



OBILNÁRSKÉ LISTY 6/2005

*Časopis pro agronomy
nejen s obilnářskými informacemi
XIII. ročník*

P.P.
O.P. 713 13/02
767 01 Kroměříž 1



(foto: Zuzana Tvarůžková)

Z obsahu:

- ✓ rezidua herbicidů v půdě
- ✓ „Jakost obilovin 2005“ – z odborné konference
- ✓ sortiment odrůd jarní pšenice
- ✓ šlechtění obilnin v České republice a dalších zemích Evropské Unie
- ✓ kořenová biomasa v ornici u pšenice ozimé a ječmene jarního

Rezidua herbicidů v půdě – vliv půdních vlastností, zpracování půdy a předplodiny

ing. Karel Klem, Ph.D., RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D.,
Ing. Václava Spáčilová, Ing. Jiří Babušník

Chování herbicidů v půdním prostředí, perzistence a pohyb horizontálním i vertikálním směrem jsou v současné době sledovány ze dvou pohledů. Prvním je vliv na životní prostředí a především riziko kontaminace spodních a povrchových vod. Druhým je pěstitelské hledisko, přičemž poškození následných plodin může být zcela evidentní s významnými výnosovými důsledky až úplným zničením porostu, nebo je častěji skryté, přičemž výnosová deprese je obvykle přičítána zcela jiným příčinám, nebo není vůbec registrována. V posledních letech se do popředí dostává především první pohled, i vzhledem k tomu, že herbicidní účinné látky jsou nejčastěji detekovanými pesticidy ve vodních zdrojích.

Monitoring kvality spodních a povrchových vod v rámci Evropské unie ukazuje, že herbicidy jsou nejčastěji detekovanou skupinou pesticidů překračující limity dané direktivou EU, a proto je této skupině věnována zvýšená pozornost. Nejčastěji se v povrchových vodách nachází isoproturon, mecoprop či MCPA a ve spodních vodách atrazin a opět isoproturon.

Rychlosť odbourávání herbicidů v půdě, vyplavování do spodních vod i povrchový smýv do povrchových vod závisí na mnoha faktorech spojených především s chemickými vlastnostmi herbicidu (např. rozpustnost účinné látky ve vodě či jiných rozpouštědlech), fyzikálně chemických půdních vlastnostech (adsorpční schopnost půdy, pH), mikrobiální činnosti v půdě apod. Herbicidy, nejčastěji kontaminující zdroje spodní i povrchové vody, patří k herbicidům, které jsou velmi stabilní ve vodě a současně jsou málo vázány na sorpcní komplex. Proto dochází k jejich rychlému vyplavování a v roztoce je jejich rozklad velmi pomalý. Hlavní cestou jejich degradace v půdě je mikrobiální činnost. Přestože se tedy jedná o herbicidy s velmi pomalým hydrolytickým rozkladem, jejich odbourávání v půdách s intenzivní mikrobiální činností může být velmi rychlé. Typickým příkladem je isoproturon, který patří k nejčastějším kontaminantům zdrojů vody, současně je ale v běžných podmínkách v půdě odbouráván z rozhodující části již během jednoho měsíce.

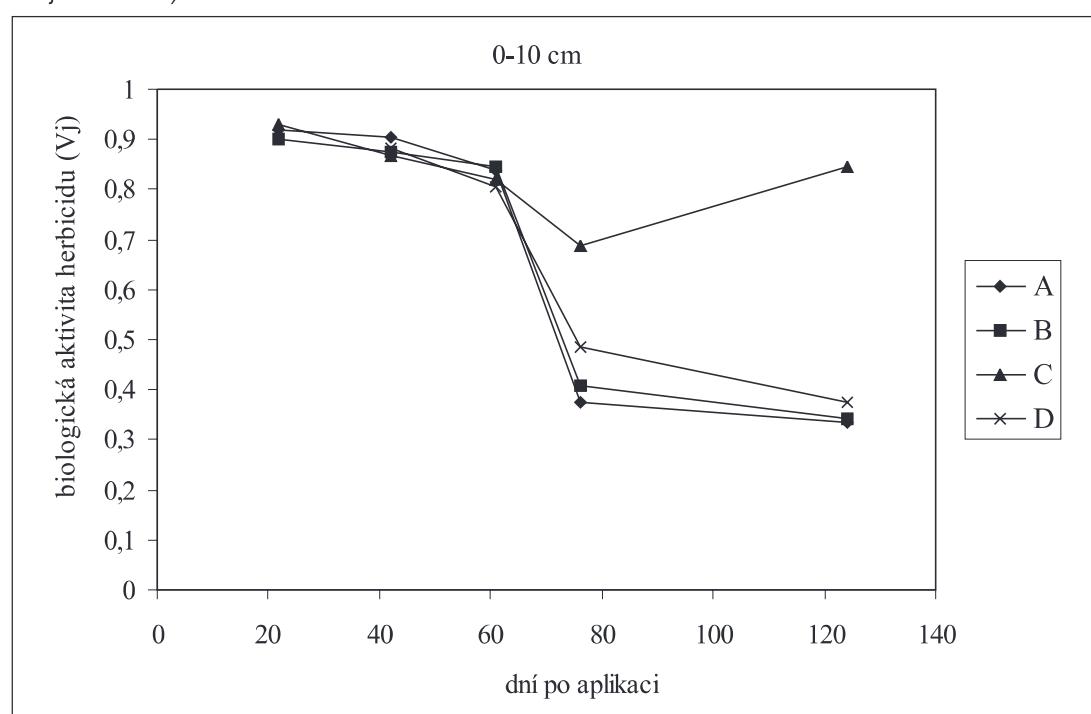
Rizika poškození následných plodin jsou nejvyšší na místech, kde dochází k předávkování herbicidu, což mohou být především překryvy záběrů postříkovače, či přestříkávané okraje. Vyšší riziko je rovněž na lehkých půdách s nízkým obsahem humusu, kde je nižší podíl herbicidu poután na sorpcní komplex a v daném časovém okamžiku může být vysoký podíl dostupný pro následné vysévané plodiny. Současně půdy s vyšším obsahem humusu mají obvykle vyšší rychlosť biologické degradace, i přes vyšší podíl poutaný na sorpcní komplex. Např. pro triazinové herbicidy a sulfonylmočoviny je významným hlediskem rovněž pH.

Situaci komplikují rovněž nové technologie zpracování půdy odstraňující promísení orničního profilu s důsledkem nerovnoměrného vertikálního rozvrstvení organických zbytků, mikrobiální činnosti i obsahu humusu. Technologie mělkého zpracování půdy znamenají koncentraci organických zbytků, humusu i mikrobiální činnosti v povrchové vrstvě půdy. Na významu tak nabývá biologická sorpce a zvýšená biodegradace v povrchových vrstvách půdy při mělkém zpracování na straně jedné, ale také zvýšená koncentrace herbicidu v důsledku omezeného promísení půdy před setím následných plodin na straně druhé.

Rezidua herbicidů a pH

Půdní pH významně ovlivňuje rychlosť odbourávání řady herbicidů přirozenými cestami v půdním prostředí. Jestliže půdní pH se nachází mimo vhodné rozpětí pro průběh degradačních procesů, může dojít k jeho zastavení i na několik let. Stabilitu některých významně ovlivňuje pH herbicidů. To je důležité především pro triaziny a sulfonylmočoviny. Při nízkém pH pak dochází ke zvýšenému hydrolytickému rozkladu. Naopak nízké pH může být příčinou zvýšeného poutání na sorpcní komplex a v důsledku toho dochází ke zpomalení odbourávání. Významný je tento vliv například u chlorsulfuronu. V řadě případů

Obr. 1: Rozdíly v rychlosti odbourávání herbicidu isoproturon v závislosti na půdních vlastnostech (pomalý odbourávání na půdě s vyšší objemovou hmotností redukovanou a nižším obsahem humusu – viz. údaje v tabulce)



Označení vzorku	Ohr (g/cm³)	pH/KCl	Humus (%)	Kvalita (HK/FK)	Zrnitost (%)		
					jílnaté částice < 0.01 mm	písek > 0.05 mm	prachové částice 0.01–0.05 mm
A	1.37	7.05	2.43	0.92	39	21	40
B	1.36	7.07	2.92	1.04	37	24	39
C	1.42	7.42	2.18	0.92	46	16	38
D	1.38	7.48	2.47	1.04	45	16	39

pak vliv pH na hydrolytický rozklad a sorpci může jít proti sobě a významnost těchto procesů závisí například na fyzikálních půdních vlastnostech. V případě herbicidů, kde pH jen omezeně ovlivňuje sorpci i hydrolyzu, může být pH nepřímým ukazatelem mikrobiální aktivity, a tak vyšší degradace je pozorována v půdách s vyšším pH. Známé jsou zkušenosti s výrazným zpomalením odbourávání imazethapyru, jestliže pH poklesne pod 6. Zvýšení pH vápněním nad úroveň 6 opět umožňuje nastartování standardního procesu odbourávání. Naopak jiné herbicidy, ke kterým patří například atrazin, jsou pomalu odbourávány v půdách s vysokým pH (vyšším než 7,5). Snižování pH v půdě je ovšem velmi problematické. Pozorování v citlivých plodinách prokázaly vysokou variabilitu pH a s tím související variabilitu rezidu herbicidů v půdě s četnými výskyty ohnisek s nízkými i vysokými hodnotami pH na širokém rozpětí půd od písčitých až po jílovité. Při úpravě pH vápněním je nutné respektovat skutečnost, že změna pH a především pak ovlivnění rychlosti odbourávání je záležitostí víceletou a přímý krátkodobý efekt nemusí být uspokojivý.

Faktory ovlivňující pohyb herbicidů do povrchových vod

Splavování herbicidů do povrchových vod je v našich oblastech, kde převládá nepromyvný režim a velká část orné půdy je na svažitých pozemcích, k zásadnímu procesůmu znečištění vodních zdrojů herbicidy. K rozhodujícímu povrchovému smyvu herbicidů dochází v průběhu prvních významnějších srážek po aplikaci herbicidů, provázených povrchovým odtokem srázkové vody. Při intenzivních srážkách dochází k rozplavování půdních agregátů. V povrchovém odtoku se tak nachází nejen rozpustná složka herbicidu, ale také herbicid poutaný na půdní částice. Srážky o nízké intenzitě, při kterých nedochází k povrchovému odtoku ale mohou snižovat pravděpodobnost následného povrchového pohybu herbicidu, protože dochází k vertikálnímu posunu a pevnější vazbě herbicidu v profilu. Povrchový smyv herbicidů je obvykle výrazně vyšší v půdách s jemnou strukturou, malým podílem agregátů odolných k rozplavování a náhylných k erozi. Dobrá půdní struktura, zejména na povrchu půdy, zajišťující dobrou infiltraci srážek, snižuje potenciál povrchového smyvu. Naopak půdní škraloup představuje vysoké riziko smyvu herbicidu společně s odtékající srázkovou vodou.

Rozpustnost herbicidů a rychlosť odbourávání

Jednou z klíčových chemických vlastností ovlivňujících rychlosť degradace je rozpustnost herbicidu ve vodě. Méně rozpustné jsou obecně větší organické molekuly bez iontového náboje. Důsledkem nižší rozpustnosti je vyšší sorpce na půdní částice. U velmi dobře rozpustných herbicidů pak je chemická degradace významnou složkou odbourávání. Naopak u herbicidů obtížně rozpustných ve vodě je hlavním procesem odbourávání mikrobiální rozklad. Přestože jsou procesy odbourávání a pohybu herbicidů v půdě komplikované a ovlivňované řadou faktorů, lze zobecnit, že ve spodních vodách jsou častěji detekovány herbicidy dobře rozpustné ve vodě (pohyb půdního roztoku) a v povrchových vodách spíše herbicidy obtížně rozpustné (možný pohyb v roztoku i sorbovaný na půdní částice).

Perzistence herbicidů a změny klimatu

Všechny modely odbourávání herbicidů jsou založeny na laboratorních údajích o poločasu degradace pro konkrétní her-

bicid a půdní podmínky a na průběžných údajích o teplotě a vlhkosti půdy. Hlavní efekt teploty a vlhkosti spočívá především ve vlivu na mikrobiální aktivitu v půdě, která se s rostoucí teplotou a vlhkostí zvyšuje. Zjednodušením počítacových modelů lze konstatovat, že změna teploty o 10 °C nebo změna půdní vlhkosti (procento polní kapacity) o dvojnásobek znamenají změnu poločasu degradace o dvojnásobek. V praxi to znamená, že zvýšení teploty o 10 °C oproti laboratorním podmínkám znamená v případě isoproturonu zkrácení poločasu odbourávání z 20 dní na 10 dní. Celá řada studií potvrzuje dlouhodobý trend změn klimatu především ve zvyšování teplot. To, že k těmto změnám dochází a bude docházet je dnes akceptováno širokou vědeckou veřejností jako nezvratný fakt. Spory panují spíše v odhadech, jaká bude intenzita těchto změn. Každopádně můžeme počítat s teplejším a vlhčím průběhem počasí, které bude přispívat ke zvyšování rychlosti degradace herbicidů v půdě. Na jedné straně se jedná o pozitivní efekt pro životní prostředí, ale na druhé straně zkrácená perzistence může znamenat problémy s účinností u řady půdních herbicidů, u kterých je požadován reziduální účinek i proti později vzcházejícím plevelům. Trendy v rychlosti odbourávání byly již potvrzeny více než 20 let probíhajícími experimenty ve Velké Británii, které dokladují zkrácení reziduálního působení isoproturonu o 25%.

Prostorová variabilita rychlosti odbourávání

Z rozsáhlých polních studií pro stanovení prostorové variabilita v rychlosti odbourávání isoproturonu vyplývá, že rezidua herbicidů, pH a dehydrogenázová aktivita jako měřítko mikrobiální aktivity mají obdobné trendy. Vysoké pH odpovídá vysoké dehydrogenázové aktivitě a tím zvýšené rychlosti odbourávání isoproturonu (nižší rezidua). Opakování aplikace isoproturonu na vzorcích s vysokým pH přitom vede k dalšímu zvýšení rychlosti degradace. Vliv pH i opakování aplikací v tomto případě jednoznačně odpovídá vysoké mikrobiální aktivitě a především pak adaptaci mikrobiálních společenstev na odbourávání isoproturonu. Jestliže byly půdní vzorky sterilizovány, další odbourávání isoproturonu bylo prakticky zastaveno. Rozdíly v obsahu reziduí herbicidů v rámci jednoho pozemku se mohou pohybovat na úrovni desetinásobku, přičemž tyto rozdíly se vyskytují na vzdálenostech již několika desítek metrů. Podobně jako u isoproturonu také degradace sulfonylmocvinových herbicidů (například chlorsulfuronu) úzce souvisí s mikrobiální aktivitou. Na rozdíl od isoproturonu je ovšem v případě chlorsulfuronu pozorován zcela opačný efekt pH půdy. Tento fakt souvisí s vysokou závislostí adsorpce chlorsulfuronu na pH, přičemž k nejvyšší sorpci dochází při nízkých hodnotách pH. Mikrobiální aktivita a pH společně vysvětlují více než 90% variability v rychlosti degradace chlorsulfuronu.

Vliv zpracování na fyzikální vlastnosti půdy

Všechna pro a proti bezorebnému zpracování půdy jsou již dlouhou dobu diskutovaným tématem mezi zemědělci i výzkumníky. Narůstající tlak na snižování nákladů jako důsledek klesajících cen produkce zvyšuje v posledních letech atraktivitu minimalizačních technologií i pro podniky zaměřené na vysokou intenzitu produkce. Nezanedbatelnou roli při rozhodování o změně technologie zpracování půdy se hrávají také pozitivní důsledky minimalizačních technologií na půdní pro-

středí. Základní změny v půdě při minimálním zpracování jsou následující:

a) fyzikální

- vyšší infiltrace vody
- nižší náhylnost k utužení
- vyšší stabilita půdních agregátů
- vyšší vzdušná kapacita v podorničí
- nižší náhylnost k půdní erozi

b) biologické

- výraznější hloubková diferenciace v mikrobiální aktivitě
- vyšší zastoupení a změna druhové skladby žížal

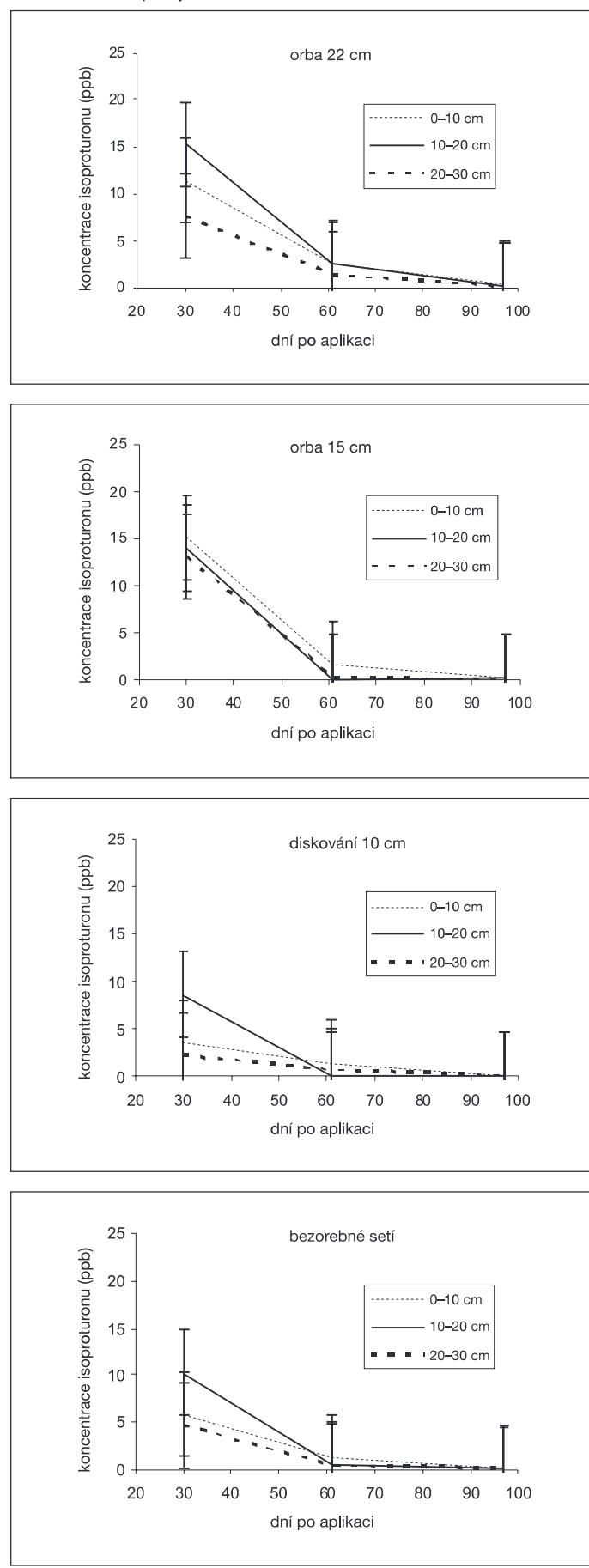
Významným aspektem minimalizačních technologií je odolnost k utužení a stabilita agregátů. Jednorázové nasazení pluhu přináší ve srovnání s konzervačními technologiemi významně vyšší mechanické zatížení půdní struktury v ornici, protože tato je orba narušena. Základní zpracování půdy může významně přispívat k zachování nebo naopak narušení příznivého půdního stavu po dobrých předplodinách. Dobrou strukturu a optimální půdní zralost po vhodných předplodinách je účelné pro následující plodiny zachovat. Pro konzervaci optimální půdní struktury je proto vhodnější využívat minimalizační technologie, které ve srovnání s orba způsobují jen minimální narušení příznivých půdních podmínek po zlepšujících předplodinách. Ovšem i po méně vhodných předplodinách, které spíše půdní strukturu narušují může mít minimalizační technologie pozitivní efekt. Při orbě totiž dochází k zapravení svrchní vrstvy půdy s nejvyšší mikrobiální aktivitou a vynášení neaktivní spodiny na povrch. Tato skutečnost je pak významná pro rychlosť odbourávání herbicidů s převažujícím mikrobiálním rozkladem. U technologií mělkého zpracování nebo bezorebného setí, s maximem mikrobiální činnosti v povrchových vrstvách půdy pak dochází k rychlejší mikrobiální degradaci herbicidů především v krátké době po aplikaci. Vliv zpracování půdy na rychlosť odbourávání isoproturonu a sulfosulfuronu byl sledován u ozimé pšenice zakládané do čtyř variant základního zpracování půdy po třech předplodinách. Výsledky jednoznačně prokazují rychlejší odbourávání herbicidů u obou minimalizačních technologií, tedy diskování do hloubky 10 cm i bezorebného setí v porovnání s oběma variantami orby (mělká orba 15 cm a střední orba 22 cm).

Vliv předplodiny

Půdní zralost představuje jeden z nejvýznamnějších předplodinových vlivů. Stabilní půdní agregáty vznikají jako důsledek intenzivního růstu kořenů společně s činností půdních organismů (žížaly, bakterie, houby) a jsou podporovány úpravou pH (vápněním). Stabilita půdních částic je závislá na pěstované plodině. Například řepka zanechává větší podíl stabilních agregátů než např. cukrovka. Příčinou je výsev cukrovky do širokých rádků a dosažení úplné pokryvnosti porostu až v pozdním jaru, přičemž dochází k rozplavování strukturních částic působením dešťových srážek.

Využívání specifické půdní zralosti a její konzervace po vhodných předplodinách je jedním ze základních opatření pro omezení eroze na orné půdě. Pouze stabilní agregáty v povrchové vrstvě půdy mohou zajistit dostatečnou infiltraci a omezit erozní odnos půdy. Rozplavení půdní struktury v povrchové vrstvě v důsledku srážek zabraňuje dalšímu vsakování a je tak primární příčinou vodní eroze. Narůstající intenzita zpracování půdy, jako je například několikanásobná příprava půdy, způsobuje narušování půdní struktury a tím také zvyšování náhylnosti k vodní erozi u konzervačních technologií.

Obr. 2: Rozdíly v rychlosti odbourávání herbicidu isoproturon v ozimé pšenici zakládané rozdílnými technologiemi zpracování půdy



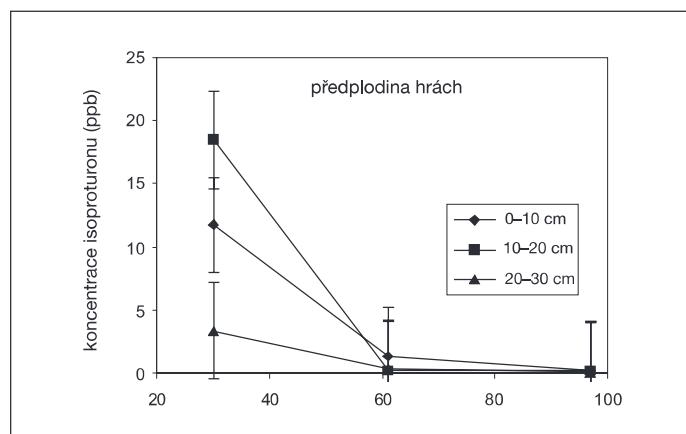
Tab. 1: Dlouhodobý efekt zpracování půdy na vybrané půdní vlastnosti (Nitzche a Schmidt, 2002)

	orba	kypření 20 cm	kypření 10 cm	přímý výsev
Pokryvnost mulče (%)	0	14	40	73
Obsah humusu v hloubce 0–5 cm (%)	1,9	2,3	2,8	2,6
Stabilita půdních agregátů (%)	17,2	46,5	41,1	36,7
Počet žížal (ks/m ²)	64	108	166	250

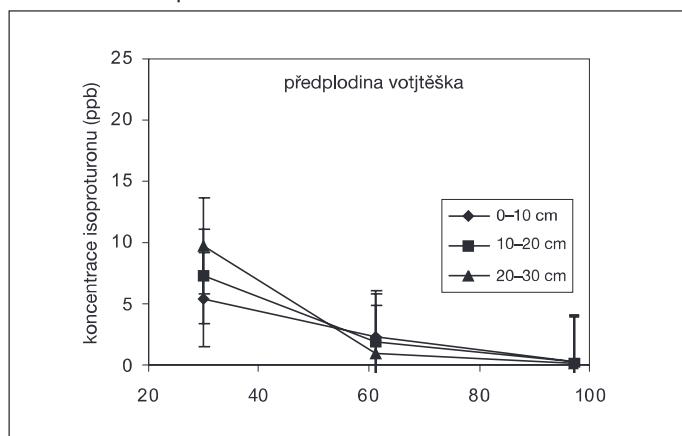
Významný předplodinový vliv spočívá rovněž v zanechávaných posklizňových zbytcích. Např. po obilovině se při zaorávce slámy množství posklizňových zbytků přibližuje k 10 t/ha v závislosti na výnosové úrovni. Velké množství posklizňových zbytků mohou zanechávat také meziplodiny (až 7 t/ha). Tyto posklizňové zbytky, především pokud zůstávají v povrchové vrstvě půdy mají pozitivní efekt na půdní vlastnosti. Za zmínku stojí především ochrana povrchu půdy proti rozplavování půdní struktury a vytváření škraloupu, zvyšování obsahu humusu v povrchové vrstvě půdy, podpora mikrobiální činnosti a pozitivní vliv na tvorbu strukturálních agregátů. Vzniká tak přímý či nepřímý efekt na omezení eroze. Společně s omezením eroze se také snižuje riziko povrchového smyvu herbicidů, které je dáno podílem infiltrující a odtékající vody, ale také náchylností půdních částic s adsorbovaným herbicidem k rozplavování a odnosu povrchovým smyvem.

Tab. 2: Podíl vodě odolných půdních strukturních agregátů v závislosti na předplodině (Kahnt, 1995)

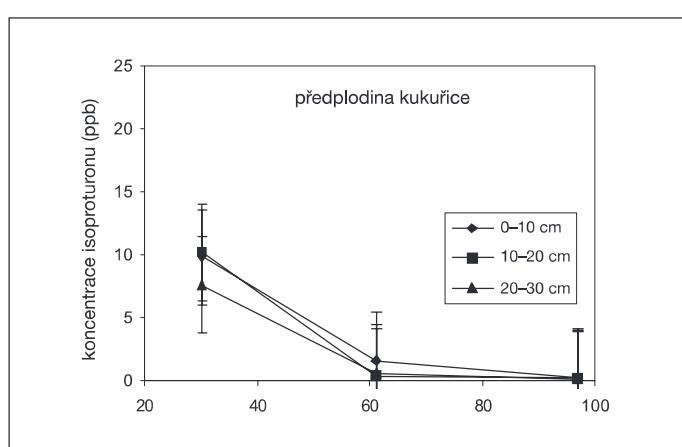
Předplodina	podíl
okopaniny	0–15%
obiloviny	15–20%
jetel	30–35%
řepka	40–50%
trávy	50–60%
jetelotráva	70 %



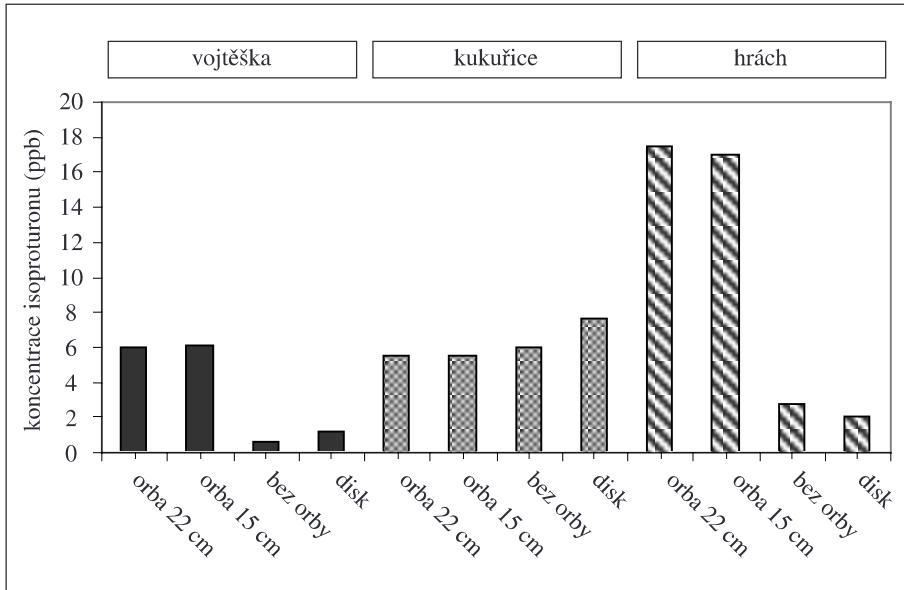
Obr. 3: Vliv předplodiny na rychlosť odbourávania isoproturonu v ozimé pšenici



(foto: K. Klem)



Obr. 4: Rezidua herbicidu isoproturon v půdě pod ozimou pšenicí 3 týdny po aplikaci v závislosti na předplodině a zpracování půdy



Závěr

- rychlosť odbourávania i pohyb herbicidu v pôde sú v rozhodujúcej miere závislé na vlastnostiach herbicidu a pôdy
- v celé řadě případů je tento efekt nepřímý prostřednictvím vlivu na mikrobiální aktivitu v půdě
- půdní vlastnosti a především jejich rozložení v půdním profilu mohou být modifikovány základním zpracováním půdy, předplodinou, vápněním či výživou
- technologie mělkého zpracování půdy v kombinaci s dobrou předplodinou zvyšují mikrobiální aktivitu v povrchových vrstvách půdy a tím také zrychlují degradaci herbicidů
- minimalizační technologie současně přispívají k vyšší odolnosti půdních agregátů vůči rozplavování a tím i vůči povrchovému smyvu půdy a herbicidů.

Výzkum byl podporován projektem NAZV 1G57042.

Konference „Jakost obilovin 2005“ v Kroměříži

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D. – Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Druhý listopadový čtvrttek patří již tradičně konferenci „Jakost obilovin“, která je pořádána Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž, s.r.o. v Klubu Starý pivovar v Kroměříži. Letošní akce, která se konala 10. 11., se zúčastnilo více než 150 mlynářů, pracovníků laboratoří, výzkumných ústavů, vysokých škol, obchodníků, pracovníků ZZN a dalších zájemců z řad odborné veřejnosti.

Hlavní náplní programu je vždy hodnocení kvality potravinářských obilovin poslední sklizně; doplněna jsou pak téma aktuální pro daný rok, která s problematikou kvality obilovin souvisí, např. možnost uplatnění sklizně, hodnocení kvalitativních parametrů nových odrůd, nově zaváděná legislativní opatření a jejich dopad a další. Program letošního roku byl vzhledem k množství novinek a „horkých témat“ doslova nabity.

Po úvodním slovu, kterým tradičně přivítal posluchače ředitel pořádající organizace Ing. Slavoj Palík, CSc., hodnotila Mgr. Iva Burešová, také ze ZVÚ Kroměříž, kvalitu potravinářské pšenice a žita. Uvedla, že pro sklizňové vzorky pšenice roku 2005 je typická nízká objemová hmotnost a nízké číslo poklesu. V parametru objemová hmotnost vyhověla pouze polovina vzorků, v parametru číslo poklesu vyhovělo necelých 60 % zkoušených vzorků a ve všech sledovaných parametrech 15 % zkoumaných vzorků. Vzorky z moravských krajů měly vyšší kvalitu než vzorky z Čech. Na tento příspěvek navázal Ing. Josef Prokeš z Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského a.s., Sladařského ústavu v Brně, který informoval o kvalitě slado-vnického ječmene. Podle jeho sdělení je množství sklizeného ječmene v letošním roce srovnatelné s r. 2004. Požadovaný obsah bílkovin (10–12 %) splňuje celkem 66 % vzorků, všechny požadavky ČSN však splní pouze 23 % vzorků. Podle hodnot kvalitativních ukazatelů je letošní sklizeň rozdělena na úsek do 15. srpna, kdy bylo sklizeno 56 % plochy a sklizeň později, když již docházelo ke zhoršení kvality – častějšímu výskytu zahnědlých špiček a zrn fyziologicky a biologicky poškozených.

Oba tyto příspěvky vycházely z hodnocení vzorků, pocházejících z celé ČR, přičemž jejich počet je proporcionální k intenzitě pěstování dané plodiny v určité oblasti. Kvalita sklizňových vzorků obilovin je takto hodnocena každoročně, od roku 2005 je tato aktivita součástí řešení projektu MZe – NAZV č. QG50041 Faktory kvality a bezpečnosti potravinářských obilovin.

Výše uvedené informace byly doplněny Ing. Janou Bradovou z Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni, která u těchto vzorků sleduje odrůdovou čistotu – tj. zda se opravdu jedná o odrůdu, kterou zemědělec udává a zda v ní nejsou příměsi. Jak uvedla, 57 % vzorků pšenice bylo odrůdově jednotných v souhlasu s odrůdovou deklarací a 9 % všech vzorků představovalo odrůdové záměny. 100 % čistota deklarovaných vzorků byla zjištěna u 68 % vzorků ječmene a 7 % vzorků vykazovalo 100 %-ní odchylku od deklarace. Nejvyšší čistotu vzorků se u pšenice vyznačoval Moravskoslezský a Zlínský kraj, u ječmene pak Královéhradecký a Pardubický kraj. Podle jejího sdělení se vzorky ječmene všeobecně vyznačují vyšší odrůdovou čistotou než vzorky pšenice.