

Přínosy přípravků NUTRIGEO[®]L a FREE PK[®] pro úrodnost půdy

(The benefit of NUTRIGEO[®]L and FREE PK[®] products for soil fertility)

Jan Vysoudil¹⁾, Simona Růžková²⁾

¹⁾Gaiago SAS, Francie, ²⁾Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Souhrn: Řešení vyvinutá společností Gaiago, tedy přípravek NUTRIGEO[®]L s různou dobou aplikace a dávkováním a přípravek FREE PK[®], byla testována na ječmeni jarním na lokalitě s hlinitou půdou v Kroměříži. Bylo provedeno několik hodnocení dopadu obou řešení na půdu, na růst a kvalitu sklizně ječmene jarního.

Výsledky ukázaly lepší rozklad černého čaje a čaje rooibos po aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L oproti srovnávacímu vzorku, se statistickým rozdílem v závislosti na typu ošetření. Po aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L se také zlepšila struktura půdy, přičemž došlo k výraznému snížení podílu velkých částic (> 50 mm) a zvýšení podílu jemných částic (< 12 mm). Tyto dva výsledky ilustrují zlepšení biologických i fyzikálních parametrů půdní úrodnosti.

Vliv na plodinu byl pozorován u výnosotvorných prvků a kvality. Po jakékoli aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L a ve spojení s přípravkem FREE PK[®] se skutečně zlepšily hodnoty počtu odnoží/m² a hmotnosti 1000 semen oproti srovnávacímu vzorku. Standardizovaný výnos se pak v porovnání se srovnávacím vzorkem také výrazně zlepšil z 0,3 t/ha na 0,7 t/ha podle jednotlivých ošetření, přičemž se zlepšila i měrná hmotnost při zachování stejné koncentrace bílkovin.

Konečné výsledky zkušební potvrdily ekonomický přínos přípravků NUTRIGEO[®]L a FREE PK[®] pro úrodnost půdy, přičemž účinky na půdu a růst ječmene jarního jsou pozorovatelné již během prvního roku.

Klíčová slova: pšenice, pěstební technologie, výnos, kvalita, obsah bílkovin, objemová hmotnost, pádové číslo

Abstract: The solutions developed by Gaiago, ie NUTRIGEO[®]L with different application times and dosages and FREE PK[®], were tested on spring barley at a site with clay soil in Kroměříž. Several evaluations of the impact of both solutions on the soil, on the growth and quality of the spring barley harvest were carried out.

The results showed better degradation of black tea and rooibos tea after application of NUTRIGEO[®]L compared to the control sample, with a statistical difference depending on the type of treatment. After application of NUTRIGEO[®]L, the soil structure also improved, with a significant reduction in the proportion of large particles (> 50 mm) and an increase in the proportion of fine particles (<12 mm). These two results illustrate the improvement of biological and physical parameters of soil fertility.

The effect on the crop was observed for yield elements and quality. After any application of NUTRIGEO[®]L and in combination with FREE PK[®], the values for the number of shoots/m² and the weight of 1000 seeds improved compared to the control sample. The standardized yield then also significantly improved compared to the control sample from 0.3 t/ha to 0.7 t/ha depending on the individual treatments, while the specific weight also improved while maintaining the same protein concentration.

The final results of the test confirmed the economic benefits of NUTRIGEO[®]L and FREE PK[®] for soil fertility, with the effects on soil and spring barley growth being observable during the first year.

Keywords: wheat, crop management, yield, quality, protein content, bulk density, Falling number

Úvod

Podle Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů je více než 66 % světové zemědělské půdy degradováno, což má zásadní dopady na její úrodnost a schopnost zemědělství uživit světovou populaci. Zemědělství bude udržitelné pouze tehdy, pokud bude dostatečně vitální jeho hlavní nástroj a nejcennější přírodní bohatství – půda.

Je nutné zajistit, aby půda vytvářela vhodné prostředí pro zdravý růst a vývoj rostlin. Část vyprodukované biomasy zůstává na poli jako posklizňové zbytky. Tyto organické látky pozitivně ovlivňují úrodnost půdy za předpokladu, že dochází k jejich správné humifikaci. Neboli k přirozenému procesu, při kterém se v horních vrstvách půdy za přístupu kyslíku činností edafonu rozkládá organická hmota a mění se na její nejurodnější část - humus. Správný rozklad organické hmoty je klíčovým procesem pro život v půdě. Optimální fungování půdy je závislé na jejich biologických, fyzikálních a chemických vlastnostech a na schopnosti zadržovat vodu. V posledních letech je zřejmá snaha o zvyšování – intenzifikaci zemědělské produkce. Půda začíná být znečištěná a vyčerpaná. Cestou k nastartování přirozených mechanismů s významnými přínosy pro zemědělství je aktivace půdního ekosystému.

Materiál a metody

Mikrobiologická selektivní aktivace v zemědělství

Základem agronomického přístupu společnosti Gaiago je živá půda. Podstatnou složkou produktů, které tato firma vyvíjí, jsou půdní prebiotika a probiotika. Ve spolupráci se Zemědělským výzkumným ústavem v Kroměříži, s.r.o. byly za účelem posouzení vlivů na půdu testovány dva přípravky NUTRIGEO[®]L a FREE PK[®].

Přípravek NUTRIGEO[®]L urychluje množení hub, které se podílejí na procesu humifikace. Dochází ke stimulaci aktivity rostlin, která usnadňuje rozklad ligninových složek a tvorbu stabilního humusu a zároveň vede k vyšší poréznosti půdy. Účinek je viditelný za méně než 6 měsíců.

Přípravek FREE PK[®] je registrovaným kořenovým probiotikem obsahujícím půdní bakterie *Bacillus mucilaginosus*. Uvolňuje rostlinné hormony (např. auxiny), které se podílejí na vývoji kořenového systému, a díky produkci organických kyselin rozpouští živiny vázané v půdě a zlepšuje jejich přístupnost pro rostliny. Díky kořenovým exsudátům, kterými se bakterie živí, usnadňuje také příjem minerálů.

Pokus byl založen Zemědělským výzkumným ústavem v Kroměříži v České republice. Společnost Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., oddělení ochrany rostlin

Tab. 1: Aplikační vstupy u jednotlivých variant

Varianta	Přípravek	Dávka přípravku (l/ha)	Termín aplikace (BBCH)
1	neošetřená kontrola		
2	NUTRIGEO	25	před setím
3	NUTRIGEO	25	BBCH 25
4	NUTRIGEO	40	BBCH 25
5	NUTRIGEO	25	před setím
	FREE PK	0,5	BBCH 25

a agrotechniky pracuje v souladu se zásadami správné pokusnické praxe (Good Experimental Practice – GEP). Podle půdního druhu byl vybrán pro pokus pozemek s hlinitou půdou. Na stanoviště byla 31. března vyseta odrůda jarního ječmene Francin. Pokus zahrnoval 5 srovnávaných ošetření – variant. Pokusná plocha měla velikost 6 x 15 m, přičemž plocha pro aplikace přípravků měla 3 x 13 m.

Všechny získané výsledky byly vyhodnoceny na základě analýzy rozptylu s hladinou významnosti 5 %. Hodnocená ošetření zahrnují aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L a přípravku FREE PK[®] (tab. 1).

Test čajových sáčků

Rozklad organické hmoty je klíčovým procesem pro život v půdě. Jednoduchým a rychlým řešením měření rychlosti rozkladu organické hmoty v půdě je „test čajových sáčků“ (Tea bag test). K testu byly použity sáčky čaje černého a čaje červeného – také známého jako rooibos. Černý čaj je vyrobený s lístků rostliny čajovníku (*Camellia sinensis*). Obsahuje více celulózy a podléhá rozkladným procesům rychleji než čaj rooibos. Ten pochází z rostliny čajovce (*Aspalathus linearis*) a má větší podíl ligninu. Černý čaj tak představoval materiál pro rychlý rozklad, simulující rostlinné zbytky naplněné celulózu. Čaj rooibos představoval obtížně rozložitelný materiál, simulující zbytky rostlin naplněné ligninem. Nejdřevnatější složky (s největším obsahem ligninu) organické hmoty v půdě rozkládají přednostně houby, ostatní složky rozkládají bakterie. Rozklad čaje rooibos a černého čaje pak odráží přeměnu na stabilní organický materiál.

Níže uvedené výsledky pokusu dokládají systematicky dokonalejší rozklad černého čaje při jakémkoli ošetření přípravkem NUTRIGEO[®]L, přičemž rozdíl oproti srovnávacímu vzorku se pohybují mezi 6 % a 17 %. Rozklad čaje rooibos byl statisticky účinnější při aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L na podzim ve srovnání se všemi ostatními aplikacemi. Toto ošetření vykazuje vyšší rozklad čaje rooibos o 15 % oproti srovnávacímu vzorku (tab. 2).

Tab. 2: Hodnocení rozkladu černého čaje a čaje rooibos (%), SNK test (5 %).
P = aplikace na podzim, J = aplikace na jaře

Ošetření	Rozklad černého čaje (%)	Rozklad čaje rooibos (%)
Srovnávací vzorek	29,2	20,0 ab
NUTRIGEO [®] L 25L P	33,0 ab	22,8 a
NUTRIGEO [®] L 25L J	31,7 b	16,8 b
NUTRIGEO [®] L 40L J	31,0 b	18,8 ab
NUTRIGEO [®] L 25L P + FREE PK [®]	34,3 a	18,7 ab

Z praktického pohledu tato metoda ukazuje biologickou aktivitu půdy, tedy dynamiku procesů přeměny organických látek. Tedy jak rychle jsou uvolňovány přijatelné živiny pro rostlinu.

Drop test

Velikost půdních agregátů je důležitým parametrem pro zemědělskou produkci a lze ji zjistit proséváním. Drop test se provádí tak, že se upustí rýčem nabraný vzorek půdy na pevný povrch a fragmentace vzorku se změří proséváním. Prosetí se provádí na sítích o velikosti ok 50 mm, 25 mm a 12,5 mm. Dobře strukturovaná půda se rozpadá na jemné částice, zatímco ztuhlejší půda vytváří větší hroudy. Výsledkem prosévání je granulometrické rozdělení půdy do 4 skupin: velké částice > 50 mm, částice od 25 do 50 mm, jemnější částice o velikosti 12 až 25 mm a jemné částice < 12 mm. Cílem je snížit podíl částic větších než 50 mm a zvýšit podíl jemných částic, aby se zlepšila poréznost půdy a zabránilo se jejímu ztuhnutí.



Obr. 1: Čajové sáčky Rooibos

Následující výsledky ukazují výrazné zlepšení struktury půdy měřené v červnu a v srpnu rýčovou zkouškou při aplikaci přípravků NUTRIGEO[®]L a FREE PK[®] u všech variant oproti srovnávacímu vzorku. Výrazný pokles podílu velkých zrn (% částic větších než 50 mm) umožní lepší hospodaření s vodou v půdě, snadnější orbu a lepší zakořenění plodin (tab. 3).

Odběr biomasy

Tabulka 4 shrnuje celkový objem suché rostlinné biomasy, která byla odebrána 16. 6. 2021 a následnou analýzu živin obsažených v organické hmotě. Výsledky nevykazují statistické rozdíly mezi jednotlivými aplikacemi. U suché biomasy je však možné pozorovat pozitivní trend v koncentraci bóru a železa

po aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L ve spojení s přípravkem FREE PK[®]. Vyšší kvalitu biomasy a koncentraci živin na hektar dokládá lepší růst plodiny po aplikaci. Aktivita bakterií obsažených v přípravku FREE PK se projevila jak zvýšením hmoty biomasy, tak zvýšením obsahu živin.

Výnos

Mezi základní ukazatele výnosu obilnin patří počet produktivních stébel. Odpočet byl proveden těsně před samotnou sklizní. Po sklizni bylo provedeno hodnocení výnosu při 14 % vlhkosti, byla

stanovena měrná hmotnost, hmotnost tisíce semen a v laboratoři podíl bílkovin (graf 1). Počet odnoží se statisticky významně zvýšil po aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L na podzim a po aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]LL 25 L J ve spojení s přípravkem FREE PK[®]. Hmotnost 1000 semen byla také vyšší ve všech variantách s aplikací přípravku NUTRIGEO[®]L.

Všechny varianty s aplikací přípravku NUTRIGEO[®]L vykazují zlepšení výnosových prvků (graf 2). Více se to projevuje na variantách s podzimní aplikací, se zvýšenou dávkou 40 l/ha a s kombinací s přípravkem FREE PK (tab. 5).

Závěr

Původním záměrem bylo prokázat přínosy přípravku NUTRIGEO[®]L (případně v kombinaci s přípravkem FREE PK[®]) pro úrodnost půdy a pěstování ječmene jarního.

Údaje získané v rámci studie ukazují příznivý vliv na rozklad organických látek, které se obecně hůře rozkládají kvůli vysokému obsahu sloučenin ligninu. Tento typ organické hmoty je podstatný pro tvorbu stabilního humusu.

Výsledky také ukazují vliv na strukturu půdy, jelikož se snížil podíl velkých hrud v půdě a zvýšil se podíl jemných agregátů. Takové granulometrické porovnání je důkazem zlepšení fyzikálních parametrů úrodnosti půdy, což přináší řadu výhod, jako je lepší hospodaření s vodou, snadnější orba a lepší zakořenění plodin.

V případě ječmene jarního bylo zjištěno mírné zlepšení vývoje rostlin díky lepšímu vstřebávání bóru a železa a zvýšené koncentraci biomasy, zejména při aplikaci přípravku NUTRIGEO[®]L společně s přípravkem FREE PK[®]. Aplikace přípravku NUTRIGEO[®]L na podzim, na jaře v dávce 40 l/ha a k v kombinaci s přípravkem FREE PK[®] přinesla statisticky průkazné zvýšení výnosu z 0,3 t/ha na 0,7 t/ha spojené s větším počtem odnoží/m² a vyšší hmotností 1000 semen při zachování kvality: nedošlo ke zředění bílkovin při zvýšení měrné hmotnosti. Je však třeba uvést, že přípravek NUTRIGEO[®]L je produkt zaměřený na úrodnost půdy. Jeho primárním očekávaným přínosem je řešení problémů s úrodností půdy pro udržitelnější systém pěstování plodin. Všechna tato zlepšení v oblasti půdní úrodnosti (biologická, fyzikální a chemická) prospívají produktivitě plodin, někdy již v prvním roce aplikace (viz výsledky výše).

Zacílení na zlepšení půdních vlastností může vysvětlovat, proč mají na plodiny větší vliv aplikace v podzimním období, které umožňují přípravku NUTRIGEO[®]L působit déle. Vyšší dávka přípravku NUTRIGEO[®]L navíc mohla vyvolat rychlejší účinek, který rostlinám prospěl, zatímco u aplikace přípravku NUTRIGEO[®]L v jarním období v dávce 25 l/ha se žádný vliv na výnos neprokázal.

Tab. 4: Hodnocení suché rostlinné biomasy a koncentrace živin v organické hmotě

	Hmotnost sušiny (g/m ²)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Bo (g/ha)	Zn (g/ha)	Fe (g/ha)
Srovnávací vzorek	592,7	a	14,2	a	40,2	a
NUTRIGEO [®] L 25 L P	503,1	a	11,9	a	39,8	a
NUTRIGEO [®] LL 25 L J	587,9	a	13,9	a	39,1	a
NUTRIGEO [®] L 40 L J	584,1	a	13,4	a	46,0	a
NUTRIGEO [®] L 25 L P + FREE PK [®]	607,9	a	14,7	a	49,1	a

Poznámka: SNK test (5 %). Analýza živin byla provedena laboratorně ze vzorků suché biomasy; obsah živin v sušině (v %) byl přepočten na kg/ha pomocí vzorce: kg/ha = (obsah živin v sušině (%) * hmotnost sušiny (g/m²))/100. Zohledni se tak i vývoj biomasy.

Tab. 5: Složky výnosu, výnos (normalizovaný) a hodnocení kvality. SNK test (5 %)

	Odnože (počet/m ²)	Hmotnost 1000 semen (g)	Výnos – 14% (t/ha)	Vlhkost zrna (%)	Měrná hmotnost (hl)	Podíl bílkovin (%)						
Srovnávací vzorek	581,7	b	43,5	b	5,2	c	10,6	a	64,7	c	10,92	a
NUTRIGEO [®] L 25 L P	710,0	a	46,2	a	5,5	b	11,7	a	65,1	b	10,65	a
NUTRIGEO [®] L 25 L J	603,3	b	45,6		5,1	c	11,1	a	65,5	b	10,60	a
NUTRIGEO [®] L 40 L J	608,5	b	45,6	a	5,5	b	11,9	a	65,4	b	10,85	a
NUTRIGEO [®] L 25 L P + FREE PK [®]	704,0	a	46,6	a	5,9	a	11,8	a	66,1	a	10,92	a

Přípravek NUTRIGEO[®]L zlepšuje strukturu půdy a biologickou aktivitu a stimuluje tak působení přípravku FREE PK[®] a v něm obsažených aerobních bakterií. Tato synergie tak může vysvětlit zlepšení výnosových prvků plodin, pokud se obě řešení kombinují.

/Recenzováno/

Poděkování

Studie byla podpořena společností Gaiago SAS. Výsledky byly zpracovány s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Agrotest fyto, s.r.o. (MZE-RO1118).

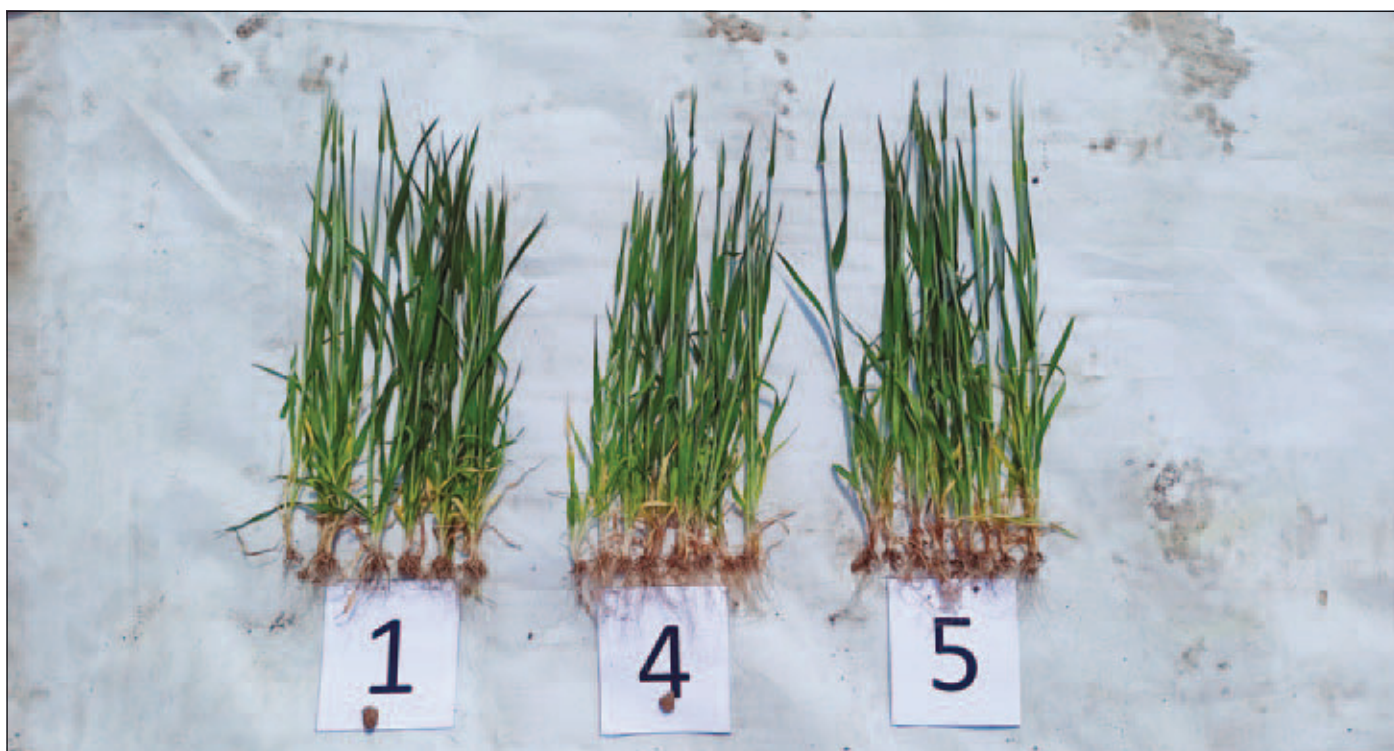


Obr. 2: Výsledek Drop testu v praxi. Vlevo kontrola, vpravo Nutrigeo L 25 l/ha podzimní aplikace

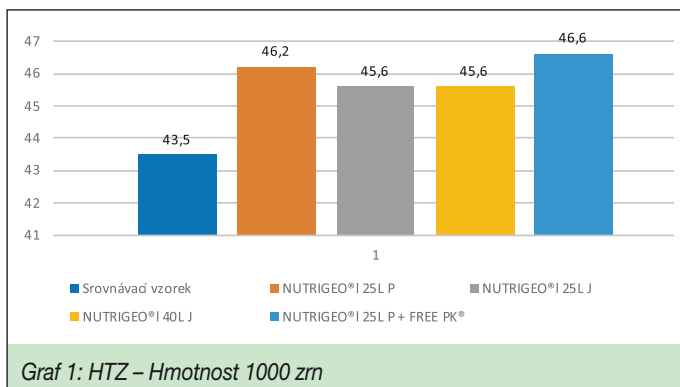
Tab. 3: Výsledky Drop testu v červnu a srpnu. SNK test (5%)

RÝČOVÁ ZKOUŠKA ČERVEN	Částice % > 50 mm	Částice % 25–50 mm	Částice % 12–25 mm	Částice % < 12 mm
Srovnávací vzorek	15,8 a	16,2 a	17,8 a	49,8 a
NUTRIGEO®L 25L P	12,8 ab	16,0 a	17,5 a	53 a
NUTRIGEO®L 25L J	12,4 ab	16,8 a	17,5 a	53,2 a
NUTRIGEO®L 40L J	12,4 ab	15,3 a	18,2 a	53,8 a
NUTRIGEO®L 25L P + FREE PK®	11,1 b	16,0 a	17,2 a	55,7 a

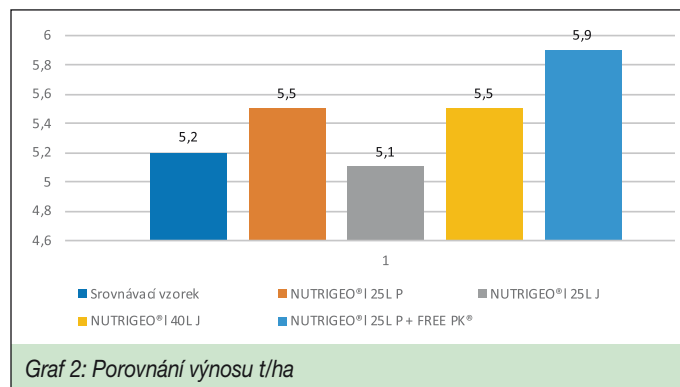
RÝČOVÁ ZKOUŠKA SRPEN	Částice % > 50 mm	Částice % 25–50 mm	Částice % 12–25 mm	Částice % < 12 mm
Srovnávací vzorek	42,7 a	14,8 b	11,8 a	30,7 a
NUTRIGEO®L 25L P	27,2 b	20,8 ab	16,0 a	36,3 a
NUTRIGEO®L 25L J	28,0 b	20,7 ab	19,0 a	32,3 a
NUTRIGEO®L 40L J	27,5 b	25,8 a	20,0 a	26,8 a
NUTRIGEO®L 25L P + FREE PK®	23,5 b	20,5 ab	19,5 a	36,3 a



Obr. 3: Lepší struktura půdy a vyšší biologická aktivita se projevují také bohatším prokořeněním a vyrovnaností porostu díky pravidelné výživě bakteriemi



Graf 1: HTZ – Hmotnost 1000 zrn



Graf 2: Porovnání výnosu t/ha