



METODIKA SYSTÉMU PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR

**v ochranných pásmech vodních zdrojů
s důrazem na snížení rizika vyplavení
a splachu nežádoucích látek**

KOLEKTIV AUTORŮ

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

2021

VÝZKUMNÝ ÚSTAV BRAMBORÁŘSKÝ HAVLÍČKŮV BROD, s. r. o.

KOLEKTIV AUTORŮ

Ing. Pavel Kasal, Ph.D. – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.
zástupce autorského kolektivu

Spoluautoři (řazeno abecedně)

Ing. Milan Čížek, Ph.D. – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.
Ing. Petr Doležal, Ph.D. – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.
Ing. Petr Dvořák, Ph.D. – Česká zemědělská univerzita v Praze
prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc. – Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Ing. Ervín Hausvater, CSc. – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.
Ing. Helena Kusá, Ph.D. – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha
Ing. Petra Oppeltová, Ph.D. – Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně
doc. Ing. Roman Pavela, Ph.D. – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha
Ing. Pavel Růžek, CSc. – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha

Podíl práce jednotlivých autorů

Kasal – podíl práce 20 %
Čížek – podíl práce 5 %
Doležal – podíl práce 10 %
Dvořák – podíl práce 5 %
Hajšlová – podíl práce 5 %
Hausvater – podíl práce 10 %
Kusá – podíl práce 10 %
Oppeltová – podíl práce 15 %
Pavela – podíl práce 5 %
Růžek – podíl práce 15 %

OPONENTI

Ing. Michaela Budňáková, Ministerstvo zemědělství České republiky
Ing. Jiří Mikeš, MBA, TERAMED, s.r.o.

DEDIKACE

Metodika je výsledkem řešení projektu NAZV QK1920214 „Inovace systémů pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s omezenými vstupy pesticidů a hnojiv vedoucí ke snížení znečištění vody a zachování konkurenceschopnosti pěstitelů brambor“ a Dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) 2018–2022 číslo MZE-R01621.

Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“ č. MZE-71103/2021-18145 vydalo Ministerstvo zemědělství ČR.

OBSAH

I. CÍL METODIKY	2
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	2
1. Úvod	2
2. Regulace plevelů při pěstování brambor v OPVZ	3
2.1 Herbicidní ochrana	3
2.2 Inovovaný způsob mechanické kultivace	6
2.3 Využití alternativních látek s herbicidním účinkem	11
3. Ochrana brambor proti houbovým chorobám v OPVZ	12
4. Ochrana brambor proti škůdcům v OPVZ	22
5. Aplikace herbicidů a hnojiv v OPVZ	26
5.1 Riziko splachu účinných látek herbicidů a živin při pěstování brambor	26
5.2 Aplikace hnojiv k bramborám s ohledem na ochranu vod	29
6. Závěry a doporučení pro praxi	33
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	34
IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	34
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY	35
VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ METODICE PŘEDCHÁZELY	36

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je popsat současné a inovované systémy pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s omezenými vstupy pesticidů a hnojiv, které vedou ke snížení znečištění vody a zachovávají konkurenceschopnost pěstitelů brambor. Inovace spočívají v náhradě přípravků na ochranu rostlin vyloučených z používání v ochranných pásmech vodních zdrojů a hnojiv udržitelnými pěstitelskými postupy, které jsou v souladu se zásadami ochrany životního prostředí.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. ÚVOD

Hospodaření zemědělských podniků v ochranných pásmech vodních zdrojů je značně omezeno legislativou. Jedná se především o používání pesticidů při pěstování polních plodin.

Ochranná pásma vodních zdrojů (OPVZ) reprezentují speciální ochranu vod (vedle ní ještě existuje ochrana obecná a zvláštní – citlivé oblasti, CHOPAV a zranitelné oblasti). V současné době se OPVZ stanovují dle vodního zákona č. 254/2001 Sb., v platném znění.

Předkládaná metodika je jedním z výsledků řešení projektu QK1920214 „Inovace systémů pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s omezenými vstupy pesticidů a hnojiv vedoucí ke snížení znečištění vody a zachování konkurenceschopnosti pěstitelů brambor.“ Projekt byl řešen v rámci programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství „ZEMĚ“ v letech 2019–2021. Projekt si kladl za cíl definovat rizika a navrhnout přijatelná řešení pro zemědělské podniky zabývající se pěstováním brambor v oblastech ochranných pásem vodních zdrojů tak, aby byla zachována jejich konkurenceschopnost při pěstování brambor. Vyvinuty a ověřeny byly pracovní nástroje kypriče brambor v technologii odkameňování pro regulaci plevelů jako součást systému regulace plevelů se sníženými nároky na aplikaci herbicidů. Dalšími cíli projektu bylo i ověření alternativních způsobů regulace plevelů a využití biologických přípravků na ochranu rostlin. Navrženy byly inovované agrotechnické postupy snižující znečištění vodních zdrojů fosforem a nitráty.

Metodika shrnuje poznatky získané během řešení projektu a doplňuje je o informace z dalších zdrojů tak, aby usnadnila rozhodování pěstitelů brambor hospodařících v ochranných pásmech vodních zdrojů a pomohla zachovat jejich konkurenceschopnost v podmínkách s omezenými vstupy přípravků na ochranu rostlin a hnojiv.

Dále jsou v metodice popsány některé výsledky výzkumu prováděného v rámci Dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO) 2018–2022 číslo MZE-R01621.

Aktuálně je třeba řešit především situaci v okolí vodní nádrže Švihov na řece Želivce. Toto území se nachází ve významné produkční oblasti pěstování brambor. Je třeba zdůraznit, že pěstování brambor v OPVZ je velmi omezeno ve srovnání s pěstováním jiných plodin. Zde je velmi důležitá spolupráce mezi zemědělci a vodohospodáři při navrhování způsobu hospodaření v OPVZ. Cílem je zachovat pěstování brambor a současně nezhoršovat jakost povrchových vod.

Vodárenská nádrž Švihov byla vybudována na řece Želivce v letech 1965–1975, plocha povodí k hrázi je 1178 km². Povodí nad nádrží zasahuje do tří krajů (Jihočeský, Středočeský a Vysočina) a do šesti okresů. Hlavním účelem vodního díla je zásobování více než 1,5 milionu obyvatelstva pitnou vodou. Z hlediska objemu povrchové vody v zásobním prostoru a i z pohledu odebíraného množství se jedná o největší vodárenskou nádrž nejen v České republice, ale i ve střední Evropě (KVÍTEK *et al.*, 2017). Vodárenská nádrž má stanovená ochranná pásma, jejich rozsah a režim je dlouhodobě diskutovaným problémem (KVÍTEK *et al.*, 2017). Povodí vodárenské nádrže je intenzivně zemědělsky využíváno, pěstují se především pšenice ozimá, řepka ozimá, sladovnický ječmen, kukuřice na siláž, brambory, jetel červený, mák a trávy na semeno.

2. REGULACE PLEVELŮ PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V OPVZ

2.1 Herbicidní ochrana

V systému herbicidní ochrany brambor tvoří základ **preemergentní aplikace** herbicidů. V současné době je u nás pro preemergentní aplikaci registrováno osm účinných herbicidních látek: aclonifen, clomazone, flufenacet, flurochloridone, metobromuron, metribuzin, pendimethalin a prosulfocarb. Z výčtu těchto účinných látek nejsou vyloučeny z použití v ochranném pásmu II. stupně povrchových vod pouze **flurochloridone** a **clomazone**.

Účinná látka **flurochloridone** je obsažena v herbicidu Racer 25 EC. Je to herbicid určený proti dvouděložným plevelům do slunečnice, brambor, kukuřice a pšenice ozimé (zde i proti chundelce metlici). Největšího využití nachází ve slunečnici. Ačkoliv jeho účinnost proti řadě dvouděložných plevelů je poměrně vysoká, u brambor se v praxi používá pouze v omezeném měřítku. Důvodem je požadavek na jeho bezprostřední aplikaci (do 3 dnů) po sázení brambor. Jinak hrozí riziko fytotoxicity pro rostliny bramboru.

Na bázi účinné látky **clomazone** jsou registrovány herbicidy s řadou obchodních názvů. Za všechny jmenujme Command 36 CS. Účinná látka clomazone vykazuje velmi

vysokou a spolehlivou účinnost na svízel přítulu. Částečnou účinnost pak na některé další druhy dvouděložných plevelů, ale na většinu druhů je prakticky téměř neúčinná. Clomazone je registrovaný do brambor, hrachu, máku a řepky olejky. U brambor tvoří standardní součást herbicidních kombinací s některými jinými účinnými látkami, které mají na svízel přítulu nedostatečnou účinnost (např. metribuzin, metobromuron).

Postemergentní aplikace herbicidů jsou pak u brambor používány pro doplnění preemergentních aplikací, většinou při nižší účinnosti preemergentní aplikace na některý plevelný druh. Pro postemergentní aplikace proti dvouděložným plevelům jsou v současnosti registrovány čtyři účinné látky – bentazone, metribuzin, prosulfocarb (pouze časně postemergentní aplikace) a rimsulfuron. V ochranných pásmech II. stupně vodních zdrojů **nejsou vyloučeny** z použití opět pouze dvě z nich, **bentazone** a **rimsulfuron**.

Bentazone je účinná látka např. Basagranu. Ten je registrován v řadě plodin proti dvouděložným plevelům. U brambor se u nás používá v menším měřítku. Důvodem je opět riziko fytotoxicity porostu brambor a nižší účinnost na některé plevelné druhy.

Rimsulfuron je účinná látka registrovaná do kukuřice a brambor. Standardní herbicid na bázi této účinné látky je Titus 25 WG. U brambor je pro postemergentní aplikace využívána často. Důvodem je zejména její účinnost na pýr a částečně i na pcháč rolní. V časně růstové fázi je velmi účinná na laskavec ohnutý, který se v posledních letech stává významným plevelem i v bramborářské oblasti. Často se používá v kombinaci s metribuzinem (např. Sencor Liquid), kde významně posiluje účinnost právě na jmenované druhy plevelů. Při jeho samotné aplikaci však vykazuje nižší účinnost k některým typickým plevelům brambor, jako jsou např. merlík bílý nebo opletka obecná.

Praktické zkušenosti

Ve dvou letech (2017, 2018) byly ve třech lokalitách v okolí vodní nádrže Švihov (Pacov, Senožaty, Želiv) provedeny ověřovací herbicidní pokusy. Cílem pokusů bylo v konkrétních podmínkách ověřit účinnost herbicidů nevyložených z používání v OPVZ a srovnání s účinností standardně používaných herbicidů, které jsou však v podmínkách OPVZ vyloučeny z používání. Varianty pokusu uvádí tabulka 1. Výsledky jsou znázorněny v grafech 1 a 2.

Na pokusných lokalitách se vyskytovaly plevelné druhy běžné pro tuto oblast, především opletka obecná, svízel přítula, merlík bílý, hluchavka nachová, violka rolní, laskavec ohnutý, ježatka kuří noha a další.

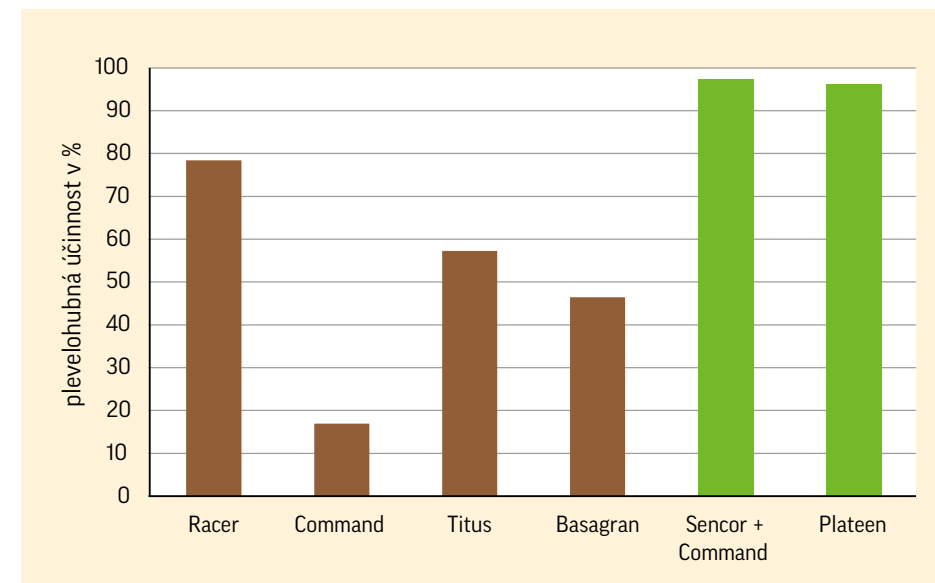
Nejvyšší plevelohubné účinnosti v pokusech dosahoval flurochloridone (herbicid Racer 25 EC, průměrně 78 %). Nejmenší pak clomazone (herbicid Command 36 CS, průměrně 17 %). Rimsulfuron (herbicid Titus 25 WG) dosahoval průměrné účinnosti 57 % a ben-

tazone (herbicid Basagran) 46 %. Ve srovnání s nimi kombinace účinných herbicidních látek, které se při pěstování brambor standardně používají, avšak jsou vyloučeny z použití v ochranných pásmech zdrojů povrchových vod II stupně, vykazovaly průměrnou plevelohubnou účinnost na úrovni 95–98 %.

Tab. 1: Varianty ověřovacích herbicidních pokusů

Číslo varianty	Herbicid/kombinace	Dávka kg, l/ha
1	Racer 25 EC	2
2	Command 36 CS	0,25
3	Titus 25 WG	0,06
4	Basagran	2
5	Sencor Liquid + Command 36 CS	0,6 + 0,25
6	Plateen 41,5 WG	2,5
7	Neošetřená kontrola	

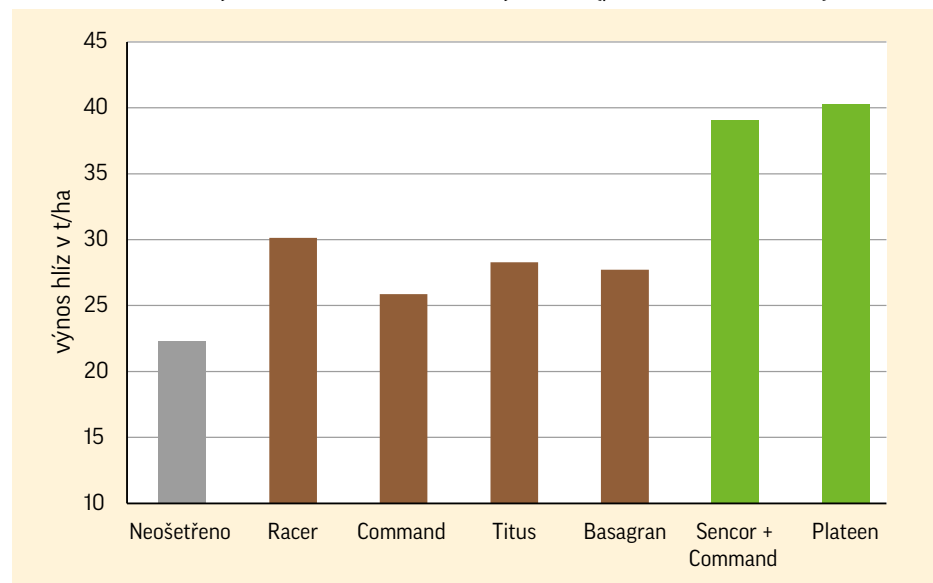
Graf 1: Celková plevelohubná účinnost ověřovaných herbicidních variant (průměr 2 let a 3 lokalit)



S plevelohubnou účinností úzce souvisí i vliv na výnos hlíz a jeho kvalitu. Na variantách s aplikací herbicidních látek, které je možné pro ochranná pásma využít, byl výnos hlíz nižší v průměru o téměř 30 % ve srovnání se standardním herbicidním ošetřením

brambor, který je však vyloučený z použití v ochranných pásmech zdrojů povrchových vod II. stupně. Snížila se i kvalita produkce – výtěžnost tržních hlíz a průměrná hmotnost hlízy.

Graf 2: Vliv ověřovaných herbicidních variant na výnos hlíz (průměr 2 let a 3 lokalit)



2.2 Inovovaný způsob mechanické kultivace

Z důvodů nedostatečných možností herbicidní regulace plevelů u brambor v OPVZ (viz kap. 2.1) byly vyvinuty pracovní nástroje pro mechanickou likvidaci plevelů před vzejitím a na počátku vzcházení brambor. Vyvinuté nástroje byly umístěny na kypřič hrůbků brambor Varior 500. Stroj byl vyvinut pro inovaci půdoochranného zpracování půdy ve spolupráci Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze, Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě a společnosti P&L Biskupice. Varior 500 je konstruován pro použití v technologii pěstování brambor v odkameněných hrůbkách. Z důvodu snížení počtu přejezdů při provádění kultivace je stroj šestiřádkový. Krajní sekce (dvojhřubky) stroje jsou pomocí ultrazvukových snímačů hydraulicky naváděny vzhledem k prostřední sekci, čímž je zajištěno kopírování zpravidla nepřesných napojení sousedních dvojhřubek, vznikající při sázení dvouřádkovým sázečem. Z pohledu technologie odkameňování, ve které se běžně žádné kultivační zásahy po sázení brambor neprovádí, se tak jedná o zcela inovativní řešení.

Při vývoji pracovních nástrojů byl kladen důraz kromě likvidace plevelů na šetrné kypření půdy, aby následně nedocházelo po intenzivnější aeraci půdy (jako např. při dříve používaném opakovaném oborávání hrůbků) k podpoře mineralizačních procesů v půdě, zvýšení emisí CO₂ a ztrátě vody z půdy. V technologii pěstování brambor s odkameňováním je na svažitých pozemcích také větší riziko ztráty půdy vodní erozí, jestliže při kultivaci dochází k jejímu většímu nakypření na šikmých stranách hrůbků a sesuvu do kolejevé brázdy. Když následně přijdou intenzivnější srážky, dochází k odnosu půdy, který může být větší než u nekultivané půdy. Za účelem omezení tohoto rizika může být při sázení brambor nebo při plečkování do kolejevé brázdy zaseta pomocná protierozní plodina (např. ozimá pšenice), která zároveň následně omezuje růst plevelů v brázdě. Pro lepší zadržení vody ze srážek a omezení eroze mohou být při plečkování v nekolejevé brázdě vytvářeny důlky a hrázky, popř. mohou být aplikována kapalná hnojiva do kořenové zóny brambor (viz kap. 5.2). Hnojiva jsou aplikována originálním způsobem (autorsky chráněno patentem) pomocí aplikačních dlát z nekolejevé brázdy přímo ke kořenům brambor, čímž dochází k většímu využití živin a omezení rizika znečištění vod. Na obrázku 1 jsou zachyceny ověřované pracovní nástroje na inovovaném

Obr. 1: Ověřování pracovních nástrojů na likvidaci vzcházejících plevelů před vzejitím brambor



kypřiči brambor na začátku vzcházení plevelů před vzejitím brambor. Na obrázku 2 jsou znázorněny různé pracovní nástroje ověřované při vzcházení brambor a po vytvoření krusty na povrchu hrůbků, což může snižovat účinnost některých nástrojů na likvidaci plevelů a poškozovat vzcházející rostliny brambor. Rozrušení krusty na horní straně hrůbků přispělo k vyrovnanějšímu vzcházení brambor. Kromě likvidace plevelů jsou v nekolejové brázdě vytvářeny důlky pro lepší zadržení srážkové vody.

Obr. 2: Ověřování pracovních nástrojů na likvidaci plevelů při vzcházení brambor



V rámci ověřování efektivnosti použití pracovních nástrojů pro mechanickou likvidaci plevelů v podmínkách technologie odkameňování půdy byly porovnávány tři způsoby regulace plevelů. Základem byl konvenční způsob za použití herbicidu Plateen 41,5 WG v dávce 2,5 kg/ha. S konvenční variantou byla srovnávána mechanická kultivace za pomoci nástrojů pro mechanickou likvidaci plevelů. Tato operace byla provedena 2× před vzejitím brambor. Třetí variantou byla mechanická likvidace plevelů ve dvou termínech před vzejitím (shodně s druhou variantou) doplněná postemergentní aplikací

herbicidu Titus 25 WG, který není vyloučen z používání v OPVZ. Pro výnosové hodnocení byla zařazena ještě kontrolní varianta bez jakéhokoliv způsobu likvidace plevelů. Popis variant je uveden v tabulce 2.

Tab. 2: Varianty srovnávacího pokusu

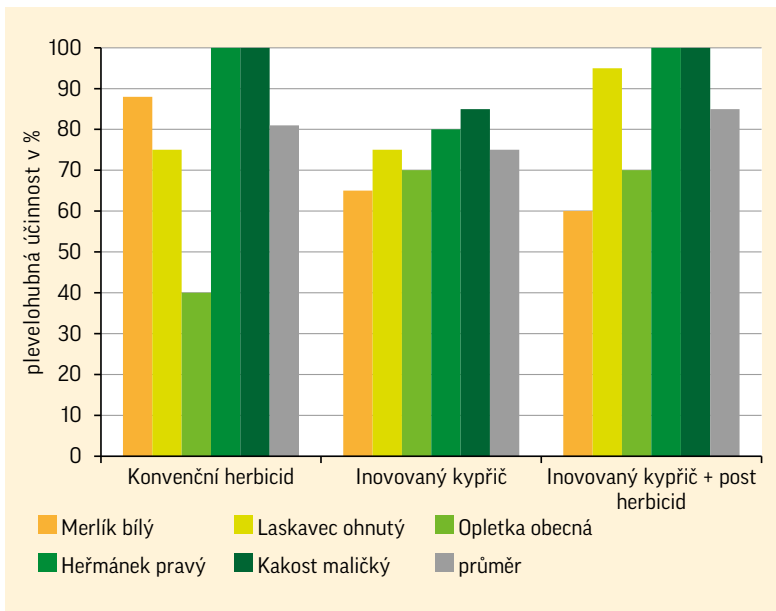
1	Konvenční - herbicid Plateen 41,5 CS 2,5 kg/ha
2	Inovovaný kypřič s nástroji na likvidaci plevelů (2×)
3	Inovovaný kypřič s nástroji na likvidaci plevelů (2×) + Titus 25 WG 40 g/ha
4	Kontrola - bez regulace plevelů

Ověřovací pokus byl proveden v podmínkách velmi silného tlaku plevelů v roce 2021. Na pokusné ploše se vyskytoval zejména merlík bílý (průměrný výskyt 225 ks/m²), laskavec ohnutý (průměrný výskyt 103 ks/m²), dále opletka obecná, heřmánek pravý a další plevelné druhy. Účinnost mechanické regulace plevelů je vždy velmi závislá na dvou faktorech – vývojová fáze plevelů a povětrnostní podmínky v době zásahu. Plevely by měly být nejpozději ve fázi prvních pravých listů. V době zásahu jsou za ideální podmínky považovány suchý povrch půdy a slunečné počasí bez srážek následujících po zásahu.

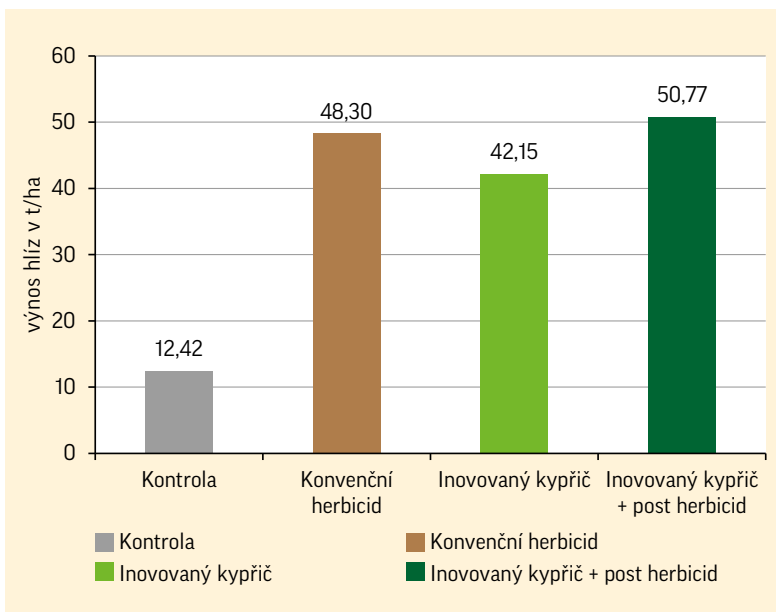
Srovnání plevelohubné účinnosti je znázorněno v grafu 3. Z něj je patrné, že průměrná plevelohubná účinnost konvenční varianty s využitím preemergentního herbicidu byla na úrovni 81 %. Ve srovnání s touto variantou měl dvojnásobný mechanický zásah za pomoci inovovaných pracovních nástrojů průměrnou plevelohubnou účinnost 75 %. Nejefektivnější pak byla varianta stejného mechanického zásahu doplněného postemergentní aplikací herbicidní účinné látky rimsulfuron. Ta dosáhla průměrné plevelohubné účinnosti 85 %. Oproti preemergentní aplikaci herbicidu byla u variant s mechanickou regulací zaznamenána vyšší účinnost k opletce obecné, ve spojení s rimsulfuronem pak byla významně vyšší účinnost k laskavci. Naopak nižší účinnosti u těchto variant bylo dosaženo u merlíku bílého.

Výnosové výsledky jsou znázorněny v grafu 4. Ve srovnání s výnosem hlíz u konvenční varianty s preemergentní aplikací herbicidu (48,3 t/ha) byl výnos hlíz u varianty s pouze dvěma mechanickými zásahy nižší o necelých 13 % (42,2 t/ha). Varianta s následnou postemergentní aplikací herbicidu pak konvenční variantu ve výnosu předčila o 5 % (50,8 t/ha). Výnos hlíz na kontrolní variantě bez regulace plevelů (12,4 t/ha) byl pouze na úrovni 30 % ve srovnání s konvenční variantou a 25 % ve srovnání s variantou mechanické kultivace s následnou postemergentní aplikací herbicidu.

Graf 3:
Plevelohubná účinnost různých způsobů regulace plevelů



Graf 4:
Výnos hlíz v závislosti na různých způsobech regulace plevelů



2.3 Využití alternativních látek s herbicidním účinkem

Před vzejitím brambor a jejich plečkováním je možné potlačit růst vcházejících plevelů pomocí některých běžných chemických látek, jejichž používání není v OPVZ zakázáno.

Obr. 3: Stav plevelů po postřiku 10% kyselinou octovou + smáčedlo 3. 6. 2021



Obr. 4: Stav plevelů na kontrolní variantě po postřiku vodou 9. 6. 2021



Obr. 6: Stav plevelů na kontrolní variantě po postřiku vodou 14. 6. 2021



V polních podmínkách byla ověřována chemická likvidace plevelů s využitím alternativních přípravků s herbicidními účinky na bázi běžných chemických látek a hnojiv (DAM, SAM, vápenné mléko, kyselina octová, KCl apod.). Z dosažených výsledků vyplývá, že likvidace, popř. významné poškození a zastavení růstu plevelů bylo nejvíce účinné v počátečních fázích růstu, nejlépe ve fázi děložních lístků, popř. prvních pravých listů.

Obr. 5: Stav plevelů po postřiku DAM + voda 2 : 1 + smáčedlo 9. 6. 2021



Obr. 7: Stav plevelů po postřiku 15% roztokem kys. octové + smáčedlo 14. 6. 2021



V roce 2021 brambory pozdě vzházely a byly provedeny 3 termíny postřiků. Při 1. postřiku 3. 6. byla plevelohubná účinnost vysoká (až 95 %), přitom nejlépe působily: DAM + voda v poměru 2 : 1, 10% roztok kyseliny octové (obr. 3), DAM + voda 3 : 1, 5% roztok (suspenze) $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Mezi nejdolnější plevele patřil merlík bílý. Při 2. postřiku 9. 6. se zvýraznily rozdíly mezi kontrolou postřikovanou vodou (obr. 4) a různě koncentrovanými roztoky chemických látek a hnojiva DAM, z nichž při hodnocení 11. 6. byla zjištěna největší plevelohubná účinnost u DAM + voda 2 : 1 + smáčedlo (90 %), obr. 5 a 15% roztoku kyseliny octové (70 %). Při 3. postřiku 14. 6. se dále zvýraznily rozdíly mezi kontrolou postřikovanou vodou (obr. 6), roztoky chemických látek a hnojiva DAM, z nichž při hodnocení 17. 6. byla zjištěna největší plevelohubná účinnost u 15% roztoku kyseliny octové se smáčedlem (95 %, obr. 7) a DAM + voda 2 : 1 + smáčedlo (75 %). Každá z použitých chemických látek při postřiku v roztocích za účelem likvidace plevelů má také vedlejší účinky, z toho nejvíce kapalné dusíkaté hnojivo DAM, při jehož použití na svažitých pozemcích nelze vyloučit riziko znečištění vod. Některé širokolisté plevele v pokročilejších fázích růstu po postřiku sice nejsou přímo zlikvidovány, ale v následujícím období je u nich výrazně omezen růst a tím i jejich konkurenceschopnost s rychle rostoucími bramborami. Zejména v letech s častějšími srážkami po postřiku je účinnost alternativních látek s herbicidními účinky nižší než u klasických herbicidů a dochází ke vzházení nových plevelů a většinou i rychlejší regeneraci částečně poškozených plevelů. Na tyto plevele může být použit opakovaný postřik nebo jejich mechanická likvidace při plečkování.

3. OCHRANA BRAMBOR PROTI HOUBOVÝM CHOROBÁM V OPVZ

Integrovaná ochrana proti houbovým chorobám v ochranných pásmech vodních zdrojů (OPVZ) musí dosáhnout maximálního možného efektu s omezenými možnostmi využití fungicidů. Nejzávažnějšími objekty ochrany, stejně jako v oblastech bez omezení jsou plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*), alternariové skvrnitosti (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*), vložkovitost hlíz (*Rhizoctonia solani*) a stříbřitost slupky (*Helminthosporium solani*). Znamená to věnovat maximální pozornost využití agrotechnických opatření a alternativních možností využitím nechemických přípravků, která je však u houbových chorob v praxi zatím velmi problematická.

Registrace pesticidů obecně a možnost jejich použití v pásmech ochrany vod se v současné době velmi rychle mění. Je proto nutné stále sledovat Registr přípravků na ochranu rostlin, Rostlinolékařský portál ÚKZÚZ a aktuální etikety přípravků. Z tohoto důvodu v metodice uvádíme pouze přípravky, které jsou v současné době

povolené v ochranných pásmech II. stupně podzemních a povrchových vod pouze pro plíseň bramboru, která je nejdůležitější chorobou u brambor (Tabulka 3).

Plíseň bramboru

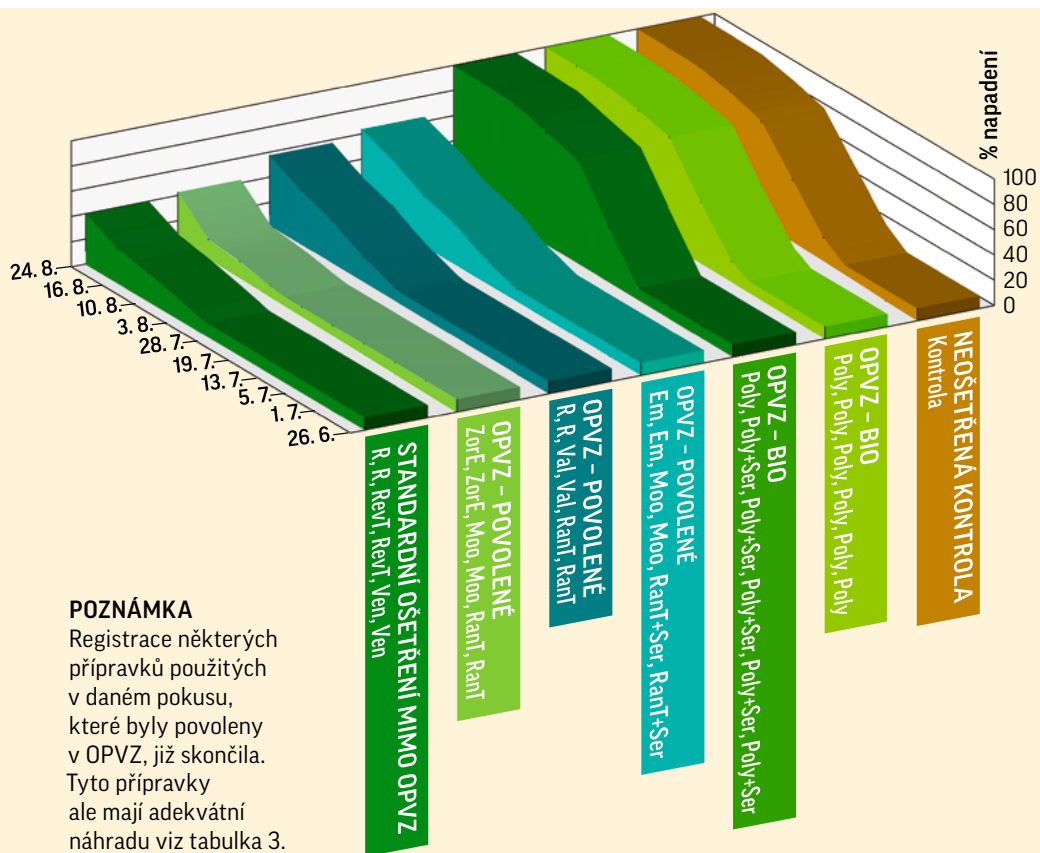
Jedná se o nejzávažnější chorobu, která je v letech s příznivými podmínkami pro původce choroby zásadním limitujícím faktorem efektivního pěstování brambor z hlediska výnosu i kvality hlíz (obr. 8–10). Za posledních dvacet let byly pouze dva roky bez výskytu nebo jen s lokálními výskyty bez závažných škod. Ale i v těchto letech bylo nutné alespoň minimální fungicidní ošetření. Ochranu proti plísni bramboru nelze zatím alternovat vyloučením aplikace fungicidů bez rizika závažných ztrát. V pásmech ochrany vod je proto vhodné ve zvýšené míře uplatňovat **agrotechnická opatření**, jejichž cílem je urychlit vývoj porostu, oddálit jeho napadení, podpořit fungicidní ochranu a omezit napadení hlíz. K nejdůležitějším patří volba odrůd, výběr lokality a konkrétního pozemku, příprava sadby, hloubka výsadby a nahrnutí hrůbků, výživa porostů, sklizeň, posklizňová úprava a skladování. Opatření ve vztahu k plísni bramboru v těchto technologických fázích jsou dostatečně známa a nijak se neliší od pěstování brambor v běžných podmínkách. Samotná agrotechnická opatření však především oddalují infekci porostů a hlíz, podporují fungicidní ochranu a omezují případné následky napadení hlíz.

Důležitými prvky ochrany proti plísni bramboru jsou **prognóza choroby** a **signalizace potřeby ošetření**, které významně přispívají k včasné a efektivní aplikaci fungicidů a rovněž šetří nadbytečná ošetření. Aktuálně je využívána **metoda Indexu** dostupná prostřednictvím *Poradenského svazu „Bramborářský kroužek“* a na *Rostlinolékařském portálu ÚKZÚZ*. V této souvislosti je vhodné, aby každý pěstitel brambor hospodařící v pásmech ochrany vod vlastnil automatickou meteorologickou stanici napojenou na poskytovatele prognózy pro přesnější lokální data.

Ošetření porostů fungicidy proti plísni bramboru je zatím nenahraditelným opatřením a část z nich z registrovaného sortimentu je možné použít i v pásmech ochrany vod. Výhodou je, že u fungicidů aplikovaných na list dochází ke splachu do povrchových a spodních vod jen výjimečně, neboť zejména v pozdějších stádiích vegetace není půda prakticky kontaminována a na listových patrech dochází k postupné degradaci účinných látek. I přes celkově silnou restrikcii přípravků v posledních letech lze vytvořit několik fungicidních programů z přípravků povolených do pásmech ochrany vod, které se vyrovnají programům v podmínkách bez omezení (grafy 5–8). Z těchto výsledků je patrné, že dosud dostupná a registrovaná biologická ochrana (přípravky na bázi houby *Pythium oligandrum*) je buď zcela neúčinná, nebo je účinnost zanedbatelná. Při sestavování fungicidních programů platí stejné zásady jako při ochraně mimo pásma.

Přípravky aktuálně registrované do pásem ochrany vod k 1. 12. 2021 jsou uvedeny v tabulce 3. Součástí ochrany proti plísní bramboru je **ukončení vegetace** podle napadení porostu, epidemiologické situace a průběhu počasí jako nejdůležitější opatření pro ochranu hlíz. Kromě mechanického odstranění natě lze použít registrované přípravky na bázi pyraflufen-ethylu a kyseliny pelargonové, nebo lépe jejich kombinaci s mechanickou likvidací.

Graf 5: Vývoj napadení plísní bramboru a alternáριοvých skvrnitostí v nati ve Valečově v roce 2020, odrůda: DITTA, lokalita: Valečov



POZNÁMKA
Registrace některých přípravků použitých v daném pokusu, které byly povoleny v OPVZ, již skončila. Tyto přípravky ale mají adekvátní náhradu viz tabulka 3.

POUŽITÉ ZKRATKY PŘÍPRAVKŮ

- Em Emendo M, Rant.....Ranman Top, Ven Vendetta,
- Moo.....Moonlight, RevTRevus Top, ZorEZorvec Enicade
- Poly.....Polyversum Polygandron, SerSerenade ASO,
- R.....Ridomil Gold MZ Pepite, Val Valbon,

Tab. 3: Fungicidy registrované v ČR proti plísní bramboru s možností použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchových vod a doporučené použití na základě výsledku pokusů

Přípravek	Účinná látka	Způsob účinku	Dávka na 1 ha	Poznámka k použití a aplikaci	OL dny
Banjo 500 SC	fluazinam	kontaktní	0,4 l	Po celou vegetaci, přednostně závěrečná ošetření, dobře chrání hlízy	7
Carial Flex	mandipropamid, cymoxanil	systémový, lokálně systém.	0,6 kg	V plné vegetaci a při silném infekčním tlaku	7
Enervin SC	ametocradin	kontaktní	1,2 l	Po celou vegetaci, přednostně v druhé polovině postřikové sezóny	7
Gachinko	amisulbrom	kontaktní	0,5 l	V první polovině vegetace	7
Leimay	amisulbrom	kontaktní	0,5 l/ha	V první polovině vegetace	7
Polydresser, Polyversum, Polyversum Biogarden, Polyversum Polygandron, Green Doctor	Pythium oligandrum M1	biopreparát	0,25–0,5 kg/t sadby	Proti primární infekci, moření suché nebo nástřik na hlízy (2–10 l /t sadby). Neprůkazná účinnost v systémech ekologického zemědělství	AT
			0,1–0,2 kg/ha; 300–800 l /ha	Postřik, preventivně od BBCH 14 BBCH, maximálně 8×. Neprůkazná účinnost v systémech ekologického zemědělství	AT
Polygyndron WP	Pythium oligandrum M1	biopreparát	0,2 kg/ha; 300–600 l/ha	Postřik, maximálně 4×. Neprůkazná účinnost v systémech ekologického zemědělství	AT
Ranman TOP	cyazofamid	kontaktní s omezeným systémem účinkem	0,5 l	Po celou dobu vegetace včetně ochrany hlíz, max. 3×	1
Revus TOP	mandipropamid, difenoconazole	systémový, lokálně systém.	0,6 l	V plné vegetaci a při silném infekčním tlaku	3
Ridomil Gold MZ Pepite	metalaxyl - M, mancozeb	systémový a kontaktní	2,5 kg	Při akutním nebezpečí plísně a silném infekčním tlaku, v deštivém počasí, před výskytem plísně v porostu, max. 2–3×	7
Zorvec Enicade	oxathia piprolin	systémový	0,15 l	Při akutním nebezpečí plísně a silném infekčním tlaku, v první polovině vegetace	7

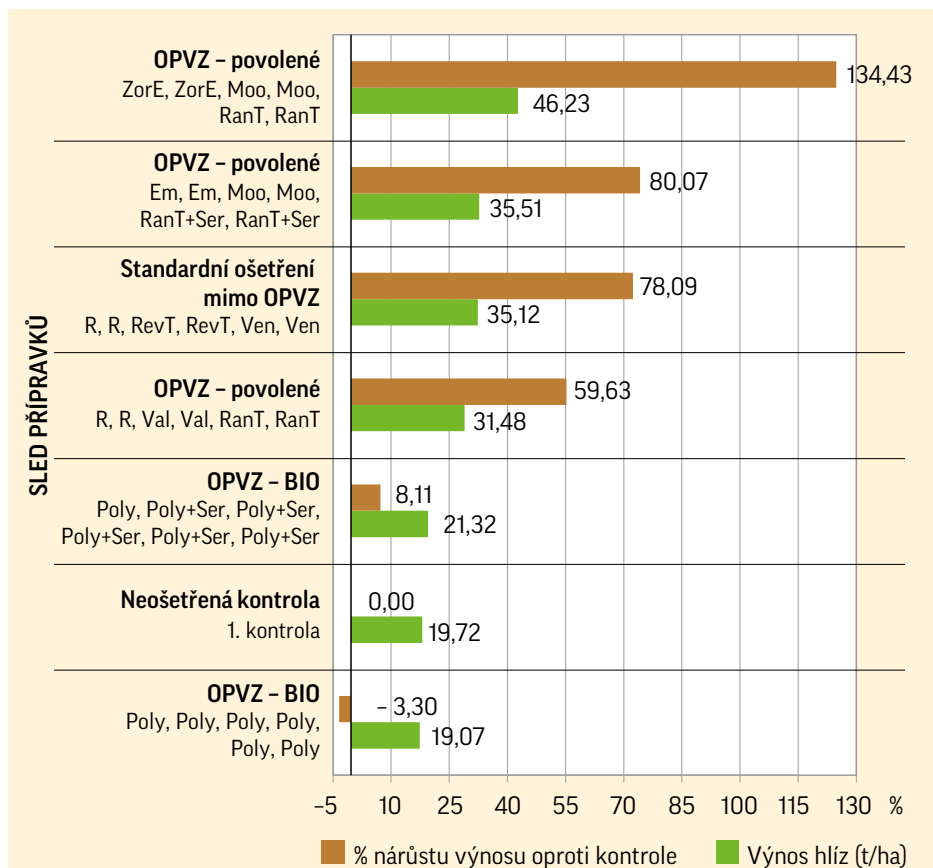
Zdroj: Registr přípravků ÚKZÚZ + Rostlinolékařský portál, prosinec 2021.

Poznámka: Přesné použití přípravku viz Registr přípravků ÚKZÚZ a etiketa přípravku, bez souběžných dovozů.

Vysvětlivky: OL – ochranná lhůta ve dnech.

AT – ochranná lhůta je dána odstupem mezi termínem poslední aplikace a sklizní, nebo jde o způsob použití, nebo určení, které stanovení ochranné lhůty nevyžadují.

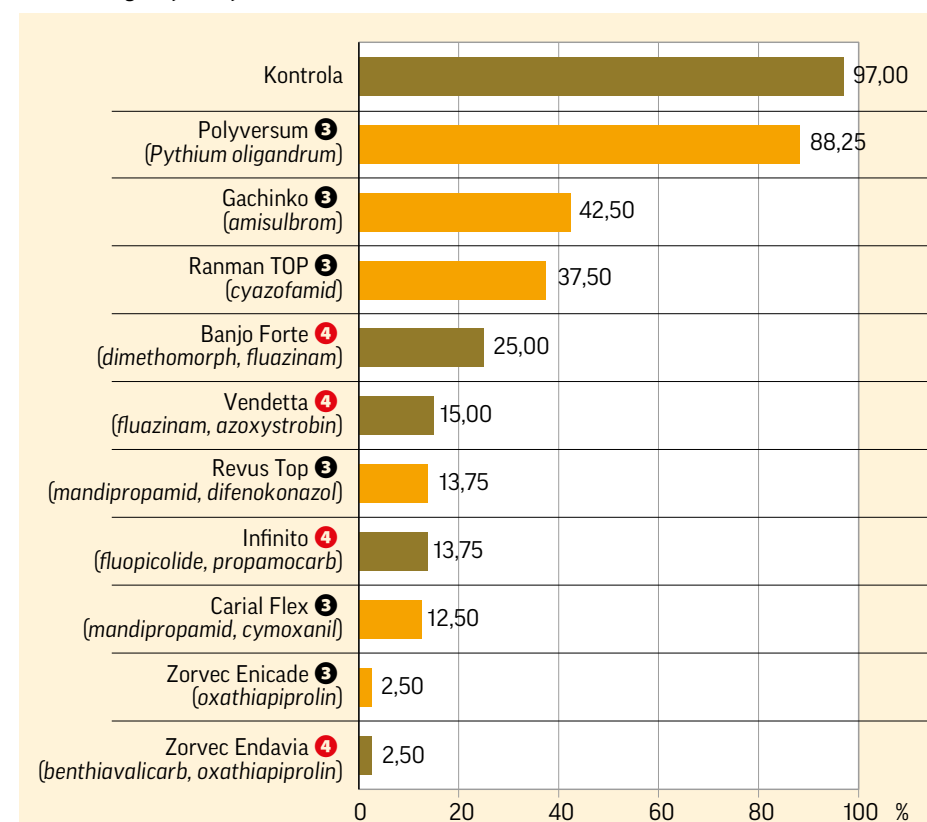
Graf 6: Výnos hlíz (t/ha) a procento změny výnosu oproti kontrole v roce 2020, odrůda: DITTA, lokalita: Valečov



POUŽITÉ ZKRATKY PŘÍPRAVKŮ

Em Emendo M,
Moo Moonlight,
Poly Polyversum Polygandron,
R Ridomil Gold MZ Pepite,
RanT Ranman Top,
RevT Revus Top,
Ser Serenade ASO,
Val Valbon,
Ven Vendetta,
ZorE Zorvec Enicade

Graf 7: Napadení natě plísní bramboru u odrůdy Ditta ve srovnávacím pokusu s vybranými fungicidy ve výzkumné stanici VÚB Valečov k 3. 8. 2020, odrůda: Ditta



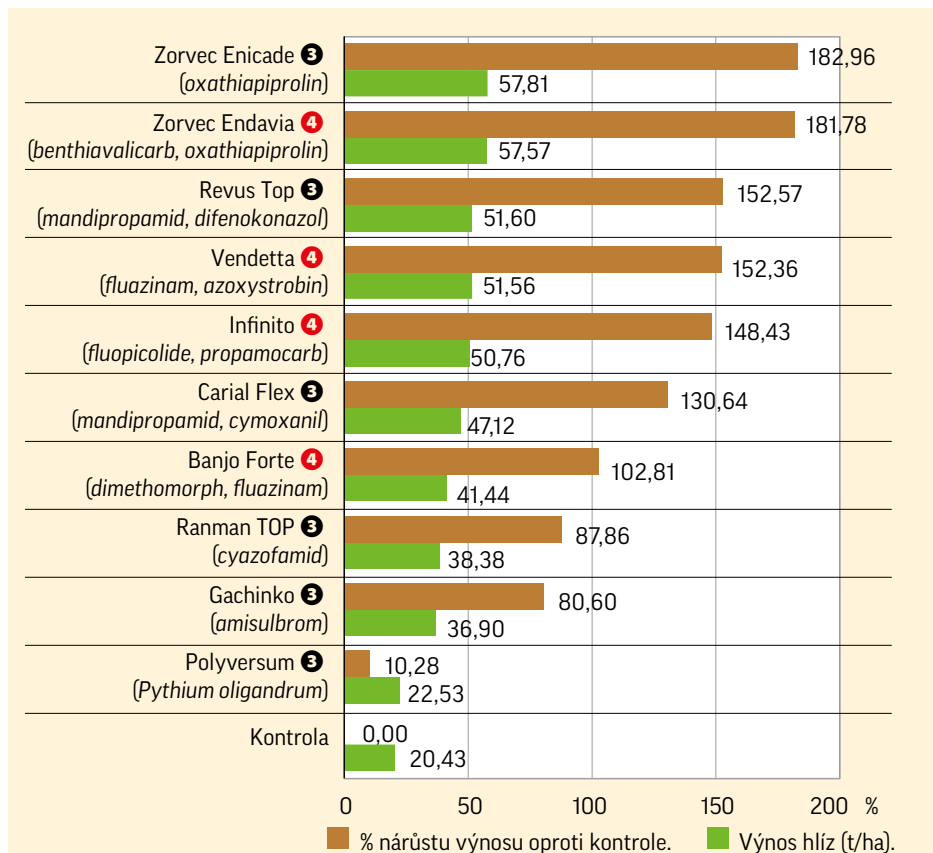
POZNÁMKA

Registrace některých přípravků použitých v daném pokusu, které byly povoleny v OPVZ, již skončila. Tyto přípravky ale mají adekvátní náhradu viz tabulka 3.

VYMEZENÍ PŘÍPRAVKŮ (zdroj *Registr přípravků na ochranu rostlin* k 7. 12. 2021):

- ③ Přípravek není vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemních a povrchových vod.
- ④ Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody

Graf 8: Výnos hlíz (t/ha) a procento změny výnosu oproti kontrole v roce 2020 ve výzkumné stanici VÚB, Valečov odrůda: Ditta



POZNÁMKA

Jedná se srovnávací pokus účinnosti jednotlivých fungicidů, který nezohledňuje zařazení v postřikových programech s ohledem na charakter účinnosti a problematiku rezistence.

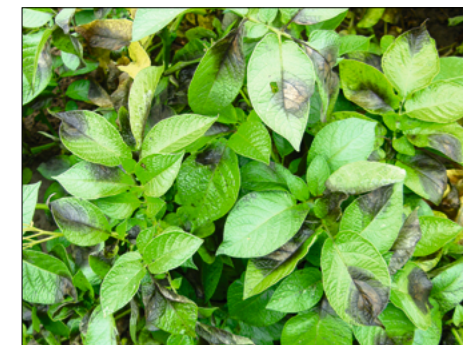
VYMEZENÍ PŘÍPRAVKŮ (zdroj Registr přípravků na ochranu rostlin k 7. 12. 2021):

- ³ Přípravek není vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemních a povrchových vod.
- ⁴ Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody

Obr. 8: Primární infekce plísní bramboru



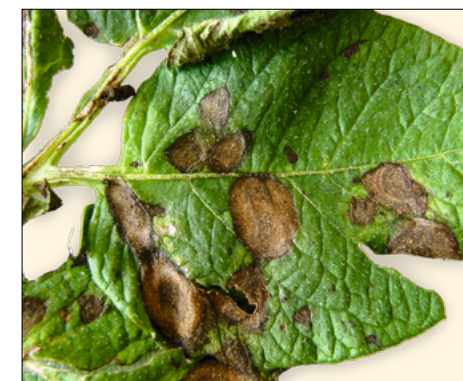
Obr. 9: Projevy plísně bramboru na listech



Obr. 10: Plíseň bramboru na řezu hlízou



Obr. 11: Terčovitá a hnědá skvrnitost bramboru



Alternariové skvrnitosti

Ochrana proti alternariovým skvrnitostem (obr. 11) se provádí současně s aplikací přípravků proti plísní bramboru. Přípravky, které jsou účinné proti oběma chorobám s možností použití v pásmech ochrany vod, je třeba aplikovat při prvních výskytech alternariových skvrnitostí nebo nejpozději od poloviny července. Z biologických přípravků je proti alternariovým skvrnitostem v OPVZ registrován přípravek Serenade ASO.

Choroby hlíz

V ochraně proti vločkovitosti hlíz bramboru (obr. 12) a stříbřitosti slupky (obr. 13) je nutné v maximální míře používat všeobecně známá agrotechnická opatření. Především by měla být použita zdravá nenapadená sadba. U sadbového materiálu s vysokým výskytem stříbřitosti a vločkovitosti je možné očekávat značné napadení dceřiných hlíz.

Skližeň by měla být provedena včas, tj. ihned po vyžrání hlíz, resp. 2–3 týdny po ukončení vegetace. Toto opatření je velmi účinné. Při dlouhém období mezi odumřením natě (ať již je provedeno uměle nebo je přirozené) a sklizní se zvyšuje napadení hlíz. Velmi zásadním opatřením je osušení hlíz po sklizni, zejména probíhá-li sklizeň za vlhka. Tímto zásahem lze podstatně snížit výskyt stříbřitosti a vločkovitosti na hlízách. V průběhu skladování by měly být hlízy udržovány suché (tj. bez volné vody na jejich povrchu např. vytvořením potní vrstvy) a skladovány při teplotě 2–4 °C.

Z biologických přípravků je registrován proti stříbřitosti i vločkovitosti Serenade ASO (*Bacillus subtilis* kmen QST 713) určený pro aplikaci do brázdy. Pouze proti vločkovitosti hlíz pak Proradix (*Pseudomonas* sp. kmen DSZM 13134) a přípravky na bázi *Pythium oligandrum*. Účinnost vybraných přípravků proti vločkovitosti hlíz lze vidět z grafu 9, proti stříbřitosti z grafu 10.

Obr. 12: Vločkovitost hlíz bramboru



Obr. 13: Stříbřitost slupky bramboru



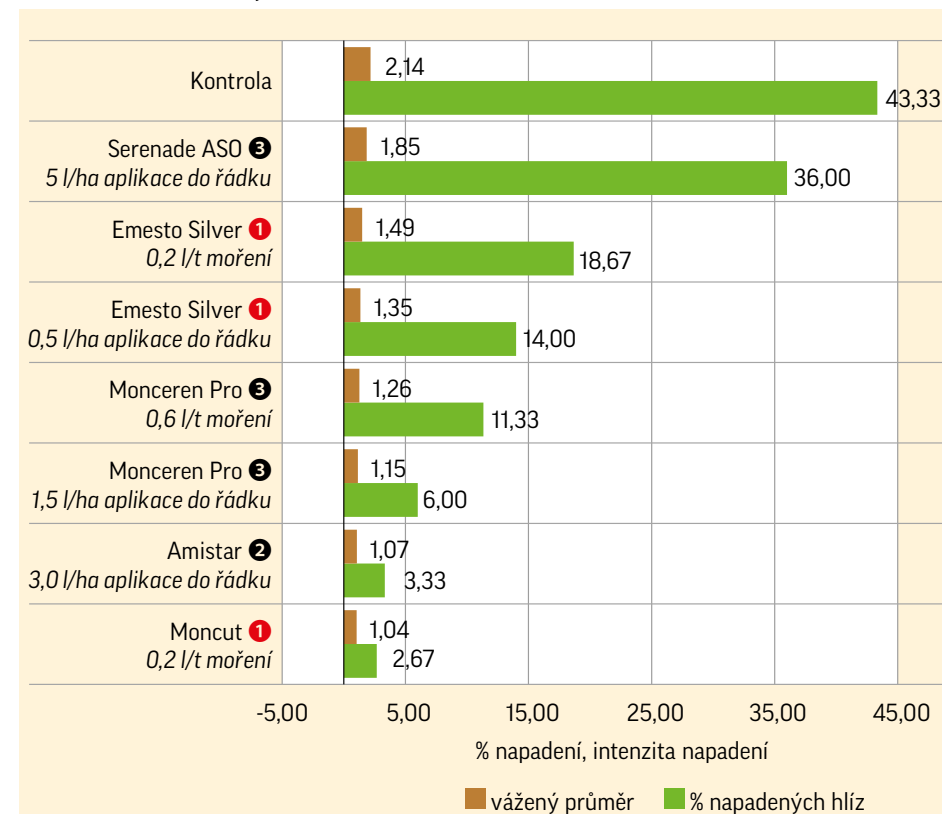
Obr. 14: Neokřídlené formy mšic na listu bramboru



Obr. 15: Larvy mandelinky bramborové ve III. instaru



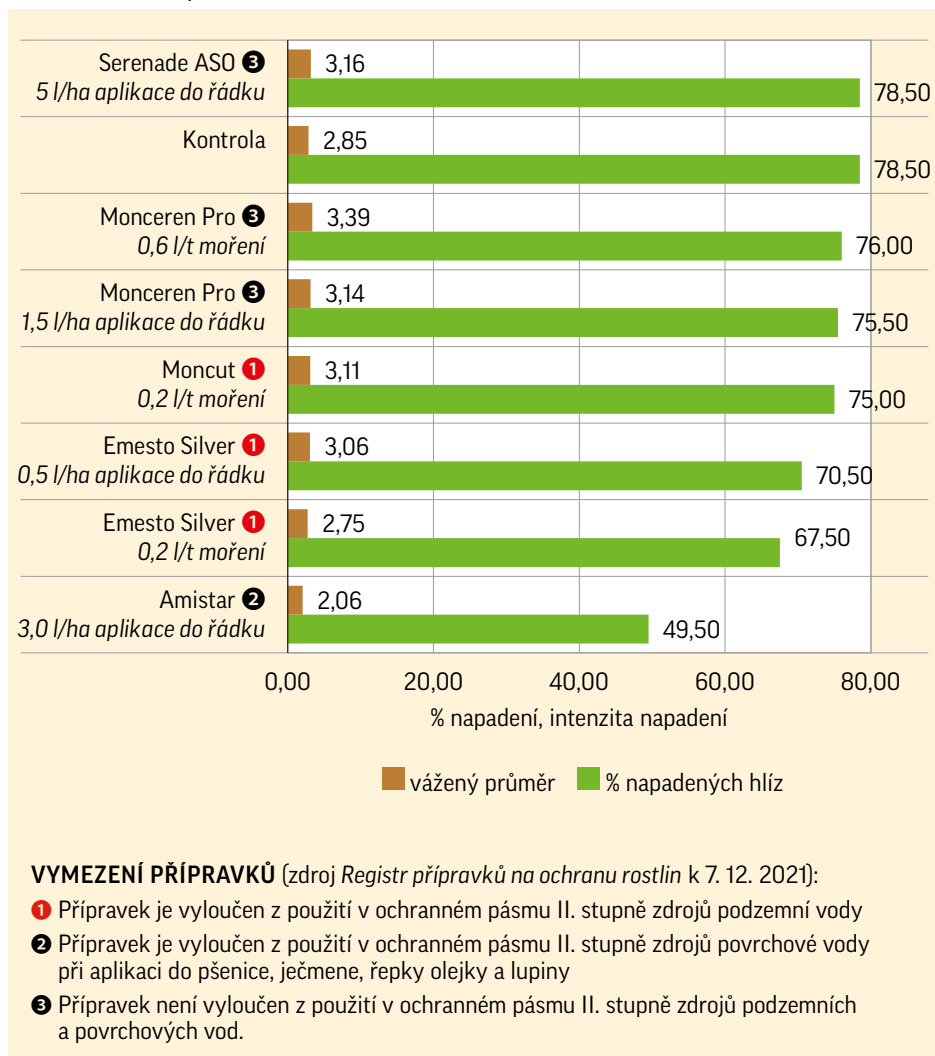
Graf 9: Procento napadených hlíz a intenzita napadení hlíz vločkovitostí slupky bramboru v roce 2019 ve výzkumné stanici VÚB Valečov, odrůda: DAVID



VYMEZENÍ PŘÍPRAVKŮ (zdroj *Registr přípravků na ochranu rostlin* k 7. 12. 2021):

- ① Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemní vody
- ② Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody při aplikaci do pšenice, ječmene, řepky olejky a lupiny
- ③ Přípravek není vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemních a povrchových vod.

Graf 10: Procento napadených hlíz a intenzita napadení hlíz stříbřitostí slupky bramboru v roce 2019 ve výzkumné stanici VÚB Valečov, odrůda: DAVID



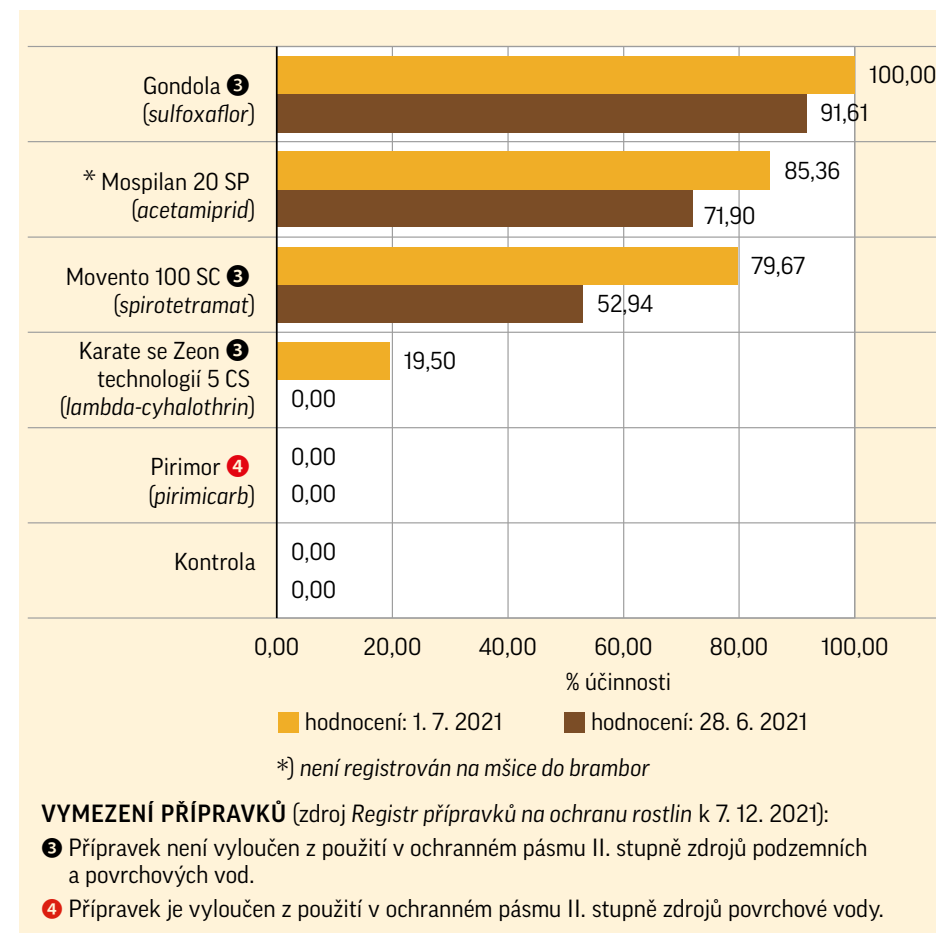
4. OCHRANA BRAMBOR PROTI ŠKŮDCŮM V OPVZ

Ochrana proti škůdcům u brambor v ochranných pásmech ochrany vod se potýká se stejnými problémy jako v ostatních pěstitelských oblastech. Je to především rezistence škůdců používaným insekticidům a zároveň jejich výrazná restriktce.

Mšice

Ochrana proti přenašečům virových chorob, tj. mšicím (obr. 14), prováděná v sadbových porostech vyžaduje kromě jiných opatření pěstitelů sadby udržovat insekticidní clonu od vzejití do ukončení vegetace. V pásmech ochrany vod jsou povoleny insekticidy Gondola a Movento 100 SC. Zároveň se jedná o přípravky s velmi dobrou účinností. Z hlediska antirezistentní strategie je nutno tyto přípravky v průběhu postřikové sezony střídát. Jsou registrovány i další přípravky ze skupiny pyrethroidů, jejichž účinnost je vzhledem k rezistenci mšic nedostatečná (graf 11).

Graf 11: Účinnost přípravků v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia LI-LIV) v roce 2021 na lokalitě Žabčice (jižní Morava), odrůda: Rosara, aplikace insekticidů 21. 6. 2021



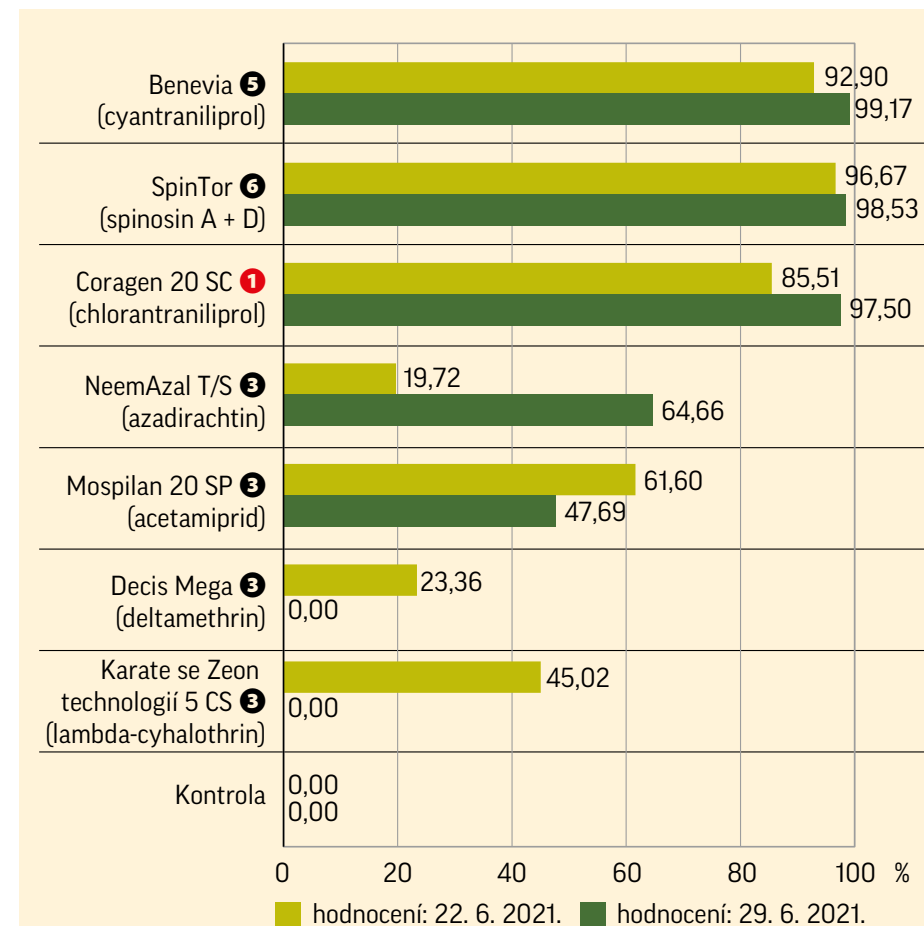
Mandelinka bramborová

Ochrana proti mandelince bramborové (obr. 15) lze realizovat úspěšně bioinsekticidy Spintor (úč. l. spinosad) a NeemAzal (úč. l. azadirachtin) s velmi dobrou účinností. V případě chemických přípravků lze aplikovat prozatím velmi účinné diamidy v závislosti na vymezení přípravku, které je uvedeno na etiketě. Je možné použít také insekticidy na bázi acetamipridu, který však v oblastech s častým používáním naráží na rezistenci škůdce. Ostatní registrované přípravky ze skupiny pyrethroidů se vyznačují již velmi slabou účinností a jejich použití není efektivní (graf 12). Aktuálně je v registračním řízení kombinace přípravku NeemAzal T/S (ú. l. azadirachtin A 10,6 g/l) a Rock Effect New (ú. l. olej z *Pongamia pinnata* 496,9 g/l), kde je využito jejich nově objeveného synergického účinku. Tato kombinace přináší zvýšenou účinnost a zároveň možnost snížit dávku přípravku NeemAzalu T/S, čímž zároveň dochází i ke snížení nákladů na aplikaci.

Obr. 16: Dospělci a larva mandelinky po zasažení účinným insekticidem



Graf 12: Účinnost přípravků v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia LI-LIV) v roce 2021 na lokalitě Žabčice (jižní Morava), odrůda: Rosara, aplikace insekticidů 21. 6.



VYMEZENÍ PŘÍPRAVKŮ (zdroj Registr přípravků na ochranu rostlin k 7. 12. 2021):

- 1 Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemní vody.
- 3 Přípravek není vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemních a povrchových vod.
- 5 Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody pro aplikaci do kořenové zeleniny.
- 6 Přípravek je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody při aplikaci do jableň, vinné révy a zeleniny.

5. APLIKACE HERBICIDŮ A HNOJIV V OPVZ

5.1 Riziko splachu účinných látek herbicidů a živin při pěstování brambor

K transportu rizikových látek do vodních zdrojů dochází z velké části povrchovým odtokem ze svažitých pozemků. Množství reziduí herbicidů, nitrátů a fosforu, které je odnášeno povrchovým odtokem z pozemku, bylo sledováno v polních pokusech. Uvedené výsledky vycházejí ze sledování v letech 2019 a 2020 ve třech lokalitách – Valečov, Senožaty a Želiv. Sklonitost pokusných ploch se pohybovala od 3,4° do 4,6°. Na pokusných plochách bylo aplikováno celkem 8 herbicidních účinných látek registrovaných do brambor (aclonifen, clomazone, flufenacet, flurochloridone, metribuzin, prosulfocarb, rimsulfuron a bentazone). Dále byla aplikována dusíkatá a fosforečná minerální hnojiva v různých dávkách. Na těchto pokusných lokalitách byly po srážkových událostech, při kterých docházelo k povrchovému odtoku, odebrány vzorky vody (obr. 17). Tyto vzorky byly následně analyzovány v akreditované laboratoři Povodí Vltavy, s.p., (nitráty, fosforečnanový fosfor, rozpuštěný fosfor a celkový fosfor) a laboratoři VŠCHT (herbicidní účinné látky). Na experimentálních plochách byly během vegetačního období měřeny i srážkové úhrny (mm) a objem vody (m^3) z povrchového odtoku po každé srážko-odtokové události. Na základě těchto dat bylo možné vypočítat koeficient odtoku ($v\%$).

Obr. 17: Zařízení pro záchyt splachu a odběry vzorků



Při znalosti výměry každé experimentální plochy (m^2), objemu vody z povrchového odtoku do sběrných nádob (m^3), srážkových úhrnů (mm) a koncentrací dusičnanů, celkového fosforu a účinných herbicidních látek (mg/l) bylo možné spočítat bilance těchto látek (kg/ha). Bilanční hodnocení dusičnanů a celkového fosforu bylo počítáno ze všech odtokových událostí během vegetačního období 2019 a 2020. Bilance účinných herbicidních látek byla počítána pouze z odtokových událostí, kterým předcházela aplikace sledovaného herbicidu na porost brambor. Zhodnoceny byly ty odtokové události, při kterých byly zjištěny maximální koncentrace sledovaných látek ve vzorcích z povrchového odtoku.

Povrchový odtok v závislosti na množství srážek a jejich intenzitě tvořil až 57 % úhrnu naměřených srážek. Dále byl povrchový odtok závislý na stavu porostu brambor a pokrývnosti povrchu půdy nadzemní částí rostlin. Významnými faktory byla vývojová fáze porostu, odrůda, výživný stav, zdravotní stav, případně stupeň poškození nadzemní části (např. mandelinkou bramborovou).

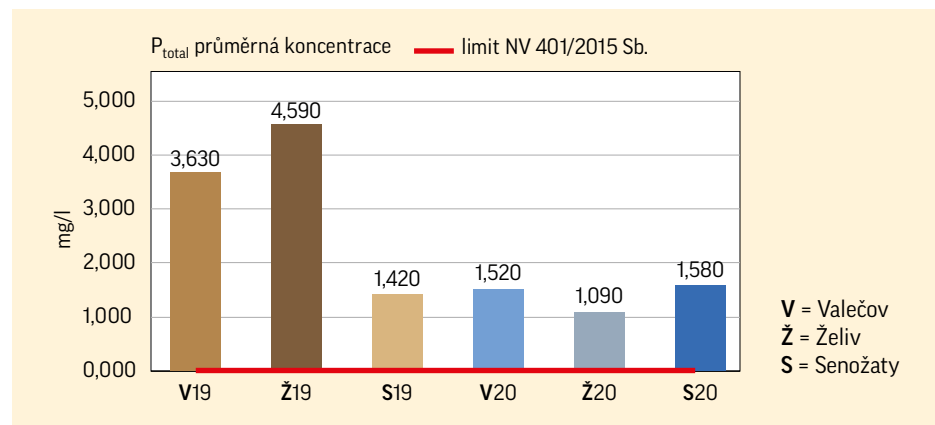
Ve vzorcích vod, u kterých byla indikována aplikace jednotlivých přípravků, byly nalezeny odpovídající herbicidní účinné látky v koncentracích řádově desetin až desítek $\mu g/l$, zpravidla v závislosti na době uplynulé od ošetření. Nicméně clomazone, flufenacet, flurochloridone, metribuzin a bentazone byly nalezeny také téměř ve všech vzorcích vod, u kterých nebylo ošetření příslušným přípravkem indikováno – řádově setiny až jednotky $\mu g/l$ (metribuzin a flufenacet dokonce desítky $\mu g/l$). Tyto nálezy si lze vysvětlit například tím, že uvedené pesticidy perzistují v prostředí ještě z doby před zahájením projektových experimentů (kontrolní vzorky odebrány nebyly), případně může jít o sekundární kontaminaci z použité aplikační techniky. Koncentrace aclonifenu (vyloučen z použití a OPVZ) a bentazone (není vyloučen z použití a OPVZ) v některých vzorcích po aplikaci přípravků na ochranu rostlin překračovaly limity dle Nařízení 401/2015 Sb., v platném znění. Použitá účinná látka aclonifen je zařazena do norem environmentální kvality (NEK) pro útvary povrchových vod pro látky uvedené v příloze II Směrnice EP a Rady 2013/39/EU (prioritní látky a některé další znečišťující látky) – viz Nařízení vlády 401/2015 Sb. v platném znění, kde NEK-NPK pro aclonifen je 0,12 $\mu g/l$, nálezy ve vzorcích vody po aplikaci byly až 20 $\mu g/l$.

Výsledky hodnocení celkového fosforu P_{total} (graf 13) potvrzují značný vliv dávky hnojení na množství fosforu ve vodě během odtoku (vyšší dávka hnojení P_2O_5 způsobuje vyšší hodnotu bilance fosforu).

Výsledky monitoringu celkového fosforu ukazují, že při odtoku z experimentálních ploch často odtéká voda s velmi vysokými koncentracemi fosforu, které mohou negativně ovlivňovat jakost povrchových vod a zhoršovat problém s eutrofizací. Limitní hod-

nota celkového fosforu pro povrchové vody v povodí nad vodárenskými nádržemi dle NV 401/2015 Sb. v platném znění, je 0,05 mg.l⁻¹, u ostatních povrchových vod 0,15 mg/l. Z výsledků vyplývá, že při některých odtokových událostech odtéká z experimentálních ploch voda s koncentrací P_{total} i 100× vyšší.

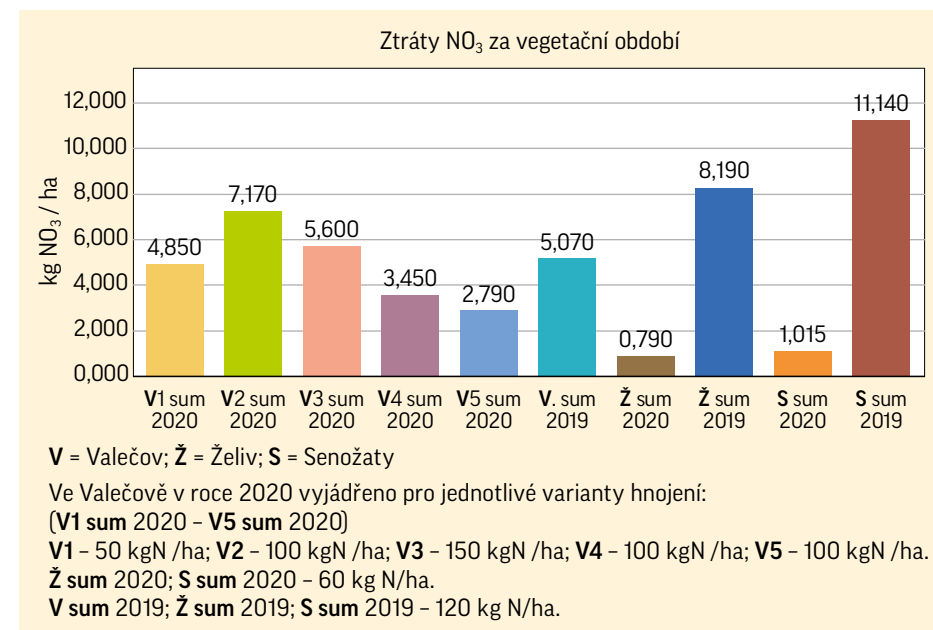
Graf 13: Průměrná koncentrace P ze všech vzorků za vegetační období na jednotlivých lokalitách, vyznačen limit 0.5 mg.l⁻¹ dle NV 401/2015 Sb., v platném znění.



Stejně jako u fosforu, byla i u nitrátů spočítána celková bilance na jednotlivých lokalitách pro rok 2019 a 2020. Množství nitrátů v kg, které by oteklo z jednotlivých experimentálních ploch (přepočítáno na 1 ha), znázorňuje graf 14. Nejvyšší množství nitrátů za vegetační období bylo na lokalitě Senožaty v roce 2019, kdy se jednalo o 11,14 kg/ha. Na tuto bilanci měly vliv i vysoké průměrné hodnoty odtoku během vegetačního období (27,8 %). Tyto výsledky ukazují na výrazný vliv vegetace na povrchový odtok – na lokalitě Želiv v roce 2019 byl porost s hustou vysokou natí, oproti tomu na lokalitě Senožaty, kde byl porost napaden mandelinkou bramborovou, byla nať brambor velmi nízká a řídká.

Naopak nejnižší hmotnosti nitrátů, které otekly za sledované období, byly zjištěny v roce 2020 v lokalitách Senožaty a Želiv, přičemž průměrný koeficient odtoku zde činil pouze 4,7 % a 4,4 %. Ve Valečově byla bilance nitrátů v roce 2020 vyšší u všech variant hnojení než v lokalitě Želiv a Senožaty.

Graf 14: Množství nitrátů (suma za vegetační období v kg/ha), které oteklo z jednotlivých experimentálních ploch



Nedílnou součástí eliminace splachu a transportu nežádoucích látek do vodních zdrojů je využívání agrotechnických postupů omezujících povrchový odtok vody na svažitých pozemcích a snižujících odnos zeminy. Pro tento účel jsou již vyvinuty a ověřeny inovované mechanizační prostředky pro úpravu tvaru hrůbků, hrázkování a důlkování, které se provádí současně se sázením brambor. Řadou ověřovacích pokusů byl prokázán významný vliv těchto postupů na snížení povrchového odtoku. Vyvinut byl i kypřič hrůbků brambor Varior 500. Stroj efektivně zvýší zasakování vody do profilu hrůbků rozrušením půdní krusty na začátku vzházení brambor a současně aplikuje část dávky minerálních hnojiv cíleně do kořenové zóny rostlin. Podrobný popis je obsahem předcházející certifikované metodiky „Metodické postupy k půdoochranným technologiím při pěstování brambor“ (KASAL et al., 2016).

5.2. Aplikace hnojiv k bramborám s ohledem na ochranu vod

V technologii s odkameňováním jsou živiny k bramborám zpravidla aplikovány ve třech termínech: na podzim předcházejícího roku statková hnojiva, na jaře před sázením plošně minerální hnojiva a při sázení do hrůbku zpravidla dusíkatá hnojiva. Umístění dusíkatých hnojiv v hrůbku má významný vliv na využití dusíku rostlinami a reziduální

obsah nitrátového a amonného dusíku (N_{\min}) po sklizni. Ve srovnání s plošnou aplikací hnojiv užívanou při konvenční technologii je při uložení hnojiv do hrůbku do budoucí kořenové zóny rostlin většinou vyšší využití dusíku rostlinami, nižší obsah N_{\min} v půdě po sklizni a tím menší riziko znečištění vod vyplavením nitrátů v mimovegetačním období, jak potvrzují literární zdroje (MAIDL *et al.*, 2002) i naše výsledky.

Po aplikaci síranu amonného lokálně do hrůbku po stranách hlíz byl zjištěn vyšší výnos hlíz než po jeho plošné aplikaci, a to v průměru čtyř let o 10 %. Reziduální obsah nitrátů po sklizni byl při lokální aplikaci vždy nižší, a to o 8–30 %. Při nedostatku srážek v suchých letech mohou však zůstat granule hnojiv aplikovaných při sázení nerozpuštěné až do sklizně, proto se doporučuje úprava horní strany hrůbků důlkováním, kdy zadržaná voda ze srážek zlepšuje vodní režim v hrůbku a využití živin z aplikovaných hnojiv. Dalším opatřením ke zvýšení efektivity hnojení je kypření povrchu hrůbků při vytvoření krusty spojené s důlkováním a hrázkováním nekolejové brázdy a aplikací hnojiva do kořenové zóny rostlin (RŮŽEK *et al.*, 2018).

Přihnojení při plečkování

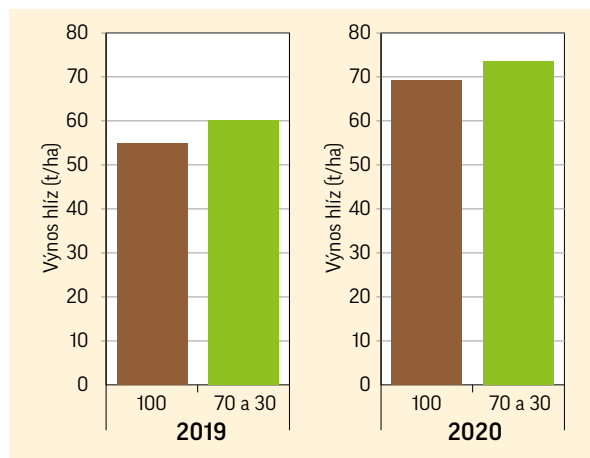
Přihnojení před vzejitím nebo na začátku vzcházení brambor umožňuje snížit dávku dusíku aplikovanou při sázení, což je žádoucí jak z hlediska vzcházení rostlin, které je většinou opožděno při vyšší koncentraci minerálních forem dusíku v půdě, tak i vzhledem k riziku vyplavení nitrátů a znečištění vod. V prvních 7–8 týdnech po sázení odebírají rostliny přibližně jen 20 % celkového dusíku, proto je toto období velice rizikové z hlediska ztrát vyplavováním nitrátů, a to zejména při aplikaci vysokých dávek hnojiv před nebo při sázení. Přihnojení při plečkování umožňuje snížit dávku dusíku aplikovanou při sázení a následně ji korigovat dle aktuálního výživného stavu půdy v hrůbku. Příprava záhonů i vlastní sázení je spojeno s velkým provzdušněním půdy, jež podporuje mineralizaci živin z půdní zásoby, statkových hnojiv či posklizňových zbytků předplodiny/mezplodiny. Rozbor půdy před plečkováním tak může prokázat dostatečné množství dusíku v půdě s ohledem na očekávaný výnos a umožní tak snížit plánovanou celkovou dávku dusíku. To má přínos nejen ekonomický (úspora hnojiv), ale především ekologický, v důsledku snížení obsahu reziduálního dusíku v půdě po sklizni a tím i rizika znečištění vod vyplavením nitrátů v následujícím mimovegetačním období. Intenzivní aerace půdy však ovlivňuje i půdní reakci a následně přijatelnost živin včetně fosforu. V půdních vzorcích odebraných v poloprovozních pokusech ve Věži u Humpolce v dubnu 2020 před přípravou záhonů, ze záhonů v den sázení a z hrůbků před plečkováním byl zjištěn postupný pokles výměnné půdní reakce z 5,2 na 4,6. Půda vykazovala vyhovující obsah fosforu (42 mg/kg dle Mehlich III), ale množství přijatel-

ného fosforu postupně klesalo (za sledované období o třetinu) s poklesem pH půdy. Pro přihnojení při plečkování bylo proto zvoleno NP hnojivo. Předností této aplikace do hrůbku, do kořenové zóny rostlin, je i větší dostupnost živin pro rostliny, důležitá zejména u živin málo pohyblivých v půdě jako amonná forma N nebo právě fosfor. Uložení hnojiv uvnitř hrůbku rovněž zamezuje jejich ztrátám např. povrchovým odtokem při intenzivnějších srážkách. V případě aplikace kapalných hnojiv s amonnou formou N (např. DAM) je přínosem i zamezení ztrátám dusíku volatilizací amoniaku.

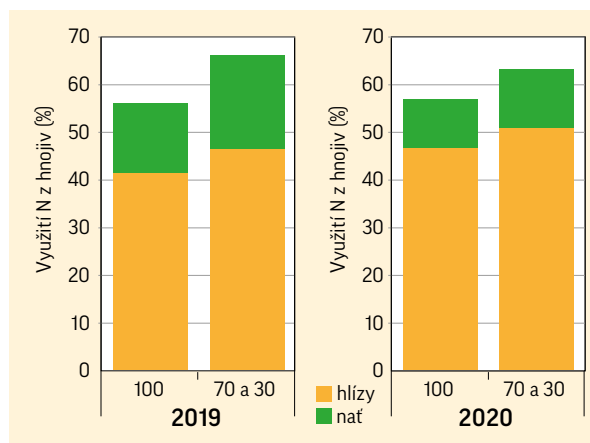
Samotné plečkování rovněž rozrušilo povrchovou krustu, zlepšilo přívod vzduchu a vody do kořenové zóny rostlin, což se projevilo zvýšením výnosu i velikosti hlíz. Rostliny příznivě reagovaly i na rozdělení celkové dávky dusíkatých hnojiv do dvou termínů (70 % při sázení v hnojivu UREA_{stabil} a 30 % při plečkování v hnojivu DAM) ve srovnání s jednorázovou aplikací při sázení. Větší vliv přihnojení na výnos hlíz byl zjištěn v roce 2019, kdy v době od sázení do plečkování bylo na stanovišti nadprůměrné množství srážek (103 mm), které mohly posunout živiny z hnojiv aplikovaných při sázení mimo dosah kořenů dřívě, než rostliny začaly dusík z půdy odebírat. Rozdělení dávky dusíku vedlo ke zvýšení výnosů hlíz až o 10 % (graf 15) oproti jednorázové aplikaci a tím i k vyššímu celkovému odběru dusíku a zejména vyššímu využití N z hnojiv. Z hnojiva UREA_{stabil} aplikovaného při sázení rostliny v jednotlivých letech využily 56 %, při dělené aplikaci 63–66 % (graf 16).

Dva uvedené ročníky byly zcela odlišné z hlediska obsahu dusíku v půdě. V prvním roce byly brambory pěstovány po předplodině s nízkým výnosem, proto byla zasetá doběrná mezplodina, která byla před zimou zaorána spolu s hnojem. Během následujícího jarního období se tak uvolnilo z půdy velké množství přijatelného dusíku (v květnu bylo v hrůbčích zjištěno více než 180 mg N_{\min} /kg suché zeminy). Ve srovnání s tím bylo množství dusíku dodaného v minerálních hnojivech minoritní. Rostliny nebyly schopné dusík odebrat a obsah reziduálního nitrátového dusíku v půdě po sklizni byl vysoký, bez ohledu na hnojení. U obou variant hnojení byl 102 kg NO_3 -N/ha v půdním profilu do 60 cm (graf 17), což je obsah vysoce rizikový z hlediska znečištění vod, ovšem i u kontroly bez aplikace minerálního dusíku bylo zjištěno 95 kg NO_3 -N/ha. V roce 2020 byl pod brambory aplikován pouze hnůj, který při nízkých teplotách jen pomalu mineralizoval. Zásoba N_{\min} v půdě byla několikanásobně nižší (v květnu 33 mg N_{\min} /kg půdy) a rostliny dobře reagovaly na minerální hnojení dusíkem. Většímu využití dusíku z dělených dávek hnojiv i vyššímu celkovému odběru N odpovídal nižší obsah nitrátů v půdě po sklizni (39 kg NO_3 -N/ha), který byl téměř na úrovni nehnojené kontroly (35 kg NO_3 -N/ha).

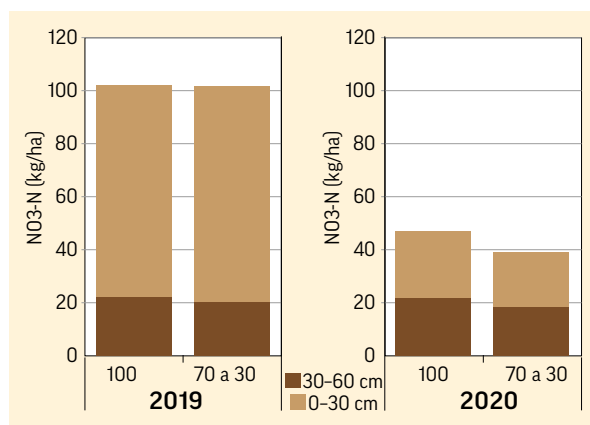
Graf 15: Výnos hlíz brambor po hnojení 100 kg N/ha jednorázově při sázení nebo ve dvou dávkách při sázení a plečkování (70 a 30)



Graf 16: Využití dusíku rostlinami brambor z dávky 100 kg N/ha aplikované jednorázově při sázení nebo ve dvou dávkách při sázení a plečkování (70 a 30)



Graf 17: Obsah nitrátového dusíku v půdě po sklizni brambor po aplikaci dávky 100 kg N/ha jednorázově při sázení nebo ve dvou dávkách při sázení a plečkování (70 a 30)



6. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Metodika a postupy v ní uvedené definují rizika a navrhují přijatelná a výzkumně ověřená řešení pro pěstitele brambor hospodařící v oblastech ochranných pásem vodních zdrojů tak, aby byla zachována jejich konkurenceschopnost při pěstování brambor. Současně je kladen důraz na snížení rizika znečištění vodních zdrojů. Vyvinuty a ověřeny byly postupy v ochraně brambor proti plevelům, chorobám a škůdcům. Zjišťováno bylo nebezpečí splavení nežádoucích látek ze svažitých pozemků při pěstování brambor. Navrženy byly inovované agrotechnické postupy snižující znečištění vodních zdrojů fosforem a nitráty. Na základě získaných poznatků lze pro praktické využití doporučit následující postupy:

- Na **mechanickou likvidaci plevelů** před vzházením nebo na začátku vzházení brambor lze doporučit kypřič hrůbků brambor Varior s různými plečkovacími nástroji, který dokáže současně plečkovat 6 hrůbků. Varior také umožňuje při plečkování přihnojit brambory aplikačními dláty pod povrch půdy do kořenové zóny, což zvyšuje efektivnost hnojení a omezuje riziko kontaminace vodních zdrojů rezidui použitých hnojiv včetně fosforu a nitrátů.
- Na likvidaci plevelů na začátku jejich vzházení (nejlépe do 1. pravého listu) je možné použít **alternativní chemické látky s herbicidním účinkem**. Jako nejúčinnější se projeví 10–15% roztoky kyseliny octové a DAM s vodou v poměru 1 : 2.
- **Registrace pesticidů a možnost jejich použití v pásmech ochrany vod** se v současné době velmi rychle mění. Je proto nutné stále sledovat Registr přípravků na ochranu rostlin, Rostlinolékařský portál ÚKZÚZ a aktuální etikety přípravků. Z tohoto důvodu v metodice uvádíme pouze přípravky, které jsou v současné době povolené v ochranných pásmech II. stupně podzemních a povrchových vod pouze pro plíseň brambor, která je nejdůležitější chorobou u brambor.
- **Riziko znečištění vodních zdrojů splavenou půdou a rezidui hnojiv a pesticidů** lze významně omezit protierozním důlkováním a hrázkováním hrůbků a brázd, přičemž srážková voda zadržaná v důlcích zlepšuje vodní režim v hrůbku a využití živin z aplikovaných hnojiv rostlinami brambor. Kromě toho v suchých letech zvyšuje výnosy hlíz a jejich meziročníkovou stabilitu.
- Při **hnojení brambor dusíkem** byly dosaženy při dělené aplikaci (70 % při sázení a 30 % při plečkování) vyšší výnosy hlíz (až o 10 %) ve srovnání s jednorázovou aplikací při sázení a vyšší využití dusíku z hnojiv rostlinami. Při zjištění vysokého obsahu N_{\min} v hrůbku před plečkováním lze dávku N vypustit. Tímto způsobem hnojení lze snížit riziko znečištění povrchových a podzemních vod nitrátovým dusíkem.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika se zaměřuje na inovované postupy v pěstování brambor vhodné k využití v oblastech ochranných pásem vodních zdrojů. Originální postupy vychází z omezení používání přípravků na ochranu rostlin a hnojiv a snižují riziko kontaminace vodních zdrojů nežádoucími látkami. Zároveň umožňují pěstitelům brambor zachování produkce brambor v podmínkách s omezenými vstupy pesticidů a hnojiv. Metodika shrnuje konvenční postupy v ochraně rostlin, které jsou v současné době v OPVZ akceptované. Dále přináší popis nových řešení, která nahrazují omezené konvenční postupy. Jedná se o kypřič brambor s inovovanými pracovními nástroji pro mechanickou regulaci plevelů v podmínkách technologie odkameňování. Využití alternativních látek s herbicidním účinkem a biologických přípravků na ochranu rostlin. Rovněž i způsoby aplikace minerálních hnojiv k bramborám s ohledem na ochranu vod. Jedná se o postupy, které z pohledu ochrany zdrojů povrchových a podzemních vod nebyly v žádné z předchozích metodik uvedeny.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena zemědělským poradcům, organizacím, které sdružují pěstitelé brambor za účelem poradenské činnosti, pracovníkům ve státní správě a především managementu zemědělských podniků. Metodika bude uplatněna u pěstitelů brambor, kteří hospodaří v oblastech ochranných pásem vodních zdrojů. V bramborářské oblasti se jedná především o pěstitele hospodařící v okolí vodní nádrže Švihov. Tito pěstitelé pěstují brambory všech užitkových směrů na více než 2 000 ha, což představuje cca 8 % jimi obhospodařované výměry orné půdy.

Smlouva o uplatnění certifikované metodiky byla podepsána s Českým bramborářským svazem.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů je značně omezeno z pohledu používání přípravků na ochranu rostlin (zejména herbicidů) ale i používání hnojiv. V bramborářské oblasti je významná oblast ochranných pásem vodních zdrojů v okolí vodní nádrže Švihov na řece Želivce. Nové postupy navržené v metodice přinášejí i přes omezení v OPVZ významné ekonomické přínosy. Navržená herbicidní ochrana povolenými přípravky na ochranu rostlin přináší zvýšení výnosu brambor o 25 %, navýšení tržeb o 20 tis. Kč/ha brambor. Inovovaný způsob mechanické kultivace znamená navýšení výnosu brambor a tržeb oproti způsobu bez regulace plevelů 3,75×, tzn. ekonomický přínos až 160 tis. Kč na ha brambor. Nové fungicidní sledy pro ochranu brambor proti plísni bramboru v OPVZ přináší ve srovnání se standardními fungicidními sledy zvýšení nákladů zhruba o 11 %, nicméně zvýšení výnosu proti neošetřeným plochám znamená ekonomický přínos 163 tis. Kč na ha brambor s tím, že navržené fungicidní sledy splňují všechny požadavky pro aplikaci v ochranných pásmech vodních zdrojů.

VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- KASAL, P. – RŮŽEK, P. – KUSÁ, H. – KOBZOVÁ, D. – SVOBODOVÁ, A. (2016): Metodické postupy k půdoochraným technologiím při pěstování brambor: Certifikovaná metodika. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský; Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“. 31 s. (Praktická informace č. 64). ISBN 978-80-86940-66-3.
- KVÍTEK, T. *et al.* (2017): Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Praha: Povodí Vltavy. 272 s. ISBN 978-80-270-2488-9.
- MAIDL, F.X. – BRUNNER, H. – STICKSEL, E. (2002): Potato uptake and recovery of nitrogen 15N-enriched ammonium nitrate. *Geoderma*, vol. 105, s. 167–177.
- RŮŽEK, P. – KUSÁ, H. – VAVERA, R. – KASAL, P. (2018): Inovace pěstování brambor pro lepší zadržení vody v hrůbcích. *Úroda*, roč. 66, č. 4, s. 97–101.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ METODICE PŘEDCHÁZELY

- KASAL, P. (2019): Použití herbicidů při pěstování brambor v ochranných pásmech II. stupně zdrojů povrchové vody. *Agromanuál*, roč. 14, č. 3, s. 30–32.
- KOVAŘÍKOVÁ, K. – PAVELA, R. (2019): United forces of botanical oils: Efficacy of neem and karanja oil against Colorado potato beetle under laboratory conditions. *Plants*, vol. 8, 608.
- KOVAŘOVÁ, K. (2020): Rock Effect – chytré řešení v ochraně zemědělských plodin. *Agrobase*, č. 2, s. 22–23.
- OPPELTOVÁ, P. (2020): Evaluation of the quality of water in selected tributaries to the Brno reservoir. In: *Public Recreation and Landscape Protection – With Sense Hand in Hand? Conference Proceedings*, s. 170–176.
- OPPELTOVÁ, P. – BORÁKOVÁ, J. (2020): Monitoring of basic physicochemical parameters in the flow and their possible influence on the quality of the small water source. *Journal of Water and Land Development*, no. 44(I–III).
- OPPELTOVÁ, P. – SVOBODOVÁ, J. (2019): Ochranná pásma vodních zdrojů a bilanční hodnocení přítoků do nádrže Vranov. In: *Vodní nádrže 2019*. Brno: Povodí Moravy, s. 166–169. ISBN 978-80-907141-3-7. Dostupné z: <http://vodninadrze.pmo.cz/cz/stranka/vodni-nadrze-2019/>
- ŽABKA, M. – PAVELA, R. (2021): The dominance of chitosan hydrochloride over modern natural agents or basic substances in efficacy against *Phytophthora infestans*, and its safety for the non-target model species *Eisenia fetida*. *Horticulturae*, vol. 7, 366.



**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
BRAMBORÁŘSKÝ
HAVLÍČKŮV BROD**

Řada PRAKTICKÉ INFORMACE – číslo 85

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

**METODIKA SYSTÉMU PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V OCHRANNÝCH PÁSMECH
VODNÍCH ZDROJŮ S DŮRAZEM NA SNÍŽENÍ RIZIKA VYPLAVENÍ
A SPLACHU NEŽÁDOUCÍCH LÁTEK**

Vydal: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.,

Dobrovského 2366, CZ-580 01 Havlíčkův Brod.

Vydání první. Náklad: 400 výtisků.

Fotografie: archiv VÚB; obálka Ing. Vladimír Kunc. Grafická úprava: Jiří Trachtulec.

ISBN 978-80-86940-94-6

© Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 2021. Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod.

www.vubhb.cz