

Vliv endofytické houby *Serendipita indica*, aplikace křemíku a moření osiva na fyziologické parametry a výnos jarního ovsa (*Avena sativa* L.)

(Effect of the endophytic fungus *Serendipita indica*, silicon application and seed treatment on physiological parameters and yield of spring oat (*Avena sativa* L.))

Dominik Bleša, Natálie Jarošová, Pavel Matušinský
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 76701 Kroměříž

Souhrn: Cílem práce bylo ověřit vliv inokulace endofytickou houbou *Serendipita indica*, aplikace křemíku a moření osiva na fyziologické parametry a výnos jarního ovsa (*Avena sativa* L.) v polních podmínkách. Hodnoceny byly hodnoty normalizovaného diferenčního vegetačního indexu (NDVI) ve třech termínech, relativní kolonizace kořenů endofytem stanovená metodou qPCR a výnos zrna normalizovaný na 14 % vlhkost. Výsledky ukázaly, že inokulace endofytem měla pozitivní vliv na hodnoty NDVI i výnos. Kolonizace kořenů endofytem byla průkazně nižší u mořených rostlin, což potvrdilo negativní vliv mořidla na symbiotickou interakci, přesto byl výnos nejvyšší. Aplikace křemíku měla pozitivní efekt na fyziologický stav rostlin. Kombinace inokulace endofytem a aplikace křemíku se ukázala jako neefektivnější z hlediska vitality porostu a výnosu. Z výsledků vyplývá, že integrace biologické inokulace a minerální výživy křemíkem představuje perspektivní přístup k udržitelnému pěstování ovsa, avšak je nutné zohlednit možné interakce s fungicidním mořením osiva.

Klíčová slova: *Serendipita indica*, křemík, moření osiva, endofytická symbióza, NDVI, výnos, jarní oves

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of inoculation with the endophytic fungus *Serendipita indica*, silicon application, and seed treatment on physiological parameters and grain yield of spring oat (*Avena sativa* L.) under field conditions. The normalized difference vegetation index (NDVI) was measured at three growth stages, relative root colonization by the endophyte was determined by qPCR, and grain yield was normalized to 14 % moisture. The results showed that inoculation with the endophyte had a positive effect on both NDVI values and yield. Root colonization by *S. indica* was significantly lower in seed-treated plants, confirming the negative impact of the fungicidal treatment on symbiotic interaction, although these plants still achieved the highest yield. Silicon application had a beneficial effect on the physiological status of the plants. The combination of endophyte inoculation and silicon treatment proved to be the most effective in terms of crop vitality and yield. The findings indicate that integrating biological inoculation with silicon nutrition represents a promising approach for sustainable oat cultivation; however, potential interactions with fungicidal seed treatments have to be carefully considered.

Key Words: *Serendipita indica*, silicon, seed treatment, endophytic symbiosis, NDVI, yield, spring oat

Úvod

V posledních letech se rostoucí pozornost věnuje využití symbiotických mikroorganismů jako alternativního nebo doplňkového přístupu ke zvyšování výnosu a odolnosti polních plodin. Jedním z významných zástupců těchto mikroorganismů je endofytická houba *Serendipita indica* (syn. *Piriformospora indica*), která vytváří mutualistickou interakci s širokým spektrem hostitelských rostlin včetně obilnin. Endofytická kolonizace vede ke zlepšení růstu, výživového statusu a odolnosti rostlin vůči abiotickým i biotickým stresům (Varma et al., 1999; Franken, 2012). Na rozdíl od arbuskulárních mykorhizních hub lze *S. indica* snadno kultivovat in vitro v axenické kultuře, což zlepšuje možnost jejího praktického využití v experimentálních i agronomických podmínkách.

Mechanismus působení *S. indica* je komplexní. Houba zlepšuje příjem živin, zejména fosforu a dusíku, stimuluje růst kořenového systému a moduluje hormonální rovnováhu v rostlině. Zároveň ovlivňuje expresi genů spojených s obranou, antioxidačními mechanismy a metabolismem sacharidů (Peskan-Berghöfer et al., 2004). Bylo prokázáno, že přítomnost endofytu zvyšuje fotosyntetickou aktivitu a celkový výnos plodin, jako jsou ječmen, pšenice nebo oves (Waller et al., 2005; Ghorbanpour et al., 2018). Úspěšná kolonizace je však citlivá na podmínky prostředí i agrotechnické zásahy, včetně použití fungicidních mořidel.

Moření osiva fungicidními přípravky představuje běžný postup ochrany obilnin proti chorobám, avšak současně může ovlivnit mikrobiální osídlení rhizosféry. Účinné látky, jako je azoxystrobin, působí širokospektrálně na houby a mohou omezovat i prospěšné endofyty (Tagele & Gachomo, 2025). Studie prokázaly, že fungicid-

ní moření často snižuje kolonizační schopnost symbiotických hub, což se následně může projevit snížením fyziologických parametrů rostlin (Ma et al., 2025). Negativní účinek závisí na dávce, formulaci a časové prodlevě mezi mořením a inokulací. Z praktického hlediska je proto nezbytné hledat kompatibilní kombinace chemické a biologické ochrany, aby nebyl narušen mutualistický vztah mezi hostitelem a endofytem.

Dalším faktorem, který může ovlivňovat fyziologii rostlin i symbiotické interakce, je křemík. Ačkoliv není považován za esenciální prvek, jeho přítomnost v rostlinách zlepšuje mechanickou pevnost pletiv, odolnost vůči poléhání a snižuje negativní dopady abiotických stresů (Epstein, 1999; Ma & Yamaji, 2015). U obilnin byl prokázán vliv křemíku na zlepšení fotosyntézy, zvýšení obsahu chlorofylu a efektivnější hospodaření s vodou (Liang et al., 2007). Křemík také interaguje s rostlinnými obrannými mechanismy – indukuje tvorbu fenolických látek a zvyšuje aktivitu antioxidačních enzymů a má vliv na parametry buněčných stěn rostlin (Basu & Kumar, 2021).

Kombinované působení endofytů a křemíku se jeví jako perspektivní přístup pro zlepšení fyziologického stavu rostlin v podmínkách stresu. Některé studie naznačují, že aplikace křemíku může zvýšit efektivitu symbiózy prostřednictvím snížení oxidačního stresu v kořenové zóně a stabilizace buněčných stěn (Boorboori & Zhang, 2022). Současně však může docházet k ovlivnění mikrobiální komunity v rhizosféře. Měření vegetačních indexů, jako je NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), představuje rychlou a nedestruktivní metodu hodnocení vitality porostů a jejich fotosyntetické aktivity. NDVI odráží obsah chlorofylu a celkový fyziologický stav rostlin, a proto se běžně používá při hodnocení vlivu výživy i stresových faktorů (Hatfield

& Prueger, 2010). V kombinaci s molekulárními metodami, jako je kvantitativní PCR, lze získat komplexní obraz o vztazích mezi kolonizací, fyziologickými parametry a výnosem.

Z dosavadních poznatků vyplývá, že efekt inokulace *S. indica* na růst a výnos obilnin je významně ovlivňován souběžnými agrotechnickými zásahy. Chemické moření může působit inhibičně, zatímco křemík má potenciál tuto nerovnováhu částečně kompenzovat. Kombinace biologické inokulace a aplikace křemíku tak představuje inovativní a environmentálně šetrný přístup, který může přispět ke zlepšení výkonnosti obilnin v udržitelných pěstelských systémech.

Materiál a metody

Pokus byl realizován na poli v jarním období roku 2024 s odrůdou jarního ovsa (*Avena sativa* L.) cv. Merlin. Jednotlivé pokusné parcely měly plochu 10 m². Sledovány byly tři experimentální faktory: Endofyt – inokulace rostlin houbou *Serendipita indica*; Křemík – aplikace postřiku roztoku křemičité soli a Moření – ošetření osiva fungicidním mořidlem s účinnou látkou azoxystrobin. Pokus byl založen v náhodném faktoriálním uspořádání s odpovídajícím počtem opakování. Osivo bylo před výsevem mořeno přípravkem obsahujícím účinnou látku azoxystrobin v dávce 1,5 l/t osiva, tj 375g účinné látky na tunu osiva. Setí proběhlo 19. 4. 2024. Inokulace rostlin endofytem *S. indica* byla provedena ramenným postřikovačem suspenze spor měsíc po výsevu (21. 5. 2024). Aplikace roztoku křemíku v dávce 1000 mg/l (vodný roztok křemičitanu draselného) proběhla dvakrát foliárně během fáze sloupkování (BBCH 32–37) 28. 5. 2024 a 6. 6. 2024.

Fyziologický stav porostu byl hodnocen pomocí normalizovaného diferenčního vegetačního indexu (NDVI), který byl měřen bezkontaktním senzorovým přístrojem Trimble GreenSeeker ve třech termínech: 5. 6. 2024, 14. 6. 2024 a 2. 7. 2024. Měření probíhalo za homogenních světelných podmínek a hodnoty NDVI byly vyjád-

řeny jako průměr z několika měření na ploše každé parcely. Vzorky kořenů byly odebrány před sklizní. Kolonizace endofytem byla stanovena metodou kvantitativní PCR (qPCR). Pro detekci endofytu byly použity specifické primery pro detekci a kvantifikaci organismu *Serendipita indica*, jako reference byly použity primery s vazbou na aktin ovsu. Výsledky byly vyjádřeny jako relativní množství DNA endofytu vzhledem k referenčnímu genu. Po dosažení plné zralosti byly jednotlivé parcely sklizeny a výnos zrna byl stanoven po přepočtu na standardní vlhkost 14 %.

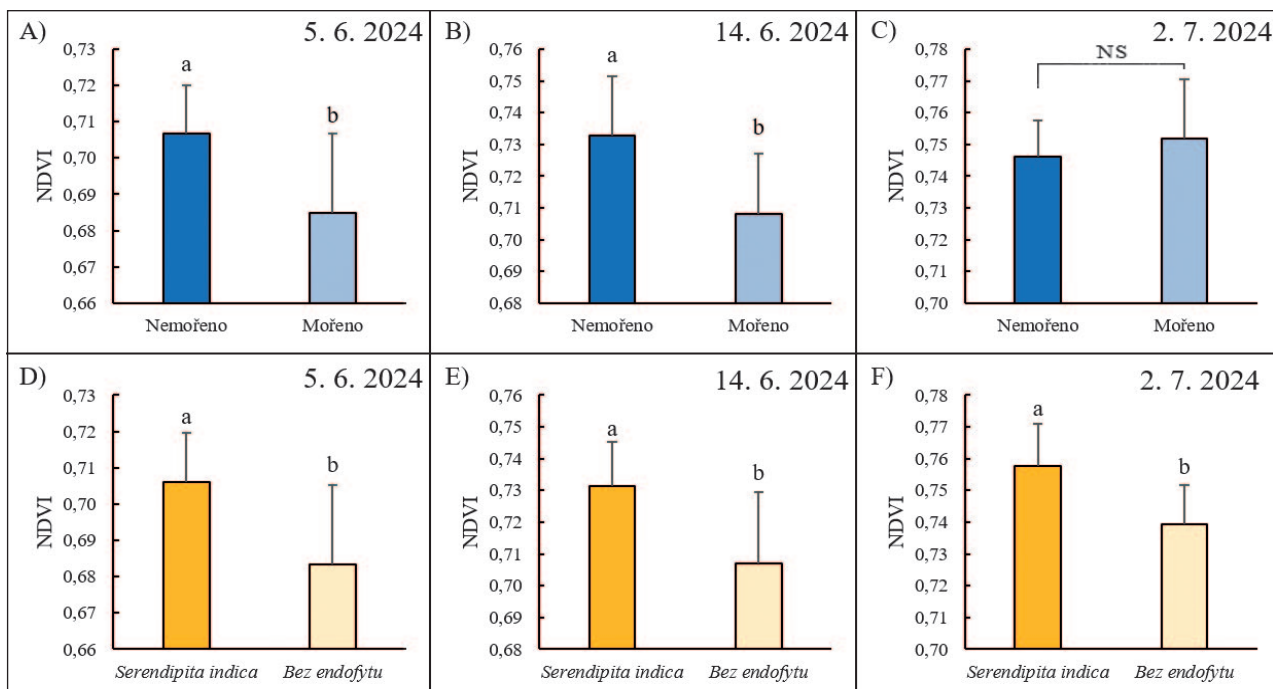
Data byla testována vzhledem k předpokladům parametrických testů pomocí kombinovaného Cochranova, Bartlettova a Hartleyova testu a Shapiro-Wilkova testu. Data pro NDVI hodnoty druhého měření byla transformována pomocí Box-Coxovy transformace. Následně analyzována pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) s interakcemi a následným Tukeyho HSD post-hoc testem pro nestejná N ($p < 0,05$). Data byla zpracována v programu Statistica 14.

Výsledky a diskuze

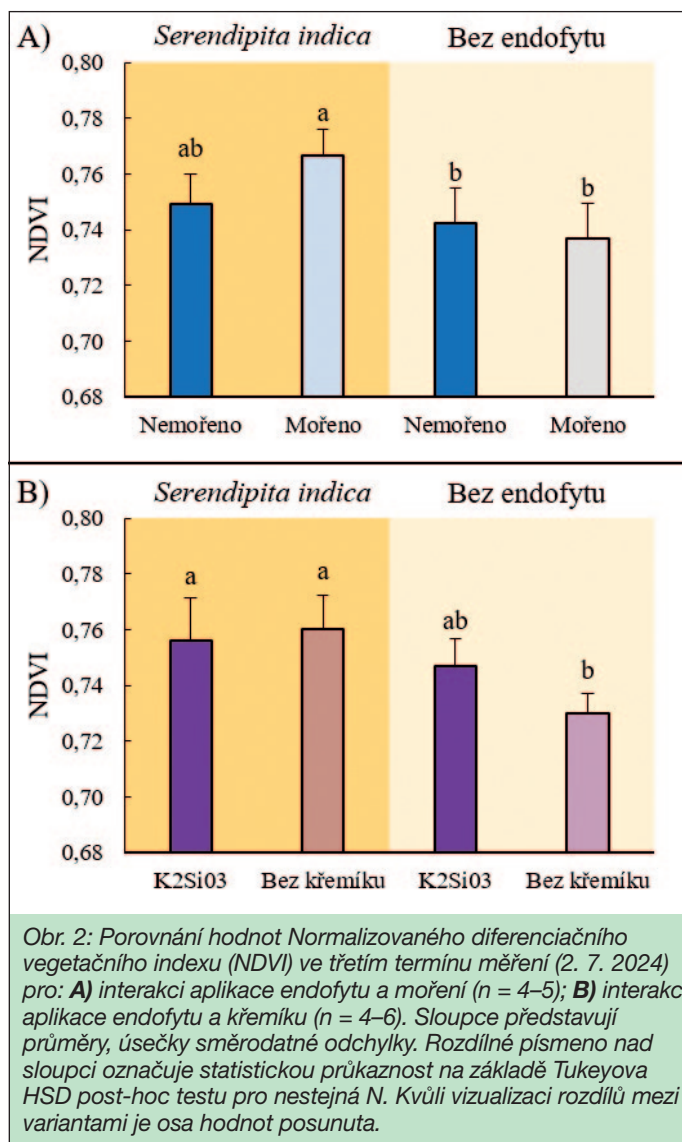
1. Fyziologické parametry – NDVI

Hodnoty normalizovaného diferenčního vegetačního indexu (NDVI) prokazatelně reagovaly na všechny sledované faktory (obrázek 1). V termínech měření (5. 6. a 14. 6. 2024) byl zaznamenán vliv moření ($F = 13,921$; $p = 0,003$ a $F = 15,978$; $p = 0,002$) a aplikace endofytu ($F = 12,003$; $p = 0,005$ a $F = 14,156$; $p = 0,003$). Ve termínu hodnocení nebyl vliv moření průkazný, jako samostatný faktor byl patrný pouze faktor aplikace endofytu ($F = 19,958$; $p = 0,001$). Aplikace roztoku křemíku přinesla nárůst v parametru NDVI pouze v druhém termínu ($F = 5,665$; $p = 0,036$), následný post-hoc test však rozdíl mezi skupinami nerozlišil.

V prvním termínu měření se pozitivně projevil zejména vliv inokulace rostlin endofytem *Serendipita indica*, která vedla k vyšším hodnotám NDVI oproti kontrolním variantám bez inokulace. Tento



Obr. 1: Porovnání hodnot Normalizovaného diferenčního vegetačního indexu (NDVI) ve třech termínech měření (5. 6. 2024, 14. 6. 2024 a 2. 7. 2024) pro: A, B a C) faktor moření ($n = 9-10$); D, E a F) aplikaci endofytu ($n = 9-10$). Sloupce představují průměry, úsečky směrodatné odchylky. Rozdílné písmeno nad sloupci označuje statistickou průkaznost na základě Tukeyova HSD post-hoc testu pro nestejná N. Kvůli vizualizaci rozdílů mezi variantami je osa hodnot posunuta.



trend lze přičíst lepší vitalitě rostlin a potenciálně efektivnější výživě a vodní bilanci v důsledku symbiotické interakce. Naproti tomu mořené rostliny vykazovaly nižší hodnoty NDVI než nemořené, což naznačuje mírný stres nebo zpomalení růstu způsobené účinnou látkou mořidla (azoxystrobin). Tento účinek byl patrný i v pozdějším termínu měření.

Ve druhém termínu (14. 6.) se rozdíly mezi variantami ještě více zvýraznily. Inokulace endofytem měla nadále pozitivní efekt, zatímco moření působilo snížením indexu. Aplikace křemíku rovněž ovlivnila hodnoty NDVI – rostliny ošetřené roztokem křemičité soli vykazovaly vyšší NDVI než neošetřené – K_2SiO_3 : $0,724 \pm 0,020$; Bez křemíku: $0,711 \pm 0,024$ (průměr $\pm$ SD). To může naznačovat posílení fyziologického stavu a antistresový účinek křemíku. Tento výsledek je v souladu s poznatkem, že křemík může zlepšovat fyziologické podmínky a podporovat metabolickou aktivitu rostlin (např. zvýšením chlorofylového obsahu či lepší vodivostí pletí).

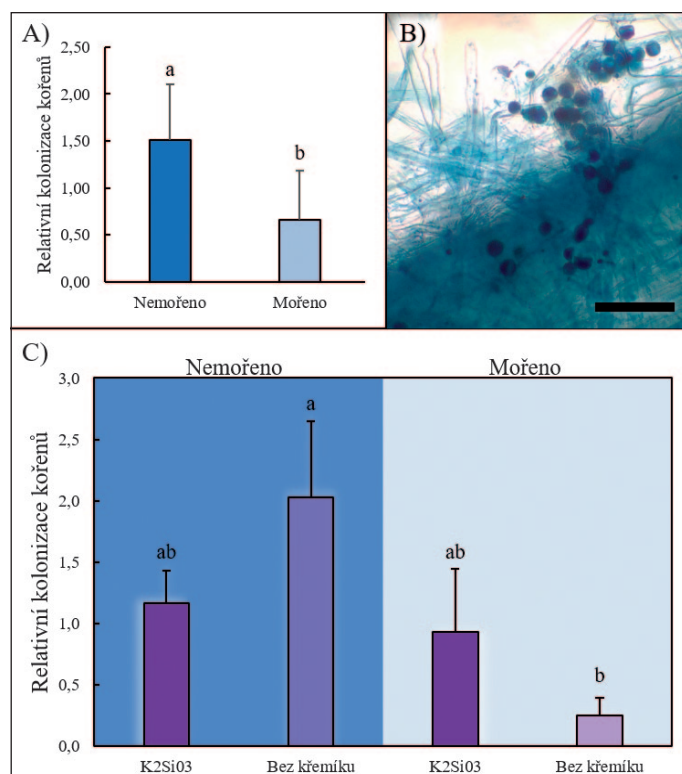
Ve třetím termínu měření NDVI (2. 7. 2024) byl samostatně statisticky průkazný vliv pouze faktoru endofytu. Rostliny inokulované endofytem vykazovaly vyšší hodnoty NDVI ve srovnání s neinokulovanými kontrolami, výsledky tak dokládají pozitivní vliv symbiotické kolonizace na fyziologickou aktivitu porostu i v pozdějších růstových fázích.

Přestože jednotlivé faktory moření a křemíku nevykazovaly průkaznost, objevily se v interakcích – endofytu s mořením ($F = 6,980$; $p = 0,023$) a endofytu s křemíkem ($F = 6,002$; $p = 0,032$). Tyto interakce naznačují, že účinek inokulace nebyl v obou kombinacích stejný – přítomnost mořidla nebo křemíku měnila intenzitu reakce rostlin na endofytickou kolonizaci (obrázek 2). V případě interakce s mořením byla patrná tendence k vyšším hodnotám NDVI u mořených rostlin s endofytem, což může naznačovat částečnou adaptaci symbiózy i za přítomnosti fungicidního stresu. U kombinace s křemíkem se pozitivní efekt inokulace projevil také, lze tedy z tohoto ukazatele usuzovat pozitivní vliv fyziologický stav rostlin.

2. Kolonizace kořenů endofytem Serendipita indica

Relativní množství DNA endofytu v kořenových vzorcích (stanovené metodou qPCR se specifickými primery potvrdilo významné rozdíly mezi ošetřenými variantami (obrázek 3). Kolonizace byla nižší u mořených rostlin než u nemořených ($F = 13,789$; $p = 0,010$). Tento výsledek odpovídá předpokladu, že fungicidní složka mořidla (azoxystrobin) mohla negativně ovlivnit schopnost endofytu rozvinout se v kořenovém systému. Pravděpodobně došlo ke snížení viability inokula nebo k omezení interakce mezi hyfami endofytu a kořenovými buňkami, jak bylo popsáno i u jiných kombinací fungicidů a symbiotických hub.

Zajímavým zjištěním je vliv křemíku na kolonizaci: aplikace roztoku křemičité soli vedla k mírnému zvýšení relativního množství endofytické DNA v pletivech u mořených rostlin. Tento



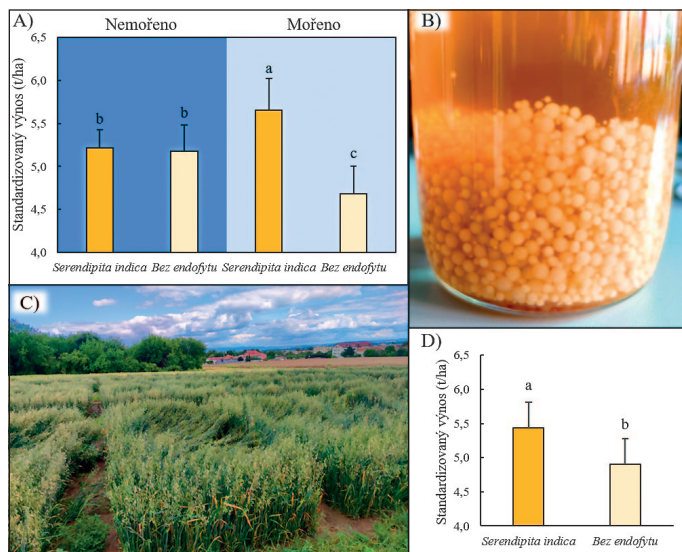
Obr. 3: **A)** Porovnání relativního obsahu DNA endofytu normalizovaného na referenční gen ovsu – relativní kolonizace kořenů, mezi mořenými a nemořenými rostlinami ovsu. **B)** Vizualizace endofytu v kořenech po barvení trypanovou modří. **C)** relativní kolonizace kořenů pro interakci faktorů aplikace křemíku a moření na konci kultivační sezóny jarního ovsu. Sloupce představují průměry, úsečky směřodáté odchylky. Rozdílné písmeno nad sloupci označuje statistickou průkaznost na základě Tukeyova HSD post-hoc testu pro nestejná N

efekt lze interpretovat jako nepřímou podporu symbiotického vztahu – křemík může ovlivňovat fyziologii rostlin tak, že snižuje oxidační stres a zlepšuje podmínky pro kolonizaci kořenů. Interakce mezi křemíkem a mořením byla statisticky průkazná ($F = 8,070$; $p = 0,030$), což naznačuje, že i při částečném negativním vlivu mořidla může aplikace křemíku obnovit schopnost endofytu kolonizovat pletiva.

3. Výnos

Analýza výnosu (normalizovaného na 14 % vlhkosti) ukázala významný vliv inokulace endofytem (obrázek 4). Rostliny ošetřené *S. indica* dosáhly vyššího výnosu ve srovnání s neošetřenou kontrolou ($F = 10,876$; $p = 0,007$), což lze přičíst zlepšení příjmu živin a vody, případně zvýšení fotosyntetické aktivity, jak naznačovaly i vyšší hodnoty NDVI.

Interakce mezi endofytem a mořením byla statisticky významná – přestože přítomnost mořidla snížila úroveň kolonizace, působení i takto relativně nižší kolonizace průkazně zvýšilo výnos rostlin oproti nemořeným rostlinám i rostlinám mořeným, ale bez endofytu ($F = 9,660$; $p = 0,010$). Toto synergické působení může být diskutováno z hlediska redukce patogenů ve rhizosféře rostlin ovsa. Lze také diskutovat, že funkční charakteristiky nemusí záviset na reálném množství endofytu v kořenech, případně o změnách strategií alokace živin v hostiteli. Podobný trend byl patrný i ve třetím termínu hodnocení NDVI, kdy interakce moření s endofytem vykazovala nejvyšší hodnoty.



Obr. 4: **A)** Hodnocení výnosu sklizeného ovsa v závislosti na interakci faktorů inokulace rostlin endofytem a mořením. **B)** Inokulum endofytu *Serendipita indica* pěstované v tekutém živném médiu. **C)** Pokusné parcely jarního ovsa v průběhu dozrávání. **D)** Výnos sklizeného ovsa v závislosti na faktoru inokulace rostlin endofytem. Sloupce představují průměry, úsečky směrodatné odchylky. Rozdílné písmeno nad sloupce označuje statistickou průkaznost na základě Tukeyova HSD post-hoc testu pro nestejná N. Kvůli vizualizaci rozdílů mezi variantami je osa hodnot posunuta.

Závěr

Výsledky pokusu ukazují, že inokulace jarního ovsa endofytem *S. indica* měla pozitivní vliv na růst i výnos rostlin, avšak její efekt byl částečně potlačen mořením osiva fungicidním

přípravkem. Tento antagonismus potvrzuje nutnost zohlednit kompatibilitu mezi biologickými a chemickými ošetřeními osiva. Aplikace křemíku se ukázala jako přínosná – nejen pro zlepšení fyziologického stavu porostu (vyšší NDVI), ale i jako potenciální faktor podporující kolonizaci endofytem.

Z praktického hlediska lze doporučit oddělení aplikace endofytu od moření nebo použití mořidel s nižším antagonistickým účinkem vůči symbiotickým mikroorganismům. Křemík lze považovat za vhodný doplněk biologické inokulace, který může pomoci zmírnit negativní účinky chemické ochrany a posílit fyziologickou odolnost rostlin. Kombinace endofytické inokulace a následné aplikace křemíku představuje perspektivní přístup k udržitelnému pěstování jarního ovsa, který by mohl zlepšit výnosový potenciál i stabilitu produkce v měnících se klimatických podmínkách.

(Recenzováno)

Poděkování

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123 a projektu QL24010008.

Použitá literatura

- Basu, S., & Kumar, G. (2021). Exploring the significant contribution of silicon in regulation of cellular redox homeostasis for conferring stress tolerance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 393-404. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.06.005>
- Boorboori, M. R., & Zhang, H. Y. (2022). The role of *Serendipita indica* (*Piriformospora indica*) in improving plant resistance to drought and salinity stresses. *Biology*, 11(7), 952. <https://doi.org/10.3390/biology11070952>
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50(1), 641-664. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>
- Franken, P. (2012). The plant strengthening root endophyte *Piriformospora indica*: Potential application and the biology behind. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96(6), 1455-1464. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4506-1>
- Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R., & Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2010). Value of using different vegetative indices to quantify agricultural crop characteristics at different growth stages under varying management practices. *Remote Sensing*, 2(2), 562-578. <https://doi.org/10.3390/rs2020562>
- Liang, Y. C., Sun, W. C., Si, J., & Römhelt, V. (2005). Effects of foliar-and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathology*, 54(5), 678-685. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01246.x>
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2015). A cooperative system of silicon transport in plants. *Trends in Plant Science*, 20(7), 435-442. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.04.007>
- Ma, Y., Wang, H., Kang, Y., & Wen, T. (2025). Small molecule metabolites drive plant rhizosphere microbial community assembly patterns. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1503537. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1503537>

Peskan-Berghöfer, T., Shahollari, B., Giong, P. H., Hehl, S., Markert, C., Blanke, V., Kost, G., Varma, A., & Oelmüller, R. (2004). Association of *Piriformospora indica* with *Arabidopsis thaliana* roots represents a novel system to study beneficial plant-microbe interactions and involves early plant protein modifications in the endoplasmic reticulum and at the plasma membrane. *Physiologia Plantarum*, 122(4), 465–477. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2004.00424.x>

Tagele, S. B., & Gachomo, E. W. (2025). A comparative study: impact of chemical and biological fungicides on soil bacterial communities. *Environmental Microbiome*, 20(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s40793-025-00713-6>

Varma, A., Verma, S., Sudha, S. N., Bütehorn, B., & Franken, P. (1999). *Piriformospora indica*, a cultivable plant-growth-promoting root endophyte. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(6), 2741–2744. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.6.2741-2744.1999>

Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., Heier, T., Hückelhoven, R., Neumann, C., von Wettstein, D., Franken, P., & Kogel, K. H. (2005). The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(38), 13386–13391. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504423102>

ANALÝZA CHOROB PAT STÉBEL OBIILNIN

Nabízíme:

- ✓ laboratorní identifikace fytopatogenních hub
- ✓ hodnocení míry napadení vzorků
- ✓ podklad pro cílené fungicidní ošetření
- ✓ zapojení do monitoringu rezistence národního akčního plánu pro bezpečné používání pesticidů

-  Zašlete nám vzorky porostů s vyplněnou návratkou
-  Odběr vzorků: BBCH 30–32 (březen–duben)



„Neřešte choroby naslepo – nechte si je analyzovat.“

Nejúčinnější herbicid bez omezení



jednoduchá evidence

Aplikace ve všech OP II, na svazích, bez omezení pro následné plodiny, atd...



IDEÁLNÍ pro jarní ochranu ozimé a jarní pšenice, žita a triticales proti chundelce metlici, dalším travovitým a dvouděložným plevelům



Info: 722 949 454

NEJÚČINNĚJŠÍ HERBICID BEZ OMEZENÍ JEDNODUCHÁ EVIDENCE



Zypar vyčistí všechny obilniny od dvou-
děložných plevelů, včetně zemědělmů,
kakostů, svízele, heřmánek a dalších;
hubí i přerůstající plevele
a je možné ho aplikovat
až do doby před
metáním obilniny...



Aplikace ve všech OP II
a na svazích, možnost
použití i ve vysoké růstové fázi
obilniny, bez omezení pro následné plodiny, atd...



Info: 602 523 607