

Ztech - Ověřená technologie

TH03030051-V003

Agrotechnologický postup s použitím tříložkového biopelletizovaného osiva pro hrách setý

Výstup z projektu TH03030051: Vývoj biopelletizace osiv mikrořasami a symbiotickými organismy – aplikace pro zemědělství (2018–2021).

Technická dokumentace výsledku

(Popis ověřené technologie)

Smluvní strany

AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o.

se sídlem Zemědělská 2520/16, 78701 Šumperk

25%

EcoFuel Laboratories, s.r.o.

se sídlem Ocelářská 9/392, 190 00 Praha-9

25%

FARMA ŽIRO, s.r.o.

se sídlem Pražská 40, 25 081 Nehvizdy

25%

Symbiom, s.r.o.

se sídlem Sázava 170, 56 301 Sázava

25%

Vypracoval:

AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o.

Ing. Iva Smýkalová, Ph.D.

Ing. Marek Seidenglanz, Ph.D.

Mgr. Eliška Ondráčková

EcoFuel Laboratories, s.r.o.

Ing. Olga Kronusová

RNDr. Blanka Vlasáková, Ph.D.

Symbiom, s.r.o.

Mgr. Aleš Látr, Ph.D.

FARMA ŽIRO, s.r.o.

Ing. Petra Zavřelová

Zdůvodnění použití biopeletek

Biopelletizace je jedním ze způsobů úpravy osiva před setím v zemědělské praxi ([http://www.klee-agro.cz/nabidka osiva krmiva semen.html](http://www.klee-agro.cz/nabidka_osiva_krmiva_semen.html)). V tomto případě jde o biologickou úpravu osiva **s použitím tří biotických složek** (bakterie, houby a řasy) námi vyvinutou metodou (Gfunk v roce 2019) v projektu TH03030051-V003 (2017-2021). Třísložkové biopelety nebyly dosud na trhu použity a není známo jejich využití v praxi. **Součástí technické dokumentace je doporučení zařazení biopelletizovaného osiva hrachu** do pěstební technologie hrachu. V doporučení jsou definovány podmínky, při kterých je biopelletizované osivo hrachu vhodné využít pro založení porostů. Jde zejména o výsev, obsah živin v půdě a způsob pěstování. Doporučení je podloženo poloprovozními pokusy (viz Protokol ověření) a doloženo příloženými Smlouvami s pěstitelskými subjekty, farmáři. Vyšetřím biopelletizované osivo se do půdního prostředí vnáší organismy, které svou přítomností obohacují půdní biotu a zasahují též do složitých vztahů mezi půdními organismy. Cílem je navodit podmínky pro optimální růst a vývoj kořenového systému hrachu a ulehčit infekci kořenů hrachu vnášenými symbiotickými bakteriemi rodu *Rhizobium*. Tím, že se do půdního prostředí vnáší organismy půdní prostředí obohacující (nárůst půdní diverzity) a příznivě upravující prostředí pro vývoj rostlin, je možné biopelletizaci osiva hrachu vnímat též, co se příznivých přínosů týče, šířeji a dlouhodoběji. Tedy jako opatření přinášející pozitivní dopad nejen pro hrách (popř. jeho směsku s dalšími plodinami) prostřednictvím jehož osiva se organismy do půdního prostředí vnáší, ale též pro další plodiny zastoupené v osevním postupu na dané lokalitě. Hodnocení vlivu biopelletizace na růst a vývoj hrachového porostu shrnuté v příloženém protokolu ověření bylo zaměřeno nejen na nadzemní části a výnosotvorné prvky (HTS a výnos). Důležitou součástí byla též analýza kořenové soustavy. Výsledky těchto hodnocení jsou využity jako odůvodnění pro zařazování biopelletizovaného osiva do pěstebních technologií hrachu, respektive prostřednictvím hrachu do osevních sledů obecně.

Dle nového nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1107/2009 je možné využívat přípravky na ochranu rostlin i na bázi bioagens, výrobky obsahující živé organismy. Do této kategorie spadá i použití biopelletizovaného osiva. Nejedná se o biosivo, biopelletizované osivo může být využito i v pěstebních technologiích na principu integrované ochrany rostlin (použití pesticidů není vyloučeno), je však důležité dodržovat správnou pěstitelskou praxi. Úprava osiva formou biopelletizace a využití takového osiva pro založení porostu může za určitých podmínek vytvořit předpoklady pro snížení spotřeby syntetických pesticidů a průmyslových hnojiv s pozitivním dopadem ve smyslu snížení rizik pro životní prostředí.

Předpokladem je, že prostřednictvím biopelletizovaného osiva se do půdy dostávají organismy, které prostředí kolem klíčící rostliny upravují tak, že se v jejich okolí udržuje vlhkost potřebná pro klíčení, a tím dochází k vyrovnanému a lepšímu vzcházení i za sucha (zvyšuje se tolerance k suchu). Vnášené organismy po úspěšné kolonizaci půdního prostředí zvyšují schopnost půdy potlačovat původce krčkových a kořenových chorob a v důsledku toho působí jako tlumící faktor pro předcházení výnosových propadů a jejich vysoké variability, což je u hrachu velký problém. Pro intenzivní pěstitelské technologie charakteristické vysokou závislostí na agrotechnologických vstupech a ekonomické udržitelnosti je důležité využívat i alternativní postupy, které nahradí zákazy pesticidních účinných látek a rostoucí ceny průmyslových hnojiv. Za této situace je důležité využívat všechny prostředky, které vedou k nárůstu úrovně tolerance / rezistence porostů k různým (a)biotickým stresovým faktorům formou podpory /

indukce obranných mechanismů rostlin. Tedy obranných mechanismů, které jsou pěstovaným rostlinám vlastní. K tomuto účelu může používání biopelletizovaného osiva dobře sloužit, neboť vytváří podmínky, za kterých porost stresovým faktorům lépe odolává. Složení biopelletek je navrženo tak, aby se na osivu hrachu do půdy vnášené tři skupiny organismů funkčně doplňovaly a ovlivňovaly navzájem (princip *niche partitioning*), přičemž tyto interakce nabývají poněkud jiné formy v různých typech půdního prostředí. N-fixující bakterie a fosfor zpřístupňující AMF (arbuskulární mykorhizní houby) pro rostliny mohou být podpořeny ve svém růstu řasovou složkou v biopelletkách (TH03030051-V002 Gfunk 2020).

Technická dokumentace

Zařazení třísložkových biopelletek do agrotechnologie u hrachu setého

V osevním sledu se zařazují luskoviny mezi dvě obilniny. Snahou je též více prosazovat diversifikovanější porosty např. luskovino-obilné směsky na zrno. Tímto způsobem lze zvýšit zastoupení luskovin na orné půdě bez pro zemědělce nepřijatelného snížení ploch ekonomicky nosných plodin. U hrachu se doporučuje zařazení po 4 letech z důvodu předcházení problémů působených houbovými chorobami (zejména původci kořenových a krčkových chorob) a dalšími škodlivými organismy (ze škůdců např. zrnokaz hrachový). Nutná je též volba vhodného pozemku nezapleveleného vytrvalými plevely (zejména pcháčem a pýrem), neboť hrách vykazuje nízkou konkurenční schopnost proti plevelům (založení porostu formou směsky s ječmenem jarním zvyšuje schopnost konkurovat plevelům).

V současných pěstebních technologiích hrachu je použití bioagens uplatňováno pouze ve formě aplikace N-fixujících bakterií na osivo. Dle Metodiky pěstování hrachu (2007) inokulace osiva přináší efekt pouze při setí na pozemku, kde nebyl hrách dlouho pěstován. V Agromanuálu ze dne 14.2.2017 (Ing. Luděk Novotný) je uvedeno, že inokulace osiva hlízkovými bakteriemi je ekonomicky vždy přínosná. V osevních postupech jsou luskoviny zařazovány zřídka, a tak chybí v půdě přirozený výskyt hlízkových bakterií. Dle jiného zdroje: zhutněná půda, nedostatek vláhy nebo její přebytek vede k nedostatečnému vývinu hlízek a nízkému nasazení lusků. Pro rozvoj hlízkových bakterií je vhodná půda s mírně kyselým pH (6,5) a s dobrou půdní zásobou Ca a P. Pro rozvoj je nutné vybrat nezhutněné pozemky s dobrou strukturou. Vyšší hladina dusíku v půdě snižuje tvorbu a aktivitu hlízek, snižuje se N-fixace ze vzduchu (optimální pH půdy pro činnost symbiotických bakterií je 6,2-7,0). Startovací dávku N nepoužíváme, vodítkem je agrochemický rozbor půdy. Při nižším pH než 6,2 vápníme. Převlácení porostu lehkými branami 5 – 8 týdnů po zasetí je vhodné pro rozrušení půdního škraloupu a zlepšení přístupu vzduchu do půdy, což je důležité pro rozvoj hlízkových bakterií.

Biopelletizace osiva se provádí 1 – 2 měsíce před setím (prototypy zařízení pro biopelletizaci jsou k dispozici na dvou pracovištích: Symbiom, s.r.o. a AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o.; nejedná se o klasické mořičky). Nedoporučuje se delší předstih, protože po dvou měsících dochází k poklesu životaschopnosti buněk rhizobií (nejcitlivější složka). Biopelletizované osivo lze skladovat na suchém místě v běžných skladovacích prostorách určených pro osivo. Součástí biopelletizační směsi jsou bioagens ve vazbě na pevný nosič zeolit, u kterého byl prokázán nejmenší pokles životaschopnosti buněk rhizobií.

V zemědělské praxi lze doporučit biopelletizaci u moderních odrůd semileafless – úponkové typy jako jsou odrůdy, Eso, Aspen nebo Lump. Jedná se o odrůdy středně velkého vzrůstu (0,8

– 1 m). Pro biopeletizaci je nutné použít vždy kvalitní certifikované osivo s deklarovanou čistotou a klíčivostí.

Podmínky při setí a vzcházení

Dle Metodiky pěstování hrachu (2007) je doporučován výsevek 90-100 klíčivých semen na 1 m², do hloubky 60 mm. Další parametry důležité pro stanovení výsevku jsou závislé na odrůdě a kolísají. U HTS se pohybují v rozmezí 200 – 320 g a u klíčivosti osiva v rozmezí 75 – 100 %. U úponkových typů se doporučuje zvýšit výsevek o 10 %. Vzcházivost lze podpořit mořením osiv. Osivo hrachu horší kvality, tj. s vyšším podílem napadených semen strupovitostí 7–15 %, musí být dle vyhlášky č. 129/2012 Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu účinně namořeno. Registrované fungicidní mořidlo je Maxim XL 035 FS, které obsahuje dvě účinné látky, metalaxyl-M a fludioxonil.

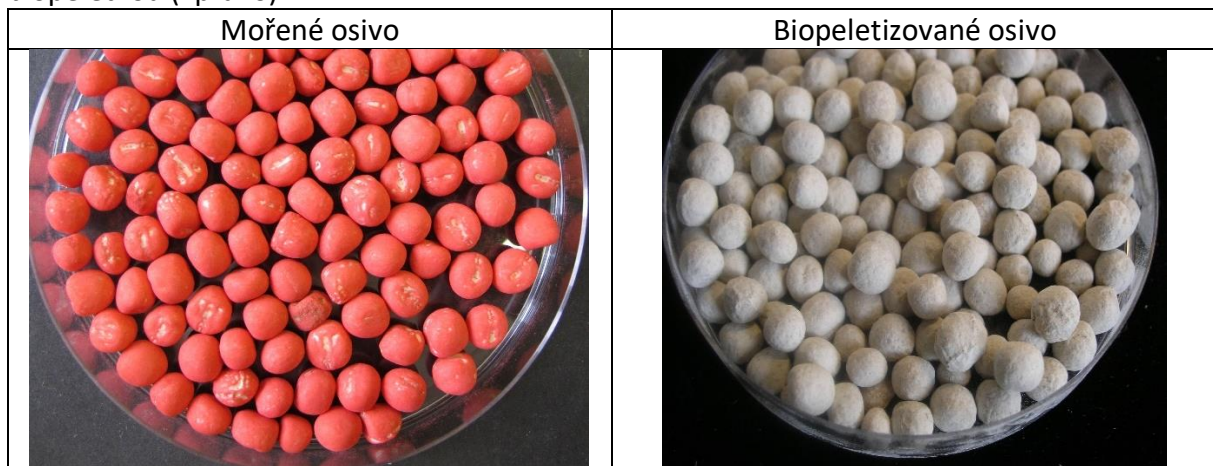
V případě rozhodnutí se využít biopeletizovaného osiva (**Obrázek 1**) se nedoporučuje kombinovat fungicidní moření (Maxim XL 025FS) s tímto ošetřením. Biologické složky v biopeletkách sice nevykazují fungicidní aktivitu, nicméně přispívají k lepšímu zdravotnímu stavu a celkovému rozvoji kořenového systému (včetně úrovně jeho nodulace) a tím k celkově lepšímu stavu porostu. Výsledky hodnocení chorob ve velkoparcelních pokusech 2021 neprokázaly statisticky průkazné rozdíly v napadení hrachu kořenovými a krčkovými chorobami a strupovitostí u porostů pocházejících z osiva hrachu namořeného fungicidním přípravkem Maxim XL 035 FS a porostů založených vysetím biopeletizovaného osiva. Z výsledků ale také vyplývá, že ekosystémový přínos do půdy vnášených organismů prostřednictvím biopeletizovaného osiva hrachu je výhodnější ve více diverzifikovaném porostu (luskovino-obilné směsky).

Biopeletizací se hmotnost semen se zvýší. U hrachu při průměrném výsevku 270 - 290 kg/ha se zvýší hmotnost na 277 kg – 298 kg/ha.

Když místo moření použijeme biopeletky, pak doporučujeme:

zvýšit výsevek o 2,5-3 %
(zvýšení hmotnosti osiva vlivem obalu biopeletky)







Obrázek 1. Osivo hrachu – mořené fungicidem Maxim XL 035FS (vlevo) a obalené tříslložkovou biopelletkou (vpravo).



V polních podmínkách biopelletky lze vyset na různých lokalitách nejlépe ve středně těžkých nezhutněných půdách, kde účelnost biopelletek záleží především na známých faktorech jako jsou obsahy vybraných půdních prvků, předplodina, odrůda nebo stupeň rozvoje půdních organismů, především N – fixujících bakterií a mykorhizních hub. Tyto faktory významně ovlivňují funkčnost biopelletek. Použití biopelletek je vhodné do ekologických i konvenčních systémů pěstování, i těch, kde půjde o zúrodnovací potenciál půdy při pěstování hrachu s využitím biopelletizovaného osiva.

Základní podmínkou pro pěstování hrachu s využitím biopelletek je především dostatečně hluboko zpracovaná nezhutněná půda před setím a nezaplevelený pozemek. Důležité je dostatečné zapravení biopelletek do půdy, ačkoliv u mělce vysetých porostů může docházet k omezení zasychání klíčících rostlin upravených biopelletkou v podmínkách suchého jara (**Obrázek 2**). V podmínkách příliš mokrého jara při klíčení chybí vzduch a podporuje se rozvoj půdních anaerobních patogenů (hrách je citlivý na komplex kořenových chorob, viz níže). Rozvoj patogenních hub na kořenech způsobuje inhibici rozvoje a poškození hlízek. Moření a biopelletizace přispívají k podpoře zdravotního stavu kořenů v porovnání s neošetřeným osivem. Na pozemcích, kde je vyšší infekční tlak, biopelletizované osivo může nahradit chemické moření (stanoveno pro odrůdu Eso). Tato skutečnost může být odrůdově specifická.

Obrázek 2. Způsob výsevu a vliv půdních podmínek na vzházení rostlin hrachu – porovnání biopelletizovaného osiva a osiva bez předseťových úprav.

nesprávné zapravení biopelletek	výsev biopelletek běžným secím strojem
	
omezená vzházivost v podmínkách suchého jara - osivo bez ošetření	nerovnoměrné vzházení - osivo bez ošetření
	
málo provzdušněné, slévací půda - rozvoj chorob kořenového krčku - biopelletky	rovnoměrné vzházení – velká hustota vzházejících rostlin – biopelletky
	

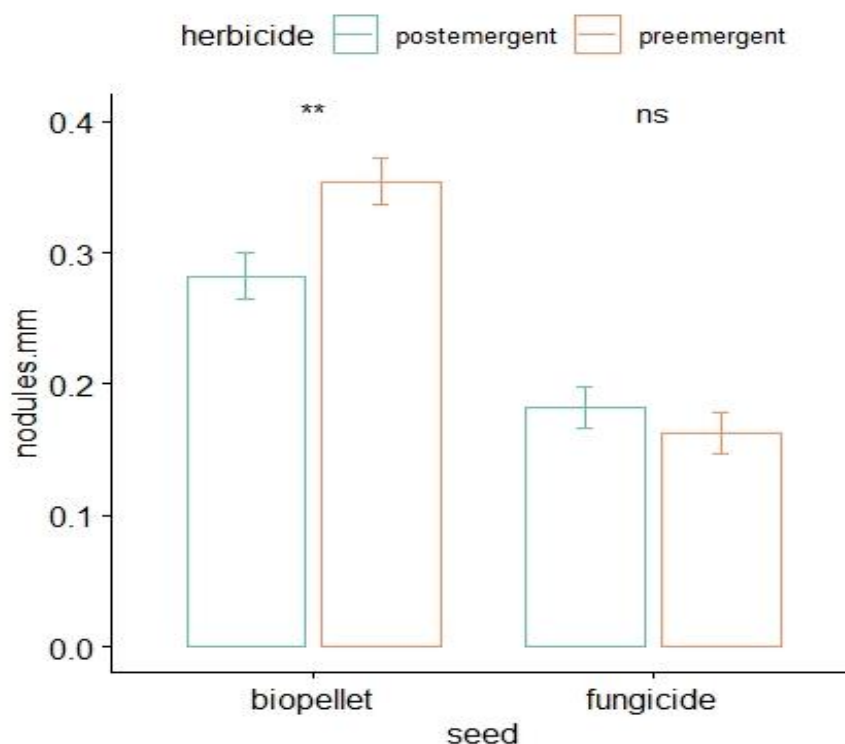
Mělké zapravení osiva do půdy vede často u pozdě vysetých porostů k nerovnoměrnému vzházení a zasychání klíčnic rostlin neupravených biopelletkou, zejména v případě suchého jara. Důležitý je dostatečně hluboký výsev, kdy biopelletky přispívají i v případě suchého jara

k udržení klíčivosti semen. V zamokřené půdě dochází k rozvoji půdních patogenů (studené a mokré jaro), které negativně ovlivňují rozvoj vnášených organismů a vitalitu rostlin. Dobrá vzcházivost biopelletek je v podmínkách středně suchého a teplého jara.





V maloparcelkových pokusech biopelletizace podpořila **vzcházivost rostlin**, v poloprovozních podmínkách byla zjištěna **menší vzcházivost rostlin z biopelletek v závislosti na půdních podmínkách**. V případě biopelletizace se doporučuje zvýšit výsevek o 3 %, pokud chceme dosáhnout dostatečné hustoty porostu (80-100 rostlin na 1 m²). Funkčnost biopelletek je kromě půdních podmínek dána postemergentní aplikací herbicidního postřiku na porost hrachu nebo stupněm zaplevelenosti pozemku v případě ekologické lokality (**Obrázek 3.**). U konvenčních systémů lze použít k omezení zaplevelenosti systému i postemergentní aplikaci herbicidů. Naopak porost může být poškozen vyšší dávkou herbicidů nebo ve vyšším stádiu rozvoje vytrvalých plevelů, kdy postřik není již funkční. V ekologickém režimu lze uplatnit pouze včasné mechanické omezení plevelů (vláčení lehkými branami), které má význam pro udržení konkurenční schopnosti rostlin hrachu zejména při výskytu pcháčů a merlíků. Pozemkům zapleveleným je lépe se vyhnout i přesto, že biopelletizace pozitivně ovlivňuje růst rostlin hrachu. Konkurenceschopnost rostlin hrachu (sledování v Terezíně) pocházejících z biopelletizovaného osiva může udržet stupeň zaplevelenosti na nižší úrovni, zejména při využití včasné postemergentní aplikace herbicidů. Při emergentní aplikaci byla u biopelletek sledována nejvyšší úroveň nodulace na kořenech.

Regulace výskytu plevelů u agrotechnologie zahrnující využití biopelletizovaného osiva je tedy možné i s aplikací herbicidů (**Graf 1**).

Graf 1. Porovnání vlivu druhu herbicidního ošetření na počet hlízek na primárním kořenu rostlin hrachu (stanoveno jako nasazení hlízek na jednotce délky kořene). Porovnání biopelletizovaného a mořeného osiva ve dvou režimech preemergentní (pendimethalin) a postemergentní (bentazone) aplikace herbicidů.



Obrázek 3. Vliv půdních podmínek na stav porostu - hustota a mezerovitost; poškození porostu postemergentní aplikací herbicidního postřiku (bez biopelletizace, Mohelnice – Podolí, 2021). Zaplevelenost pozemku na ekologické lokalitě (Postřelmov, 2021).

<p>málo provzdušněné, slévací půda - mezerovitost - osivo bez ošetření, biopelletky</p>	<p>středně suché a teplé jaro - rovnoměrné vzcházení, velká hustota vzcházejících rostlin – osivo bez ošetření, biopelletky</p>
	
<p>postemergentní herbicidní postřik, poškození rostlin - osivo bez ošetření</p>	<p>vysoká zaplevelenost pozemku na ekologické lokalitě – biopelletky, osivo bez ošetření</p>
	

Rozvoj vnášených bioagens, biologicky aktivní povrch semen, hodnocení kořenové soustavy

Biopelletky podporují rozvoj prospěšných půdních organismů kolonizujících kořeny hrachu jako jsou N – fixující bakterie (větší skupina mikroorganismů) a AMF, za určitých podmínek. Pro rozvoj vnášených organismů považujeme především vhodné teplotní a vlhkostní podmínky při klíčení a vzcházení semen. Přítomnost sušiny vybraného kmene řasy může podpořit symbiózu bakterií s kořeny hrachu, která se projevuje vyšší úrovní nodulace a následnou

kolonizací těchto bakterií v půdě. Vnesení AMF na osivu podpořilo kolonizaci kořenů a rozvoj dalších mykorrhizních hub pro následující plodiny. Nevhodně zvolená předplodina, sója (Medlov Králová, 2021) nebo jetelotravní směs, (Postřelmov – 2021) mohou vést k omezení potřeby rozvoje vnášených nebo v půdě přítomných prospěšných organismů. Při vysoké půdní zásobě P není podpořena kolonizace kořenů AMF (ekologická lokalita, Postřelmov – 2021).

Předpokladem využití biopelletizovaného osiva je pozitivní vliv bioagens na úrodnost půdy pro následující plodinu zejména zvýšením diverzity mikrobiomu, nejen o vnášené organismy (rhizobia a AMF). Vlivem biopelletizace je podpořena nodulace na primárním kořenu a zvýšena kolonizace kořenů AMF zejména v konvenčním systému pěstování (**Tabulka 3**). Významně vyšší počet bakteriálních buněk, porovnatelné zastoupení živých buněk a mírné zeslabení počtu N-fixujících bakterií dokazuje poměrně vyrovnaný průběh obnovy živých buněk před a po vegetaci (**Tabulka 4**).

Hodnocení zdravotního stavu rostlin ovlivněných biopelletizací osiva

Zdravotní stav produkovaných semen je možné ovlivnit již výběrem odrůdy před setím. Jednotlivé běžně dostupné odrůdy (katalog doporučených odrůd) a následně tedy i z jejich osiva vzešlé porosty se značně liší svou mírou atraktivity a tolerance k důležitým hmyzím škůdcům (listopasi, kyjatka hrachová, zrnokaz hrachový, obaleč hrachový, třásněnky) a též mírou citlivosti / rezistence k houbovým chorobám. Pro nízkonákladové způsoby pěstování charakteristické nižší spotřebou pesticidů a umělých hnojiv a spojené s využitím různých alternativ, jako je např. biopelletizace, je z pohledu ekonomické udržitelnosti nutné volit odrůdy s obecně vyšší a širokou tolerancí k biotickým a abiotickým stresům. Právě takové odrůdy jsou vhodné pro biopelletizaci.

Rozvoj houbových patogenů v porostech je závislý na průběhu počasí, především to ovlivňují teplotní a vlhkostní parametry. Rostliny hrachu jsou často postiženy komplexem kořenových a krčkových chorob, jejichž původci jsou fytopatogenní houby přežívající v půdě (*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces euteiches*, *Pythium spp.*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*, *Thielaviopsis basicola*). Další důležitou chorobou s projevem na luscích a semenech, která se též napadeným osivem přenáší, je antraknóza (nebo také hnědá strupovitost hrachu), kterou způsobují nejčastěji *Mycosphaerella pinodes* a *Ascochyta pisi*. U monokultury hrachu jsou obvykle projevy choroby silnější v porovnání s napadením hrachu v luskovinoobilné směsce.

Pro omezení kořenových chorob je jeden z možných a do jisté míry velmi účinných postupů moření osiva registrovaným fungicidním přípravkem Maxim XL 035FS (metalaxyl-M a fludioxonil). Rozdíly v napadení porostů pocházejících z biopelletizovaného osiva v porovnání s porosty založenými z fungicidně namořeného osiva nejsou statisticky významné z hlediska napadení chorobami včetně dopadů na výnos. **Alternativní způsob k moření je biopelletizace. Pozitivní vliv biopelletizace osiva se významněji projevuje v diverzifikovanějších porostech.** Platí to také o výskytu a rozšíření viróz, jejichž původci, nejčastěji viry PEMV a PSbMV, jsou přenášeny mšicí kyjatkou hrachovou (*Acyrtosiphon pisum*) nebo osivem (pouze PSbMV). V případě sledování možného vlivu biopelletizace na tlumení projevů viróz (**Obrázek 4**) jde tedy primárně o vliv na disperzi a výskyt hlavního vektora PEMV / PSbMV, mšici kyjátku hrachovou. **Samotná biopelletizace není nástrojem pro snížení výskytu škůdců**, ačkoliv byl zaznamenán v podmínkách vysokého infekčního tlaku (2019, provokační pole) nižší podíl poškozených

semen housenkami obaleče hrachového u odrůdy Eso. U dalšího škůdce semen, zrnokaza hrachového, se však nic podobného neprojevovalo. Ztráta asimilační plochy u malých rostlin hrachu působená žírem dospělců listopasů rodu *Sitona* spp. (**Obrázek 4**) se většinou obejde bez dopadů na výnos.

Obrázek 4. Ztráta asimilační plochy u malých rostlin hrachu působená žírem dospělců listopasů rodu *Sitona* spp.. Viry původem z osiva nebo ve vegetačním období přenášené kyjatkou hrachovou snižují výnosy.



Výnosotvorné prvky a výnos

Vliv biopelletizace osiva na kořenovou biomasu a biomasu nadzemních částí je spojen s půdními podmínkami, včetně rozvoje vnášených organismů. U porostů pocházejících z výsevu biopelletizovaného osiva lze předpokládat zvýšení biomasy (2020, Podolí - Vyšehorky) a nárůst výšky porostu, což se pozitivně odráží v nárůstu úrovně významného výnosotvorného prvku: počet pater s lusky (2020, Podolí – Vyšehorky, všechny lokality 2021). Synergický vztah lze předpokládat i mezi nasazením hlízek a počtem semen v lusku. V případě použití biopelletek došlo u všech lokalit (2021) ke zvýšení hmotnosti semen. Tyto pozitivní účinky biopelletizace na výnosové prvky jsou předpokladem zvýšení výnosů a vyšší kvality semen.

Definování podmínek, za kterých je možné uplatnit použití biopeletek v zemědělské praxi – doporučení pro pěstitele hrachu (luskovin), kdy je vhodné použít.

Účinnost biopeletek je významně ovlivněna ročníkem. Studené a mokré jaro (2020) může snížit účinnost biopeletek.

Kdy je doporučeno použití biopeletek

Jako náhrada za mořené osivo zejména při snížené zásobě zejména P a Ca v půdě s kyselou pH reakcí (pH 5,7 – 5,8), kde nebyla luskovina, například po řepce olejce (Mohelnice – Vyšehorky, 2020) nebo po kukuřici (Mohelnice – Podolí, 2021). Při včasném setí bylo dosaženo vyššího výnosu lusků na rostlinu (2020, 2021) a vyššího výnosu semen na lusk (2021). Nejvýznamnější změny lze pozorovat na lokalitách, kde se pěstuje hrách s cílem zvýšit úrodnost půdy (Podolí – Vyšehorky, Podolí – Mohelnice). Z ekonomického hlediska biopelletizace při minimalizaci dalších vstupů může přispět ke zvýšení výnosů u hrachu (viz níže).

Kdy není doporučeno použití biopeletek

Biopelety u hrachu není vhodné použít do ztuhnutých těžkých mokrých půd, kde převládá rozvoj patogenních organismů a utlumí se rozvoj vnášených nebo v půdě se vyskytujících pro rostliny prospěšných organismů (N-fixujících bakterií a mykorrhizních hub).

Ekonomické vyhodnocení biopelletizace, definování tržní hodnoty

Na základě získaných výstupů a výsledků je vypracován návrh na ekonomické zhodnocení biopelletizace. Náklady na výrobu a zavedení v praxi je součástí posouzení efektivity biopelletizace osiva u hrachu pro komerční využití v zemědělské praxi. Biopelletizace osiva hrachu vede zachování **výnosů hmotnosti semen (100,9 %)**. **Pokud na začátku zvýšíme výsevek o 3 % při zachovaném výnosu semen, máme stále několik výhod, které v budoucnu můžeme využít pro následující plodiny, jako jsou zvýšení půdní úrodnosti a snížení spotřeby pesticidů. Toto jsou reálné a perspektivní výhody biopelletizace.**

Náklady na výrobu a použití biopeletek.

položka	kalkulace na ha (bez DPH)	další náklady
Řasová složka – sušina	1000-1200,- Kč (50g/25 kg osiva, tzn. 0,6 kg/300 kg osiva/ha).	+ náklady na dopravu
Rhizobiální kultura	600,- Kč (400 Kč za litr tekuté kultury, 125 ml/25 kg osiva, tzn. 1,5 L/300 kg osiva/ha)	+ náklady na dopravu
Inokulum AMF kultur	1000-1300 Kč	+ náklady na dopravu
Biopelletizace	100,- Kč materiálové vstupy (zásypový materiál a škrob)	+ práce technika (4-5 hod. + příprava)

Přílohy

Tabulka 1. Přehled testovaných lokalit pro zařazení biopelletek do osevních postupů a agrochemický rozbor půdy pro vybrané prvky a stanovení pH.

Lokalita	Předplodina	N (%)	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	pH
Konvenční lokalita, Mohelnice – Vyšehorky, 2020	Řepka ozimá Escort nový 3l/ha (13.5.), Corum 1,25l/ha + Dash 1l/ha (20.5.)	0,151	28,79	1809,3	5,7
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2020	?	0,159	65,27	2522,7	6,5
Ekologická lokalita, Postřelmov, 2021	jetelotráva	0,170	142,6	2603,3	6,8
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2021	sója, postemergentně Corum 1,5l/200l H ₂ O (4.6.)	0,189	92,0	3279,3	6,6
Konvenční lokalita, Mohelnice – Podolí, 2021	kukuřice, postemergentně Escort nový 2,6l/300l H ₂ O (29.4.)	0,205	42,1	2137,2	5,8
Pokusná lokalita, Terezín, 2021	řepka	0,169	52,2	1967,8	5,6

Tabulka 2. Sledování vlivu biopelletizace na hustotu porostu, stanoven počet výhonů na 1 m². Porovnání tří lokalit, různých systémů pěstování ve dvou letech.

Lokalita	Termín výsevu	Odrůda	Výsevek		Počet výhonů / 1 m ²	
			biopelletky	bez ošetření	biopelletky	bez ošetření
Ekologická lokalita, Postřelmov, 2021	20.4.2021	Eso	260 kg/ha	250 kg/ha	113,2 ± 19,8	129,6 ± 29,4
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2020	16.4.2020	Eso	300 kg/ha	280 kg/ha	90,7 ± 9,4	100,3 ± 1,8
Konvenční lokalita Mohelnice – Vyšehorky, 2020	3.4.2020	Aspen	240 kg/ ha	230 kg/ha	69,6 ± 27,3	64,6 ± 27,3
Konvenční lokalita Medlov – Králová, 2021	22.4.2021	Eso	270 kg/ha	260 kg/ha	116,5 ± 16,8	130,9 ± 17,7
Konvenční lokalita Mohelnice – Podolí, 2021	1.4.2021	Lump	240 kg/ ha	230 kg/ha	100,5 ± 16,7	120,5 ± 15,1
Pokusná lokalita – Terezín, 2021	23.4.2021	Eso	c	250 kg/ha		

Tabulka 3. Rozvoj pomocných půdních organismů vázaných na rizosféru u hrachu. Stanovení počtu hlízek na primárním kořenu, kolonizace postranních kořenů AMF.

Počet hlízek / 1 cm primárního kořene			
Lokalita	Odrůda	biopelky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2021	Eso	1,99 ± 0,12	2,39 ± 0,03
Konvenční lokalita, Mohelnice – Podolí, 2021	Lump	5,03 ± 0,16	3,5 ± 0,18
Ekologická lokalita, 2021	Eso	5,16 ± 1,13	4,34 ± 0,61
Pokusná lokalita, 2021	Eso	2,59 ± 0,45	1,10 ± 0,38
Kolonizace AMF			
Lokalita	Odrůda	biopelky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Mohelnice – Podolí, 2021	Lump	22,8 ± 19,8	11,7 ± 9,5
Ekologická lokalita, 2021	Eso	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Stupeň úrovně nodulace (1-4)			
Lokalita	Odrůda	biopelky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2020	Eso	2,40 ± 0,04	2,22 ± 0,11
Konvenční lokalita, Mohelnice – Vyšehorky, 2020	Aspen	2,10 ± 0,00	2,23 ± 0,08
Kolonizace AMF			
Lokalita	Odrůda	biopelky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2020	Eso	45,91 ± 23,11	21,82 ± 19,91
Konvenční lokalita, Mohelnice – Vyšehorky, 2020	Aspen	33,75 ± 28,37	25,00 ± 23,16

Tabulka 4. Stanovení celkového počtu buněk v půdním výluhu, počtu živých buněk, počtu buněk rodů *Rhizobium* a *Azotobacterium* (2019, Terezín).

Odběr	celkový počet buněk v 1ml (1 g)	živé buňky v 1ml (1 g)	<i>Azotobacterium</i> v 1ml (1 g)	<i>Rhizobium</i> v 1ml (1 g)
před setím	1,15.10 ⁸ -2,86.10 ⁸	5,30.10 ⁴ -1,31.10 ⁵	8,10.10 ² -1,30.10 ³	2,00.10 ² -5,00.10 ²
po sklizni	9,00.10 ⁸ -2,12.10 ⁹	6,73.10 ⁴ -2,16.10 ⁵	5,00.10 ² -1,00.10 ³	1,00.10 ² -4,00.10 ²

Tabulka 5. Výskyt chorob a škůdců.

Choroby kořenového krčku (1-5)			
Lokalita	Odrůda	biopletky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2020	Eso	1,07 ± 0,07	1,32 ± 0,08
Konvenční lokalita, Mohelnice – Vyšehorky, 2020	Aspen	0,63 ± 0,07	0,72 ± 0,04
Rozvoj viróz – příznaky (1-9)			
Lokalita	Odrůda	biopletky	moření
Pokusná lokalita, 2021	Eso	6,91	7,49
Rozvoj kořenových chorob - příznaky (1-9)			
Pokusná lokalita, 2021	Eso	6,76 ± 1,54	6,87 ± 1,65
Rozvoj <i>Mycosphaerella</i> p. příznaky (1-9)			
Pokusná lokalita, 2021	Eso	3,44 ± 3,82	2,04 ± 2,48
Výskyt mšice kyjatky hrachové příznaky (počet mšic / výhon)			
Pokusná lokalita, 2021	Eso	6,54 ± 1,26	7,40 ± 1,32

Tabulka 6. Výnos semen v g na 1 m². Počet semen na 1 m²: počet výhonů na 1 m² x počet lusků na výhon x počet semen na lusk; Hmotnost semen na 1 m²: počet výhonů na 1 m² x HTS (g).

Lokalita	biopletky	bez ošetření
Konvenční lokalita, Medlov – Králová, 2021, Eso	Počet semen 116,5x4,55x4,45=2 358,8 2 358,8	Počet semen 130,9x3,99x4,56=2 381,6 2 381,6
	Hmotnost 116,5 x5,13=597,6g 597,6g	Hmotnost 130,9x4,35=569,4g 569,4g
Konvenční lokalita, Mohelnice – Podolí, 2021, Lump	Počet semen 100,5x5,61x5,05=2 847,2 2 847,2	Počet semen 120,5x5,24x4,89=3 087,6 3 087,6
	Hmotnost 100,5x6,02=605,0g 605,0g	Hmotnost 120,5x5,29=637,4g 637,4g
Ekologická lokalita, 2021, Eso	Počet semen 113,2x4,06x4,24=1948,7 1 948,7	Počet semen 129,6x3,73x3,99=1928,8 1 928,8
	Hmotnost 113,2x4,0=452,8g 452,8g	Hmotnost 129,6x3,35=434,2g 434,2g