

Reakce plevelů cukrové řepy na odlišná zpracování půdy v provozních podmínkách

RESPONSE OF SUGAR BEET WEEDS TO DIFFERENT TILLAGE UNDER FIELD CONDITIONS

Barbora Kotlánová¹, Milan Kollár¹, Igor Děkanovský², Anna Podlášek³, Vasyľ Rys⁴, Jan Winkler¹

¹ Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin; ² Fakultní nemocnice Brno

³ Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Institute of Civil Engineering, Department of Revitalization and Architecture

⁴ Lviv National University of Nature Management, Department of Operation and Technical Service of Machines

Základem ochranných technologií zpracování půdy (konzervačního zpracování půdy) je zajištění pokrytí povrchu půdy po co nejdélejší vegetační dobu biomasou rostlin a především omezená kultivace půdy (1). Ochranné zpracování zlepšuje kvalitu půdy, zachovává půdní vláhu, stabilizuje výnosy plodin, snižuje náklady na produkci a zvyšuje biologickou rozmanitost (2). Pozitivní účinky ochranného zpracování na vlastnosti půdy jsou prevencí před její degradací (3). V důsledku toho dochází k prosazování ochranných technologií zpracování půdy v nových regionech s cílem zachovat zemědělskou produktivitu a omezit erozi půdy (4, 5). Zájem o tyto technologie je velmi silný v Jižní i Severní Americe a také v mnoha zemích Evropy a Asie (6, 7).

Výnos a kvalitu cukrové řepy ovlivňuje mnoho environmentálních a agronomických faktorů (8). Pro její pěstování jsou hledány nové postupy minimalizující počet zásahů do půdy (9). Místo orby se ve zjednodušeném systému zpracování půdy uplatňují techniky, jako jsou podrývání, kypření a mulčování (10).

Podle GÓRSKÉHO ET AL. (11) je výnos bulev cukrové řepy významně ovlivněn technologií zpracování půdy, avšak cukernatost je více ovlivňována odrůdou. Ovšem jak výnos, tak cukernatost byly nejvíce ovlivněny ročníkem. Podle ARVIDSSON ET AL. (12)

mělo výrazný vliv na výnos cukrové řepy ztuhnutí půdy. MARI-NELLO ET AL. (13) spojili výnos cukrovky s frekvencí přejezdů zemědělské techniky. Po omezení přejezdů se výnos může zvýšit až o 10 %, proto je třeba se vyvarovat zbytečného pohybu těžké zemědělské techniky po pozemcích. Způsob zpracování půdy neměl na rentabilitu pěstování cukrové řepy celkový vliv (14). Ekonomický efekt jejího pěstování ovšem do značné míry závisí a dalších faktorech – na ceně cukru na domácím i zahraničních trzích (15).

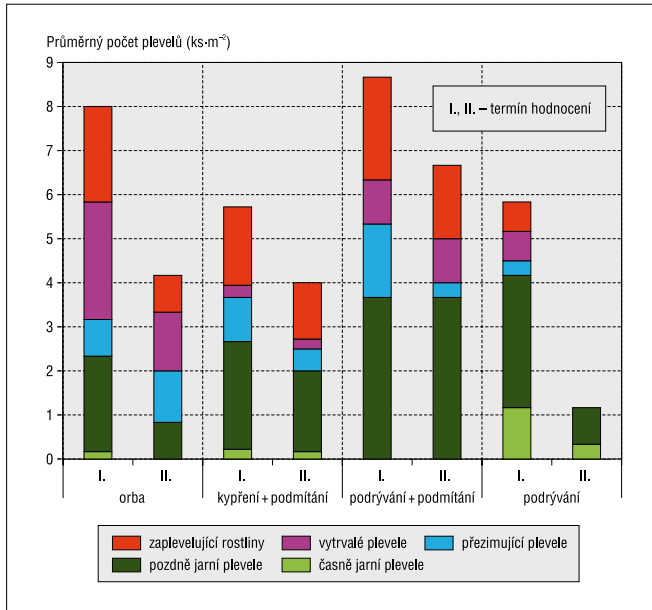
Výsledky studií vlivu systémů zpracování půdy na zaplevelení plodin jsou nejednoznačné. Neprokázalo se, že by tradiční systémy zpracování půdy a systémy bez orby měly významný vliv na počet plevelů (16), a to v porostech ozimé pšenice (17) a sóji (18). Na druhou stranu poukazuje mnoho autorů na to, že systém bez orby zvyšuje zaplevelení plodin (19). Různorodé výsledky mnoha studií naznačují různé možnosti změn v početnosti plevelů při zahrnutí systémů konzervačního zpracování půdy (20–22).

Uplatnění ochranného zpracování půdy v zemědělské praxi závisí na vegetaci plevelů a především na efektivitě jejich regulace. Navzdory četným výhodám vyvolává ochranné zpracování

Obr. 1. Cílem práce bylo zjistit reakci plevelů v porostu cukrové řepy na odlišné technologie zpracování půdy



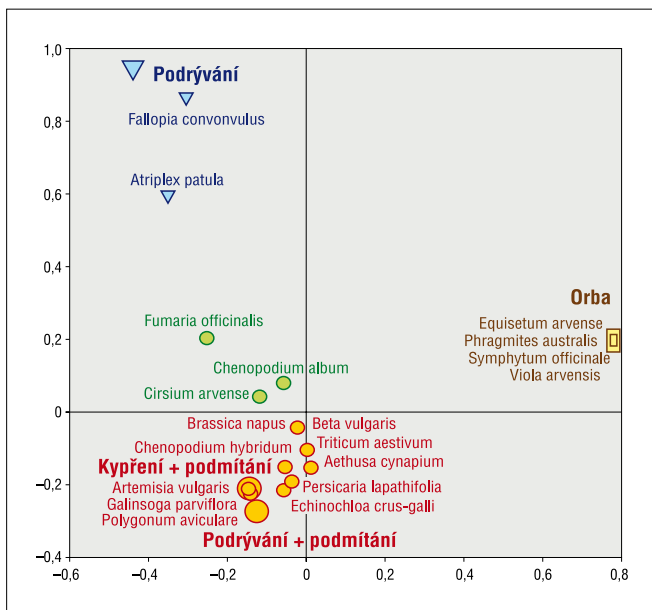
Obr. 2. Zastoupení skupin plevelů na jednotlivých variantách zpracování půdy



půdy nové potřeby v regulaci plevelů. Efektivní regulace plevelů vyžaduje použití totálních herbicidů a použití nových způsobů regulace plevelů ze strany zemědělců (23). Navzdory různým a četným strategiím ochrany proti plevelům jsou škody, které plevele způsobují na zemědělských plodinách, vážné a mohou dosáhnout až 80% ztrátu výnosu (24). U cukrovky mohou plevele bez regulace způsobit až 70% ztrátu výnosu (25).

Vliv konzervačního zpracování půdy na výskyt plevelů závisí také na konkrétních agroekologických podmínkách v kombinaci s plevelnými strategiemi (26), přičemž zvýšená zaplevelenost nevede vždy ke ztrátě výnosu a mnoho studií potvrdilo, že konzervační zpracování půdy zlepšuje vlastnosti půdy a výnosy plodin (27, 28).

Obr. 3. Ordinační diagram vyjadřující reakci jednotlivých druhů plevelů na zpracování půdy



Zaplevelení polních plodin včetně cukrovky může být velmi různorodé a je ovlivněno mnoha faktory. Cílem práce bylo zjistit reakci plevelů v porostu cukrové řepy na odlišné technologie zpracování půdy (obr. 1.). Hodnocení reakce plevelů proběhlo v provozních podmínkách.

Materiál a metody

Sledované pozemky jsou v Jihomoravském kraji a spadají do řepařské výrobní oblasti. Charakteristický region je teplý a mírně suchý. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 8–9 °C a roční úhrn srážek mezi 500 a 600 mm. Nejčastějšími půdními typy jsou černozemě, hnědozem a fluvizem. U vybraných pozemků převládá všesměrná expozice, jedná se o rovinu se sklonem do 2°. Oblast patří mezi tradiční regiony pro pěstování cukrové řepy. V období mezi lety 1990–2010 došlo k výraznému poklesu ploch cukrovky. Od roku 2011 se pěstování řepy opět vrací a její zastoupení v regionu se pohybuje kolem 10 %.

Na vybraných 4 pozemcích byly uplatňovány 4 odlišné technologie zpracování půdy. Společnou předplodinou byla ozimá pšenice. Varianty zpracování půdy byly:

- **Orba:** Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka talířovými podmítačem Horsch Joker RT. Následoval výsev meziplodiny (svazenky vratičolisté). V listopadu proběhlo mulčování biomasy meziplodiny pomocí mulčovače Kverneland. Následovala orba do hloubky 0,3 m pluhem Lemken s použitím půdního pčchu. Hrubá brázda byla zpodmítána talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Na jaře byla provedena předsetová příprava půdy kombinovaným kypřičem Opall-Agri Saturn III a bezprostředně následovalo setí strojem Väderstad Tempo V.
- **Kypření a podmítání:** Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka kypřičem Lemken Karat. Po měsíci byla půda mělce zpracována talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Na podzim proběhlo kypření strojem Lemken Karat a po měsíci byla půda mělce zpracována talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Na jaře byla provedena předsetová příprava půdy kombinovaným kypřičem Opall-Agri Saturn III a bezprostředně následovalo setí strojem Väderstad Tempo V.
- **Podrývání a podmítání:** Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Následoval výsev meziplodiny (svazenky vratičolisté). V listopadu bylo provedeno mulčování biomasy meziplodiny pomocí mulčovače Kverneland. Následovalo podrývání do hloubky 0,4 m pomocí podrýváků Maschio. Pozemek byl poté zpodmítán talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Na jaře proběhla předsetová příprava půdy kombinovaným kypřičem Opall-Agri Saturn III a bezprostředně následovalo setí strojem Väderstad Tempo V.
- **Podrývání:** Po sklizni předplodiny bylo podmítka zapraveno strniště talířovým podmítačem Horsch Joker RT. Na podzim byla půda podryta do hloubky 0,4 m podrývákem Maschio. V jarním období proběhla předsetová příprava kompaktořem s následným setím přesným secím strojem Väderstad Tempo L.

Vyhodnocení výskytu plevelů na daných pozemcích bylo provedeno početní metodou. Na pozemcích byly vytyčeny plochy tvaru čtverce o velikosti 1 m², na kterých byly spočítány jedinci jednotlivých druhů plevelů a také počty jedinců cukrovky. Rozmístění stanovišť na výměře vybraných pozemků bylo rovnoměrné. České a vědecké názvy jednotlivých druhů rostlin byly použity podle KAPLANA ET AL. (29).

Hodnocení zaplevelení cukrovky bylo provedeno v průběhu roku 2021. První termín hodnocení zaplevelení byl vybrán v době vzházení porostu cukrové řepy. Druhý termín hodnocení byl zvolen před třetí aplikací herbicidů.

Vyhodnocení počtu jedinců nalezených plevelů v porostech cukrovky bylo zpracováno mnohorozměrnými analýzami ekologických údajů, a to segmentovou analýzou DCA (Detrended Correspondence Analysis) a kanonickou korespondenční analýzou CCA (Canonical Correspondence Analysis). Testování statistické průkaznosti bylo provedeno pomocí testu Monte-Carlo a bylo propočítáno 999 permutací. Statistické výpočty byly realizovány s podporou počítačového programu Canoco 5.0 (30).

Výsledky a diskuse

V průběhu hodnocení zaplevelení porostů cukrové řepy bylo nalezeno 19 taxonů plevelů. Mezi nejčastěji se vyskytující druhy patřily merlík bílý (*Chenopodium album*), výdrol pšenice (*Triticum aestivum*), tetluha koží pysk (*Aethusa cynapium*), merlík zvrhlý (*Chenopodium hybridum*), výdrol řepky (*Brassica napus*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*) a plevelná řepa (*Beta vulgaris*). Intenzita zaplevelení jednotlivých variant zpracování půdy je zobrazena na obr. 2. Průměrné zastoupení jednotlivých druhů plevelů na sledovaných variantách zpracování půdy je vyjádřeno na obr. 4. až 7.

Analýza CCA vymezuje prostorové uspořádání jednotlivých druhů plevelů a zpracování půdy. Výsledky analýzy CCA jsou signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,001$, jsou tedy statisticky vysoce průkazné. Reakce plevelů na zpracování půdy rozdělila druhy plevelů do 4 skupin, které jsou graficky vyjádřeny v ordinačním diagramu na obr. 3.

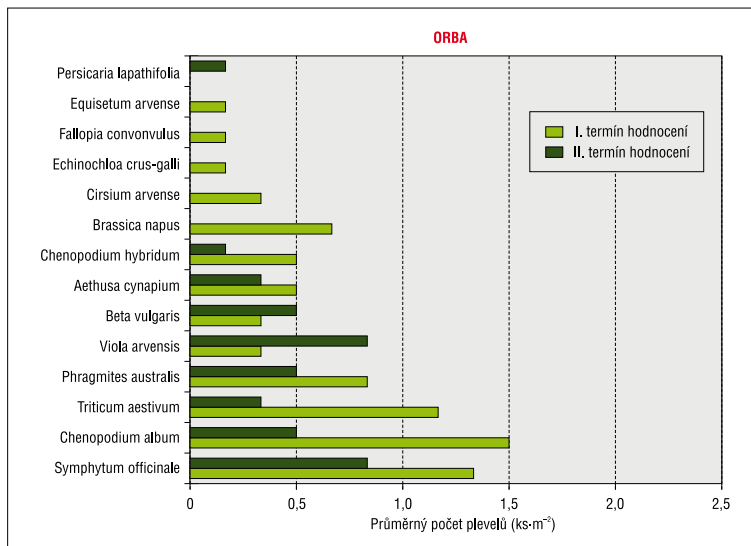
První skupina druhů (na obr. 3. jsou označeny modře) se vyskytovala na pozemcích se zpracováním půdy podříváním. Byla to opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) a lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*).

Druhá skupina druhů (na obr. 3. jsou označeny červeně) se vyskytovala především na pozemcích se zpracováním půdy kypřením + podmítáním a podříváním + podmítáním. Jednalo se o tetluhu koží pysk (*Aethusa cynapium*), ježatku kuří nohu (*Echinochloa crus-galli*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), merlík zvrhlý (*Chenopodium hybridum*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), petour maloúborný (*Galinsoga parviflora*), truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*), výdrol řepky (*Brassica napus*) a výdrol pšenice (*Triticum aestivum*).

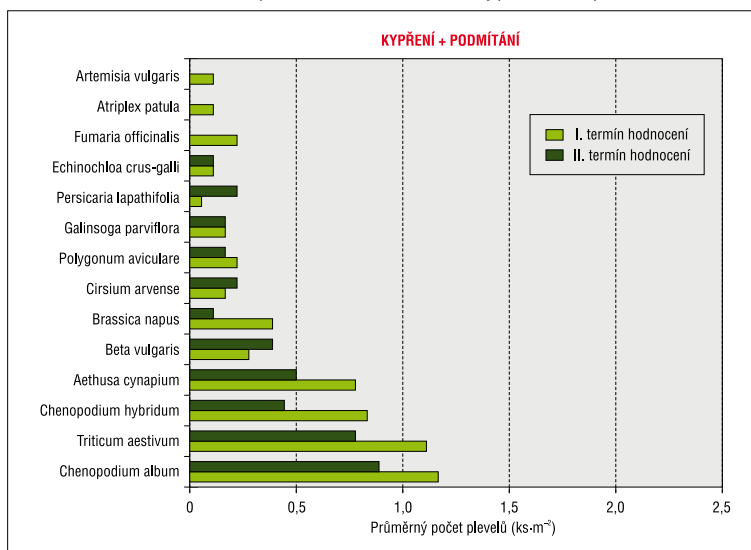
Třetí skupina druhů (na obr. 3. jsou označeny hnědě) se vyskytovala na pozemcích se zpracováním půdy orbou a pčhem. Jednalo se o kostival lékařský (*Symphytum officinale*), přesličku rolní (*Equisetum arvense*), rákos obecný (*Phragmites australis*) a violku rolní (*Viola arvensis*).

Čtvrtá skupina druhů (na obr. 3. jsou označeny zeleně) byla více ovlivněna jinými faktory než zpracováním půdy. Jednalo se o merlík bílý (*Chenopodium*

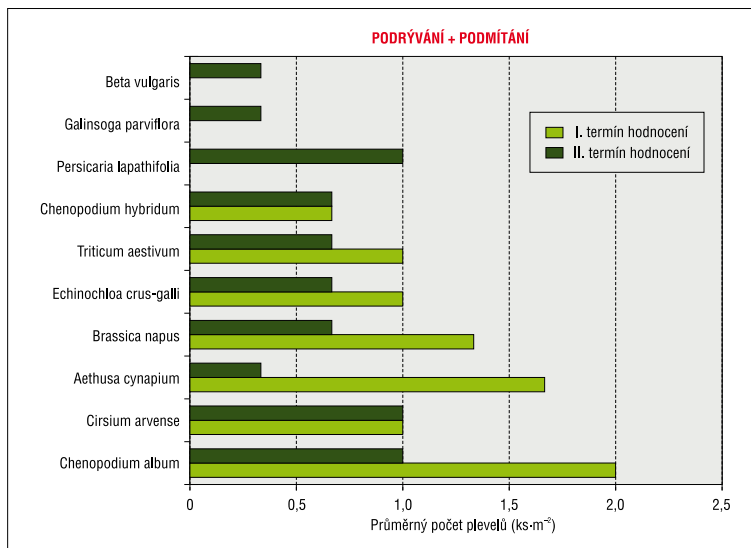
Obr. 4. Druhé složení plevelů na variantě s orbou



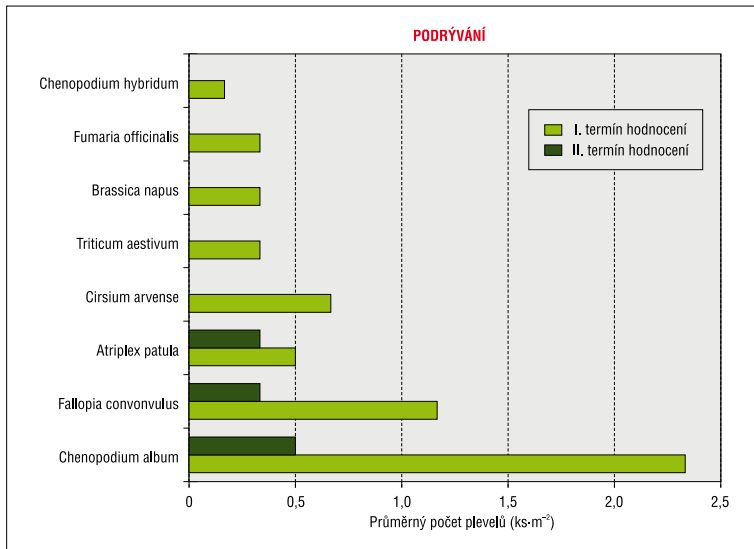
Obr. 5. Druhé složení plevelů na variantě s kypřením a podmítáním



Obr. 6. Druhé složení plevelů na variantě s podříváním a podmítáním



Obr. 7. Druhové složení plevelů na variantě s podrýváním



album), pcháč rolní (*Cirsium arvense*) a zemědělský lékařský (*Fumaria officinalis*).

Technologie zpracování půdy statisticky průkazně ovlivňuje druhové složení plevelů cukrovky. Rozdíly v intenzitě zaplevelení jsou již méně významné. Z našich výsledků není možné potvrdit významný nárůst počtu a hmotnosti plevelů, který uvádějí MOHLER ET AL. (31) a GAWĘDA ET AL. (32) v systémech bez orby ve srovnání se systémy s orbou. Jako příčina navýšení zaplevelení je uváděna akumulace nových semen plevelů ve svrchní vrstvě ornice, z které plevele více klíčí a zaplevelují následnou plodinu. Podle RUISI ET AL. (33) systém zpracování půdy mění jak složení, tak distribuci diaspor v půdním profilu. Semena plevelů v půdě se u bezorebného zpracování koncentrují ve vrstvě 0–0,05 m a jejich počet v této vrstvě klesal se zvyšující se intenzitou zpracování půdy (34). Ovšem ke změnám v půdní semenné bance dochází až během delšího časového horizontu, takže při krátkodobém pozorování tyto změny nemusí být patrné.

Odlisné technologie zpracování půdy mění půdní prostředí. U redukovaných technologií se může projevit působení inhibičních látek, které ovlivňují růst a vývoj plodin i plevelů, případně změnu druhového spektra plevelů (13, 32, 35, 36). Technologie zpracování půdy s orbou tyto negativní důsledky zmírňuje (37). Zpracování půdy mění i složení půdních mikroorganismů. Počty mikroorganismů a enzymatická aktivita půdy byly významně nejnižší u konvenčního zpracování a nejvyšší v systémech bez orby (38). Změny ve složení půdních mikroorganismů mohou modifikovat půdní semennou banku a ovlivnit tím i intenzitu a druhové složení zaplevelení.

Snížení intenzity zpracování půdy vedlo v průměru ke zvýšení tlaku plevelů. Nadzemní biomasa plevelů, pokryvnost plevelů a počet druhů plevelů byly nejvyšší při použití mělkého konzervačního zpracování (39). Z našich výsledků není při tomto zpracování patrný nárůst tlaku plevelů, ale dochází k výrazné druhové proměně plevelů. Podle BROZOVIC ET AL. (39) a CAMPIGLIA ET AL. (40) systémy bez orby mohou vést ke zvýšenému výskytu vytrvalých plevelů, které jsou obtížně hubitelné. Naše výsledky ukazují, že zastoupení vytrvalých plevelů bylo ovlivněno jinými faktory prostředí, jako tomu bylo u pcháče (obr. 8.). Ostatní vytrvalé druhy (kostival lékařský – *Symphytum officinale*, přeslička rolní – *Equisetum arvense*, rákos obecný – *Phragmites australis*)

jsou typické svým výskytem na místech s dostatkem vody, a proto můžeme předpokládat, že jejich četnost je dána spíše příznivými vláhovými poměry na sledovaném pozemku než technologií zpracování půdy.

Mezi nejčastěji se vyskytující druhy patřil merlík bílý (*Chenopodium album*). Jde o druh blízce příbuzný cukrovce, který má podobné životní nároky a je velmi obtížně chemicky regulovatelný. Nejlepší regulací je kvalitní předseťová příprava. Citlivost merlíku k herbicidům je poměrně dobrá, ale pouze v raných růstových fázích. Aplikace vhodných herbicidů na sledovaných pozemcích byla včasná, ale v další části vegetačního období došlo ke klíčení nových jedinců, a proto byla nutná následná aplikace herbicidů. Výskyt tohoto druhu bude v cukrovce dominantní, určující pro jeho výskyt bude účinnost regulace plevelů a vláhové poměry v daném roce, které umožní opakovaně vzcházení merlíku v průběhu vegetace cukrovky.

Pcháč rolní (*Cirsium arvense*) je velmi významný, hluboce kořenící plevel, který se rozmnožuje vegetativně i generativně. Vzhledem k tomu, že má mimořádné regenerační schopnosti, mají jednotlivá regulační opatření nedostatečný účinek. K potlačení slouží růstové herbicidy a sulfonylmočovina, ale jen za předpokladu aplikace ve vhodné růstové fázi (při druhém a třetím ošetření porostu). Jeho lokální výskyt umožňuje využít nových metod cílené aplikace herbicidů.

Opletka obecná (*Fallopi convolvulus*) je jednoletá generativně se rozmnožující rostlina z čeledi rdesnovitých (Polygonaceae). Je schopna klíčit z větších hloubek (cca 0,15 m). Období jejího klíčení je především v brzkém a plném jaru, a proto je možné ji úspěšně hubit předseťovou přípravou půdy. Dále je k dispozici řada účinných herbicidů, u kterých je velmi důležité správné načasování aplikace.

Velmi problematické jsou zaplevelující plodiny, především výdroly pšenice a řepky. K zaplevelujícím plodinám je řazena také plevelná řepa. Objevuje se obvykle v meziřádcích. Morfologicky je velmi podobná cukrovce. Její likvidace v porostu cukrovky je možná především plečkováním nebo ručním odstraňováním. Další nadějí je zavádění technologie Conviso Smart, která umožňuje kontrolu plevelů v cukrové řepě.

Závěr

Cukrová řepa je plodinou, která má největší nároky na chemickou ochranu i vzhledem k její nízké konkurenční schopnosti v prvních fázích růstu. Pro vhodnou aplikaci herbicidů je velice důležité vyhodnocení druhového složení plevelů v provozních porostech cukrovky. Vzhledem k množícím se restrikcím v používání pesticidů bude v budoucnu zařazování cukrové řepy do osevních sledů stále složitější a nákladnější, zpracování půdy tak bude hrát větší roli v regulaci plevelů.

Míru zaplevelení a druhové složení plevelů jednotlivých pozemků ovlivňuje řada faktorů. K nejvýznamnějším se řadí technologie zpracování půdy. Z pohledu zaplevelení patří řepa mezi náročnější a citlivější plodiny. Je nutné, aby sledování výskytu plevelů v prvních růstových fázích bylo intenzivnější než u jiných plodin.

Zvolená technologie zpracování půdy sice výskyt určitého druhu plevelu velice omezí, ale naopak jiným druhům poskytne živnou půdu a výborné podmínky. Z našich výsledků je patrné, že některé druhy plevelů nebyly ovlivněny způsobem zpracování

půdy. Patřily mezi ně merlík bílý (*Chenopodium album*) a pcháč rolní (*Cirsium arvense*). Velice důležitá je také likvidace plevelné řepy, aby nedošlo k uložení semen této rostliny do půdní zásobárny. Tím by se ztížilo pěstování cukrové řepy na daných pozemcích v budoucích letech.

Změny technologie zpracování půdy přetvářejí druhové spektrum plevelů. Proto je nutné intenzivně sledovat zaplevelení a upravit regulační opatření proti vyskytujícím se druhům plevelů. Zavádění technologií ochranného zpracování půdy musí být spojeno i se změnou postupů v regulaci plevelů cukrové řepy.

Souhrn

Zaplevelení cukrové řepy je ovlivněno mnoha faktory a může být velmi různorodé. Jednotlivé technologie zpracování půdy mohou vyvolat reakci vegetace plevelů. Hodnocení reakce plevelů bylo provedeno v provozních podmínkách na pozemcích nacházejících se v Jihomoravském kraji (ČR). Na vybraných pozemcích byly uplatňovány 4 odlišné technologie zpracování půdy: orba, kypření a podmítání, podrývání, podmítání a podrývání. V průběhu hodnocení zaplevelení porostů cukrovky bylo nalezeno 19 taxonů plevelů. Mezi nejčastěji se vyskytující druhy patřily *Chenopodium album*, *Triticum aestivum*, *Aethusa cynapium*, *Chenopodium hybridum*, *Brassica napus*, *Cirsium arvense* a *Beta vulgaris*. Technologie zpracování půdy statisticky průkazně ovlivňuje druhové složení plevelů cukrové řepy. Rozdíly v intenzitě zaplevelení jsou již méně významné. Změny technologie zpracování půdy modifikují druhové spektrum plevelů.

Klíčová slova: zpracování půdy, flóra plevelů, biodiverzita, změna vegetace plevelů.

Literatura

1. HOBBS, P. R.; SAYRE, K.; GUPTA, R.: The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 363, 2008, s. 543–555, <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>.
2. PITTELKOW, C. M. ET AL.: When does no-till yield more? A global meta-analysis. *Field Crops Res.*, 183, 2015, s. 156–168, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.020>.
3. WAKWOYA, M. B.; WOLDEYOHANNIS, W. H.; YIMAMU, F. K.: Effects of minimum tillage and liming on maize (*Zea mays* L.) yield components and selected properties of acid soils in Assosa Zone, West Ethiopia. *J. Agric. Food Res.*, 8, 2022, 100301, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100301>.
4. LAUFER, D. ET AL.: Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Central Europe. *Soil and Tillage Research*, 162, 2016, s. 1–7, <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.04.007>.
5. GAJ, R. ET AL.: Effect of different tillage methods on the nutritional status, yield and quality of sugar beets. *J. Elem.*, 20, 2015, s. 571–584. <https://doi.org/10.5601/jelem.2015.20.1.772>.
6. JASKULSKA, I.; JASKULSKI, D.: Strip-till one-pass technology in Central and Eastern Europe: A MZURI Pro-til hybrid machine case study. *Agronomy*, 10, 2020, s. 925, <https://doi.org/10.3390/agronomy10070925>.
7. WENNINGER, E. J. ET AL.: Effects of strip tillage and irrigation rate on sugar beet crop yield and incidence of insect pests, weeds, and plant pathogens. *J. Sugar Beet Res.*, 56, 2019, s. 79–110, <https://doi.org/10.5274/jsbr.56.3.79>.
8. BRAR, N. S. ET AL.: Agronomy of sugarbeet cultivation – A review. *Agric. Rev.*, 36, 2015, s. 184–197, <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00022.7>.
9. KOCH, H. ET AL.: Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *Eur. J. Agron.*, 30, 2009, s. 101–109, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.08.001>.

10. MORRIS, N. L. ET AL.: The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. *Soil Till. Res.*, 108, 2010, s. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.004>.
11. GÓRSKI, D. ET AL.: Effect of Strip-Till and Variety on Yield and Quality of Sugar Beet against Conventional Tillage. *Agriculture*, 12, 2022, s. 166, <https://doi.org/10.3390/agriculture12020166>.
12. ARVIDSSON, J.; HÅKANSSON, I.: Response of Different Crops to Soil Compaction-Short-Term Effects in Swedish Field Experiments. *Soil Tillage Res.*, 138, 2014, s. 56–63, <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.12.006>.
13. MARINELLO, F. ET AL.: Traffic Effects on Soil Compaction and Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Taproot Quality Parameters. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15, 2017, s. 1–8, <https://doi.org/10.5424/sjar/2017151-8935>.
14. VANDERHASSELT, A. ET AL.: Slurry Spreading on a Silt Loam Soil: Influence of Tyre Inflation Pressure, Number of Passages, Machinery Choice and Tillage Method on Physical Soil Quality and Sugar Beet Growth. *Land*, 11, 2022, s. 913, <https://doi.org/10.3390/land11060913>.
15. GOLINOWSKA, M.; ZIMNY, L.: Profitability of chemical protection and production costs in selected systems of sugar beet cultivation. *Prog. Plant. Prot.*, 55, 2015, s. 391–398, <https://doi.org/10.14199/ppp-2015-066>.
16. MURPHY, S. D. ET AL.: Promotion of Weed Species Diversity and Reduction of Weed Seedbanks with Conservation Tillage and Crop Rotation. *Weed Sci.*, 54, 2006, s. 69–77, <http://hdl.handle.net/10214/2409>.
17. SANTÍN-MONTANYÁ, M. I. ET AL.: Effects of tillage, crop systems and fertilization on weed abundance and diversity in 4-year dry land winter wheat. *Eur. J. Agron.*, 48, 2013, s. 43–49, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.02.006>.
18. SEBAYANG, H. T.; RIFAI, A. P.: The effect of soil tillage system and weeding time on the growth of weed and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 5, 2018, s. 1237–1243, <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2018.053.1237>.
19. WOZNIAK, A.; RACHON, L.: Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65, 2019, s. 877–885, <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1533956>.
20. WINKLER, J. ET AL.: Impact of Conservation Tillage Technologies on the Biological Relevance of Weeds. *Land*, 12, 2023 (1), 121, <https://doi.org/10.3390/land12010121>.
21. GOVINDASAMY, P. ET AL.: No-tillage altered weed species dynamics in a long-term (36-year) grain sorghum experiment in southeast Texas. *Weed Sci.*, 68, 2020, s. 476–484, <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.40>.
22. ROMANECKAS, K. ET AL.: Weed Diversity, Abundance, and Seedbank in Differently Tilled Faba Bean (*Vicia faba* L.) Cultivations. *Agronomy*, 11, 2021, s. 529, <https://doi.org/10.3390/agronomy11030529>.
23. HOFMEIJER, M. A. J. ET AL.: Effects of Reduced Tillage on Weed Pressure, Nitrogen Availability and Winter Wheat Yields under Organic Management. *Agronomy*, 9, 2019, s. 180, <https://doi.org/10.3390/agronomy9040180>.
24. DERROUCH, D. ET AL.: Weed Management in the Transition to Conservation Agriculture: Farmers' Response. *Agronomy*, 10, 2020, s. 843, <https://doi.org/10.3390/agronomy10060843>.
25. GERHARDS, R.; BEZHIN, K.; SANTEL, H. J.: Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. *Plant Protect. Sci.*, 53, 2017, s. 118–125. <https://doi.org/10.17221/57/2016-PPS>.
26. SOLTANI, N. ET AL.: Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States and Canada. *Weed Technol.*, 32, 2018, s. 749–753, <https://doi.org/10.1017/wet.2018.88>.
27. OMARA, P. ET AL.: Influence of no-tillage on soil organic carbon, total soil nitrogen, and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield. *Int. J. Agron.*, 2019, 2019, 9632969, <https://doi.org/10.1155/2019/9632969>.
28. JUG, D. ET AL.: Effect of conservation tillage on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Soil Tillage Res.*, 194, 2019, 104327, <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104327>.
29. KAPLAN, Z. ET AL. (EDS.): *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2019, 1168 s.
30. TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P.: Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination (Version 5.0). Microcomputer Power, Ithaca, USA, 2012.
31. MOHLER, C. L.; FRISCH, J. C.; MCCULLOCH, C. E.: Vertical movement of weed seed surrogates by tillage implements and natural processes. *Soil Till. Res.*, 86, 2006, s. 110–122, <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.02.030>.

Obr. 8. Pcháč rolní (*Cirsium arvense*) v porostu cukrovky

32. GAWĘDA, D. ET AL.: Weed Infestation and Health of the Soybean Crop Depending on Cropping System and Tillage System. *Agriculture*, 10, 2020, s. 208, <https://doi.org/10.3390/agriculture10060208>.
33. RUISI, P. ET AL.: Weed seedbank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment. *Weed Res.*, 55, 2015, s. 320–328, <https://doi.org/10.1111/wre.12142>
34. CARDINA, J.; HERMS, C. P.; DOOHAN, D. J.: Crop rotation and tillage system effects on weed seed banks. *Weed Sci.*, 50, 2002, s. 448–460, doi:10.1614/0043-1745(2002)050[0448:CRATSE]2.0.CO;2.
35. CHOVANCOVA, S.; ILLEK, F.; WINKLER, J.: The effect of three tillage treatments on weed infestation in maize monoculture. *Pak. J. Bot.*, 52, 2020, s. 697–701, <https://doi.org/10.5586/aa.1756>.
36. WINKLER, J.; TROJAN, V.; HRUBEŠOVÁ, V.: Effects of the tillage technology and the forecrop on weeds in stands of winter wheat. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63, 2015, s. 477–483. <https://doi.org/10.11118/actaun-201563020477>.
37. WINKLER, J. ET AL.: Effect of Tillage Technology Systems for Seed Germination Rate in a Laboratory Tests. *Environments*, 9, 2022, s. 13, <https://doi.org/10.3390/environments9020013>.
38. SWĘDRZYŃSKA D, GRZEŚ S.: Microbiological Parameters of Soil under Sugar Beet as a Response to the Long-Term Application of Different Tillage Systems. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24, 2015 (1), s. 285–294, <https://doi.org/10.15244/pjoes/25102>.
39. BROZOVIC, B. ET AL.: Initial Weed and Maize Response to Conservation Tillage and Liming in Different Agroecological Conditions. *Agronomy*, 13, 2023, s. 1116, <https://doi.org/10.3390/agronomy13041116>
40. CAMPIGLIA, E.; RADICETTI, E.; MANCINELLI, R.: Floristic composition and species diversity of weed community after 10 years of different cropping systems and soil tillage in a Mediterranean environment. *Weed Res.*, 58, 2018, s. 273–283, <https://doi.org/10.1111/wre.12301>.

Kotlánová B., Kollár M., Děkanovský I., Podlasek A., Rys V., Winkler J.: Response of Sugar Beet Weeds to Different Tillage under Field Conditions

Weed infestation in sugar beet can vary significantly and is influenced by numerous factors. Different tillage technologies can trigger a response in the weed vegetation; this response was evaluated under operational conditions on plots located in the South Moravian Region, Czech Republic. Four different soil tillage technologies were applied on the selected plots: ploughing, loosening and stubble-tillage, subsoiling, and stubble-tillage and subsoiling. The evaluation of sugar beet crop infestation identified 19 weed taxa. The most frequently occurring species included *Chenopodium album*, *Triticum aestivum*, *Aethusa cynapium*, *Chenopodium hybridum*, *Brassica napus*, *Cirsium arvense*, and *Beta vulgaris*. Soil tillage technologies significantly influence the species composition of sugar beet weeds. Differences in weed infestation intensity are less significant. Changes in soil tillage technologies lead to a change in the species spectrum of weeds.

Key words: soil tillage, weed flora, biodiversity, weed vegetation change.

Kontaktní adresa – Contact address:

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