

Využití precizního zemědělství v integrované regulaci plevelů



Doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.



2022

Publikace vychází za podpory Ministerstva zemědělství ČR při České technologické platformě pro zemědělství

Obsah

ÚVOD

INTEGROVANÁ OCHRANA PROTI PLEVELŮM – VÝZNAM PRECIZNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ

PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ A JEHO VÝZNAM V INTEGROVANÉ REGULACI PLEVELŮ

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ NÁRŮST VÝSKYTU OZIMÝCH PLEVELŮ

ZÁSADY SPRÁVNÉHO POUŽÍVÁNÍ HERBICIDŮ

PRODUKTIVITA STANOVIŠTĚ A PRODUKČNÍ POTENCIÁL PĚSTOVANÝCH PLODIN VE VZTAHU K REGULACI PLEVELŮ

USPOŘÁDÁNÍ PŮDNÍHO FONDU VE VZTAHU K EKOLOGICKÝM ASPEKTŮM A DIVERZITĚ PLEVELŮ --

STRUKTURA PLODIN A JEJICH STŘÍDÁNÍ Z AGROEKOLOGICKÉHO HLEDISKA A REGULACE PLEVELŮ ..

VÝZNAM PŮDOOCHRANNÝCH TECHNOLOGIÍ V ROSTLINNÉ VÝROBĚ VE VZTAHU K INTEGROVANÉ REGULACI PLEVELŮ

TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN GARANTUJÍCÍ VZESTUP PŮDNÍ ÚRODNOSTI A USNADŇUJÍ REGULACI PLEVELŮ

FUNKČNÍ TECHNOLOGIE OBDĚLÁVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ POLNÍCH PLODIN VE VZTAHU K REGULACI PLEVELŮ

ÚVOD

Plevelné rostliny se na zemi objevily již v dávné minulosti současně s počátky zemědělské činnosti člověka. Rostliny, které člověk nepěstoval, se tak staly rostlinami plevelnými. Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na polích, loukách a zahradách proti naší vůli. V pěstovaných plodinách se mohou vyskytovat jednak rostliny plevelné (pýr, pcháč, chrpa, laskavce, merlíky, rdesna aj.), tak rostliny zaplevelující. Rostliny zaplevelující jsou druhy pěstované, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs s osivem nebo se na pole dostávají při sklizni a rostou jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny. Mezi nejvýznamnější zaplevelující rostliny patří především řepka ozimá, slunečnice, obilniny, brambory, topinambur, ostropestřec mariánský aj.

Plevelné rostliny patřily v minulosti a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele. V minulosti byly odstraňovány převážně ruční prací, později mechanicky a v poslední době převážně chemicky pomocí herbicidů. V chudých státech třetího světa je regulace plevelů prováděna do dnešní doby převážně ruční prací.

Plevele způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci je vynakládáno mnoho finančních prostředků. V minulosti byly velmi často vypracovávány strategie regulace plevelů, které měly mít za následek vyhubení plevelů na zemědělské půdě. Vyhubit plevele se však nepodařilo a víme, že se ani nepodaří. Mnohdy nadměrná opatření proti plevelům, především při aplikacích herbicidů, vedla k selekci druhového spektra plevelů nebo vzniku rezistence vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů mají vést ne k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diversity plevelů na zemědělské půdě. V osmdesátých letech minulého století vlivem intenzivní zemědělské činnosti bylo druhové zastoupení na polích poměrně chudé, přičemž vyskytující se druhy byly hojně zastoupeny. V současnosti diversity plevelných druhů postupně stoupá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené, jako například bračka rolní, ostrožka stračka, hlaváček letní, chrpa modrák, hledíček menší, mák vlčí, mák pochybný aj. To jsou příznivé trendy. Nyní by mělo pomocí správně zvolených systémů regulací dojít ke snížení celkové zaplevelenosti našich polí.

Plevelné rostliny hrají na zemědělské půdě především negativní roli. Odčerpávají z půdy značné množství živin, vody, prostorově konkurují pěstovaným plodinám, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci. Jiné druhy jsou zdrojem alergenů (pyl), jsou jedovaté pro člověka a domácí zvířata, podporují šíření chorob a škůdců pěstovaných rostlin.

Plevelné rostliny mají i ekologický význam. Zabraňují vodní a větrné erozi, omezují vysychání a narušení půdní struktury, jsou součástí koloběhu živin v půdě a jsou nedílnou součástí ekosystému, kdy spolu s ostatními autotrofními organismy zvyšují biodiverzitu krajiny.

V posledních letech stoupá význam nových metod ochrany v integrovaných systémech regulace, kdy se využívají nejnovější poznatky výpočetní techniky i způsobů aplikace v rámci tzv. precizního zemědělství.



Dobře založený porost ozimé pšenice založený do mulče snadno konkuruje plevelům (foto: M. Vach)

INTEGROVANÁ OCHRANA PROTI PLEVELŮM – VÝZNAM PRECIZNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ

Integrovaná ochrana rostlin je v současné době základním regulačním opatřením využívaných v regulaci chorob, škůdců a plevelů v pěstebních systémech jednotlivých plodin na zemědělské půdě, včetně pěstování ovoce, zeleniny a plodin speciálních. Jedná se o ucelený komplex všech dostupných opatření a metodických postupů. Základem je šlechtění na rezistenci proti jednotlivým chorobám, dále se jedná o opatření agrotechnická, správného střídání plodin, zpracování půdy a sklizně. Součástí je i racionální využívání pesticidních přípravků včetně možné aplikace biologické ochrany rostlin. Používání pesticidů vychází ze směrnice EU a národního akčního plánu. Hlavním posláním integrované ochrany rostlin je především potlačování škodlivých organismů, minimalizování invazí cizokrajných škodlivých činitelů a minimalizování rizik kontaminace životního prostředí rezidui pesticidů. Součástí integrovaných systémů je i antirezistentní strategie, která má za cíl minimalizovat rizika šíření rezistentních populací škodlivých organismů na území české republiky.

Mezi nejvýznamnější škodlivé organizmy patří především plevelné rostliny. Plevelé způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci je vynakládáno mnoho finančních prostředků. V minulosti byly velmi často vypracovávány strategie regulace plevelů, které měly mít za následek vyhubení plevelů na zemědělské půdě. Vyhubit plevel se však nepodařilo a víme, že se ani nepodaří. Mnohdy nadměrná opatření proti plevelům, především při aplikacích herbicidů, vedla k selekci druhového spektra plevelů nebo vzniku rezistence vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů mají vést ne k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diverzity plevelů na zemědělské půdě. V osmdesátých letech minulého století vlivem intenzivní zemědělské činnosti bylo druhové zastoupení na polích poměrně chudé, přičemž vyskytující se druhy byly hojně zastoupeny. V současnosti diverzita plevelných druhů postupně stoupá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené, jako například bračka rolní, ostrožka stračka, hlaváček letní, chrpa modrák, hledíček menší, mák vlčí, mák pochybný aj. To jsou příznivé trendy. Nyní by mělo pomocí správně zvolených systémů regulací dojít ke snížení celkové zaplevelenosti našich polí.

Plevelová společenstva jsou ovlivňována celou řadou faktorů, které na ně působí krátkodobě i dlouhodobě. Proto procházejí stále poměrně složitým vývojovým cyklem. Plevelné rostliny doprovázejí plodiny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž eliminaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství energie. Jednotlivé plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování. Plevelné druhy, které nebyly schopné se postupně přizpůsobovat obdělávání půdy a pěstování plodin, z polí postupně mizely. Některé druhy vymizely již v dávné době, jiné v době nedávné, v závislosti na rozvoji technologií pěstování plodin. Plevely svázané s technologií pěstování plodin se po změně technologie nebyly schopny v nových podmínkách reprodukovat a vymizely, jako např. koukol polní. Pěstování plodin je z pohledu ekologické stability nepřirozeným jevem. Snahou vytvořit co nejvhodnější podmínky pro pěstované plodiny jsou ovlivňována původní rostlinná společenstva. V dávných dobách byla plevelná společenstva co do druhového spektra velmi bohatá. Na polích v jednotlivých plodinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů, které konkurovaly plodinám i samy sobě navzájem. Regulace plevelů byla vždy obtížná, v minulosti převládal mechanický způsob hubení (ruční práce). Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil. Vývoj druhového spektra plevelových společenstev byl a stále bude ovlivňován celou řadou faktorů. S rozvojem intenzivního zemědělství, který začal v minulém století a pokračuje dodnes, bylo v zemědělství aplikováno mnoho nových poznatků. Plevelová společenstva byla ovlivněna zavedením osevních sledů, rostoucí intenzitou využívání statkových a průmyslových hnojiv, rozvojem mechanizace, která ovlivnila kvalitu agrotechniky. V posledních padesáti letech byla ovlivněna používáním herbicidů, zaváděním nových GMO plodin, které vzhledem k rezistenci vůči některým herbicidním látkám (glyphosate) významně zasáhnou do systému regulace plevelů. Na naší Zemi dochází neustále k periodickým změnám klimatu. Jedná se o změny krátkodobé a dlouhodobé. Tyto změny probíhají poměrně pomalu, přesto se projevují i na změnách ve vegetaci a tedy i v druhovém zastoupení plevelných rostlin na jednotlivých stanovištích. V posledních letech je velmi často diskutován problém globálního oteplování. V důsledku globálního oteplování se zvyšuje teplota na celé zemi. To přináší mnohé změny v rostlinných i živočišných společenstvech. Organismy musí na tyto přeměny určitým způsobem reagovat. Buď zaniknou, nebo se změnám přizpůsobí. Rostliny žijící původně

v teplých krajích tak dostávají možnost expandovat do dalších lokalit a postupují směrem na sever, na místa pro ně v minulosti nevhodná. Bez ohledu na relevantnost globálního oteplování můžeme pozorovat v posledních dvaceti letech poměrně rychlé šíření některých teplomilných plevelů z nížin až do podhorských oblastí. Například ježatka kuří noha, béry, laskavec ohnutý, laskavec zelenoklasý, lilek černý, durman obecný a celá řada dalších. Riziko invazí teplomilných druhů k nám stále stoupá. Hranice výskytu čiroku halabského se posunuje, podobně se v našich podmínkách rychle šíří teplomilná rostlina žlutošťavel růžkatý. V Maďarsku byl zaznamenán výskyt subtropického plevelu *Cyperus aesculentus* atd. Výrazně do struktury plevelných společenstev zasáhly osevní postupy. Jejich význam mimo jiné spočíval v tom, že komplikoval reprodukci některých plevelných druhů. Při dodržování správného střídání plodin docházelo k postupnému potlačování některých plevelů v plevelných společenstvech. Některé plevelné druhy byly potlačovány více, jiné méně, přesto byla plevelná společenstva stále druhově velmi bohatá a vyvážená.

Klasický střídavý osevní postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevely a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy. Jakýkoliv posun ve struktuře osevního sledu ve prospěch obilnin či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev. V případě zvýšení výskytu ozimých obilnin a ozimých plodin (např. ozimá řepka) se rychle přemnoží následující druhy plevelů: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přitula, mák vlčí, hluchavka nachová, hluchavka objímavá, violka rolní aj. na úkor jarních plevelů, např. ovsa hluchého, hořčice rolní aj. V případě stálého opakování těchto sledů dochází k vytvoření značné zásoby semen ozimých plevelů v půdě, což komplikuje hubení plevelů v následujícím období. Stejná situace vznikne při převaze jarních plodin. V tomto případě dochází k přemnožení jarních plevelů např.: hořčice rolní, ředkev ohnice, oves hluchý, merlík bílý, rdesno blešníků, rdesno červivec aj. Z toho vyplývá opodstatněnost správného střídání plodin.

Z historického pohledu můžeme říci, že v období mezi dvěma světovými válkami byly zásady střídání plodin dodržovány. V období po druhé světové válce byl na orné půdě postupně zvyšován podíl obilnin na úkor ostatních plodin. Přesto si osevní sledy zachovávaly požadovanou strukturu, která obsahovala i víceleté pícniny (vojtěška, jetel). V posledních 22 letech se však nedá hovořit o osevních postupech. Pravidla střídání plodin nejsou dodržována, druhové spektrum pěstovaných plodin se výrazně snížilo ve prospěch tržních plodin (obilniny, řepka ozimá, slunečnice, řepa cukrová aj.). Ustoupily víceleté pícniny

pěstované na orné půdě, poklesly plochy luskovin, řepy cukrové i brambor. To se zákonitě projevuje na expanzním šíření celé řady plevelných druhů.

Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření v systému regulace plevelů na orné půdě. V minulosti bylo v podstatě jediným účinným opatřením. Z hlediska regulace plevelů je velmi významná podmínka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní). Současně zabraňuje ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev. Hluboká orba dokonale zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které v těchto podmínkách nejsou schopny reprodukce. Snahy o minimalizaci zpracování půdy vedly k podstatnému snížení nákladů, ale po zavedení minimalizace dochází zpravidla již v druhém roce a dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení. Plevelová společenstva v těchto systémech jsou sice v řadě případů druhově chudší, ale nárůst počtu plevelů na polích má stoupající tendenci. Rychle se šíří například vytrvalé plevelné druhy (pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, mléč rolní, rukev lužní, čistec bahenní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý), ale na ornou půdu se šíří i takové plevele, které se za normálních podmínek na ní nevyskytují (pampeliška lékařská, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý aj.). Z jednoletých plevelů převládají tyto druhy: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přitula, truskavec ptačí, ptačinec prostřední, bohlav plamatý, hluchavka objímavá a nachová.

Při sklizni sklízecími mlátičkami, zvláště obilnin a řepky, se většina semen plevelů dostane na povrch půdy a stává se zdrojem dalšího zaplevelení. Nebezpečný je také výdrol obilí a řepky, které se v posledních letech stávají nepříjemnými plevele. V některých oblastech se stává problematickým i výdrol slunečnice, řepky ozimé, ostropeře mariánského a dalších plodin. Tyto plodiny jsou následně velmi obtížně hubitelné v jiných plodinách. Proto je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí techniky a volit optimální dobu sklizně.

Plevelné rostliny hrají na zemědělské půdě především negativní roli. Odčerpávají z půdy značné množství živin, vody, prostorově konkurují pěstovaným plodinám, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci. Jiné druhy jsou zdrojem alergenů (pyl), jsou jedovaté pro člověka a domácí zvířata, podporují šíření chorob a škůdců pěstovaných rostlin. Plevelné rostliny mají i ekologický význam. Zabraňují vodní a větrné erozi, omezují vysychání a narušení půdní struktury, jsou součástí koloběhu živin v půdě a jsou nedílnou součástí ekosystému, kdy spolu s ostatními autotrofními organismy zvyšují

biodiverzitu krajiny. Svůj význam mají i plevely, které jsou využívány jako léčivé rostliny. Mnoho plevelných rostlin je vyhledáváno včelami nebo slouží, jako významný zdroj potravy pro hmyz, ptáky a savce.

Významným problémem jsou krátkodobé a dlouhodobé druhového spektra plevelů, které jsou způsobovány nevhodným především střídáním plodin, zpracování půdy a používáním herbicidních přípravků. V současné době dominují problémy vyvolané především střídáním plodin, herbicidy a ve světě pěstování GM plodin právě ve vztahu k rezistenci plevelů vůči herbicidům.

První nálezy rezistentních plevelných rostlin vůči herbicidům byly odezvou na zavedení perzistentních herbicidů ze skupiny triazinů. Tyto herbicidy byly používány opakovaně především v monokulturách kukuřice a jabloňových sadů. Tam došlo poprvé k popsání vzniku rezistence vůči triazinům. Rezistence byla prokázána již koncem 60. let v USA. Starček obecný byl nalezen v ovocných školkách. V průběhu 70. – 80. let především v Severní Americe a v Evropě byly popsány nové druhy rezistentních plevelů (laskavec ohnutý, merlík bílý, merlík tuhý aj.). Rezistentní populace plevelů byly dále nalezeny v Japonsku, Číně, Jižní Koreji atd. Do dnešní doby bylo na celém světě popsáno více než 300 biotypů plevelů, které vytvořily rezistentní populace (např. laskavce, merlíky, turanka kanadská, starček obecný, lipnice roční, psárka polní, jílek tuhý, locika kompasová, psárka polní aj.). V Evropě byly již zjištěny rezistentní populace plevelů téměř ve všech státech.

V našich podmínkách se stala rezistence významným problémem až v 80. letech minulého století. Negativně se projevilo se velkoplošné pěstování kukuřice. Ta byla pěstována od nížin až do podhorských oblastí. Vzhledem k dostupnosti herbicidů (simazin, atrazin) bylo možné pěstovat kukuřici více let po sobě při používání vysokých dávek, až 5 kg úč.l. na hektar. Mnohdy byly používány i dávky vyšší. Podobně byly tyto herbicidy používány i v jabloňových sadech. To umožnilo rychlé přemnožení vzniklých rezistentních jedinců laskavce ohnutého, laskavce zelenoklasého, merlíku bílého, lipnice roční a dalších plevelných druhů. Odtud se tyto rezistentní populace rychle šířily prostřednictvím krmení a statkových hnojiv do okolí. K šíření rezistentních populací přispěla i křížová rezistence (cross-rezistence).

Výrazně přispěla k šíření rezistentních populací na našem území i železniční a automobilová doprava. Pro odplevelování kolejí a nádražních ploch byl používán herbicid atrazin. Používaly se nekontrolované dávky a aplikace se prováděly opakovaně více jak dvacet let. Rezistentním populacím plevelů byl tím uvolněn prostor od konkurence

ostatních plevelů. Železniční doprava navíc přispěla k rozšíření rezistentních plevelů po celé republice i do oblastí, kde se dříve nevyskytovaly. Z kolejí se pak tyto plevele rozšířily i na ornou půdu. Používání atrazinu bylo pro jeho nedostatečný účinek ukončeno. Začal se používat herbicid imazapyr, který plně nahradil atrazin. Po počátečním rozsáhlém používání se objevilo jeho nedostatečné působení na plevel bytel metlatý. U tohoto plevele byla následně prokázána rezistence vůči triazinům, imazapyru a sulfonylmočovinám. Tento plevel se již dostal z nezemědělské půdy (železnice) i na ornou půdu, kde se stal obtížně hubitelným plevem. Herbicid imazapyr se z těchto důvodů přestal používat. Dnes se na železnici a nezemědělských plochách používá herbicid glyphosate. Vzhledem k jeho velkoplošnému a opakovanému používání na zemědělské půdě i na půdě nezemědělské lze předpokládat, že se rezistence plně rozvine i vůči tomuto herbicidu.

Stále častěji stoupá význam rezistence vůči dalším skupinám herbicidů. Rezistence vůči glyphosatu byla již prokázána v Austrálii v roce 1997 u plevele *Lolium rigidum* (jílek tuhý) a v Chile v roce 2002 a u plevele *Lolium multiflorum* (jílek mnohokvětý). U plevele *Lolium rigidum* byla rezistence vůči glyphosatu prokázána též v USA a Jižní Africe. V jižní Africe již byla v roce 2003 prokázána rezistence i u *Conyza bonariensis* a v roce 2000 v USA rezistence u *Conyza canadensis* (turanka kanadská). V Malajsii byla prokázána rezistence u plevele *Eulisia indica* (kalužnice indická) v roce 1997.

Významné bylo prokázání rezistence v jižní Africe v roce 2003 u plevele *Plantago lanceolata* (jitrocel kopinatý). Jitrocel kopinatý by testován v různých dávkách glyphosatu: 0, 2, 4, 6, 8, 10 l/ha. Rezistentní rostliny nebyly poškozeny ani nejvyšší dávkou herbicidu.

To je jasným signálem pro uvážené používání herbicidu glyphosatu. Vznik rezistence vůči tomuto široce používanému herbicidu a šíření rezistentních rostlin na zemědělské i nezemědělské půdě je nežádoucí. Je však vysoce pravděpodobné, že rezistentní populace vůči tomuto herbicidu vzniknou i u nás. Vznik rezistence ovlivnit nemůžeme, ale můžeme významně zpomalit šíření rezistentních rostlin do okolí a toho je možné dosáhnout především střídáním rozdílných herbicidů po sobě.

Dalším problémem je vznik rezistence vůči herbicidům ze skupiny inhibitorů ALS. Jedná se o sulfonylmočoviny a imazapyr. Ve světě již byly popsány rezistentní populace plevelů *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus chlorostachys*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus*

rudis, *Amaranthus blitoides*, *Kochia scoparia*, *Raphanus raphanistrum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida* a *Xanthium strumarium*.

Problémem je i vznik rezistence vůči inhibitorům ACCázy. Ve Francii již byla prokázána rezistence u *Alopecurus myosuroides* a *Setaria viridis*. V našich podmínkách lze předpokládat rezistenci u *Echinochloa crus-galli*.

Uvedená fakta potvrzují význam problému rezistence plevelů vůči herbicidům. Vzniku rezistence nelze zabránit, vzhledem k jejímu spontánnímu vzniku mutací. Proto se musíme zaměřit na opatření vedoucí k minimalizování možnosti vytvoření semen u rezistentních jedinců a zabránit jejich dalšímu šíření.

Velmi významná je prevence šíření rezistencí plevelů a metody jejich regulace. V současné době se rezistentní populace plevelů vyskytují roztroušeně po území našeho státu. Dříve vysoce problematická rezistence vůči triazinovým herbicidům s ohledem na jejich restriktci ustoupila do pozadí pouze zdánlivě. Rezistentní rostliny vůči triazinům mají poněkud odlišné biologické vlastnosti, kterými se liší od citlivých rostlin, a proto v řadě případů komplikují i současné systémy regulace plevelů. Navíc situaci mnohdy komplikuje křížová rezistence.

Základním preventivním pravidlem je pravidelné střídání plodin, dodržování základních zásad správného zpracování půdy a střídání herbicidů s různým mechanismem účinku. Vhodné je používání kombinovaných herbicidů. Dodržením těchto zásad výrazně snížíme riziko šíření rezistentních plevelů.

V případě zjištění výskytu rezistentních rostlin na polích je nutné provést podrobný průzkum na intenzitu jejich výskytu, stanovení počtu druhů rezistencí vůči herbicidům. Po stanovení rezistence vůči konkrétním herbicidům je nutné přijmout následující opatření

Uvedené informace potvrzují význam problému rezistence plevelů vůči herbicidům. Vzniku rezistence nelze zabránit, vzhledem k jejímu spontánnímu vzniku mutací. Proto se musíme zaměřit na opatření vedoucí k minimalizování možnosti vytvoření semen u rezistentních jedinců a zabránit jejich dalšímu šíření.

Integrované systémy regulace plevelů jsou velice složité. Nutné je si uvědomit, že pracuje v biologicky a ekologicky nestabilních systémech. To klade vysoké nároky na znalosti. Je nutné vycházet ze znalosti biologických, zejména reprodukčních schopností plevelů a

schopností předpovídat jejich expanzivitě v systémech pěstování jednotlivých plodin. Systémy regulace plevelů musí obsahovat jak preventivní oblast, tedy reflektování potenciálu škůdců střídání plodin, agrotechniky a zpracování půdy, tak i používání herbicidních přípravků. Důležité je při regulaci plevelů respektovat i vliv na životní prostředí, tedy ochranu podzemních a spodních vod, na přiléhající ekosystémy a na zdraví zvířat a lidí. Při používání Herbicidů je nutné vycházet z antirezistentní strategie, která má za cíl minimalizovat riziko vzniku a šíření rezistentních organismů. Vzhledem ke změnám klimatu je nutné věnovat pozornost i rizikům zavlečení cizokrajných plevelných rostlin.

V souvislosti s rozvojem vědy a zavádění nových poznatků a technologií se jeví precizní zemědělství jako nedílná součást integrovaných systémů regulace plevelů na zemědělské půdě.

PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ A JEHO VÝZNAM V INTEGROVANÉ REGULACI PLEVELŮ

Precizní zemědělství je klasická mezioborová disciplína, která v sobě musí obsahovat celou řadu nejmodernějších poznatků z technických, biologických a ekonomických oblastí. Precizní zemědělství je rozvíjeno zejména v agrárně vyspělých zemích, ale lze pozorovat celosvětový trend rostoucího zájmu o tento způsob hospodaření. V praxi je zatím nejvíce rozšířeno v USA, vzhledem ke struktuře farem (značná velikost pozemků i farem), tak i technologické vyspělosti a především ke specializaci farem na pěstování jednotlivých plodin.

Tento progresivní systém hospodaření je umožněn rozvojem družicových technologií, umožňujících určit s relativně velmi dobrou přesností okamžitou polohu libovolného místa na povrchu Země. Proto je možno určovat např. okamžitou polohu aplikačních zařízení, při jejich práci na daném pozemku. Propojení informací o poloze daného místa pozemku na Zemi s dalšími informacemi, jako např. informace o půdním druhu, půdním typu, obsahu živin v půdě, půdní vlhkosti, půdní vodivosti, barvě porostu, svažitosti pozemku, lokálním výskytu plevelů atd., je možné vytvořit rozsáhlý soubor informací, které jsou využitelné k následné aplikaci herbicidů proti plevelům. Moderní technika umožňuje v návaznosti celý pozemek ošetřovat tak, že reaguje na místní rozdíly v jeho rámci. Celkově lze říci, že precizní zemědělství je aplikace moderních informačních technologií v rostlinné výrobě. Globální navigační satelitní systémy jsou nezbytným prvkem pro přesné určení polohy na zemském

povrchu, neboť všechny informace s vazbou na prostorovou variabilitu musí mít přiřazeny souřadnice v daném souřadném systému. Zpracování prostorových dat (dat s přiřazenou polohou) probíhá v geografických informačních systémech (GIS). Sensorová technika umožňuje efektivní stanovení variability pozemku, jejíž zjištění je impulzem pro uplatnění metod precizního zemědělství. Senzory nahrazují nebo vhodně doplňují tradiční metody zjišťování půdních vlastností a hodnocení porostů polních plodin a snižují tak jejich nákladnost, operativnost a náročnost.

Základem je přesná navigace

Základním předpokladem pro hospodaření podle zásad precizního zemědělství je přesné určování polohy. Pomocí signálu GPS se poloha zjišťuje už od roku 1991. V současnosti lze dosáhnout řádově centimetrové přesnosti. Využíváním přesné navigace ale lze ušetřit zhruba 10 až 15 % nákladů při aplikaci chemických ochranných látek. Díky přesné navigaci je možné zlepšit produktivitu práce u velkých zemědělských podniků až o 40 %. Technické řešení navigačních systémů dosahuje v současnosti dostatečné přesnosti, rychlý rozvoj lze předpokládat zejména v navigačních aplikacích, které by dokázaly optimalizovat trajektorii pojezdu s ohledem na tvar a reliéf pozemku, pracovní operaci, parametry mechanizační soupravy a konkrétní podmínky na stanovišti (výskyt plevelů).

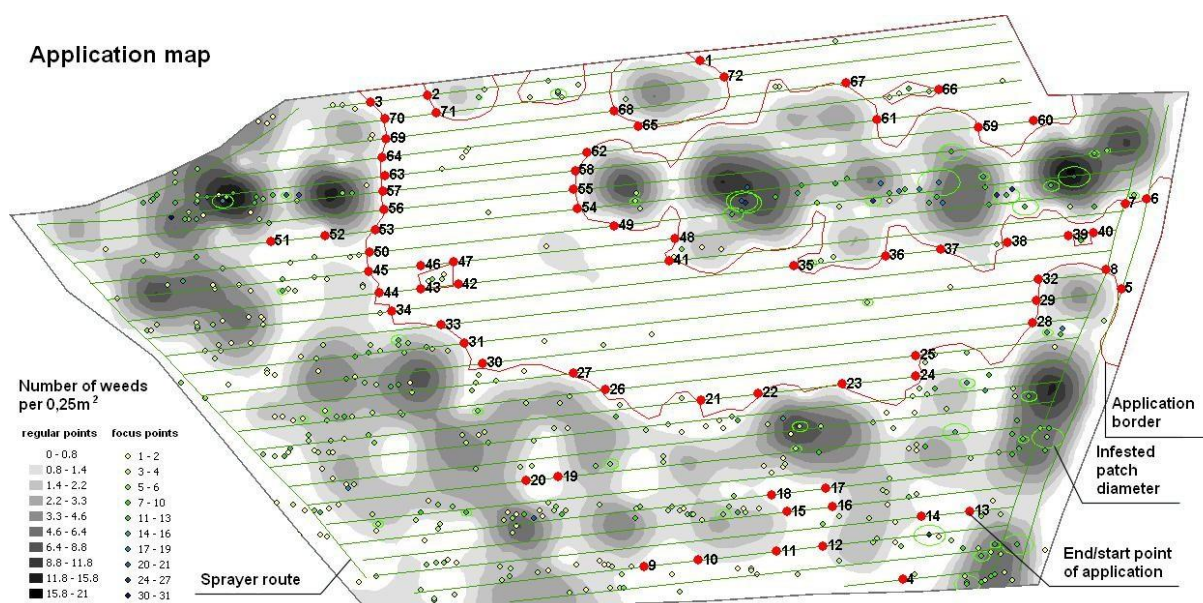
V zemědělství se může využívat mnoho různých pokročilých technologií, například geografické informační systémy, satelitní navigaci, mapování výnosů, dálkový průzkum Země, sensorovou techniku, meteorologická data, variabilní dávkování vstupů, pokročilé metody agronomie a pokročilé systémy řízení podniků. Satelitní navigace představuje bezpodmínečnou součást současné moderní techniky. Zajišťuje informace o poloze strojů a umožňuje jejich přesné navádění při agrotechnických operacích. K základním složkám navigace patří přijímač umožňující lokalizaci a terminály pro řídicí funkce. Pro vytvoření výnosových map musejí být stroje vybaveny přijímačem GPS a senzory výnosu.

Lokálně specifická aplikace herbicidů – aplikační mapy

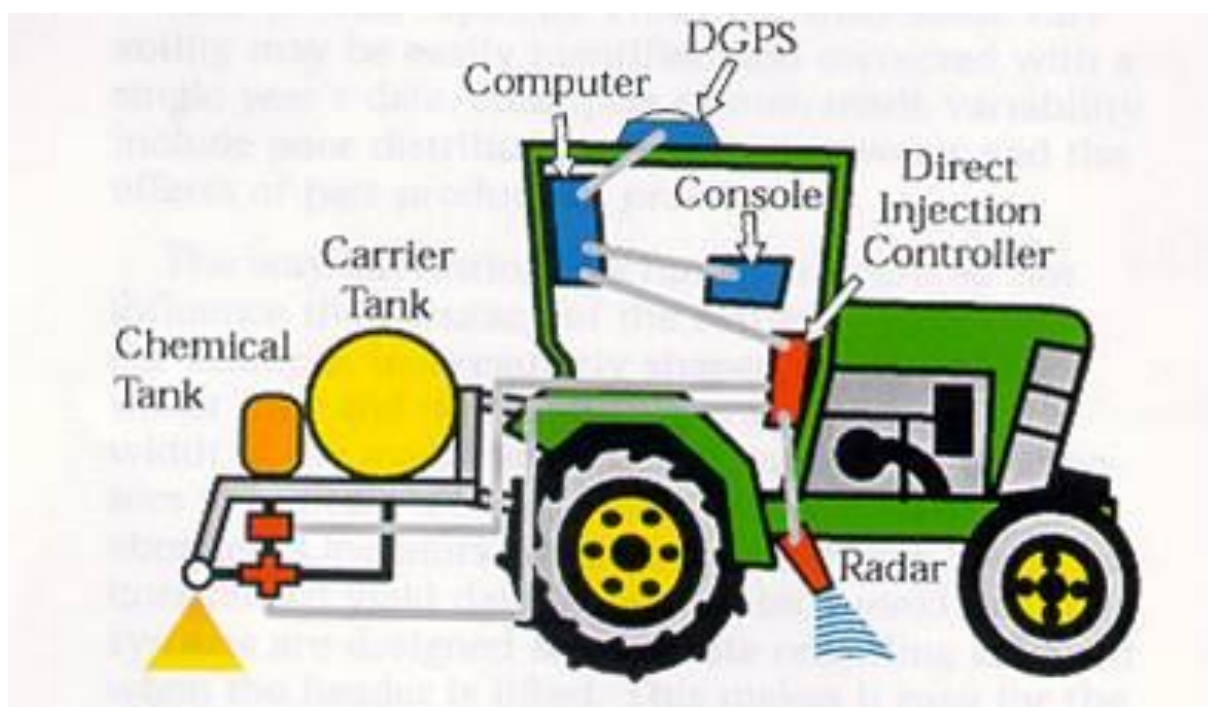
Velký význam má zonální aplikace především přípravků na ochranu rostlin. Systémy zonální variabilní aplikace herbicidů přinášejí významnou úsporu používaných herbicidních přípravků, vody i času. Významný je i pozitivní přínos pro životní prostředí, ochranu podzemních vod i necílových organismů.

Proto pásové a zonální aplikace pesticidů, případně hnojiv a biologických přípravků přinášejí značné úspory a výhody.

Předem připravené aplikační mapy budou opět transportovány do palubního počítače postřikovačů a rozmetadel. K nastavení stroje dochází v okamžiku spuštění stroje nebo v okamžiku vstupu na pole díky znalosti polohy stroje.



Precizní zemědělství – Aplikační mapa ohniskového výskytu *Cirsium arvense*



Precizní zemědělství - Schéma aplikačního zařízení

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ NÁRŮST VÝSKYTU OZIMÝCH PLEVELŮ

- Střídání plodin: Střídání ozimů a jařin, obilnin, luskovin a okopanin má kromě celé řady pozitivních vlivů i významné regulační působení na reprodukci plevelů. Opakovaným setím ozimých plodin po sobě vytvoříme optimální podmínky pro rozšíření ozimých plevelů. Reprodukční potenciál těchto plevelů je vysoký. Jedná se o současný problém, kdy klasické střídání plodin není možné dodržet. Plevelné druhy této situace dokonale využily a v současné době jsme svědky jejich vysokého výskytu.
- Skladba pěstovaných plodin: Většina pěstovaných plodin je ozimého charakteru. Mezi nejpěstovanější plodiny patří především ozimá pšenice, ozimá ječmen, žito, triticales a ozimá řepka. Většina uvedených ozimých plevelů dozrává před sklizní plodiny (chundelka metlice, psárka polní, kokoška pastuší tobolka, penízek rolní, rozrazil perský, hluchavka nachová, hluchavka objímavá) nebo v době sklizně (svízel přítula, heřmánkovec přímořský nevonný, heřmánek vonný, chrpa polní, mák vlčí, mák pochybný, rmen rolní, bolehlav plamatý, úhorník mnohodílný, violka rolní, locika kompasová). To má za následek buď vysemenění plevelů přímo na pole, nebo rozptýlení semen při sklizni po poli. Značná část semen plevelů však zůstává ve sklizené produkci, zvyšuje náklady na čištění a hrozí nebezpečí dalšího šíření nedostatečně vyčištěným osivem.
- Sklizeň plodin: Bohužel při sklizni obilnin a řepky se většina semen plevelů dostává zpět na povrch půdy. Navíc jsou semena plevelů sklízecími mlátičkami rovnoměrně rozšiřována a tím se významně technologie sklizně podílejí na šíření plevelů. Tomuto

riziku je možné předejít předsklizňovými aplikacemi herbicidy typu glyphosate a sulphosate.

- Zpracování půdy: Zpracování půdy patří mezi jedno z nejvýznamnějších agrotechnických opatření. Důležité je zabránit odparu vody z půdy, zaklopit posklizňové zbytky, provzdušnit profil ornice a připravit pozemek pro setí plodin. Z těchto důvodů je nutné věnovat pozornost, aby podmítka, orba i setí byly provedeny s vysokou pečlivostí. Proto je nutné věnovat zvýšenou pozornost kvalitě podmítky a následnému zpracování půdy. Z pohledu regulace plevelů je hlavním cílem těchto opatření je zapravení semen plevelů pod povrch půdy a vzcházející plevelé následným zpracováním půdy zničit. Vzhledem k postupnému ústupu od hlubokého zpracování půdy a příklonu k technologiím minimálního zpracování půdy stoupají nároky na použití herbicidních přípravků a tím rostou i náklady na použití herbicidů. Právě ústup hlubokého zpracování půdy má vysoký podíl na růstu celkového zaplevelení a šíření plevelů.
- Výživa rostlin: Výživa rostlin má velký vliv na plevelná společenstva. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem, v řadě případů i rychleji než rostliny kulturní a v takových podmínkách jim velmi silně konkurují. Vliv vysoké zásobenosti půd základními živinami (P, K, Mg aj.) a vysokých dávek dusíku byl patrný v sedmdesátých a osmdesátých letech, kdy byly každoročně aplikovány poměrně vysoké dávky čistých živin na ornou půdu. V devadesátých letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů kulturních rostlin, ale také snížení produkce hmoty plevelů a počtu semen jednoletých plevelů i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů. Reprodukční schopnost plevelů se snižuje. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt plevelů. Na celkovou zaplevelenost to nemá výrazný vliv vzhledem k obrovské zásobenosti půdy semeny plevelů.
- Setí: Zasetí porostů ovlivňuje kvalitu porostu pěstované plodiny. Pečlivě zaseté porosty mají poměrně dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Naopak mezerovité porosty vytvářejí optimální podmínky pro vzcházení a růst plevelů. Mezery jsou velmi rychle obsazeny plevelnými rostlinami. V mezerovitých porostech nepřináší spolehlivý účinek ani vysoce účinné herbicidy.
- Ochrana rostlin: Porosty oslabené chorobami a škůdci mají nízkou konkurenční schopnost vůči plevelným rostlinám. Především krátce po vzejití je důležité, aby plodina zakryla povrch půdy. Proto je důležité věnovat náležitou péči ochraně proti chorobám a škůdcům již používáním mořeného osiva. Problémy bývají především u porostů ozimé řepky, kdy mezerovité porosty po náletu škůdců nebo poškození slimáčky není možné ochránit proti zaplevelení. Také poškození obilnin listovými chorobami na jaře a v časném létě umožní vývoj pozdního zaplevelení.
- Používání herbicidů: Hlavní součástí systému regulace plevelů je v současné době používání herbicidů. Používání herbicidů je nutné posuzovat především z pohledu racionálních aplikací účinných herbicidů v optimálním termínu v době nejvyššího účinku na plevelé, ale respektovat i širší pohled agroekologický a ekotoxikologický z pohledu ochrany životního prostředí a zdraví člověka i zvířat. Vzhledem k rostoucím požadavkům na nově povolované herbicidní přípravky se musí klást stále větší důraz na využití dalších regulačních opatření. Pro dosažení úspěchu při použití herbicidů je nutné splnit několik základních podmínek:

ZÁSADY SPRÁVNÉHO POUŽÍVÁNÍ HERBICIDŮ

- Znat druhové spektrum plevelů vyskytujících se na pozemku včetně jejich biologie.
- Používat herbicidní přípravky či jejich kombinace se spolehlivým účinkem na vyskytující se plevele.
- Nepoužívat stejné herbicidy opakovaně po sobě. Hrozí nebezpečí selekce tolerantních plevelů, případně vzniku rezistence u plevelů a jejímu rychlému rozšíření po okolí.
- Při vyšším zaplevelení použít vždy horní hranici povolené dávky herbicidů.
- Používat přesně seřízený a otestovaný postřikovač s vyškolenou obsluhou.
- Dodržet dávku vody. Snižování dávky vede vždy k vyššímu riziku selhání aplikace.
- Herbicidy používat v optimálním termínu aplikace ve vztahu k citlivým fázím plevelů. Aplikace v období velkého sucha jsou rizikové.

PRODUKTIVITA STANOVIŠTĚ A PRODUKČNÍ POTENCIÁL PĚSTOVANÝCH PLODIN VE VZTAHU K REGULACI PLEVELŮ

Základem produktivity stanoviště je půdní typ a půdní druh. Klimatické a povětrnostní podmínky mají primární vliv na půdu a život organismů. Blízkost tohoto vzájemného vztahu ovlivňuje především průběh počasí a způsob hospodaření na půdě. Základním ukazatelem působení celého souboru faktorů ovlivňujících stanoviště, včetně činnosti člověka, je roční produkce sušiny biomasy rostlin na jednotku plochy.

Z tohoto pohledu je třeba definovat bilanci produkce sušiny biomasy plodin v zemědělských podnicích a farmách a jejich potřebu zpětného zapravení do půdy. Z hlediska stability agroekosystému je třeba na většině intenzivně obhospodařovaných ploch v ČR dosáhnout produkce sušiny biomasy plodin ve výši 8–9 t/ha za rok. Dosažení této vysoké úrovně produkce biomasy umožňuje genetický potenciál nových výkonných odrůd plodin, co nejefektivnější využití minerálních a statkových hnojiv, zavádění nových systémů pěstování plodin, ale i ekologicky vhodná soustava hospodaření na půdě.

Základem správného podílu plodin na orné půdě, tj. volby plodinových struktur, je určující základní úrodnost půdy, tj. výnos sušiny biomasy dosažený bez hnojení. Klasifikační systém stanovištních podmínek vychází většinou ze základních charakteristik, tj. nadmořské výšky a reliéfu terénu, klimatu (průměrné teploty vzduchu, úhrnů dešťových srážek), typu a

druhu půdy. Podle těchto kritérií a dalších charakteristik jsou v ČR vymezeny zemědělské výrobní oblasti.

V současnosti má zemědělská odborná veřejnost k dispozici údaje o každém pozemku v podobě bonitovaných půdně-ekologických jednotkách (BPEJ) a bodové hodnocení produkčního potenciálu půd (PPP) jednotlivých okresů. Zemědělské podniky by měly při rozhodování o zaměření rostlinné výroby zohledňovat, zda struktura pěstovaných plodin a použitý způsob hospodaření nejsou v rozporu s produktivitou konkrétního stanoviště.

Z ekologického pohledu to znamená, že je nutné při uplatňování produkčních faktorů, tj. zejména různého způsobu zpracování půdy a intenzity hnojení minerálními i statkovými hnojivy, brát v úvahu jejich vliv na produkci plodin, neboť tyto faktory určují nejvyšší i nejnižší hranici produkce. V zájmu hospodařících zemědělců je, aby se intenzita jednotlivých produkčních faktorů pohybovala v limitech možnosti produkčního potenciálu stanoviště a odpovídala dosažení vysoké produkce pěstovaných plodin. Nevhodné hodnocení, především pak nevhodné ohodnocení produktivity stanoviště, může vést k použití neodpovídající intenzity produkčních faktorů, což může být v rozporu s ekologickými kritérii. Především nadměrné použití agrochemikálií (pesticidy, umělá hnojiva, mořidla aj.) s následným nepříznivým dopadem nejen na rentabilitu pěstovaných plodin, kvalitu jejich produkce, ale i na životní prostředí. Produktivita stanoviště je základním faktorem, který z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů rozhoduje o výši a jakosti rostlinné produkce. Nevhodná agrotechnika může vést k ohrožení životního prostředí (smyv půdy a s tím spojená její degradace), ohrožení zdraví lidí (záplavy, kontaminace povrchových i podzemních vod) i ohrožení zdravotního stavu hospodářských zvířat.

Tato problematika má základ především v úsilí využití maximálního výnosového potenciálu pěstovaných plodin ve vztahu k ekologickým faktorům při použité pěstební technologii. Dnešní odrůdy polních plodin dosahují relativně vysokého výnosového potenciálu, ovšem jeho využití v zemědělské praxi nedosahuje této možné úrovně. Proto je potřeba, aby pro vyšší využití produkčního potenciálu šlechtěných odrůd polních plodin věnovaly zemědělské podniky a farmy náležitou pozornost jejich výběru pro dané stanoviště a pěstební technologii.

USPOŘÁDÁNÍ PŮDNÍHO FONDU VE VZTAHU K EKOLOGICKÝM ASPEKTŮM A DIVERZITĚ PLEVELŮ

Současné rozlohy jednotlivých honů stále ještě nejsou u mnohých zemědělských podniků v souladu s ekologickými požadavky a odporují racionálnímu uspořádání půdního fondu. I přes všechny všeobecně známé poznatky o škodách, které jsou způsobeny dřívějšími megalomaniemi ve scelování zemědělských pozemků odstraněním mezí, luk a remízků do honů až 200 ha, řada zemědělců ještě nepřistoupila ke zmenšení jejich výměry, a to ani na svazích ohrožených vodní erozí.

Proto je nezbytné přehodnotit jejich výměry a rozčlenit hony v krajinném prostoru se zohledněním těchto hledisek:

a) Zabezpečení homogenity půdních vlastností - nejen zrnitostního složení, ale i fyzikálních a chemických vlastností (obsah přístupných živin apod.). Velké hony s půdní nevyrovnaností neumožňují přizpůsobení rostlinné výroby stanovištním podmínkám a nemohou být tudíž zárukou dosažení optimálních výnosů pěstovaných plodin.

b) Racionální a ekologické uplatňování pěstebních technologií

Velké hony komplikují sestavování vhodných osevních postupů pěstovaných plodin. Agronomická opatření se na velkých honech pak většinou uplatňují bez ohledu na půdní rozdílnosti a stav porostu. V těchto případech pak není umožněna detailní kontrola výživného stavu rostlin po plošném přihnojení, ohniskového výskytu chorob, škůdců i plevelů a následná

celoplošná aplikace pesticidů pak zvyšuje nároky na chemickou ochranu rostlin a zatěžuje životní prostředí. Nepravidelné dozrávání rostlin má pak za následek zvýšení ztrát, zhoršení kvality produkce při sklizni plodin a na velkých honech se zvyšují neproduktivní jízdy strojů a dopravních prostředků po poli.

c) Minimalizace erozních a degradačních vlivů

K omezení vodní eroze je třeba kromě vhodné velikosti honu upravit pozemky s délkovou orientací po vrstevnicích.

Při značné svahové variabilitě honu je nutno uplatnit protierozní opatření, např. volit zatravnovací pásy.

V současné době jsou stanoveny výměry plochy oseté jednou plodinou max. 30 ha. Podrobným sledováním bylo zjištěno, že nad tuto velikost honu jsou již dříve uváděné ekonomické výhody v úsporách pohonných hmot, využití strojů a pracovních sil jen nepatrné. Naopak v důsledku řady negativních ekologických dopadů dochází ke snižování výnosů plodin a také k nepříznivým zásahům do výskytu populace drobných i vyšších živočichů. Tudíž je třeba prostorové uspořádání půdního fondu považovat za velmi důležité ekologické opatření, které by mělo uvedené nedostatky odstranit. Přitom tato realizace nevyžaduje prakticky žádné finanční náklady, ale naopak se pozitivně promítá do zlepšeného využití půdy v zemědělských podnicích a přispívá tak k ekologickému utváření krajiny.



Optimálně zemědělsky využívaná krajina (Foto J. MIKULKA)

STRUKTURA PLODIN A JEJICH STŘÍDÁNÍ Z AGROEKOLOGICKÉHO HLEDISKA A REGULACE PLEVELŮ

Vyvážené spektrum pěstovaných plodin zemědělského podniku je považováno za jeden ze základních a rozhodujících faktorů úspěšného hospodaření, protože cíleně přispívá k vysokému využití potenciálu stanoviště pěstovaných plodin a agronomických opatření. Především bylo prokázáno, že ani intenzivní hnojení nebo nejvýkonnější odrůdy při nevhodně zvolené struktuře plodin nezajistí předpokládané výnosy, a tím ani dobrý ekonomický výsledek podniku. Současné změny ve způsobech hospodaření, zejména bez chovu hospodářských zvířat, zaměřením na úzkou specializaci pěstování pouze lukrativních plodin nebo i z různých jiných ekonomických důvodů, jsou tak podstatné, že vedou k tomu, že se zanedbávají základní ekologická hlediska.

Víceleté nerespektování biologických zásad a porušování ekologických zákonitostí ve složení plodin má především následující negativní důsledky:

- je narušena reprodukce půdní úrodnosti
- významně stoupá potřeba agrochemických vstupů do rostlinné výroby
- následkem je zvýšení výskytu a kumulace škodlivých organismů (choroby, škůdci a plevelé)
- stoupá zásoba generativních a vegetativních diaspor plevelů v půdě
- stoupají možná rizika obsahu toxických látek v půdě a vodě (např. rezidua pesticidů v půdě, dusičnany v podzemních vodách aj.)
- zpravidla významně klesá výše a kvalita produkce plodin.

Důležitý je hlavní agroekologický požadavek, aby ve struktuře plodin bylo zastoupeno nejméně 4–5 různých druhů plodin. To má za následek především větší ekonomickou jistotu podniku. Přílišná koncentrace pěstovaných plodin na orné půdě, např. krátkodobá monokultura obilnin, narušuje biologickou rovnováhu agroekosystému. Z toho vyplývá následující doporučení pro zemědělské podniky:

- optimální přizpůsobení diverzity v plodinové struktuře daným půdně-klimatickým podmínkám
- pěstování plodin regenerujících půdní úrodnost a jejich předplodinové hodnoty
- co nejvyšší využívání meziplodin ve struktuře plodin.

Struktura plodin v různých půdně-klimatických oblastech s využitím maximální diverzity pěstovaných plodin

Z pohledu agroekologického by mělo složení pěstovaných plodin být v souladu s půdními a klimatickými podmínkami daného zemědělského podniku, které umožňují plodinám realizovat jejich výnosový potenciál bez neúměrných vkladů dodatečné energie do pěstebního procesu. V osevních sledech je vhodné usilovat o maximální využití diverzity pěstovaných plodin, současně je však i třeba přistoupit na přijatelný kompromis ve struktuře plodin ke stávající situaci zemědělských komodit na trhu a výrobnímu zaměření podniku či farmy. Nejnovější výsledky výzkumu i současná zemědělská praxe ukazují, že lze na úrodných půdách v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti při produkčním potenciálu půdy nad 75 bodů hospodařit i bez živočišné výroby, tj. s absencí víceletých a jednoletých píceň a za předpokladu uplatnění těch pěstitelských opatření, která přispívají k zajištění ekologických požadavků a biologicky vyvážené rostlinné výroby.

V těchto výrobních oblastech je třeba v plodinových strukturách více uplatnit jednoleté luskoviny, tj. výnosné odrůdy hrachu, sóji a v poslední době i lupiny bílé (např. odrůda Amiga); dále rozšířit sortiment pěstovaných plodin především o pěstování kukuřice na zrno, slunečnice, na vhodných stanovištích zařadit pěstování řepky olejky, máku setého i hořčice bílé. Tato větší pestrost plodin přispěje k ekologizaci rostlinné výroby, stabilizaci agroekosystému a k větší ekonomické jistotě zemědělského podniku.



Porost hořčice bíle (foto: M. Vach)

V oblastech s méně úrodnými půdami, v zemědělské výrobní oblasti obilnářské i bramborářské je pro zachování půdní úrodnosti třeba pěstovat jetel luční. V těchto oblastech mají stále opodstatnění zemědělské podniky s rostlinnou i živočišnou výrobou, tj. s produkcí hnoje, jehož funkce je pro úrodnost půdy velmi důležitá a prakticky nezastupitelná. V oblastech s relativně úrodnými půdami může být zastoupení obilnin až do 60 %, ovšem při uplatnění všech druhů obilnin a při pěstování plodin regenerujících půdní úrodnost.

V zemědělské výrobní oblasti pícninářské je nutné využívat půdní fond pro zemědělskou produkci velmi rozvážně. Zejména ve vyšších polohách došlo v minulosti k rozorávání ploch trvalých travních porostů a jejich převedení na ornou půdu. Díky změně struktury výroby za posledních 20 let postupně dochází, zejména na svažitých pozemcích a silně skeletovitých půdách, k zatravňování a využívání těchto porostů ke spásání skotem, rozšiřujícím se chovem masných krav bez mléčné produkce, nebo sečením s možným využitím biomasy pro výrobu bioplynu. Spektrum plodin by mělo být zaměřeno na živočišnou výrobu s tržní orientací zemědělského podniku na pěstování sadbových brambor. Složení plodin v těchto oblastech musí splňovat jak ekologické požadavky, tak i naplňovat krajinnotvorná hlediska. Pro zvyšování půdní úrodnosti je nutno využívat ve struktuře plodin jetelotrávy. Jejich zastoupení se koriguje vzhledem k výměře trvalých travních porostů a hnojem hnojených plodin (brambory a na vyhovujících pozemcích vhodné odrůdy silážní

kukuřice). Z ozimých obilnin lze pěstovat odrůdy žita ozimého odolné vůči vyzimování i plísni sněžné a také tritikale, které je v této výrobní oblasti zhruba o 10 % výnosnější než žito ozimé. Z jarních obilnin lze kromě raných nepoléhavých odrůd ovsa setého zařadit i ječmen jarní, který je na mnohých stanovištích výnosnější než oves. Souhrnně lze konstatovat, že ekologický požadavek maximálního přizpůsobení struktury plodin k půdně klimatickým podmínkám by v podstatě neměl činit zemědělským podnikům žádné problémy, neboť již dlouhodobě hospodaří v daných stanovištních podmínkách. Je však třeba, aby podniky a farmy s ohledem na současné změny v zemědělské výrobě i působením tržního hospodářství přizpůsobily zastoupení pěstovaných plodin nejen trhu s lukrativními komoditami s rentabilním pěstováním, ale i inovovaly skladbu plodin v souladu s ekologickými požadavky.

Využití plodin obnovujících půdní úrodnost a jejich využívání jako předplodin

Zejména na málo úrodných půdách je nutné využívat tzv. regenerační plodiny (jeteloviny, luskoviny, bobovité plodiny, organicky hnojené plodiny), kde se jejich účinek pozitivně projeví na půdní úrodnosti i výši dosažené produkce. Využití jednotlivých druhů regeneračních plodin a jejich pořadí je nutné volit podle základní úrodnosti půdy zpravidla orientačně.

Pozitivní účinek bobovitých plodin spočívá ve značném obohacování půdy o biomasu kořenové hmoty, hlubokém zakořeňování v podorničních vrstvách ve zlepšování půdních vlastností (zejména účinek na strukturu a provzdušování podorničních vrstev), v uvolňování živin z půdní zásoby, zejména fosforu a draslíku a jejich přesun z hlubších vrstev do orničního profilu. Důležité je též poutání atmosférického dusíku hlízkovými bakteriemi. Kvalitní a vyrovnané porosty vojtěšky a jetele lučního mohou poutat 100 až 300 kg N na 1 ha. Jeteloviny a luskoviny, jako výborné předplodiny zejména v horších stanovištních podmínkách, jsou nezbytným předpokladem pro dosažení vyšších výnosů plodin v celém osevním postupu. Kořeny a zbytky víceletých píceňin na strništi jsou vydatným a kvalitním zdrojem organické hmoty. Mají úzký poměr C:N, dobře se v půdě rozkládají a velmi příznivě ovlivňují většinu půdních vlastností. Jeteloviny značně zastiňují povrch půdy, chrání ji před vysycháním, prudkými účinky dešťů a před vodní erozí. Dobře zapojené porosty víceletých píceňin při několikerém sečení během vegetace potlačují i některé plevely, např. oves hluchý. Jeteloviny a luskoviny jsou rovněž velmi dobrými přerušovači v osevních postupech, zejména monokultur obilnin. V řepařské výrobní oblasti byl při přerušení monokultury ozimé pšenice vojtěškou její příznivý vliv zřetelný ještě ve 4. roce po přerušení. Víceleté a jednoleté jeteloviny vykazují i fytosanitární působení, neboť negativně ovlivňují některé patogeny, jako např. původce chorob kořenů a pat stébel obilnin, a tím posilují antifytopatogenní potenciál půdy. Kladné působení bobovitých plodin v osevních postupech je třeba co nejvíce využít při zajišťování biologické vyváženosti pěstovaných plodin i z hlediska ekologizace rostlinné produkce.

Využití organických hnojiv v plodinách a jejich význam z pohledu plevelů

Mimo jetelovin a luskovin mají příznivý vliv na biologickou vyváženost agroekosystému okopaniny, ale i olejnin a silážní kukuřice. Kromě těchto plodin se někdy používají statková hnojiva i k obilninám, není-li k dispozici vhodná předplodina, např. při krátkodobé monokultuře obilnin. Statková hnojiva, především chlěvský hnůj, příznivě ovlivňují biochemické, agrochemické a fyzikální vlastnosti půdy a také z části uhrazují potřebu dusíku a draslíku jednotlivých plodin. V rámci osevního postupu udržují příznivou půdní reakci, vnášejí do půdy stimulační látky a množství mikroorganismů, čímž se zvyšuje antifytopatogenní potenciál půdy. V zemědělských podnicích bez chovu skotu se absence chlěvského hnoje nahrazuje především hnojením slámou v kombinaci s kejdou nebo také zeleným hnojením. V mnohých případech je tato kombinace zcela rovnocenná účinku hnoje. Rozdíly mezi plodinami hnojenými organickými hnojivy může pozitivně ovlivnit jejich kultivace během vegetace, specifické působení rhizosféry i kvalita kořenových zbytků. To platí kromě cukrovky zejména o bramborách, kukuřici i řepce olejce, které vykazují výše uvedené příznivé působení na následné plodiny. Z tohoto důvodu je třeba ve struktuře plodin co nejvíce využít organicky hnojené plodiny, které zajišťují potřebný přísun organických látek do půdy, čímž se podílejí na zlepšování půdních vlastností a současně vykazují i velmi dobré předplodinové hodnoty. Proto organicky hnojené plodiny sehrávají z agroekologického hlediska důležitou úlohu. Organické hnojení zvyšuje mikrobiální aktivitu půdy, což má za následek rychlejší degradaci semen plevelů v půdě.

Využití meziplodin v plodinové struktuře

Zařazení meziplodin v osevním postupu je též velmi důležitým agroekologickým opatřením, protože významně přispívá k biologicky vyváženému zastoupení plodin v agroekosystému. Pěstování meziplodin je naprosto nezbytné při hospodaření bez živočišné výroby, kde kompenzuje absenci víceletých leguminóz a chybějící produkci stájových hnojiv. Meziplodiny různých čeledí (bobovité, hvězdnicovité, stružkovcovité, rdesnovité a další) obohacují diverzitu pěstovaných plodin na orné půdě. Dále mají kladný vliv na úrodnost půdy, výši i kvalitu rostlinné produkce, zhodnocují působení vegetačních faktorů tvorbou biomasy s příznivými dopady na životní prostředí. Od roku 2004 je navíc pěstování meziplodin podporováno jako jedno z významných agroekologických opatření.

Přínosy uplatňování meziplodin v soustavě hospodaření:

a) Dodávání organické hmoty do půdy

Za běžných povětrnostních podmínek na příznivých stanovištích může denně činit přírůstek sušiny nadzemní biomasy 100 až 200 kg/ha.

b) Kladný vliv na půdní podmínky

Mechanickým a biochemickým vlivem kořenů zvyšují meziplodiny pórovitost, a tím i provzdušenost půdy a podílejí se na zlepšování struktury půdy. Rovněž se uplatňují při zvyšování mikrobiální aktivity v ornici.

c) Přerušovače obilných sledů a odstraňování únavy půdy

Vliv meziplodin, jako přerušovačů obilných sledů, spočívá především v jejich využití na zelené hnojení, případně v kombinaci se zaorávkou slámy. Typickým příkladem je vliv hořčice bílé (na zelené hnojení) na výnosy zrna jarního ječmene při pěstování v monokultuře. Při odstraňování únavy půdy (vzniklé rozšířením specifických škůdců) meziplodinami je např. známé pěstování ředkve olejné (odrůdy Pegletta, Nemex, Sobold ze SRN) proti háďátku řepnému. Některé druhy meziplodin svým alelopatickým působením, tj. vylučováním fyziologicky účinných látek, omezují inhibiční působení meziproductů rozkladem posklizňových zbytků plodiny.

d) Zesílení antifytopatogenního potenciálu půdy

Rozkládající se zaoraná fytomasa meziplodin na zelené hnojení se v půdě příznivě projevuje svým fytosanitárním působením, tj. omezuje obsah choroboplodných zárodků i výskyt škůdců v půdě.

e) Potlačování výskytu plevelů, snižování zásoby semen v půdě

Zapojené porosty meziplodin snižují zaplevelení půdy zejména v meziporostním období tím, že nedávají oslabeným plevelům možnost jejich dalšího rozvoje.

f) Protierozní ochrana půdy

Na svažitých pozemcích meziplodiny ochrání půdu proti vodní a na lehkých půdách i větrné erozi. Efektivní protierozní ochranu půdy poskytuje také umrtvená nadzemní biomasa meziplodin – rostlinný mulč.

g) Omezování znečišťování podzemních vod a vodních zdrojů dusičnany a redukce vyplavování živin z půdy

Zařazování především strniskových mezipločin se nespotřebovaný volný dusík (NO_3) v půdě po sklizni obilnin, zejména při vyšších dávkách dusíkatých hnojiv, a za příznivých vláhových podmínek imobilizuje. Důležité je také poutání volných Ca kationů v půdě pěstovanými mezipločinami a jejich navrácení do koloběhu živin. Tento mnohostranný pozitivní účinek mezipločin je třeba využívat především při hospodaření bez živočišné výroby, kde může eliminovat nastalé změny v rostlinné výrobě.

Pro zabezpečení poslání mezipločin je nutné zajistit dostatečnou jistotu úspěšného pěstování a produkovat požadovanou výši sušiny nadzemní biomasy minimálně 1,5 t/ha. Pro realizaci tohoto výnosového potenciálu mezipločin je zapotřebí zvolit vhodné druhy plochin, vytvořit potřebné podmínky a zajistit správnou pěstební technologii. Při jejich řazení do osevního postupu musíme poskytnout dostatečné časové období pro dosažení potřebného výnosu biomasy mezipločin i jejich příznivému působení na půdu. Například pro očekávaný efekt – kypření spodní vrstvy půdy kořeny mezipločin – je zapotřebí 5–6 měsíců růstu, pro biologické zpracování ornice 3–4 měsíce růstu a pro fytosanitární působení 2–3 měsíce růstu vhodného druhu mezipločiny.

Důležité je přihlídnout i k možným negativním důsledkům působení mezipločin. Jde především o rozšíření chorob a škůdců při nevhodné volbě druhu mezipločiny nebo jejich nevhodném zařazení do osevního postupu (např. brukvovité pločiny). Někdy také může dojít k depresi výnosu následné pločiny při zaorávce velkého množství méně kvalitní organické hmoty v suchých oblastech. Při celkovém hodnocení pěstování mezipločin v pločinových strukturách má toto agrobiologické opatření jednoznačný příznivý vliv na agroekosystém a biodiverzitu plevelných společenstev.

Osevní postup ve vztahu k výskytu plevelů

Vyrovnaný a vhodně sestavený osevní postup je velmi účinným a přitom nejlevnějším agrobiologickým intenzifikačním opatřením, které příznivě ovlivňuje využití živin z minerálních i organických hnojiv a má i nepřímý vliv na ochranu porostů před škodlivými činiteli. Významně tak ovlivňuje nejen výši hospodářských výnosů pěstovaných plochin, ale i půdní úrodnost. Z ekonomicko-organizačního hlediska umožňuje osevní postup uplatnění pločinové agrotechniky, tj. plynulý a časově stanovený průběh agrotechnických opatření a

zásahů v porostech, využití pracovních strojů, aby nedocházelo k vytváření pracovních špiček. Osevní postup příznivě ovlivňuje produktivitu práce a tím i ekonomickou úspěšnost zemědělského podniku.

Diverzita stanovištních podmínek, stupeň specializace a koncentrace plodin a značně se lišící výrobní možnosti jednotlivých zemědělských podniků či farem nedovolují stanovit jednotné návody či modely osevních postupů. Proto by zemědělské podniky měly věnovat na konkrétních pozemcích dostatečnou pozornost co nejvhodnějšímu a racionálnímu sestavení osevních postupů, nebo alespoň vhodnému střídání plodin. Názory, že osevní postupy jsou již překonány, v žádném případě neobstojí ve srovnání s výše uvedenými výhodami a tudíž ani v současném tržním hospodářství nelze osevní sledy považovat za přežitá agrobiologické opatření. Z těchto důvodů se osevní postup v soustavě hospodaření na půdě řadí k důležitým agroekologickým opatřením.

Souborně lze konstatovat, že i přes rozsáhlé koncepční změny v rostlinné výrobě je třeba více uplatňovat a prosazovat agroekologické přístupy. Je zřejmé, že požadavky ekologické optimalizace mohou být naplněny jen při důsledném uplatňování biologicky vyvážené struktury plodin v osevních postupech. To znamená důsledněji využívat půdní a klimatické podmínky stanoviště, produkční potenciál výkonných odrůd a co nejvhodnější skladbu pěstovaných plodin. Dosáhne se tím vyšší nezávadnosti produkce při současném snížení rizika poškození životního prostředí. Tato tzv. ekologická restrukturalizace rostlinné výroby by měla být také schopna reagovat na situaci na trhu zemědělských komodit případnými meziročními posuny v rozsahu a druzích pěstovaných plodin. Důsledným naplňováním tohoto úkolu dosáhnou zemědělské podniky rentabilní a nezávadnou produkci zemědělských plodin se sníženým rizikem poškozování životního prostředí.

VÝZNAM PŮDOOCHRANNÝCH TECHNOLOGIÍ V ROSTLINNÉ VÝROBĚ VE VZTAHU K INTEGROVANÉ REGULACI PLEVELŮ

Úrodnost půdy - její charakteristika

Půda je složitý, dynamicky se vyvíjející přírodní útvar, jehož vývoj a vlastnosti jsou ovlivňovány lokálními podmínkami prostředí. Je to základní, bez dlouhodobého vývoje neobnovitelný a v nejširším měřítku nenahraditelný prostředek k produkci potravin a krmiv a

v tomto smyslu je třeba půdu vnímat jako národní přírodní bohatství. S ohledem nejen na funkci půdy jako zdroje pro produkci zemědělských komodit, ale i na další její funkce, jako např. vodohospodářskou, ekologickou, krajinářskou, kulturní, nebo sociální, je nasnadě aktualizace a posílení účinnosti její právní ochrany. Ta by více než doposud měla regulovat a omezovat každoročně se zvyšující ztráty orné půdy, vznikající zejména zástavbou pro různé účely.

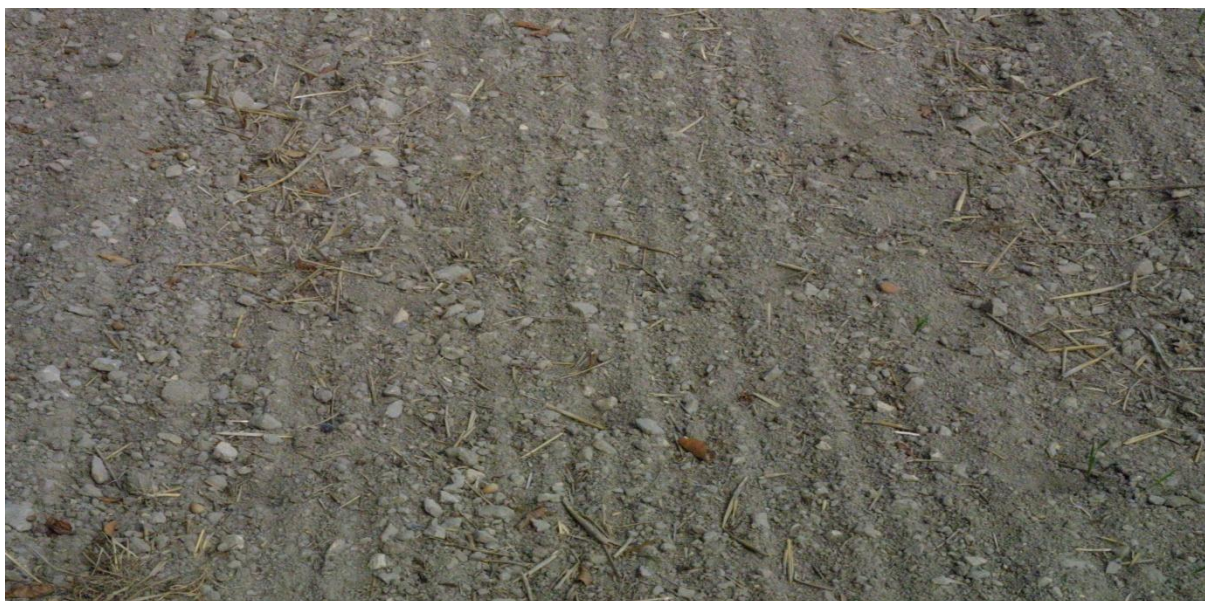
Úrodnost půdy je soubor vlastností, které se navenek projevují jako schopnost půdy vytvořit optimální půdní prostředí pro kořenovou soustavu rostlin a během celé jejich vegetační doby jim zajistit dostatečné množství živin, vzduchu a vody pro jejich růst a vývoj, směřující k maximální produkci. To zásadně odlišuje půdu, jakožto přirozené stanoviště pro růst a vývoj rostlin, od zvětralých horninových substrátů. Vlastnosti půdy, významné pro půdní úrodnost je možné rozdělit na fyzikální, chemické a biologické. Jejich optimální úroveň a vzájemný soulad vytváří tzv. potenciální půdní úrodnost. Ta je především ovlivněna přirozenými podmínkami, za nichž se půda vytvořila a dále vyvíjela. Půdní úrodnost skutečná (aktuální) je potom výsledkem vzájemného působení mezi potenciální úrodností, podmínkami stanoviště a aktivitami, kterými na stanoviště působí člověk.

Produkční schopnost je půdní úrodnost, posuzovaná z hlediska určité, konkrétní polní plodiny. Je to komplexní, dynamická vlastnost půdy, která je nezbytná pro efektivní fungování agroekosystémů. Při využívání „Zásad správného hospodaření na půdě“ je eminentní snahou a dlouhodobým cílem působit na její zvyšování. Úrodnost zemědělsky využívaných půd v České republice je v podstatě dána poměrným zastoupením jednotlivých půdních typů, jejichž úroveň přirozené úrodnosti je více méně známá a odvíjí se od jejich genetického vývoje. Mezi nejúrodnější půdy se řadí černoze, hnědozemě a černice, jejichž podíl na ZPF činí zhruba 26 %. Mezi středně úrodné, s kolísáním úrovně podle místních podmínek, lze počítat zejména kambizemě, fluviszemě a luvizemě, jejichž celkový podíl v ZPF je cca 56 %. Zbývajících 18 % tvoří půdy málo úrodné, nebo z různých důvodů obtížně zpracovatelné a proto pro intenzivní rostlinnou produkci méně vhodné. Vhodnými, či nevhodnými agrotechnickými opatřeními však může být stávající úrodnost půd zvyšována, nebo snižována, bez ohledu na to, o jak kvalitní půdu se jedná – s tím, že u půd s vysokou úrodností lze počítat s vyšší stabilitou kvalitativních parametrů. Jako příklad nepochybného snížení úrodnosti půd lze zmínit dramatický pokles přívodu živin do půdy od roku 1990, kdy se prakticky přestalo hnojit minerálním fosforem a draslíkem a spotřeba dusíku klesla na

polovinu. V posledních letech došlo k jistému narovnání, zejména v oblasti výživy dusíkem. V souvislosti s nízkými stavy hospodářských zvířat však klesá přívod živin a zároveň i kvalitní organické hmoty do půdy ve formě statkových hnojiv živočišného původu. Naopak se zvyšuje podíl slámy, zejména obilné, která je v souvislosti s jejím klesajícím významem jako steliva stále ve větším měřítku zapravována do půdy. Ve formě slámy obilnin, dalších plodin a řepného chrástu je do půdy vráceno cca 85 % živin, odčerpaných vedlejšími produkty rostlinné výroby. Nezanedbatelným zdrojem organické hmoty a v ní vázaných živin z půdní zásoby jsou stále rozšiřující se plochy meziplodin.



Komplexní péče o půdu zabezpečí ekologicky stabilní plevelná společenstva (Foto J. Mikulka)



Nedostatek statkových hnojiv působí nepříznivě na strukturu půdy a výskyt plevelů (Foto J. Mikulka)

Indikátory půdní úrodnosti

Z hlediska agronoma jsou nejvhodnější ty znaky, které lze zjistit ihned, bez časově náročných a nákladných laboratorních analýz.

Fyzikální indikátory půdní úrodnosti:

Znalost fyzikálních vlastností půdy hraje významnou úlohu při rozhodování, kdy a jakým způsobem má být půda zpracovávána. Jde tedy o správný odhad zpracovatelnosti půdy s ohledem na konkrétní podmínky panující na stanovišti, kdy při manipulaci s půdou nedochází k poškození její kvality, ale naopak je dosaženo optimálního stavu půdního prostředí, vhodného pro pěstování rostlin.

Objemová hmotnost reduková

Objemová hmotnost půdy je hmotnost objemové jednotky půdy (g/cm^3 , t/m^3) v neporušeném stavu, vysušené (redukováno o půdní vlhkost) při 105°C . Optimální rozmezí pro polní kultury v orniční vrstvě (hlinitá půda) je $1,2\text{--}1,5 \text{ g/cm}^3$, v podorničí pak $1,6\text{--}$

1,8 g/cm³. Pokud dochází k dlouhodobému překračování tzv. kritických hodnot, které jsou nižší pro jílovité půdy a vyšší pro půdy písčité, lze očekávat snižování půdní úrodnosti, potažmo i výnosů, vzhledem k nepříznivým vlivům na vodní, vzdušný a živinný režim půd.



Správně zvolená příprava půdy má pozitivní vliv na půdní strukturu významně potlačuje plevelné rostliny (Foto: M. Vach)

Pórovitost půdy celková (P)

Všeobecně je známo, že hodnoty celkové pórovitosti půdy napovídají o stavu struktury půdy. Větší obsah pórů (45–50 %) odpovídá lepší strukturní výstavbě půdy. V porovnání s objemovou hmotností vykazují hodnoty pórovitosti opačný trend: pokud objemová hmotnost roste, pak klesá pórovitost a naopak. Za kritickou hranici celkové

pórovitosti půdy se považuje na hlinitých půdách objem pórů pod 45 %. Čím více klesají hodnoty pod tuto hranici, tím je strukturní stav půdy více nevyhovující (půdy jsou ulehle až utužené). Testování vyžaduje laboratorní podmínky.

Maximální kapilární vodní kapacita (MKVK)

Hodnotu vyjadřuje maximální nasycenost kapilárních půdních pórů. U středně těžkých hlinitých půd se hodnoty pohybují mezi 30–40 % obj. Půdy s nízkými hodnotami MKVK mají nízkou retenční kapacitu, což znamená, že při intenzivních, nebo dlouhotrvajících srážkách dochází na lehkých půdách k průsakům do podorničí a ke ztrátám živin. Na těžších půdách v erozně rizikových oblastech dochází k povrchovému odtoku mimo obdělávané pozemky. V obou případech existuje riziko ztrát živin a kontaminace podzemních, nebo povrchových vod. K vyšším hodnotám tohoto parametru přispívá vyšší obsah humusu a organických látek v půdě.

Minimální vzdušná kapacita půdy (Vz)

Dle literárních údajů by se měly hodnoty minimální vzdušné kapacity půdy u náročných polních plodin pohybovat kolem 15 %, u méně náročných kolem 10 %. Kritické hodnoty Vz pro všechny polní plodiny jsou pod 10 %. Takové půdy vykazují špatnou propustnost pro vodu a jsou náchylné k zamokření.

Penetrometrický odpor

Odpor půdy měřený proti vtlačování kovové tyče, zakončené kuželovým hrotem. Pro polní testování lze namísto drahého penetrometru použít prostou železnou tyč s označením délky a podle odporu při zasouvání do půdy je možné tímto způsobem získat představu o zhutnění orničních i podorničních vrstev. Nadměrné půdní zhutnění způsobuje zhoršení propustnosti půdy pro vodu, snížení retenční schopnosti půdy, narušení půdních režimů, celkovou redukci produkční schopnosti půdy a zhoršení a prodražení její zpracovatelnosti. U středně těžkých,

hlinitých půd je za kritické považováno rozmezí 3,8–4,2 MPa při vlhkosti půdy 16–18 %. Při překročení limitních hodnot lze v důsledku nadměrného zhutnění půdy očekávat negativní účinky na produkci plodin.



Zhutnění půdy často nastává i při sklizni řepy cukrové (foto: M. Vach)

Chemické indikátory půdní úrodnosti

Mezi chemické indikátory půdní úrodnosti patří základní chemické vlastnosti, jako je reakce půdního roztoku (pH půdy), zásobení půd hlavními živinami, zejména dusíkem, vodivost (zasolení) půd, hygienické parametry s ohledem na rizikové prvky a organické kontaminanty.

Půdní reakce

Půdní reakce má významný vliv na půdní úrodnost. Silně kyselé půdy vytvářejí nepříznivé prostředí pro některé užitečné bakterie, které jsou významné pro optimální průběh biochemických reakcí v půdě (*Azotobacter* sp., rhizobiální bakterie aj.). Naopak příznivé podmínky nastávají pro činnost plísní, které jsou pro rozklad organické hmoty a pro úrodnost půdy méně vhodné. Procesy mineralizace jsou v kyselých podmínkách celkově zpomaleny a během humusotvorných procesů vznikají látky méně kvalitní s vyšším obsahem fulvokyselin. Vysoká kyselost půdy snižuje efektivnost využití některých živin (zejména P) z aplikovaných hnojiv. Kyselé prostředí v půdě rovněž podporuje aktivaci těžkých kovů, které pronikají do rostlin a posléze i do potravního řetězce. Účinným opatřením k odstranění půdní kyselosti je pravidelné vápnění. Preventivně lze půdní kyselost ovlivnit méně častým používáním fyziologicky kyselých hnojiv.

Obsah živin v půdě

Dostatečný obsah přijatelných živin v půdě je základní podmínkou pro dosažení požadované úrovně produkce pěstovaných plodin. Cestou k zabezpečení této podmínky je respektování hlavních principů hnojení polních plodin. Základním z těchto principů je pravidelné vrácení z půdy odčerpaných živin zpět a současně pravidelný a dostatečný přísun kvalitní organické hmoty do půdy. Stanovení potřeby hnojení pěstovaných plodin se řídí podle následujících kritérií:

1. Vlastnosti lokality (typ a druh půdy, vlivy počasí)
2. Vlastnosti půdy (zásobení hlavními živinami, pH půdy atd.)
3. Charakteristika pěstitelské technologie (předplodina, zpracování půdy apod.)
4. Stanovení potřeby živin pro uvažovanou výnosovou hladinu a kvalitu výnosu

Vhodnou metodou pro zajištění potřebného obsahu živin v půdě je metoda bilancování živin.

Indikátory znečištění půdy

Kontaminace půdy může být v některých oblastech významným problémem. Půda může být kontaminována celou řadou anorganických i organických látek přírodního nebo antropogenního původu. Ty se potravním řetězcem posléze dostávají do těl živých organismů a ohrožují jejich zdraví i život. Půdními kontaminanty mohou být rezidua pesticidů, které se v půdě pomalu odbourávají a mohou vážně poškodit půdní organismy. Půda může být dále kontaminována těžkými kovy, jejichž zdrojem mohou být minerální hnojiva, organická hnojiva s obsahem čistírenských kalů nebo rybníčního bahna. Tyto kontaminanty může přinést i povodňová voda v záplavových oblastech.

Hlavním znečišťovatelem půdního prostředí jsou kyselé atmosférické srážky, které mohou dlouhodobě změnit pH půdy, a také nadměrné používání posypových solí v zimním období, které způsobují zasolování půdy a její postupnou degradaci.

Biologické indikátory půdní úrodnosti

Mikroorganismy v půdě jsou významným indikátorem půdní úrodnosti zejména díky jejich všudypřítomnosti, množství a důležité roli v potravních řetězcích a cyklech živin. Z hlediska půdní úrodnosti jsou důležité půdní mikroorganismy podporující růst a vývoj rostlin. Tato skupina se podílí na řadě klíčových procesů v půdě, přispívá ke zvyšování dostupnosti živin pro rostliny a pomáhá k udržení dobré půdní struktury. Půdy, ve kterých je mikrobiální činnost všestranně rozvinuta, proto lépe uspokojují nároky rostlin na živiny než půdy s omezenou mikrobiální činností. Informace o půdních mikroorganismech lze získat z charakteristik o jejich stavu a jejich aktivitě. Zjišťování biologických indikátorů úrodnosti se neobejde bez pomoci specializované laboratoře.

Celková biomasa mikroorganismů v půdě

Jedná se o základní, výchozí charakteristiku půdních mikroorganismů. Mikrobiální biomasa je považována za dobrý indikátor, protože není založena na separaci mikroorganismů, ale stanovuje se přímo ve vzorcích půdy. Její pokles může signalizovat nepříznivé změny půdní organické hmoty.

Počty mikroorganismů v půdě

Stanovuje se celkové množství mikroorganismů nebo některých skupin, či indikátorových druhů. Velký význam pro výživu rostlin mají bakterie poutající dusík (*Rhizobium* spp. a *Azotobacter* spp.) a bakterie uvolňující fosfor z půdních minerálů (P-solubilizující bakterie). Tyto dvě skupiny mikroorganismů tak zajišťují alternativní výživu rostlin těmito základními živinami a jsou proto dobrým indikátorem úrodnosti půd. Obecně platí, že půdy s rozvinutou mikrobiální činností lépe uspokojují nároky rostlin na živiny.

Enzymové aktivity

Jedná se o charakteristiku metabolických aktivit půdních organismů. Proto jsou někdy označovány také jako „půdní enzymy“. Tyto enzymy pocházejí z produkce mikroorganismů, ale také kořenů nebo mrtvých mikroorganismů. Jako indikátor kvality půdy mají enzymové aktivity několik výhod: jsou v úzkém vztahu k důležitým půdním charakteristikám, mohou vykazovat změny dříve než jiné půdní vlastnosti a mohou být půdně biologickým indexem odrážejícím využívání půdy. K nejčastěji stanovovaným patří aktivita dehydrogenázy, ureázy a invertázy.

Půdní organická hmota

Organická hmota v půdě tvoří 2 – 5 % hmotnosti a %) podmiňuje celou řadu pochodů příznivě ovlivňujících výživu a růst rostlin. Představuje velmi složitý komplex nejrozličnějších organických sloučenin, které se dostávají do půdy posklizňovými zbytky rostlin, organickými hnojivy (hnůj, kejda, močůvka, zelené hnojení, kompost) nebo v půdě vznikají (humus trvalý, edafon – živé organismy). Veškeré organické látky v půdě dělíme na látky nehumifikované, humifikované a přechodné. Je mnohonásobně prokázáno, že organická hmota v půdě má zásadní význam pro zachování a zvyšování kvality půdy.

Organická hnojiva

Tato hnojiva patří k nejvýznamnějším zdrojům organické hmoty v půdě. Účinnost živin v organických hnojivech obsažených je ovlivněna především termínem jejich aplikace a

meteorologickými podmínkami na stanovišti, na nichž závisí zejména účinnost dusíku a draslíku.

Chlévský hnůj

Je řazen mezi statková hnojiva živočišného původu. Správně skladovaný a fermentovaný je nejvíc ceněným a nejrozšířenějším organickým hnojivem. V zemědělských podnicích však v současné době jeho zásoba nepokrývá skutečnou potřebu vzhledem k poklesu počtů hospodářských zvířat. Jeho aplikace je doporučována především k okopaninám, olejinám, kukuřici a zelenině. Pro zlepšení půdních vlastností je jeho častější využití doporučováno na velmi lehkých, nebo naopak na těžkých půdách. Účinnost hnoje stoupá s klesající potenciální úrodností půdy. Dlouhodobé hnojení hnojem zvyšuje rostlinnou produkci až o 20 %. Zároveň také zvyšuje účinek minerálních hnojiv. Hnojení hnojem je považováno za takové agrotechnické opatření, které může zásadně přispět k vyšší úrodnosti půd.

Močůvka

Jedná se o hnojivo s nízkou sušinou a s nízkým obsahem hlavních živin, obsahuje však některé růstové látky (auxiny, gibereliny, cytokininy). Používá se ke hnojení jarních směsek, strniskových mezipločin, luk a víceletých píceň po sečích. Dále je vhodné aplikovat močůvku na posklizňové zbytky k zaorání (drcená sláma, chrást) nebo na zelené hnojení. Je výhodné zároveň aplikovat fosforečná hnojiva. Při pravidelném využívání je nutná kontrola pH půdy, popř. jeho úprava vápněním. Vliv hnojení močůvkou na půdní úrodnost je omezený.

Kejda

Zvyšuje půdní úrodnost a částečně nahrazuje použití minerálních hnojiv. Kejda se aplikuje homogenizovaná, v obdobích, kdy se předpokládá její nejvyšší účinnost, tj. před setím a během vegetace. Po sklizni by se kejda měla aplikovat ve spojení se zaorávanou slámy nebo zeleným hnojením, popř. před výsevem mezipločin a hlavních plodin ozimých i jarních. Při aplikaci kejdy přímo do půdy je využito 79 % N z celkového obsahu a při aplikaci na povrch půdy pouze 54 %. Při dodržení správných pravidel aplikace, zejména při zapravení kejdy do půdy, eventuálně s drcenou slámou předchozí obilniny, lze vliv na půdní úrodnost považovat za velmi pozitivní.

Sláma

Sláma je široce využívaný zdroj organické hmoty pro hnojení. Je výhodným zdrojem organické hmoty v půdě, příznivě ovlivňuje obsah humusu i přijatelných živin, podílí se na zlepšení půdní struktury a na zvyšování intenzity biologické činnosti v ornici. Z hlediska výhodnějšího poměru C:N je lepší pro zaorávku využít slámu luskovin, řepky, slunečnice, nebo kukuřice. Pro rychlejší rozklad slámy obilnin je vhodné dohnojení dusíkem, popř. fosforem, aby mikroorganismy neodebíraly živiny deponované v půdní zásobě. Při zaorávce slámy obilnin je podle kvality půdy doporučována dávka 5–10 kg N na 1 tunu slámy. Pro efektivní rozklad slámy je rovněž nutný dostatečný obsah půdní vláhy, proto lze s výhodou před zapravením aplikovat na slámu tekutá organická hnojiva. Vliv zaorané drcené slámy na půdní úrodnost je významný.

Zelené hnojení

Zařazování plodin na zelené hnojení do osevních rotací má velmi významný vliv na půdní úrodnost. Vedle zastoupení v běžných osevních postupech, kde jsou pro tento účel využívány jak hlavní plodiny, tak meziplodiny, podsevy atd., se zelené hnojení používá jako náhrada za hnojení chlévským hnojem v podnicích, které hospodaří na půdě bez živočišné výroby. Je to univerzální organické hnojivo, kterým přivádíme do půdy významné množství organické hmoty a živin. Vedle dalších příznivých efektů (protierozní ochrana, fytosanitární působení, redukce půdního zhutnění atd.) působí zelené hnojení jako přerušovač při nutnosti řazení obilnin po sobě v osevních postupech

Komposty

Jsou vysoce stabilní organické hnojivo, kterým dodáváme do půdy organickou hmotu již částečně rozloženou (podle stáří kompostu) s obsahem humusových látek, s živinami ve stabilních vazbách na organické sloučeniny a se značným množstvím mikroorganismů, které mají regenerační účinky na půdy různým způsobem poškozené. Komposty mají i fungicidní účinky tím, že obsahují organismy, které působí antagonisticky vůči některým patogenům (*Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* aj.) a brání jejich rozvoji. Využívání kompostů může velmi významně přispět ke zlepšení kvality půdy a k její vyšší úrodnosti.

Humus

Množství humusu a jeho kvalita velmi úzce souvisejí s typem a druhem půdy a se způsobem jejího obdělávání. Výsledky dlouhodobých pokusů prokázaly, že pod vlivem určitého způsobu hospodaření na půdě dané kvality se obsah humusu stabilizuje na jisté úrovni, jejíž další zvyšování je náročné a neefektivní. Pouze půdy s optimálním obsahem humusu si dlouhodobě udržují vysokou úrodnost a dobrou produkční schopnost. Pokles dodávek kvalitní organické hmoty do půdy znamená pokles obsahu humusu a zejména jeho kvality, což se projeví ve zhoršení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy a posléze ve snižování výnosů pěstovaných plodin. Stabilita úrovně půdní úrodnosti je vyšší u půd těžších a vyvinutějších, jako jsou černozemě nebo hnědozemě. Naopak půdy lehčí reagují na zastavení přívodu organické hmoty do půdy rychleji a výnosový efekt se projeví během kratší doby.

Význam humusových látek je mnohostranný a spočívá v kladném ovlivňování všech půdních vlastností působících rozhodujícím způsobem na obsah živin v půdě i na půdní úrodnost.

Jejich přítomnost vede k intenzivnímu poutání živin v půdě (6–7krát vyšší než u jílových minerálů), jsou důležitým faktorem drobtovité struktury půdy, jejímž důsledkem je příznivý vodní, vzdušný a tepelný režim půdy, kladně ovlivňují pufrovací schopnost půd, příznivě působí na biologické, biochemické a fyzikální vlastnosti půd, poutají na sebe škodlivé sloučeniny a částečně vážou některé těžké kovy v půdě, zabraňují vysrážení fosforečných sloučenin z půdního roztoku. Rozpustné humusové látky vykazují přímý stimulační vliv na rostliny, zejména na rozvoj kořenové soustavy.

TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN GARANTUJÍCÍ VZESTUP PŮDNÍ ÚRODNOSTI A USNADŇUJÍ REGULACI PLEVELŮ



Kumulace operací: předseťová příprava a setí (Foto: J. Mikulka)

Výsledky výzkumu, konfrontované se zahraničními údaji a s informacemi z praxe, byly podkladem pro návrh modelových technologií pěstování hlavních polních plodin, které splňují kritéria minimalizačních a půdoochranných metod obdělávání orné půdy a zakládání porostů s následným efektem zlepšování půdních vlastností, ovlivňujících kvalitu a úrodnost půdy. Intenzita projevu účinků a to, za jakou dobu se projeví v podobě rostoucí kvality půdy a zvyšující se produkce a její stability, závisí na půdních a klimatických podmínkách stanoviště. Navržené postupy je proto vhodné modifikovat podle místních podmínek a zkušeností agronomů.

Obilniny

Pšenice ozimá

Předplodina obilnina, řepka a luskovina

Po sklizni předplodin je nutné provést podmínku a její ošetření. Vzešlý výdrol a plevel se likvidují buď dalším mělkým zpracováním, nebo chemicky. Na těžších půdách se po podmítce doporučuje hlubší kypření (cca do 20 cm). Přímé setí do nezpracované půdy se zbytky slámy na povrchu půdy je vhodné spíše po luskovinách nebo řepce; po obilninách se považuje za krajní řešení s ohledem na vysoké riziko přenosu chorob. Následuje-li pšenice po obilninách, pak je vhodnější setí do mělce zkypřené půdy se zapravenými posklizňovými zbytky. Při přípravě setového lůžka, kdy se zapravuje sláma obilnin, je nutno zajistit především kvalitní rozdrčení, pokud možno rovnoměrné rozmístění po povrchu půdy a před zapravením úpravu poměru C:N aplikací dusíkatého hnojiva, nejlépe v kapalně formě v dávce 10 kg dusíku na 1 tunu slámy. Tím se vytvoří podmínky pro dobrý průběh mikrobiálního rozkladu zapravené organické hmoty s minimem negativního vlivu na vzcházející osivo. Výrazného urychlení rozkladu slámy obilnin lze dosáhnout aplikací organominerálních hnojiv, jejichž základem jsou melasové výpalky s vyšším obsahem zbytkového cukru.

Předplodina píce

Nejprve je nezbytné zlikvidovat porost pícnin neselektivním herbicidem, nejlépe ve směsi s herbicidem na bázi sulfonylmočoviny pro zamezení obrůstání (u jetelovin). Pak následuje mělké zpracování povrchové vrstvy s urovnáním povrchu a setí. Pokud půda není na povrchu slitá a utužená, a porost nebyl nadměrně zaplevelen vytrvalými druhy plevelů, je možno využít metody přímého setí do nezpracované půdy a umrtvená biomasa jetelovin pak funguje jako mulč, který má řadu příznivých efektů, z nichž nejvýznamnější je ochrana vody v půdě a prevence proti vodní erozi.

Předplodina okopanina nebo kukuřice

Pokud sklizeň předplodin neprobíhala za příliš vlhkého počasí a přepravou produktů po poli a sklizňovou technikou nebyly vytvořeny příliš hluboké koleje, pak je vhodné použít mělkého kypření s urovnáním povrchu a setí. Zejména po bramborách je pro založení porostu výhodné využívat secích kombinací, tzn. secích strojů s předřazenými sekcemi pro zpracování půdy. Použitím těchto kombinací dochází ke sloučení několika pracovních operací do jediné, a tím i k odpovídajícím úsporám. Po sklizni silážní nebo zrnové kukuřice lze rovněž využít za příznivých půdních podmínek přímého setí ozimé pšenice do nezpracované půdy.



V současné době se ve velkovýrobě uplatňují komplexní agregáty (Foto M. Vach)

Rozhodující však je, za jaké půdní vlhkosti byla kukuřice sklízena a do jaké míry rovný je povrch půdy po sklizni. Menší nerovnosti je možné upravit talířovými podmítači, nebo kombinovanými kypřiči. Povrchové zpracování kombinovanými kypřiči je nutné použít i při vyšším zaplevelení pozemků. Pro setí plodin do nezpracované půdy jsou konstruovány speciální secí stroje, jejichž botky umožní uložení osiva do správné hloubky a zajistí jeho zaklopení.

Pšenice jarní

Pěstuje se většinou jako náhradní řešení, tzn. v případě, že se ozimá pšenice nestihne z různých důvodů na podzim zasít, nebo jako náhrada za vymrzlé plochy pšenice ozimé. Pokud se s jarní pšenicí počítá jako s běžnou jarní obilninou, je třeba vzít v úvahu, že potřebuje časný jarní výsev. To znamená, že na podzim je nutné mělké zpracování půdy radličkovým podmítačem a co nejdříve na jaře, jak to podmínky dovolí, zasít secím kombinátorem.

Ječmen jarní

Nejvhodnější pro pěstování půdoochrannými metodami jsou úrodné půdy v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Minimalizaci je však možné využívat i na méně úrodných půdách, přičemž rozhodující je množství srážek a jejich časové rozdělení. V sušších lokalitách je důležitá redukce hloubky a intenzity zpracování půdy z důvodu minimalizace ztrát půdní vláhy. Současně se doporučují opatření ke zvýšení vododržnosti půdy systematickým zvyšováním obsahu organické hmoty v půdě.

Předplodina obilnina

Po úklidu slámy po sklizni se provede mělká podmítka s urovnáním povrchu půdy a setí strniskové meziploidy. Jako nevhodnější se ukazuje svazenka vratičolistá, která opakovaně měla v polních pokusech příznivý vliv na výnos jarního ječmene. Na chudších a lehčích půdách je vhodné využít kombinaci zapravení drcené slámy předplodiny a následného výsevu meziploidy. Pro podpoření rozkladu obilné slámy předplodiny je nezbytné aplikovat dusík buď ve formě kejdy, nebo minerální dusík v dávce 1 kg na 100 kg zapravené slámy. Je-li porost meziploidy na jaře zcela vymrzlý a pozemek nezaplevelený, lze provést přímé setí do mulče z meziploidy bez zpracování půdy. Pokud je porost meziploidy vymrzlý jen částečně, nebo zaplevelený, je nutné provést před setím ječmene ošetření neselektivním herbicidem, nebo mělkou mechanickou kultivací. Pro volbu mezi přímým setím, nebo minimálním zpracováním se rovněž rozhodujeme s ohledem na zásobu vody v půdě. Po suché zimě volíme raději mělké zpracování před setím pro přerušení kapilarity jako prevenci před dalšími ztrátami vláhy výparem.



Dobře zapojený porost svazenky vratičolisté má vysokou konkurenční schopnost vůči plevelům (foto: M. Vach)

Předplodina kukuřice nebo slunečnice

Na úrodnějších, ne příliš zaplevelených půdách je postačující zpracovat na podzim půdu talířovými podmítači. Při větších nerovnostech povrchu, hlubších



Důležité je včas odstranit plevely, vůči kterým je slunečnice konkurenčně slabá (Foto J. Mikulka)

kolejových stopách a větším množství posklizňových zbytků je nutné podmínku zopakovat napříč předchozímu směru jízdy. Na pozemcích s rovňejším povrchem (při sklizni předplodin za sucha) je zcela dostačující použití radličkových kypřičů. Na jaře, pokud je k dispozici secí kombinátor, se přistupuje k setí, jakmile to půdní podmínky dovolí a porost ječmene se tak zakládá jedinou pracovní operací. Pro jarní vstup na pole je důležitá vlhkost půdy, protože stejně jako při klasickém zpracování půdy, tak ani při půdoochranné technologii se ječmen nesmí setím tzv. „zamazat“ do půdy. To pochopitelně platí bez ohledu na předplodinu.

Předplodina řepa cukrová

Podzimní zpracování půdy je většinou spojeno se zapravením chrástu, což předpokládá podmítka talířovými kypřiči, které mohou částečně vyrovnat i povrchové nerovnosti způsobené při sklizni. Na jaře je výhodné použít secích kombinací. Dusík z chrástu zapraveného do půdy je nutné započítat do celkové dávky dusíku, jedná-li se o sladařské odrůdy.

Předplodina brambory

Z agrotechnického hlediska jde o velmi dobrou kombinaci. Většinou není nutné žádné podzimní zpracování. Pouze na chudších půdách a v oblastech ochrany podzemních vod je vhodné založit porost meziplodiny, zejména po bramborách s kratší vegetační dobou.

Luskoviny

Vzhledem ke schopnosti fixace atmosférického dusíku nemají luskoviny speciální pěstební nároky jak na výživu, tak ani na předplodinu. Nedoporučuje se však některé druhy pěstovat po sobě. Protože jsou luskoviny považovány za zlepšující předplodiny v osevním postupu, jsou jejich předplodinou převážně obilniny.

Předplodina obilnina

Je možno použít buď variantu se zapravením drcené slámy a posklizňových zbytků předplodiny, nebo se strniskovou mezipločinou. V prvním případě se provede mělké zapravení drcené slámy talířovými nebo radličkovými kypřiči a po vzejití výdrolu jeho chemická likvidace. Na jaře je třeba vzít v úvahu, že hrách vyžaduje raný výsev. Pro kvalitní a rovnoměrné vzejití je třeba použít secí stroje, které zajistí optimální hloubku uložení osiva. V druhém případě se po úklidu slámy provede podmítka s urovnáním povrchu a výsev strniskové mezipločin. Na jaře je výhodné provést výsev secí kombinací, kdy se zbytky vymrzlé mezipločin zapraví mělce do půdy.

V poslední době získává mezi luskovinami stále významnější místo sója. Je to plodina relativně náročná na pěstební podmínky. Pěstební technologie je zaměřena na regulaci ztrát půdní vláhy a na zajištění dostatečného počtu jedinců na ploše pro vyšší konkurenceschopnost porostu proti plevelům. Technologický postup na podzim po sklizni obilniny je prakticky stejný jako pro jiné jarní plodiny, tzn. standardní podmítka po úklidu

slámy, nebo zaklopení drčené slámy talířovými podmítači, což může být doplněno hlubším zpracováním radličkovými kypřiči později na podzim pro likvidaci vyrostlých plevelů. Podle stanovištních podmínek je možno volit i variantu se strniskovou mezipločinou. Jarní příprava a setí se neliší od konvenční technologie a spočívá v mělkém nakypření a urovnání ornice kombinátorem s následným setím, nebo využití secí kombinace. Podle podmínek je možné volit i variantu přímého setí do nezpracované půdy, kde by měla předcházet likvidace plevelů neselektivním herbicidem. Před setím se doporučuje použití očkovací látky s rhizobiemi, vhodnými pro sóju.



Detail setí do nezpracované půdy (foto: M. Vach)

Olejniny

Řepka ozimá

Předplodina obilnina

Minimalizační technologie, zejména pokud se aplikují po obilninách, mohou přinést některé problémy které zvyšují pěstební riziko u této plodiny. Jde především o zavedení vyšší

intenzity hospodaření s organickou hmotou, kdy zapravená drcená sláma, s ohledem na relativně krátké meziporostní období, nestačí, zejména v půdách s nízkou vlhkostí, ani částečně zmineralizovat a může působit problémy při klíčení a vzcházení řepky. Proto největší význam pro obohacení půdy organickou hmotou pro řepku má hnojení chlévským hnojem. Půdoochranné a minimalizační technologie však mají své uplatnění v suchých oblastech a na obtížně zpracovatelných půdách s ohledem na ochranu vláhy v půdě a pro zajištění rovnoměrného vzcházení zasetých ploch. Z výsledků polních pokusů výzkumných pracovišť vyplývá, že lze najít varianty minimálního zpracování, kde výnosy semene jsou vyšší než při konvenčním pěstování. Zásadou je vhodnou volbou způsobu zpracování a přípravy půdy k setí, s ohledem na aktuální stav půdy a místní podmínky, regulovat negativní vliv slámy a výdrolu obilnin. Prioritou předseťového zpracování je vysoká kvalita přípravy seťového lůžka a zachování maxima vláhy v půdě.

Slunečnice

Předplodina obilnina

Po sklizni se provádí podmínka strniště, na podzim následuje kypření do hloubky 12–15 cm, kdy je možné zapravit chlévský hnůj. Na jaře se kypří kombinátory na hloubku setí a výsev se provádí přesnými secími stroji s dvoukotoučovými secími botkami se současnou aplikací hnojiv.

Předplodina kukuřice

Po kukuřici se provede drcení posklizňových zbytků a jejich zapravení s P a K hnojivy talířovým podmítačem. Na jaře se kypří kombinátory na hloubku setí s následným výsevem. V erozí ohrožených oblastech po kukuřici na siláž se vysévají vymrzající meziploidy po předchozím mělkém zpracování a urovnání povrchu. Na jaře se slunečnice seje přesným secím strojem přímo do mulče meziploidy s eventuální předchozí aplikací neselektivního herbicidu.

Okopaniny

Řepa cukrová

Základem úspěchu založení kvalitního porostu cukrovky je kvalitní předseťovou příprava, garantující vysokou klíčivost semen, a odpovídající polní vzcházivost. Na většině výměry cukrovky u nás se využívá klasické technologie obdělávání půdy s orbou, protože se traduje, že optimální růst hlavního kořene a celé kořenové soustavy je možný pouze v kypřeném orničním profilu. V posledních letech se však rozšiřují plochy, kde se uplatňují minimalizační a půdoochranné technologie, jejichž úspěšnost byla potvrzena jak v dlouhodobých pokusech na výzkumných pracovištích, tak i v praxi. Důvodem je dlouhodobá celoplošná aplikace systému půdoochranných technologií pro většinu plodin v podniku. Přitom je nutno vzít v úvahu dlouhodobost procesu změn půdní struktury i dalších vlastností půdy a v prvních fázích přechodu na minimalizaci je vhodné kypřit půdu pro okopaniny do větší hloubky (podle typu půdy do 20–25 cm).

Předplodina obilnina

Při pěstování cukrovky po obilnině se podmínkou zapraví do půdy drcená sláma předplodiny s vyrovnávací dávkou dusíku. Eventuální výdrol se likviduje buď mechanicky, nebo neselektivním herbicidem. Pokud se řepa cukrová hnojí chlévským hnojem, lze ho zapravit buď podmínkou, nebo kultivací spolu s výdrollem. V systémech bez živočišné výroby je vhodné nahradit hnůj strniskovou meziploinou. Na jaře se provede mělká předseťová příprava, nebo se řepa cukrová seje přímo speciálními secími stroji do mulče meziploidy, kdy je možno současně aplikovat minerální hnojiva.

Brambory

Při zavádění půdoochranných pěstebních technologií u brambor je nutné brát v úvahu, že tato plodina potřebuje pro využití svého produkčního potenciálu prokypřenou a proteplenou ornici, která urychluje klíčení, vzcházení a vytváří tak předpoklady pro rychlý start porostu a jeho bezprostřední konkurenceschopnost. Přesto je možné pěstovat brambory v podmínkách minimalizačních, nebo půdoochranných technologií, zejména jsou-li tyto technologie dlouhodobě součástí systému zpracování půdy pro rostlinnou výrobu v celém podniku.

Předplodina obilnina

Jako vhodný postup lze využít následující sled operací: podmítka do hloubky 10 cm po sklizni předplodiny, mělké zapravení (do 15 cm) organického hnojiva kypřením, jarní kypření do hloubky 15 cm s urovnáním povrchu, sázení hlíz, regulace plevelů systémem omezené kultivace v kombinaci s herbicidem, nebo pouze chemicky. Hnojení hnojem lze nahradit strniskovou meziplojinou, nebo hnojením hnojem k vhodné předplodině.

Kukuřice

Kukuřici lze zařadit podle typu produkce k zrninám i k pícninám. Podle technologie pěstování s ohledem na širokořádkové porosty však náleží k okopaninám. K hlavním pěstebním cílům patří co nejvyšší využití jejího produkčního potenciálu a právě aplikace správných pěstebních postupů je jednou z rozhodujících podmínek.

Předplodina obilnina

Jako zlepšující plodina v osevních postupech je často pěstována kukuřice po obilnině. Po klasické podmítce strniště následuje mechanická nebo chemická likvidace výdrolu. Podmítkou je možno zapravit do půdy drcenou slámu předplodiny. Úpravu poměru C:N zajistíme aplikací minerálního dusíku nebo kejdy. Pokud se kukuřice hnojí hnojem, lze ho rovněž zaklopit při podmítce nebo zapravit do půdy při likvidaci výdrolu. Není-li pro kukuřici k dispozici hnůj, pak jeho vhodnou náhradou jsou vymrzající, nebo ozimé, chemicky likvidované strniskové meziplojiny. Na jaře se provede mělké zpracování půdy současně se zapravením minerálních hnojiv a následuje setí přesnými secími stroji. V případě setí do mulče meziplojin se kukuřice seje přímo do nezpracované půdy k tomu určenými secími

stroji se současnou aplikací živin. Podle stavu vymrznutí meziploidy, či zaplevelenosti pozemku je nutné rozhodnout o ošetření neselektivním herbicidem.



Setí kukuřice do nezpracované půdy (foto: M. Vach)

Předplodina kukuřice

Kukuřice se vyznačuje vysokou snášenlivostí, proto není výjimkou v osevních postupech pěstování kukuřice po kukuřici. Na podzim, po sklizni kukuřice je důležité zapravení posklizňových zbytků, nejlépe talířovými podmítači. Posklizňové zbytky, zejména po kukuřici na zrno je nutné dobře rozdrtit a co nejrovnoměrněji rozmístit po pozemku. Před zapravením je třeba aplikovat minerální dusík nebo organická hnojiva (kejdu). Předseťová příprava a setí jsou stejné jako po obilninách.

Rozhodneme-li se pro minimalizační nebo půdoochranné technologie zakládání porostů polních plodin, pak máme na výběr celou řadu variant. Z nich je potřeba zvolit tu optimální, s ohledem na půdní a klimatické podmínky stanoviště, na požadavky plodiny, resp. zvolené odrůdy, i na technické možnosti a vybavení podniku.

Příznivý vliv meziplodin

Zařazování meziplodin do osevních postupů řeší pokryv a ochranu půdy v mezíporostních obdobích. Z tohoto pohledu nejvýznamnější a zároveň nejpoužívanější jsou meziploidy strniskové, které se vysévají co nejdříve po sklizni hlavní plodiny. Mezi významné vlastnosti patří jejich působení proti účinkům vodní eroze na ornici, potlačování plevelných společenstev, eliminace chorob a škůdců, snižování ztrát půdní vláhy a tvorba biomasy za účelem obohacení půdy o organickou hmotu. Zvyšování obsahu kvalitní organické hmoty v půdě je spojeno s nárůstem obsahu humusu v půdě, se zvyšující se stabilitou půdních agregátů, s kvalitnější půdní strukturou a všeobecně s vyšší půdní úrodností.

Nejužitečnější funkcí meziplodin v osevních postupech je napomáhání ke zmírnění kontaminace podzemních vod nitráty. Volný dusík v půdě, který nebyl z různých důvodů spotřebován k produkci plodin, je vázán do biomasy meziplodin a neuniká tak do spodních partií půdního profilu, mimo kořenovou zónu. Úroveň a intenzita imobilizace volného dusíku záleží na průběhu počasí, zejména na množství srážek v období od července do října, které ovlivňují jak intenzitu vymývání dusíku do spodních vrstev půdy, tak i nárůst biomasy meziplodin. Redukce ztrát dusíku v důsledku jeho fixace a využití pro tvorbu biomasy rostlinného pokryvu půdy v mezíporostních obdobích a jeho uchování pro další plodiny v osevním postupu tak patří k nevýznamnějším přínosům meziplodin.

Je celá řada možností využití vymrzajících či nevymrzajících meziplodin v systémech konzervačního zpracování půdy. Při využívání půdoochranných technologií u okopanin právě meziploidy plní nároky těchto plodin na zvýšený obsah organických látek v půdě. To platí zejména ve faremních systémech bez živočišné výroby, kde není k dispozici chlévský hnůj. Všechny tři druhy meziplodin působily příznivě na výnosy ječmene i sóji v porovnání s variantou bez meziploidy. Nejvyšší výnos jarního ječmene byl dosažen u varianty svazanka (statisticky významné zvýšení výnosu), u sóji byl významný rozdíl ve výnosu zjištěn po svazence a hořčici. Přírůstek výnosu u varianty ředkev byl neprůkazný. Dále byl studován vliv pěstování meziplodin na půdní prostředí. Zejména v důsledku nárůstu organické hmoty v půdě byla zjištěna snížená objemová hmotnost půdy a vyšší celková pórovitost u všech meziplodin v porovnání s kontrolní variantou, avšak pouze u hořčice před jarním ječmenem byly hodnoty statisticky průkazné.

Půdní úrodnost je základní podmínkou pro efektivní využití dalších intenzifikačních faktorů, jako jsou agrotechnická opatření, genetický potenciál odrůd atd. Krátkodobá opatření ke zvýšení půdní úrodnosti obvykle nemají očekávanou odezvu ve zvýšení výnosů, což může vést k nedůvěře v pozitivní efekt vzhledem k vynaloženým nákladům. Po změně způsobu obdělávání půdy je nutné, aby proběhly odpovídající procesy v ornici. V závislosti na podmínkách prostředí to může trvat různě dlouho. Účinky provedené změny je možné sledovat prostřednictvím úrovně indikátorů půdní úrodnosti.

FUNKČNÍ TECHNOLOGIE OBDEĽÁVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ POLNÍCH PLODIN VE VZTAHU K REGULACI PLEVELŮ



Důležitá je optimalizace velikosti honů (Foto J. Mikulka)

Využití minimalizačních a ochranných způsobů zakládání porostů polních plodin

Dnes lze uplatnit celou řadu zjednodušených způsobů zakládání porostů polních plodin v závislosti na půdně-klimatických podmínkách stanoviště, soustavě hospodaření na půdě, úrovni agrotechniky a vybavení zemědělských podniků či farem potřebnými stroji. K hlavním důvodům rozšiřování minimalizačních a půdoochranných systémů patří především příznivý vliv těchto technologií na strukturní stav půdy, lepší hospodaření s půdní vláhou (snížení ztrát vody při nižší intenzitě zpracování půdy, zvýšení vododržnosti půdy, omezení neproduktivního výparu vody z půdy mulčem z rostlinných zbytků na povrchu půdy), redukce vodní a větrné eroze, omezení vyplavování pohyblivých forem dusíku aj. Časté a nadměrné obdělávání půdy působí na strukturu půdy destruktivně, vede k jejímu rozrušování a

následnému přesychání. Vytvoření správného lůžka pro osivo v žádném případě nespočívá v maximálním obdělávání půdy, ale v optimálně a kvalitně provedených pracovních operacích.



Minimalizace podporuje reprodukci vytrvalých plevelů (Foto J. Mikulka)

Význam pro půdní úrodnost

Půdoochranné (konzervační) metody obdělávání půdy pro zakládání porostů polních plodin mají v hloubce jejího zpracování prokazatelně pozitivní účinky na zlepšování fyzikálních a zejména biologických vlastností ornice. Změny kvalitativních parametrů však probíhají pomalu a pro zvyšování úrovně půdní fertility je zapotřebí víceletého kontinuálního využívání těchto půdoochranných postupů. Střídání konvenčního a půdoochranného postupu obvykle nepřináší předpokládané efekty.

Výsledky dlouhodobých pokusů potvrzují především příznivý vliv půdoochranných technologií zpracování půdy na biologickou aktivitu půdy v dlouhodobém horizontu. Intenzivnější aktivita půdních mikroorganismů a vyšší enzymatická aktivita v půdních procesech má za následek vyšší obsah C a N v půdě a jejich přeměnu na vysokomolekulární

látky, které zvyšují půdní úrodnost. Zpětně mají tyto procesy i pozitivní vliv na fyzikální vlastnosti půdy, zejména na strukturu půdy, na kvalitu a vodostálost půdních agregátů a na odolnost půdních vrstev proti jejich zhutňování. To vše se projevuje ve výnosové úrovni u konkrétních způsobů zpracování půdy, kdy po určité době dochází při konzervačním zpracování k trvalejšímu, statisticky významnému nárůstu produkce pěstovaných plodin, který přetrvává i přes změny počasí v jednotlivých ročnících. Doba, po kterou dochází ke stabilizaci půdních podmínek po změně zpracování a kdy proběhnou procesy směřující k vyšší kvalitě půdy, trvá různě dlouho v závislosti na podmínkách stanoviště, zejména na základní úrodnosti.

Půdoochranné technologie vhodné pro dané kategorie plodin

Plodina	Půdoochranná technologie
<i>Obilniny</i>	<i>Setí do strniště předplodiny, meziplodiny</i> <i>Setí s podsevem</i>
<i>Řepka</i>	<i>Podrývání</i> <i>Strip till (75 cm) & pomocná plodina</i>
<i>Kukuřice, širok</i>	<i>Strip till</i> <i>Setí do strniště předplodiny, meziplodiny</i> <i>Setí do mulče</i> <i>Setí do vymrzlé meziplodiny, umrtveného drnu</i> <i>Plečkování</i> <i>Přísev meziplodiny do meziřadí</i>
<i>Slunečnice</i>	<i>Strip till</i> <i>plečkování</i>
<i>Cukrovka</i>	<i>setí do nezpracované/podryté půdy</i> <i>Strip till</i> <i>Podrývání</i> <i>Plečkování (dlátování do 10 cm)</i>
<i>Brambory</i>	<i>Odkameňování</i> <i>Hrázkování, důlkování</i> <i>Setí do meziplodiny</i>
<i>sója</i>	<i>Plečkování</i> <i>Setí s pomocnou plodinou (ječmen)</i>
<i>Mák</i>	<i>Zakládání s pomocnou plodinou</i> <i>Setí s podsevem</i>
<i>Bob</i>	<i>Zakládání s pomocnou plodinou</i>
<i>Zelenina</i>	<i>Velikost pozemku (parcely)</i>
<i>Sady, vinice, chmelnice</i>	<i>Zatravnění meziřadí</i> <i>Omezená kultivace, ponechání mulče v meziřadí</i>
<i>Platné pro všechny</i>	<i>velikost pozemku</i> <i>maximální délka odtokové linie</i>

Plodina	Půdoochranná technologie
	<i>vrstevnicové obdělávání</i> <i>pásové střídání plodin</i> <i>eliminace utužení => CTF & překládací vozy</i>

Snižování zhutnění půd

Je známo, že zhutnění ornice a podorničních vrstev zhoršuje všechny půdní režimy, prodražuje operace zpracování půdy. Tím negativně ovlivňuje celou pěstební technologii a v konečném efektu se významně odráží ve snížených výnosech pěstovaných plodin. Jednou z možností k omezení nežádoucího zhutňování půdy je využití minimalizačních a zejména půdoochranných technologií zpracování půdy. Jejich správným využíváním lze minimalizovat pojezdy technikou po polích a v důsledku vyšší únosnosti půdy vlivem těchto metod obdělávání snížit i jejich nepříznivý dopad na půdní prostředí. To spolu s dalšími opatřeními přispívá k ochraně půdní struktury. Je známo, že orbou nakypřená půda do větší hloubky je velmi náchylná k opětovnému zhutnění při přejíždění mechanizací, zejména pak při vyšší půdní vlhkosti. Proto by mělo být cílem zvoleného systému zpracování půdy dosažení stabilní a odolné struktury ornice i podorničí, což úzce souvisí s péčí o půdní prostředí v půdoochranných systémech.

Základem při odstraňování nadměrného utužení půdy je součinnost mechanických a biologických opatření. Po provedení hloubkového kypření musí následovat stabilizace nakypřené půdy pěstováním hlouběji kořenících plodin, použití statkových hnojiv a případně i vápnění k podpoře tvorby půdních agregátů v nakypřené vrstvě orničního profilu. I nadále je nutný dostatečný přísun kvalitních organických hnojiv, která kromě dodávky živin do půdy poskytují i humusotvorné látky nutné pro tvorbu půdních agregátů (huminové kyseliny, fulvokyseliny a jejich správný poměr) a tím příznivě ovlivňují strukturní stav půdy.

Využití moderního vybavení

Hlavním předpokladem úspěšného uplatnění půdoochranných technologií zakládání porostů polních plodin je účelné vybavení zemědělských podniků či farem vhodnými stroji.

Mezi rozhodující kritéria výběru a nasazení strojů na zpracování půdy a setí patří jejich výkonnost a požadavky na tažnou sílu. Pro zvolenou úroveň kvality potřebné techniky je však mnohdy limitující jejich pořizovací cena. Současné konstrukce strojů pro zjednodušené způsoby založení porostů plodin zcela splňují nároky na vysokou kvalitu zpracování půdy a na vytvoření kvalitního seťového lůžka. Podle pěstovaných plodin a místních půdních podmínek je třeba zvolit konkrétní pracovní linky tak, aby jednotlivé stroje měly co nejširší využitelnost. Jde především o kypřiče pro mělké i hluboké kypření, kombinované kypřiče s možností volby různých pracovních nástrojů a dále secí stroje s volbou různého typu botek a konečně secí kombinace, které spojují předseťovou přípravu se setím v jeden technologický celek. Je nutno znovu zdůraznit, že bez těchto strojů nelze zavádět efektivní technologie zakládání porostů polních plodin. Obměna strojního parku a investice do nové techniky pro uplatňování minimalizace zpracování půdy přinesou úspory přímých nákladů, kterými lze hradit případné leasingové splátky nebo splácení půjčky bankám. Z výše uvedeného je zcela patrné, že strojní předpoklady jsou jedním z rozhodujících faktorů uplatňování minimalizace a ochranných způsobů zpracování půdy a setí a zároveň podmínkou pro jejich očekávaný efekt.

Integrovanou regulaci plevelů je nutno chápat jako soubor všech možných opatření vedoucí ke snížení zaplevelenosti plodin včetně péče o půdu, pravidla střídání plodin, agrotechniku, využití půdoochranných opatření, využívání strniskových plodin, organické hnojení, cílené aplikace herbicidů, využití antirezistentní strategie, včetně využití nových metod v systémech precizního zemědělství.

POUŽITÁ LITERATURA

Badalíková, B., Hrubý, J.: Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy. *Farmář*, 2009, č. 9, s. 8–10.

Hůla, J., Kovaříček, P.: (In: **Hůla, J., Procházková, B. a kol.:**) Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha, 2008, 246 s.

Javůrek, M., a kol.: Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti. Metodika pro praxi, VÚRV Praha – Ruzyně, 2010, 27 s.

Javůrek, M., a kol.: Assessing conventional and soil protection cropping from production, economic and energetic standpoint in the Czech conditions. Proceedings of International Conference ISTRO in Brno, 2005, pp. 17–24.

Javůrek, M., Vach, M.: Změny půdních vlastností při dlouhodobě zvýšené dotaci organické hmoty do půdy v rámci využívání půdoochranných technologií. Sborník z mezinárodní konference „Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění a ochraně rostlin“. Brno, 2007, s. 331–336.

Javůrek, M. a kol.: Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti – certifikovaná metodika. VÚRV, 2010, 30 s.

Kasal, P., Čepl, J.: (In: **Hůla, J., Procházková, B. A kol.:**) Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha, 2008, 246 s.

Kladivko, E.J.: Tillage systems and soil ecology. *Soil and Tillage Research*, 2001, 61, pp. 61–76.

Klír, J.: Setrvalé zemědělství. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č. 2/1997, 40 s.

Lhotský, J.: Zhutňování půd a opatření proti němu. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č.7/2000, 61 s.

Lukas, V. a kol.: Precizní zemědělství a jeho přínosy. *Zemědělec*. 2010, 6.8.

Kroulík, M.: Vývojové směry v oblasti precizního zemědělství. Agromanuál. 2021. (12).

Křen, J. a kol.: Inovace pěstebních technologií obilnin pro rentabilní pěstování. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž 2000, 50 s.

Kvěch, O. a kol.: Osevní postupy. SZN Praha, 1985, 203 s.

Lipský, Z.: Sledování změn v Kulturní krajině. ČZU – Lesnická práce, 1999, 78 s.

Mašek, J.: Precizní zemědělství dnes a zítra. Mechanizace zemědělství. ProfiPress. 2017. 9.

Mikulka, J.: Plevelné rostliny polí luk a zahrad. Redakce časopisu Farmář a Zemědělské listy, 1999, 160 s.

Mikulka, J. a kol.: Využití půdoochranných technologií a inovace pěstitelských technologií polních plodin, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 2020, 89 s.

Neuberg, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin, ÚVTIZ Praha, 1995, 320 s.

Procházková, B., a kol.: Effects of different organic amendment on winter wheat yields under long-term continuous cropping. *Plant, Soil and Environment*, 49, 2003, 10, pp. 433–438.

Procházková, B. (In: Hůla, J., Procházková, B. a kol.): Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha, 2008, 246 s.

Rotrekl, J. a kol.: Nové systémy zakládání a ochrany vybraných plodin. Zemědělské informace ÚZPI Praha č. 17, 2001, 30 s.

Strnad, P.: Studium možnosti regenerace půdní úrodnosti jako důsledek jejího jednostranného vyčerpání. Závěrečná zpráva VÚRV Praha – Ruzyně, 1980, 58 s.

Šimon, J. a kol.: Zemědělství v marginálních oblastech. ÚZPI Praha, 1997, Stud. infor. Rostl. Výr., č. 3, 40.

Šimon, T., a kol.: The influence of tillage systems on soil organic matter and soil hydrophobicity. *Soil and Tillage Research* 105, 2009, pp. 44–48.

Škoda, V. a kol.: Obecná produkce rostlinná. ČZU Praha, 1998.

Vach, M. a kol.: Pěstování mezipločin v různých půdně-klimatických podmínkách ČR. ÚZPI Praha, 2005, 36 s.

Vach, M., Javůrek, M.: Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. VÚRV Praha, 2008, 20 s.

Vach, M., Javůrek, M.: Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin – certifikovaná metodika. VÚRV, 2011, 25 s.

Vráblíková J., Vráblík P.: Úvod do agroekologie. FŽP UJEP Ústí n. L., 2008, 205 s.

Název	Využití precizního zemědělství v integrované regulaci plevelů Use of precision farming in integrated weed control
Vydavatel:	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507. 161 06 Praha 6 – Ruzyně
Autoři:	doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.
Obrázky:	Jan Mikulka, Milan Vach
Kontaktní adresa:	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha mikulka@vurv.cz
Lektorováno:	doc. Ing. Jiří Stach, CSc.
Vydání:	první
Rok vydání:	2022

Náklad: 1 000 výtisků

ISBN: 978-80-7427-395-7

Za obsahovou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.