

Ověření účinnosti biologického přípravku AZOTER SC + F v porostu ozimé řepky v půdně-klimatických podmínkách Českomoravské vrchoviny

Zpráva výsledků z provozního pokusu z roku 2023

hodnotící účinek ošetření půdy pomocnou půdní látkou (PPL) ve formě koncentrovaného biologického přípravku Azoter SC (součástí parazitická houba *Coniothyrium minitans*) se samostatnou přísadou F (parazitickou houbou *Trichoderma atroviride*) v pěstební technologii ozimé řepky olejky

* * *

Ing. Tomáš Javor, DiS., Ing. Lenka Beranová, DiS. a kol., AGROEKO Žamberk spol. s r.o.
 Josef Hamsa a kol., Zemědělské obchodní družstvo Habry

Charakteristika pokusu: Ověření biologického přípravku **Azoter SC** v dávce 10 l/ha se samostatnou přísadou **F** v dávce 0,1 l/ha bylo provedeno v agrochemicky deficitních půdách Českomoravské vrchoviny (zejména půdní reakcí -pH a přístupným fosforem), v katastrálním území Frýdnava (o. Havlíčkův Brod). Na pokusných pozemcích se vyskytovala středně těžká až lehčí půda s mírnou až střední příměsí skeletu. Vyskytující se půdním typem je kambizem oglejená na svahových polygenetických hlínách s přechodem na kambizem mezobazickou (okyselenou) na rulách a jiných pevných horninách. Oblast se nachází v klimatickém regionu mírně teplém a vlhkém. Průměrná nadmořská výška pokusných pozemcích činila 460 m.

Zdroje organických látek a úprava pH půdy: Sláma předplodiny jarního ječmene s výnosem 5 t/ha byla ponechána sklizní na obou pozemcích. Následně bylo provedeno vápnění na strniště dávkou dolomitického vápence 1,8 t/ha a provedena podmítka. Před orbou byl aplikován digestát z bioplynové stanice v dávce 18 t/ha (asi 60 kg N/ha) na pozemku č. 1606/1. Na sousedním pokusném pozemku č. 0705/7 byla předseťová aplikace digestátu vynechána.

Půda na pozemcích před založením pokusů (před aplikací hnojivých látek) vykazovala **slabě kyselou reakci (pH), nízký až velmi nízký obsah přístupného fosforu (P)**, malý obsah minerálního dusíku ($N_{min.}$), vyhovující obsah přístupného vápníku (Ca) a velmi **vysoký obsah organické hmoty ($C_{ox.}$)**. Obsah přístupného draslíku (K) byl dobrý až velmi vysoký. Obsah přístupného hořčíku (Mg) byl vyhovující až dobrý. Poměr C : N byl poměrně široký 17 – 21 pro velmi vysoký obsah organické hmoty (tab. 1).

Pozemek (DPB č.)	$C_{ox.}$ (%)	$N_{tot.}$ (mg/kg)	$N_{min.}$ (mg/kg)	pH/ CaCl ₂	P	K	Ca	Mg
					mg/kg zeminy			
0705/7	3,05	1744	6,53	6,2	32	430	1854	297
(digestát 0 t/ha)	Velmi vysoká	-	Malý	Slabě kyselá	Nízký	Velmi vysoký	Vyhovující	Dobrý
1606/1	3,19	1521	8,25	5,9	28	306	1731	187
(digestát 18 t/ha)	Velmi vysoká	-	Malý	Slabě kyselá	Nízký	Dobrý	Vyhovující	Vyhovující

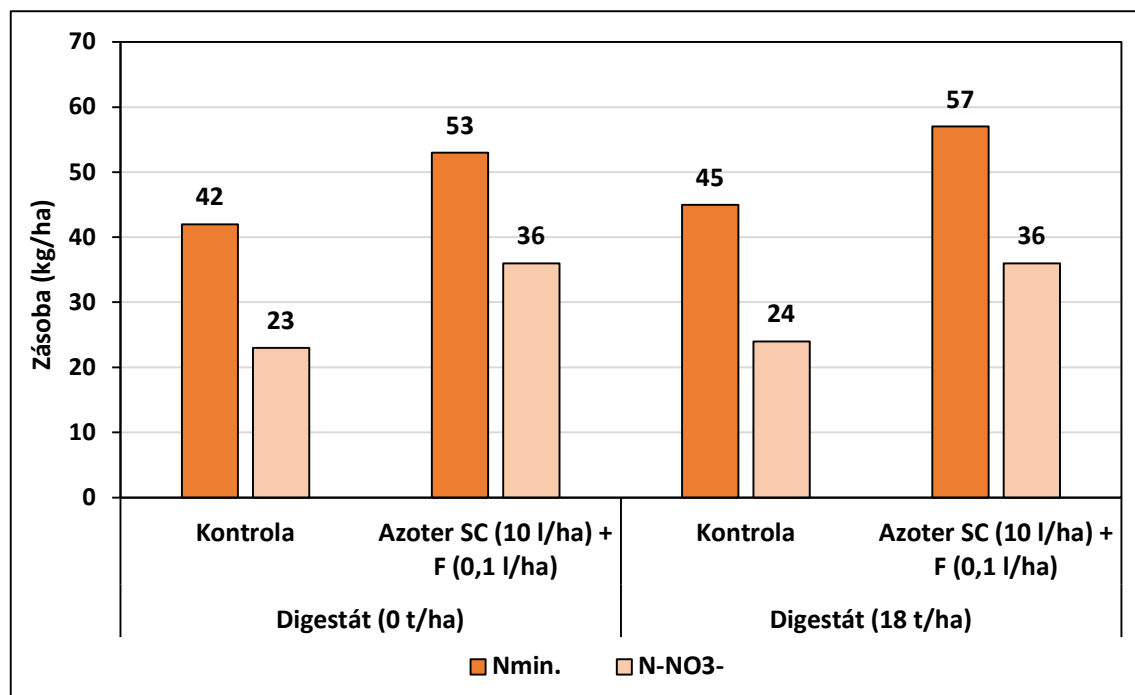
Tab. 1. Agrochemické vlastnosti půdy na pozemcích před aplikací hnojiv a testovaného biologického přípravku Azoter SC + F (Frýdnava, 10. 8. 2022)

Biologický přípravek Azoter SC (obsahuje nesymbiotické diazotrofní bakterie poutající vzdušný dusík = N_2 : *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*, bakterie podílející se na zpřístupňování fosforu v půdě: *Bacillus megaterium* a parazitický druh na sklerocia patogenů *Sclerotinia* spp. houba *Coniothyrium minitans*) byl aplikován pozemním postřikovačem těsně před přípravou půdy pro setí dne 26. 8. 2022 v dávce 10 l/ha společně s přídatkem přípravku F v dávce 0,1 l/ha. Dávka postřikové jichy činila 300 l/ha. Přídavek složky F obsahuje parazitickou houbu *Trichoderma atroviride*, která omezuje rozvoj spór hub rodu *Fusarium* (dále omezuje *Pythium*, *Rhizoctonia* a *Botrytis*) a posiluje účinek přípravku v přeměně hemicelulóz a celulóz obsažených v posklizňových zbytcích.

Výsledky s předseťovou aplikací biologického přípravku Azoter SC + F do půdy v porostech ozimé řepky

1) Vliv biologického přípravku Azoter SC + F na agrochemické vlastnosti půdy

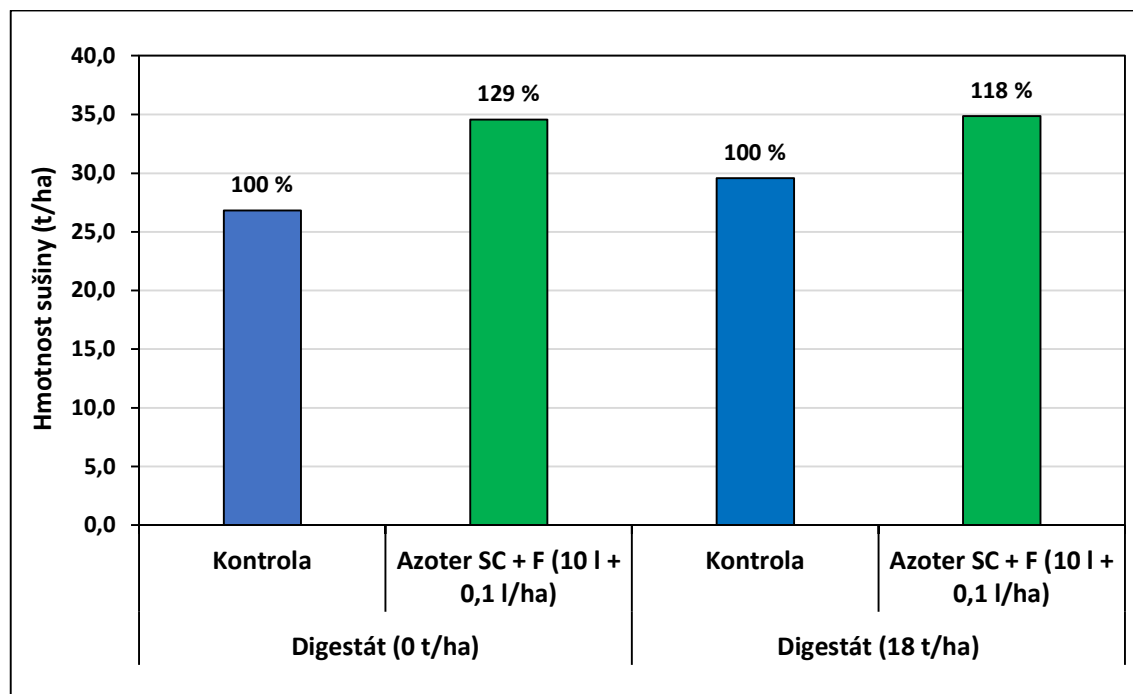
Půda vykazovala před sklizní porostů ozimé řepky ještě střední zásoby minerálního dusíku ($N_{min.}$) v ornici, a to 42 – 57 kg/ha, z toho 23 – 36 kg/ha v mobilní nitrátové formě ($N-NO_3^-$). Po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F bylo zjištěno shodně na pozemku bez i s aplikací předseťové dávky digestátu 18 t/ha zvýšení zásoby $N_{min.}$ v půdě při dozrávání porostů. Výsledky dokumentují, že alternativní mikrobiální zdroj dusíku z atmosférické fixace (N_2) nesymbiotickými diazotrofními bakteriemi, obsažené v přípravku Azoter SC + F, byl aktivní a zřejmě v tu dobu ještě vitální bakterie v půdě **téměř rok po aplikaci distribuovaly pro porosty řepky dodatečný dusík až do samotného závěru příjmu**. Zároveň je patrné, že v půdě probíhala velmi dobře transformace dusíku na přednostně přijatelné nitráty ($N-NO_3^-$) rostlinami. Následně založený porost ozimé pšenice po řepce měl připravenou lepší zásobenost dusíku pro podzimní vegetaci (obr. 1).



Obr. 1. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na obsah minerálního dusíku ($N_{min.}$) a podílu nitrátového dusíku ($N-NO_3^-$) v půdě pod porosty řepky při dozrávání (ornice, stav ke dni 17. 7. 2023)

2) Vliv biologického přípravku Azoter SC + F na vegetační a výživný stav rostlin

Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F podporovalo růst nadzemní biomasy rostlin ozimé řepky. Na pozemku bez předseťové aplikace digestátu bylo zjištěno **29 % navýšení hmotnosti sušiny nadzemní biomasy** v době po odkvětu. Po aplikaci digestátu před setím a následné aplikaci přípravku Azoter SC + F bylo zjištěno **18 % navýšení hmotnosti sušiny nadzemní biomasy** porostu ozimé řepky v porovnání s neošetřenou kontrolou. Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F zlepšilo komplexně podmínky pro větvení a růst nadzemní biomasy (obr. 2).

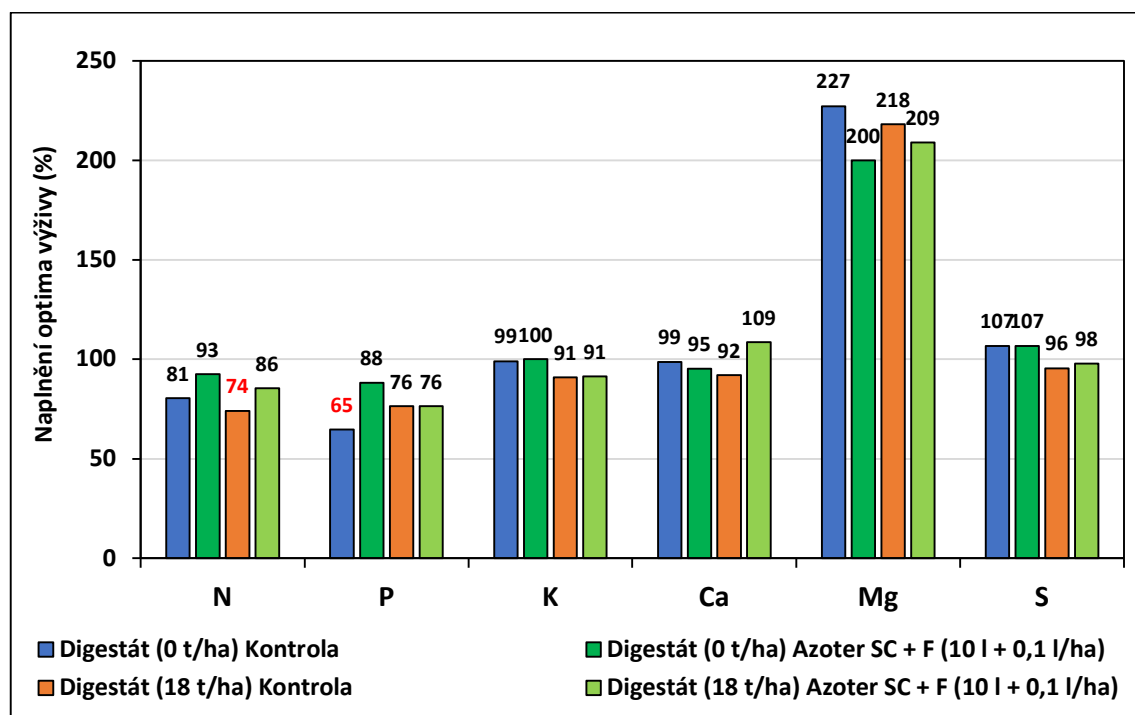


Obr. 2. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na hmotnost sušiny nadzemní biomasy ozimé řepky po odkvětu (stav ke dni 22. 6. 2023)

Výživný stav rostlin ozimé řepky po odkvětu vykazoval lepší výživu **dusíkem (N)** po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F před setím bez i s aplikací předseťové dávky digestátu. Na pozemku bez předseťové aplikace digestátu bylo zjištěno **zlepšení výživy rostlin dusíkem o 12 % v naplnění optimálního výživného stavu**. Po předseťové aplikaci digestátu bylo zjištěno po následném ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F zvýšení výživného stavu rostlin **rovněž o 12 % oproti neošetřené kontrole**. Lepší výživa rostlin dusíkem úzce souvisela s vyšším nárůstem nadzemní biomasy a posílením hlavních větví porostů. Porost po aplikaci digestátu před setím bez ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F vykazoval střední až hluboký deficit dusíku ve výživě rostlin v době po odkvětu. U ostatních porostů nebyla výživa rostlin závažně deficitní.

Výživa rostlin **fosforem (P)** byla významně **zlepšena o 22 % naplnění optima po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F** na pozemku bez předseťové aplikace digestátu. Výživa rostlin fosforem bez ošetření půdy před setím přípravkem Azoter SC + F nebo bez aplikace digestátu před setím byla velmi hluboce deficitní, limitující pro tvorbu výnosu. Ostatní porosty nevykazovaly natolik závažný deficit ve výživě rostlin fosforem. Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a **souběžné předseťové hnojení digestátem se neprojevovalo v lepším výživě rostlin fosforem**. Výživa rostlin byla na kontrole a na ošetřené půdě srovnatelná. Výživa rostlin **draslíkem (K)** byla zlepšena po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F jen o 1 %. Po souběžné aplikaci digestátu před setím nebyla výživa draslíkem zlepšena.

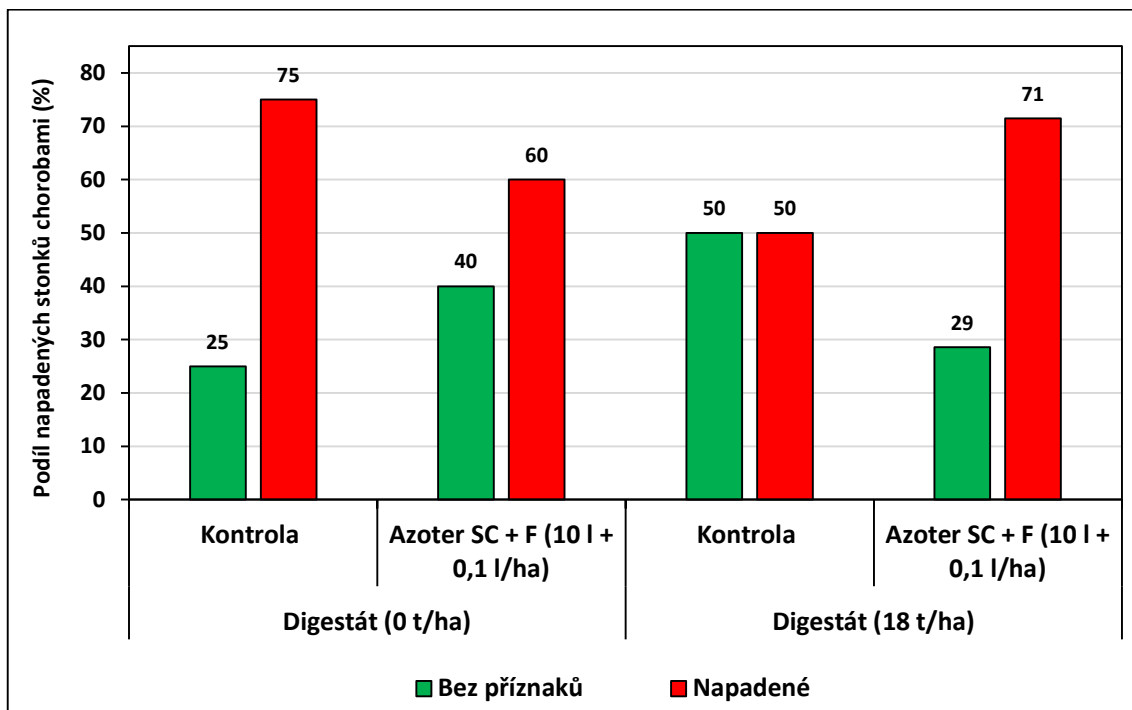
Výživa rostlin **vápníkem (Ca)** klesla o 4 % naplnění optima po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F na pozemku bez aplikace předseťové dávky digestátu. Naopak výživa rostlin vápníkem po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a následně předseťovou dávkou digestátu byla **zlepšena o 17 % naplnění optima**. Výživa rostlin **hořčíkem (Mg)** po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F **klesla o 27 %** na pozemku bez aplikace digestátu **a o 9 % naplnění optima** po předseťové aplikovaném digestátu. Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F v obou případech snižovalo výživu rostlin hořčíkem. Vlastní výživný stav rostlin hořčíkem po odkvětu porostů byl však ve všech případech i po ošetření přípravkem ve vysokém nadbytku na úrovni luxusní výživy. Výživa rostlin sírou byla po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F srovnatelná na úrovni optima s kontrolou. Na pozemku po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a následně digestátem před setím byla výživa rostlin po odkvětu zvýšena o 2 % naplnění optima. Celkově ve všech případech včetně po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F byla výživa rostlin sírou po odkvětu v pásmu optima (obr. 3).



Obr. 3. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na výživný stav rostlin ozimé řepky po odkvětu (stav ke dni **22. 6. 2023**)

3) Vliv biologického přípravku Azoter SC + F na zdravotní stav rostlin

Porosty ozimé řepky vykazovaly napadení stonků komplexem hnilob již **v době po odkvětu**. Porost na kontrole bez aplikace digestátu před setím a bez ošetření přípravkem Azoter SC + F vykazoval v průměru již **75 % podíl napadených stonků** komplexem hnilob. Po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F před setím bylo zjištěno **nižší 60 % napadení rostlin**. Po předseťové aplikaci digestátu bylo zjištěno **50 % napadených stonků** v porostu. Po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a po aplikaci digestátu před setím bylo zjištěno napadení **71 % stonků**. Po odkvětu bylo patrné, že nejvyšší podíl zdravých stonků bez příznaků napadení rostlin se nacházel po aplikaci digestátu před setím bez ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F. Je možné, že v tuto dobu po odkvětu se jednalo o sekundární poškození (napadení) stonků po žíru škůdců s následnou rozvíjející se infekcí houbovými patogeny (obr. 4).

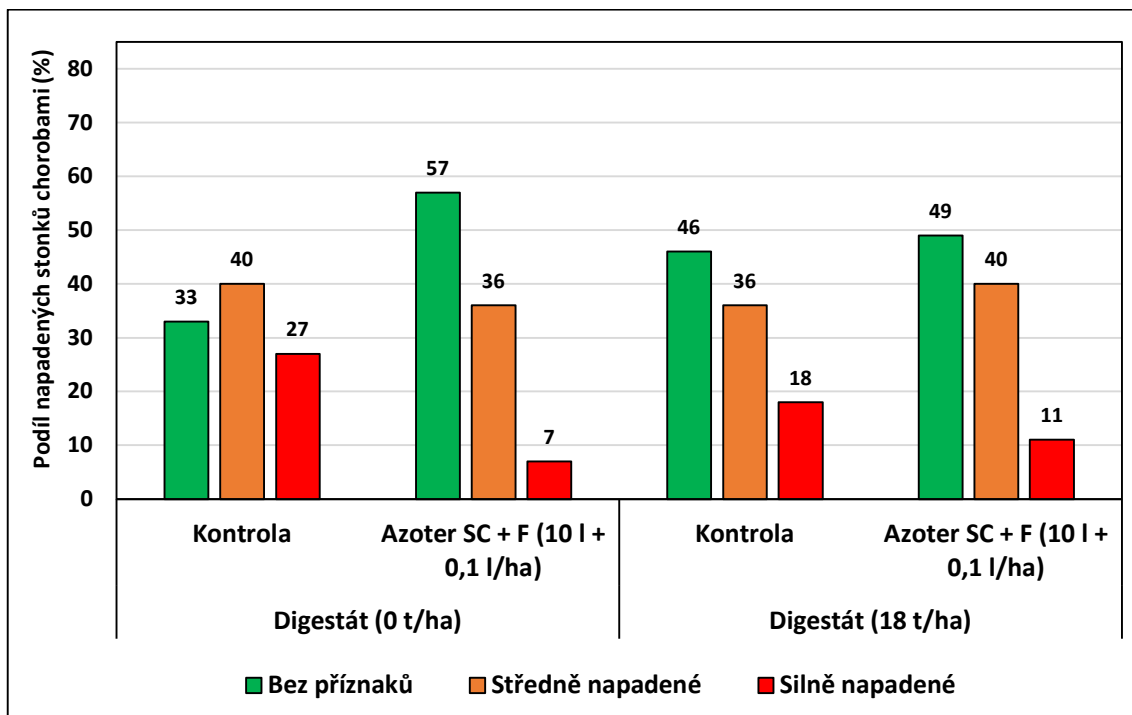


Obr. 4. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na výskyt příznakově napadených stonků rostlin komplexem houbových chorob způsobující nouzové dozrávání (stav po odkvětu ke dni 22. 6. 2023)

Před sklizní vykazovaly porosty ozimé řepky po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F **nižší podíl intenzivně napadených stonků** komplexem houbovým chorob. Na pozemku bez aplikace digestátu a s předseťovou aplikací přípravku Azoter SC + F byl zjištěn před sklizní nejvyšší v průměru **57 % podíl zcela zdravých** bezpříznakových rostlin. Podíl středně napadených rostlin činili v průměru 36 % a silně napadených **pouze 7 %**. Porost na kontrole bez ošetření půdy před setím přípravkem Azoter SC + F vykazoval v průměru **33 % výskyt bez příznakových rostlin**, 40 % podíl středně napadených rostlin a **27 % podíl silně napadených** uhnívajících rostlin s nouzovým dozráním.

Po aplikaci digestátu a ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F byl zjištěn v průměru **49 % výskyt zdravých** bezpříznakových rostlin v porostu v době sklizně. Podíl středně napadených rostlin činil v průměru 40 a podíl **silně napadených rostlin 11 %**. Na kontrole bez ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F s ponechanou předseťovou aplikací digestátu bylo nalezeno **46 % rostlin zdravých** bez příznaků houbových chorob, 36 % rostlin středně napadených a **18 % silně napadených** uhnívajících s nouzovým dozráním.

Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F zvýšilo podíl zdravých, a ještě přijatelně středně napadených rostlin komplexem houbových chorob v porostu, **o 20 % bez aplikace digestátu a o 7 % s aplikací digestátu před setím** (obr. 5).

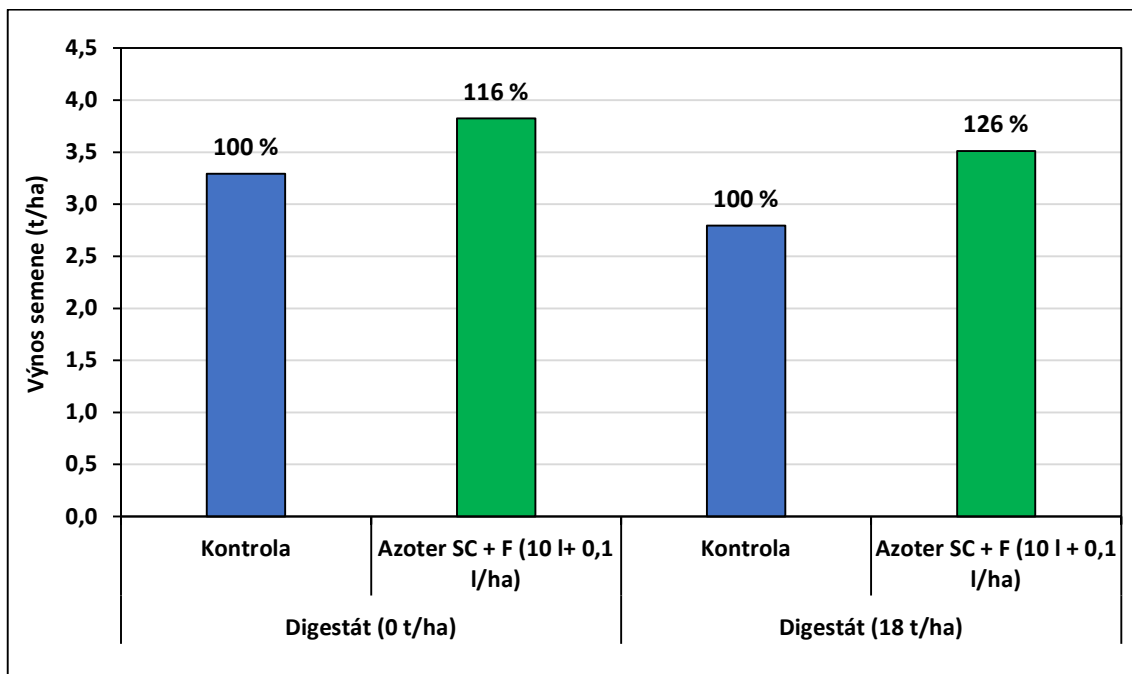


Obr. 5. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na výskyt příznakově napadených stonků rostlin komplexem houbových chorob způsobující nouzové dozrávání (stav před sklizní ke dni 17. 7. 2023)

4) Vliv biologického přípravku Azoter SC + F na výnos a kvalitu semene

Komplex pozitivního účinku ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F na výživu rostlin dusíkem, stimulaci růstu a větvení nadzemní biomasy, snížení napadení stonků rostlin houbovými chorobami se projevil ve **zvýšení výnosu semene o 16 %** a v případě navazující předseťové aplikace digestátu **o 26 % v porovnání se neošetřené kontrolou přípravkem**. Porost na pozemku bez aplikace digestátu před setím poskytl na kontrole bez ošetření přípravkem Azoter SC + F výnos semene **3,29 t/ha**. Po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F bylo dosaženo výnosu semene **3,82 t/ha**, tj. **nárůstu o 0,53 t/ha**.

Na pozemku po aplikaci digestátu před setím bylo dosaženo výnosu semene **2,79 t/ha**. Po předseťovém ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a po aplikaci digestátu před setím bylo dosaženo výnosu semene **3,51 t/ha**. **Navýšení výnosu** semene v případě předseťové aplikace digestátu s přípravkem Azoter SC + F činilo **0,72 t/ha** (obr. 6).



Obr. 6. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na dosažený výnos semene ozimé řepky při sklizni (sklizeň dne 12. 8. 2023)

Porost ozimé řepky po předset'ovém ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F vykazoval ze sklizňových vzorků po laboratorním výmlatu **významný nárůst výnosu semene**. Adekvátně tomu byl zjištěn potenciální **výnos slámy**, který po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F stoupl o **3 – 28 %**, což se podílelo na zvýšení výnosu zrna ve vzorcích o **11 – 30 %**. Následně z celé plochy vyčleněných pozemků byl sklizecí mlátičkou dosažen **výnos semene o 16 – 26 % vyšší**. To velmi dobře korespondovalo také se zjištěním vyššího nárůstu hmotnosti sušiny nadzemní biomasy porostů již v době po odkvětu v důsledku lepšího výživného stavu rostlin dusíkem po biologickém ošetření půdy před setím. Na pozemku bez předset'ové aplikace digestátu (digestát 0 t/ha) bylo zjištěno navíc významné **zlepšení výživy** rostlin fosforem, které mohlo souviset s významně vyšší hmotností (velikostí) **tisíce semene (HTS)**. Aplikace digestátu před setím a předset'ová aplikace přípravku Azoter SC + F se podílela naopak na zvýšení osemenění rostlin, tj. **na vyšším počtu semen na rostlinách**. Hustota porostů v počtu jedinců byla velmi vyrovnaná mezi porosty po ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F a kontrolou bez ošetření přípravkem, a to v rozpětí 28 – 34 rostlin na m². Ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F bez předchozí aplikace digestátu se projevilo významným poklesem obsahu **oleje v semenech**. Po aplikaci digestátu před setím a přípravku Azoter SC + F byla zjištěna olejnatost semen zcela srovnatelná s kontrolou bez ošetření půdy přípravkem (tab. 2).

Předset'ové hnojení	Varianta	Hmotnost		Potenciál výnosu semen (%)	HTS	Počet semen ks/rostlina	Počet rostlin ks/m²	Olejna- tost %
		Semeno	Sláma		g			
		g/m²						
Digestát 0 t/ha	Kontrola	1001a	2247a	100	5,0a	7802a	30a	44,2b
	Azoter SC + F	1113b	2319a	111b	5,5b	6674a	28a	40,5a
Digestát 18 t/ha	Kontrola	632a	1328a	100	4,5a	4897a	30a	42,6a
	Azoter SC + F	819b	1701b	130b	4,4a	5552b	34a	42,7a

Tab. 2. Vliv aplikace biologického přípravku Azoter SC + F na výnosotvorné prvky semene ozimé řepky a potenciál dosažitelného výnosu při sklizni (ke dni 17. 7. 2023)

Pozn.: Hodnoty označené odlišnými písmeny (a, b) vykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$ (Anova, LSD test).

➤ Závěry a ekonomické zhodnocení

V lokalitě Českomoravské vrchoviny bylo druhým rokem potvrzeno, že **pěstování náročné plodiny ozimé řepky je vhodné intenzifikovat biologickými principy výživy rostlin:**

(1) Porosty ozimé řepky po ošetření půdy před setím přípravkem Azoter SC + F vykazovaly ve druhé polovině vegetace **lepší výživný stav rostlin dusíkem** a na pozemku bez aplikace digestátu před setím také významně lepší výživu fosforem v závěru tvorby výnosu semene. Rostliny pěstované **v předset'ové ošetřené půdě** vykazovaly **o 18 – 29 % vyšší nárůst nadzemní biomasy**.

(2) Předset'ová aplikace přípravku Azoter SC + F se podílela na **snížení silného napadení stonků rostlin řepky komplexem houbových chorob a vzniku hnilob a předčasného dozrávání**. Výskyt silně napadených stonků poklesl po ošetření půdy přípravkem **o 9 – 20 %**.

(3) Pozitivní účinek ošetření půdy před setím přípravkem Azoter SC + F v dávce 10 + 0,1 l/ha se projevil **vyšším výnosem semene řepky o 0,53 t/ha (o 16 %) a po následně provedené aplikaci digestátu před setím o 0,72 t/ha (o 26 %)**.

(4) Zvláštní předset'ové ošetření půdy testovaným přípravkem Azoter SC + F v dávce 10 l + 0,1 l/ha pomocí polního postřikovače zcela pokrylo **vynaložené vícenáklady včetně práce a významně zvýšilo rentabilitu pěstební technologie ozimé řepky:**

Kalkulace (zkrácená)	Neošetřeno *kontrola*		Ošetřeno *Azoter SC + F*	
	Pokus 1	Pokus 2	Pokus 1	Pokus 2
Tržní výkon				
Výnos semene (t/ha)	3,29	2,79	3,82	3,51
Ocenění (Kč/t)	10 000	10 000	10 000	10 000
Tržba (Kč/ha)	32 900	27 900	38 200	35 100
Variabilní náklady (vícenáklad agrotechniky)				
Přípravek Azoter SC + F (Kč/ha)	0	0	1 000	1 000
Aplikace (300 l vody/ha) (Kč/ha)	0	0	500	500
Celkem (Kč/ha)	0	0	1 500	1 500
Příspěvek na úhradu dalších nákladů (VN + FN)				
Příspěvek (Kč/ha)	32 900	27 900	36 700	33 600
Rozdíl příspěvku (Kč/ha)	x	x	3 800	5 700

Pozn.: Pokus 1 = reprezentuje pozemek bez předset'ové aplikace digestátu z BPS v dávce 18 t/ha (60 kg N/ha).

Pokus 2 = reprezentuje pozemek s předset'ovou aplikací digestátu z BPS v dávce 18 t/ha (60 kg N/ha).

Výsledky testovaného biologického přípravku Azoter SC + F byly získány v roce 2023 ze založeného provozního pokusu v realizačním zemědělském podniku. Výsledky pokusu byly poskytnuty zástupci realizačního podniku.

V Žamberku dne 23. 10. 2023

Fotopříloha z provozního pokusu – lokalita Frýdnava (Habry, o. HB)



Porost po předset'ovém ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F (22. 6. 2023)



Výživa N = +12 %, výživa P = +23 %



Obsah $N_{min.}$ v půdě +26 % (+11 kg/ha)



Porost po předset'ovém ošetření půdy přípravkem Azoter SC + F (17. 7. 2023)



Na 1 rostlině = 39,8 g semen



HTS = 5,5 g



*Porost **bez ošetření půdy**
přípravkem
Azoter SC + F
(ve sklizňové zralosti
17. 7. 2023)*

***33 % bezpříznakových
rostlin (zdravých stonků)***



*Porost **po předseťovém**
ošetření půdy přípravkem
Azoter SC + F
(ve sklizňové zralosti
17. 7. 2023)*

***57 % bezpříznakových
rostlin (zdravých stonků)***