**Půdoochranné technologie – alternace glyfosátu**

Zpracoval: doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.

Proces rozvoje poznání o nárocích polních plodin na půdní prostředí společně s novými informacemi v oblasti výživy a ochrany rostlin proti škodlivým činitelům přinesly poznatky, že některé základní způsoby tradičního zpracování půdy (orby) lze nahradit jinými agrotechnickými zásahy. Alternativou může být využití technologií minimálního zpracování půdy, které mohou být významným přínosem nejen k efektivitě hospodaření na půdě, ale mohou sloužit i jako účinná protierozní opatření. Je nutné brát v úvahu i rizika spojená s využíváním těchto technologií při hospodaření v různých půdně klimatických podmínkách. Výzkum je cíleně zaměřen na porovnávání vlivu rozdílných systémů zpracování půdy a zakládání porostů plodin na kvalitu půdního prostředí, výši výnosů a kvalitu pěstovaných plodin, dále na ekonomiku a udržitelnost rostlinné produkce. Nejnovější výsledky výzkumu obecně ukazují, že snížení hloubky a intenzity zpracování půdy může vést ke zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty, zlepšování strukturního stavu půdy, zvyšování biologické aktivity půdy, ke zvyšování infiltrace vody do půdy, k potlačení vodní a větrné eroze apod. Oproti konvenčnímu způsobu zpracování půdy umožňují zjednodušené způsoby založení porostů zpravidla rychlejší a kvalitnější přípravu seťového lůžka a jsou šetrnější k půdě při jejím obdělávání. Ochranné způsoby zpracování půdy umožňují také v širším měřítku využití mulče. Nová konstrukční řešení strojů pro zpracování půdy a setí umožňují kumulaci pracovních operací, možnosti výsevu do nezpracované půdy a dalších postupů vedoucích k racionalizaci technologií zakládání porostů polních plodin. V předložené publikaci jsou podány nejnovější informace týkající se produkčního potenciálu stanoviště, ekologických aspektů v uspořádání půdního fondu i ve vztahu k plodinovým strukturám.

Pěstování polních plodin je základním biologickým procesem zajišťujícím lidstvu existenci, a proto je respektování této činnosti jednou ze základních podmínek pro dosažení dobrých výsledků v této oblasti podnikání. Důležité je přizpůsobení soustavy hospodaření také ekologickým ohledům přispívajícím ke stabilitě a funkčnosti agroekosystému, k ochraně životního prostředí a k vyšší efektivitě podnikatelských aktivit zemědělských podniků.

Proces rozvoje poznání o nárocích polních plodin na půdní prostředí společně s novými informacemi v oblasti výživy a ochrany rostlin proti škodlivým činitelům přinesly poznatky, že některé základní způsoby tradičního zpracování půdy (orby) lze nahradit jinými agrotechnickými zásahy. Alternativou může být využití technologií minimálního zpracování půdy, které mohou být významným přínosem nejen k efektivitě hospodaření na půdě, ale mohou sloužit i jako účinná protierozní opatření. Je nutné brát v úvahu i rizika spojená s využíváním těchto technologií při hospodaření v různých půdně klimatických podmínkách. Výzkum je cíleně zaměřen na porovnávání vlivu rozdílných systémů zpracování půdy a zakládání porostů plodin na kvalitu půdního prostředí, výši výnosů a kvalitu pěstovaných plodin, dále na ekonomiku a udržitelnost rostlinné produkce. Nejnovější výsledky výzkumu obecně ukazují, že snížení hloubky a intenzity zpracování půdy může vést ke zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty, zlepšování strukturního stavu půdy, zvyšování biologické aktivity půdy, ke zvyšování infiltrace vody do půdy, k potlačení vodní a větrné eroze apod. Oproti konvenčnímu způsobu zpracování půdy umožňují zjednodušené způsoby založení porostů zpravidla rychlejší a kvalitnější přípravu seťového lůžka a jsou šetrnější k půdě při jejím obdělávání. Ochranné způsoby zpracování půdy umožňují také v širším měřítku využití mulče. Nová konstrukční řešení strojů pro zpracování půdy a setí umožňují kumulaci pracovních operací, možnosti výsevu do nezpracované půdy a dalších postupů vedoucích k racionalizaci technologií zakládání porostů polních plodin.

V předložené publikaci jsou podány nejnovější informace týkající se produkčního potenciálu stanoviště, ekologických aspektů v uspořádání půdního fondu i ve vztahu k plodinovým strukturám.

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 okresech. 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.

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 dodatkové 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 pícnin 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.

Mimo jetelovin a luskovin mají příznivý vliv na biologickou vyváženost agroekosystému okopaniny, ale i olejniny 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 chlévský 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 chlévského 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.

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.

Zavedení glyfosátu významně ovlivnilo systémy regulace plevelů jak ve světě, tak i u nás. Glyfosát (N-(fosfonomethyl)glycin) je širokospektrální systémově působící herbicid působící na téměř všechny plevelné rostliny. Firma Monsanto jej uvedla na trh v roce 1974 pod obchodním názvem Roundup. Poslední obchodně požívaný patent firmy Monsanto v USA doběhl v roce 2000. Ještě v roce 2007 byl glyfosát nejpoužívanějším herbicidem jak v zemědělské oblasti v USA a druhým nejpoužívanějším v komunální sféře, na zahradách, ve v dopravě a dalších oblastech. Do roku 2016 docházelo k mnohonásobnému používání glyfosátu na celém světě. Nárůsty v objemu byly zřetelné i v Evropě a u nás. U nás byl tento herbicidní přípravek ověřován koncem sedmdesátých let a následně zaveden do běžného používání. Hlavním smyslem používání glyfosátu byla regulace vytrvalých plevelů na orné půdě, zejména pýru plazivého a pcháče osetu, které v té době patřily mezi nejvýznamnější vytrvalé druhy na našich polích. Vzhledem k vysokému účinku na plevele se používání glyfosátu stalo běžným standardem. Postupně se počaly zavádět předsklizňové aplikace glyfosátu, které významně ovlivňovaly sklizňové operace. K velkoplošnému zavádění předsklizňových aplikací však byla celá řada vědeckých pracovníků velmi zdrženlivá, což se v současné době potvrdilo, především z pohledu rizika reziduí v produkci.

Rychlé rozšíření významně ovlivnil vysoký účinek na plevele, snadnost aplikace, minimální rizika toxicity pro necílové organizmy a člověka a především cena. Glyfosát je dle vědeckých studií v půdě poměrně rychle mikrobiálně rozkládán. Následné zpracování půdy lze provádět od doby, kdy se projeví první příznaky účinku. Následné plodiny mohou být vysévány bez jakéhokoliv omezení po aplikaci.

Neselektivní herbicidy slouží k ničení veškeré vegetace. Používají se např. k hubení plevelů v meziporostním období, desikaci porostů před sklizní, udržování černého úhoru v ovocných výsadbách atd. Při použití na zemědělské půdě musí i neselektivní herbicidy splňovat podmínku, aby nepůsobily fytotoxicky na následné plodiny. V současné době patří mezi nejrozšířenější totální herbicidy přípravky na bázi glyfosátu (Roundup) a v minulosti herbicidy sulphosat (Touchdown), glufosinat-amonia (Basta) a diquatu (Reglone).

Na nezemědělské půdě se používají k hubení nežádoucí vegetace např. na železnici, v okolí silnic, na prostranstvích aj.

Jedním z posledních vývojových konceptů z hlediska selektivity je implantace genů herbicidní rezistence totálních herbicidů do genomu kulturní rostliny, která se tak stává vůči této účinné látce odolnou a účinnost daného herbicidu se projeví pouze na plevelech. Z neselektivního herbicidu se tak v dané situaci stává selektivní.

Glyfosát byl poprvé syntetizován v roce 1950 a patentován jako chemický chelátor, schopný vázat se na kovy, jako je vápník, hořčík a mangan. Později se zjistilo, že schopnost glyfosátu vázat se na mangan inhibuje enzym používaný rostlinami a bakteriemi pro biosyntézu tří aminokyselin nalezených ve všech proteinech. Herbicidní účinek látky glyphosate, byl objeven chemikem Johnem E. Franzem z firmy Monsanto v roce 1970. Označení „glyfosát“ je obecný název chemické látky, kde „N- (fosfonomethyl) glycin“ je chemický název, který poskytuje informace o skutečné chemické struktuře herbicidu. Bez ohledu na značku, kterou kupujete, je aktivní složka pro všechny produkty glyfosátu přesně stejná. Jedná se o širokospektrální systémový herbicid absorbovaný nadzemní částí rostlin, který inhibuje enzym 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát (EPSP), což je enzym katalyzující předposlední krok shikimátové cesty k biosyntéze aromatických aminokyselin, a tím zabrání syntéze aminokyselin tryptofanu, fenylalaninu a tyrosinu. Glyfosát se stal nejpoužívanějším herbicidem na světě, protože je účinný, ekonomicky výhodný a relativně ekologicky neškodný. Od svého zavedení v roce 1974 glyfosát našel řadu použití v zemědělství,  
městských, ale i přírodních ekosystémech. Glyfosát je neselektivní herbicid, který je účinný vůči širokému spektru rostlinných druhů, používá se v mnoha zemích pro širokospektrální kontrolu plevelů těsně před setím plodin. Použití glyfosátu v zemědělství je široké, používá se například před setím jako tzv. chemická podmítka, jako desikant (v ČR již zakázáno), u trvalých plodin (v sadech, vinicích nebo ořechových plantážích). Glyfosát se stal také globálním herbicidem mimo zemědělskou půdu, používá se k hubení nežádoucích plevelných rostlin ve městech, průmyslových areálech, železnici nebo i například k hubení invazivních plevelů v národních parcích a jiných ekologicky cenných přírodních stanovištích.

Glyfosát byl zpočátku extrémně účinný a mnoho pěstitelů se spoléhalo pouze na něj. Klíčovou otázkou však bylo, zda bude tak široce používaný systém, který se spoléhal pouze na glyfosát, dlouhodobě udržitelný. Před HT plodinami byl glyfosát již používán v zemědělství ale i mimo něj, v té době s několika podezřeními na rezistenci, takže zjevně nebyl tak citlivý na vývoj rezistentních plevelů jako některé jiné typy herbicidů. Kromě toho byl vývoj HT plodin velmi obtížný, tak obtížný, že si někteří mysleli, že si plevel přirozeně nevyvolá rezistenci. Avšak bezprecedentní použití glyfosátu na velmi rozlehlých plochách a současný pokles používání jiných herbicidů vedlo k tak velkému selekčnímu tlaku, že se nakonec vyvinuly plevelné druhy rezistentní vůči účinné látce glyfosát.

Glyfosát je celosvětově nejpoužívanější a nejúspěšnější dosud objevený herbicid, ale tento jeho status je nyní v ohrožení s rostoucím počtem rezistentních plevelných druhů vůči němu. Rezistence vůči glyphosátu se poprvé objevila v roce 1996 v jabloňovém sadu v Austrálii, ve stejný rok jako byla v USA uvedena první plodina (sója) odolná vůči této účinné látce. Celkem 43 druhů plevelů na světě si vyvinulo rezistenci vůči glyfosátu v různých plodinách. Přestože rezistentní populace byly objeveny i v sadech, vinicích, plantážích i úplně mimo zemědělskou půdu, největší ekonomické dopady způsobuje rezistence vůči glyfosátu v systémech Roundup ready.

Plevele rezistentní vůči glyfosátu představují největší hrozbu pro dlouhodobou regulaci plevelů u hlavních agronomických plodin, protože tento herbicid se používá k regulaci plevelů s rezistencí vůči herbicidům s jinými mechanizmy účinku a již více než 30 let nebyl objeven nový mechanizmus účinku. Chemické společnosti reagovaly vývojem tzv. HT (herbicide tolerant crops) plodin odolných vůči herbicidům, které umožňují použití stávajících herbicidů novým způsobem. Nadměrné spoléhání se na tyto vlastnosti však bude mít za následek mnohonásobnou rezistenci plevelů.

Rezistence vůči herbicidům může být způsobena nejméně třemi různými mechanismy: 1. změny cílového místa 2. změny v sekvestraci a / nebo translokaci herbicidu/ 3. změny v metabolismu herbicidu. V současné době dva z těchto mechanismů byly identifikovány jako odpovědné za rezistenci vůči glyfosátu.

**Použitá literatura:**

Baylis A. D. (2020) Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. Pest Management Science vol. 56. 299-308 s.

Beckie H. J. (2011) Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate. Pest Management Science vol. 67. 1037-1048 s.

Beckie H. J. Flower K. C. Ashworth M. B.: Farming without Glyphosate? (2020) Plants vol. 9.

Benbrook Ch. M. (2016) Trends in glyphosate herbicide use in the United States and global. Environmental Sciences Europe 3-28 s.

Bianchi L. Anunciato V. M. Gazola T. Perissato S. M. Dias R. C. Tropaldi L. Carbonari C. A. Velini E. D. (2020) Effects of glyphosate and clethodim alone and in mixture in sourgrass (*Digitaria insularis*). Crop Protection 138 s.

Bonny S. (2008) Genetically modified glyphosate-tolerant soybean in the USA: adoption factors, impacts and prospects. A review. Agronomy sustainable vol. 28. 21-32 s.

Cerdeira A. L. Duke S. O. (2006) The Current Status and Environmental Impacts of Glyphosate‐Resistant Crops. Journal of Environmental Quality vol. 35. 1633-1658 s.

Cox C (1998) GLYPHOSATE (ROUNDUP). Journal of pesticide reform vol. 18. no 3.

Cuhra, M. (2015) Review of GMO safety assessment studies: glyphosate residues in Roundup Ready crops is an ignored issue. Enviromental Sciences Europe 20-27s.

Danne M. Musshoff O. Schulte M. (2019) Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies: A discrete choice experiment. Land Use Policy vol. 86. 189-207 s.

Dill G. M. (2005) Glyphosate-resistant crops: history, status and future. Pest Management Science vol. 61s 219-224 s.

Duke S. O. (2011) Glyphosate Degradation in Glyphosate-Resistant and -Susceptible Crops and Weeds. Food Chemistry vol. 59. 5835-5841 s.

Duke S. O. (2018) The history and current status of glyphosate. Pest Management Science vol. 74. 1027-1034 s.

Duke S. O. Powles S. B. (2008) Mini-review Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. Pest Management Science vol. 64. 319-325 s.

Duke S. O. Powles S. B. (2009) Glyphosate-Resistant Crops and Weeds: Now and in the Future. AgBioForum vol. 12. 146-357 s.

Feng D. Soric A. Boutin O. (2020) Treatment technologies and degradation pathways of glyphosate: A critical review. Science of the Total environment 742 s.

Fogliatto S. Ferrero A. Vidotto F. (2020) Current and Future Scenarios of Glyphosate Use in Europe: Are There Alternatives? Advances in Agronomy Vol. 163. 219-278 s.

Green J. M. (2007) Review of Glyphosate and ALS-Inhibiting Herbicide Crop Resistance and Resistant Weed Management. Weed technology vol. 21. 547-558 s.

Hartzler B. (2001) Glyphosate – A Review. Integrated Crop Managment Conference 3 s.

Hasaneen M. N. A. (2011) Herbicides : Properties, Synthesis and Control of Weeds. Intechopen, 247-284 s.

Heap I. Duke S. O. (2018) Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. Pest Management Science vol. 74. 1040-1049 s.

Krause J. L. Haange S. B. Schäpe S. S. Engelmann B. Rolle-Kampczyk U. Fritz-Wallace K. Wang Z. Jehmlich N. Türkowsky D. Schubert K. Pöppe J. Bote K. Rösler U. Herberth G. von Bergen M. (2020)The glyphosate formulation Roundup® LB plus influences the global metabolome of pig gut microbiota in vitro. Science of Total Environment 745 s.

Keith S. (2017) What is the Problem with Glyphosate? Outlooks on Pest Management vol. 28. 173-174 s.

Khan S. Zhou J. L. Ren L. Mojiri A. (2020) Effects of glyphosate on germination, photosynthesis and chloroplast morphology in tomato. Chemosphere 258 s.

Leoci R. Ruberti M. (2020) Glyphosate in Agriculture: Environmental Persistence and Effects on Animals. A Review. Journal of Agriculture and Environment for International Development vol 114. 99-122 s.

Malalgoda M. Ohm J. B. Howatt K. A. Green A. Simsek S. (2020) Effects of pre-harvest glyphosate use on protein composition and shikimic acid accumulation in spring wheat. Food Chemistry 332 s.

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

Mistr, M., a kol. (2018)Faktor ochranného vlivu vegetace jako významná součást protierozní ochrany zemědělské půdy. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.,

08, 246 s.

Mensink H. Janssen P. (1994) Environmental Healt Criteria – Glyphosate, WHO.

Nandula V. K. (2010) Glyphosate resistence in crops and weeds. Wiley 1-42 s.

Nandula V. J. Reddy K. N. Duke S. O. Poston D. H. (2005) Glyphosate – resistant weeds : current status and future outlook. Outlooks on Pest Management 183 s.

Powles S. B. (2008) Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. Pest Management Science vol. 64. 360-365 s.

Procházková, B.: (In: Hůla, J., Procházková, B. a kol.) (2008)Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha, 20

Richmond M. E. (2018) Glyphosate: A review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species. Journal of Environmental Studies and Sciences vol. 8. 416-434 s.

Sammons D. R. Gaines T. A. (2014) Glyphosate resistance: state of knowledge. Pest Management Science vol. 70. 1367-1377 s.

Shaner D. L. Lindenmeyer R. B. Ostlie M. H. (2012) What have the mechanisms of resistence to glyphosate taught us? Pest Management Science vol. 68. 3-9 s.

Shaner D. L. (2009) Role of Translocation as A Mechanism of Resistance to Glyphosate. Weed Science vol. 57. 118-123 s.

Singh S. Kumar V. Datta S. Wani A. B. Dhanjal D. S. Romero R. Singh J. (2020) Glyphosate uptake, translocation, resistance emergence in crops, analytical monitoring, toxicity and degradation: a review. Environmental Chemistry Letters vol. 18. 663-702 s.

Smith E. A. Oehme F. W. (1992) The biological activity of glyphosate to plants and animals: a literature review. Veterinary and Human Toxicology vol. 34.  531-543 s.

Steinmann H. H. Dickduisberg M. Theuvsen L. (2012) Uses and benefits of glyphosate in German arable farming. Crop Protection vol. 42. 164 -169 s.

Székács A. Darvas B. (2018) Re-registration Challanges of Glyphosate in the EU, Frontiers in Environmental Science vol.6. 78 s.

Škoda, V. a kol.(1998) Obecná produkce rostlinná. ČZU Praha, 120 s.

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

Vach, M., Javůrek, M. (2000)Využití strniskových meziplodin v ochranných způsobech zpracování půdy. Sborník z konference „Využití různých systémů zpracování půdy při pěstování rostlin“. VÚRV Praha – Ruzyně, s. 145–148.

Vach, M., Javůrek, M. (2007) Ve struktuře rostlinné výroby je prospěšné využívat meziplodiny. *Úroda*, r. 55, č. 6, s. 58*–*60.

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

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

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

Vila-Aiub M. M. Vidal R. A. Balbi M. C. Gundel P. E. Trucco F. Ghersa M. (2008) Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. Pest Management Science vol. 64. 366-371 s.

Vila-Aiub M. M. Yu Q. Powles S. B. (2019) Do plants pay a fitness cost to be resistant toglyphosate? New Phytologist vol. 223. 532-547 s.

Williams G. M. Kroes R. Munro I. C. (2000) Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. Regulatory Toxicology and Pharmacology vol. 31. 117-165 s.