**Využití pomocných plodin v pěstebních technologiích**

Brant, V.

Současné trendy vývoje pěstebních postupů polních plodin reagují na celospolečenské požadavky kladené zemědělskou výrobu. Celospolečenské požadavky se zásadním způsobem promítají nejen do preferencí zpracovatelů a spotřebitelů zemědělských produktů, ale i do legislativních norem. Celospolečenské požadavky jsou obecně spojovány s tzv. ekologizací zemědělské výroby ve vztahu ke kvalitě potravin a k eliminaci negativního vlivu zemědělství na životní prostředí. Tento velmi zjednodušený pohled však vede k nesystémovému řešení problémů a tvorbě nových rizik. Na odborné úrovni je vývoj nových pěstebních systémů řešen zejména z hlediska:

1. omezení energetické náročnosti systémů
2. zamezení degradačních procesů půdy, včetně eroze
3. zvýšení využití vody a omezení jejího znečišťování
4. snížení vstupů pesticidů a dalších škodlivých látek na jednotku plochy půdy
5. snížení spotřeby a zvýšení efektivity využití průmyslově vyráběných hnojiv
6. zvýšení vstupů organické hmoty do půdy, včetně systému biologického zpracování půdy
7. stabilizace potravní nabídky pro mikrobní společenstva v půdě a zajištění druhové pestrosti půdní mikroflóry
8. podpora druhové pestrosti agrofytocenóz za účelem podpory volně žijících organismů ve vztahu k omezení škod škodlivými činiteli
9. zvýšení dočasné fixace oxidu uhličitého
10. zvýšení produktivity pěstebních systémů na základě využívání biotických principů

Na nutnost snižování negativního vlivu zemědělství na životní prostředí poukazují Tilman *et al*. (2002) a Robertson a Swinton (2005). Nové pěstební technologie by měly využívat tzv. princip biotické intenzifikace (Cadoux et al., 2015). Biotická intenzifikace spočívá v cíleném využití pozitivních a negativních biologických interakcí mezi rostlinou a půdou, ostatními rostlinami, mikroorganismy, škodlivými a užitečnými zástupci z říše hmyzu apod. Na využití biotické intenzifikace z hlediska zvýšení úrodnosti půdy a při ochraně rostlin poukazují (Doré et al., 2011; Gaba a spol., 2014). Zásadní roli zde hraje podpora druhové pestrosti (Vandermeed et al., 1998; Ratnadas et al., 2012). Směsné prosty rozdílných druhů plodin mohou zvyšovat produktivitu systémů, omezovat výskyt škodlivých organismů, zvyšovat fixaci CO2 a omezovat ztráty živin (Malézieux et al., 2009).

Jednou z možností naplnění výše uvedených skutečností je uplatnění tzv. pomocných plodin v rámci pěstebních systémů. Pomocné plodiny jsou obecně vnímány jako rostliny, které napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů hlavní plodiny a mohou být využity i jako producenti hlavního produktu. Cílů, které mohou tyto plodiny plnit, je několik a mnohdy se vzájemně překrývají. V rámci konvenčního a ekologického zemědělství se například jedná o:

1. eliminaci degradačních procesů půdy (omezení erozních procesů, podpora infiltrace a retence vody, zdroj organické hmoty, stabilizace rozkladných procesů, podpora půdní struktury apod.)

2. snížení rizika zaplevelení porostů na počátku vývoje či v krizových fázích růstu, nebo po celou dobu vegetace

3. omezení rozvoje chorob a škůdců v rámci pěstované plodiny, či v plodině následné, zejména ve vztahu k půdním patogenům

4. zajištění nutričních nároků porostů - v době růstu či po jejich odumření (cílené umrtvení porostu, vymrznutí či potlačení hlavní plodinou) přispívají ke zlepšení výživného stavu hlavní plodiny (především zdroj N nebo P)

5. zvýšení využití slunečního záření a jeho kumulace do chemických vazeb s následnou transformací organické hmoty do půdy zajišťující efektivní degradovatelnost biomasy

Z hlediska stávajícího praktického využití pomocných plodin v pěstebních systémech se jedná o jejich uplatnění v rámci protierozní ochrany a tvorby mulče, omezování výskytu plevelů, snižování infekčního tlaku chorob a škůdců, zajištění výživy hlavní plodiny dusíkem a fosforem a v systémech dočasné fixace živin za účelem eliminace jejich proplavení do spodních vrstev půdního profilu.

**Regulace plevelných společenstev pomocí pomocných plodin**

Regulace plevelných rostlin pomocí pomocných plodin vychází z několika principů. Dlouhodobě se v rámci praxe využívá alelopatického působení pomocných plodin. Chemické látky vylučované kořeny během růstu, či uvolňující se z biomasy, po umrtvení rostliny, omezují jak klíčivost semen plevelů, tak samotný růst již vzešlých plevelných rostlin. Alelopatické působení vůči plevelům je prokázáno u velkého počtu rostlinných druhů. V rámci rostlinné výroby se z hlediska praktického využití jedná o využití alelopatického působení druhů pěstovaných jako hlavní plodina, či jako meziplodina. Intenzivně je zkoumáno u rýže (např. (Norsworthy et al., 2011; Bernstein et al., 2014), ale existují alelopaticky působící odrůdy u ječmene a pšenice, ale také u slunečnice a ozimí řepky a dalších druhů (např. Dhima et al. 2008; Asaduzzaman et al. 2014). Alelopatické působení vykazují i druhy vysévané jako meziplodiny: pohanka setá, jetel nachový, hořčice bílá, hořčice černá, ředkev olejná, vikev huňatá apod. (Jabran et al., 2015). Významné alelopatické působení vykazují některé odrůdy či hybridy čiroku (Weston et al., 2013). Známé je působení rostlin z čeledi brukvovitých na základě přeměny glukosinoláty až na inhibiční isothiokyanáty (Halkier a Gershenzon, 2006). Inhibiční vliv rostlinných zbytků je dán jednak přímým uvolňováním látek z poškozené či umrtvené biomasy, především však meziprodukty rozkladu v důsledku působení půdní mikroflóry. Alelopatické působení v kombinaci s působením rozkladu biomasy je popisován např. i u hořčice bílé, která byla pěstována jako podsev, či předplodina, při pěstování kukuřice. Další možností je využití samotných inhibičních látek obsažených v rostlinách pro tvorbu extraktů, které jsou následně aplikovány především formou postřiku. Tyto způsoby využití jsou však již mimo rámec technologií využívajících efekt pomocných plodin.

Dalším z nich je přímá konkurence mezi pomocnou plodinou, zde se jedná přímou konkurenci o živiny, vodu a především o světlo. Pomocné plodiny zde plní funkci živého mulče. Živý mulč lze v rámci pěstebních technologií uplatnit jako celoplošně založený porost, do kterého dochází k následnému založení hlavní plodiny. Porost živého mulče je následně při setí mechanicky umrtven, nebo je umrtven chemicky po založení porostu. V Evropě se ověřují především technologie tzv. setí do živého či čerstvého mulče (např. Ilgen, 2017; Böhler a Dierauer, 2017). Tyto systémy vycházejí z principů výsevu polních plodin do mechanicky umrtveného porostu meziplodiny. Porost meziplodin je pomocí řezných válců povalen nebo mulčovačem rozdrcen v rámci samostatné operace těsně před výsevem nebo při něm. Výsev probíhá pomocí strojů, které umožňují výsev do nezpracované půdy, nebo konvenčními stroji pro výsev do částečně zpracované či zpracované půdy. Systémy jsou označovány jako „bio no-till“. Využívány jsou při pěstování obilnin, kukuřice slunečnice.

Druhým způsobem je založení živého mulče jako podsevu v meziřádcích hlavní plodiny. Pomocné plodiny jsou zakládány před založením hlavní plodiny, souběžně s hlavní plodinou, nebo až po vzejití hlavní plodiny. Jednou z možností je zakládání pomocných plodin do pásů (jaro nebo podzim) mezi které je následně vysévána hlavní plodina. Pozitivní vliv výsevu kukuřice mezi pásy jílku vytrvalého založené na podzim z hlediska omezení eroze a snížení zaplevelení popisují Brant et al. (2017). Využití živého mulče u obilnin popisuje např. Hiltbrunner (2005), v jehož pokusech rozteč mezi řádky obilniny činila 0,3 m. Založení porostů ozimé řepky se souběžným výsevem pomocných vymrzajících plodin (bob obecný, čočka jedlá, hrachor setý a jetel nachový) vedlo ke snížení rozvoje plevelů (Cadoux et al., 2015).

**Pomocné plodiny jako regulátory chorob a škůdců**

V rámci využití pomocných plodin pro omezení výskytu chorob a škůdců se jedná o přímé efekty, které jsou spojeny přítomností pomocné plodiny na stanovišti. V rámci ochrany rostlin proti hmyzím škůdcům se velmi často využívá rostlinných insekticidů. Ty jsou ve velké míře získávány jako extrakt z daného rostlinného druhu. Tyto biotické efekty však nejsou většinou dosažitelné při využití rostlinných druhů jako pomocných plodin. Pomocné plodiny pěstované souběžně s hlavní plodinou však přispívají ke snižování selekčního procesu výběru hostitelské rostliny hmyzem (např. Finch a Kienegger, 1997; Theunissen *et al., 1*995). Důvodem je zhoršení optické fáze výběru hostitelské rostliny, protože pomocné plodiny snižují optický kontrast mezi půdou a rostlinou.

Významnější roli hraje využití pomocných plodin při regulaci půdních patogenů. Zde se jedná o regulaci patogenních baktérií, hub a virů, včetně půdních nematodů (Farooq et al., 2013). Využití alelopatických látek vůči půdním patogenům vykazuje vyšší efektivitu ve srovnání s použitím chemické ochrany (Farooq et al., 2011). Standardně alelopatické působení plodin využíváno v osevních postupech zaměřených na pěstování cukrovky. K tomuto účelu se využívá odrůd ředkve olejné a hořčice bílé rezistentních vůči háďátku řepnému (Lelivelt a Hoogendoorn 1993, Rühm *et al.* 2003). V rámci současných pěstebních systémů se však nejedná pouze o využití výše uvedených druhů jako strniskových meziplodin, ale ověřovány jsou i podsevy do meziřádku cukrové řepy s následným mechanickým umrtvením těchto rostlin. Zařazení hořčice bílé, ředkve olejné, řepky ozimé, slunečnice roční nebo svazenky vratičolisté jako strniskové meziplodiny snížilo napadení pat stébel ječmene jarního (Lemańczyk *et al.* 2001). Tyto výsledky poukazují na možnost přísevu vybraných meziplodin do porostů obilnin a jejich následné umrtvení herbicidem (konvenční systémy) či mechanicky plečkováním. Tato otázka je spojena i s pěstováním obilnin v širších řádcích.

**Pomocné plodiny zdrojem živin pro hlavní plodinu**

Zde se jedná o podsevy vikví v ozimé řepce, kdy podsev do jara vymrzne, nebo je umrtven herbicidem. Ověřováno je také souběžné pěstování fazolu a kukuřice (Paul, 2016). V těchto systémech luskovina zajišťuje zlepšení půdní struktury, eliminaci eroze, konkurenci vůči plevelům, optimalizaci funkce mikrobních společenstev a zároveň představuje zdroj dusíku, a to jak během jejich růstu, tak po odumření. Intenzivně se zkoumá využití luskovin, a to i hrachů, z hlediska zpřístupnění fosforu v půdě pro ostatní plodiny a jako samotného zdroje jeho dobře přístupných forem po odumření rostliny (např. Di Palo a Fornara, 2015; Alamgir a Marschner, 2016). Výše uvedených efektů luskovin jako pomocných plodin se začíná využívat i při pěstování hrachů jako meziplodin, a to jak prostorových monokultur, tak jejich směsí s jinými meziplodinami.

**Použitá literatura:**

Alamgir, M., Marschner, P. 2016: Changes in P pools over three months in two soils amended with legume residues. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16 (1): 76 – 87.

Asaduzzaman, M., An, M., Pratley, J.E., Luckett, D.J., Lemerle, D., 2014. Canola (Brassica napus) germplasm shows variable allelopathic effects against annual

Bernstein, E.R., Stoltenberg, D.E., Posner, J.L., Hedtcke, J.L., 2014. Weed community dynamics and suppression in tilled and no-tillage transitional organic winter rye-soybean systems. Weed Sci. 62, 125- 137.

Böhler, D., Dierauer, H. 2017: Messerwalze statt Glyphosat. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 5: 39 – 43.

Brant, V., Kroulík, M., Pivec, J., Zábranský, P., Hakl, J., Holec, J., Kvíz, Z., Procházka, L. 2017: Splash Erosion in Maize Crops under Conservation Management in Combination with Shallow Strip – tillage before Sowing. Soil and Water Research. 12: 106 – 116.

Dhima, K., Vasilakoglou, I., Lithourgidis, A., Mecolari, E., Keco, R., Agolli, X., Eleftherohorinos, I., 2008. Phytotoxicity of 10 winter barley varieties and their competitive ability against common poppy and ivy-leaved speedwell. Exp. Agric. 44, 385 - 397.

Di Palo, F., Fornara, D. 2015: Soil fertility and the carbon: nutrient stoichiometry of herbaceous plant species. Ecosphere. 6 (12): 1 – 15.

Doré T, Makowski D, Malézieux E, Munier-Jolain N, Tchamitchian M, Tittonell P. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *Eur. J. Agron.* 34: 197–210.

Farooq, M., A.A. Bajwa, S.A. Cheema and Z.A. Cheema, 2013. Application of allelopathy in crop production. *Int. J. Agric. Biol.*, 15: 1367‒1378

Farooq, M., K. Jabran, Z.A. Cheema, A. Wahid and K.H.M. Siddique, 2011a. The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Manage. Sci.,* 67: 493–506.

Finch, S., Kienegger, M., 1997: A behavioural study to help clarify how undersowing with clover affects host-plant selection by pest insects of brassica crops. Entomologia Experimentalis et Applicata, 84, 165–172.

Gaba S, Lescourret F, Boudsocq S, *et al.* 2014. Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. *Agron. Sustain. Dev.* **35**: 607-623.

Halkier, B.A., Gershenzon, J., 2006. Biology and biochemistry of glucosinolates. Annu. Rev. Plant Biol. 57, 303 - 333.

Hiltbrunner, J. 2005: Unkrautregulierung mit Lebendmulchen - zwischen Idee und Praxisreife. FAL-Tagung vom Freitag, 14. Januar 2005. Unkrautbekämpfung - Neue Technologien, reduzierter Herbizideinsatz und Alternativen. 1 – 4.

Ilgen, B., 2017: Kein ackerbaulicher Weltuntergang. LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 6: 15 –19.

Khawar Jabran , Gulshan Mahajan, Virender Sardana, Bhagirath S. Chauhan. 2015: Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection 72 (2015) 57 - 65.

Lelivelt, C. L. C., Hoogendoorn, J., 1993: The development of juveniles of Heterodera schachtii in roots of resistant and susceptible genotypes of Sinapis alba, Brassica napus, Raphanus sativus and hybrids. [European Journal of Plant Pathology](http://www.springerlink.com/content/100265/?p=c58d24bfaf93416893fc0875007f9a71&pi=0), 99, 13–22.

Lemańczyk, G., Skinder, Z., Sadowski, C., 2001: Impact of stubble intercrop and organic fertilisation on the health status of spring barley culm base. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy, 4, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume4/issue2/agronomy/art-07.html>.

Malézieux E, Crozat Y, Dupraz C, *et al.* 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 43–62.

Norsworthy, J.K., McClelland, M., Griffith, G., Bangarwa, S.K., Still, J., 2011. Evaluation of cereal and Brassicaceae cover crops in conservation-tillage, enhanced, glyphosate-resistant cotton. Weed Technol. 25, 6 - 13.

Paul, N. 2016: Mais und Bohnen im Duett. Dlz agrarmagazin. 74 – 77.

Ratnadass A, Fernandes P, Avelino J, Habib R. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 273–303.

Robertson GP, Swinton SM. 2005. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. *Frontiers Ecol. Environ.* 3: 38–46.

Rühm, R., Dietsche, E., Harloff, H. J., Lieb, M., Franke, S.,  Aumann, J., 2003: Characterisation and partial purification of a white mustard kairomone that attracts the beet cyst nematode, Heterodera schachtii. [Nematology](http://www.springerlink.com/content/104232/?p=a37d7b1e3bed4fb59d5679410946303f&pi=0), 5, 17–22.

ryegrass (Lolium rigidum). Plant Soil 380, 47 - 56.

Stéphane Cadoux, Gilles Sauzet,Muriel Valantin-Morison, Célia Pontet, Luc Champolivier, Céline Robert, Jean Lieven, Francis Flénet, Olivier Mangenot, Pascal Fauvin, Nathalie Landé. Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. OCL 2015, 22 D302.

Theunissen J., Booij C. J. H.,  Lotz L. A. P.: Effects of intercropping white cabbage with clovers on pest infestation and yield . Entomolgia Experimentalis et Applicata. 74, 7–16.

Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices.*Nature* 418: 671–7.

Vandermeer J, van Noordwijk M, Anderson J, Ong C, Perfecto I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agric. Ecosyst. Environ.* 67: 1–22.

Weston, L.A., Alsaadawi, I.S., Baerson, S.R., 2013. Sorghum allelopathydfrom ecosystem to molecule. J. Chem. Ecol. 39, 142 - 153.

**Zpracoval**: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D., ČZU v Praze, brant@af.czu.cz