídky nejen v čisté kuľtuře, ale zvláště ve dvojkuľtuře s kukuřicí. U nás by podle prof. Chmelaře bylo možné rozšířit plochu sóji asi na 30 000 ha (týkalo se celého tehdejšího Československa). Sója může být podle něj pěstována všude tam, kde dozrává kukuřice na zrno. Pro pěstování na olej a mouku doporučoval Chmelař „rané odrůdy s krátkou vegetační dobou, nízké až středně vzrůstné, žluté neb zelenosemenné s pupkem bezbarvým nebo světle hnědě zbarveným“.

Pěstování sóji v té době popisuje František Sitenský ve svém Hospodářském slovníku naučném jako jednoduché: „Pole se na podzim hlubokou orbou připraví a rostlina se z jara, když teplota dosáhla 9–10 °C vysévá. Projížděním plečkou zbavuje se plevele. Z hnojení nejdůležitější je hnojení kyselinou fosforečnou. Seje se do řádků 40 cm od sebe a potřebuje se na 1 ha 60–80 kg. Za účelem pěstování píce může se síti na široko. Semeno nezadělává se hluboko, zadělává se do hloubky 3–5 cm. Výtěžky po ha bývají 12–14 q zrna. Sláma se mlátí nejlépe v době mrazu. Jako zelená píce se klídí, když je většina lusků již vytvořena“.

Nejrozšířenější odrůdami v meziválečné době byly krajová slovenská ze Šárovce, Bratislavské žlutosemenné odrůdy vyšlechtěné Truksou a žlutosemenná Chmelařova brněnská. Odrůdové spektrum bylo ale mnohem širší, z roudnických odrůd sóji vyšlechtěných Dr. Hromádkem vynikly větší výnosností rané odrůdy Roudnická černá Č. B., Roudnická černá Maribor a Roudnická hnědá. Z cizích se pěstovaly rakouské odrůdy Plattská žlutá obrovská, Plattská černá, Plattská hnědá, německé odrůdy Dieckmannova zelenožlutá, Heimkratt (žlutá), ty se osvědčily kromě Slovenska i v Čechách a na Moravě. Od pěstování odrůd s barevným zrnem, černým a hnědým, bylo z technických důvodů upouštěno.

V průběhu 30. let se osevní plocha sóji v Čechách pohybovala kolem 20 ha, na Moravě kolem 40 ha. V teplých polohách jižní Moravy se její osev postupně zvyšoval. Výnosy se pohybovaly podle ročníku a způsobu vedení kultury mezi 12–30 q zrna s olejnatostí 17–24 % a 28–45 q slámy na 1 ha. Krmná hodnota slámy byla uváděna stejná, jako prostředního sena. Mohla být zužitkována suchá zkrmením ovce, které s ní bylo možné vykrmit, nebo se silážovala s jinou pící, zejména s kukuřicí.

V návaznosti na relativní úspěchy pěstování sóji v Českých zemích vznikla za první republiky společnost „Soja“, družstvo pro pěstování a zužitkování soje a olejnatých plodin. Ta mimo jiné ze svých poboček v Praze a Brně dodávala pěstitelům přípravky pro očkování osiva sóji. Toto sdružení organizovalo nejen pěstitele sóji, ale i zpracovatelský průmysl olejnatých semen a upozorňovalo na národohospodářský význam sóji a dalších olejnin. Snažilo se zlepšit rentabilitu jejich pěstování u nás s pomocí návrhu zavedení dovozních cel na rostlinné tuky i bílkovinná krmiva. Československá vláda pověřila v roce 1934 družstvo Soja organizováním osevu, výkupu a dodávek sóji, společně s povinností zvyšovat osevní plochu sóji a „zvelebovat její produkci“. V roce 1935 vydávají pracovníci ministerstva zemědělství Nikolaj Pume, Václav Škoda a s nimi specialista na sóju Vojtěch Truksa naši dosud nejdetailnější a nejobsáhlejší publikaci o sóje, 300stránkovou monografii Soja – pěstování, použití a národohospodářský význam (druhé vydání 1941).

I přes všechny tyto propagační snahy se sója ani za první republiky nestala šířeji pěstovanou plodinou, občas byla vzhledem ke svým nárokům a nejistotě ve výnosech hanlivě označována jako skleníková plodina. Jan Střítecký ve svých učebnicích Pěstování rostlin hospodářských uvádí, že „soja či bob Haberlandtův pro velkou potřebu tepla u nás se nedaří, ač by byla velice cennou plodinou“. Dokládá to výsledky svých pokusů v Chrudimí, kdy ze dvou pokusných let sója jednou vůbec nedozrála, i když byla zasetá dříve než v roce předchozím.

Větší zájem o pěstování sóji přichází až ve druhé polovině 30. let, v souvislosti s regulací zemědělství a se snahou o větší soběstačnost. V celém Československu vzrostly plochy na více než 600 ha. Druhá světová válka přináší opět problémy s potravinami a znovu se ukazuje důležitost sóji v lidské výživě, její plochy ale výrazněji nerostly, protože byl kladen důraz na pěstování klasických plodin, které poskytovaly vyšší a stabilnější výnosy, které bylo možné v době války i lépe zpeněžit.

Poválečná doba, 50. a 60. léta

Ve druhé polovině 40 let se i pod vlivem úspěchů s pěstováním sóji v tehdejší Sovětské svazu a zemích jihovýchodní Evropy plochy sóji v Československu navýšily až na rekordních 2631 ha v roce 1949 a na podobné úrovni setrvaly ještě počátkem 50. let. Následně se ale plochy opět snižovaly, takže koncem 50. a počátkem 60. let se pohybovaly kolem 350 ha a bylo opět třeba pěstování sóji propagovat. Z původní velmi pestré odrůdové skladby byla v tehdejší Československu povolena jen jediná odrůda, a to Hodonínská žlutá, která byla charakterizována jako středně raná až polopozdní (99–173 dni), vysoká až 0,85 m, s lodyhou středně rozvětvenou, v době zrání nafialovělou, listy měla při dozrání opadavé, lusky nafialovělé, semena hnědožlutá. I ta však trpěla nectnostmi starších odrůd, takže její pěstování nebylo zcela spolehlivé. ÚKZÚZ prováděl pokusy se sójou například v letech 1952 a 1953, sledoval se i vliv předplodiny (brambory, pšenice, sója po sóje). Výnosy se pohybovaly v roce 1953 mezi 11,9 q (po pšenici) a 16,7 q (sója po sóje). V roce 1952 ale nebyly pokusy hodnoceny, protože vzhledem k průběhu počasí většina odrůd vůbec nedozrála. Při pokusech s pěstováním na zelenou hmotu byly výnosy 120–137 q (1952) a 187–202 q (1953). Pěstební technologie se od předchozích období příliš nelišila, počátkem 50. let se na menších plochách doporučuje i ruční setí tzv. pod motyku. Vzhledem k době bylo nutné propagovat i metody lisenkovské agrobiologie, především jarovizaci, spočívající v namáčení osiva ve vodě, jeho nabobtnání a následné přehazování při teplotě kolem 20 °C po dobu 10–15 dní. Klíčení se bránilo snižováním vrstvy semen, přehazováním a snižováním teploty. Je samozřejmé, že tento postup se u nás nijak neujal.

V roce 1957 byla povolena k pěstování odrůda Kroměřížská žlutá, která se na deset let stala jedinou u nás na zrno pěstovanou odrůdou. Byla vyšlechtěna z německé odrůdy Dieckmanova Heimkraft. Byla to odrůda raná, s pevnou lodyhou, opadavým listem, s pevnějším uzávěrem lusků. Pro sklizeň na zelenou hmotu nebyla pro nižší olistění příliš vhodná, pro tyto účely se šlechtily pozdnější vyšší odrůdy s rychlým počátečním růstem.

Průměrné výnosy sóji v této době kolísaly v rozpětí 6–12 q/ha, při dobré agrotechnice se v kukuřičném výrobním typu dosahovalo 15–20 q/ha zrna a 20–30 q slámy. Sója neměla v rámci pěstovaných plodin trvalé místo. Počítalo se ale s tím, že v budoucnu může sója podstatně ovlivnit řešení bilkovinné problematiky. Proto se předpokládalo její rozšíření, zejména v kukuřičném výrobním typu, a to v čistých kulturách a ve dvojkultuře s kukuřicí. Nejvyšší množství rozšíření byla pro Československo udána plochou 65 000 ha, z větší části v závlahové oblasti. Do roku 1970 se počítalo s rozšířením plochy sóje asi na 10 000 ha (ve skutečnosti se na tuto hodnotu plochy sóji dostaly až koncem 80.let)

Významnou součástí agrotechniky byla stále mechanická kultivace, a to opakované plečkování s následnou ruční okopávkou a vytrháváním vyšších rostlin plevelů. Začínají se ale již používat herbicidy proti dvouložným plevelům. Dělená sklizeň je nahrazena doporučovanou sklizní sklízecí mlátičkou, ale to lze jen v oblastech s jistějším počasím v době sklizně, kdy sója dozraje stejnoměrně.

Koncem 60. let byly povoleny další dvě odrůdy, a to Nigra (1967) a Zora (1968), v roce 1975 pak Dunajská (Dunajka). Kromě těchto domácích odrůd se pěstovaly i odrůdy zahraniční – Smena (SSSR), Adepta (NSR), Altona, Clay, Norman (USA).

70. a 80. léta

Začátkem 70. let byly plochy sóji stále na úrovni nižších stovek hektarů, do poloviny této dekády se ale zvýšily až ke 4 000 ha, poté ale opět poklesly na méně než 1 000 ha.

Od 70 let je regulace plevelů řešena především herbicidy, běžně se používá moření osiva. Mechanická kultivace se používala podle možností vzhledem k chemické regulaci plevelů, šlo především o použití rotačních pleček při silném zaplevelení porostů. Ze škůdců nejvíce škodili holubi, bažanti, králíci a zajíci. Sója se sklízela v plné zralosti sklízecími mlátičkami. V literatuře se stále objevuje možnost dvojkultury s kukuřicí, která se uplatňovala hlavně v malovýrobě po druhé světové válce. Jednalo se o střídání dvou řádků kukuřice a čtyř řádků sóji. Vzdálenost řádků byla 0,5 m, mezi kukuřicí a sójou 1 m. Sklizeň byla plně mechanizovaná po úplném dozrání obou plodin. Tento systém byl ale zároveň zpochybňován – neprokázala se vyšší výnosnost, čisté kultury lze lépe ošetřovat a zajistit jim optimální agrotechniku. Zkoušel se nadále na zelenou hmotu, především v podmínkách pro sóju méně příznivých. Sója je v této době pěstována i jako krmná luskovina, pícnina na zeleno, seno nebo siláž. Na siláž se nepěstovala jako čistá kultura (mnohem nižší výnosy ve srovnání s jinými silážními plodinami – především s kukuřicí), ale právě ve směsi s kukuřicí, případně čirokem.

V 80. letech byla sója charakterizována jako naše nejméně významná luskovina, i když všestranně užitková. V roce 1980 se sója v ČSSR pěstovala na 930 ha, z toho v České socialistické republice jen na 4 ha, v následujícím roce jen na 2 ha s výnosem 0,4 – 0,5 t/ha. Průměrné výnosy v Československu v té době byly 0,8–1,2 t/ha, při dobré agrotechnice v kukuřičném výrobním typu 1,5–2 t/ha. V ČSSR byly na začátku 80. let povoleny k pěstování 3 odrůdy: Dunajka (1975), ISz 10 (1978) a Amurská 310 (1980). Dobrých výsledků se dosahovalo i s rumunskou odrůdou Merit. Probíhal výzkum heteroze pro výrobu hybridního osiva, zásadní úspěchy ale nepřinesl. Osevní plochy v průběhu 80. let rostly, v roce 1986 se pohybovaly kolem 2500 ha, v roce 1989 to bylo 3800 ha. K povoleným odrůdám konce 80. let patřily kromě Dunajky s delší vegetační dobou, vhodné jen pro oblast Slovenska, ještě Aida a Sluna – vhodné i pro teplejší polohy řepařské oblasti, ranější; k dovozu osiva byly pro krátkou vegetační dobu povoleny zahraniční odrůdy Amurská 310, Maple Arrow.

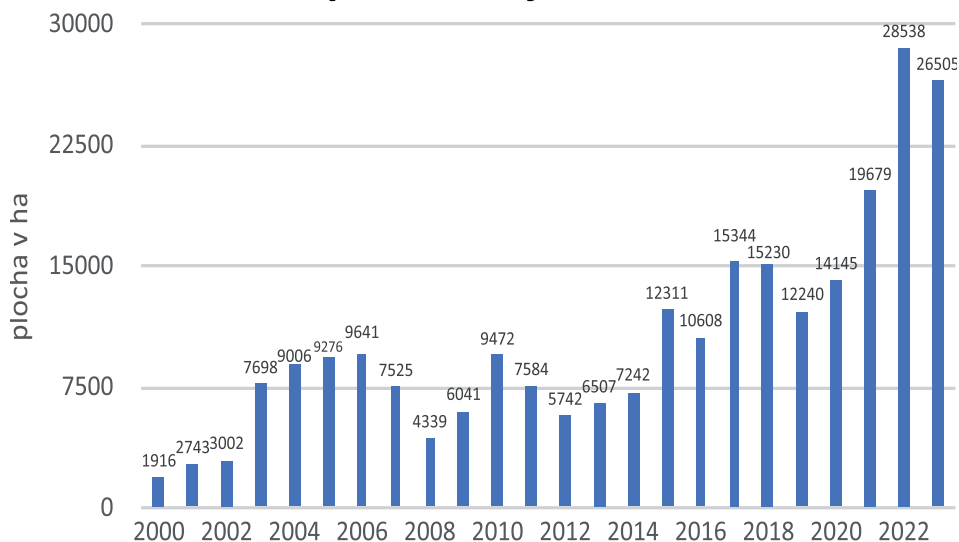
Pro očkovaní osiva byl k dispozici sójový Rhizobin. Doporučovalo se sít při teplotě půdy 8 - 10°C, tj. koncem dubna až začátkem května (do 5.5.). Šířka řádků se používala 0,25 až 0,45 m, hloubka setí 40 - 60 mm, výsevek 60 - 80 klíčivých semen na metr čtvereční, tj. 100 - 130 kg/ha. Od 5 týdnů po vzejtí až do období kvetení bylo možné porosty s širšími řádky plečkovat, ale regulace plevelů se prováděla především chemicky. Doporučovala se zálaha před květem množstvím 50 mm vody. Mechanizovaná sklizeň mlátičkami upravenými na šetrnou sklizeň (jako u ostatních luskovin) se prováděla v plné zralosti, vzhledem k nízkému nasazeným luskům některých odrůd bylo potřeba nastavit žací vál na co nejnižší řez.

90. léta a samostatná ČR

V 90. letech byl nárůst ploch sóji v Československu ještě výraznější, z 6700 ha v roce 1990 na 11 600 ha v roce 1992. V tomto období se v některých letech i na území ČR pohybovaly plochy od 1600 ha (1990) po 4 000 ha (1992). Rok 1992 byl ale pro sóju velmi nepříznivý, s výnosem pod 1 t/ha, a plochy následně silně poklesly. Tyto nízké úrovně osevních ploch platily pro samostatnou Českou republiku po celý zbytek 90. let, kdy kolísaly mezi 725 ha (1993) až k pouhým 249 ha (1997). Tehdy pěstované odrůdy nepřinášely oproti minulosti žádné výraznější zlepšení vlastností sóji pro naše podmínky. Koncem 90. let se ale toto vše výrazně změnilo s příchodem tzv. kanadských odrůd sóji. Jednalo se o odrůdy firmy Semences Prograin z kanadského Québecu, které se oproti dosavadním odrůdám vyznačovaly mnohem lepší adaptací na naši zeměpisnou šířku, klimatické podmínky a délku dne.

V roce 1997 byly tři tyto odrůdy dány ke zkoušce na ÚKZÚZ, dvě z nich byly následně registrovány: Korada a OAC Vision. OAC Vision byla velmi raná odrůda s délkou vegetační doby udávanou šlechtitelem 113 dní, v našich podmínkách dozrávala začátkem září. Korada byla odrůda raná, délka vegetační doby udávaná 120 dní. V podmínkách ČR se ale délka vegetační doby odrůd pohybovala mezi 140–160 dny, v nepříznivých letech u odrůdy Korada až 180 dní.

plocha sóji v ČR



Obr. 13: Vývoj osevních ploch sóji po roce 2000 (zdroj: ČSÚ, 2023).

V běžných provozních podmínkách byly tyto odrůdy poprvé pěstovány v roce 1999, a to na 160 ha. V následujícím roce bylo těmito odrůdami oseto již 1200 ha, v roce 2001 pak 2400 ha, tedy 90 % celkové plochy osevu sóji u nás. Plocha sóji od roku 2000 již nikdy nepoklesla pod 1000 ha (viz. obr. 13), od roku 2015 se drží nad 10 000 ha se zatím rekordní plochou 28 540 ha v roce 2022. Pro podmínky ČR je v roce 2023 registrováno a ověřeno 22 odrůd, z nichž 19 je součástí Seznamu doporučených odrůd Národního odrůdového úřadu ÚKZÚZ.

Po 150 letech od počátků pěstování sóji ve střední Evropě tedy můžeme říci, že naděje, které s ní spojovali první průkopníci jejího zavádění do našeho zemědělství byly naplněny. Její plochy v současné době dalece přesahují neoptimističtější odhady jejího možného rozšíření z doby před 100 lety a výnosy nejlepších odrůd v dobrých ročníchích překračují 4 t/ha. Sója se stala významnou plodinou nejen pro nejteplejší oblasti jižní Moravy, ale i pro řepařskou výrobní oblast celé ČR a kromě nížin se s jejím pěstováním setkáváme i ve středních nadmořských výškách.

4. Osivo sóji

Kvalitní založení porostu je u sóji jedním z nejdůležitějších faktorů, jak dosáhnout vysokého výnosu. Z tohoto důvodu je kvalitní, tedy vitální osivo chápáno jako základní předpoklad pro založení optimálního porostu. Rozdíly ve vitalitě osiva mohou být dány celou řadou faktorů. Za hlavní hodnotu definující kvalitu osiva je považována laboratorní klíčivost. Kvalita osiva je ovšem také pro mnohé subjektivně chápaným pojmem. Kvalitní osivo podle norem ISTA (International Seed Testing Association) je takové, které splňuje předepsané parametry (klíčivost). Z pohledu uživatele těchto osiv se, ale může jednat o pojem odlišný. Uživatel chce osivo, které rychle a jednotně klíčí, a které umožní založení kvalitního porostu. V nepříznivých podmínkách prostředí, ale i takové osivo může mít problémy. Důležitá je proto nejen vysoká klíčivost osiva, ale i jeho vitalita.

4.1. Klíčení semen

Jak uvádí mnoho autorů, klíčení semen je obnovení jeho metabolické aktivity vedoucí k prodloužení buněk radikuly a hypokotylu embrya. Klíčení semen zahrnuje řadu složitých biochemických, fyzikálních a biologických procesů (např. hydratace proteinů, strukturální buněčné změny, dýchání, makromolekulární syntézy a prodloužení buněk), jejichž vlivem embryo přechází z dehydratovaného klidového stavu do stadia s aktivním metabolismem, který je završen růstem.

Klíčení začíná vždy růstem kořínku, přičemž ten po určitou dobu (zpočátku) brzdí růst nadzemních částí klíčící rostliny (plumuly). U luskovin, jako dvouděložných rostlin je klíčení buď epigeické (děloha je vynesena nad povrch půdy) nebo hypogeické (děloha zůstává pod povrchem půdy). V případě sóji jde o klíčení epigeické.

Za vyklíčené se považuje semeno, u něhož základ kořene – radikula – prorazila testu, tj. osemení. Proražení testy je jedním z důležitých okamžiků klíčení, dochází k němu obvykle v místě někdejší mikropyle, která se při tvorbě obalů semene uzavírá. Proražení testy umožní embryu kontakt s vnějším prostředím a zakotvení v půdě.

4.2. Klíčivost osiva a polní vzházivost

Vysoké procento klíčivosti produkovaného osiva je nejlepší vizitkou semenářské firmy. Konkrétní požadavky na klíčivost mají určitou souvislost s běžně dosahovanou hodnotou procenta klíčivosti u plodin, ale v podstatě představují i určité mezní hodnoty, které souvisejí s prudkým poklesem vitality, snížili-li se klíčivost pod uvedené procento. Jak již bylo uvedeno, laboratorní klíčivost je považována za hlavní hodnotu definující kvalitu osiva. Tato veličina je hodnocena podle mezinárodních pravidel ISTA (International Seed Testing Association), které zaručují mezinárodní srovnání a umožňují obchod nejen v evropském, ale i v celosvětovém měřítku.

I když z fyziologického hlediska dosahují semena schopnosti klíčit zpravidla již v časných fázích vývinu, je u řady plodin vysoká klíčivost osiva velký problém. Příkladem jsou luskoviny (tedy i sója), kdy lze certifikovat osivo s klíčivostí od 80 %, u lupiny úzkolisté dokonce od 75 %. Konkrétní požadavky na klíčivost osiv mají vždy určitou spojitost s běžně dosahovanými hodnotami procenta klíčivosti osiva jednotlivých plodin. Tyto hodnoty představují určité mezní hodnoty, které souvisejí s prudkým poklesem vitality, snížili-li se klíčivost pod uvedené procento.

Opomíjeným, avšak významným semenářským kritériem je rychlost a vyrovnanost klíčení. Procento klíčivosti je vyjádřením podílu klíčivých semen v testovaném vzorku, hodnoceném na konci období vymezeného počtem dnů, kdy se předpokládá, že klíčení je ukončeno. Jednotlivá semena ve vzorku však neklíčí stejnou intenzitou. Z praktického hlediska lze rychlost a vyrovnanost klíčení hodnotit na podkladě energie klíčení, využijeme-li ve standardním testu laboratorní klíčivosti hodnotu tzv. prvního počítání klíčenců. K detailnějšímu vyjádření vyrovnanosti klíčení se využívá hodnoty střední doby klíčení (MTG) a pro určité speciální případy může mít význam i hodnota maximálního denního přírůstku procenta klíčivosti.

Polní vzházivost a produkční potenciál odrůdy nebo partie osiva patří rovněž mezi významné vlastnosti osiva. Kvalitní osivo dosahuje vysoké polní vzházivosti. Rozdíl mezi laboratorní klíčivostí a polní vzházivostí je zapříčiněn jak vnitřními faktory osiva, tak kombinací podmínek vnějšího prostředí. Korelace klíčivosti s polní vzházivostí je často nízká a závisí na podmínkách při vcházení a na vitalitě osiva.

Kvalita osiva má rozhodující podíl na vzházivosti a následně se může odrazit i v konečném výnosu. Hustota porostu je výrazně ovlivňována v jednotlivých ročnicích díky průběhu počasí.

Přestože k nejdůležitějším semenářským znakům kvality osiva náleží vysoká klíčivost a dobrý zdravotní stav, pro pěstitele jsou rozhodujícími kritérii polní vzházivost a vyrovnané vzházení. Tyto vlastnosti jsou výrazně ovlivněny nejen uniformitou osiva jak ve smyslu fyzikálních charakteristik (tvar, velikost, hmotnost), tak ve smyslu jeho semenářské hodnoty (čistota, klíčivost), ale i podmínkami prostředí, které jsou povahy abiotické (zejména průběh počasí a půdní podmínky), antropogenní (celková úroveň hospodaření a konkrétní agrotechniky) a biotické (půdní mikroflóra, mikrofauna, choroby, škůdci, prospěšné mikroorganismy apod.). Ke zvýšení predikce polní vzházivosti jsou využívány různé modifikované laboratorní testy vitality, do kterých jsou vkládány určité stresující faktory. Metodicky se obvykle porovnává klíčivost osiva čerstvého a osiva deteriorovaného, tedy zestárlého, respektive zhoršeného.

Při výzkumu kvality osiva ve vztahu k různým faktorům však nelze stavět pouze na laboratorní klíčivosti. I vysoce klíčivé osivo může mít různou vitalitu, což je vlastnost semen, která objektivizuje jeho kvalitu. Vitalita je ovlivněna genetickými i environmentálními podmínkami a je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující nejen samotnou kvalitu založení porostu, ale i jeho výkonnost. Vitalita osiva je technologická vlastnost. Je to potenciál semen pro rychlé a uniformní vzejití a pro vývoj normálního semenáčku za širokého spektra polních podmínek. Vitální mohou být jen zdravá semena. Hlavní příčinou ztráty vitality je poškození buněčných membrán, dané biochemickými změnami anebo i mechanickým poškozením. Vitalita není jednoduše měřitelná vlastnost, ale pojem popisující několik charakteristik, které zahrnují rychlost, uniformitu klíčení, růst, toleranci ke stresovým podmínkám po zasetí a udržení si vitality během skladování.

4.3. Stárnutí semen

Semena luskovin při delším skladování (více let) prochází obdobím stárnutí (senescence), tedy postupným snižováním jejich kvality jak z pohledu vitality, tak i klíčivosti.

Stárnutí je proces spojený s porušováním metabolismu buněk, který vede ke zhoršení osevních a nutričních vlastností semene a ke ztrátě životaschopnosti. Pozorovatelné projevy procesu stárnutí v semenech a tkáních jsou zpomalená rychlost klíčení (heterogenita mezi semeny), méně vyvinutí klíčenci v porovnání se životaschopnými semeny z populací, kde nedošlo k procesu stárnutí a dále například anomální klíčící rostliny.

Podle řady autorů vnitřními příčinami stárnutí jsou změny na cytomembráně zapříčiněné fosfolipidickou oxidací, změny genomu a poruchy v transkripci a translaci a v neposlední řadě bioenergetické procesy. Vnější příčiny stárnutí jsou potom mikroflora a dýchání.

Dodatečným rysem stárnutí, hlavně u semen s velkými dělohami (luskoviny), je ztráta schopnosti semen podržet rozpuštěné látky (např. cukry, K, aj.) při jejich bobtnání ve vodě.

4.4. Vitalita osiva

Semenářské parametry certifikovaných osiv jsou dány zákonem č. 219/2003 Sb. o oběhu osiva a sadby a jeho vyhláškami. Nejdůležitějším parametrem kvality osiva je (laboratorní) klíčivost, výhodná pro svou jednoduchost, opakovatelnost a standardizovaná pravidla v mezinárodním měřítku.

Jedná se o vlastnost osiva, která vyjadřuje schopnost semen vyklíčit (vytvořit optimálního klíčence) v laboratorních podmínkách. Ty lze považovat za optimální, neboť je charakterizuje stálá teplota, přiměřená vlhkost, absence škůdců a půdních chorob či inhibičních vlivů plevelů a mikroorganismů. Udává se v procentech vyklíčených semen ze všech semen použitých ke klíčení a vyjadřuje tedy nejvyšší teoreticky možnou míru vzházení.

Tento parametr však u partií mnohých plodin, například obilnin, pozbývá smyslu, neboť u nich umíme volbou odrůdy a agrotechniky vyprodukovat osivo s výbornou klíčivostí splňující semenářské normy. Z pohledu laboratorní klíčivosti tak mezi danými partiemi nebude rozdíl. Ten se však prokáže v případě stresových podmínek, jako je například suboptimální množství vody. Může se klidně stát, že osivo vykazující v optimálních podmínkách výbornou klíčivost, vyklíčí ve stresových podmínkách hůře než osivo, které se prokázalo horší klíčivostí v optimálním prostředí.

Vlastnost vyklíčit ve stresových podmínkách vystihuje pojem vitalita neboli životaschopnost osiva, respektive jednotlivých semen. Popisují ji míra vyrovnanosti klíčenců dané partie, schopnost semen vzházet v nepříznivých podmínkách a schopnost zachovat si klíčivost po skladování. Partie s vysokou životaschopností má potenciál dobře se projevovat i za podmínek pro daný druh neoptimálních.

Sharma (2018) udává, že termín „seed vigor“ byl prvně použit v roce 1876, a že mezinárodní sdružení pro testování osiv ISTA definuje vitalitu jako souhrn všech vlastností, které určují aktivitu a výkon partie vykazující dobrou klíčivost v široké škále podmínek různých prostředí. Na vitalitě daného semene se podílí genotyp, podmínky růstu mateřské rostliny, úroveň zralosti a doba sklizně, velikost a hmotnost semen, mechanické zacházení, patogenní organismy a stáří osiva. Protože je vitalita ovlivněna spoustou faktorů, neexistuje univerzální metoda jejího testu.

Lazarová a kol. (2019) uvádějí, že vitalita je přirozená vnitřní síla semen zajišťující rychlé klíčení a jeho dokončení i za různorodých přírodních podmínek. Jinými slovy se jedná o schopnost semen kvalitně vyklíčit ve stresovém prostředí. Určuje tak kvalitu osiva a potenciál rovnoměrného klíčení a vzházení v polních podmínkách, jež se vyznačují vysokou rozmanitostí. Je tak vhodné hodnotit semena nejen pomocí klíčivosti, ale zejména právě podle vitality. K tomu je potřeba vyvinout rychlé a jednoduché metody s malými nároky na práci, které by byly přesné, reprodukovatelné a o vitalitě dobře vyhovovaly.

Sharma (2018) uvádí, že testy vitality lze rozdělit na růstové, stresové a biochemické. Růstové testy jsou založeny na tom principu, že vitálnější semena rychleji klíčí a rostou s větší energií. Růstovým testem tak lze určit vitalitu například tak, že založíme standardní laboratorní klíčivost, ale pro daný druh je určený den, kdy se klíčivost odečte, přičemž doba, kdy k odečtení má dojít, je nízká. Partie, která v den měření prokázala nejvyšší počet vyklíčených semen, je určena jako nejvitálnější. Vitalita je tak odhadnuta pomocí rychlosti vyklíčení v optimálních podmínkách. Další metodou je vložit semena do klíčovadla mezi dvě vrstvy vlhkého papíru. Po určité době jsou změřeny délky vyklíčených rostlin. Vitalita je v tomto případě odhadnuta pomocí délek klíčků. Klíčky lze také usušit při 100 °C a následně zvážit. Má se za to, že vitálnější porost dříve vytvoří chlorofyl, začne asimilovat a tím nabyde na hmotnosti. Vitalita je tak odhadnuta pomocí hmotnosti sušiny klíčenců. Princip stresových testů spočívá v zatížení semen nepříznivými podmínkami jako extrémní teploty, vysoká vlhkost či fyzické bariéry. Je tak možno zasypat semena štěrkem, přes která vyklíčí jen ta zdravá, silná (vitální). Podobně lze přes semena přeložit speciální papír, který vitální semena svým vzrostným vrcholem prorazí, zatímco slabá semena nikoliv. V těchto testech je vitalita odhadnuta pomocí velikosti mechanické síly, kterou jsou klíčky schopny vyvinout. Již zmiňovaný test urychleného stárnutí vyvinutý na Mississippi State University, osivo nejprve zatíží podmínkami majícími na osivo podobný vliv jako dlouhodobé přeskladnění a následně určí klíčivost. Vitalita je tak odhadnuta pomocí laboratorní klíčivosti po dlouhé době uskladnění (ta je v tomto případě nahrazena stresovou ekvivalentní stresovou zátěží). Mezi metody chemické patří již zmiňované měření konduktivity, kdy je vitalita odhadnuta pomocí vodivosti roztoku vylouhovaných semen.

Největší význam hraje vitalita u druhů se sníženou autoregulační schopností, kterým právě sója je (Pazderů 2019).

V metodice ÚKZUZ (2017) jsou uvedeny druhy, u nichž se vitalita testuje a zároveň příslušné metody, které splnily podmínky validace. Test konduktivity se kromě sóji používá taktéž u rodů *Pisum* a *Phaseolus*. Test urychleného stárnutí se týká pouze sóji. Vitalita je ovlivňována pěstebními podmínkami a prostředím v době zrání a sklizně. Povětrnostní podmínky daného roku a úrodnost stanoviště mohou mít vliv na vývoj radikul v semenech, i množství jejich biomasy. Konkrétně u sóji mnoho studií ukazuje, že porost pocházející z vitálního osiva vykazuje vyšší výnos semene v důsledku větší hustoty porostu, stabilnější výnos v rámci rostlin, vyšší míru vázání vzdušného dusíku, obsah sacharidů, vyšší úroveň nodulace, větší výšku porostu a dále. Mezi vitalitou osiva sóji a výnosem hlavního produktu byla prokázána silná korelace 0,88 až 0,98.

4.5. Metody zjišťování vitality osiva

Mezi dvě základní a ve světě nepoužívané metody zjišťování vitality patří zkouška konduktivity a test urychleného stárnutí.

4.5.1. Konduktivita

Princip spočívá ve změření vodivosti výluhu semen. Má se za to, že mezi konduktivitou elektrolytu vzniklého uvolněním iontů ze semen do vody a vitalitou těchto semen existuje negativní korelace. Čím vyšší je vodivost výluhu vzorku, tím nižší je životaschopnost dané partie osiva.

Jedná se o test nepřímý, neboť neměří vitalitu (vzcházejivost ve stresových podmínkách) přímo stresováním semen. Test konduktivity měří jiné, zdánlivě nesouvisející znaky osiva, u nichž se prokázalo, že jsou spojeny s projevy vitality pozorovanými u klíčících rostlin. Kromě sóji se tato metoda používá i pro zkoušku životnosti hrachu (*Pisum sativum*) a fazolu (*Phaseolus vulgaris*).

Pro každou sérii měření se z každého základního vzorku odebere čtyřikrát 50 semen. Ta jsou zvážena, vložena do kádinky s 250 ml destilované vody a zakryta filtračním papírem. V nich se semena louhují po dobu následujících 24 hodin. Po uplynutí této doby a těsně před začátkem měření se kalibrovaným konduktometrem změří vodivost pozadí neboli destilované vody, použité předchozí den pro louhování semen. Tato hodnota pozadí by neměla přesáhnout 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Na začátku každého jednotlivého měření vodivosti konkrétního výluhu se kryt kádinky odstraní, kádinka po deset sekund kruživým pohybem zamíchá a elektroda konduktometru následně ponoří tak, aby byla celá sonda obklopena roztokem, ale nedotýkala se semen samotných. Po deseti sekundách se hodnota na displeji konduktometru ustálí a zaznamená.

Po každém jednotlivém měření se sonda ponoří do nádoby s destilovanou vodou a kruživým pohybem se opláchne.

Výsledná měrná vodivost (jednotka $\mu\text{S}/\text{cm.g}$) se vypočítá dle vzorce:

naměřená vodivost vzorku - vodivost pozadí hmotnost vzorku

Výsledkem každého konduktometrického měření potom pro danou partii osiva je průměrná hodnota měrných vodivostí čtyř výluhů (opakování)

Na obrázku 14 je vidět probíhající měření vodivosti konduktometrem a zároveň louhující se semena v kádinkách, jejichž měření bude bezprostředně následovat.



Obr. 14: Měření konduktivity (foto Procházka A.).

4.5.2. Test urychleného stárnutí

Zkráceně tento test nazýváme TUS. Z praktického hlediska je vhodné test urychleného stárnutí modifikovat o následnou zkoušku laboratorní klíčivosti. Jedná se o test vitality přímý, neboť je v laboratoři reprodukován stres životního prostředí a zaznamenává se míra vzházkivosti. Princip tohoto testu spočívá v krátkodobém vystavení semen vysoké teplotě a relativní vlhkosti (přibližně 95 %). Semena přijmou vláhu a voda v semenech společně s teplotou způsobí rychlé stárnutí semen. Má se za to, že partie, které si i po tomto procesu zachovají klíčivost, se v polních podmínkách budou vyznačovat vysokou vzházkivostí. Zároveň budou mít tato semena vyšší skladovací potenciál.

V rámci každého TUS je od každého základního vzorku odváženo dvakrát 42 g. Pro každý takový vzorek je použita čistá plastová miska, naplněná 40 ml destilované vody. Do misky je vloženo sítko na nožičkách, a na toto sítko rovnoměrně rozprostřeno odvážené množství semen (42 g). Ty jsou v jedné vrstvě a nad hladinou vody. Miska se zakryje plastovým víčkem bez otvorů. Misky jsou následně na 72 hodin vloženy do zatemněného klimaboxu se stálou teplotou 41°C. Do nejvyšší poličky klimaboxu bylo rozmístěno 7 misek naplněných vodou, aby byla zajištěna maximální vlhkost prostředí celého klimaboxu. Obrázek 15 ukazuje misky, jsou semena umístěna na sítko, pod nímž je hladina vody. Po testu urychleného stárnutí provedeme zkoušku laboratorní klíčivosti semen, která tímto testem prošla a výsledky srovnáme

s laboratorní klíčivostí semen, která tímto testem neprošla. Vitální osivo bude mít obě zjištěné hodnoty velmi blízké (ideálně stejné), naopak málo vitální osivo bude mít klíčivost po TUS výrazně nižší, oproti klíčivosti bez TUS.



Obr. 15: Sítko se semeny sóji umístěné v boxu pro TUS (foto Procházka A.).

4.6. Úpravy osiv před založením porostu sóji

Standardem osiva, které je použito pro založení porostu sóji by mělo být vždy moření. Moření osiva patří k nejlevnějšímu a zároveň k neefektivnějšímu způsobu ochrany a stimulace. Osivo sóji by mělo před výsevem být ošetřeno jednak fungicidem, dále vhodným inokulantem podporujícím biologickou fixaci dusíku a vhodným stimulem (biologicky aktivní látkou) podporujícím počáteční fáze růstu rostliny. Za biologicky aktivní látky jsou považovány různé regulátory růstu, enzymy, látky související s bioenergetikou rostlin nebo i fotosyntetické pigmenty tvořící bílkovinné komplexy, které se účastní vlastní přeměny energie elektromagnetického záření na energii chemických vazeb. Řada biologicky aktivních látek prokázala příznivý vliv právě na klíčení semen a následný růst rostlin sóji luštěnaté. Takto ošetřené rostliny se v průběhu vegetace lépe vyrovnávají se stresem, který velmi často přichází zejména v podobě deficitu vláhy, nebo teplotních extrémů. Z pohledu ošetření osiva je tak nejlepší použít takzvané komplexní moření, které je sestaveno ze všech výše uvedených složek.

4.6.1. Inokulace osiva sóji

Význam inokulace

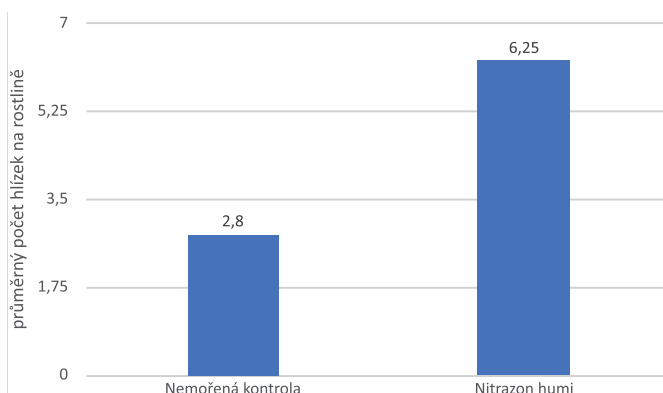
Jedním ze základních benefitů sóji, ale i všech bobovitých rostlin, je biologická fixace vzdušného dusíku. Schopnost fixovat vzdušný dusík má pouze kolem 87 druhů, kterými jsou převážně sinice a další bakterie. Tyto organismy typicky redukuje vzdušný dusík na amoniak, k čemuž používají enzym nitrogenáza. Ten je inaktivován kyslíkem, a proto musí tento proces nutně probíhat anaerobně. Tato redukce zároveň spotřebovává velké množství energie, která je v případě symbiózy s druhy z čeledi *Fabaceae* dodávána rostlinami formou kořenových exudátů. Sója získává vzdušný dusík díky symbióze s bakterií *Bradyrhizobium japonicum*. Vizuální projev činnosti těchto bakterií je tvorba hlízek na kořenech rostliny, jako vidíme na obrázcích 18 a 36. Na pozemcích, kde sója nebyla dlouho pěstována, je vhodné osivo

inokulovat spory těchto bakterií. Za optimálních podmínek je potom kolem 50 % spotřeby dusíku rostlinou získáno právě z elementárního vzdušného dusíku. Jednotlivé hlízky obsahují velké množství bakterií, které vstoupí do pletiva rostliny kořenovými vlásky, kde přeměňují vzdušný dusík do formy přijatelné rostlinou výměnou za cukry. Aktivita bakterií začíná u klíčících rostlin, roste do fáze kvetení až k nasazování lusků. Následně klesá až ustane ve fázi, kdy má rostlina zelené boby. Na aktivitu bakterií má vliv půdní typ, kyselost, množství organické hmoty a další mikroorganismy. Genotypy sóji se výrazně liší ve schopnosti kooperovat s bakteriemi obsaženými v půdě přirozeně. Některé jsou schopny nodulovat hojně i bez inokulace, jiné defaultně potřebují inokulaci konkrétními kmeny bakterií, aby se hlízky dobře tvořily. Fixace N_2 je největší u porostů bujných rostlin s dlouhou vegetační dobou.

Rod *Bradyrhizobium japonicum* není jediná skupina bakterií symbiotizujících s rostlinami sóji. Vedle rodu *Bradyrhizobium* existuje ještě rod *Rhizobium*, jemu příslušné druhy se rychle množí, životní cyklus trvá méně než šest hodin, zatímco jedna generace bakterií rodu *Bradyrhizobium* trvá více než šest hodin. Do roku 1984 rod *Bradyrhizobium* sestával z jediného druhu *japonicum*, zahrnujícího kmeny schopné nodulovat rody *Lupinus* a *Glycine* a rod *Rhizobium* zahrnoval tři druhy. Jak se ale ukazuje, byla objevena nová skupina rychle se množících Rhizobií nodulujících sóju izolovaná z rostlin sóji v Číně, a to včetně *Rhizobium fredii*. Výsledky výzkumu z konce 90. let 20. století uvádí, že tento druh je univerzální a dokáže nodulovat přes 77 různých druhů z čeledi *Fabaceae*.

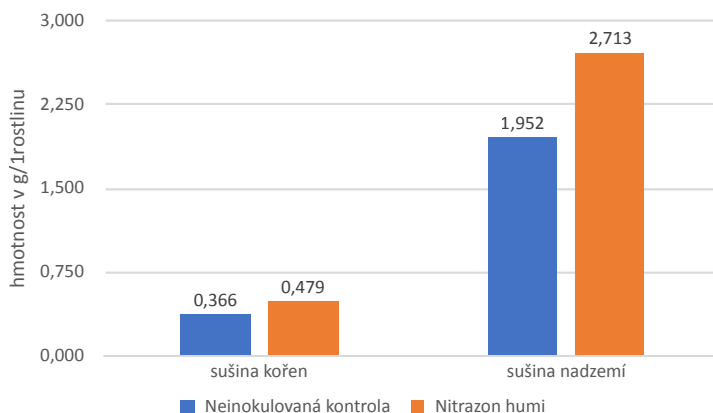
K efektivní symbióze je pro konkrétní genotyp rostliny potřeba vybírat konkrétní genotypy symbiotických bakterií. Klíč navázání spolupráce spočívá například v tom, jaké signalizační bílkoviny rostlina produkuje a podle toho příslušné bakterie reagují. Ukazuje se, že některé tyto bakterie mohou přežít i na některých rostlinách mimo čeleď *Fabaceae*. Pro zemědělství by tak byly přínosné ty kmeny bakterií, které mají široké hostitelské rozmezí, neboť by se tím eliminoval náročný výběr správného inokulantu pro konkrétní odrůdu.

Z výše popsaných skutečností je zřejmé, že je vhodné před výsevem osivo sóji inokulovat preparáty obsahujícími bakterie poutající vzdušný dusík. S každou konkrétní luskovinou žijí v symbióze konkrétní bakterie, respektive jejich kmeny. Běžně dodávané inokulanty mají obvykle díky vysoké koncentraci kvalitních kmenů specifických bakterií podstatně vyšší aktivitu při symbióze než bakterie volně se vyskytující v půdě. Na našem trhu je k dispozici řada inokulantů, které jsou určeny právě přímo pro sóju jak tekuté (Nitrazon humi sója), tak sypké (Nitrazon +N). Z mnoha pokusů jednoznačně vyplývá, že inokulace osiv vede k vyšší aktivitě bakterií poutajících vzdušný dusík, což se projevuje vyšším počtem hlíz na kořenech rostlin. (obr. 16 znázorňující stav průměrného počtu hlíz na rostlinách s inokulací a bez ní 13.6.2022 na lokalitě Číněves)



Obr. 16: Průměrný počet hlíz na kořenech rostlin s inokulací osiva a bez inokulace.

Z dlouhodobého výzkumu je také patrné, že inokulace osiva vede k dynamičtější tvorbě jak kořenového systému (obr. 17 a 18), tak k vyšší tvorbě sušiny nadzemní hmoty (obr. 17). Rostliny se tak díky lepšímu kořenovému systému již v počátečních fázích růstu lépe vyrovnávají se stresovými podmínkami například v podobě přísušku a zároveň lépe využijí sluneční záření díky vyššímu množství fotosynteticky aktivní hmoty.



Obr. 17: Tvorba sušiny kořene a nadzemní hmoty u rostlin s inokulací osiva a bez inokulace.



Obr. 18: Rostliny sóji s inokulací osiva a bez inokulace (foto Procházka P.).

Rizika při inokulaci osiva a manipulaci s ním

Inokulace osiva sóji, stejně jako jakákoliv jiná operace s osivem je spojena s rizikem zejména mechanického poškození semen při manipulaci s nimi. Měl by proto být kladen důraz na šetrnost mořících zařízení (ostré hrany, rychlost rotace, pádová výška atd.). Absolutně nevhodné je provádění inokulace například ve šnekovém dopravníku do secího stroje, neboť hrozí poškození semen a ztráta schopnosti klíčit až v desítkách procent.

Dalším rizikem při inokulaci je načasování inokulace. Používáme-li klasické živé inokulanty, kterých je na trhu valná většina, je nutné inokulaci provádět relativně krátký čas před výsevem

(max. několik týdnů). Trendem současnosti jsou takzvané spící inokulanty, kde se bakterie aktivují až po výsevu semen do půdy.

Kvalita osiva sóji luštinaté je ovlivněna i mechanickým poškozením semen při sklizni a při následném zpracování. V důsledku otláčení, otlučení či popraskání osemení dochází k poškození klíčivosti, vyjadřující procento životaschopných semen a určuje se podílem vyklíčených jedinců v optimálních podmínkách v laboratoři bez stresů teploty, sucha, škůdců, patogenů atd. Dále mají procesy mechanického zpracování za následek snížení vitality osiva, která určuje schopnost semen vyklíčit a následně zajistit dobrou vzházivost ve stresových (polních) podmínkách. Krom toho dochází při manipulaci s osivem i ke snížení jeho skladovacího potenciálu. Semena totiž mohou bezprostředně po mechanickém zacházení vykazovat klíčivost i vitalitu dobrou, nicméně po několika měsících na skladě dojde k výraznému zhoršení v porovnání se semeny, která mechanickými procesy neprošla.

Mechanické poškození osiva představuje zásadní riziko pro snížení jeho semenářských vlastností. Například, volný pád semen z výšky jednoho metru na tvrdou desku může vést ke snížení klíčivosti o více než 10 % (Shrivastava a Ojha, 1986). U semen sóji s vlhkostí mezi 15 a 23 % bylo zjištěno, že míra poškození klesá s rostoucí vlhkostí a roste se zvyšující se rychlostí otáček bubnu sklízecí mlátičky (Picket, 1973). Při zkoumání vlivu vlhkosti a mechanického poškození (pokles klíčivosti, navýšení podílu půlek semen a popraskání osemení) způsobeného přeskladňováním pásovým výtahem s plechovými kapsami se ukázalo, že semena o vlhkosti 12 % jsou méně poškozena než ta, která vykazují vlhkost nižší (10 až 11 %). Důvodem poškození je skutečnost, že osemení sušších semen je více náchylné k praskání. Pomocí testu urychleného stárnutí bylo zjištěno, že vlhčí semena si po procesech mechanického zpracování lépe uchovávají skladovací potenciál.

Významnou roli z hlediska mechanického poškození hraje materiálové složení dopadových ploch. Simulací nárazu pomocí volného pádu semen na železnou desku a betonovou podlahu z výšky 0,5 až 2 m bylo prokázáno, že náraz na beton způsobuje z hlediska klíčivosti o 10 % větší poškození, než náraz na kov (Shreekant a kol., 2002). Negativní vliv na klíčivost má kromě nárazové rychlosti logicky i počet nárazů semen na dopadovou desku. Negativní vliv mechanického poškození se následně zvyšuje v případech, že jsou semena po tomto poškození uskladněna na dobu několik měsíců. Vliv dopadové rychlosti na mechanické poškození semen lze dokládat na výsledcích laboratorních pokusů, které prováděli Goli a kol. (2016). Autoři uvádějí, že jeden náraz semene o rychlosti 12,4 m/s snížil klíčivost o 28 %. Tři nárazy rychlosti 22 m/s, s následným uskladněním na 3 měsíce, snížily klíčivost semen o 96 %. Z výše uvedených skutečností vyplývá, že pro produkci osiva je vhodné sklízet spíše vlhčí porost a případné zpracování jako čištění, inokulaci, přepravu ponechat až těsně před samotné setí. Přestože je osivo sóji obecně náchylné k mechanickému poškození při sklizňových a posklizňových procesech, je třeba myslet na to, že vždy záleží na konkrétních podmínkách, včetně odrůdy (Wein a Kueneman, 1981).

4.6.2. Metody inokulace

Metody inokulace v současné době poskytují rozdílné způsoby řešení. Nejrozšířenější je dnes systém inokulace probíhající na klasických rožicích zařízeních. Méně omezený je z hlediska praktického zvládnutí již systém moření rozdílnými systémy mísení přímo v zemědělských podnicích, které jsou z hlediska kvality promísení, způsobu osychání osiva apod., velmi rizikové.

Za nový trend lze považovat provedení inokulace přímo při setí, kdy jícha se symbiotickými bakteriemi je aplikována do výsevní rýhy k osivu, či do blízkosti osiva. Aplikace inokulantu do blízkosti hnojiva vychází z principu aplikace inokulantu v kapalné formě, která zajistí rozptýlení jíchy v půdě u osiva a směr růstu kořenů sóji k dané zóně lze podpořit obohacením jíchy o atraktivní kapalná hnojiva, humáty apod. (obr. 19).



Obr. 19: Při aplikaci jichy se symbiotickými bakteriemi k výsevní rýze zajistí kapalina forma rozptýl jichy v půdě u osiva a směr růstu kořenů sóji k dané zóně lze podpořit obohacením jichy o atraktivní kapalná hnojiva, humáty apod. (foto Brant).

Do systému podpory výskytu symbiotických bakterií v půdě lze zahrnout i systémy jejich aplikace na úrovni tzv. udržovací či startovací aplikace, jejichž princip vychází z aplikace symbiotických bakterií při zpracování půdy před výsevem sóji, mnohdy se souběžným výsevem meziplodiny nebo směsi meziplodin, kdy součástí směsi je samotná sója. Zpracování půdy se založením porostu meziplodiny obsahující jako komponent sóju je vhodné provést v podobě časné vysetých strniskových meziplodin, aby byly pro vývoj sóji zajištěny především dobré teplotní podmínky. Především se jedná o směsi vymrzajících meziplodin, kdy sója v našich podmínkách velmi citlivě reaguje na podzimní pokles teplot ukončením vegetace.

4.6.3. Inokulace osiva před setím

Nejběžnějším způsobem inokulace osiva sóji je nanášení na semena v klasických mořičkách před výsevem, respektive před distribucí osiv osivářskými firmami. V současné době je obvyklé inokulaci osiva spojit s mořením osiva fungicidními látkami, nebo biologicky aktivními látkami, které podporují tvorbu a kvalitu rostlinných pletiv v počátečních fázích růstu.

4.6.4. Aplikace symbiotických bakterií a dalších látek při setí

Rozvoj systémů aplikace rozdílných kapalných a pevných látek při rozdílných pracovních operacích prováděných v polní výrobě je spojen i s rozvojem technických řešení, která zajišťují aplikace těchto látek při setí do blízkosti uloženého osiva nebo přímo do výsevní rýhy k osivu.

Z hlediska inokulace osiva sóji, včetně dalších luskovin, je aplikace inokulantu spojena s následujícími benefity:

1. Zamezení poškození osiva vedoucí ke snížení klíčivosti při průchodu inokulačním (mořícím) zařízením při nanášení inokulantu na osivo.
2. Zásadní omezení snížení životnosti symbiotických bakterií na inokulovaném osivu po dobu transportu a skladování před výsevem, včetně případů, kdy osivo musí být v důsledku nepříznivé počasí vyseto opožděně a již se nachází ve výsevní skříni secího stroje.
3. Příprava aplikační jichy obsahující symbiotické bakterie těsně před setím, včetně přípravy přesně požadovaného množství pro daný výkon.
4. Možnost stabilizace teplotních podmínek v aplikační nádrži na základě provedení její tepelné izolace (např. zakrytí, či obalení izolační fólií), která zajistí ohřívání stěn nádrže a jejího obsahu v důsledku působení slunečního záření.
5. Kombinovatelnost roztoku symbiotických bakterií s dalšími bakteriemi, pomocnými látkami (humáty apod.) a kapalnými hnojivy, včetně látek zajišťujících počáteční výživu bakterií.
6. Uložení jichy do půdy (dno výsevní rýhy nebo bočně pod výsevní rýhu) v dostatečném množství vody. Které zajistí rozptyl jichy i v suché půdě a vhodnější podmínky pro přežití bakterií po aplikaci.
7. Nízká spotřeba jichy při setí, kdy u setí do širších řádků s využitím strojů pro přesné setí (rozteč řádků od 0,3 do 0,5 m, nebo systém dvouřádků s roztečí 0,25 – 0,50 – 0,25 m) se jedná o dávku 50 až 100 l/ha, při setí konvenčními stroji s roztečí 0,15 – 0,30 m o dávku 60 až 100 l/ha.
8. Spojení pracovních operací (inokulace, startovací přihnojení, další látky apod.) se setím nevede ke zvýšení časové náročnosti operace a nezvyšuje její ekonomickou náročnost).
9. Ne rozdíl od přímého moření osiva lze ve vztahu k aktuálním podmínkám stanoviště aktuálně měnit dávku inokulantu, množství vody na plochu a složení komponentů postřikové jichy.
10. Systémy lze velmi efektivně kombinovat s aplikací rhizogenních hub, které lze aplikovat formou mikrogranulátu, či v kapalném stavu. Přípravky mísitelné ve vodě lze přidat přímo do nádrže k inokulantu. Mikrogranulátové formy se aplikují u přesných secích strojů z aplikátorů mikrogranulátu, u úzkořádkových secích strojů lze aplikovat mikrogranulát plošně z univerzálního rozmetadla, ale je potřeba omezit odnos mikrogranulátu větrem, dochází-li k rozhozu plošně.

Využití aplikace symbiotických bakterií přímo při setí vyžaduje v praxi dodržení podmínek skladování koncentrátů před aplikací a během ní. Především zahraniční zkušenosti poukazují na skutečnost, že práce s živými bakteriemi je spojena se zvýšením nároků na kvalitu vody (pH, uhliková filtrace, polarizace vody apod.). Některé podniky kombinující využití konvenčních pesticidů a živých bioagens využívají pro dané skupiny samostatné aplikátory, aby nedocházelo k ovlivnění komponent bioagens rezidui pesticidů v nádrži.

Technické možnosti aplikace roztoků symbiotických bakterií při setí

Mezi ověřené technické postupy patří především aplikace kapalné jichy obsahující symbiotické bakterie do blízkosti výsevní rýhy (50 až 60 mm bočně a do hloubky půdy 60 až 80 mm) při výsevu sóji pomocí secích strojů pro přesné setí do širších řádků či dvouřádků.

Secí souprava musí být vybavena nádrží pro aplikaci kapalných látek se systémem dávkování a rozvody aplikační jichy (obr. 20). U secích strojů pro přesné setí lze za vhodné technické řešení považovat vyvedení aplikačních hadiček k přihnojovacím diskům secího stroje, kterými je vybaven (obr. 21, vlevo). Aplikovaná kapalina vytváří následně v půdě aplikační depu, které vzniká rozptylem kapaliny v půdě (obr. 21, vpravo). Modifikace secího stroje pro tyto aplikace jsou většinou prováděny výrobcí strojů ve spolupráci se samotnými zemědělci. Systém byl vyvinut a ověřen autorským kolektivem.

Zatím spíše omezeně se lze setkat se systémy aplikace kapalných látek přímo do výsevní rýhy na osivo. Tato technická řešení jsou vhodná pro konvenční secí stroje pro výsev do užších

řádků. V současné době se jedná o individuální přestavby pro konkrétní zemědělské subjekty. Na obrázku 22 je modifikace secího stroje pro výsev do řádků s roztečí 0,25 a se souběžnou aplikací kapalných látek za výsevni jednotku do rýhy s osivem před jejím uzavřením zeminou (obr. 23). Systém byl vyvinut a ověřen autorským kolektivem.



Obr. 20: Secí souprava přesného secího stroje Väderstad Tempo a čelně nesené nádrže Kverneland iXtra při výsevu porostů sóji s aplikací symbiotických bakterií k řádku osiva (foto Brant).



Obr. 21: Vyvedení aplikačních hadiček k přihnojovacím diskům secího stroje (vlevo) a následný rozptyl kapaliny v místě aplikace (vpravo), (foto Brant).



Obr. 22: Modifikace secího stroje Kverneland ts-drill (záběr 6 m) pro výsev plodin do řádků 0,25 m se souběžnou aplikací bakterií do výsevni rýhy z čelně nesené nádrže Kverneland iXtra (foto Brant).



Obr. 23: Detailní pohled na systém rozvodu kapaliny k výsevním botkám (vlevo), umístění trysky a tok kapaliny (uprostřed) a aplikace kapalných látek za výsevni jednotku do rýhy s osivem před jejím uzavřením zeminou (vpravo) (foto Brant).

4.6.5. Výsledky ověřování aplikace symbiotických bakterií při setí

V rámci ověřování technologie aplikace symbiotických bakterií a kapalných hnojiv do seťového lůžka byl na pozemcích společnosti Lukrena a.s. v roce 2020 založen porost sóji pomocí secího stroje Väderstad Tempo (rozteč řádků 0,45 m) osazeným systémem pro aplikaci kapalných látek do půdy (Procházka a kol., 2021). Jícha s bakteriemi byla dávkována z čelně nesené nádrže Kverneland iXtra (obr. 24) a pomocí hadicových aplikátorů transportována do secího lože nebo do jeho blízkosti.

V rámci testování způsobu aplikace a dávkování proběhlo ověření více technických možností aplikace látek. První způsob představovala aplikace kapalně směsi přímo k osivu, hadicový aplikátor byl umístěn přímo na semenovodu. Druhou variantou byla aplikace k řezným diskům

pro přihnojení. Kapalina tak byla ukládána do rýhy vytvořené diskem nacházející se 40 mm od setového lože a hloubka uložení kapalné směsi byla nastavena na 20 mm pod dno výsevní rýhy. Třetí varianta vycházela z aplikace kapaliny mezi zamačkávací kolečko a přítlačné zahrnovací „V“ kolečka.

Výsledky testování ukázaly, že aplikace kapalné složky do půdy pomocí přihnojovacího disku zajišťuje bezproblémové a v praxi použitelné řešení. Dosavadní výsledky ukázaly zejména bezproblémovou aplikaci jichy k přihnojovacím řezným diskům. Při aplikaci přímo do výsevní rýhy docházelo z důvodů vibrací výsevního vozíku k částečnému nekoordinovanému toku kapaliny, což způsobovalo zvlhčení půdy určené k zahrnutí výsevní rýhy, která se následně lepila na zamačkávací kolečko. Nadějně dopadla i aplikace mezi zamačkávací kolečko a zahrnovací kolečka. U tohoto způsobu je nutné zajistit přesnost dopadu kapaliny, střed mezi zamačkávací kolečka. V tomto případě docházelo k uložení kapaliny do hloubky 20 – 30 mm pod povrch půdy od povrchu půdy nad osivem. Hloubka výsevu sádky činila 40 – 50 mm.

Volba způsobů aplikace vycházela z předchozích polních experimentů, kdy byl hodnocen vliv boční aplikace kapaliny (inokulant a humát) k výsevní rýze luskovin. Výsledků pokusů potvrdily pozitivní reakci kořenového systému na tento způsob aplikace. Z hlediska ověřování dávky kapaliny ve vztahu k rozptýlení kapaliny v půdě, se jako efektivní ukázala aplikace kapaliny do rýhy v dávce odpovídající plošné dávce 100 – 150 l/ha.



Obr. 24: Souprava secího stroje Väderstad Tempo a čelně nesené nádrže Kverneland iXtra při výsevu porostů sóji (foto Brant).

Na základě předchozích polních a hydroponických pokusů autorského kolektivu a společnosti Farma Žiro byl zvolen mix několika látek. První komponentou byly symbiotické bakterie *Bradyrhizobium japonicum*, což je zástupce bakterií rodu *Rhizobium* nejčastěji žijící v symbióze se sójou. Dále se jednalo o *Azotobacter*, což je nesymbiotická gramnegativní bakterie, která se vyznačuje schopností poutat vzdušný dusík do půdy a tím zajistit lepší zásobení kořenové zóny sóji dusíkem. Součástí směsi byl *Bacillus megatherium* (grampozitivní aerobní bakterie), která napomáhá zpřístupnění fosforu. Mimo živého inokula byla směs obohacena o humát a hydroponické hnojivo, které vedle extraktu enzymů vyrobených přirozenou fermentací obsahuje také různé mikroprvky.

V rámci zde prezentovaných výsledků byly hodnoceny plochy s dávkou postřikové jichy 150 l/ha. Dávka přípravku složeného z výše uvedených komponent činila 1,5 l/ha. Jako kontrolní varianta v tomto pokusu sloužila plocha zasetá bez aplikace bakterií a hnojiv. Výsev byl proveden 7.5.2020.

Z kontroly porostů po vzejití bylo patrné, že sója založená s aplikací bakterií a hnojiv do blízkosti osiva lepě a dynamičtěji vzházela. Patrný rozdíl mezi hodnocenými variantami byl viditelný i na kořenových systémech vzešlých rostlin (obr. 25). Rychlejší dynamiku růstu rostlin sóji se projevila rovněž plnějším zapojením řádků (obr. 26).



Obr. 25: Rostliny sóji dne 25.5.2020 (18. den po výsevu). Vlevo varianta s aplikací bakterií a hnojiva při setí. (foto Brant).



Obr. 26: Rostliny sóji dne 25.5.2020 (18. den po výsevu). Vpravo varianta s aplikací bakterií a hnojiva. (foto Brant).

Z obrázků je patrné, že díky aplikaci bakterií a hnojiva byla výrazně lepší polní vzházivost, což se projevilo v konečném důsledku i na hustotě porostu před sklizní (tabulka 1).

Provedené předsklizňové hodnocení 2.10.2020 ukázalo, že porosty s aplikací bakterií a hnojiv jsou vývojově dál a více vyzrálé. Porost s aplikací bakterií měl větší hustotu (30,4 rostlin/m²), zatímco porost bez aplikace pouze 24,5 rostlin/m².

Porost s aplikací bakterií se dále vyznačoval jednak vyšší výškou rostlin, což není sice u sóji významné, ale zejména větší výškou apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy, což je faktor zejména ovlivňující ztráty při sklizni. Tento rozdíl činil 17,5 mm (obr. 27).

Varianta s použitím bakterií a hnojiv má dále v průměru o 1,3 plodného patra více, než varianta bez aplikace. Celkové hodnocení obou variant dokumentuje tabulka 1. Z obrázku 25 je patrné, že porost bez aplikace bakterií vykazuje výraznou variabilitu v jednotlivých rostlinách v porostu, zatímco varianta s aplikací bakterií má porost v podstatě homogenní (obr. 28, vpravo). U obou variant byl vyhodnocen výnos, který u varianty s aplikací bakterií a hnojiva byl 2,96 t/ha a u varianty bez aplikace byl 2,61 t/ha (přepočteno na 13 % vlhkost).

Tabulka 1: Porovnání biometrických parametrů rostlin na hodnocených variantách (2.10.2020). Odlišné indexy v rámci řádků dokládají statisticky průkaznou diferenci (ANOVA, Tukey, spolehlivost 95 %).

parametr	varianta	
	s bakteriemi a hnojivem	kontrolní varianta
hustota porostů (rostlin/m ²)	30,4 b	24,8 a
výška porostu (mm)	788 b	584 a
výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy (mm)	95 b	78 a
počet větví (kusy)	1,8 b	3,0 a
počet lusků na větvích (kusy)	15,4 a	15,3 a
počet lusků celkem (kusy)	34,0 a	34,1 a



Obr. 27: Výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy – vlevo je varianta s aplikací bakterií a hnojiv, vpravo varianta bez aplikace (foto Procházka P.).

Z výše uvedených výsledků je patrné, že se aplikace bakterií a hnojiva do bezprostřední blízkosti osiva sóji jeví jako vysoce efektivní. Výše zmíněná technologie aplikace symbiotických bakterií je velmi účelná zejména v případě, že osivo není výrobcem již inokulováno, a je třeba tyto bakterie k osivu dodat, a navíc podpořit časné růstové fáze dodáním humátů a potřebné dávky hnojiva. Aplikace také vyloučí případné další mechanické operace s osivem při dodatečné inokulaci a lze se tak vyvarovat případnému snížení vitality osiva sóji mechanickým poškozením, na které je tato plodina velmi citlivá. Z výsledků je také zřejmé, že aplikace bakterií a hnojiva vede k rychlejší tvorbě vitálního a zapojeného porostu, který lépe odolává

stresovým podmínkám, které v praxi nastávají. Dále je důležité poznamenat, že rozteč řádků 0,45 m, použitá při tomto experimentu, umožní porost sóji plečkovat v první polovině vegetace a díky tomu zajistit částečné odplevelení jinou než chemickou cestou, což je výhodné zejména v situaci, kdy není příliš velká nabídka registrované postemergentní herbicidní ochrany.



Obr. 28: Habitus rostlin před sklizni. Vlevo je varianta s aplikací bakterií a hnojiva, vpravo bez aplikace (foto Procházka P.).

4.6.6. Podpora přítomnosti symbiotických bakterií v půdě

Tyto systémy jsou zaměřeny na podporu přítomnosti kulturních kmenů symbiotických bakterií na pozemcích, kde se sója doposud nepěstovala, či na pozemcích, kde může být dlouhodobější výskyt negativně ovlivněn půdními vlastnostmi. Jedná se o aplikaci kmenů symbiotických bakterií sóji před budoucím pěstováním sóji na pozemku, např. po sklizni předplodiny do půdy při operacích základního zpracování půdy. Z hlediska aplikace je při těchto postupech vhodné mimo symbiotických bakterií aplikovat souběžně bakterie, které zajišťují vzdušnou fixaci dusíku ze vzduchu, zvyšují dostupnost fosforu pro rostliny, přispívají k rychlejšímu rozkladu rostlinných zbytků apod. Opatření lze vnímat jako tzv. udržovací či startovací. Vhodné je takovou aplikaci spojit s výsevem směsi meziplodin obsahující osivo sóji, aby se bakterie mohly do podzimu navázat na rostliny. Při využití sóji jako meziplodiny se však musí jednat o časnější výsevy (pozdní letní a časně vysévané strniskové meziplodiny), aby vývoj rostlin negativně neovlivnily nízké teploty. Výsevky sóji by z ekonomického hlediska měly být do od 30 do 50 kg/ha a směs by měla být doplněna dalším druhem. Sóju lze kombinovat např. s hrachem rolním či setým nebo malosemennými formami bobu obecného, kdy u směsi je bezproblémový výsev, protože velikost osiva použitých druhů je obdobná, včetně obdobné dynamiky růstu na začátku vegetace.

Sóju lze kombinovat s rozdílnými druhy ostatních meziplodin, které se vyznačují pomalejší dynamikou růstu na počátku vegetace, aby nedošlo k potlačení rostlin sóji. Většina druhů meziplodin má však menší velikost osiva než sója a výsev je potřeba udělat odděleně.

Aplikaci bakterií lze provést při provedení mělké orby, kdy lze souběžně provést urovňání povrchu půdy při orbě pomocí půdního pěchu a provést současný výsev meziplodin. Kapacita zásobníků osiva u menších typů umístitelných na půdní pěch limituje výsev velkosemenných druhů meziplodin. Obrázek 29 dokumentuje aplikaci bakterií při orbě se současným výsevem meziplodin. Stabilizační či startovací aplikaci lze provést například i při kyplení půdy, kdy aplikace bakterií probíhá zonálně za pracovní orgány a měla by navazovat na budoucí rozmístění řádků rostlin sóji. Z univerzálního rozmetadla může být plošně vyseta meziplodina, či provedena

pásková aplikace fosforečných, či vápenatých hnojiv k budoucímu řádku či dvouřádku sóji. Příklad zonální aplikace bakterií v kombinaci s pásovou aplikací hnojiv dokumentuje obr. 30. Při aplikaci bakterií a hnojiv je nutné při aplikaci zamezit propojení aplikačních zón.



Obr. 29: Aplikace bakterií na povrch půdy před provedením orby se souběžným výsevem meziplodin za půdní péč. Aplikace bakterií z čelní nádrže je prováděna na záběr pluhu (foto Brant).

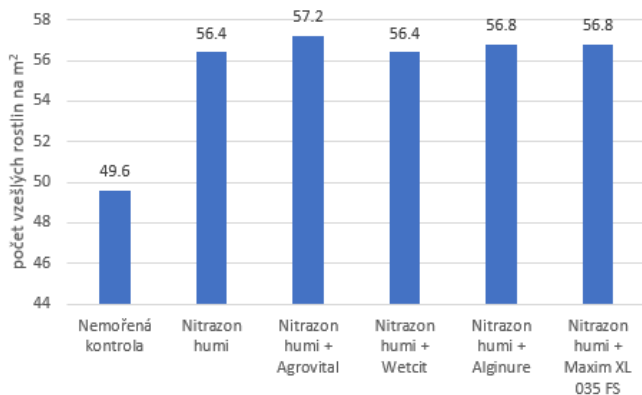


Obr. 30: Aplikace bakterií na povrch půdy před provedením orby se souběžným výsevem meziplodin za půdní péč. Aplikace bakterií z čelní nádrže je prováděna na záběr pluhu (foto Brant).

4.6.7. Fungicidní moření

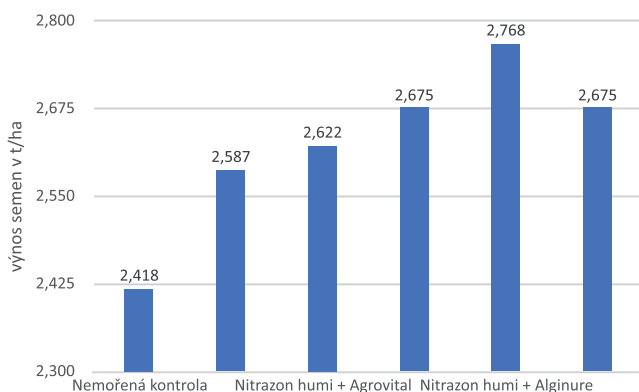
Vzhledem ke stále stupňujícímu se tlaku legislativy a společnosti na používání přípravků na ochranu rostlin výrazně ubývá látek využitelných pro fungicidní ochranu osiva sóji. Je tak třeba hledat vhodné alternativy z kategorie přírodních látek vykazujících antifungální aktivitu. Již několik let je v provozních podmínkách testován například přípravek Alginure, založený na extraktu z mořských řas rodu *Ascophyllum nodosum* a *Laminaria sp.*, který dále obsahuje rostlinné aminokyseliny, fosfonáty ve formě draselných solí kyseliny fosforečné a fosforité, které mají za úkol účinněji transportovat organické aktivátory do buněk rostlin a další účinné látky, jako například algináty, laminariny, cytokininy, proteiny, betainy, sacharidy a hormony, které slouží jako aktivátory obranných mechanismů. Efekt spočívá ve zvýšení koncentrace fytoalexinů a mnoha dalších podpůrných látek v rostlině, čímž je posílena obranyschopnost rostliny vůči působení patogenů. Dalším přípravkem je Wetcit, který obsahuje pomerančový olej, jehož hlavní složkou jsou terpeny z pomerančovníku, které mají účinky na regulaci chorob

a škůdců rostlin. Citrusy obsahují v listech, plodech a květech značné množství aromatických a biologicky aktivních látek. Biologicky aktivní látky jsou představovány hlavně terpenoidy a to především limoninem, nomilinem a obacumonem. Mezi seskviterpeny obsažené v citrusech patří např. γ -bisabolen. Pomerančová silice působí jako přírodní antimikrobiální a repelentní bariéra. Posledním zkoumaným přípravkem je Agrovital, což je pomocná látka, která se přidává do tank mixu přípravků na ochranu rostlin. Například v období dešťů snižuje ztráty těchto přípravků smyvem z listů a zabezpečuje tak ochranné krytí. Jeho účinnou látkou je pinolen. Pinolen je emulgovatelný terpenický polymer s fungicidními účinky, destilovaný z pryskyřic jehličnatých stromů. Zmíněné látky lze doporučit pro moření osiva sóji před výsevem. Tyto látky lze s úspěchem kombinovat s běžně dostupnými inokulanty. Pozitivní vliv na počet vzešlých rostlin dokládá obr. 31, ze kterého je tento trend zřejmý. Zde bylo osivo před výsevem namořeno a zároveň inokulováno do provozních podmínek. Zároveň byly přírodní látky porovnávány s klasickým fungicidním mořidlem Maxim XL 035 FS, což je fungicidní mořidlo s účinnými látkami Fludioxonil a Metalaxyl-M.



Obr. 31: Počet vzešlých rostlin při různém způsobu moření osiva (při výsevu 60 semen/m²).

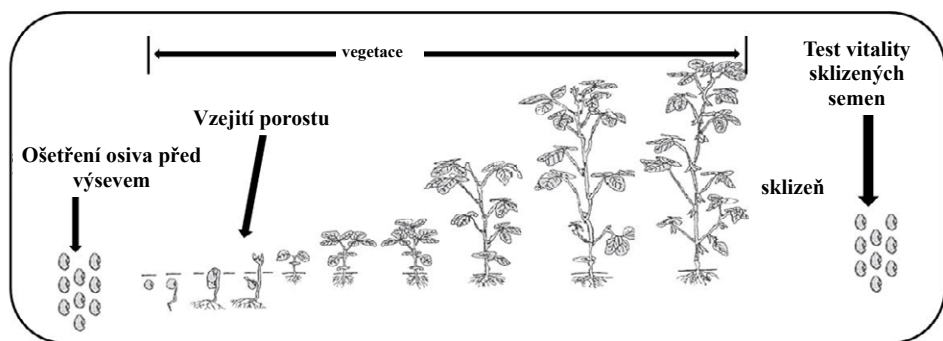
Pozitivní vliv fungicidního moření se projev i při sklizni, neboť díky pozitivnímu vlivu těchto látek na počet vzešlých rostlin zajistíme porost s vysokým produkčním potenciálem, což ukazuje obr. 32, kde je jednoznačně vidět pozitivní vliv fungicidního moření na výnos semen sóji.



Obr. 32: Výnos semen sóji při různém způsobu moření osiva.

4.6.8. Úprava osiv před založením semenářských porostů

K založení semenářských porostů je třeba přistupovat se zvýšenou péčí již od přípravy osiva. Produkce kvalitního osiva závisí na kvalitě semenářského porostu již od jeho založení. Samozřejmostí by mělo být inokulace a fungicidní ošetření semen před výsevem. Velmi vhodné je však využití biologicky aktivních látek při moření, neboť jejich použití vede k tvorbě lepšího kořenového systému (obr. 34) i nadzemní, tedy fotosynteticky aktivní hmoty, což dává lepší předpoklad pro vysoký produkční potenciál semen s vysokou vitalitou, neboť rostliny z takto založených porostů se při tvorbě semen lépe vyrovnávají se stresem. Ve čtyřletých provozních pokusech (obr. 33) bylo osivo sóji před výsevem semenářských porostů namořeno několika biologicky aktivními látkami, konkrétně Lignohumátem B (LIG; směs huminových kyselin a fulvokyselin), Lexinem (LEX; směs huminových kyselin, fulvokyselin a auxinů), Brassinosteroidem (BRS; syntetický analog přírodního 24 epibrassinolidu) a takzvaným Komplexním mořením (COM; směs nasyceného roztoku sacharózy, Lexinu, fungicidního mořidla Maxim XL 035 FS a pomocné látky na bázi pinolenu Agrovital). O výhodnosti komplexního moření osiva je pojednáno již výše. Osivo jednotlivých variant bylo zároveň inokulováno. Varianty ošetření byly porovnávány s neošetřeným osivem (UTC).

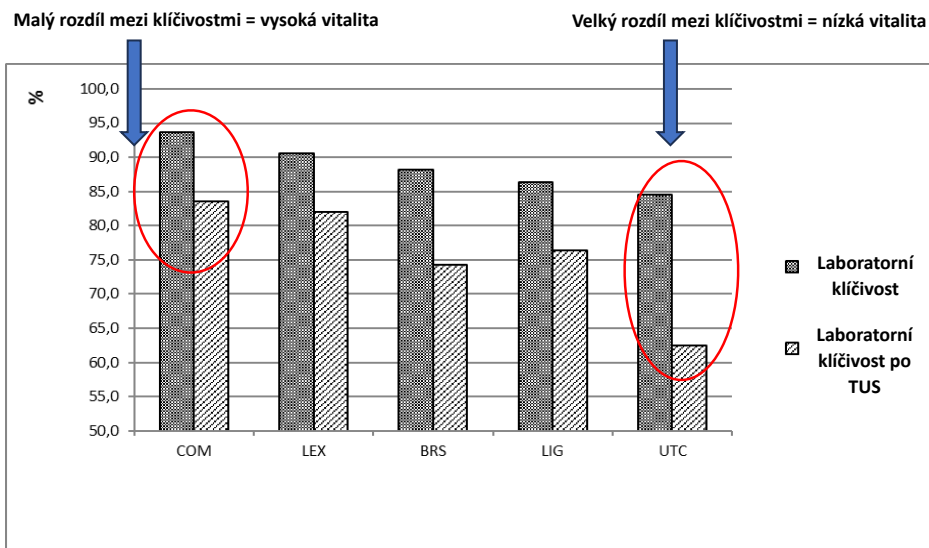


Obr. 33 : Schéma ošetření osiva semenářských porostů pomocí biologicky aktivních látek (Procházka P.).

Z obrázku 34 je zřejmé, že moření osiva vede k tvorbě mohutnějšího kořenového systému jednotlivých rostlin, čímž si rostlina zajistí lepší příjem vody a živin a v neposlední řadě u takového kořenového systému vyšší potenciál biologické fixace dusíku. Po sklizni jednotlivých porostů byla u jednotlivých variant zkoumána vitalita semen pomocí srovnání laboratorních klíčivostí semen po testu urychleného stárnutí a bez něj. Z výsledků je jednoznačně patrné, že ošetření semen před výsevem semenářských porostů vede ke zvýšení vitality osiva (obr. 35).



Obr. 34 : Kořenový systém rostlin jednotlivých variant ošetření osiva biologicky aktivními látkami (foto: Procházka P.).



Obr. 35 : Výsledky testování vitality osiva.

5. Pěstební technologie

5.1. Agroekologické nároky sóji

Sója se nejlépe daří na jílovitohlinitých nebo písčitohlinitých půdách dobře zásobených humusem a živinami, se slabě kyselou reakcí, s dobrou vodní kapacitou a dobře zpracovatelných.

Pro růst je u sóji vhodná suma vegetačních teplot 2000 až 3000°C s optimální průměrnou roční teplotou 8 až 10 °C. Pro klíčení potřebuje sója minimální teplotu 7°C, optimální teplota pro vzházení je 15 až 20°C. V období intenzivního růstu potřebuje sója teplotu 20 až 25°C. Sója snáší krátkodobě i mrazíky -3 až -4°C (na rostliny však působí stres, který růst výrazně zpomalí) v době prvních růstových fází, pro klíčení a vzejití postačuje teplota půdy 8 až 11°C a pro nabobtnání semen pouze 6°C.

Sója je krátkodenní rostlina. Dlouhý den tedy oddaluje kvetení a prodlužuje vegetační dobu. V období od kvetení do nalévání lusků má sója nejvyšší požadavky na světlo. Současné odrůdy sóji však již nejsou tak fotoperiodicky vyhraněné, jako tomu bylo v minulosti, například v 90. letech 20. století. Reakce jednotlivých odrůd na změnu délky dne je různá, pro naše podmínky se nejvíce hodí takové odrůdy, které na délku dne reagují méně. Pěstování krátkodenních odrůd v severnějších oblastech, tedy za podmínek letních dlouhých dnů, vede k prodlužování vegetační doby, oddalování kvetení a následně i dozrávání sóji. Takové odrůdy pak mají problém v našich podmínkách dozrát i v příznivých letech. Současné odrůdové spektrum je tedy složeno takřka výhradně z odrůd, které nejsou vyhraněné krátkodenní, jejich vegetační doba je kratší a dozrávání v našich podmínkách spolehlivější. Nejvyšší nároky na světlo má sója v období kvetení a nasazování lusků až do vytvoření semen. Snáší však mírné zastínění, hlavně v období letních veder (dvojkultra, směšky).

Sója je náročná na vláhu. Na vytvoření 1 g sušiny potřebuje 600 – 1000 g vody. Při klíčení potřebuje 105 – 130 hmotnostních procent vody pro nabobtnání semen. Jestliže je v půdě nedostatek vláhy, vzchází nerovnoměrně, což se projeví na výnosu. Nejvhodnější vlhkost je 60 – 71 % plné vodní kapacity. Pro normální růst a vývin sója potřebuje ideálně asi 700 mm srážek, minimum by mělo být 550 mm. Sója má několik kritických období na zásobení vodou. První je v době od vysetí do vzejití, další pak je v období kvetení a velmi důležité období je také od odkvětu do nalévání semen. Pro klíčení semen je potřeba asi 150 % jejich hmotnosti. V druhém kritickém období pak porost sóji odebere 7 až 8 mm vodního sloupce z půdy. Transpirační koeficient sóji je v rozmezí 600 až 1000. Zásobení vodou ve zmíněných kritických obdobích je v současné době zásadním limitujícím faktorem úspěšné a efektivní produkce.

Na půdu není sója příliš náročná. Může se pěstovat na všech typech půd kromě těžkých, zamokřených a kyselých půd. Půdní reakce má být přibližně neutrální. Optimem je pH 6,5-7. Jestliže chceme dosáhnout vysokých výnosů, volíme středně těžké, výhřevné humózní půdy zásobené vápníkem a živinami. Na vybraných lokalitách sója příznivě reaguje na přihnojení mikroelementy. Sója má poměrně vysoké nároky na živiny, neboť při dosaženém výnosu 3 t/ha odčerpá přibližně 230 kg dusíku, 28 kg fosforu a 80 kg draslíku. Na určitých typech půd sója velmi příznivě reaguje na hnojení mikroelementy. Pro hnojení sóji se obvykle nepoužívají organická hnojiva. V období od vzejití do vytvoření nejméně dvou trojlístků je sója plně odkázána na zásoby dusíku v půdě. Proto se k sóje doporučuje před setím hnojit dusíkem se zapravením do půdy v dávce okolo 20 kg/ha nejlépe $\frac{1}{2}$ amoniakální a $\frac{1}{2}$ nitrátovou formu dusíku. Vyšší dávky dusíku mohou zapříčinit pomalejší start biologické fixace dusíku, nebo ji částečně brzdit.

Na kořenech sóji uložených v orniční vrstvě se tvoří hlízky vyvolané činností symbioticky žijících bakterií (obr. 36). Zástupci celkem 11 čeledí bakterií a 8 čeledí sinic mají schopnost redukovat molekulární dusík. Tyto prokaryotické organismy se v přírodě vyskytují buď volně, nebo jako symbionti s vyššími rostlinami. Symbioticky s bobovitými rostlinami žijí především rody *Rhizobium*, ale také rody *Rhizoctonium* a *Azotobacter*, ale i další. V závislosti na kvalitě půdy a typu půdy dosahuje fixace dusíku až několika desítek kg na hektar.



Obr. 36: Hlízy symbiotických bakterií na kořenech rostlin sóji (foto Štranc P.).

5.2. Termín setí

Současné odrůdy sóji, pocházející ze země s vyšší zeměpisnou šířkou jsou relativně chladuvzdorné a fotoperiodicky méně vyhraněné. Významným faktorem ovlivňujícím vzejití porostu

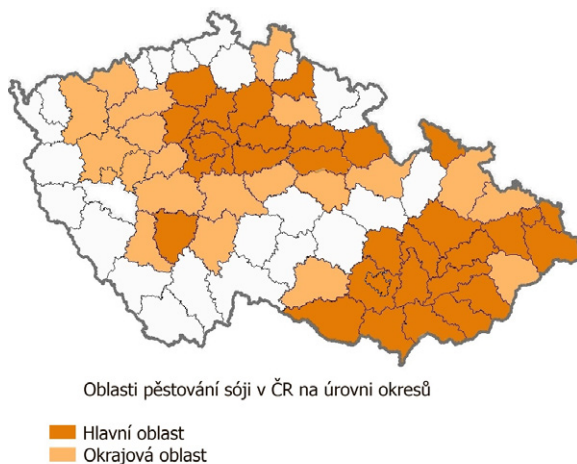
je však dostatek srážek pro nabobtnání, vyklíčení a vzejití. Proto je vhodné pečlivě sledovat průběh počasí v době zakládání porostů sóji. Obecně vhodné termíny z hlediska našeho regionu jsou v tabulce 2.

Tabulka 2: Vhodné termíny setí (upraveno podle Trnka a kol., 2021 a Štranc a kol., 2004).

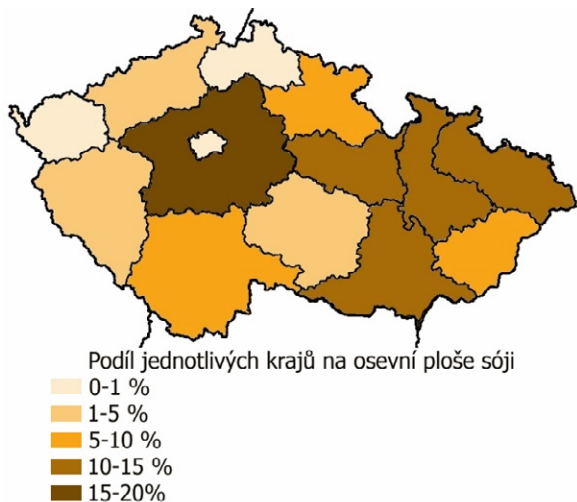
výrobní oblast	TS 10 (°C)	K _{JJA} (mm)	průměrná roční teplota (°C)	roční úhrn srážek (mm)	nadmožská výška (m)	možný termín setí	popis
vinařská výrobní oblast	2950- 3250	-210 až -140	> 10	< 600	< 140	10. 4. - 17. 4.	riziko nedostatku srážek v období vegetace
kukuřičná výrobní oblast	2800 - 3100	-180 až 100	9 - 10	450 - 600	< 250	10. 4. - 17. 4.	riziko nedostatku srážek v období vegetace
řepařská výrobní oblast	2550 - 2950	-140 až -40	8 - 9	500 - 650	250 - 350	15. 4. - 25. 4.	plastická oblast pro pěstování běžně dostupných odrůd sóji
obilnářská a bramborařská	2100 - 2700	-90 až -120	5 - 8.5	550 - 900	300 - 650	25. 4. - 10. 5.	oblast vhodná pouze pro velmi rané materiály; nad 500 m.n.m. riskantní
pícninářská výrobní oblast	< 2150	> -30	5 - 6	>700	> 600	nedoporučuje se	tato oblast není vhodná pro pěstování sóji

TS10 – součet průměrných denních teplot denních teplot nad 10 °C během bezmrazého období
KJAA - deficit půdní vody během bezmrazého měsíce červen-srpen

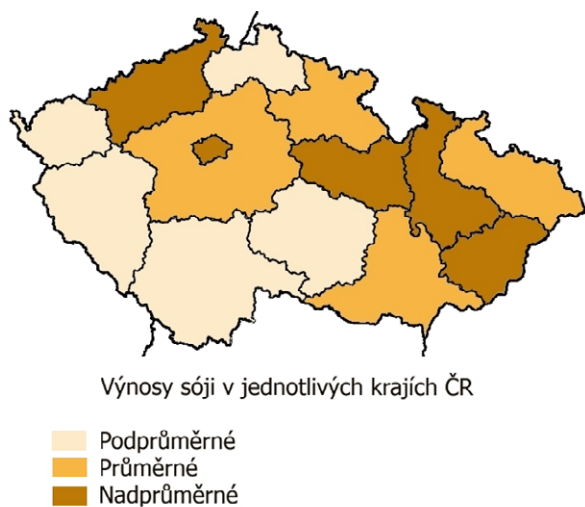
V posledních letech se ukazuje, že největší limitující faktor pro pěstování sóji je nedostatek srážek, respektive stres suchem v období vzcházení porostu a v období květu až tvorby lusků, zejména počátku tvorby lusků. Zatímco v minulosti bylo pěstování sóji do značné míry omezeno na kukuřičnou výrobní oblast jižní Moravy, v posledních desetiletích leží většina osevních ploch ve výrobní oblasti řepařské, s částečným přesahem do výrobní oblasti obilnářské (především v Jihočeském kraji). Největší plochy dlouhodobě vykazuje Středočeský kraj (obr. 37 - 39), který se v rámci republiky vyznačuje pravidelně průměrnými výnosy (výnos ve Středočeském kraji prakticky kopíruje průměrný výnos za celou ČR). Jihomoravský kraj je specifický tím, že výnosy sóji zde ze všech krajů nejvíce kolísají; v jednotlivých letech mohou být výrazně nadprůměrné i podprůměrné, ve výsledku je pak hodnocen jako kraj s průměrnými výnosy. Kraje Pardubický, Olomoucký a Zlínský dosahují v jejich klimaticky příznivých oblastech, v nichž se sója pěstuje, častěji nadprůměrných výnosů.



Obr. 37: Oblasti pěstování sóji v ČR na úrovni jednotlivých okresů.



Obr. 38: Podíl jednotlivých krajů na celkové osevni ploše sóji v roce 2022.



Obr. 39: Vyhodnocení výnosů sóji v jednotlivých krajích ČR v období 2014-2022.

5.3. Odrůdy

Správná volba odrůdy je klíčová pro úspěšné pěstování sóji v našich podmínkách. Právě ne příliš vhodné odrůdy byly u nás příčinou nízkých ploch a silného kolísání výnosů sóji v průběhu 20. století. Starší odrůdy byly citlivější na délku dne, projevoval se jejich krátkodenní charakter a z toho důvodu později kvetly a dozrávaly. Řada odrůd, které se k nám dostaly v počátcích pěstování sóji, pocházela z jižnějších oblastí a v našich podmínkách často nedozrávala a někdy

ani nevykvetla. Současné odrůdové spektrum však již nedostatky starších odrůd překonalo a díky tomu jsou pěstitelská rizika spojená s výběrem odrůdy do značné míry snížena. Dnešní u nás pěstované odrůdy jsou k fotoperiodě méně citlivé, jejich krátkodenní charakter je potlačen a díky tomu mají výrazně kratší vegetační dobu a spolehlivěji dozrávají. Právě proto je ale třeba pěstovat jen ty odrůdy, které jsou doporučené a vyzkoušené pro naše podmínky, či byly přímo pro tyto podmínky nově vyšlechtěny.

Zkoušením odrůd a tvorbou seznamu doporučených odrůd pro pěstování v ČR se zabývá Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, který každoročně publikuje Seznam doporučených odrůd, který pěstitelům usnadňuje orientaci v širokém sortimentu nabízených odrůd, poskytuje objektivní informace o jednotlivých odrůdách a umožňuje tím minimalizovat případné ztráty v souvislosti s nevhodnou volbou odrůdy. Seznam doporučených odrůd je v online verzi volně dostupný na internetu na stránkách ÚKZÚZ.

V rámci zkoušení odrůd se v případě sóji sleduje především výnos semen, ranost odrůdy, rychlost počátečního růstu, délka rostliny, odolnost poléhání v době zralosti, výška nasazení prvního lusku, odolnost proti praskání lusků, hmotnost tisíce semen, odolnost chorobám a kvalita semen ve smyslu obsahu dusíkatých látek a obsahu tuku v semeni.

Ranost odrůd je velmi důležitým znakem. V podmínkách ČR je možné pěstovat pouze velmi rané (vegetační doba kratší než 140 dní), rané (140-150 dní) a středně rané (přibližně 150 dní) odrůdy. Čím jsou podmínky pro pěstování sóji méně příznivé (chladnější oblasti, vyšší nadmořská výška, severnější zeměpisná šířka), tím by zvolená odrůda měla být ranější, aby v dané oblasti spolehlivě dozrávala. Naopak v klimaticky nejpříznivějších oblastech je možné pěstovat i odrůdy s delší vegetační dobou (až středně rané), které poskytují v průměru vyšší výnosy. V současném sortimentu doporučených odrůd (2023) převažují odrůdy rané (12 odrůd), velmi rané jsou zastoupeny 5 odrůdami a středně rané 2.

Výška nasazení prvního lusku spolu s odolností proti pukání lusků významně ovlivňuje množství sklizňových ztrát. Příliš nízké nasazení spodních lusků znamená vyšší ztráty při mechanizované sklizni. Ve vztahu k použité sklízecí technice vždy existuje určitá minimální výška strniště, pod kterou se nelze dost dobře dostat. Nízko nasazené lusky pak zůstávají na strništi nebo jsou v průběhu sklizně poškozeny a semena z nich vypadávají. Současné odrůdy mají první lusk nasazený ve výšce 0,1 - 0,14 m, průměrná hodnota je 0,13 m. Je však nutné poznamenat, že pro účely seznamu doporučených odrůd je sledovaná výška nasazení mírně zavádějící. Účelnější je sledovat výšku apikální části nejspodnějšího konce od povrch půdy, neboť tato výška reálně ukazuje potenciál sklizňových ztrát.

Hmotnost tisíce semen se u doporučených odrůd sóji pohybuje v rozmezí 160 – 229 g, obsah dusíkatých látek v semenech 37,5 – 44,5 %, obsah tuku 18,8 – 22,2 %.

Mezi doporučené či předběžně doporučené odrůdy dle dostupného seznamu patří následující (2023):

5.3.1. Doporučené odrůdy

Albiensis – raná, středně vysoká odrůda, polovzpřímeného růstu, s vyšší HTS a žlutou barvou pupku. Vyznačuje se vysokými výnosy. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Ambella – velmi raná, nízká odrůda, vzpřímeného až polovzpřímeného růstu, se středně vysokou HTS a hnědou barvou pupku, s nižším nasazením prvního lusku a středním až nižším obsahem dusíkatých látek v semenech. Udržovatel: Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupce v ČR: SAATBAU ČESKÁ REPUBLIKA s.r.o.

Aurelina – raná, středně vysoká odrůda vzpřímeného až polovzpřímeného růstu, se střední hodnotou HTS a žlutou barvou pupku. Vyznačuje se vyšším nasazením prvního lusku a vyšším

obsahem dusíkatých látek v semenech. Barva květu fialová. Udržovatel: Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupce v ČR: SAATBAU ČESKÁ REPUBLIKA s.r.o.

Bettina – raná až středně raná odrůda, rostliny středně vysoké, polovzpřímeného růstu. HTS je středně vysoká, barva pupku hnědá, barva květu fialová. Udržovatel: Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupce v ČR: SAATBAU ČESKÁ REPUBLIKA s.r.o.

Brunensis – raná, středně vysoká odrůda, růst vzpřímený až polovzpřímený, střední hodnota HTS, žlutá barva pupku, barva květů fialová. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Hana – raná až středně raná odrůda se středně vysokými, polovzpřímenými rostlinami, střední hodnotou HTS, žlutou barvou pupku, fialově kvetoucí. Vyznačuje se vyšším obsahem dusíkatých látek v semenech. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Kofu – raná odrůda se středně vysokými rostlinami vzpřímeného habitu, střední hodnotou HTS. Barva pupku žlutá, barva květů fialová. Vyznačuje se vysokým výnosem semene. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Korus – raná odrůda se středně vysokými rostlinami, vzpřímeného růstu, střední hodnotou HTS a šedou barvou pupku. Barva květů fialová. Vyznačuje se vysokou odolností proti poléhání, vysokým obsahem dusíkatých látek v semeni. Udržovatel: Prograin ZIA, s.r.o.

Marzena – velmi raná, středně vysoká odrůda vzpřímeného až polovzpřímeného růstu, HTS nízká až střední, barva pupku žlutá, barva květů fialová. Vyznačuje se raností a odolností proti poléhání, má střední až nízký obsah dusíkatých látek v semenech. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Mayrika – velmi raná odrůda se středně vysokými rostlinami, růst vzpřímený až polovzpřímený, s nižší HTS, žlutou barvou pupku, bíle kvetoucí. Vyznačuje se raností a vyšším nasazením prvního lusku. Udržovatel: Prograin ZIA, s.r.o.

Moravians – raná odrůda se středně vysokými rostlinami, vzpřímeného až polovzpřímeného růstu. Vyznačuje se vyšší HTS, barva pupku je žlutá, barva květu fialová. Udržovatel: Prograin ZIA, s.r.o.

Silesia – raná odrůda se středně vysokými rostlinami, vzpřímeného až polovzpřímeného růstu, s vyšší hodnotou HTS. Barva pupku je žlutá, barva květů fialová. Vyznačuje se vyšším nasazením prvního lusku. Udržovatel: Prograin ZIA, s.r.o.

Tertia – raná až středně raná odrůda, rostliny středně vysoké, polovzpřímeného růstu. HTS střední, barva pupku žlutá, barva květů fialová. Vyznačuje se vysokým výnosem semene a vysokým výnosem dusíkatých látek. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

5.3.2. Předběžně doporučené odrůdy

Abaca – velmi raná až raná odrůda se středně vysokými rostlinami, polovzpřímeného až vodorovného růstu, HTS střední, barva pupku žlutá, barva květů fialová. Vyznačuje se vysokým výnosem semene a odolností proti poléhání. Udržovatel: Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupce v ČR: SELGEN, a.s.

ES Collector – raná odrůda se středně vysokými rostlinami, polovzpřímeného růstu, HTS střední, barva pupku světle hnědá, barva květu fialová. Vyznačuje se vysokým výnosem semen, vysokým výnosem dusíkatých látek, odolností proti poléhání. Udržovatel: Lidea France SAS, Francie

Liska – raná odrůda s nízkými až středně vysokými rostlinami, polovzpřímeného růstu, HTS střední až vysoká, barva pupku žlutá, barva květu fialová. Obsah dusíkatých látek v semenech je vysoký. Udržovatel: Semences Prograin Inc., Kanada. Zástupce v ČR: Prograin ZIA, s.r.o.

Marquise – raná odrůda, středně vysoká, se vzpřímeným až polovzpřímeným habitem. HTS střední, barva pupku žlutá, barva květů fialová. Udržovatel: Delley Semences et Plantes SA, Švýcarsko. Zástupce v ČR: SELGEN, a.s.

Pripyat – velmi raná odrůda s nízkými až středně vysokým i rostlinami, polovzpřímeného růstu. HTS střední až nižší, barva pupku světle hnědá, barva květu fialová. Udržovatel: Mayline Investment Corporation Limited, s.r.o.

Sulbly – raná, středně vysoká odrůda se vzpřímeným až polovzpřímeným růstem, střední hodnotou HTS, šedou barvou pupku a fialovou barvou květů. Vyznačuje se vyšším obsahem dusíkatých látek v semenech. Udržovatel: PZO-Pflanzenzucht Oberlimpurg, Německo. Zástupce v ČR: SAATEN - UNION CZ s.r.o.

V praxi je ovšem pěstována i celá řada perspektivních odrůd, která v seznamu doporučených odrůd není, avšak na základě testování jednotlivých osivařských firem, je pro pěstování v našich podmínkách zcela vyhovující.

U nás je sója v polních podmínkách pěstována především pro produkci semen. Právě výnos semene ve vztahu k ranosti patří spolu s odolností proti poléhání, výškou nasazení prvního lusku a obsahem dusíkatých látek k hlavním sledovaným znakům u odrůd sóji. V omezené míře je sója v zahradních podmínkách využívána i ke sklizni zelených lusků (tzv. edamame). K tomuto účelu se kromě našich běžných odrůd vysévají i zahraniční odrůdy, včetně původem japonských velkosemenných odrůd sóji (např. Hokkai Green).

Sóju je možné využívat i jako pícninu, ať již k přímému zkrmování zelené hmoty, k silážování či sušení na seno (například v USA ještě v první polovině 20. století pícní využití sóji převládalo). V minulosti byly i u nás šlechtěny speciální odrůdy pro pícní využití, které se vyznačovaly dlouhými lodyhami, polopopínavým až popínavým charakterem růstu a vyšší produkcí zelené hmoty. V současnosti se žádná pícní odrůda v našich podmínkách nepěstuje, využití současných odrůd pro krmné účely či jako meziplodiny je možné. Při krmném využití celých rostlin poskytují klasické odrůdy na zrno oproti pícním odrůdám nižší celkový výnos rostlinné hmoty, ale s výrazně vyšší krmnou hodnotou, což je dáno vyšším podílem lusků a semen. Vzhledem k tomu, že pro krmné využití není třeba, aby odrůda plně dozrála, je možné pěstovat pozdnější odrůdy, které poskytnou vyšší výnosy a opožděné dozrávání v tomto případě není problémem. Za stejným účelem se také sója pěstovala (a v zahraničí stále pěstuje) i ve směskách s kukuřicí nebo čirokem. Původním účelem pícní odrůdy je možné pěstovat i jako meziplodiny a na zelené hnojení, zde je výhodou jejich vyšší produkce nadzemní hmoty oproti odrůdám na zrno. V zahraničí pěstované odrůdy mohou dosahovat délky lodyh i více než 2 m. Jedná se o pozdní odrůdy, ale při tomto účelu pěstování není potřeba, aby u nás spolehlivě dozrávaly.

Od poloviny 20. století jsou také k dispozici linie sóji, které nevytvářejí kořenové hlízky a nemohou fixovat vzdušný dusík. Tyto nenodulující isolinie jsou využívány především ve výzkumu výživy sóji dusíkem jako srovnání s klasickými nodulujícími odrůdami. V současnosti jsou tyto linie znovu šlechtěny, aby odpovídaly moderním odrůdám s vysokým výnosovým potenciálem. Určitou dobu se uvažovalo i o jejich využití v případech, kdy je nutné na ornou půdu aplikovat vysoké dávky organických hnojiv (keřda) z důvodu jejich nadbytku v podniku.

5.3.3. Transgenní odrůdy sóji

V ČR stejně jako v ostatních zemích EU nejsou transgenní odrůdy sóji pěstovány. Ve světě jsou ale v řadě zemí, významných pro produkci sóji, již téměř 30 let významnou součástí odrůdové skladby. Oproti jiným významným polním plodinám je genetická transformace sóji náročnější.

Genom sóji prošel v průběhu evoluce druhu několikanásobným zmožením, sója patří k tzv. paleopolyploidním druhům (někdy je uváděna jako diploidizovaný tetraploid), řada genů (až 75 %) se u sóji vyskytuje v několika kopiích. Flexibilita genomu pak značně ztěžuje úspěšnost transformace. S genetickou transformací sóji se začalo již koncem 80. let 20. století, první geneticky modifikované (GM) odrůdy byly uvedeny na trh v polovině 90. let v USA a rychle se zde rozšířily (po 5 letech představovaly již více než 50 % osevních ploch, v současnosti je to přibližně 95 %). Jednalo se o odrůdy tolerantní k herbicidům na bázi glyphosátu. Tyto herbicidy jsou neselektivní a na běžné odrůdy sóji by po ošetření působily toxicky. HT rostliny jsou ale před toxickým působením glyphosátu chráněny díky původně bakteriálnímu genům, které rostlině umožňují zachovat klíčový enzym EPSPS funkční. Tento enzym je u citlivých rostlin glyphosátem inhibován, v důsledku čehož dochází k narušení procesu fotosyntézy. Tolerance ke glyphosátu umožňuje zjednodušit regulaci plevelů v porostu GM sóji, kdy není nutné přizpůsobovat herbicid aktuálnímu spektru plevelů. Tyto tzv. Roundup-Ready odrůdy byly v hlavních zemích pěstujících sóju kladně přijaty farmáři a již delší dobu zajišťují GM odrůdy přibližně 80 % světové produkce sóji. Kromě odrůd s tolerancí k herbicidům (HT odrůdy) se v případě sóji v menší míře uplatňují i GM odrůdy s vyšší tolerancí k suchu a zasolení, případně kombinace HT a rezistence k hmyzím škůdcům. K hlavním pěstitelům GM sóji patří USA, Kanada, Brazílie a Argentina (až 99 % produkce argentinské sóji je GM). Rychlé rozšíření HT odrůd sóji a jejich úspěch v praxi s sebou ale přinesly problémy s častým používáním glyphosátu a selekci přirozeně tolerantních a nově i rezistentních druhů plevelů.

Pěstování GM odrůd v řadě zemí naráží na legislativní omezení a na odmítavý postoj části veřejnosti. Především v době významného rozšiřování ploch GM plodin na počátku století se objevovaly významné anti-GMO nálady, které vedly spolu s principem předběžné opatrnosti k silné regulaci možnosti pěstování těchto odrůd v celé EU. Transgenní sója nebyla ke komerčnímu pěstování v EU nikdy povolena a veškerá produkce sóji na území EU tedy může být deklarovaná jako GMO-free (neobsahující geneticky modifikované organismy). Na druhou stranu především krmivářství je závislé na dovozu sóji a sojových produktů ze zahraničí, kde není možné zajistit GMO-free status (přibližně 90 % sóji obchodované ve světě je transgenní). GM sója tedy není na území EU pěstována, GM produkce je ale ve velké míře dovážena. Za snahou o zvýšení produkce sóji v EU je mimo jiné i zájem o mezení těchto dovozů.

5.4. Zařazení v osevním postupu

Sója není příliš náročná na předplodinu. V ideálním případě je zařazována po animálně hnojených okopaninách, kde poskytuje nejvyšší výnosy. Sója je však v našich podmínkách velmi často zařazována mezi dvě obilniny a lze ji velmi úspěšně pěstovat i po sobě, protože ve druhém roce pravidelně poskytuje vyšší výnos, v důsledku vyššího obsahu hlízkových bakterií v půdě. Sója má vysokou předplodinovou hodnotu. Jak vyplývá z mnohaletých pozorování, ozimá pšenice pěstovaná po sóje poskytuje v průměru až o jednu tunu na hektar vyšší výnos. Zařazení sóji v osevním postupu zvyšuje diverzitu plodin pěstovaných na orné půdě. Sója plní rovněž meliorační funkci, je užitečná pro půdní zralost a umožňuje oproti obilním sledům lepší rozložení pracovních špiček v období setí a sklizně.

5.5. Zpracování půdy

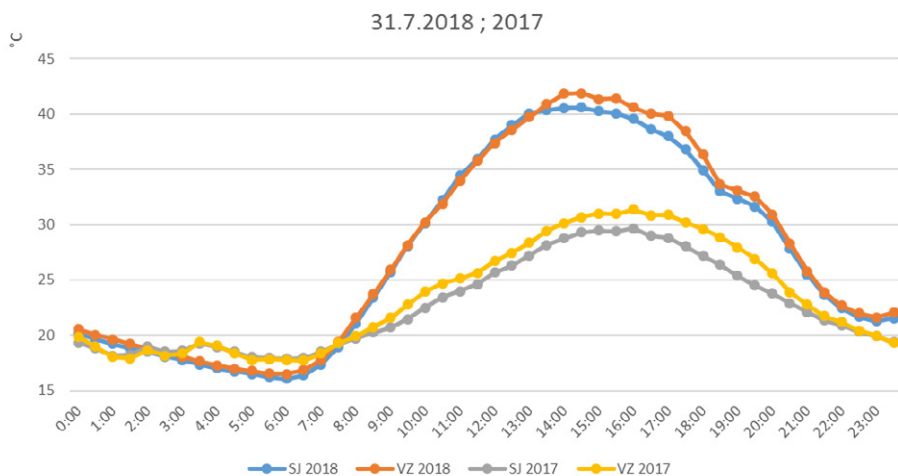
Při základním zpracování půdy je třeba brát velký zřetel zejména na udržení vláhy v půdě a na kvalitní urovňání povrchu půdy pro usnadnění sklizně. U sóji lze využít jak tradiční technologie zpracování půdy s orbou, tak i různých minimalizačních postupů (viz kapitola Technologické principy zakládání porostů). Je třeba uvést, že sója je jednou z významných plodin světa, která

je často pěstovaná s použitím technologie minimálního zpracování půdy, což je z ekonomických důvodů velmi výhodné.

Předsetová příprava půdy spočívá v mělkém prokypření půdy, tedy ve zpracování na hloubku 7 až 10 cm. Jeho účelem je pečlivé urovnání pozemku a udržení vláhy v půdě. Předsetová příprava má i odplevelující charakter, zejména předchází-li jí použití totálního herbicidu. Je velmi důležité, aby ve zvolené hloubce setí bylo předsetovou přípravou půdy vytvořeno optimální setové lůžko. Podrobněji v kapitole Technologické principy zakládání porostů.

5.6. Setí sóji

Sóju sejeme obvykle do hloubky 30 až 60 mm. Při hloubce setí je nutné brát v úvahu, že sója vzhází epigeicky (vynáší dělohy nad povrch půdy), a tak se seje mělčeji než ostatní, hypogeicky vzházející luskoviny. Je nutné dodržet stejnou hloubku setí, zejména kvůli stejnoměrnému vzházení. V případě časného výsevu do vlhčí půdy je vhodné set sóju mělčeji, neboť povrchová vrstva půdy je dříve prohřátá, a tím urychluje klíčení. K výsevu, zejména v kritických ročnících z hlediska kvality přípravy půdy, se osvědčily diskové secí stroje, se kterými lze dosáhnout rovnoměrnější hloubky výsevu. Výsevek se v závislosti na odrůdě a termínu setí pohybuje od 650 do 800 tisíc klíčivých semen na hektar. V současnosti je stále větší trend optimalizovat výsevek spíše mezi 600 – 650 tisíc klíčivých semen na hektar, ovšem při různých technologiích setí i méně). Počet rostlin při sklizni by měl být v ideálním případě 500 až 600 tisíc na hektar. V současné době se nejvíce používá výsev na meziřádkovou vzdálenost 12,5 - 25 cm, ale mnoho poznatků a zkušeností již upřednostňuje výsev na 37,5 – 45 cm viz kapitola Technologické principy zakládání porostů a dále také Pěstování sóji luštinaté v širších řádcích. Výsev s roztečí nad 45 cm není v současné době pro u nás pěstované odrůdy vhodný, neboť rostlina již nedokáže prostor plně využít. V ideálním případě a podle možností lze doporučit výsev od severu k jihu pro lepší prosvětlení řádků větší stabilitu teploty uvnitř porostu, neboť při této orientaci nedochází během dne k tak velkému kolísání teplot, jak je patrné z obrázku 40, který znázorňuje průběh teploty v 15 cm nad zemí v porostech orientovaných sever – jih a východ – západ.



Obr. 40 : Denní průběh teploty v porostu sóji (15 cm nad zemí) při orientaci řádků sever – jih a východ – západ. (Lokalita Studeněves, roky 2017 a 2018) (Procházka P.).

6. Technologické principy zakládání porostů

Technologické postupy zakládání porostů sóji vycházejí primárně ze systému základního zpracování půdy a konstrukce secích strojů. Jako u dalších polních plodin lze pro porosty sóji využít systémy celoplošného zpracování půdy (100 % povrchu půdy je zpracováno), kam patří systémy zpracování půdy s obracením (orba) a bez jejího obracení (Estler a Knittel, 1996). Celoplošné kypření půdy bez obracení zahrnuje systémy vykazující odlišnou hloubku zpracování a intenzitu kypření a mísení půdního profilu, včetně rozdílného vlivu na zapravení rostlinných zbytků předplodiny či meziplodiny. Využití náležejí i systémy výsevu sóji do pásového zpracování půdy, kde se jedná jak o klasický strip till, tak i intenzivní strip till (Brant a kol., 2016). Zásadní význam, především mimo Evropu, má založení porostů do nezpracované půdy (např. Bryant a kol., 2020 a Gomes a kol., 2022).

Dalším faktorem navazujícím na systém zpracování půdy a určujícím možnosti struktury porostu je konstrukční řešení secího stroje. Z hlediska jejich konstrukce se primárně jedná o dvě základní konstrukční řešení. První představují secí stroje pro výsev úzkořádkových plodin s roztečí řádků či pásků většinou v rozmezí 0,125 až 0,35 m. Tyto stroje mohou být zakončeny rozdílnými výsevními nástroji, kde se nejčastěji jedná o výsevní disky (obr. 41). Pro výsev sóji lze využít i výsev za výsevní radličky nebo dláta. Rozteč řádků sóji poté vychází ze standardní rozteče secích botek, nebo je modifikací jejich rozteče na základě zaslepení ústí semenovodů v rozdělovací hlavě secího stroje s pneumatickým transportem osiva, nebo zaslepením semenovodů pod výsevními válečky u strojů s gravitačním transportem osiva. V rámci těchto strojů lze rozlišit technická řešení pro setí do zpracované, částečně nezpracované a do nezpracované půdy. Výhodou secích strojů pro výsev sóji do užších řádků je vysoká kapacita zásobníku osiva a možnost provedení přihnojení porostů při výsevu tzv. pod patu. Většina secích strojů disponuje dvěma zásobníky, kdy z jednoho je vyséváno osivo a z druhého hnojivo. Ve srovnání se secími stroji pro přesné setí však dochází k vyšší variabilitě rozmístění semen v řádku, která má negativní vliv na vyrovnaný vývoj porostů.

Druhou skupinou secích strojů jsou stroje pro přesné setí. Rozteč výsevních sekcí se zde většinou pohybuje v rozmezí 0,38 až 0,75 m. Dostupné jsou i technická řešení, která umožňují variabilní změnu rozteče řádků sóji bez potřeby mechanického přemontování výsevních sekcí (obr. 42). Výhodou strojů je kvalitní rozmístění osiva ve výsevní rýze, velmi dobrá schopnost dodržení výsevní hloubky a zajištění zamáčknutí osiva do dna seťového lože. Většina secích



Obr. 41: Diskové secí stroje s pneumatickým transportem osiva jsou standardně využívány pro výsev sóji do úzkých řádků (foto Brant).

strojů umožňuje souběžnou aplikaci hnojiva k řádku osiva, nebo jeho nahrazení kapalnou formou. Výsevní sekce lze při větší rozteči řádků osadit aplikátory pro provedení pásové aplikace herbicidů, což je zásadní zejména v technologiích pásového zpracování půdy a při zakládání porostů do meziřádků osetých pomocnou plodinou. Zásadní nevýhodou je malá kapacita zásobníku osiva ve vztahu k výši výsevku a velikosti osiva sóji. Na trhu jsou v omezeném množství systémy doplňování osiva např. z čelního zásobníku nebo z taženého zásobníku před secím strojem, ale nejsou zatím šetrné systémy transportu osiva, které by zamezovaly jeho poškození projevující se snížením klíčivosti. Z hlediska volby výsevních kotoučů do výsevního ústrojí je vhodné volit kotouče se dvěma řadami otvorů, které zajistí dodržení požadovaného výsevku. Není-li secí stroj primárně koncipován na danou rozteč řádků, dojde při snížení jejich rozteče ke snížení pracovního záběru secího stroje k poklesu plošného výkonu secí soupravy.

6.1. Zakládání porostů do celoplošně zpracované půdy

Celoplošné zpracování půdy umožňuje využití většiny typů secích strojů pro založení porostů. Z tohoto důvodu se zde rozteč řádků může pohybovat v rozmezí 0,125 m až 0,5 m, včetně využití systémů dvouřádků. Při využití secích strojů pro úzkořádkové plodiny se rozteče řádků pohybují většinou v rozmezí 0,125 m až 0,45 m (obr. 43, vlevo), kdy větší rozteče mezi řádky je dosaženo zaslepením otvorů do semenovodů v rozdělovací hlavě, nebo uzavřením výpadů



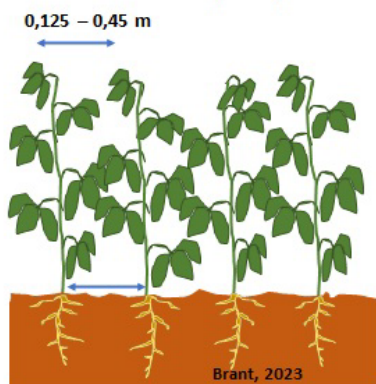
Obr. 42: Secí stroj pro přesný výsev s variabilní změnou rozteče výsevních sekcí (foto Brant).

pod výsevními válečky u mechanických secích strojů. U strojů pro přesné setí se rozteč řádků většinou pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,5 m (obr. 43, vpravo) a primárně rozteč řádků vychází z optimalizace struktury porostu ve vztahu k plečkování, pásové či podlistové aplikaci přípravků na ochranu rostlin a většinou navazuje na sladění rozteče řádků s dalšími plodinami vysévanými do širokých řádků v zemědělském subjektu (ozimá řepka, kukuřice setá, slunečnice roční, cukrová řepa apod.)

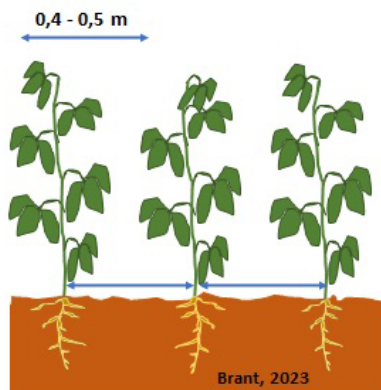
Omezujícím faktorem pro práci úzkořádkových secích strojů může být přítomnost většího množství rostlinných zbytků na povrchu půdy. Při využití secích strojů pro přesný výsev může docházet k tvorbě hrůbků po stranách výsevní sekce, které přispívají k omezení výšky seče

při sklizni. Ve většině případů dojde během vegetace ke slehnutí výsevní sekci vyhrnuté půdy, při vzniku velkých nerovností je vhodné pozemek po výsevu přivalit. V kypré půdě je využití přesných secích strojů vybavených výsevními sekcemi spojeno s kvalitnější tvorbou setového lože (dodržení hloubky setí a kvalitní uložení osiva na dno výsevní rýhy). Přesnost rozmístění semen sóji a dalších luskovin při přesném setí je ve srovnání s plodinami jako je kukuřice a slunečnice problematičtější z důvodu většího počtu vysévaných semen na jednotku plochy, či spíše na jednotku délky řádku. Meziřádková vzdálenost semen při rozteči řádků sóji při přesném setí v rozmezí 0,45 až 0,5 m se pohybuje v rozmezí 33 až 56 mm (při výsevu 40 až 60 semen na m²). K výraznému zhoršení přesného rozmístění semen v řádku dochází při vyšších pracovních rychlostech při výsevu, většinou nad 8 km/h, a na kamenitých půdách, kdy v obou případech dochází k výkyvům výsevních sekcí při jízdě horizontálním a vertikálním směrem.

Struktura porostů sóji luštinaté při výsevu do celoplošně zpracované půdy – výsev pomocí secích strojů pro úzkorádkové plodiny



Struktura porostů sóji luštinaté při výsevu do celoplošně zpracované půdy – výsev pomocí secích strojů přesné setí



Obr. 43: Celoplošné zpracování půdy umožňuje využití většiny typů secích strojů pro založení porostů sóji (secí stroje pro výsev úzkorádkových plodin -vlevo a secí stroje pro přesné setí – vpravo) a rozteč řádků se může pohybovat v rozmezí 0,125 m až 0,5 m.



Obr. 44: Porost sóji luštinaté (odrůda Tertia) založený do celoplošně zpracované půdy s roztečí řádků 0,125 m (vlevo) a 0,45 m (vpravo). (foto Brant).

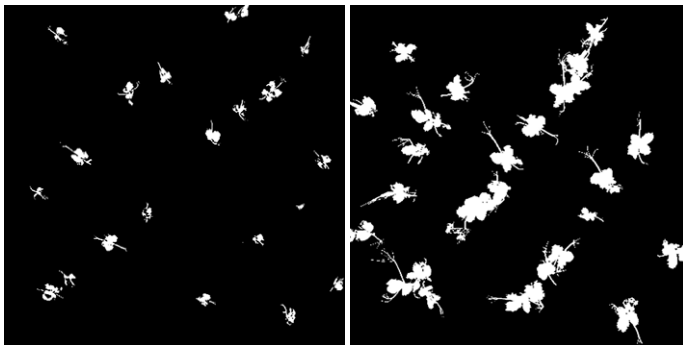
Porosty sóji vyseté do užších řádků pokrývají na počátku vegetace rovnoměrněji povrch půdy a dříve u nich dochází k zapojení porostu, čímž mohou dříve efektivněji omezovat rozvoj plevelů. Užší řádky zároveň zajišťují možnost vyšších výsevků v důsledku celkové délky výsevních rých na jednotce plochy. Výsev pomocí secích strojů pro úzkořádkové plodiny je však většinou spojen s vyšší variabilitou rozmístění rostlin v řádku, včetně výskytu většího počtu shluků semen, ale i příčně na řádek, ve srovnání s přesným setím (obr. 44). Rozteče řádků 0,45 a 0,5 m (obr. 45) lze využít pro plečkování porostů.



Obr. 45: Porost sóji luštinaté vysetý přesným secím strojem na rozteč řádků 0,5 m, základním zpracováním půdy byla orba a struktura porostů umožňuje provedení kultivace během vegetace (foto Brant).

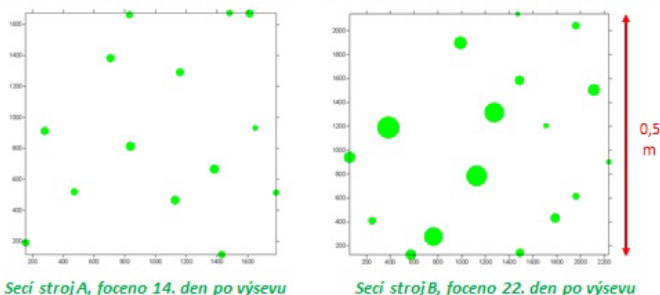
Ověření vlivu přesného setí na pravidelnost rozmístění a na vývoj rostlin luskovin na jednotku plochy lze doložit polními experimenty s hrachem setým (Brant a kol., 2017a Brant a kol., 2017b). Z výsledků pokusů vyplynulo, že přesné setí při shodné rozteči řádků přispělo k pravidelnějšímu rozmístění rostlin na jednotku plochy. Obrázek 49 znázorňuje strukturu dvou rozdílných porostů hrachu setého odrůdy Gambit, které byly založeny odlišnými secími stroji po vzejití a po převedení infrasinímkem do černo-bílého formátu. Na základě prostorového rozmístění rostlin lze stanovit variabilitu jejich rozložení. Analýza rovnoměrnosti rozmístění rostlin na hodnocené ploše (0,5 x 0,5 m) na základě rozložení jejich souřadnic ve čtverci ukázala, že variační koeficient rozmístění souřadnic činil při přesném setí 72 % a u konvenčního setí 89 %. Porosty hrachu polního (obr. 46 vlevo) založené přesným setím vykazoval tedy o 17 % nižší variabilitu rozložení rostlin ve srovnání s konvenčně založenými porosty obr. 46 (vpravo), což znamená, že rostliny jsou na ploše pravidelněji rozmístěny.

Hodnocení rozmístění rostlin na základě analýzy obrazu rovněž poukázalo na skutečnost, že variabilita setí nespočívá pouze v prostorovém rozmístění, ale promítá se do heterogenity rozvoje rostlin. Z obrázku 47 jsou patrné rozdíly nejen v rozmístění rostlin, ale rovněž ve velikosti listové plochy rostliny v rámci hodnocené plochy půdy. Velikost listové plochy rostliny zároveň vypovídá o dynamice vývoje rostliny. Z hlediska rovnoměrného vývoje porostu by variabilita mezi plochou pokrytou jednotlivými rostlinami měla být rovněž co nejmenší. Změny ve velikosti plochy rostliny vypovídají o rozdílných podmínkách pro vývoj jedinců, které jsou způsobeny půdní variabilitou. Velikost listové plochy může být ovlivněna hloubkou setí, vzájemnou konkurencí mezi rostlinami, utužením půdy pod semenem, nebo samotným uložením semene ve vztahu k jeho prostorové orientaci při výsevu.



Obr. 46: Rozmístění rostlin hrachu setého na ploše 0,25 m². Obrázky ukazují dva porosty zaseté rozdílnými secími stroji (vlevo přesné setí, vpravo konvenční setí). Z obrázků je patrné nejen rozdílné rozmístění rostlin, ale i velikostní rozdíly mezi rostlinami v rámci plochy.

Vliv secího stroje na počáteční vývoj porostů hrachu setého



Zelené kruhy představují rostliny hrachu setého na ploše 0,25 m², velikost plochy kruhu odpovídá poměrově velikosti listové plochy rostliny v rámci dané plochy. Plocha rostliny tak dokumentuje růstovou variabilitu mezi rostlinami. Cílem hodnocení je srovnání rostlin v rámci plochy, nehodnotí rozdíly ve velikosti plochy rostliny mezi snímky.

Brant a kol. 2017

Obr. 47: Rozmístění rostlin hrachu polního na ploše 0,25 m². Obrázky znázorňují dva porosty zaseté rozdílnými secími stroji. Plochy kruhu odpovídají velikosti listové plochy rostliny v rámci dané plochy. Plocha rostliny odpovídá pokrytí půdy rostlinou při pohledu shora.

6.2. Zakládání porostů v systémech pásového zpracování půdy

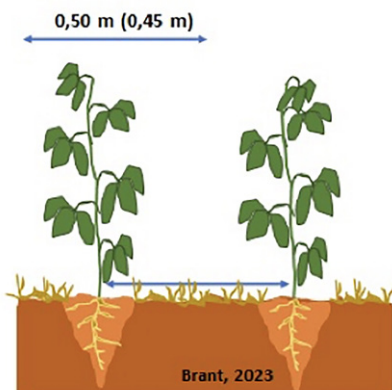
V posledních letech dochází k ověřování pěstování sóji po provedení pásového zpracování půdy (strip till). V rámci technologie se jedná o zakládání sóji do nakypřených pásů s roztečí 0,45 a 0,5 m (obr. 48). Změna rozteče řádků z 0,45 m na 0,5 m je spojena s poklesem počtu vysetých semen na jednotku plochy při shodné vzdálenosti mezi semeny o 10 %. Přestože jsou odrůdy sóji schopny kompenzačního efektu, lze pokles počtu rostlin o 10 % považovat za významný faktor ovlivňující výnos. Praktické využití rozteče řádků 0,5 m u sóji je však vyvoláno dalšími faktory. Při využití technologie pásového zpracování zajišťuje rozteč 0,5 m u strojů

pro strip till zvýšení průchodnosti rostlinných zbytků mezi postranními koly kypřících sekcí. Rozteč 0,5 m zajišťuje provedení pásové aplikace přípravků na ochranu rostlin na řádek či do meziřádku při využití postřikovačů s roztečí trysek 0,25 m. Především v suchých oblastech je snížení počtu rostlin na jednotku plochy spojeno s omezením rizika vodního stresu.

Šířka kypřeného pásu při pásovém zpracování půdy by se měla pohybovat na úrovni 0,2 až 0,25 m. Při tomto nastavení pracovní soupravy se v závislosti na rozteči střídů pásů (0,45 a 0,5 m) pohybovat procento povrchu nezpracované půdy mezi řádky v rozmezí 44 až 60 %. Při provedení pásového zpracování do strniště obilní předplodiny, či umrtvené meziplodiny, zajišťuje půdoochranné funkce na základě přítomnosti rostlinných zbytků v meziřádku (obr. 49).

Struktura porostů sóji luštěinaté při pásovém zpracování půdy (strip till)

– výsev pomocí sečích strojů pro přesné setí



Obr. 48: Sóju luštěinatou lze pěstovat i pomocí technologie pásového zpracování půdy.



Obr. 49: Porost sóji luštěinaté založený na jaře po provedení pásového zpracování půdy na podzim s roztečí řádků 0,45 m (vlevo) a s roztečí řádků 0,5 m (vpravo) s dobře patrnými rostlinnými zbytky předplodiny v meziřádku (foto Brant).

V rámci technologie zakládání porostů sóji v kombinaci s pásovým zpracováním půdy se jedná o několik možností založení. Primárním faktorem je termín provedení pásového kypření, které lze primárně provést na podzim s uložením hnojiva do středu pásu. V současné době

se lze setkat i s možností provedení mělkého pásového zpracování půdy na jaře se souběžnou aplikací hnojiva a výsevem sóji. Jarní provedení se souběžným výsevem je vhodné pro strukturní půdy a pro pozemky s dobře umrtnými rostlinnými zbytky a pleveli. Pro tento způsob založení je nutné využít pracovní soupravu složenou ze stroje pro pásové zpracování půdy a přesného secího stroje (obr. 50). Tuto problematiku dále podrobně popisuje kapitola Pěstování sóji v technologiích pásového kypření – výsledky z praxe.



Obr. 50: Pracovní souprava pro souběžné provedení pásového zpracování půdy se zonálním hnojením a přesným výsevem plodiny do kypřených pásů (foto Švarc).

Do technologií pásového zpracování půdy lze zařadit i systémy tvorby mělkých pásů před výsevem sóji. Jedná se o technologie označované jako zone till či o technologie mělkého strip till, které vycházejí z konstrukce konvenčních strojů pro pásové kypření.

Mělké pásové zpracování lze provést na jaře před výsevem sóji se souběžným ukládáním hnojiva do povrchu kypřeného pásu. Jednou z možností je využití systému zvlněných talířů, které provedou mělké nakypření půdy v pásích se souběžnou aplikací hnojiva a zajistí tak předsevovou přípravu a ohřev půdy v místě budoucích řádků sóji. Technologie je vhodná pro zpracování půdy v pásích v systémech celoplošného kypření s následným výsevem vymrzající či nevymrzající meziplodiny. Obrázek 51 znázorňuje mělké pásové kypření půdy se zonálním



Obr. 51: Systém mělkého pásového zpracování půdy před výsevem sóji do vymrzlé meziplodiny pomocí systému zvlněných talířů, šířka kypřeného pásu je 0,22 m (foto Brant).

aplikací hnojiva před výsevem sóji pomocí dvojice zvlněných talířů na pozemku s vymrzlou mezipločinou. Obrázek 52 dokumentuje vývoj porostů sóji založených touto technologií v roce 2021. Rozteč řádků v tomto systému je cíleně upravena pro použití pásového traktoru při kultivaci, kdy pro kolejové stopy je rozteč řádků 0,6 m, mezi pásy jsou řádky s roztečí 0,45 m a postranní sekce mají rozteč 0,5 m. Celkový pracovní záběr stroje poté činí 6 m. Na tento systém jsou poté upraveny i sekce plečky. Zvolená rozteč však neumožňuje pásovou aplikaci pesticidů konvenčními postřikovači, ale pro pásovou aplikaci prostředků na ochranu rostlin lze využít plečku.



Obr. 52: Dynamika vývoje porostů na plochách s jarním mělkým pásovým kypřením půdy zleva: 22.6., 10.8. a 5.9.2021. Výsev porostů byl proveden 2.6.2021 (foto Brant).

Další možností je mělké pásové zpracování půdy pomocí konstrukčních řešení, která vycházejí z konvenčních strojů pro strip till, ale jejich pracovní sekce jsou určeny pro kypření půdy a zonální hnojení do hloubky kolem 0,15 m. Menší nároky pevnost pracovních sekcí z důvodu mělkého kypření vedou ke snížení hmotnosti sekcí a umožňují zavěšení jejich většího počtu na rám stroje či zvýšení pracovního záběru. Aplikace hnojiv je opět prováděna za kypřící radlice. Stroje jsou konstruovány pro mělkou pásovou předseťovou přípravu půdy do celoplošné zpracované půdy na podzim v kombinaci s vymrzajícími či nevymrzajícími mezipločinami, lze je využít pro jarní mělké zpracování na podzim vytvořených pásů, ale i pro následnou kultivaci půdy během vegetace v meziřádku plodin vysetých do širších řádků. Stroje lze rovněž osadit systémy pro pásovou aplikaci kapalných látek (obr. 53).

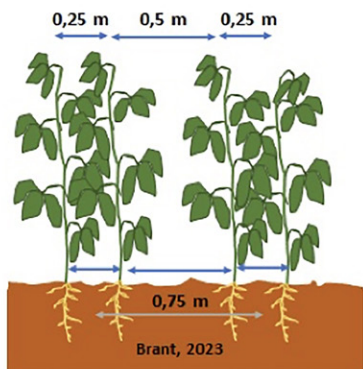


Obr. 53: Stroje pro mělké pásové zpracování půdy lze využít pro přípravu půdy v místě budoucího výsevu plodin, ale i pro meziřádkovou kultivaci, včetně pásové aplikace kapalných látek (na obrázku je systém pro meziřádkovou pásovou aplikaci kapalných látek). Rámy strojů jsou vybaveny v tomto případě možností automatického posunu při jízdě (foto Brant).

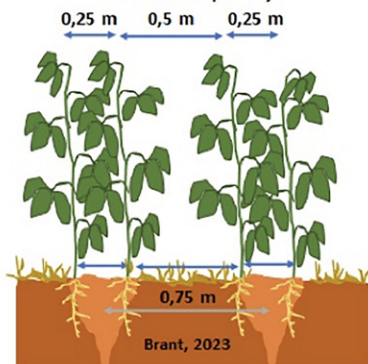
6.3. Zakládání porostů v systému dvouřádků

Přestože je technologie pěstování širokořádkových plodin pomocí dvouřádků v České republice vcelku známá u kukuřice seté, u sóji jsou praktické informace omezené. Technologie u sóji vychází z obdobných principů jako u ostatních plodin, kdy primárním efektem je využití systémů přesného setí a vytvoření struktury dvouřádků nejčastěji s roztečí mezi dvouřádky 0,25 m a pásu mezi dvouřádky o vzdálenosti 0,5 m. Technologie tak vychází z rozteče středů dvouřádků 0,75 m s následnou strukturou 0,25 – 0,5 – 0,25 m (obr. 54). Základní rastr 0,75 m tak zajišťuje plnou kompatibilitu s technickými prostředky pro rozteč řádků 0,75 m, jako jsou i systémy zonálního celoplošného kypření, pásové zpracování půdy, kultivace během vegetace (obr. 55), pásové aplikace přípravků na ochranu rostlin apod. Při kultivaci porostů je rovněž možné provedení souběžné aplikace herbicidu pouze na dvouřádek rostlin sóji.

Struktura porostů sóji luštinaté při výsevu do celoplošně zpracované půdy – systém dvouřádků
– výsev pomocí secích strojů pro přesné setí



Struktura porostů sóji luštinaté při pásovému zpracování půdy (strip till) – systém dvouřádků
– výsev pomocí secích strojů pro přesné setí a pro úzkorořádkové plodiny



Obr. 54: Systém dvouřádků lze využít pro technologii celoplošného zpracování půdy, ale i pro systémy pásového zpracování půdy.



Obr. 55: Porost sóji založený systémem dvouřádků (0,25 – 0,5 – 0,25 m) secím strojem pro přesný výsev po provedení meziřádkové kultivace půdy se souběžnou aplikací herbicidu na dvouřádek při plečkování (foto Brant)

Dvouřádek v systému 0,25 – 0,5 – 0,25 m prodlužuje délku výsevních rýh na jednotku plochy ve srovnání s roztečí řádků 0,45 m o 20 % a oproti rozteči 0,5 m o 33 %. Dosavadní omezené výsledky testování této technologie autorským kolektivem potvrzují realnost použití technologie, včetně využití pásových aplikací pesticidů (aplikace konvenčními postřikovači s roztečí trysek 0,25 m či při souběžně při plečkování meziřadí) a kombinaci s mechanickou kultivací. Výrazným limitujícím faktorem je dostupnost secích strojů pro přesné setí systémem dvouřádků (obr. 56).

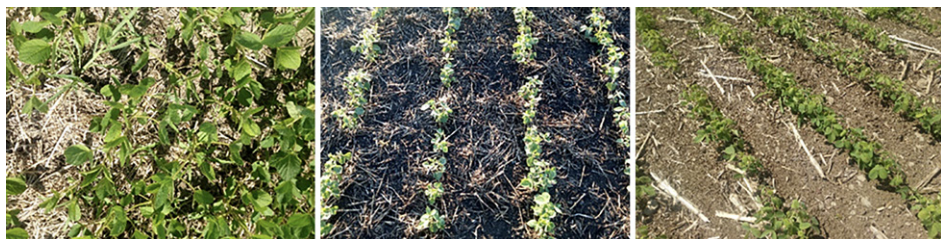
Obdobně jako u ozimé řepky, lze pro založení sóji systémem dvouřádků, použít secí stroje pro výsev úzkořádkových plodin na základě zaslepení požadovaných secích botek.



Obr. 56: Limitujícím faktorem rozvoje pěstování sóji systémem dvouřádků je dostupnost secích strojů určených pro tuto technologii (foto Brant)

6.4. Pěstování sóji v systémech setí do nezpracované půdy

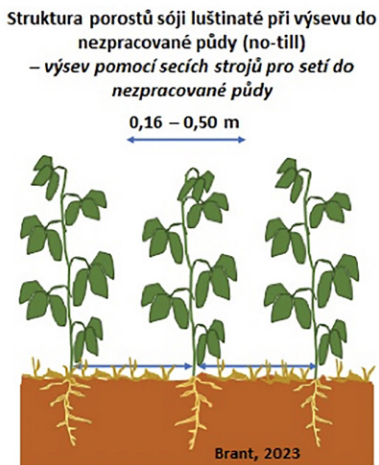
Pěstování sóji technologií setí do nezpracované půdy (no-till) jsou dlouhodobě využívány především mimo Evropu. Představují ekonomicky efektivní technologii zajišťující nejen snížení vstupů, ale i protierozní efekty a možnost pěstování sóji i v suchých oblastech. Rozteč řádků sóji v těchto technologiích vychází primárně z konstrukčního řešení strojů pro setí do nezpracované půdy a zahrnuje pěstování v užších i širších řádcích (obr. 57).



Obr. 57: Struktura porostů sóji při výsevu do nezpracované půdy se vyznačuje rozdílnou roztečí řádků – Kanada (foto Brant).

V České republice se technologie v současné době využívá spíše omezeně. Ale s nástupem sucha a ve vztahu k rozvoji regenerativních systémů hospodaření její některými zemědělskými subjekty využívána. Pro založení porostů jsou dostupné secí stroje pro setí do nezpracované

půdy pro úzkořádkové plodiny, tak secí stroje přesné setí s možností zakládání porostů do nezpracované půdy. Rozteč řádků sóji se v podmínkách České republiky může pohybovat nejčastěji v rozmezí 0,16 až 0,5 m (obr. 58).



Obr. 58: Při setí do nezpracované půdy je rozteč řádků variabilní, především ve vztahu k volbě secího stroje.

Zakládání porostů sóji lze v našich podmínkách provést do strniště předplodiny, nebo do umrtvených porostů meziplodin. Nejčastěji se jedná o obilní předplodinu a to i, z hlediska termínu výsevu sóji, později sklizenou. Při výsevu do strniště obilní předplodiny hraje zásadní roli regulace výdrolu, který by měl být regulován před zimou, aby rostliny nevytvářely větší trsy a do jara došlo k degradaci kořenových systémů. Pozdější výsev sóji na jaře však mnohdy vyžaduje jarní regulaci jednoletých plevelů, které jsou ozimého a časně jarního charakteru, včetně zbytků výdrolu obilnin (obr. 59). Dále je nutné počítat se zásahem při výskytu vytrvalých plevelů. Podzimní regulace výdrolu a plevelů může být provedena velmi mělkou podmínkou



Obr. 59: Výsev sóji do strniště pšenice ozimé po provedení jarní regulace plevelů a regenerujícího výdrolu neselektivním herbicidem (foto Jenček).

(obr. 60). Pro sóju lze využít i další předplodiny jako je slunečnice a kukuřice na siláž a na zrno. U slunečnice hraje zásadní otázku regulace výdrolu před výsevem, či okamžitě po výsevu sóji. Po vzejití sóji je regulace výdrolu slunečnice velmi omezená (obr. 61). Výsev sóji po kukuřici na siláž může být problémový z hlediska vysokého zatížení půdy při sklizni sklízecí a odvozovou technikou a vznikem hlubokých kolejí. V těchto případech je vhodné mělké zpracování povrchu sóji. U zrnové kukuřice je pro výsev do nezpracované půdy vhodné provést rozmělnění rostlinných zbytků, aby došlo k jejich částečné degradaci do jarního období (obr. 62).



Obr. 60: Regulace výdrolu obilniny a plevelů na podzim pomocí velmi mělké podmítky (foto Brant).



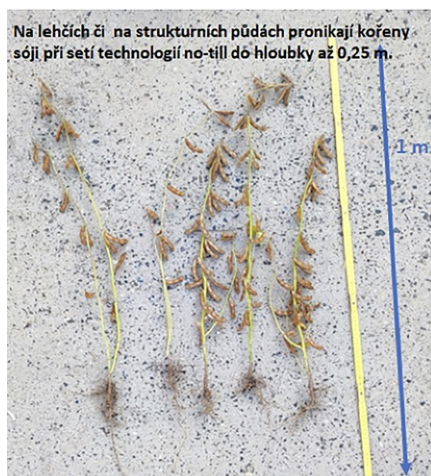
Obr. 61: Porost sóji vysetý do strniště slunečnice, kde došlo k nevhodné volbě regulace výdrolu předplodiny (foto Brant).



Obr. 62: Rozmělnění rostlinných zbytků na strništi zrnové kukuřice pro zajištění jejich rychlejší degradace a vhodnějších podmínek pro jarní setí (foto Brant).

Zásadou výsevu sóji do strniště předplodiny je eliminace kolejových stop při sklizni. Omezení rizik technogenního ztuhnutí je primárním faktorem rozvoje kořenů do spodních vrstev půdy (obr. 63). Při výsevu do nezpracované půdy na těžších půdách a při vyšší půdní vlhkosti může docházet k omezení tvorby kořenových systémů sóji, které se primárně rozvíjejí v místě výsevní rýhy (obr. 64).

Výsev sóji do strniště předplodiny je spojen s přítomností rostlinných zbytků na povrchu půdy, které omezují erozi, a na počátku vegetace, až do zapojení porostů, omezují výskyt jednoletých a anemochorně se rozšiřujících plevelů (obr. 65). Zásadním problémem při setí sóji do nezpracované půdy je regulace plevelů, kdy přítomnost rostlinných zbytků na povrchu půdy omezuje použití preemergentních herbicidů. Obecně jsou v systémech setí do nezpracované půdy problematické vytrvalé plevelné druhy, jejichž regulace je efektivní při použití neselektivních herbicidů. Přítomnost rostlinných zbytků předplodiny a zapojený porost mají zásadní význam pro omezení výskytu anemochorně se šířících druhů, které začínají porosty zaplevelovat většinou až po výsevu.



Obr. 63: I při setí do nezpracované půdy mohou kořeny sóji pronikat do celého orničního profilu (foto Brant).



Obr. 64: Deformace kořenových systémů sóji při ztuhnutí stěn a dna výsevní rýhy (foto Brant).



Obr. 65: Porost sóji vysetý do strniště ozimé pšenice před sklizní (25.9.2023) s dobře patrnými rostlinnými zbytky předplodiny na povrchu půdy a s minimálním výskytem plevelů (foto Brant).

Do technologií setí do nezpracované půdy lze zařadit i systémy setí do vymrzlé či na jaře umrtvené meziplodiny. Jedná se tedy o systémy, kde je meziplodina založena do strniště předplodiny, nebo po provedení celoplošného zpracování půdy. Následný výsev sóji je opět proveden secími stroji pro setí do nezpracované půdy. Vhodným systémem je výsev vymrzající meziplodiny do strniště obilní předplodiny, který však většinou spojen s regulací výdrolu před jejím výsevem. Na jaře následuje výsev do rostlinných zbytků předplodiny, ale i zde je nutné počítat s herbicidním ošetřením vedoucím k regulaci regenerujících zbytků meziplodiny a plevelů ozimého a časně jarního spektra.

Zajímavou alternativou je výsev sóji do nevymrzající meziplodiny, která je před výsevem umrtvena mechanicky či herbicidně a její rostlinné zbytky omezují nejen evaporaci a erozní procesy, ale zásadně snižují výskyt jednoletých plevelů na začátku vývoje porostů. Zásadním problémem je optimalizace práce s vodou, aby meziplodina před umrtvením nevysušila půdu. Na obrázku 60 je sója vysetá do povaleného porostu ozimé formy hrachu rolního založeného na podzim po celoplošném zpracování pozemku.



Obr. 66: Porost sóji po vzejití vysetý do povalené nevymrzající meziplodiny (ozimá forma hrachu rolního) s výrazným množstvím rostlinných zbytků na povrchu půdy (foto Brant).

6.5. Pěstování sóji s využitím pomocných plodin

Jak již bylo zmíněno, pěstování sóji přináší určitá rizika eroze. Z tohoto důvodu je potřebné řešit i možnosti eliminace eroze. Sója je z hlediska eroze nejzranitelnější v období od výsevu do

zapojení porostu. Jak ukazuje obr. 67, kde 28 dní po zasetí sóji se přes vzházející porost sóji s takřka nulovou sklonitostí terénu přehnala bouřka s úhrnem srážek 35 mm během 30 minut, je evidentní, že je nutné se problematikou eroze zabývat.



Obr. 67: Porost sóji postižený erozí po intenzivním dešti (foto Procházka P.).

Technologie založení porostů s pomocnou plodinou s sebou nese náklady na založení porostů právě pomocné plodiny, avšak je třeba brát v úvahu benefity, které s sebou nese rychle vytvořený vegetační pokryv ve vztahu k půdě.

Pěstování sóji s pomocnou plodinou ve srovnání s ostatními plodinami, zejména s ozimými obilninami, ozimou řepkou a kukuřicí setou, je spojeno s uplatněním odlišných přístupů k technologii. Na rozdíl od většiny plodin je herbicidní regulace v porostech sóji po vzejití omezená a vykazuje vysoká rizika pro vývoj sóji. Z tohoto důvodu je pro systém pomocných plodin určující dostupnost prostředků pro pásovou aplikaci herbicidů, které zajistí cílenou aplikaci herbicidů na řádek rostlin sóji, včetně podlistových aplikací, či do meziřádku s omezeným dopadem herbicidu na rostliny sóji. Možnost pásových aplikací v porostech sóji je rovněž podmíněna roztečí řádků, kdy za minimální rozteč lze považovat 0,25 m, která koresponduje s roztečí trysek konvenčních postřikovačů disponujícími systémy individuálního vypínání trysek (obr. 68). Poté logicky přichází v úvahu rozteč 0,5 m, jako násobná hodnota rozteče 0,25 m. Další možností je využití pásových aplikací při kultivaci během vegetace, kdy se rozteč řádků může opět pohybovat v rozmezí 0,25 až 0,5 m (obr. 69). Osazení strojů pro kultivaci během vegetace zásobníkem na kapalné látky umožňuje následné provedení herbicidní aplikace do meziřádku, nebo regulaci plevelů v řádku rostliny a mechanickou kultivaci v meziřadí.



Obr. 68: Pro pásovou aplikaci přípravků na ochranu rostlin v sóje lze využít konvenční postřikovače se základní roztečí trysek 0,25 m a s možností individuálního vypínání jednotlivých trysek. Tyto technické prostředky jsou do stupně jako samohodné, ale i tažené a nesené (foto Brant).

Zásadní význam při využití pomocných plodin, ale i v dalších technologiích pěstování sóji v širších řádcích, je provedení pásové aplikace preemergentního herbicidu při výsevu (obr 70). Výsev však musí být proveden na půdu s minimální přítomností rostlinných zbytků. U pomocných plodin je tento postup vhodný v případech, kdy pomocná plodina byla založena do budoucích meziřádků porostů před výsevem sóji.



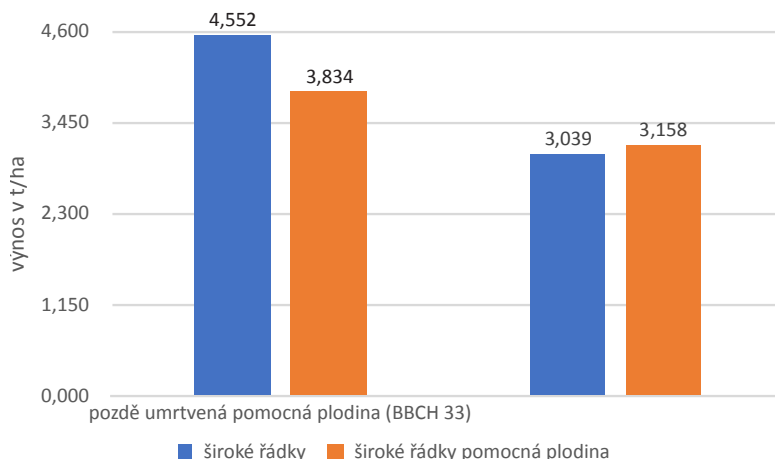
Obr. 69: V systémech pomocných plodin lze pro regulaci pomocných plodin v meziřádku využít mechanickou kultivaci, či aplikaci herbicidu do meziřádku (foto Brant).



Obr. 70: Při výsevu sóji v systémech s pomocnou plodinou v meziřádku, obdobně jako v dalších technologiích, lze využít secí stroje pro přesné setí osazené systémem pro pásovou aplikaci herbicidů při výsevu (foto Brant).

Z hlediska technologických postupů využití pomocných plodin lze u sóji preferovat časné jarní výsevy pomocných plodin do budoucího meziřádku pomocí konvenčních secích strojů pro úzkořádkové plodiny či při provedení výsevu za pracovní nástroje plečky, které jedou v budoucím meziřádku. Při využití secích strojů se většinou jedná o setí pomocné plodiny ob řádek při rozteči botek 0,25 m, nebo ob dva řádky při rozteči botek 0,125 m. Před výsevem sóji lze provést mělkou předsetovou přípravu v budoucím pásu řádku pomocí plečky, či secími stroji vybavenými sekcemi pro pásové kypření půdy při setí. Pro pásové výsevy pomocných plodin v sóje lze využít především časné výsevy obilnin (ozimá a jarní pšenice, žito seté, ozimý ječmen a oves setý či nahý). Výsevky obilnin by se měly pohybovat v rozmezí 30 kg/ha (žito), 40 – 45 kg/ha (pšenice a ječmen) a 50 kg/ha (oves). Při zakládání pomocné plodiny je třeba brát na zřetel kvalitu osiva, tedy, zda se jedná o certifikované osivo, nebo je použitý merkantil pro snížení nákladů. V případě použití certifikovaného osiva postačí výše zmíněné výsevky v závislosti na plodině. V případě použití merkantilu je třeba výsevek navýšit pro jistotu

dostatečného vegetačního pokryvu pomocné plodiny. Dalším aspektem, který je třeba brát na zřetel, je způsob zakládání sóji v kontextu likvidace pomocné plodiny. Nejlevnějším způsobem likvidace je umrtvení pomocné plodiny pomocí totálního herbicidu těsně před setím sóji. Další možností je likvidace pomocné plodiny pomocí graminicidu až po založení porostu sóji. Zde se však vystavujeme nebezpečí, že pomocná plodina příliš rychle přejde do prodlužovacího růstu a na vzházející sóju bude působit retardačně (nedostatek vody v půdě pro vzházející sóju, konkurence o světlo). Na obrázku 71 je velmi názorně vidět výsledky sklizně z porostů, kde byla pomocná plodina regulována zavčas a z porostů, kde byla ponechána až do prodlužovacího růstu.



Obr. 71: Výnos semen sóji z porostů, kde byla pomocná plodina umrtvena včas, a kde příliš pozdě (průměr dvou odrůd a dvou lokalit v roce 2023).

Obrázek 72 ukazuje pozdě regulovaný porost sóji. Na obrázku je již patrné zbrzdění růstu rostlin sóji v příliš pokročilém vývojovém stádiu pomocné plodiny. Naopak včasná regulace pomocné plodiny je patrná na obr. 73, kde již v relativně časně vývojové fázi jsou viditelné pouze rostlinné zbytky pomocné plodiny.



Pozdě regulovaný porost pomocné plodiny v sóje

Obr. 72: Pozdě regulovaný porost pomocné plodiny (graminicid byl použit ve fázi 2. trojlístku sóji) (foto Procházka P.).



Včas regulovaný porost pomocné plodiny a jeho zbytky

Obr. 73: Včas regulovaný porost pomocné plodiny (totální herbicid těsně před setím sóji) (Procházka P.).

Mezi pásem či řádkem pomocné plodiny musí být dodržena dostatečná vzdálenost od středu budoucího řádku sóji (alespoň 0,1 m z každé strany), zejména z důvodu omezení případné konkurence regenerující pomocné plodiny a z důvodu použití preemergentních pásových aplikací při výsevu sóji, či pro efektivní kypření meziřadí.

Další možností je souběžný výsev sóji a pomocné plodiny do meziřádku. Zde se jedná o výsev pomocí secích strojů pro úzkořádkové plodiny vybavených více zásobníky. Kdy z jednoho zásobníku je vysévána sója a z druhého pomocné plodina. Obdobně jako v jiných technologiích použití pomocných plodin je z hlediska dodržení hloubky setí použít secí stroj s individuálním nastavením hloubky výsevních botek a z hlediska návaznosti řádků ve vztahu k jednotlivým pracovním jízdám je nutné zajistit vypínání bočních secích botek a u soupravy použít systém pasivní navigace. Založení pomocných plodin při výsevu sóji je možné i u secích strojů pro přesné setí, kdy lze osivo drobnosemenných druhů vysévat na povrch půdy ze zásobníků na mikrogranuláty osazených deflektory pro boční výsev do meziřádku. Jedná se zde o výsevy jetelovin, především jetelů. Tyto systémy jsou v současné době ve fázi ověřování.

7. Praktické ověřování technologií

V rámci České republiky jsou v poslední době ověřovány nové technologie pěstování sóji luštinaté. Jedná se především o systémy pěstování pomocí technologie pásového zpracování půdy a setí do nezpracované půdy.

7.1. Pěstování sóji v technologii pásového kypření

V roce 2023 byl na lokalitě Třebusice (střední Čechy) ověřován vliv technologie pásového zpracování půdy (strip till) na výnos porostů sóji luštěnaté. Kontrolní variantu představovaly porosty založené do varianty s orbou.

Rok 2023 byl vláhově velmi nedostatečný pro pěstování jarních plodin, kdy setí předcházelo a následovalo dlouhé období bez srážek. V období od ledna do sklizně sóji spadlo 268,4 mm srážek, rozložení srážek v měsících dokumentuje tabulka 3).

Tabulka 3: Rozdělení srážek na lokalitě Třebusice v období leden až září 2023.

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
suma srážek (mm)	10,0	10,6	37,8	36,4	4,0	59,0	49,6	54,4	6,6

Předplodinou pro sóju na hodnocených variantách byl jarní ječmen. Na podzim 2022 bylo přímo do strniště jarního ječmene provedeno pásové kypření půdy s roztečí kypřících sekcí 0,5 m do hloubky 0,25 m se zonálním ukládáním hnojiva Italtolina v dávce 200 kg/ha (peletizovaný slepičí hnůj, NPK 3-3-3) do 0,2 m. Na kontrolní variantě byla provedena orba do hloubky 0,25 m bez aplikace hnojiva.

Na jaře 8.3.2023 byla provedena předseťová příprava na orané variantě na hloubku 50 mm. Výsev sóji byl na obou variantách proveden 29.4.2023 secím strojem Väderstad Tempo s pásovou přípravou seťového lože strojem SLY StripCat II. (obr. 74) s roztečí řádků 0,5 m. Při setí bylo pomocí přihnojovacích disků u obou variant ukládáno u čelního zásobníku hnojivo Sonar (peletizovaný slepičí hnůj kombinovaný s Amofosem, NP 7-15) v dávce 150 kg/ha. Použita byla odrůda sóji Silesia, výše výsevu činila 405 tis. semen na ha, Secí stroj byl osazen dvouřadými výsevními koutci.

Herbicidní ochrana byla provedena postemergentně a to přípravkem Corum se smáčedlem Dash v předepsané dávce. Během vegetace nebyl porost přihnojován, pouze byla provedena listová aplikace mikroprvků.

Při výsevu byla pozorována u varianty strip-till lepší struktura půdy a díky tomu i lepší uložení osiva do půdy než na kontrolní orané variantě. Také bylo na variantě strip-till dosaženo lepších jízdních vlastností oproti orané variantě, kdy souprava jela daleko klidněji (tuhé meziřádky strip-till oproti měkké zpracované půdě po orbě) a dosahovala tak větší přesnosti navádění, která je potřeba pro návazné operace.

Porosty velmi dobře vzešly a mezi hodnocenými variantami nebyl opticky znatelný rozdíl. Stav porostů 8.6.2023 dokládá obrázek 75. Na ploše s technologií pásového zpracování jsou v meziřádku dobře patrné rostlinné zbytky předplodiny. Následný vývoj porostů nevykazoval rozdíly mezi variantami. Stav porostů v termínu sklizně (28.9.2023) dokumentuje obrázek 76. Před sklizní porostů (27.9.2023) bylo provedeno stanovení počtu rostlin na jednotku plochy a variabilita rozmístění rostlin v řádku (tab. 4). Na variantě s pásovým kypřením byla stanovena nižší vzdálenost mezi rostlinami, což se projevilo i na skutečném počtu jedinců na jednotku plochy (tab. 4). Rozdíly mezi průměry však nebyly statisticky průkazné. Vyšší hodnota variačního koeficientu u hodnot vzdálenosti mezi rostlinami byla stanovena na variantě s orbou.

V daném termínu hodnocená byla provedeno měření základních biometrických parametrů rostlin (tab. 5). Mezi hodnocenými parametry nebyl u žádného parametru stanoven statisticky průkazný rozdíl. Vyrovnanost porostů v termínu sklizně vedla i k dosažení obdobných výsledků výnosů semen na jednotku plochy. Sklizeň probíhala pomocí sklizecí mlátičky John Deere S770i osazené flexi žací lištou RD30F a s výnosoměrem s kontinuální kalibrací. Na základě analýzy



Obr. 74: Výsev sóji soupravou složenou ze secího stroje Väderstad Tempo, čelního zásobníku hnojiva FH2200 a strip-till strojem SLY StripCat II. S prutovými agregáty pro mělké kypření s roztečí výsevních sekcí 0,5 m (foto Švarc).

výnosových dat v systému MyJohnDeere - Operační středisko činil průměrný výnos zrna na plochách s provedením orby 3,4 t/ha při vlhkosti 11 % a u technologie pásového zpracování půdy 3,35 t/ha při shodné vlhkosti. Zásadním přínosem technologie je snížení nákladů při technologii pásového kypření ve vztahu k orbě, kdy náklady na orbu a předsetovou přípravu převyšují ekonomické vstupy ve srovnání s pásovým zpracováním půdy. Dalším přínosem pásového zpracování půdy je zvýšení stability výnosu při suchém průběhu počasí a ochrana půdy před vodní a větrnou erozí.



Obr. 75: Stav prostů 8.6.2023, vlevo je varianta založená do kypřených pásů a vpravo do orby (foto Brant).



Obr. 76: Stav prostů 8.6.2023, vlevo je varianta založená do kypřených pásů a vpravo do orby (foto Brant).

Tabulka 4: Vzdálenost mezi rostlinami v řádku a počet rostlin na jednotku plochy na hodnocených variantách před sklizní porostu (27.9.2023). Rozdílné indexy v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta	vzdálenost mezi rostlinami v řádku (mm)	variační koeficient (%)	počet rostlin na plochu (kusy/ha)
orba	84,0 a	53,8	242500 a
pásové kypření	77,7 a	67,6	265000 a

Tabulka 5: Vybrané biometrické parametry rostlin před sklizní porostů (27.9.2023). Rozdílné indexy v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey).

varianta	délka rostliny (m)	výška nasazení spodního lusků (mm)	počet větví na rostlině (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	lusků na rostlině celkem (kusy)	počet plodných pater (kusy)
orba	0,675 a	88,2 a	1,2 a	6,5 a	28,1 a	9,5 a
pásové kypření	0,634 a	84,1 a	1,3 a	9,1 a	35,4 a	10,2 a

7.2. Pěstování sóji v systémech setí do nezpracované půdy

V roce 2023 byla na lokalitě Domousnice (střední Čechy) ověřována technologie setí sóji luštěnaté do nezpracované půdy. Technologie byla ověřována na třech půdních blocích (PB 1 až 3), kde předplodinou vždy byla ozimá pšenice. Sláma po sklizni pšenice zůstala ponechána na pozemku.

Založení porostů proběhlo na PB1 21.5.2023, na PB2 19.5.2023 a na BP3 18.5.2023. Výsev byl proveden secím strojem Bourgault CD872 Frame Mounted Seeder s roztečí řádků 190,5 mm (obr. 77). Výše výsevu činila 145 kg/ha, odrůda Amiata. Při výsevu bylo pomocí přihnojovacích disků aplikováno hnojivo Močovina do středu mezi řádky sóji ob řádek v dávce 90 kg/ha.

Na jaře před výsevem byla proveden aplikace neselektivního herbicidu Roundup (13.5.2023) v dávce 1,5 l/ha. Herbicidní ochrana během vegetace proběhla na všech půdních blocích ve stejném termínu, kdy 17.6.2023 byl aplikován graminicid Gramin (1,0 l/ha) a 2.7.2023 herbicid Corum (1,25 l/ha) + Dash (1,0 l/ha). Ochrana proti chorobám škůdcům nebyla provedena.

Vývoj porostů při výsevu do strniště ozimé pšenice byl ovlivněn především výskytem plevelů. Na PB 2 byl patrný výrazný tlak především vytrvalých a dvou až víceletých, jako jsou pcháč rolní, přeslička rolní, jitrocele a travnaté druhy. Na PB 1 a 3 byl výskyt plevelů výrazně nižší. Omezený výskyt byl zaznamenán především u anemochorně se rozšiřujících druhů – turanka kanadská, pampeliška ssp., mléče a lociky. Tyto druhy vzešly v porostech později a využily volného prostoru mezi rostlinami. Typický byl i výskyt pozdních jarních plevelných druhů – především ježatky kuří nohy a zástupci rodu merlík. Jejich výskyt lze obtížněji řešit herbicidně, ale přispívá k jejich výskytu mezerovitost porostu a degradace mulče předplodiny na povrchu půdy.



Obr. 77: Secí stroj Bourgault CD872 Frame Mounted Seeder s roztečí řádků 190,5 mm použitý pro založení porostů sóji luštinaté (foto Jenček).

Tabulka 6 dokumentuje počet rostlin na ha a průměrnou vzdálenost mezi rostlinami na PB 1 až 3 stanovené ve fázi plné zralosti. Nejnižší počet rostlin byl stanoven na PB 2, který lze charakterizovat půdním typem pseudoglej. Zde byl v důsledku vyššího zaplevelení (obr. 78) a nižší vzcházivosti zaznamenán menší počet rostlin na jednotku plochy ve srovnání s PB 1 a 3.

Tabulka 6: Počet rostlin sóji luštinaté na třech lokalitách (PB 1 – 3) při setí do nezpracované půdy, předplodinou byla ozimá pšenice. Rozdílné indexy v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey). Hodnocení proběhlo před sklizní porostů v plné zralosti (25.9.2023).

varianta	počet rostlin na m ² (kusy)	variační koeficient (%)	vzdálenost mezi rostlinami v řádku (mm)	variační koeficient (%)
PB 1	519685 a	10,04	104,588 a	72,52
PB 2	467192 a	22,13	121,818 a	98,21
PB 3	545932 a	12,98	100,778 a	61,28



Obr. 78: Stav porostů na PB 3 (vlevo) a na PB 2 (vpravo) dne 25.9.2023 (foto Brant).

Rozdíly mezi počty rostlin na jednotku plochy nebyly statisticky průkazné, především z důvodu variability počtu rostlin na pokusných plochách (tab. 6, hodnoty variačních koeficientů). Tabulka 4 dokládá biometrické parametry rostlin před sklizní a reálné výnosy stanovené z průseků porostu sklízecí mlátičkou. Biometrické parametry vykazovaly statisticky průkazné rozdíly ve vztahu k výšce rostliny a výšce nasazení spodního lusku (tab. 7). Nejnižší nasazení spodního lusku bylo stanovené na PB2. U ostatních parametrů nebyly v hodnocených parametrech prokázány statistické rozdíly mezi průměry. Reálné výnosy stanovené na základě provedení sklizně celého půdního bloku sklízecí mlátičkou ukázaly, že nejvyšší výnos byl stanoven na PB2, který se vyznačoval nejvyšším počtem rostlin na jednotku plochy při sklizni vysokou mírou zaplevelení (obr. 78). Zaplevelení mělo samozřejmě vliv i na vlhkost semen při sklizni. Na PB1 činil výnos semen při 100 % sušíně 2,04 t/ha a na PB3 poté 3,12 t/ha.

Tabulka 7: Biometrické parametry rostlin sóji luštinaté na třech lokalitách (PB 1 – 3) při setí do nezpracované půdy, předplodinou byla ozimá pšenice. Rozdílné indexy v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti 95 % (ANOVA, Tukey). Hodnocení proběhlo před sklizní porostů v plně zralosti (25.9.2023).

vari- anta	výška rostli- ny (m)	nasa- zení spod- ního lusku (mm)	počet větví (kusy)	počet pater lusků na hlavní lodyze (kusy)	počet lusků na rost- lině (kusy)	počet semen v lusku (kusy)	HTS (g)	reálný výnos semen (t/ha), 100 % sušina	vlh- kost semen při sklizni (%)
PB 1	0,623 a	100,5 b	2,8 a	10,6 a	40,4 a	3,0 a	190,7 a	2,038	11,4
PB 2	0,604 a	54,0 a	2,3 a	10,1 a	50,6 a	3,0 a	204,6 a	0,935	15,0
PB 3	0,706 b	96,0 b	1,1 a	11,0 a	46,7 a	3,0 a	190,9 a	3,118	13,4

7.3. Pěstování sóji luštinaté v širších řádcích

V souvislosti s možnostmi pěstování sóji luštinaté v širších řádcích byla v letech 2021 a 2022 ověřována vhodnost vybraných odrůd pro tuto technologii. V rámci experimentů probíhalo i ověřování výše výsevu ve vztahu k výnosu semen a biometrickým parametrům rostlin, vlivu rozteče řádků na mikroklima porostů a na kvalitativní parametry semen.

Polní experimenty probíhaly na lokalitě Žižice (okres Kladno). Hodnoceny byla porosty s roztečí řádků 0,45 m ve srovnání s roztečí řádků 0,125 m. V obou hodnocených letech byly porosty s roztečí řádků 0,45 m založeny přesným secím strojem a kontrolní varianta s roztečí řádků 0,125 m secím strojem pro úzkořádkové plodiny (Horsch Sprinter 6 ST).

7.3.1. Polní experimenty 2021

Polní experimenty byly založeny 28.4.2021. Výsev porostů s roztečí řádků 0,45 m byl proveden secím strojem Kverneland Optima SX. Do pokusů bylo zařazeno šest odrůd sóji luštinaté: Albiensis, Korus, Lenka, Moravians, Tertia a Toutatis. Výsev u hodnocených variant činil 60 klíčivých semen na m². Hodnocení vzházivosti porostů proběhlo pět týdnů po výsevu. Vzházivost rostlin činila na plochách s roztečí řádků 0,45 m 50,7 % a na plochách s roztečí řádků 0,125 m 56,5 %. Nižší vzházivost lze jednoznačně spojovat s průběhem chladného počasí po výsevu.

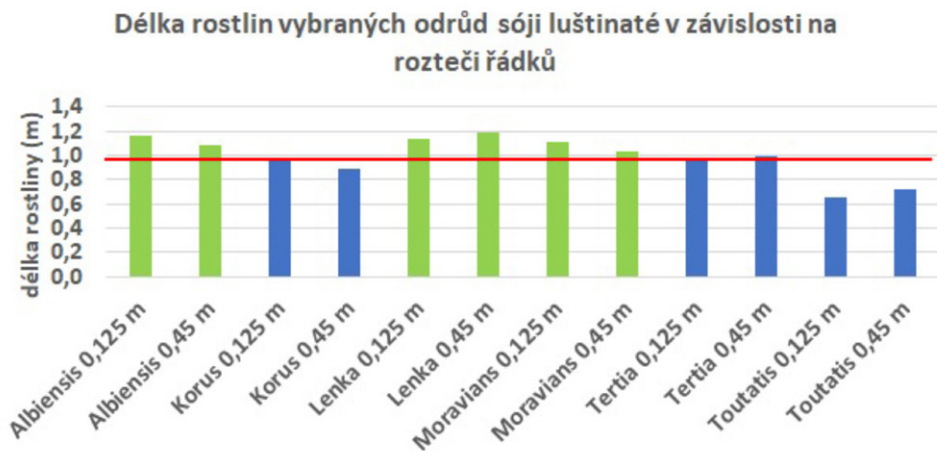
Tabulka 8: Biometrické parametry vybraných odrůd sóji luštinaté v závislosti na struktuře porostu (rozteč řádků 0,45 a 0,125 m) stanovené dne 14.9.2021. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 % vždy pro dané parametry (struktura porostu) sledované odrůdy. Každá odrůda je tedy posuzována samostatně na úrovni rozteče řádků.

odřůda	rozteč řádků (mm)	skutečný počet rostlin na plochu (kusy/m ²)	počet větví na rostlině (kusy)	počet pater lusků na rostlině (kusy)	výška nasazení spodního lasku (m)	délka rostliny (m)	počet lusků na terminálu (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	počet lusků na rostlině (kusy)	podíl lusků na terminálu z celkového počtu na rostlině (%)
Albiensis	125	30,1	2,0 a	12,3 a	0,130 a	1,163 a	24,9 a	11,2 a	36,1 a	66,1 a
	450	19,2	2,7 a	11,6 a	0,127 a	1,084 a	27,6 a	14,7 a	42,3 a	72,8 a
Korus	125	36,3	1,7 a	9,7 a	0,182 b	0,983 b	23,1 a	10,5 a	33,6 a	72,5 a
	450	44,0	2,5 a	11,9 a	0,106 a	0,892 a	33,8 b	24,4 b	58,2 b	60,8 a
Lenka	125	38,9	1,1 a	12,2 a	0,132 a	1,142 a	33,2 a	6,7 a	39,9 a	79,4 a
	450	25,6	1,5 a	14,0 b	0,111 a	1,188 a	34,5 a	9,6 a	44,1 a	84,1 a
Moravians	125	36,6	1,7 a	10,6 a	0,159 a	1,115 a	22,5 a	12,9 a	35,4 a	67,4 a
	450	32,5	2,6 a	10,9 a	0,140 a	1,038 a	25,0 a	17,2 a	42,2 a	62,9 a
Tertia	125	39,0	1,0 a	12,0 a	0,099 a	0,954 a	35,8 a	6,1 a	41,9 b	86,5 a
	450	37,5	0,4 a	11,2 a	0,145 b	1,000 a	26,5 a	2,5 a	29,0 a	93,7 a

Tabulka 8 dokumentuje biometrické parametry rostlin jednotlivých odrůd ve vztahu k rozteči řádků stanovené před sklizní 14.9.2021. V rámci tabulky jsou samostatně statisticky vyhodnocena data pouze pro danou odrůdu ve vztahu k rozteči řádků. Výsledky ukázaly, že u odrůd *Albiensis*, *Lenka* a *Moravians* nebyly mezi průměrnými hodnotami sledovaných parametrů stanoveny statisticky průkazné rozdíly. Tyto odrůdy se vyznačovaly nejvyšší průměrnou délkou rostlin (obr. 79). Odrůda *Korus* vykázala při výsevu do řádků 0,125 m statisticky průkazně vyšší rozdíly ve výšce nasazení spodního lusků a u parametru délka rostliny. Naopak statisticky průkazně vyšší rozdíly byly u této odrůdy prokázány u varianta s roztečí řádků 0,45 m u parametru počet lusků na rostlinu a počet semen v lusků. U odrůd *Tertia* a *Toutatis* byl u rostlin vysetých s roztečí řádků 0,125 m stanoven statisticky průkazně vyšší počet větví na rostlině vůči rostlinám vysetým do řádků 0,45 m.

V rámci sledování odrůd bylo provedeno jejich rozdělení dle délky rostliny na skupinu vzrůstných odrůd (délka rostliny > 1 m) a na skupinu odrůd méně vzrůstných, kde průměrná délka rostliny odpovídala hodnotě ≤ 1 m (obr. 79). U odrůd patřících do skupiny vzrůstných odrůd byly prokázány statisticky průkazně vyšší hodnoty při výsevu do širších řádků u průměrného počtu větví na rostlině a u hodnoty počtu lusků na rostlině (tab. 9).

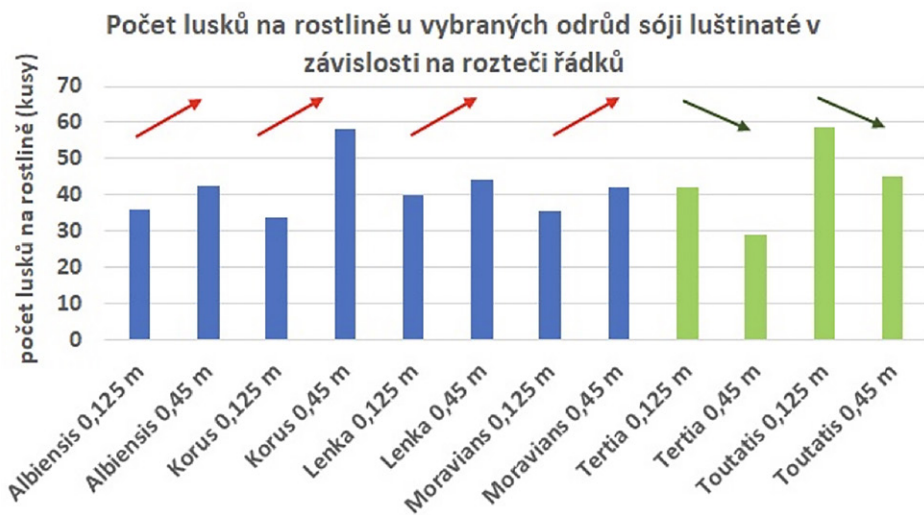
Na základě parametrů hodnocených rostlin byly vytvořeny následně dvě skupiny odrůd, které byly rozděleny dle reakce odrůd na rozteč řádků. První skupinu představovaly odrůdy, kde větší rozteč vedla k navýšení počtu lusků na rostlině a druhou skupinou byly odrůdy, kde vyšší počet lusků na rostlině vykazovaly rostliny vyseté do řádků s roztečí 0,125 m (obr. 80). Do této skupiny byly zařazeny odrůdy *Tertia* a *Toutatis*. U těchto odrůd byl na plochách s řádky 0,125 m stanoven statisticky průkazně větší počet lusků na rostlině, ale také průměrný počet větví (tab. 10).



Obr. 79: Srovnání délky rostlin hodnocených odrůd sóji luštinaté. Hodnocení bylo provedeno 14.9.2021. Na základě hodnocení byly odrůdy rozděleny do skupin, kdy hraniční hodnota pro určení skupiny byla délka 1 m. Rostliny odrůd dosahující výšky nižší a rovno hodnotě 1 m byly zařazeny do skupiny méně vzrůstných (modré sloupce), odrůdy s délkou rostlin vyšší než 1 m do skupiny odrůd vzrůstných (zelené sloupce). Červená čára v grafu dokládá hranici dělení 1 m.

Tabulka 9: Biometrické parametry skupiny odrůd sóji luštinaté s průměrnou délkou lodyhy větší než 1 m (Albiensis, Lenka a Moravians) ve vztahu ke struktuře porostu (rozteč řádků 0,125 m a 0,45 m). Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 %. V každé variantě bylo hodnoceno 30 rostlin.

rozteč řádků (m)	počet větví na rostlině (kusy)	počet pater lusků na rostlině (kusy)	výška nasazení spodního luku (m)	délka rostliny (m)	počet lusků na terminálu (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	podíl lusků na terminálu z celkové počtu na
0,125	1,6 a	11,7 a	0,140 a	1,140 a	26,9 a	10,3 a	37,1 a	69,5 a
0,45	2,3 b	12,2 a	0,126 a	1,103 a	29,0 a	13,8 a	42,9 b	74,8 a



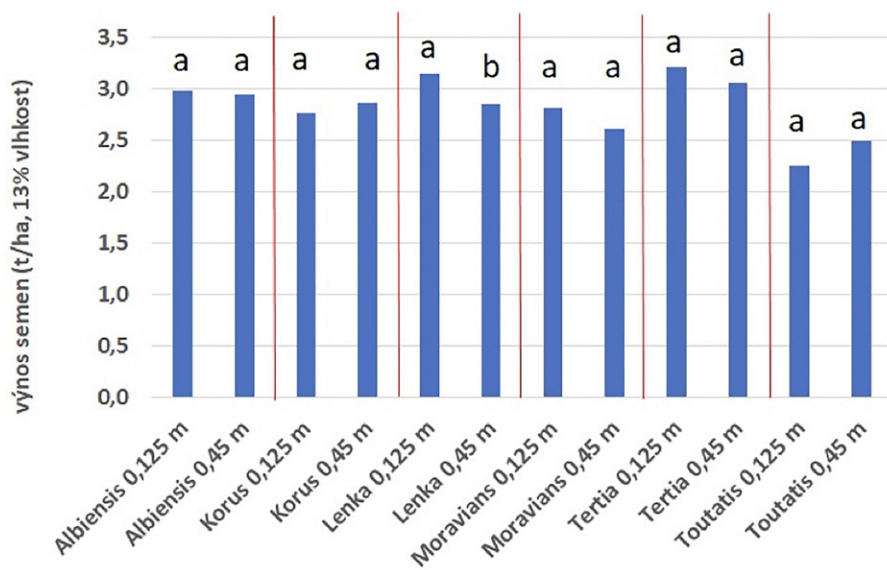
Obr. 80: Srovnání délky rostlin hodnocených odrůd sóji luštinaté. Hodnocení bylo provedeno 14.9.2021. Na základě hodnocení byly odrůdy rozděleny do skupin, kdy hraniční hodnota pro určení skupiny byla délka 1 m. Rostliny odrůd dosahující výšky nižší a rovno hodnotě 1 m byly zařazeny do skupiny méně vzrůstných (modré sloupce), odrůdy s délkou rostlin vyšší než 1 m do skupiny odrůd vzrůstných (zelené sloupce). Červená čára v grafu dokládá hranici dělení 1 m.

Na základě hodnocení výnosů zrna při sklizni 11.10.2021 nebyl u většiny hodnocených odrůd ve vztahu k rozteči řádků prokázán statisticky průkazný rozdíl mezi průměrnými výnosy (obr. 81). Statisticky průměrně vyšší výnos byl u odrůdy Lenka stanoven u porostů s roztečí řádků 0,125 m. Zde lze za faktor vedoucí k vyšším hodnotám výnosů považovat rozdíl v počtu rostlin na jednotku plochy (tab. 8). Při obdobném počtu rostlin na jednotku plochy nebyl při daném počtu rostlin stanoven vliv rozteče řádků na výnos semen.

Tabulka 10: Biometrické parametry skupiny odrůd sóji luštinaté s průměrnou délkou lodyhy kratší a rovno 1 m, které zároveň vykazovaly vyšší počet lusků na rostlině při výsevu do užších řádků (Toutalis a Tertia) ve vztahu ke struktuře porostu (rozteč řádků 125 a 450 mm). Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferencii mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 %. V každé variantě bylo hodnoceno 20 rostlin.

rozteč řádků (mm)	počet větví na rostlině (kusy)	počet pater lusků na rostlině (kusy)	výška nasazení spodního lasku (m)	délka rostliny (m)	počet lusků na terminálu (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	počet lusků na rostlině (kusy)	podíl lusků na terminálu z celkového počtu na
125	1,7 b	11,3 a	0,082 a	0,802 a	35,1 a	15,2 a	50,3 b	72,7 a
450	0,9 a	10,5 a	0,125 b	0,861 a	28,7 a	8,5 a	37,1 a	83,1 a

Výnos semen hodnocených odrůd ve vztahu k rozteči řádků

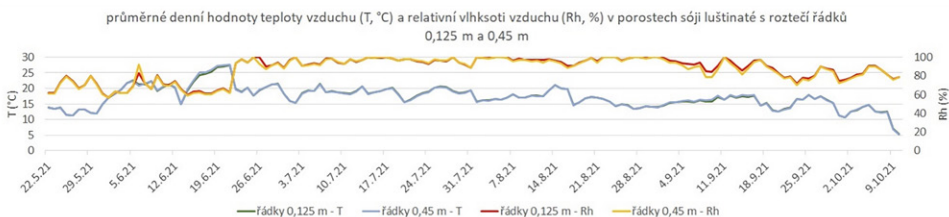


Obr. 81: Výnos semen hodnocených odrůd v závislosti na rozteči řádků 0,125 a 0,45 m. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferencii mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 % pro odrůdu. Každá odrůda je tedy posuzována samostatně na úrovni rozteče řádků.

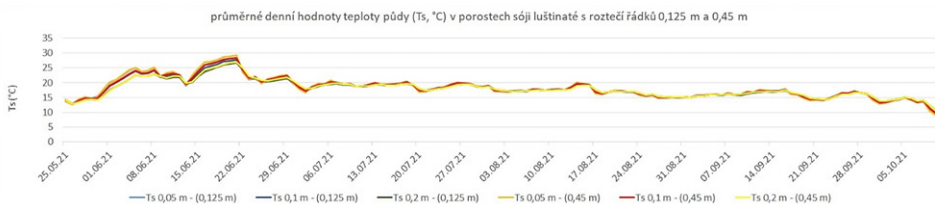
V rámci polních experimentů byl rovněž ověřován vliv rozteče řádků na mikroklima porostů. U odrůdy Tertia vyseté do řádků 0,45 a 0,125 m byly sledovány hodnoty teploty vzduchu (T, °C), relativní vlhkosti vzduchu (Rh, %) a fotosynteticky aktivní radiace (FAR, mol/den)

ve výšce 0,1 m nad povrchem půdy ve středu řádku a nad porostem, ve výšce 1,5 m. Zároveň byly sledovány teploty půdy (T_s , °C) ve vrstvách půdy 0,05; 0,1 a 0,2 m. Senzory byly opět umístěny ve středu řádku. Odrůda Tertia byla pro měření vlivu porostů na mikroklima porostů zvolena z důvodu nejvyrovnanějšího počtu rostlin na hodnocených variantách.

Hodnocení mikroklimatu přízemní vrstvy porostu prokázala, že zvýšení rozteče řádků z 0,125 m na 0,45 m není spojeno s výraznými rozdíly mezi variantami v hodnotách teploty vzduchu ve výšce 0,1 m nad povrchem půdy, a to ani před zapojením porostu s roztečí řádků 0,45 m (obr. 82). Výrazné rozdíly mezi porosty s hodnocenými roztečemi řádků nebyly patrné ani v hodnotách relativní vlhkosti vzduchu (obr. 82).



Obr. 82: Průměrné denní hodnoty teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu v porostech sóji luštinaté (odrůda Tertia) s roztečí řádků 0,125 m a 0,45 m v roce 2021.

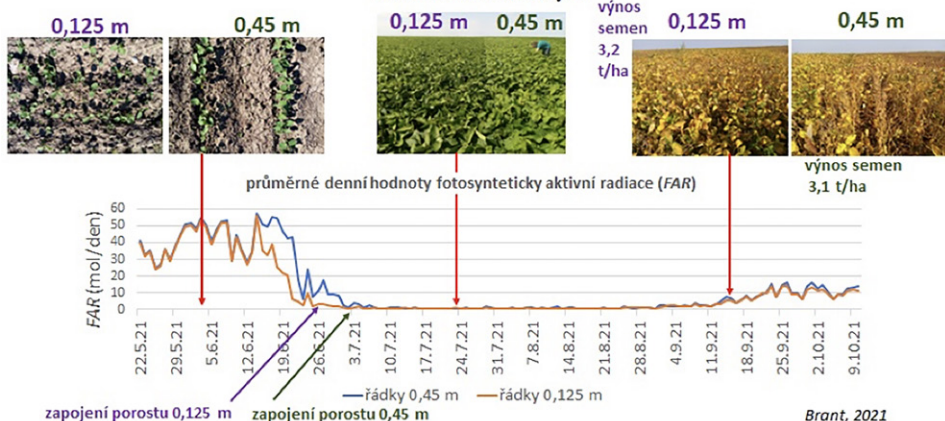


Obr. 83: Průměrné denní hodnoty teploty půdy ve vrstvách 0,05; 0,1 a 0,2 m v porostech sóji luštinaté (odrůda Tertia) s roztečí řádků 0,125 m a 0,45 m v roce 2021.

Z hlediska hodnocení průchodu fotosynteticky aktivní radiace porosty byl potvrzen předpoklad, že výsev rostlin do širších řádků a následné pozdnější zapojení porostů je spojeno s delší dobou menšího využití slunečního záření porosty. Prodloužení doby uzavření porostu je však spojeno s rizikem vyššího zaplevelení. Proto jsou technologie pěstování sóji v širších řádkách vhodné pro systémy pracující s mrtvým a živým mulčem, ale i do systémů s kultivací půdy během vegetace. Z hlediska reakce změn plevelných společenstev na změny klimatu mohou porosty založené do širších řádků zajistit pozdnější regulaci později vzházejících plevelů, především v kombinaci se systémy pásové aplikace herbicidů a zonálních aplikací herbicidů. Tyto systémy jsou spojeny nejen se snížením spotřeby účinných látek na jednotku plochy, ale také s eliminací stresů rostlin sóji.

Obrázek 84 zachycuje vliv vývoje porostů na průchod slunečního záření v době vegetace u porostů sóji luštinaté, odrůda Tertia, s roztečí řádků 0,125 m a 0,45 m. Výsledky dokazují, že po zapojení porostu dochází k obdobnému omezení průchodu fotosynteticky aktivní radiace porostem, a proto lze předpokládat, že porosty vykazují obdobné hodnoty relativního světelného požitku.

Průchod FAR (fotosynteticky aktivní radiace) porosty sóji (odrůda Tertia) vysetými do řádku 0,125 m (39 rostlin na m²) a 45 cm (38 rostlin na m²) na Lokalitě Žižice. Od 1.7.2021 do 30.9.2021 vykazují porosty obdobný vliv na průchod záření porostem. Na základě těchto skutečností lze tvrdit, že využití záření porosty bylo ve výše uvedeném období stejné.



Obr. 84: Průchod fotosynteticky aktivní radiace porosty sóji (odrůda Tertia) s roztečí řádků 0,125 m a 0,45 m během vegetace.

7.3.2. Polní experimenty 2022

Polní experimenty byly založeny 22.4.2022. Výsev porostů s roztečí řádků 0,45 m byl proveden secím strojem Väderstad Tempo V 12 (obr. 85) Do pokusů bylo zařazeno pět odrůd sóji luštinaté: Albiensis, Korus, Lenka, Moravians, a Tertia. Výsevek opět činil 60 klíčivých semen na m². Dne 27.5.2023 byla hodnocena polní vzházivost rostlin na pokusných variantách. V rámci hodnocení nebyl prokázán statisticky průkazný vliv použitého stroje při dané rozteči řádků na polní vzházivost rostlin sóji (tab. 11). Na obrázku 86 a 87 jsou porosty dne 15.6.2022.



Horsch Sprinter 6 ST

Väderstad Tempo

Obr. 85: Zakládání porostů sóji s různou roztečí řádků na lokalitě Žižice (foto Brant).



Pohled shora

Boční pohled na řádek

Obr. 86: Sója založená strojem Horsch Sprinter 6 ST s roztečí 12,5 mm a výsevskem 600 tisíc semen/ha dne 15.6.2022 (foto Procházka P.).

Před sklizní porostů (1.11.2022) bylo provedeno stanovení biometrických parametrů rostlin na hodnocených variantách. Výsledky poukázaly na skutečnost, že statisticky průkazný vliv založení porostů na délku rostlin byl prokázán pouze u odrůdy Tertia, u ostatních hodnocených odrůd nebyl vliv rozteče řádků na průměrnou délku rostlin hodnocených odrůd prokázán. U odrůd Brunensis a Lenka byla potvrzena na základě analýzy průměrných hodnot vyšší výška nasazení spodního lusku při pěstování v řádcích 0,45 m (tab. 12). Důvodem může být u výše uvedených odrůd reakce na vyšší konkurenci o světlo při výsevu do širších řádků, včetně bližšího umístění rostlin v řádku, které se projeví etiolizačním efektem.

Tabulka 11: Průměrný počet rostlin na m² a polní vzháživost (%) stanovená na plochách s hodnocenými odrůdami v roce 2022. Založení porostů bylo provedeno 22.4.2022. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 % vždy pro dané parametry (struktura porostu) sledované odrůdy. Každá odrůda je tedy posuzována samostatně na úrovni rozteče řádků.

odrůda	rozteč řádků	počet rostlin na m ² (kusy)	polní vzháživost rostlin (%)
Albiensis	0,125 m	46,4 a	77,3 a
	0,45 m	46,1 a	76,8 a
	p-value	0,943	0,943
Brunensis	0,125 m	42,4 a	70,7 a
	0,45 m	46,1 a	76,9 a
	p-value	0,314	0,314
Korus	0,125 m	44,8 a	74,7 a
	0,45 m	41,0 a	68,3 a
	p-value	0,392	0,392
Lenka	0,125 m	37,6 a	62,7 a
	0,45 m	44,0 a	73,4 a
	p-value	0,160	0,160
Tertia	0,125 m	41,6 a	69,3 a
	0,45 m	44,0 a	73,4 a
	p-value	0,571	0,571

Odrůda Lenka vykazovala při hodnocení biometrických parametrů vyšší počet nasazených větví při výsevu do řádků 0,125 m. Důvodem však byl s velkou pravděpodobností nižší počet rostlin na jednotku plochy (tab. 11), který se mohl vést ke zvýšení prostoru mezi rostlinami a ke kompenzačnímu efektu spojenému s tvorbou postranních větví a následně s vyšším nasazením



Pohled shora

Boční pohled na řádek

Obr. 87: Sója založená strojem Väderstad Tempo s roztečí 45 cm a výsevkem 600 tisíc semen/ha dne 15.6.2022 (foto Procházka P.).

Tabulka 12: Biometrické parametry rostlin hodnocených odrůd stanovené před sklizní porostů (1.11.2022) v závislosti na rozteči řádků. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 % vždy pro dané parametry (struktura porostu) sledované odrůdy. Každá odrůda je tedy posuzována samostatně na úrovni rozteče řádků.

odrůda	rozteč řádků (m)	délka rostliny (m)	výška apikální části nejnižšího lusků (m)	počet větví na rostlině (kusy)	počet lusků na větvích (kusy)	počet lusků na rostlině (kusy)	počet plodných pater na rostlině (kusy)	počet semen v lusků (kusy)
Albiensis	0,125	0,951 a	0,164 a	1,8 a	5,9 a	23,9 a	10,9 a	2,2 a
	0,45	0,983 a	0,195 a	1,1 a	4,3 a	24,3 a	9,5 a	2,1 a
	p-value	0,076	0,199	0,230	0,431	0,892	0,199	0,754
Brunensis	0,125	0,895 a	0,117 a	1,2 a	4,2 a	27,3 b	11,5 b	2,3 a
	0,45	0,907 a	0,165 b	0,9 a	2,4 a	19,3 a	8,6 a	2,6 a
	p-value	0,686	0,000	0,196	0,127	0,002	0,007	0,252
Korus	0,125	0,758 a	0,127 a	1,4 a	10,5 a	31 a	11 a	2,1 a
	0,45	0,797 a	0,137 a	1,4 a	7,1 a	24,2 a	9,7 a	2,3 a
	p-value	0,141	0,437	1,000	0,336	0,178	0,141	0,470
Lenka	0,125	0,957 a	0,121 a	1,7 b	15,4 b	36,7 a	13,1 a	1,9 a
	0,45	1,000 a	0,153 b	0,7 a	1,7 a	27,2 a	10,8 a	2,1 a
	p-value	0,119	0,006	0,014	0,007	0,077	0,068	0,235
Tertia	0,125	0,764 a	0,13 a	0,7 a	4,1 a	29,6 a	10,3 a	2,4 a
	0,45	0,907 b	0,144 a	1 a	5 a	27,1 a	10,4 a	2,6 a
	p-value	0,005	0,189	0,264	0,623	0,436	0,897	0,568

lusků na rostlině (tab. 9). U většiny hodnocených odrůd však nebyl prokázán statisticky průkazný vliv rozteče řádků na hodnocené biometrické parametry rostlin (tab. 9).

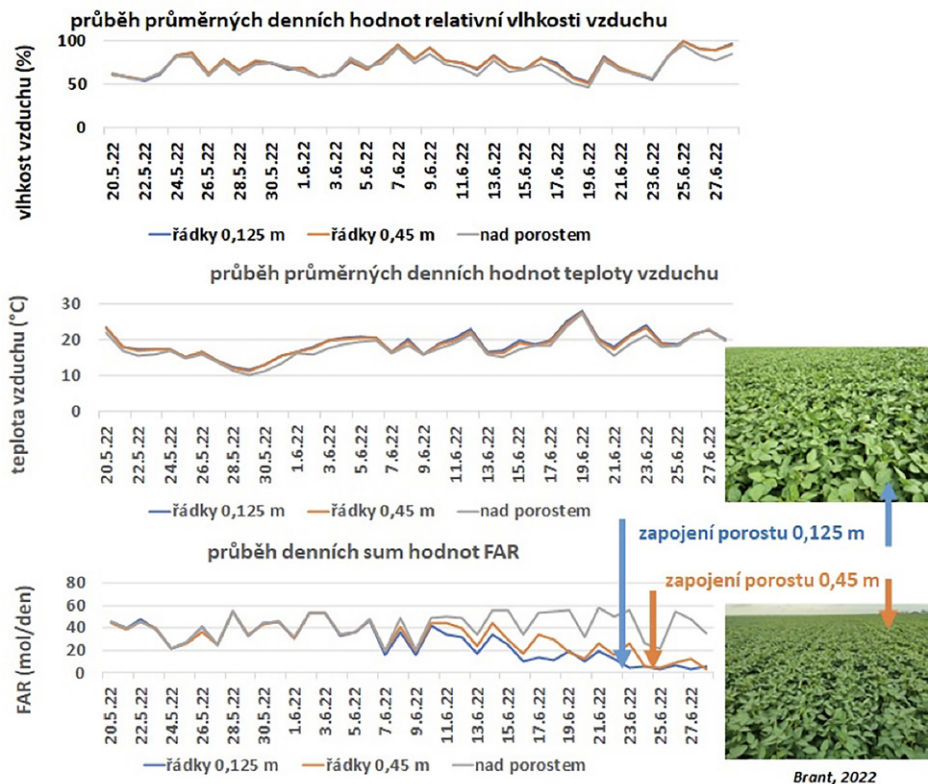
Tabulka 13 dokumentuje hodnoty hmotnosti tisíce semen (HTS, g) v termínu sklizně (1.11.2022) a výše teoretického výnosu semen (stanoveno na základě kalkulace biometrických parametrů a reálného výnosu získaného při sklizni sklízecí mlátičkou. V tabulce jsou rovněž uvedeny kvalitativní parametry semen sóji luštinaté: obsah dusíkatých látek (N-látky), obsah škrobu a olejnatost. Výsledky reálných výnosů ukázaly, že rozteč řádků neměla vliv na výnos semen hodnocených odrůd sóji luštinaté. (10).

Tabulka 13: Vliv rozteče řádků na hodnoty teoretického a reálného výnosu (t/ha, 100 % sušina) a na kvalitativní parametry semen v termínu sklizně 1.11.2022. Rozdílné indexy mezi průměry v rámci sloupce dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi průměry (ANOVA, Tukey) na hladině významnosti 95 % vždy pro dané parametry (struktura porostu) sledované odrůdy. Každá odrůda je tedy posuzována samostatně na úrovni rozteče řádků.

odrůda	rozteč řádků (m)	HTS (g)	teoretický výnos semen (t/ha, 100 % sušina)	reálný výnos semen (t/ha, 100 % sušina)	obsah N-látek (%)	obsah škrobu (%)	olejnatost (%)
Albiensis	0,125 m	228,5 a	5,505	3,832 a	37,58 a	4,68 a	17,53 a
	0,45 m p-value	225,9 a 0,453	5,322	3,654 a 0,444	37,23 a 0,191	4,73 a 0,207	17,93 b 0,002
Brunensis	0,125 m	205,0 b	5,482	3,425 a	38,70 a	4,55 a	17,75 a
	0,45 m p-value	191,2 a 0,030	4,342	3,169 a 0,444	38,93 a 0,533	4,45 a 0,134	18,05 a 0,320
Korus	0,125 m	185,9 a	5,520	3,840 a	41,23 a	4,30 a	17,68 a
	0,45 m p-value	186,8 a 0,799	4,216	3,696 a 0,412	41,83 a 0,308	4,23 a 0,168	17,53 a 0,567
Lenka	0,125 m	224,3 a	5,765	3,150 a	39,45 a	4,45 a	17,50 a
	0,45 m p-value	224,5 a 0,977	5,745	3,238 a 0,653	39,85 a 0,423	4,45 a 1,000	17,40 a 0,574
Tertia	0,125 m	222,3 b	6,701	3,748 a	39,63 a	4,48 a	17,38 a
	0,45 m p-value	205,7 a 0	6,262	3,157 a 0,088	38,58 a 0,056	4,55 a 0,097	17,85 a 0,213

Hodnocení mikroklimatu porostu (obr.88) v roce 2022 v první půlce vegetace opět neprokázalo zásadní rozdíly vlivu porostů na relativní vlhkost vzduchu a teplotu vzduchu v přízemní vrstvě vzduchu (0,1 m). Potvrzeno bylo opět opožděné zapojení porostů s roztečí řádků 0,45 m, a proto lze předpokládat i menší využití slunečního záření porostů. V roce 2022 byl počet rostlin u odrůdy Tertia 41,6 kusů na m² (rozteč řádků 0,125 m) a u porostů 0,45 m 44,0 kusů na m². Výnos semen (tab. 13) byl na ploše s odrůdou Tertia s roztečí řádků 0,125 m 3,8 t/ha a u porostů s řádky 0,45 m poté 3,2 t/ha, rozdíly mezi průměrnými výnosy semen nebyly statisticky průkazné, přestože rozdíl ve výši výnosu se pohyboval na úrovni 0,6 t/ha.

Vliv rozteče řádků sóji luštinaté (0,125 m a 0,45 m) na mikroklima porostů a na využití fotosynteticky aktivní radiace (FAR), parametry byly měřeny v porostu ve výšce 0,1 m nad povrchem půdy ve středu meziřádku.



Obr. 88: Parametry mikroklimatu porostů odrůdy Tertia v roce 2022 s roztečí řádků 0,125 m a 0,45 m. Výška umístění čidel v porostu činila 0,1 m, parametry nad porostem byly měřeny ve výšce 1,5 m.

7.4. Vliv přivalení porostů po zasetí na vzcháživost sóji

Provedení válení porostů po zasetí je historicky spojováno s podpořením kapilarity v horní vrstvě půdního profilu za účelem zvýšení dostupnosti vody pro vysetá semena. V optimálním případě by mělo při válení dojít k utužení půdy v místě výsevni rýhy, které zajistí tvorbu kapilárních pórů navazujících na vrstvu nezpracované půdy při předsetové přípravě, jenž zajistí následné vzlínání vody ze spodních vrstev k semenům. Zároveň však v důsledku přivalení půdy nesmí dojít k utužení půdy až k jejímu povrchu, které by v rámci kontinuity kapilárních pórů vedlo ke zvýšení rizika neproduktivního výparu z půdy. Přenos tlaku válců by se měl projevit přibližně

v hloubce 4 až 8 cm a povrch půdy by po přivalení měl zůstat kyprý. Kyprý povrch totiž musí zajistit nejen přístup vzduchu pro oxidační procesy probíhající v semenech při klíčení a následně v kořincích klíčenců po vzejití, ale také umožnit ohřev půdy, tedy přispět k dosažení optimální teploty, jako druhého regulátoru biochemických procesů. Zejména u sóji hraje teplota půdy ve vztahu ke klíčení výraznou roli. Nelze zapomínat na skutečnost, že teplotou půdy nad 15 °C výrazně narůstá nejen dynamika klíčení, ale také dynamika vývoje klíčenců.

7.4.1. Omezení degradace půdní struktury

Opomíjenou skutečností je vliv válení na strukturu půdních částic na povrchu půdy. Při předseťové přípravě má primárně docházet k velikostní segmentaci půdních agregátů v kypřené půdě, která se projeví uložením jemných agregátů do spodní části zpracovaného profilu a hrubších směrem k povrchu. Přítomnost jemných částic v místě seťového lože zvyšuje kontakt semen s půdou (většinou je pouze 10–15 % povrchu semene v přímém kontaktu s půdní hmotou) a zároveň zajišťuje následný kontakt a komunikaci zárodečného kořínku s půdními částicemi a edafonem, včetně příjmových a vyměšovacích procesů probíhajících mezi kořenovými vlásky vyrůstajícími ze rhizodermis a jednotlivými složkami půdní mikrostruktury a na ní, či mezi ní nacházejícími se látkami (voda, živiny apod.) a mikroorganismy.

Hrubší částice nad seťovým ložem směrem k povrchu půdy přispívají k nárůstu pórovitosti (nekapilární póry), a tím k rychlejší výměně půdního vzduch, včetně ohřevu půdy a omezení evaporace. Zároveň zásadním způsobem zvyšují stabilitu půdy při srážkách vůči degradaci deštěm. Větší částice (do velikosti 40 mm nenají negativní vliv na vzházení rostlin) nacházející se na povrchu půdy redukuje degradaci menších půdních agregátů při dešti v důsledku tlumení kinetické energie. Omezení rozplavení horní vrstvy půdy zvyšuje infiltrační procesy. V důsledku drsnosti povrchu se snižuje laminární proudění vzduchu nad půdou, čímž se eliminuje vznik větrné eroze a přechod vodní páry do atmosféry. Nakypřená část půdy nad seťovým ložem poskytuje rovněž dobré podmínky pro tvorbu půdní rosy, jejíž efekt lze již z hlediska termínu výsevu sóji očekávat.

7.4.2. Rizika peptizačních procesů

Přílišné rozdrobení hrubších částic na povrchu půdy či zvýšení přítomnosti nestrukturní půdy na povrchu půdy přispívá k procesům slévání půdy. K tomu dochází v důsledku převahy působení odpudivých sil mezi jemnými částicemi. Převládá-li odpudivost, vykonávají částice Brownův pohyb a jedná se tak o stav peptizace. Na udržení peptizačního stavu půdy se podílejí odpudivé síly, které zabraňují přiblížení se částic k sobě. Jedná se o působení síly na vzdálenost od 100 do 200 nm, která udržuje dvojitou elektrickou vrstvu z výměnných iontů. Proces opětovné koagulace je následně závislý především na dostupnosti dvou a trojmocných kationtů. Důsledkem peptizačních procesů dochází po proschnutí horní vrstvy půdy ke vzniku půdního škraloupu, jehož objemová hmotnost se může pohybovat v rozmezí 1,7 až 1,9 g/cm³. Přestože se luskoviny vyznačují dobrou schopností prorazit půdním škraloupem, může být vývoj klíčenců v těchto případech omezen. Při výsevu sóji do širších řádků pomocí secích strojů pro přesný výsev se na základě vývoje klíčenců ukazuje, že větší počet rostlin v řádku intenzivněji působí na půdní škraloup v řádku a tím dochází k jejich snazšímu pronikání na povrch půdy (obr. 89). Tento efekt může být spojen i s lepší vzházivostí rostlin při výsevu secím strojem pro přesné setí z důvodu lepší tvorby seťového lože a rovnoměrného dodržení hloubky setí (obr. 90).



Obr. 89: Při výsevu sóji do širších řádků pomocí secích strojů pro přesný výsev (vlevo) se na základě vývoje klíčenců ukazuje, že větší počet rostlin v řádku intenzivněji působí na půdní škraloup v řádku, a tím dochází k jejich snazšímu pronikání na povrch půdy ve srovnání s výsevem pomocí secích strojů pro úzkořádkové plodiny (vpravo). Výsev sóji na obou plochách proběhl současně a porost nebyl po zasetí přivalen (foto Brant).



Obr. 90: Výsev sóji pomocí secích strojů pro přesné setí zajišťuje kvalitnější tvorbu seťového lože a rovnoměrnou hloubku výsevu. Přivalení porostů pouze za účelem podpory vzlinání vody není efektivní (foto Brant).

7.4.3. Faktory určující provedení válení

Většinou je přivalení půdy po zasetí v praxi prováděno v situacích, kdy výsev sóji následuje do suché půdy. To bez ohledu na agrotechnické zásahy nastává v důsledku sušších zim a teplého průběhu jara. V těchto situacích dochází k proschnutí půdy pod úroveň seťového lože a při předseťové přípravě může docházet k tvorbě hrubší struktury půdy. Za těchto podmínek nedochází ani k požadovanému utužení dna výsevní rýhy secí botkou u secích strojů pro úzkořádkové plodiny. Zde může přivalení přispět ke kompaci půdy, ale pokud nedochází alespoň k částečnému drobení hrud, bude tvorba kapilárních pórů výrazně omezena. Bez efektu drobení je snížena i schopnost válců utužit půdu do spodnějších vrstev.

Mnohdy je přivalení použito jako způsob nápravy nevhodně provedené předseťové přípravy (hlubší nakypření, tvorba hrud apod.). Zde volba válení závisí na aktuální situaci a většinou je spojena s urovňáním povrchu půdy a se zamáčknutím hrud ve vztahu ke sklizni sóji.

Jednoznačné opodstatnění přivalení s prokazatelným efektem je zamáčknutí kamenů do půdy pro zajištění sklizně.

7.4.4. Stav povrchu půdy po výsevu

Mnohdy je válení porostu sóji po výsevu prováděno za účelem urovnáním hřebenitého povrchu pozemku, který vytvořily výsevní botky (či boční tlaky kol pneumatikových válců) u secích strojů pro úzkořádkové plodiny nebo výsevní sekce při setí se stroji pro přesný výsev (vliv hrnutí půdy a promáčknutí půdy v místě setového lože vůči povrchu) – obrázek 91. Výška vzniklých hřebenů může v závislosti na půdních podmínkách činit až 100 mm. Obecně se předpokládá, že spodní část nejnižší nasazeného lusku na rostlině se může nacházet ve výšce 60 mm nad povrchem půdy, proto je kladen požadavek na rovnost pozemku již při zasetí.

Rozhodnutí o přivalení porostů by však mělo vycházet z „kyprostí“ hřebenů. Ve vztahu k vlivu deště je u kyprých hřebenů nutno počítat s jejich „rozplavením či slehnutím“, které sníží jejich výšku určitě o 30 %. Je-li půda v hřebenech utužená, nebo jsou v nich přítomny odsunutě hroudy, bude proces slehnutí hřebenů nižší. Obrázek 92 dokládá stav povrchu půdy po výsevu sóji do mělce kypřených pásů před výsevem (systém dvou zvlněných disků, kypření do hloubky 80 mm) na pozemku s umrtvenou ozimou meziplodinou. Na další přiložené fotografii (obr. 91 uprostřed) je patrný vliv deště na snížení výškových rozdílů mezi řádkem a meziřádkem 20. den po výsevu.

K vyšší hřebenitosti povrchu půdy při výsevu pomocí přesných secích strojů dochází při kolmém pohybu trajektorie secího stroje vůči spádnici svahu. Ta je způsobena hlubším zaříznutím secí botky vůči svahu.



Obr. 91: Vliv secího stroje na rovnost povrchů půdy po zasetí při výsevu sóji (foto Brant).



Obr. 92: Stav povrchu půdy po výsevu sóji do mělce kypřených pásů před výsevem (systém dvou zvlněných disků, kypření do hloubky 8 cm) na pozemku s umrtvenou ozimou meziplodinou. Na fotografii uprostřed je patrný vliv deště na snížení výškových rozdílů mezi řádkem a meziřádkem 20. den po výsevu (foto Brant).

7.4.5. Přivalení porostů

Pro případné přivalení porostů je vhodné použít Cambridge válce (obr. 93), které přijatelně rovnají povrch, ale především efektivně rozmělňují měkkí hroudy a zanechávají hrubší povrch půdy. Při vhodném tlaku na půdu zamáčknou i kameny.

Zásadním problémem přivalení porostů je další zatížení pozemku a tím i porostu kolejovými stopami. Kolejové stopy po přivalení porostů představují obecně při srážkách s vyšší intenzitou na začátku vegetace primární místa pro vznik vodní eroze. Při povrchovém odtoku dochází ke kumulaci odtékající vody v kolejích a k jejímu následnému soustřednému odtoku ve směru kolejových stop. Kolejovými stopami tak mnohdy dochází k odtoku vody a půdních částic z pozemku mimo směr odtoku vycházející z orientace svahu.

Z důvodu omezení počtu kolejových stop a zejména v porostech vysévaných do širších řádků, kde lze zajistit jízdu kol mezi řádky (užší pneumatiky, tzv. dvoumontáž kultivačních kol apod.), je vhodné provést přivalení ve směru jízdy secího stroje. Je-li potřeba provést přivalení šikmo na směr jízdy secího stroje, musí být tažný prostředek osazen širšími pneumatikami a tlak v pneumatikách snížen na minimum přípustné pro daný typ. Problémové je použití pneumatik se šípovým vzorkem, kde při vysokém tlaku, dochází k negativnímu ovlivnění vzházejivosti v místech vyvýšeného dezénu pneumatiky. Při šikmém směru jízdy soupravy vůči směru jízdy secího stroje dochází k většímu zatížení pozemku kolejovými stopami i mimo souvat.



Obr. 93: Přivalení porostů sóji pomocí Cambridge válců (foto Procházka A.).

7.4.6. Vliv přivalení na vzházení

Vliv provedení přivalení porostů sóji po zasetí byl ověřován pomocí polních experimentů, které probíhaly v letech 2020 a 2021 na lokalitách: Žižice, Zvoleněves a Pchery - Slánsko, střední Čechy (Procházka a kol., 2022). Oblast se vyznačuje nižším úhrnem srážek během vegetace a suchým a teplým průběhem počasí na jaře. V roce 2020 byl na sedmi pozemcích sledován vliv přivalení na vzházejivost rostlin sóji (počet rostlin na jednotku plochy) ve srovnání s plochami nepřivalenými). Porosty byly založeny secím strojem Horsch Sprinter 6 ST, pro přivalení byly použity Cambridge válce. Výsledky měření prokázaly kolísání průměrných hodnot mezi počty rostlin na jednotku plochy na přivalené a kontrolní variantě, rozdíly mezi průměry vzešlých rostlin nebyly statisticky průkazné (tab. 14).

V roce 2021 proběhlo ověřování vlivu přivalení na jednom půdním bloku, kde byla vyseta odrůda Brunensis (lokalita Pchery). Termín výsevu proběhl ve shodný den jako přivalení porostů (23. 4. 2021) a pro osev byl opět použit secí stroj Horsch Sprinter 6 ST (výsevek 150 kg/ha), pro přivalení Cambridge válce. Hodnocení opět neprokázala pozitivní vliv přivalení za účelem podpory vzházivosti rostlin po zasetí. Ve dvou termínech hodnocení počtu rostlin na jednotku plochy (24.5. a 6.6.) ze třech byl dokonce průkazně vyšší počet stanoven na variantě bez přivalení (tab. 15). Z hlediska hodnocení počtu rostlin na jednotku plochy v čase nebyl na sledovaných variantách prokázán průkazný rozdíl mezi termíny hodnocení (tab. 16), což znamená, že se počet rostlin od termínu výsevu průkazně nezvyšoval.

Provedená polní hodnocení neprokázala statisticky průkazný vliv přivalení porostů sóji luštinaté po zasetí na větší vzházivost rostlin ve srovnání s plochami bez válení. Přivalení porostů musí tedy primárně vycházet z konkrétní situace na pozemku (urovnání povrchu půdy, zatlačení kamenů, eliminace rýh po sekcích secího stroje apod.). Obecný předpoklad, že přivalení porostů je spojeno s podporou kapilarity a následně vede ke zvýšení vzházivosti, především za sucha, nelze považovat za jednoznačný. Základem zajištění vysoké vzházivosti rostlin je správné nastavení secího stroje z hlediska hloubky setí a kvalitní tvorby seřového lože.

Tabulka 14: Vliv přivalení porostů (okamžitě po zasetí) na vzházivost rostlin sóji luštinaté na rozdílných půdních blocích v roce 2020 (lokality Žižice, Pchery a Zvoleněves, odrůda Albiensis, výsevek 150 kg/ha). Termíny hodnocení proběhly 9. 5. 2020 a 16. 5. 2020. Odlišné indexy mezi průměry dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi sloupci v rámci varianty se spolehlivostí 95 % (ANOVA, Tukey). Červeně je vždy vyznačena vyšší hodnota v rámci varianty a termínu hodnocení. Porosty byly založeny v termínu od 11.4. do 12. 4. 2020.

půdní blok	ošetření	termín hodnocení		změna v počtu (%) v rámci termínů (9. 5. 2020 = 100 %)	rozdíl v hodnotách (neváleno = 100 %)	
		9. 5. 2020	16. 5. 2020		9. 5. 2020	16. 5. 2020
		počet rostlin/m ²	počet Rostlin/m ²			
1	váleno	31,6 a	30,9 a	97,8		
	neváleno	34,2 a	38,0 a	111,3	92,6	81,4
2	váleno	21,2 a	25,8 a	121,4		
	neváleno	29,1 a	27,6 a	95,0	73,0	93,4
3	váleno	29,1 a	36,8 a	126,3		
	neváleno	25,7 a	32,7 a	127,0	113,3	112,7
4	váleno	23,5 a	22,2 a	94,4		
	neváleno	21,9 a	25,6 a	116,9	107,5	86,8
5	váleno	27,5 a	26,7 a	97,1		
	neváleno	27,0 a	25,5 a	94,4	101,8	104,8
6	váleno	24,3 a	31,6 a	129,7		
	neváleno	28,9 a	27,4 a	95,0	84,3	115,2
7	váleno	25,3 a	30,7 a	121,3		
	neváleno	28,7 a	30,1 a	105,0	88,4	102,1

Tabulka 15: Vliv přivalení porostů (okamžitě po zasetí) na vzházivost rostlin sóji luštinaté na lokalitě Pchery (Brunensis, výsevek 150 kg/ha). Termíny hodnocení proběhly 24. 5. 2021, 30. 5. 2021 a 6. 6. 2021. Odlišné indexy mezi průměry dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi sloupci v rámci varianty se spolehlivostí 95 % (ANOVA, Tukey). Červeně je vždy vyznačena vyšší hodnota v rámci varianty a termínu. Porosty byly založeny v termínu od 23. 4. 2021.

ošetření	termín hodnocení		
	24. 5. 2021	30. 5. 2021	6. 6. 2021
	počet rostlin na m ²		
váleno	33,7 a	36,0 a	37,2 a
neváleno	43,8 b	43,0 a	44,7 b

Tabulka 16: Srovnání dynamiky počtu rostlin sóji luštinaté na plochách s přivalením po zasetí a bez něj na lokalitě Pchery (Brunensis, výsevek 150 kg/ha). Termíny hodnocení proběhly 24. 5. 2021, 30. 5. 2021 a 6. 6. 2021. Odlišné indexy mezi průměry dokládají statisticky průkaznou diferenci mezi sloupci v rámci varianty se spolehlivostí 95 % (ANOVA, Tukey). Porosty byly založeny v termínu od 23. 4. 2021.

termín hodnocení	váleno	neváleno
	počet rostlin/m ²	
24. 5. 2021	33,7 a	43,0 a
30. 5. 2021	36,0 a	43,8 a
6. 6. 2021	37,2 a	44,7 a

8. Výživa a hnojení sóji

Sója je v podmínkách ČR obvykle pěstována po obilninách. Jako zástupce bobovitých rostlin je považována za spíše nenáročnou plodinu na hnojení. Avšak ani tak není dobré výživu zcela opomenout.

8.1. Dusík

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

Ve správně vyvinutých porostech s výnosovým potenciálem okolo 4 tun na hektar nedokáží hlízkové bakterie obstarat potřebné množství dusíku i přes to, že je výnosový potenciál vyšší. U takových porostů je efektivní dodatečná dávka dusíku v podobě roztoku močoviny. Rozhodujícím faktorem pro růst výnosu a rovněž pro provedení aplikace výživy rostlin je dostatek vláhy. Dále je nutné brát na zřetel citlivost sóji k aplikacím listových hnojiv a tuto operaci provádět mimo sluneční svit. Zároveň přihnojení dusíkem není doporučováno později než na počátku kvetení, neboť pozdější termín aplikace dusíku může mít za následek pozdější dozrávání a oddálení sklizně na termín, kdy již často nejsou podmínky pro sklizeň sóji vhodné (Štranc et al., 2005).

8.2. Fosfor

Přístupnosti fosforu napomáhá neutrální půdní reakce. Sója je schopna získávat fosfor z méně přístupných forem z celé hloubky orničního profilu, pokud má dostatečně vyvinutou kořenovou soustavu. Díky nízké mobilitě fosforu v sorpčním komplexu je možné aplikovat hnojivo již na podzim se zapravením do půdy. Při nižší zásobě fosforu v půdě se doporučuje využít předseťové fosforečné hnojivo Amofos v množství 100–200 kg/ha nebo NPK 200–300 kg/ha. Dále je vhodné fosforečná hnojiva ukládat do zóny kořenového systému sóji například při seti, pokud to umožňuje technika na založení porostů (Štranc a kol. 2005).

8.3. Draslík

Zásoba draslíku v půdách je většinou dostačující. Důležitost, kterou je potřeba brát v potaz, je poměr mezi draslíkem a hořčíkem. Při vyšším obsahu hořčíku hrozí omezení příjmu draslíku. Na základě rozboru půdy je možné aplikovat draslík v podobě například síranu draselného nebo NPK. Na vytvoření jedné tuny semen a slámy je potřebných přibližně 20 kg draslíku (Zahran, 1999).

8.4. Vápník

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

8.5. Stimulace sóji

Porosty sóji je vhodné stimulovat jak během vegetace, tak pomocí moření osiva před jeho výsevem, o čemž již bylo podrobně pojednáno při problematice moření osiv. Jedním ze základních parametrů tvořících výnos, respektive sklizňové ztráty je výška apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy (část lusku nejníže u země), což je parametr, který je v přímé konfrontaci s možnostmi použitého žacího adaptéru (více v kapitole sklizeň).

Sója velmi dobře reaguje na stimulatory na bázi směsi huminových kyselin a fulvokyselin, které mohou navíc být obohaceny o auxiny, popřípadě mikroprvky. Tyto typy stimulatorů obvykle podporují apikální dominanci, zvláště ve stresových podmínkách, a díky tomu podporují právě výšku apikální části nejspodnějšího lusku od povrchu půdy, čímž usnadňují sklizeň a eliminují její ztráty. Další výhodou těchto stimulatorů je obecně podpora obsahu fotosynteticky aktivních barviv (tzv. green efekt), čímž zvyšují produkční schopnosti rostlin. Tyto látky je obecně nejvhodnější aplikovat ve fázi 1. – 3. trojlístku až maximálně počátku květu, neboť aplikace v pozdějších fázích již může protáhnout vegetaci sóji příliš do podzimu, což může být problém z hlediska sklizně.

Další vhodnou skupinou látek jsou stimulatory na bázi výtazků z mořských řas, které mají kromě výše popsaných vlastností humátů i částečnou antifungální aktivitu. Využit lze celou řadu dalších stimulačních látek, kterých je na trhu nepřeberné množství. Z prováděných pokusů je evidentní, že všechny tyto látky mají pozitivní efekt na porosty sóji, zvláště ve stresových podmínkách, avšak je třeba mít na paměti ekonomičnost dané aplikace.

9.1. Ochrana proti škodlivým činitelům

9.1. Škůdci

9.1.1. Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*)

Sviluška chmelová je polyfágní druh, který může při silném napadení způsobit hospodářsky významné škody. Při napadení porostů sóji během léta (červenec a srpen) je vhodné řešit v porostech sóji při zjištění výskytu svilušky chemickou ochranu, neboť v tomto období sója potřebuje výkonný fotosyntetický aparát, který však sviluška dokáže nevratně poškodit během několika dní.

Dospělci mají měkké tělo se 4 páry nohou. Dosahují délky 0,4–0,6 mm. Nazelenalá až žlutá, se dvěma tmavými skvrnkami na bocích těla v průběhu vegetace, přezimují oranžově červené samičky. Na vypouklém hřbetu má dlouhé bezbarvé chloupky uspořádané v šesti příčných řadách. Oči jsou červené, umístěné po stranách hlavy, jež je oddělena od ostatního těla jen slabě zřetelným švem. Nohy jsou jednoduché, článkované. Chodidlo nese hřebinkovitý útvar, zvaný empodium, jehož tvar je důležitým znakem při druhové determinaci. Pro svilušky je typický pohlavní dimorfismus. Sameček je menší a štíhlejší než samice. Vajíčka jsou světlá, průhledná, kulovitěho tvaru. Larvy mají 3 páry nohou, kulovité. Po vylíhnutí je bezbarvá, později šedo zelená, dlouhá 0,15 mm a široká 0,11 mm. Nymfy 4 páry nohou. Procházejí sedmi vývojovými stadii, z nichž larvy, protonymfy, deutonymfy jsou pohyblivé. Podobají se dospělcům. Sviluška chmelová je teplomilná. Škodí hlavně v letních měsících. Jejimi přirozenými nepřáteli jsou draví roztoči čeledi Phytoseidae. Na listech drobné světlé skvrnky. Na jejich spodní straně jemná pavučinka. Listy nabývají bronzové zbarvení, zasychají a předčasně odumírají. Na spodní straně listů jemná pavučinka, která je dobře detekovatelná po posypání suchou jemnozemí (obr. 94). Sviluška škodí také přímo na luscích a při jejich časném napadení může dojít k ukončení vývoje a odumření (obr. 95).



Obr. 94: Jemnozeme zachycená na pavučinkách po posypání spodní strany listu sóji (foto Štranc P.).



Obr. 95: Lusky napadené sviluškou v první polovině srpna (foto Procházka P.).

Sviluška velmi často napadá porosty od okrajů pozemku (obr. 96). Při včasné detekci na okrajích, popřípadě při signalizaci výskytu v okolí, velmi často stačí ošetření porostu pouze na souvratích (tzv. orámování).



Obr. 96: Napadení porostů sóji od souvratě (foto Štranc P.).

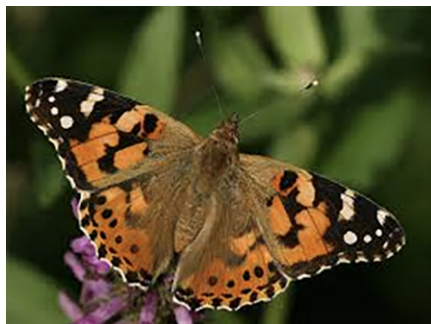
Sviluška na porostech sóji neškodí sice v každém roce, avšak je velmi důležité porosty v letním období pravidelně kontrolovat a zejména v teplém počasí. Problémem možného ošetření porostů sóji proti svilušce, je velmi malé množství registrovaných přípravků. Relativně funkční alternativa jsou přípravky na bázi pomerančové silice, které jsou však často registrovány jako pomocné prostředky.

Sviluška na porostech sóji neškodí sice v každém roce, avšak je velmi důležité porosty v letním období pravidelně kontrolovat a zejména v teplém počasí. Problémem možného ošetření porostů sóji proti svilušce, je velmi malé množství registrovaných přípravků. Relativně funkční alternativa jsou přípravky na bázi pomerančové silice, které jsou však často registrovány jako pomocné prostředky.

9.1.2. Babočka bodláková (*Vanessa cardui*)

Babočka bodláková (obr. 97) je polyfágní druh, živí se rostlinami mnoha čeledí – *Asteraceae*, *Malvaceae*, *Convolvulaceae*, *Boraginaceae*, *Verbenaceae* a *Fabaceae*, živnou rostlinou housenek v ČR jsou především bodláky (*Carduus spp.*) a pcháče (*Cirsium spp.*), případně kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a kopřiva žahavka (*Urtica urens*).

Dospělý motýl má v rozpětí křídel 55 až 70 mm. Svrchní strana křídel je pestře zbarvená s převahou oranžové, se žlutými až oranžovými skvrnami, na konci předních křídel jsou bílé skvrny na černém podkladu. Spodní strana předních křídel je zbarvena oranžově a skvrnitá. Spodní strana zadních křídel je zbarvena hnědobíle se čtyřmi malými modrými oky. Tělo je ochlupené, barvy od pískově žluté, přes hnědou až po černou. Samice i samec jsou si velmi podobní. Vajíčka mají soudečkovitý tvar. Jsou světle zelená, lesklá se světlejšími ostrými žebry. Housenky jsou ochlupené se žlutozelenými pruhy na hřbetní části, barva podkladu je šedá až černá. Na těle mají vidlicovité výrůstky a jemné ochlupení. Housenky jsou asi 40 mm dlouhé. Kukla je hranatá, hnědá s drobnými zlatými skvrnami. Doba vývoje je závislá na teplotě okolí. Kukly jsou zavěšené pomocí háčku vyrůstajícího na konci zadečku.



Obr. 97: Dospělý motýl babočky bodlákové (foto Procházka P.).

Babočka se na sóje objevuje pravidelně, ne však každý rok a její výskyt často bývá lokální. Při napadení porostu dokáže žírem housenek (obr. 98) napáchat značné hospodářské škody zejména na výnosu v řádu desítek procent. Napadené porosty je obvykle nutné ošetřit insekticidně, avšak velký problém je výběr registrovaných insekticidů. Vhodnou alternativou mohou být různé přípravky na bázi přírodních látek, často registrované jako pomocné prostředky. Je však nutné počítat s možnou nižší účinností.



Obr. 98: Dospělý motýl babočky bodlákové (foto Procházka P.).

9.1.3. Mšice, listopas a další škůdci

Na sóje mohou sezóně škodit i další škůdci, jako například mšice, které škodí sáním na listech, popřípadě luscích. Listopas, který škodí nejvíce požerkem na listu, nebo vyvíjejícím se lusku.

9.1.4. Hraboš (*Microtus*)

Tak, jako na většině zemědělských plodin, může i na sóje významně škodit hraboš (obr. 92). Největší škody působí okusem spodních pater lusků (až několik pater odspodu).

Ochrana proti hrabošům spočívá spíše v komplexním přístupu k hospodaření v krajině. Mezi metody prevence patří například redukce bezorebných technologií, které podporují výskyt hrabošů na obdělávaných polích. Pravidelnou orbou, případně hloubkovým kypřením se systém nor významně narušuje. Efekt se dá zvýšit následným upěchováním povrchu půdy. Je tedy doporučeno do běžných agrotechnických postupů zařadit hlubší zpracování půdy (nemusí se výhradně jednat o orbou). Co se však pojí s těmito opatřeními, je vyšší riziko nedostatku vláhy pro zakládání porosty, zvláště v sušších lokalitách.



Obr. 99: Hraboš v porostech sóji. Kromě úživného žíru, často provádí i tzv. plytvavý žír (vpravo) (foto Štranc P.).

Dále může problémy s hraboši prohlubovat ponechání velkého množství posklizňových zbytků, či umrtvených meziplodin na pozemku, kde se hraboši snadno schovají svým přirozeným nepřítelům. Vždy je vhodné koncepčně přemýšlet nad koloběhem organické hmoty na pozemku, dále protierozními opatřeními a redukováním zpracováním půdy v kontextu právě s hraboši. Velmi vhodné podpora přirozených nepřátel je například umísťování berliček pro dravce a dále také údržba krajinných prvků okolo polí.

9.1.5. Okus zvířít, škody působené holuby

Poměrně značné hospodářské škody může působit okus zvířít. V jarním období do počátku květu se jedná zejména o zajíce a v letních měsících pak také o srnčí zvěř. Ochrana obecně spočívá například v pachových ohradnících, různých typech plašidel či strašáků a optimálním výskytu přirozených predátorů v krajině.

9.2. Choroby

9.1.2. Hlízenka (bílá plísnovitost sóje) (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Hlízenka je jednou z pravidelně se objevujících chorob na sóje. Její nástup je obvykle pozvolný okolo poloviny srpna. Větší výskyt je obvykle pozorován u hustých porostů, případně u porostů, které jsou velmi bujné a přilehají. Naopak vzdušné porosty (například s roztečí řádků 25 cm a více) jsou na výskyt méně náchylné. Napadené porosty by neměly být sklizeny na osivo, neboť sklerocia v osivu jsou potenciální nebezpečí pro přenos hlízenky (obr. 100).



Obr. 100: Sklerocia hlízenky ve sklizené sóje (foto Procházka P.).

Hlízenka se obvykle v porostu sóji projeví odumírajícími rostlinami, které po podrobné diagnostice jsou na bázi stonku pokrytá myceliem a uvnitř stonku jsou přítomná sklerocia (obr. 101).



Projev hlízenky v porostu sóji

Mycelia hlízenky na stonku

Sklerocia hlízenky uvnitř stonku

Obr. 101: Projevy hlízenky na porostu sóji (foto Procházka P., Štranc P.).

Ochranou proti hlízence v sóje je odstup plodin přenášejících hlízenu v osevním postupu a dále spíše biologickou ochranu, neboť konvenční ochrana na hlízenu v sóje v podstatě chybí.

9.2.2. Plíseň sóje (*Peronospora manshurica*)

Projevy plísně sóje jsou v posledních letech již každoroční. Na listech se obvykle objevují zelené až zeleno žluté skvrny, obvykle nepravidelného tvaru (obrázek 101). Skvrny po nějaké době zasychají. Na spodní straně listů jsou obvykle viditelné šedavé chomáčky sporangioforů (obrázek 101). Výskyt plísně podporuje teplé a vlhké počasí a při velmi časném nástupu, například ještě v červenci, je účelné porost ošetřit vhodným fungicidem. Při výběru fungicidů je třeba brát

na zřetel častý takzvaný green efekt většiny systemických fungicidů ve vztahu k prodloužení vegetace a termínu sklizně. Při pozdním napadení porostů, například na konci srpna, již ošetření větší efekt nepřinese, avšak i tak bude patrný efekt eliminace plísně v porostu a její následný přenos.



Skvrny plísně na vrchní straně listu

Chomáčky se sporangioforami na spodní straně listu

Obr. 102: Projevy plísně sóje na rostlinách (foto Procházka P. Štranc P.).

9.2.3. Diaportová stonková nekróza sóji (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (teleom.)) – *Phomopsis phaseoli* (anam.)

Příznaky se obvykle nejprve projeví na stoncích a listech a postupně se rozšíří na celou rostlinu (obr. 102). V běžné praxi je možná vizuální záměna s rostlinou napadenou hlízenkou, avšak při bližším rozboru rostliny zde nejsou při bázi stonku přítomná mycelia a sklerocia uvnitř stonku. Prevencí proti této chorobě je výběr rezistentních odrůd a dále střídáním plodin. Při časném napadení je, podobně jako u plísně sóji, vhodné porosty fungicidně ošetřit. Strategie fungicidní ochrany je popsána u plísně sóje.



Projev v porostu

Napadená rostlina - vrchol

Napadená rostlina – báze rostliny

Napadená rostlina - odumřelá

Obr. 103: Projevy diaportové stonkové nekróze sóji (foto Štranc P., Procházka P.).

9.2.4. Bakteriální spála sóji (*Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea*)

Projevy tohoto onemocnění jsou patrné především na listech, avšak mohou se vyskytovat i na stoncích a luskách. Prvotní projev jsou drobné vodnaté žluté až nahnědlé skvrny, které postupně zasychají do hnědé až černé barvy (obr. 103).



Obr. 104: Projevy bakteriální spály na listech sóji (foto Štranc P.).

Primárním zdrojem napadení jsou infikované kliční rostliny, kde zdrojem infekce je osivo, popřípadě rostlinné zbytky. Napadené porosty by tudíž neměly být sklizeny, jako semenářské porosty. Bakteriální spála napadá sóju v průběhu celé vegetace, teplé a vlhké počasí šíření choroby napomáhá.

9.3. Regulace plevelů

Sója patří mezi relativně pozdě seté jarní plodiny, čemuž odpovídá i plevelné spektrum. U sóji je vhodné se zaměřit na odplevelení pozemku již v mezíporostním období, kdy je možné využít relativně levné totální herbicidy.

9.3.1. Cílené zonální aplikace herbicidů v mezíporostním období

Zařazení sóji do osevního postupu je spojeno, především po obilní předplodině, s dlouhou dobou trvání mezíporostního období. Důvodem jsou pozdní jarní termíny setí, které vycházejí z nároků plodiny na teplotu půdy při výsevu. Na základě zkušeností ze zahraničí, lze při použití technologií setí do mulče, či do nezpracované půdy očekávat posun termínu setí o dalších 10 až 14 dnů. Je-li sója řazena po pozdě sklizené předplodině (kukuřice setá – zrnová i silážní a po slunečnici roční) zkracuje se sice délka mezíporostního období na podzim, ale doba jeho jarního období zůstává shodná.

Význam cílených zonálních aplikací vedoucích primárně ke snížení množství herbicidu na jednotku plochy, ale i ke zvýšení efektivity pracovních operací a snížení ekonomických vstupů je zásadní pro technologie redukováného zpracování půdy, pro systémy strip till, pro technologie setí do vyvrzlé meziplodiny a pro systémy setí do nezpracované půdy. V omezených případech (regulace problematických plevelů apod.) má své opodstatnění i v systémech intenzivního celoplošného zpracování půdy, včetně orby.

Dlouhá doba mezíporostního období je vhodná pro růst plevelných a zaplevelujících rostlin (výdrol obilnin). Větší část výdrolu obilní předplodiny a plevelů vzhází velmi brzo po sklizni předplodiny. Teplé průběhy léta spojené s časnější sklizní vytvářejí prostor pro vzejití vlny teplomilných druhů, které jsou zastoupeny především pozdními jarními plevely, ale začínají zde dominovat i lílkovité druhy (blín černý a leskloplodý, durman obecný a lílek černý). Semena většinou vzházejí z půdní zásoby a při časně sklizni hlavní plodiny vstupují do fáze kvetení

již v srpnu (obr. 105). Vzházení se projevuje spíše ohniskovým výskytem, který nevyžaduje v systémech redukovaného zpracování půdy plošné ošetření. Při teplých průbězích podzimu je potřebné zamezit tvorbě generativních orgánů, které by zvýšily zásobu semen v půdě pro následné plodiny, ale především pro sóju.



Obr. 105: Lokální výskyty blínu černého na strništi ozimé pšenice (foto Brant).

Problematická je i regulace výdrolu obilní předplodiny v systémech redukovaného zpracování půdy a při plánovaném výsevu sóji do strniště předplodiny. Zejména u systémů redukovaného zpracování půdy se velmi často setkáváme s etapovitým vzházením výdrolu, tzv. ve vlnách. Jednotlivé vlny vzházení jsou většinou dány hloubkou uložení semen v půdě v reakci na srážky vedoucí k ovlhčení jednotlivých zón půdy se semeny výdrolu. Z hlediska omezení tvorby vzrůstných rostlin výdrolu vzešlých z první vlny na strništi, které je v podzimním období, především při nástupu nižších teplot, obtížně regulovat, je opět nutné přistoupit k jejich redukci herbicidem. Etapovité vzházení výdrolu je opět spojeno s lokálními ohnisky výskytu. K lokálnímu výskytu výdrolu přispívá samozřejmě i samotná sklizeň v důsledku ztrát před sklízecí mlátičkou a za ní.

Teplé podzimy zásadním způsobem nahrávají vývoji ozimých plevelů, kde dostatek světla a prostoru oceňují především plevele spodního patra (ptačinec prostřední, rozrazil, hluchavky apod.). Jsou-li tyto druhy vystaveny konkurenci kulturní rostliny nebo meziplodiny, vytvářejí menší a konkurenčně omezené rostliny. Při dostatku prostoru jsou schopny již do konce zimy vytvořit menší část generativních orgánů, ale především se vyznačují vzrůstným habitem, zejména ptačinec prostřední a rozrazil. Rostliny ptačince tak mohou vytvořit rostliny o průměru několik desítek centimetrů. V jarním období mohou takto velké druhy komplikovat výsev do nezpracované půdy či do vymrzlé meziplodiny.

Zásadní význam zonálních aplikací lze spatřovat při potlačování vytrvalých plevelů, které dominantně vytvářejí ohniska. Jejich monitoring je možný již na podzim, tak v jarním období.

Z důvodu pozdního termínu setí sóji je zonální cílená aplikace neselektivních herbicidů v systémech redukovaného zpracování půdy, při použití strip till, při setí do vymrzlé meziplodiny, či do strniště předplodiny důležitá i v jarním období. Nejedná se pouze o regulaci plevelů a nevymrzlého, či regenerujícího výdrolu obilní předplodiny, ale také o např. výdrol slunečnice, který vzhází na jaře.

Na základě výše uvedených důvodů přispívají zonální cílené aplikace herbicidů nejen k rozvoji půdo – a vodo-ochranných technologií zpracování půdy, včetně systémů regenerativního zemědělství, ale zásadním způsobem snižují ekologickou zátěž životního prostředí. Další otázkou

je využití systémů k cílené aplikaci herbicidů při jejich opakovaném použití při souběžném využití jejich dělených látek s maximálním omezením rizik vzniku rezistencí. Zásadní význam monitoringu výskytu plevelů před či při aplikaci herbicidu je i vývoj systémů hodnotících efektivitu zásahu.

9.3.2. Technické aspekty zonálních aplikací

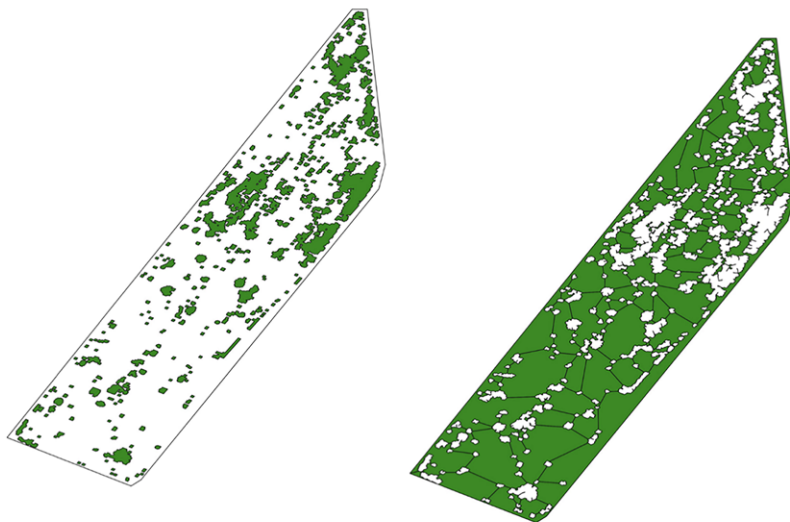
Zonální aplikace lze rozdělit dle mnoha kritérií, přesto nejběžnějším kritériem, které popisuje Shanmuga, et al. (2020) je strategie identifikace plevelných rostlin, tj. online detekce na základě senzorů umístěných na konstrukci aplikační techniky nebo strategie založená na přípravě předpisových map pomocí bezpilotních prostředků, tzv. off-line strategie.

K identifikaci plevelných rostlin je v mezi porostním období využíváno odlišnosti půdy a rostlin na základě spektrálních informací ve viditelném a blízkém infračerveném pásmu tzv. „green on brown“ (obr. 106). Pro identifikaci plevelů v kulturních plodinách se využívají sofistikovanější zobrazovací algoritmy na principu „green on green“ (Allmendinger a kol., 2022).

Možnost cíleně aplikovat přípravky na ochranu rostlin je spojena s vyšší technickou vybaveností farem. Základním požadavkem je aplikační technika vybavená individuálním ovládním trysek nebo sekcí, samozřejmostí je GPS satelitní navigace. Vzhledem k pořizovacím nákladům a využití je v provozní praxi využití online senzorů převážně u větších pěstitelů. Naopak off-line strategie je spojena převážně s menšími pěstiteli a dodavateli služeb, případně s detekcí na principu „green on green“, kde je zatím využití online senzorů nedostačující.

9.3.3. Zonální aplikace na základě předpisových map

V současné době je aplikace na základě předpisových map (obr. 98) nejrozšířenější strategií pro zonální aplikace pesticidů. Celý proces je složený ze tří částí. První částí je snímání pozemku pomocí bezpilotního prostředku vybaveného RGB nebo multispektrální kamerou, případně oběma zároveň. Standardním požadavkem je také přesnost bezpilotního prostředku na úrovni RTK (+- 25 mm), doplňkovou výbavou můžeme považovat lidar nebo funkci kopírování terénu pro přesnější informaci o poloze nežádoucí rostliny.



Obr. 106: Předpisová mapa může mít řadu podob dle typu terénu a aplikační techniky.

Bezpilotní prostředek se na základě letového plánu (mise) autonomně pohybuje a v definovaném intervalu snímkuje pomocí kamer cílový pozemek. Zaznamenaná data jsou dále zpracována ve specializovaných programech a na základě algoritmů jsou detekovány cílové rostliny. Okolo identifikovaných rostlin je vytvořena ochranná vzdálenost, tzv. buffer, který slouží jako dopadová plocha – polygon. Jednotlivé plochy jsou sloučeny do jednoho souboru, který nazýváme předpisová mapa.

Předpisová mapa musí splňovat požadavky terminálu aplikační techniky, do které je nahrána. Následně aplikační technika na základě předpisové mapy spíná a vypíná jednotlivé trysky a cíleně aplikuje herbicidní přípravek.

Výhodou zonálních aplikací na základě předpisových map je možnost ověření správnosti identifikace plevelných rostlin a přesná kalkulace postřikové jichy před samotnou aplikací. Negativem je časová a datová náročnost přípravy předpisových map.



Obr. 107: Zonální herbicidní zásah cílený na přesličku rolní je vhodné provést v mezíporostním období (foto Chára).

9.3.4. Využití bezpilotních prostředků pro aplikaci herbicidů

Při nízkém procentuálním zaplevelení se nabízí nahrazení konvenční aplikační techniky aplikačními bezpilotní prostředky. Konvenční aplikační technika se na rozdíl od aplikačních dronů musí pohybovat po stálých trajektoriích, což kromě časového hlediska sebou nese také nemalé utužení půdy. Přesto tento způsob aplikace je pouze hypotetický, současná legislativa zakazuje leteckou aplikaci přípravků na ochranu rostlin, zároveň nejsou registrované přípravky pro leteckou aplikaci.

9.3.5. Zonální aplikace pomocí online senzorů

Druhý způsob detekce je založený na online senzorech umístěných na aplikační technice a identifikaci plevelných rostlin v čase aplikace herbicidu. Naprostá většina senzorů pracuje na detekci „green on brown“ pro selektivní aplikace v mezíporostním období.

Známým řešením je například online senzor společnosti Trimble WeedSeeker nebo John Deere See & Spray.

9.3.6. Systémy See & Spray

Vývoj senzoriky a aplikační techniky dnes umožňuje cílenou zonální aplikaci herbicidů (dominantně neselektivních) bez potřeby aplikační mapy. Cílená aplikace herbicidů na plevely od solitérních rostlin (obr. 107), přes jejich ohniska až po souvislé větší plochy na základě využití RGB kamer (obr. 108) jednoznačně vede ke snížení spotřeby jichy a herbicidu na jednotku plochy. Použití systému See & Spray Select vychází z detekce zelené plochy na hnědé půdě, či na strništi s „nezelenými“ rostlinnými zbytky. Dosavadní výsledky ověřování systému poukazují až na 70 % redukci spotřeby herbicidu na jednotku plochy.



Obr. 108: Cílená aplikace na rostliny plevelů a výdrolu postřikovače John Deere 612R (vlevo) a ukázka mapy (vpravo) dokládající zóny s aplikací herbicidu (foto Brant).



Obr. 109: Detail RGB kamery umístěné na rámu postřikovače pro detekci zelené barvy. RGB kamery jsou u tohoto postřikovače umístěny ve vzdálenosti 1 m od sebe po celé délce ramen (foto Brant).

9.3.7. Rizika spojená se zonálními aplikacemi

Precizní, cílené aplikace vyžadují vyšší úroveň technické kázně. Nelze opomenout vliv povětrnostních podmínek na kvalitu aplikace a nastavení sekční kontroly aplikační techniky, která je nezbytná pro přesné, cílené zasažení plevelné rostliny, ať už při aplikaci na základě online senzoru nebo předpisové mapy. Pěstitel musí posoudit také biologické chování plevelných

roślin a zohlednit například vliv etapovitého vzházení nebo ekonomické přínosy zonálních aplikací, kdy při nízkém nebo naopak vysokém výskytu plevelných rostlin nemusí dojít ekonomickému přínosu aplikace.

9.3.8. Odplevelení v průběhu vegetace

Nejběžnějším a u nás nejpoužívanějším způsobem odplevelení je herbicidní ochrana. Výběr herbicidů závisí na plevelném spektru daného stanoviště a riziku možné fyto toxicity použitých přípravků na rostliny sóji. Je třeba uvést, že značná část vhodných a účinných přípravků a jejich kombinací není v ČR do sóji registrována, a to jak z důvodu jejich složitých a drahých registrací, tak i vzhledem k její stále poměrně malé výměře. Dalším a možná ještě závažnějším problémem je, že řada povolených účinných herbicidních přípravků je bez adekvátní náhrady zakazována. I proto je do budoucna nutné se zamýšlet nad možnostmi mechanického odplevelení v průběhu vegetace, kterému musí odpovídat již způsob založení porostů na odpovídající rozteč řádků (viz. kapitola Technologické principy zakládání porostů sóji).

Klíčové ošetření proti plevelům v našich podmínkách u sóji spočívá v aplikaci preemergentních herbicidů. Zde je třeba mít na paměti citlivost sóji k herbicidům a dodržet aplikační okno dle etikety přípravků. Dalším problémem, který se poměrně často projevuje v posledních letech je efektivita preemergentních aplikací. Aplikace preemergentních herbicidů, tedy působících přes půdu předpokládá, že herbicidy budou pracovat s půdní vláhou. Častým problémem posledních let je však výrazné přísuškové období v době po setí sóji. Herbicidy tak mohou díky tomu mít sníženou účinnost. Při výběru herbicidu je nutné se řídit jednak plevelným spektrem a jednak platnou legislativou (registrace přípravku). Postemergentní aplikace herbicidů, která má spíše opravný charakter, je vhodná jen na určité spektrum plevelů. Jedná se obvykle o vzházející pozdně jarní plevelle. Termín aplikace většiny postemergentních herbicidů je obvykle ve fázi 1. – 3. trojlístku. Aplikační okno se musí částečně řídit také vyvojevou fází plevelů. Sója je poměrně citlivá na postemergentní aplikace herbicidů, a to včetně graminicidů. Citlivosti napomáhají chlupaté listy sóji. Z tohoto důvodu je vhodné postemergentní herbicidy aplikovat za podmračeného počasí, popřípadě chladnějšího počasí, nebo obecně mimo přímý sluneční svit.

Pokud je porost založen na rozteč řádků umožňující mechanickou kultivaci, je vhodné před zapojením porostu (těsně před květem) porost plečkovat. Pro mechanickou kultivaci sóji se obecně více hodí plečky meziřádků, prutové brány nejsou pro sóju příliš vhodné, neboť dochází k poškozování rostlin.

10. Sklizeň sóji

10.1. Sklizeň sóji na semeno

Dozrávající sója se na venek projevuje postupným hnědnutím listů a lusků s následným opadem listů. Opadem listů při dozrávání se projevuje drtivá většina u nás pěstovaných odrůd. Sója se do plné zralosti dostává, když lusky zhnědnou a semena v luscích jsou odrůdově typicky vybarvená. Semena v luscích se postupně uvolňují a sója díky tomu při poklepu na rostlinu a lusky chrastí. Naprostá většina odrůd sóji pěstovaná v našich podmínkách bezpečně dozrává i bez desikačního zásahu. Desikace sóji je navíc legislativně velmi problematická. V současné době ji lze provádět například postřikem hnojivem DAM 390 v koncentraci 50 % za použití smáčedla. Tuto aplikaci je však nutné provádět ideálně za teplého a slunečního počasí. Desikace DAMem nezhoršuje vitalitu osiva, což prokázaly pokusy Procházky (2015). Z hlediska využití přípravků na ochranu rostlin lze pro desikaci sóji legálně využít pouze totální herbicidy

na bázi přírodních látek, které jsou obvykle určeny pro ekologické zemědělství. Cena takového desikačního zásahu však obvykle přesahuje 7000,- Kč na hektar, což z desikace dělá ekonomicky neefektivní zásah. Navíc se u těchto desikačních zásahů může projevit zhoršení vitality sklizených semen v případě semenářských porostů.

Termín sklizně sóji v našich podmínkách ovlivňuje jednak průběh počasí a jednak výběr odrůdy. Pro sklizeň sóji na semeno jsou v našich podmínkách vhodné materiály skupiny ranosti „00“ a ranější. Naopak materiály „0“ a dále „I“ a výše jsou pro naše podmínky zcela nevhodné. Tyto odrůdy by šlo využít pouze na pícní využití (viz. kapitola Pícní využití sóji). Pro sóju je nevhodnější teplejší a poněkud sušší průběh počasí v době dozrávání, avšak ideální je takový průběh počasí až v září, neboť v druhé polovině srpna sója ještě odvádí produkty fotosyntézy do semen, což zvyšuje jak její kvalitu, tak výnos.

Jak již bylo řečeno v kapitole o stimulaci, jedním z důležitých parametrů výnosu, respektive sklizňových ztrát je výška apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy (obr. 110).



Obr. 110: Šipky znázorňující výšku apikálního konce nejspodnějšího lusku od povrchu půdy (foto Procházka P.).

Pro sklizeň sóji je tedy vhodné využívat přednostně sklízecí mlátičky s flexibilním žacím adaptérem, jako je například MacDon Flex draper, John Deer Flex draper, nebo Class Convio flex. Tyto flexibilní adaptéry (obr. 111) umožní při správném nastavení docílit velmi nízkého strniště a téměř naprostou eliminaci ztrát.



Obr. 111: Flexibilní adaptér MacDon Flex draper vhodný pro sklizeň sóji (foto Procházka P.).

Pokud má pěstitel možnost výběru typu pohonu sklízecí mlátičky, je vhodné flexibilní lištu kombinovat s pásovým pohonem předních kol. Pásy lépe kopírují terénní nerovnosti a vhodně doplňují kopírovací schopnosti flexibilní lišty (obr 112).



Obr. 112: Pásový pohon sklízecí mlátičky vhodný pro sklizeň sóji (foto Procházka P.).

Sója je vhodné sklízet při vlhkosti semen pod 13 %, aby nebylo nutné jí po sklizni dosoušet. Semenařské porosty je vhodné sklízet při vlhkostech 10 – 15%, aby při sklizni nedocházelo k poškození a pění semena. Pokud je nutné sklízet semenařských porostů dosoušet, měl by být použit co nejstudenější vzduch, neboť vyšší teploty sušení výrazně snižují vitalitu semen. Seřízení mlátičky a čistícího ústrojí se obvykle řídí typem sklízecí mlátičky. Obecně je vhodný spíše šetrnější, avšak stále efektivní průchod sklízecí mlátičkou, aby se semena kvalitně vymlátla a nedošlo k jejich mechanickému poškození příliš velkými nárazy (viz. kapitola Rizika při inokulaci osiva a manipulaci s ním). Pokud sklízecí mlátička umožňuje regulaci proudu materiálu za drtičem, je vhodné rozptýlit posklizňových zbytků regulovat tak, aby byl rozptýlen po celém záběru adaptéru, avšak nepřehazoval rozdrčené zbytky do nesklizené sóji. Při velmi zralém a suchém porostu by mohlo docházet k vylušťování lusků v ještě nesklizeném porostu, neboť posklizňové zbytky stonků jsou poměrně tvrdé a při rozptýlení za drtičem mají velkou energii.

10.2. Pícní využití sóji

Sója v ČR je bezpochyby primárně pěstována pro produkci semene, avšak může mít i určitý pícní potenciál. V některých zemích historicky převládalo její využití v podobě letní jednoleté pícniny. Sója se na píci v řadě zemí stále využívá, přičemž tento způsob využití se dále optimalizuje a může být velmi variabilní. Tradiční je monokulturní polní pěstování pícních či semenných odrůd v běžných srážkových podmínkách (Roggers a kol., 2017), ale jsou i studie v intenzivních závlahových systémech. Protože samotná sója nemá vysoké výnosy píce, je často ověřováno její využití ve směsných kulturách (intercropping), a to obvykle v kombinaci s výnosnými pícními druhy jako je kukuřice nebo čirok. Zařazení sóji v těchto systémech sice snižuje celkový výnos sušiny z hektaru, ale zvyšuje nutriční hodnotu samotné sóji i pěstované směsi (Soe Htet a kol., 2021). V určitých oblastech lze rovněž využívat systém dvou sklizní během roku (double-cropping), kde je pícní sója kombinována například s pšenicí (MacKown a kol., 2007). Možné jsou i přisevy do málo produktivních pastvin pro zlepšení výnosu i kvality pastevní píce (Ocumpaugh a kol., 1981). Pro podmínky ČR lze konstatovat, že sója může být obecně považována určitou pícní alternativou, a to především za podmínek, kdy je z nejrůz-

nějsích důvodů nedostatek píce jetele či vojtěšky. Díky středním výnosům sušiny (6 - 8 t/ha) a dobré nutriční hodnotě může být bezpochyby alternativním zdrojem kvalitní píce (Wiederholt a Albrecht, 2003), ale náklady na tunu sušiny jsou logicky vyšší než u víceletých pícnin, kde se porosty zakládají na více let a jejich průměrný roční výnos se pohybuje kolem 15 tun sušiny na hektar (Hakl a kol., 2019).

Výzkum pícního využití sóji se tradičně soustředil na volbu vhodné odrůdy z pohledu výnosů a kvality píce v návaznosti na regulaci zaplevelení (GMO odrůdy) či adaptaci na okrajové podmínky pěstování (chladné a vlhké oblasti, kyselé půdy). Na trh jsou uváděny odrůdy šlechtěné právě pro pícní využití, které se vyznačují výrazně delšími lodyhami a následně i vyšším podílem lodyh v biomase. Na začátku kvetení sice produkují průkazně více biomasy, ale s dozráváním semenných odrůd se celkový výnos biomasy vyrovnává. Jejich kvalitu však v pozdější fázi významně snižuje vyšší podíl lodyh u vyšších a celkově robustnějších rostlin, přičemž podíl listů je mezi skupinami odrůd podobný (Sheaffer a kol., 2001). Standardní semenné odrůdy jsou tedy výhodné i pro pícní využití, kde, podobně jako u kukuřice, kvalitu ovlivňuje především podíl semen v biomase. Pícní odrůdy tak sice mohou dosahovat o něco vyšších výnosů biomasy, ale na úkor jejich nižší nutriční kvality, a to především v důsledku sníženého podílu lusků a semen ve všech sledovaných fázích růstu (Roggers a kol., 2017). Efektivně se naopak ukazuje použití odrůd o něco pozdějších než pro sklizeň na semeno, kde odrůdy pozdější o 5 - 15 dnů mají vyšší výnos až o 1,5 tuny sušiny na hektar. Pokud je tedy předem plánováno pícní využití, je možné využívat o něco pozdější odrůdy (Wiederholt a Albrecht, 2003). Výkonnost sóji pro produkci píce je ovlivněna i výškou strniště při sklizni, která obvykle kolísá od 0,1 - 0,2 m. Výzkumy ukazují, že nižší strniště zvyšuje výnos píce, ale zároveň snižuje její nutriční hodnotu (Thompson a kol., 2023).

Z hlediska hustoty se pro pícní využití doporučují obdobné výsevky jako pro sklizeň semene, tj. cca 250 000 - 500 000 rostlin/ha. Výnos pícní biomasy je výsevem překvapivě ovlivněn relativně málo, neboť sója dosahuje značné produkční plasticity v poměrně širokém rozsahu výsevků. Větší výnosový vliv, než výsvek, má rozteč řádků, kde užší řádky (0,15 - 0,18 m) mohou poskytnout o 15 - 40 % vyšší výnos než široké řádky (0,76 m), ačkoliv tento jev nemusí být zcela konzistentní napříč různými podmínkami. Z hlediska kvality píce široké řádky bud významný vliv nevykazují (Sheaffer a kol., 2001), nebo mají tendenci kvalitu snižovat v důsledku robustnějších rostlin, což vede ke zvýšenému obsahu NDF a nižšímu obsahu NL (Seiter et al., 2004).

Sója lze sklízet ve formě siláže, ale i sušit pro produkci sena, a to zejména v teplých suchých oblastech. Pro sušení se doporučují ranější fáze kvetení, až formování lusků, kdy se získá píce s vyšším podílem listů a stravitelnější NDF a nehrozí ztráty semen (Thompson a kol., 2023). V této době však výnos dosahuje pouze přibližně 4 t sušiny/ha, což odpovídá přibližně jedné seči vojtěšky. Za sucha se pak doporučuje sklizeň po začátku formování semen, kdy se rozvine poslední list na vrcholu rostliny, ale v důsledku stresu suchem je již nepravděpodobné další zvyšování výnosu a kvality píce. Většinou se však sklizeň na píci doporučuje formou silážování ve fázi dozrávání semen, kdy by měl výnos sušiny dosahovat 7 - 8 t/ha, spodní listy začínají žloutnout, ale zůstávají na rostlině a semena již naplňují lusky, které zaujímají přes 40 - 50 % výnosu.

Kvalita píce z pohledu poměru vlákniny a hrubého proteinu je významně ovlivněna vegetační fází, která je v úzkém vztahu s poměry jednotlivých částí rostlin (stonky, listy, lusky). V počátečních fázích (kvetení, tvorba lusků) je v píci převaha listů a kvalitativně je biomasa na úrovni kvalitní vojtěšky ve fázi butonizace (20 % NL, 30 % ADF a 40 % NDF). Na počátku tvorby semen je již obsah NDF vyšší a NL nižší než u vojtěšky, neboť podíl lodyh se blíží 40 %, zatímco podíl lusků dosahuje pouze hodnot kolem 10 %. Při dozrávání semen se obsah NDF a hrubého proteinu opět dostává zhruba na úroveň velmi kvalitní vojtěšky, pokud podíl lusků v biomase překročí 50 % (Hintz a Albrecht, 1994). Tato píce však obsahuje vyšší množství oleje, který je na jednu stranu zdrojem energie, ale jeho vyšší množství v krmné dávce snižuje příjem píce a stravitelnost vlákniny, což může limitovat zařazení tohoto krmiva do krmné dávky tam, kde se

produkuje toto krmivo ve velkých objemech (což však není případ ČR). Maximální podíl v krmné dávce by neměl překročit 50 %, pro dojnice se doporučuje podíl do 15 – 20 % (Wiederholt a Albrecht, 2003).

Celkově lze shrnout, že v podmínkách ČR je sója při monokulturním pěstování primárně předurčena k produkci semene, neboť pro uvažovanou produkci bílkovinné píče náklady na založení a vedení porostu ve vztahu k celkovému výnosu této jednoleté plodiny převyšují nákladovost u obvyklých víceletých pícnin, jako je vojtěška či jetel. Systém dvou sklizní z důvodu kratší vegetace v ČR rovněž neskýtá širší potenciál. Pícní využití tak připadá v úvahu spíše jen při nedostatku jiné bílkovinné píče, nebo v systémech směsných kultur, kde může být nižší výnos sóji kompenzován doprovodnou plodinou. Pro zemědělce je však přínosné znát její možnosti i limity pro tento způsob využití a v případě potřeby efektivně využít její pícní potenciál.

11. Seznam literatury:

- Allmendinger A, Spaeth M, Saile M, Peteinatos GG, Gerhards R. (2022). Precision Chemical Weed Management Strategies: A Review and a Design of a New CNN-Based Modular Spot Sprayer. *Agronomy*. ; 12(7):1620. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071620>.
- Brant, V., Kroulík, M., Záborský, P., Škeříková, M., Kunte, J., Lukáš, J., 2017a: Vliv pěstební technologie na růstové parametry rostlin hrachu (*Pisum sativum L.*). In: Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. – sborník z mezinárodní konference, 22. – 23. listopadu 2017. Brno. Vědecká příloha časopisu Úroda číslo 12.
- Brant, V., Kroulík, M., Lukáš, J. 2017b: Možnosti monitoringu stavu porostů. *Zemědělec*. 37, 24 – 26.
- Bryant, C.J., Krutz, L.J., Reynolds, D.B., Locke, M.A., Golden, B.R., Irby, T., Steinriede, R.W., Spencer, G.D., Mills, B.E., Wood, C.W. (2020): Conservation production systems in the mid-southern USA: III. Zone tillage for furrow-irrigated soybean. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 6 (1): e20057.
- Estler, M.C, Knittel, H. (1996): *Praktische Bodenbearbeitung*. Frankfurt (Main). DLG-Verlag.
- Goli, Amin & Khazaei, Javad & Taheri, M & Khojamli, Abdoljalal & Sedaghat, A. (2016). Effect of Mechanical Damage on Soybean Germination. *International Academic Journal of Science and Engineering*. 3. 48-58.
- Gomes, A.D., Albrecht, L.P., Albrecht, A.P., Silva, A.F.M., Krenchinski, F.H., Rodrigues, D.M., Cesco, V.J.S., Mundt, T.T. (2022): Cover crops at soybean agronomic performance in the western region of Parana state, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 17 (1): 1981-1160.
- Haki J., Mofidian S.M.A., Kozová, Z., Fuksa P., Šantrůček J. (2019): Estimation of lucerne yield stability for enabling effective cultivar selection under rainfed conditions. *Grass and Forage Science*, 74: 687 – 695.
- Hintz R.W., Albrecht K.A (1994): Dry Matter Partitioning and Forage Nutritive Value of Soybean Plant Components. *Agronomy Journal*, 86: 59-62.
- Houba M. (2019). Pěstování luskovin (2): Sója – *Glycine*. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-2-soja-glycine> (accessed October 2022).
- Lazarová, E., Šmardová, M., Klimešová, J., Středa, T. (2019) Vitalita semen – potenciál pro rychlé a uniformní vzejití a vývoj rostlin. In: *Osivo a sadba*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 50–54. ISBN 978-80-213-2922-5.
- Mackown C.T., Heitholt J.J., Rao S.C. (2007): Agronomic feasibility of a continuous double crop of winter wheat and soybean forage in the southern Great Plains. *Crop Science*, 47: 1652-1660.
- Ocumpaugh W.R. (1981). Sod-seeded soybeans for forage. *Agronomy Journal*, 73: 571–574.
- Pazdruš K. (2019) Testování vitality osiv jako řešení zlepšení odolnosti porostů vůči suchu. In: *Osivo a sadba*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019, s. 19–23. ISBN 978-80-213-2922-5.
- Picket, L.K., (1973). Mechanical damage and processing losses during navy bean harvesting. *Transactions of the ASAE* 16, 1047–1050.
- Procházka, A., Brant, V., Procházka, P., Kroulík, M. (2022): Vliv přivalení porostů po zasetí na vzházivost sóji. *Úroda*, 70(1): 39-42.
- Procházka P. (2015): Možnosti zvýšení kvality osiva sóji, Dizertační práce, ČZU Praze.
- Procházka, P., Brant, V., Kroulík, M., Netrval, P., Záborský P., Zavřelová, P., Skalický, V. (2021): Zonální aplikace bakterií a živin při výsevu sóji. *Agromanuál*, 16: 94-95.
- Rogers J., Florez-Palacios L., Chen P., Orazaly M., Jauregui L.M., Zeng A., Wu C. (2017): Evaluation of diverse soybean germplasm for forage yield and quality attributes. *Crop Science*, 57: 1020-1026.

- Seiter S., Altemose C.E., Davis M.H. (2004): Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agronomy Journal*, 96: 966–970.
- Shanmugam, S., Assunção, E., Mesquita, R., Veiros, A., & D. Gaspar, P. (2020). Automated Weed Detection Systems: A Review. *KnE Engineering*, 5(6), 271–284. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i6.7046>.
- Sharma, Sushma., (2018). Seed Vigour Testing: Principles and Methods. *Agrobios Newsletter: Practical Gardening [online].*, 2(17), 80-82 [cit. 2019-04-11]. ISSN 972-7027X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/326255175_Seed_Vigour_Testing_Principles_and_Methods
- Sheaffer C.C., Orf J.H, Devine T.E., Jewett J.G. (2001): Yield and Quality of Forage Soybean. *Agronomy Journal*, 93: 99-106.
- Shreekant R Parde, Rameshwar T Kausal, Digvir S Jayas, Noel D.G White, (2002), Mechanical damage to soybean seed during processing, *Journal of Stored Products Research*, Volume 38, Issue 4, Pages 385-394, ISSN 0022-474X, [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00040-6](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00040-6).
- Shrivastava, P.K., Ojha, T.P., (1986). Features of material handling in case of soybean. *Proceedings of the National Seminar on Soybean Processing and Utilization in India*. CIAE. Bhopal, MP, November 22–23, 1986.
- Soe Htet M.N., Hai J.B., Bo P.T., Gong X.W., Liu C.J., Dang K., Tian L.X., Soomro R.N., Aung K.L., Feng B.L. (2021): Evaluation of Nutritive Values through Comparison of Forage Yield and Silage Quality of Mono-Cropped and Intercropped Maize-Soybean Harvested at Two Maturity Stages. *Agriculture*, 11: 452.
- Štranc J., Štranc P. a D. Štranc. (2005). Hlavní zásady hnojení sóji dusíkem. In: *Perspektivy sóji v ČR [online]*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/76/154387/16_Stranc_HLAVNI_ZASADY_HNOJENI_SOJI_DUSIKEM.pdf
- Thompson S.J., Koebernick J., Silva L.S., Mullenix M.K., Heaton C., Carrell R.C., Dillard S.L. (2023): Forage Mass and Nutritive Value of Grain-and Forage-Type Soybean Cultivars Managed under Different Row Spacings and Clipping Heights. *Agronomy*, 13: 487.
- Trnka M, Balek J, Brázdil R, Dubrovský M, Eitzinger J, Hlavinka P, et al. (2021). Observed changes in the agroclimatic zones in the Czech Republic between 1961 and 2019. *Plant Soil Environ.* ;67(3):154-163. doi: 10.17221/327/2020-PSE.
- ÚKZUZ. Metodika zkoušení osiva a sadby. Praha: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, odbor osiva a sadby, 2017.
- Wiederholt R., Albrecht K. (2003): Using soybean as forage. *Focus on Forage*, 5: 1 – 2.
- Wein, H.C., Kueneman, E.A., (1981). Soybean seed deterioration in the tropics II. Varietal differences and techniques for screening. *Field Crop Research* 4, 123–132.
- Zahran, Hamdi hussein. (1999). Rhizobium-Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate. *Microbiology [online]*. , 63(4), 968-989 [cit. 2019-04-11]. ISSN 10922172.

SÓJA LUŠTINATÁ

Pavel Procházka, Václav Brant, Josef Holec,
Antonín Procházka, Josef Hakl, Josef Chára,
Vojtěch Švarc, Milan Kroulík, Alexandr Jenček,
Jindřich Šmöger, Pavel Netrval, Pavel Dvořák



Autorský kolektiv:
Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

Spoluautoři:

Doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. Pavel Dvořák
Kverneland group Czech s.r.o

Prof. Ing. Josef Hakl, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Josef Holec, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. Josef Chára
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Alexandr Jenček
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D.,
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU

Ing. Pavel Netrval
Lukrena a.s.

Ing. Antonín Procházka
Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního
zemědělství při ČZU

Jindřich Šmöger
Statek Bureš s.r.o.

Vojtěch Švarc
Farma Chmel s.r.o.



ISBN - 978-80-88351-27-6

VYDALA:

Agrární komora České republiky

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

www.akcr.cz, www.eagri.cz