

Vegetace plevelů na zemědělských hnojištích

VEGETATION OF WEEDS IN AGRICULTURAL MANURE PILES

Barbora Kotlánová¹, Lenka Petržalová¹, Igor Děkanovský², Ivana Rypová³, Jan Winkler¹

¹ Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin

² Fakultní nemocnice Brno; ³ Warsaw University of Life Sciences – SGGW

V rámci evropské legislativy neexistuje jednotně používaná definice pro hnůj. Nařízení ES/1069/2009 (1) hovoří o vedlejších živočišných produktech a definuje hnůj jako jakékoli exkrementy hospodářských zvířat, a to s podestýlkou i bez ní. Směrnice o dusičnanech (2) definuje hnůj jako odpadní produkty vylučované hospodářskými zvířaty včetně podestýlky. V Evropské unii vzniká značné množství vedlejšího produktu živočišné výroby (hnoje). V období 2016 až 2019 se v Evropské unii a Spojeném království ročně vyprodukovalo 1,4 mld. t hnoje od hospodářských zvířat (3), přitom šest velkých zemí (Německo, Španělsko, Francie, Itálie, Polsko a Spojené království) produkuje přibližně 68 % z celkového množství hnoje. Více než 75 % hnoje pochází od skotu a přibližně 12 % od prasat a kuřat (4).

V zemědělství je tradičním využitím chlévského hnoje hnojení. Hnůj je považován za organické hnojivo, které výrazně zlepšuje půdu (5). Hnojení chlévským hnojem zlepšuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy (6) a mimo jiné omezuje toxicitu hliníku v půdách (7). Některé studie naznačují, že hnojení hnojem může zvýšit pH, a to díky přítomnosti draslíku, sodíku, hořčíku, vápníku, uhličitánů a hydrogenuhličitánů vápenatých (8) i organických aniontů (9). Chlévský hnůj poskytuje plodinám základní minerální živiny, jako je anorganický dusík (10), fosfor,

síra (11), zinek, měď (12) a další mikroprvky. Navíc hnojením hnojem zvyšuje množství uhlíku v půdě a dlouhodobě stabilizuje obsah organické hmoty a také poměr C:N v půdě (13, 14), což je klíčový hnací faktor pro půdní mikrobiální diverzitu (14). Chlévský hnůj ovšem nachází i nové využití v kompostárnách (15) nebo v městském zemědělství (16).

Kvalita hnoje je ovlivňována rychlostí rozkladu (zrání) chlévského mrvy. Při rozkladu hrají důležitou roli dostatečná vlhkost, obsah uhlíku a poměr C:N (17). Vysoký podíl podestýlky inhibuje rozklad trusu a zrání hnoje, protože snižuje obsah dusíku a fyzicky odděluje jednotlivé frakce od sebe (18). Způsob trávení živočichů je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících chemické složení hnoje (19). Obecně platí, že býložravci mají v trusu množství celulolytických bakterií, a proto je rozklad celulosy rychlý (20). Zajímavostí je, že bakteriální společenství v koňském trusu je výrazně bohatší než v trusu skotu a ovcí (21), což může přispět k rychlejšímu rozkladu koňského trusu. Koňský trus má i výhodnější strukturu pro činnost půdních bezobratlých, která může urychlit fragmentaci a rozklad (22). Hnůj skotu má vyšší obsah dusíku a výhodnější poměr C:N než hnůj od jiných zvířat, což je výhodnější z pohledu obsahu živin využitelných plodinami (19).

Obr. 1. Trvalá zpevněná hnojiště mění podmínky pro plevele



Obr. 2. Dočasná polní hnojiště mají specifickou vegetaci



Hospodaření s chlévským hnojem přináší řadu environmentálních rizik. Mezi nejdiskutovanější patří ztráta živin. Chov hospodářských zvířat přispívá ke zvyšování amoniaku v atmosféře, který je zodpovědný za zhoršování kvality okolního ovzduší, lidského zdraví a přispívá k rozvratu klimatu (23). Zdrojem amoniaku jsou mimo jiné vlastní stáje používané v živočišné produkci, ale především skladování a zrání hnoje (24). Součástí intenzivních velkochovů jsou v současné době zařízení, která nakládáním s hnojem omezují emise (25). Snížení emisí je zajištěno rozkladem hnoje za nepřítomnosti kyslíku (anaerobní digestce), což se používá při výrobě bioplynu (26). Delší doba kompostování nebo zrání hnoje významně zvyšuje množství emisí, ale s prodlužující se dobou dochází k omezení množství nežádoucích patogenů přítomných v hnoji (27). Dalším a novým rizikem je, že zvířecí hnůj je zdrojem mikroplastů.

Jejich složení se během procesu zrání hnoje mění. Tyto mikroplasty se chovají jedinečným způsobem podle svého chemického složení. Díky hnojení hnojem se dostávají do orné půdy a následně do potravního řetězce (28).

Další problematickou oblastí jak z pohledu environmentálního, tak zemědělského je vztah mezi hnojem a plevely. Hnůj je důležitým zdrojem semen plevelů (29), ovšem údaje o následném zaplevelení hnojených polí se výrazně liší. Některé studie uvádějí jen malé zvýšení zaplevelení (30), jiné výrazný nárůst (29). Podle dalších studií nastává nárůst zaplevelení jen u některých druhů plevelů (31). Jedna tuna hnoje skotu obsahuje desítky tisíc životaschopných semen plevelů (32) s vysokou diverzitou druhů (33). Vztah plevelů a hnoje je významně ovlivněn kompostováním nebo zráním hnoje. Dopady těchto procesů na životaschopnost a klíčivost semen plevelů se však značně liší podle způsobu kompostování (34), podle teplotních podmínek (35), doby trvání kompostování, podmínek skladování (36) a podle druhu vstupních materiálů (15). Některé studie prokázaly, že zejména kompostování výrazně snižuje životaschopnost a klíčivost semen plevelů (36). Podle jiných studií bylo pozorováno více semen plevelů v kompostovaném než v čerstvém statkovém hnoji (33). Kompost se také může stát cestou pro šíření nových nebo méně často se vyskytujících druhů plevelů (37). Pro demografii plevelů na obdělávaných polích je hospodaření s hnojem součástí antropogenních disturbancí (38).

Pro vegetaci plevelů je důležité skladování hnoje na hnojištích. Analýza druhového složení vegetace polních hnojišť zodpoví otázku, které plevele mohou obohatit hnůj svými semeny a které se mohou hnojem šířit na nové pozemky v důsledku hnojení hnojem.

Materiál a metody

Pro hodnocení vegetace bylo vybráno 12 hnojišť v různých oblastech. Přehled sledovaných hnojišť je uveden v tab. I. Vegetace byla hodnocena metodou fytoecologických snímků. Snímky byly zapisovány

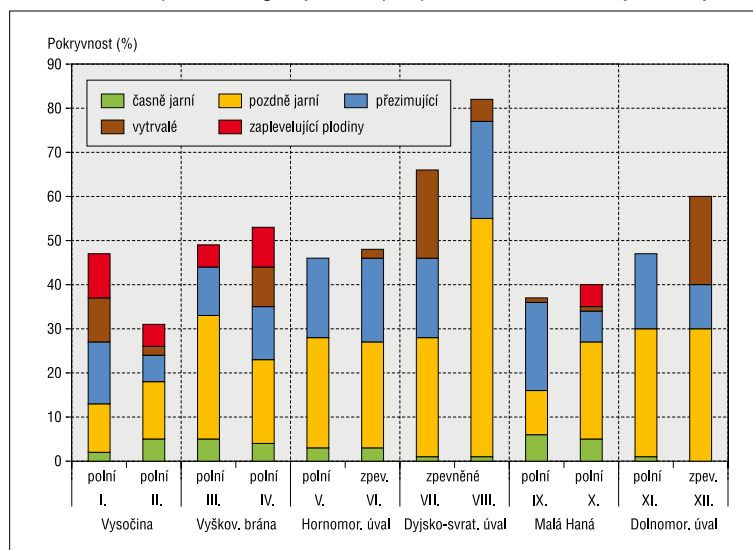
Tab. I. Charakteristika vybraných hnojišť

Označení	Region	Výrobní oblast	Katastrální území	Typ hnojiště
I.	Vysočina	bramborářská	Polná (a)	dočasné (polní)
II.	Vysočina	bramborářská	Polná (b)	dočasné (polní)
III.	Vyškovská brána	řepařská	Ivanovice na Hané	dočasné (polní)
IV.	Vyškovská brána	řepařská	Tvarožná	dočasné (polní)
V.	Hornomoravský úval	řepařská	Paseka	dočasné (polní)
VI.	Hornomoravský úval	řepařská	Dlouhá Loučka	trvalé (zpevněné)
VII.	Dyjsko-svratecký úval	kukuřičná	Nosislav	trvalé (zpevněné)
VIII.	Dyjsko-svratecký úval	kukuřičná	Žabčice	trvalé (zpevněné)
IX.	Malá Haná	řepařská	Cetkovice	dočasné (polní)
X.	Malá Haná	řepařská	Borotín	dočasné (polní)
XI.	Dolnomoravský úval	kukuřičná	Lipov	dočasné (polní)
XII.	Dolnomoravský úval	kukuřičná	Louka	trvalé (zpevněné)

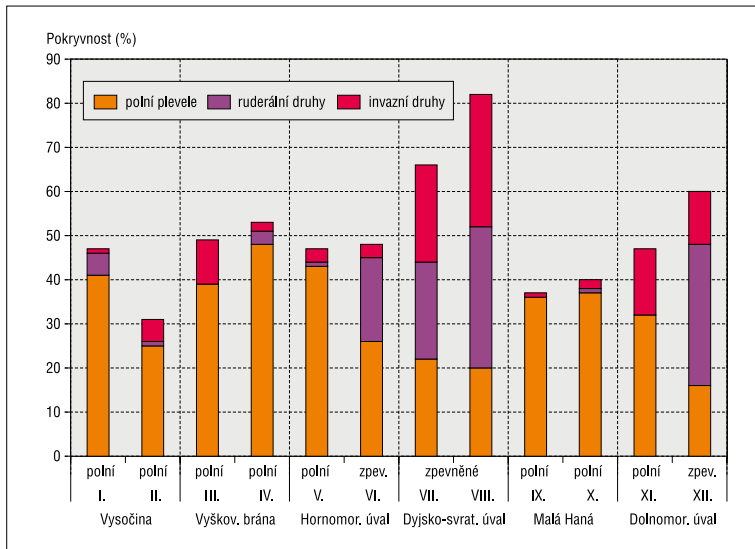
v průběhu července až srpna v letech 2018 až 2022. Všechny přítomné druhy byly zaznamenány a byla odhadnuta jejich pokryvnost. Taxonomická nomenklatura rostlin byla použita dle KAPLANA ET AL. (39). Druhy byly rozděleny do skupin podle svých biologických vlastností. Na základě informací z databáze TYLERA ET AL. (40) byla vybrána tři kritéria. Druhy rostlin byly využity k bioindikaci místních půdních podmínek a k perzistenci svých semen v půdní semenné bance.

Prvním kritériem byla dostupnost dusíku. Jedná se o průměrnou realizovanou mez dostupnosti půdního dusíku pro rostliny. Devítistupňová škála je uvedena takto: N1 = obtížně dostupný dusík; N2 = obtížně až špatně dostupný dusík; N3 = špatně dostupný dusík; N4 = dostupný dusík; N5 = půdy středně bohaté na dusík; N6 = půdy středně bohaté až bohaté na dusík; N7 = půdy bohaté na dusík; N8 = půdy velmi bohaté na přirozený dusík; N9 = půdy velmi bohaté na dusík, dusíkem uměle obohacené.

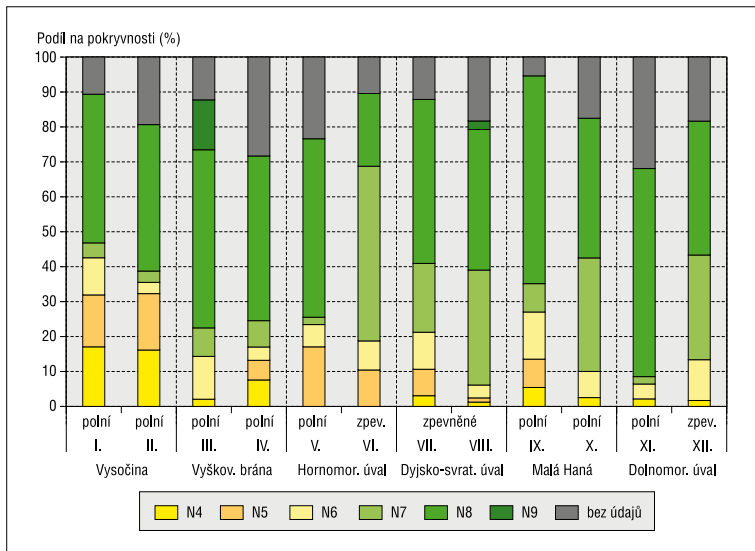
Obr. 3. Zastoupení biologických skupin plevelů na sledovaných hnojištích



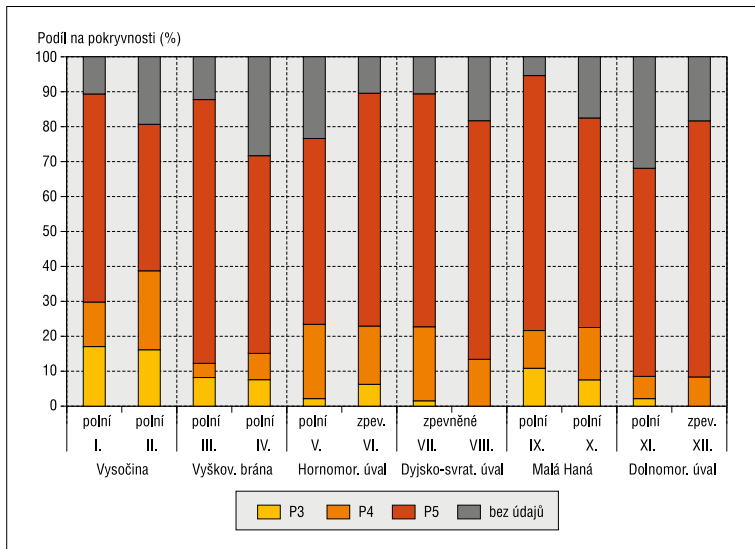
Obr. 4. Zastoupení skupin plevelů podle významu na sledovaných hnojištích



Obr. 5. Bioindikace zásobenosti N podle plevelů na sledovaných hnojištích



Obr. 6. Bioindikace dostupnosti P podle plevelů na sledovaných hnojištích



Dalším kritériem byla dostupnost fosforu, která je vyjádřena jako průměrná realizovaná mez dostupnosti půdního fosforu pro rostliny. Pětistupňová škála je uvedena takto:

- P1 = druhy vyhýbající se půdám s vysokou dostupností fosforu,
- P2 = druhy znevýhodněné vysokou dostupností fosforu,
- P3 = druhy prosperující při průměrné dostupnosti fosforu,
- P4 = druhy upřednostňující vysokou dostupnost fosforu,
- P5 = druhy vyskytující se pouze na půdách s vysokou dostupností fosforu.

Třetím kritériem pro nalezené druhy byla perzistence semenné banky. Byla využita čtyřstupňová škála:

- SB1 = semena přežívající až 1 rok, zřídka 2 roky,
- SB2 = krátkodobá perzistence (1 až 5 let),
- SB3 = dlouhodobá perzistence (5 až 25 let),
- SB4 = velmi dlouhodobá perzistence (více než 25 let).

Výsledky a diskuse

Během mapování vegetace na hnojištích bylo nalezeno 89 druhů plevelů. Mezi druhy s dominantním zastoupením patřily *Chenopodium album* subsp. *album* (merlík bílý pravý), *Atriplex sagittata* (lebeda lesklá), *Echinochloa crus-galli* (ježatka kuří noha), *Amaranthus retroflexus* (laskavec ohnutý), *Tripleurospermum inodorum* (heřmánkovec nevonný) a *Polygonum aviculare* (truskavec ptačí).

Mezi druhy s běžným subdominantním výskytem patřily *Carduus acanthoides* (bodlák obecný), *Chenopodium hybridum* (merlík zvrhlý), *Urtica dioica* (kopřiva dvoudomá), *Brassica napus* (brukev řepka), *Datura stramonium* (durman obecný), *Stellaria media* (ptačinec žabinec), *Amaranthus powellii* (laskavec zelenoklasý), *Atriplex patula* (lebeda rozkladitá), *Artemisia vulgaris* (pelyněk černobýl), *Cirsium arvense* (pcháč oset), *Chenopodium ficifolium* (merlík fíkolistý), *Onopordum acanthium* (ostropes trubil), *Atriplex oblongifolia* (lebeda podlouhlolistá), *Persicaria lapathifolia* (rdesno blešník), *Descurainia sophia* (úhorník mnohodílný), *Lactuca serriola* (locika kompasová), *Hyoscyamus niger* (blín černý), *Chenopodium polyspermum* (merlík mnohosemenný), *Chenopodium strictum* (merlík tuhý), *Lapsana communis* (kapustka obecná), *Veronica persica* (rozrazil perský), *Arctium lappa* (lopuch větší), *Arctium tomentosum* (lopuch plstnatý), *Fumaria officinalis* (zemědým lékařský), *Helianthus annuus* (slunečnice roční), *Hordeum vulgare* (ječmen obecný), *Sinapis arvensis* (hořčice polní), *Solanum nigrum* (lilek černý) a *Triticum aestivum* Aestivum Group (pšenice setá).

Mezi plevelné druhy s ojedinělým výskytem patřily *Aethusa cynapium* (tetluha kozí pysk), *Avena fatua* (oves hluchý), *Fallopia convolvulus* (opletka obecná), *Geranium pusillum* (kakost maličká), *Iva xanthiifolia* (pouva řepňolistá), *Poa annua* (lipnice roční),

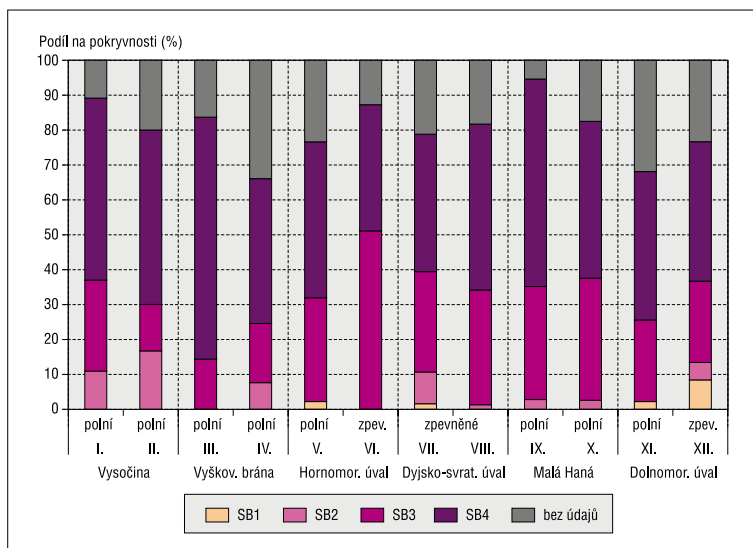
Setaria pumila (bér sivý), *Anagallis arvensis* (drch-nička rolní), *Bromus sterilis* (sveřep jalový), *Capsella bursa-pastoris* (kokoška pastuší tobolka), *Consolida hispanica* (ostrožka východní), *Digitaria sanguinalis* (rosička krvavá), *Elymus repens* (pýr plazivý), *Chenopodium album* subsp. *pedunculare* (merlík stopečkatý), *Lolium perenne* (jílek vytrvalý), *Portulaca oleracea* (šruha zelná), *Senecio vulgaris* (starček obecný), *Viola arvensis* (violka rolní), *Anthemis arvensis* (rmen rolní), *Asperugo procumbens* (ostrolist poléhavý), *Bromus hordeaceus* (sveřep měkký), *Conyza canadensis* (turanka kanadská), *Galinsoga parviflora* (pětour maloúborný), *Lamium purpureum* (hluchavka nachová), *Malva neglecta* (sléz přehlížený), *Malva sylvestris* (sléz lesní), *Nicandra physalodes* (lilík mochyňovitý), *Setaria viridis* (bér zelený), *Taraxacum* sect. *Taraxacum* (pampeliška), *Thlaspi arvense* (penízek rolní), *Trifolium pratense* (jetel luční), *Acer negundo* (javor jasanolistý), *Abutilon theophrasti* (mračník Theophrastův), *Amaranthus blitoides* (laskavec žmindovitý), *Bromus japonicus* (sveřep japonský), *Bromus tectorum* (sveřep střešní), *Dysphania pumilio* (merlík trpasličí), *Epilobium adenocaulon* (vrbovka žláznatá), *Erodium cicutarium* (pumpava obecná), *Euphorbia helioscopia* (prýšec kolovratec), *Chenopodium glaucum* (merlík sivý), *Chenopodium sueticum* (merlík švédský), *Lamium amplexicaule* (hluchavka objímavá), *Lepidium rudemale* (řeřicha rumní), *Lycopsis arvensis* (prlina rolní), *Matricaria discoidea* (heřmáněk terčovitý), *Mercurialis annua* (bažanka roční), *Panicum miliaceum* subsp. *rudemale* (proso seté rumištní), *Rumex obtusifolius* (šťovík tupolistý), *Sisymbrium loeselii* (hulevník Loeselův), *Sonchus asper* (mléč drsný), *Sonchus oleraceus* (mléč zelinný), *Solanum tuberosum* (lilek brambor) a *Veronica polita* (rozrazil lesklý).

Téměř na všech hnojištích převažovaly plevele ze skupiny pozdně jarních druhů (obr. 3.). Hnojiště vytvářejí podmínky, jako jsou nadbytek živin a specifické mikroklima. Tyto specifické podmínky nejlépe využívaly pozdně jarní druhy. Zastoupení druhů ze skupin přezimujících a vytrvalých bylo již lokálně odlišné.

Na sledovaných hnojištích dominovaly druhy, které považujeme za polní plevele (obr. 4.). Hnojiště jsou důležitá z pohledu šíření plevelů a demografie vegetace plevelů. Především na trvalých (zpevněných) hnojištích dochází ke zvýšení zastoupení druhů, které můžeme považovat za ruderalní. Jedná se o lebedu lesklou, l. podlouhlolistou, lopuch větší, l. plstnatý, pelyněk černobílý, bodláka obecného a kopřivu dvoudomou, tedy druhy, které zatím na polích běžně nenacházíme, ale mohou tam být zavlečeny právě hnojem. Na trvalých hnojištích byl zaznamenán vyšší podíl druhů s invazním statutem (mračník Theophrastův, laskavec ohnutý, l. zelenoklasý, sveřep měkký, s. japonský, s. jalový, s. střešní, durman obecný, úhorník mnohodílný, vrbovka žláznatá, pouva řepnolistá, proso seté rumištní, hulevník Loeselův a šruha zelná). Hnojiště tedy mohou hrát významnou roli v pronikání invazních druhů do nových lokalit. Jak uvádějí PLEASANT A SCHLATHER (32), když semena exotických plevelů budou přítomna v hnoji, díky hnojení se zavlečou do půdní semenné banky a budou zaplevelovat vyseté plodiny. Šíření plevelů závisí na mnoha pěstitelských postupech, např. na hnojení (38).

Podmínky na hnojištích, které indikuje vegetace plevelů, upozorňují na vysoké zásobení dusíkem (obr. 5.). Pravděpodobně se jedná o příčinu ztráty dusíku z hnoje. Podle GENEDY A OGEJO (41) může být celková ztráta amoniaku z hnoje až 30 %, což

Obr. 7. Podíl druhů plevelů podle perzistence semen v půdní bance



se negativně odráží na ztrátě příjmů zemědělců. Pro omezení ztráty je důležitá tvorba krusty na povrchu hnoje jako fyzické bariéry, která snižuje emise amoniaku, a tím zachovává v hnoji dusík. COLBACH ET AL. (33) uvádějí, že hlavní dopad hnoje na vegetaci plevelů je způsoben nepřímo dodatečně dodaným dusíkem, nikoli semeny plevelů v hnoji. Dusík z hnoje působí na produkci semen plevelů a na jejich dormanci, a tím výrazně ovlivňuje zaplevelení polí.

Vegetace plevelů na hnojištích indikuje stanoviště s vysokou dostupností fosforu (obr. 6.). V lokalitách, kde jsou intenzivní chovy dobytka a dostatek hnoje, je dostupnost fosforu vysoká (42). Z dlouhodobého hlediska by tedy hnůj mohl potenciálně nahradit část minerálních hnojiv, snížit náklady zemědělců, snížit závislost Evropské unie na dovozu hnojiv (43) a zamezit rychlému vyčerpání globálních zásob fosfátových hornin (44). Intenzivní hnojení hnojem zvyšuje obsah fosforu v půdách a může následně způsobit eutrofizaci povrchových vod (45). Plevelé na hnojištích mohou ve svých tělech poutat část fosforu a bránit tak jeho ztrátám.

Na všech sledovaných hnojištích dominovaly druhy, které mají dlouhou (5 až 25 let) až velmi dlouhou (více jak 25 let) perzistenci semen v půdní bance (obr. 7.). Vegetace plevelů na hnojištích má vysoký potenciál obohatit hnůj o semena, která budou vzcházet na hnojených polích v dlouhodobém časovém horizontu. Především plevele z rodů merlík a lebeda jsou známé tvorbou heterokarpických plodů, které mají různou délku dormance, díky čemuž jsou schopny klíčit v různých časových horizontech (46).

V uzrálém chlévském hnoji se nalézají semena plevelů různého původu. Jedná se o semena, která pocházejí z objemných krmiv a prošla zažívacím traktem zvířat. Mohou to být také semena, která jsou součástí podestýlky, především plevelné druhy trav (31). Tato semena jsou vystavena procesu zrání hnoje, a díky tomu je hnůj po 6 měsících semen téměř zbaven (47). Ovšem zdrojem nových semen se stává vegetace rostoucí na hnojištích nebo v jejich blízkém okolí.

Kvalita hnoje je závislá na jeho chemickém složení, které se liší v závislosti na krmivu a druhu zvířat (48), na metodách hospodaření a nakládání s hnojem (49). U zpevněných hnojišť jsou důležité i materiály, ze kterých je zpevněná plocha postavena.

Obr. 8. Nově se šířící plevel pouva řepňolistá (*Iva xanthiifolia*)

Musí se jednat o materiály negativně neovlivňující produkci, které jsou neškodné pro životní prostředí a pro obyvatele (50). Hnůj poskytuje organickou hmotu a živiny rostlinám, mění i vlastnosti půdy (51). Rozklad rostlinné podestýlky a trusu býložravců je klíčovým procesem koloběhu živin (52), ale i životního cyklu plevelů. Semena plevelů mohou podlehnout rozkladu probíhajícímu při zrání hnoje. Z uvedeného vyplývá důležitost monitoringu vegetace plevelů na hnojištích a v případě nutnosti provádění regulace vegetace na hnojištích a v jejich okolí. Specifické podmínky hnojišť a případná regulace plevelů vytvářejí specifický selekční tlak, který umožňuje přežít jen některým druhům plevelů. Úspěšné druhy si mohou vytvořit novou životní strategii přežití (53).

Závěr

Vegetace hnojišť představují velmi pestré rostlinné společenstvo, ve kterém převažují jednoleté pozdně jarní druhy

plevelů (merlík bílý pravý, lebeda lesklá a ježatka kuří noha). Významné zastoupení zde mají také invazní druhy plevelů (laskavec ohnutý, l. zelenoklasý). Na některých hnojištích byly nalezeny druhy, které mají vysoký potenciál se šířit. Jednalo se o plevele: durman obecný, šrucha zelná, sveřep japonský, s. jalový, s. střešní, mračník Theophrastův, proso seté rumištní, hulevník Loeselův a pouva řepňolistá (obr. 8.). Tyto druhy mohou ke svému šíření využít hnojení hnojem.

Podmínky na hnojištích, které indikuje vegetace plevelů, upozorňují na vysoké zásobení dusíkem a vysokou dostupnost fosforu. Nadbytek živin na hnojištích vytváří předpoklad pro produkci velkého množství plodů a semen plevelů. Právě vegetace hnojišť je považována za hlavní zdroj semen v hnoji. Je nezbytné provádět pravidelný monitoring vegetace hnojišť a v případě nutnosti i regulaci plevelů.

Na sledovaných hnojištích dominovaly druhy plevelů, které mají dlouhou (5 až 25 let) až velmi dlouhou (více jak 25 let) perzistenci semen v půdě, a proto představují závažný zdroj zaplevelení hnojených polí. Díky dlouhé perzistenci semen v půdě zvyšují plevele zaplevelení i mnoho let po hnojení hnojem. Množství semen plevelů a aplikace hnoje hraje významnou roli v šíření plevelů v zemědělské krajině.

Souhrn

Druhové složení vegetace polních hnojišť je významné z pohledu šíření plevelů pomocí chlévského hnoje. Pro hodnocení vegetace bylo vybráno 12 hnojišť v různých oblastech Moravy. Během mapování vegetace na hnojištích bylo nalezeno 89 druhů plevelů. Mezi druhy s dominantním zastoupením patřily *Cbenopodium album* subsp. *album*, *Atriplex sagittata*, *Echinocloa crus-gall*, *Amaranthus retroflexus*, *Tripleurospermum inodorum* a *Polygonum aviculare*. Specifické podmínky hnojišť vytvářejí specifický selekční tlak, který umožňuje přežít jen některým druhům plevelů. Druhové složení vegetace plevelů na hnojištích indikuje vysokou dostupnost dusíku a fosforu. Nadbytek živin vytváří předpoklad pro produkci velkého množství plodů a semen plevelů na hnojištích. Na sledovaných hnojištích dominovaly druhy plevelů, které mají dlouhou perzistenci svých semen v půdě. Právě vegetace hnojišť je považována za hlavní zdroj semen plevelů v hnoji, hrající významnou roli v šíření plevelů v zemědělské krajině.

Klíčová slova: hnůj, populace plevelů, šíření plevelů, životní strategie rostlin.

Literatura

1. Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu). 300, 2019, s. 1–33.
2. Rada ES: Směrnice rady ze dne 12. prosince 1991 o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů. 91/676/EHS. 15, 1991 (2), s. 68–77.
3. Glossary: Fertiliser. Eurostat, 2021, [online] <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Fertiliser>.
4. Agri-Environmental Indicator – Livestock Patterns. Eurostat, 2023, online data codes: ef_lsk_main, ef_lus_main and Eurostat calculations.
5. LIANG, Q. ET AL.: Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 92, 2012, s. 21–33, DOI: 10.1007/s10705-011-9469-6.

6. RAYNE, N.; AULA, L.: Livestock Manure and the Impacts on Soil Health: A Review. *Soil Syst.*, 4, 2020, s. 64, DOI: 10.3390/soilsystems4040064.
7. DE LA LUZ MORA, M. ET AL.: Aluminum-tolerant bacteria improve the plant growth and phosphorus content in ryegrass grown in a volcanic soil amended with cattle dung manure. *Appl. Soil Ecol.*, 115, 2017, s. 19–26, DOI: 10.1016/j.apsoil.2017.03.013.
8. CAI, Z. ET AL.: Intensified soil acidification from chemical N fertilization and prevention by manure in an 18-year field experiment in the red soil of southern China. *J. Soils Sediments*, 15, 2015, s. 260–270, DOI: 10.1007/s11368-014-0989-y.
9. BUTTERLY, C.; BALDOCK, J. A.; TANG, C.: The contribution of crop residues to changes in soil pH under field conditions. *Plant Soil*, 366, 2013, s. 185–198, DOI: 10.1007/s11104-012-1422-1.
10. GEISSELER, D. ET AL.: Pathways of nitrogen utilization by soil microorganisms—a review. *Soil Biol. Biochem.*, 42, 2010, s. 2058–2067, DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.08.021.
11. LIU, S. ET AL.: Impact of manure on soil biochemical properties: a global synthesis. *Sci. Total Environ.*, 745, 2020, 141003, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141003.
12. DELGADO, M. ET AL.: Environmental assay on the effect of poultry manure application on soil organisms in agroecosystems. *Sci. Total Environ.*, 416, 2012, s. 532–535. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.11.047.
13. FRANCIOLI, D. ET AL.: Mineral vs. organic amendments: microbial community structure, activity and abundance of agriculturally relevant microbes are driven by long-term fertilization strategies. *Front. Microbiol.*, 7, 2016, 1446, DOI: 10.3389/fmicb.2016.01446.
14. CUI, S. ET AL.: Long-term fertilization management affects the C utilization from crop residues by the soil micro-food web. *Plant Soil*, 429, 2018, s. 335–348, DOI: 10.1007/s11104-018-3688-4.
15. VAVERKOVÁ M. D. ET AL.: Alternative method of composting on a re-claimed municipal waste landfill in accordance with the circular economy: Benefits and risks. *Science of The Total Environment*, 723, 2020, 137971, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137971.
16. NOWYSZ, A.: Urban vertical farm – introduction to the subject and discussion of selected examples. *Acta Sci. Pol. Architectura*, 20, 2021 (4), s. 93–100, DOI: 10.22630/ASPA.2021.20.4.38.
17. MARKEWICH, H. A. ET AL.: Effects of storage methods on chemical composition of manure and manure decomposition in soil in small-scale Kenyan systems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 139, 2010, s. 134–141, DOI: 10.1016/j.agee.2010.07.010.
18. WANG, Y. ET AL.: Herbivore Dung Promotes Plant Litter Decomposition Rate in a Semi-arid Grassland Ecosystem. *Ecosystems*, 26, 2023, s. 661–674, DOI: 10.1007/s10021-022-00784-3.
19. WANG, Y. ET AL.: Feces nitrogen release induced by different large herbivores in a dry grassland. *Ecological Applications*, 28, 2018, s. 201–211. DOI: 10.1002/eap.1640.
20. LIAO, W. ET AL.: Effects of hemicellulose and lignin on enzymatic hydrolysis of cellulose from dairy manure. *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 121, 2005, s. 1017–1030, DOI: 10.1385/abab:124:1-3:1017.
21. YANG, J. ET AL.: Do different livestock dwellings on single grassland share similar faecal microbial communities? *Appl. Biochemistry and Biotechnol.*, 103, 2019, s. 5023–5037, DOI: 10.1007/s00253-019-09849-1.
22. MROCZUNSKI, R.; KOMOSINSKI, K.: Differences between beetle communities colonizing cattle and horse dung. *European Journal of Entomology*, 111, 2014, s. 349–355, DOI: 10.14411/eje.2014.050.
23. SANCHIS, E. ET AL.: A meta-analysis of environmental factor effects on ammonia emissions from dairy cattle houses. *Biosystems Engineering*, 178, 2019, s. 176–183, DOI: 10.1016/j.biosystem-seng.2018.11.017.

24. PAULOT, F. ET AL.: Ammonia emissions in the United States, European Union, and China derived by high-resolution inversion of ammonium wet deposition data: Interpretation with a new agricultural emissions inventory. *J. Geophys. Res.: Atmos.*, 119, 2019 (7), s. 4343–4364. DOI: 10.1002/2013JD021130.
25. NILES, M. T. ET AL.: Manure management strategies are interconnected with complexity across U. S. dairy farms. *PLoS One*, 17, 2021, e0267731. DOI: 10.1371/journal.pone.0267731.
26. AGUIRRE-VILLEGAS, H. A.; LARSON, R. A.; SHARARA, M. A.: Anaerobic digestion, solid-liquid separation, and drying of dairy manure: measuring constituents and modeling emission. *Sci. Total Environ.*, 696, 2019, 134059, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134059.
27. BROOKS, J. P. ET AL.: Rainfall simulation in greenhouse microcosms to assess bacterial-associated runoff from land-applied poultry litter. *J. Environ. Qual.*, 38, 2009, s. 218–229, DOI: 10.2134/jeq2008.0029.
28. SHERIFF, I. ET AL.: Microplastics in manure: Sources, analytical methods, toxicodynamic, and toxicokinetic endpoints in livestock and poultry. *Environmental Advances*, 12, 2023, 100372, DOI: 10.1016/j.envadv.2023.100372.
29. MIYAZAWA, K. ET AL.: Response of weed flora to combinations of reduced tillage, biocide application and fertilization practices in a 3-year crop rotation. *Weed Biology and Management*, 4, 2004, s. 24–34, DOI: 10.1111/j.1445-6664.2003.00114.x.
30. DE CAUWER, B. ET AL.: Impact of the quality of organic amendments on size and composition of the weed seed bank. *Weed Research*, 51, 2011, s. 250–260, DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00840.x.
31. MAJOR, J. ET AL.: Weed composition and cover after three years of soil fertility management in the central Brazilian Amazon: compost, fertilizer, manure and charcoal applications. *Weed Biology and Management*, 5, 2005, s. 69–76, DOI: 10.1111/j.1445-6664.2005.00159.x.
32. PLEASANT, J.; SCHLATHER, K.: Incidence of Weed Seed in Cow (*Bos* sp.) Manure and its Importance as a Weed Source for Cropland. *Weed Tech.*, 8, 1994 (2), s. 304–310, DOI: 10.1017/S0890037X00038823.
33. COLBACH, N. ET AL.: Weed seeds in exogenous organic matter and their contribution to weed dynamics in cropping systems. A simulation approach. *European Journal of Agronomy*, 45, 2013, s. 7–19, DOI: 10.1016/j.eja.2012.10.006.
34. ZALLER, J. G.: Seed germination of the weed *Rumex obtusifolius* after on-farm conventional, biodynamic and vermicomposting of cattle manure. *Annals of Applied Biology*, 151, 2004 s. 245–249, DOI: 10.1111/j.1744-7348.2007.00172.x.
35. EGHBALL, B.; LESOING, G. W.: Viability of weed seeds following manure windrow composting. *Compost Science and Utilization*, 8, 2000, s. 46–53, DOI: 10.1080/1065657X.2000.10701749.
36. LARNEY, F. J.; HAO, X. Y.: A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. *Bioresource Technology*, 98, 2007, s. 3221–3227.
37. WINKLER, J. ET AL.: Responses of synanthropic vegetation to composting facility. *Science of The Total Environment*, 859, 1, 2023, 160160, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160160.
38. COLBACH, N. ET AL.: Construction and evaluation of ALOMYSYS modelling the effects of cropping systems on the blackgrass life-cycle: From seedling to seed production. *Ecological Modelling*, 201, 2007 (3–4), s. 283–300, DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2006.09.018.
39. KAPLAN, Z. ET AL. (EDS.): *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2019, 1168 s.
40. TYLER, T. ET AL.: Ecological indicator and traits values for swedish vascular plants. *Ecol. Indic.*, 2021, 120, 106923. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106923.
41. GENEY, R.; OGEJO, J.: Quantifying ammonia lost to the atmosphere during manure storage on a dairy farm as influenced by management and meteorological parameters. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 354, 2023, 108563, DOI: 10.1016/j.agee.2023.108563.
42. REID, K.; SCHNEIDER, K. D.: Phosphorus accumulation in Canadian agricultural soils over 30 yr. *Can. J. Soil Sci.*, 99, 2019, s. 520–532, DOI: 10.1139/cjss-2019-0023.
43. GARSKE, B.; STUBENRAUCH, J.; EKARDT, F.: Sustainable phosphorus management in European agricultural and environmental law. *Rev. Euro. Compar. Int. Environ. Lau.*, 29, 2020, s. 107–117, DOI: 10.1111/reel.12318.
44. GILBERT, N.: The disappearing nutrient. *Nature*, 461, 2009, s. 716–718, DOI: 10.1038/461716a.
45. WANG, Y. T. ET AL.: Agronomic and environmental soil phosphorus tests for predicting potential phosphorus loss from Ontario soils. *Geoderma*, 241–242, 2015, s. 51–58, DOI: 10.1016/j.geoderma.2014.11.001.
46. MANDÁK, B.: Germination requirements of invasive and non-invasive *Atriplex* species: a comparative study. *Flora*, 198, 2003, s. 45–54, DOI: 10.1078/0367-2530-00075.
47. REMEŠOVÁ, I.: The viability of weed seeds in farming manure. *Rost. výroba*, 46, 2000 (11), s. 515–520.
48. KERR, B. ET AL.: Manure composition of swine as affected by dietary protein and cellulose concentrations. *J. Anim. Sci.*, 84, 2006, s. 1584–1592, DOI: 10.2527/2006.8461584x.
49. RISBERG, K. ET AL.: Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure—chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Manag.*, 61, 2017, s. 529–538, DOI: 10.1016/j.wasman.2016.12.016.
50. DĄBKOWSKI, N.; REDZIK, K.: Adaptation of existing livestock buildings to ecological requirements of selected organic farms in the Lublin Voivodeship. *Acta Sci. Pol. Architectura*, 20, 2021 (4), s. 101–106, DOI: 10.22630/ASPA.2021.20.4.39.
51. CHAO, L. ET AL.: Litter carbon and nutrient chemistry control the magnitude of soil priming effect. *Functional Ecology*, 33, 2019, s. 876–888, DOI: 10.1111/1365-2435.13278.
52. WARDLE, D. A. ET AL.: Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304, 2004, s. 1629–1633, DOI: 10.1126/science.1094875.
53. WINKLER, J.; VAVERKOVÁ, M. D.; HAVEL, L.: Anthropogenic life strategy of plants. *Anthropocene Rev.*, 10, 2023 (2), s. 455–462, DOI: 10.1177/20530196221149120.

Kotlánová B., Petržalová L., Děkanovský I., Rypová I., Winkler J.: Vegetation of Weeds in Agricultural Manure Piles

The species composition of vegetation in field manure piles is significant in terms of weed spread via farmyard manure. For the purpose of vegetation assessment, 12 manure piles were selected in different regions of Moravia (Czech Republic). During the mapping of the manure piles vegetation, 89 weed species were found. Among the species with dominant representation are: *Chenopodium album* subsp. *album*, *Atriplex sagittata*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Tripleurospermum inodorum*, *Polygonum aviculare*. Specific conditions of the field manure piles create a unique selective pressure that allows only certain weed species to survive. The species composition of weed vegetation in the manure piles indicates high availability of nitrogen and phosphorus. The excess of nutrients creates conditions for the production of a large number of fruits and weed seeds in manure fields. The observed manure field piles were dominated by weed species with long persistence of their seeds in the soil. The vegetation of field manure piles is considered the primary source of weed seeds in manure and plays a significant role in the spread of weeds in agricultural landscapes.

Key words: manure, weed population, weed spread, plant life strategies.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Jan Winkler, Ph. D., Mendelova univerzita v Brně, Ústav biologie rostlin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: winkler@mendelu.cz