



Helena Kusá,

Pavel Kasal, Pavel Růžek, Jan Vopravil, Jiří Záruba

PŮDOOCHRANNÉ POSTUPY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR NA SVAŽITÝCH POZEMCÍCH

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.,

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

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.





Helena Kusá,
Pavel Kasal, Pavel Růžek, Jan Vopravil, Jiří Záruba

PŮDOOCHRANNÉ POSTUPY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR NA SVAŽITÝCH POZEMCÍCH

Schválená metodika

**Zvláštní poděkování autorů
společnosti ZAS Věž, a.s.
a zejména panu Petru Dolejšímu**

**za dlouholetou spolupráci při ověřování půdoochranných
postupů při pěstování brambor a testování strojů vyvinutých
pro jejich realizaci, z níž vzešla většina výsledků prezentovaných
v této metodice**

Autorský kolektiv:

Ing. Helena Kusá, Ph.D.

VÚRV, v.v.i. Praha

Spoluautoři (řazeno abecedně):

Ing. Pavel Kasal, Ph.D.

VÚB Havlíčkův Brod, s.r.o.

Ing. Pavel Růžek, CSc.

VÚRV, v.v.i. Praha

doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

VÚMOP, v.v.i. Praha

Ing. Jiří Záruba

VÚMOP, v.v.i. Praha

Oponentní posudky vypracovali:

prof. Ing. Miroslav Jůzl, CSc. - Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta

Ing. Václav Kadlec, Ph.D. – Ministerstvo zemědělství ČR, Odbor rostlinných komodit

Dedikace:

Metodika je výsledkem řešení projektu NAZV QK1910382 „Inovace v pěstebních technologiích u okopanin a zeleniny pro lepší využití vody ze srážek i závlah, vyšší stabilitu výnosů a kvality produkce“.

Metodika byla schválena Odborem rostlinných komodit Ministerstva zemědělství ČR, které dne 20. 12. 2023 vydalo osvědčení č. MZE-72579/2023-13124.

Půdoochranné postupy při pěstování brambor na svažitých pozemcích

Metodika je zaměřena na inovované půdoochranné postupy při pěstování brambor, zejména na svažitých pozemcích, které povedou ke zvýšení zadržení vody ze srážek a omezení vodní eroze. Inovace spočívá v úpravě tvaru hrůbků a brázd při sázení důlkováním-hrázkováním a v kypření povrchu hrůbků a obnově důlků v nekolejové brázdě při vzcházení porostu s možností přihnojení do kořenové zóny rostlin. Byla vyvinuta a ověřena nová technologie osetí kolejové brázdy pomocnou protierozní plodinou, kterou lze realizovat v jedné operaci se sázením brambor nebo kypřením hrůbků.

Součástí metodiky jsou výsledky polních pokusů včetně poloprovozních, které byly realizovány s využitím inovovaných i nově konstruovaných strojů s originálním autorsky chráněným technickým řešením. K nejvyšší ztrátě půdy erozí při simulovaných srážkách došlo u kontrolních hrůbků a brázd bez důlků a hrázek (9,1 t/ha), všechny další provedené úpravy ji výrazně omezily, nejvíce důlkování se setím pomocné plodiny při sázení (3,0 t/ha, tj. o 67 %) nebo až při kypření, plečkování (3,1 t/ha) na začátku vzcházení rostlin. Osetí kolejové brázdy pomocnou plodinou neovlivnilo dosažený výnos hlíz (-1,2 až +0,9 t/ha) v porovnání se stejným tvarem hrůbků a brázdy bez pomocné plodiny. Aplikace části dávky dusíku do kořenové zóny rostlin při kypření na začátku vzcházení porostu se projevila zvýšením výnosů hlíz i vyšším využitím dusíku z aplikovaných hnojiv. V přesných pokusech s hnojivy značenými ¹⁵N dosáhlo využití N rostlinami brambor na variantě s přihnojením při kypření v průměru 63 % (v sušším roce až 73 %), při kypření s aplikací celé dávky při sázení 58 % a u kontrolního hrůbku 54 %. Uplatnění postupu s dělenou aplikací minerálních dusíkatých hnojiv k bramborám s vyšším využitím živin přispěje ke snížení spotřeby minerálních hnojiv a omezení ztrát živin z půdy v souladu s požadavky Strategického plánu Společné zemědělské politiky 2023–2027.

Klíčová slova: odkameňování, důlkování-hrázkování, kypření-plečkování, vodní eroze, pomocná plodina, přihnojení, využití dusíku z hnojiv

Soil protection technologies for growing potatoes on sloping land

The methodology is focused on innovative soil protection practices for growing potatoes, especially on sloping land, which will lead to an increase in water retention from precipitation and a reduction in water erosion. The innovation consists in modifying the shape of the ridges and furrows at planting by pitting and damming, and in loosening the ridges surface during the emergence of the growth with the possibility of fertilizing into the root zone of the plants. A new technology for sowing track furrows with an auxiliary anti-erosion crop has been developed and verified. This can be done in one operation with planting potatoes or loosening the ridges.

The results of field and semi-operational experiments, which were carried out using both innovative and newly constructed machines with an original copyright-protected technical solution, are included. The highest soil loss during simulated rainfall occurred in the control ridges and furrows without pits and dams (9.1 t/ha), all other modifications significantly reduced it, the most pitting with the sowing of an auxiliary crop at planting (3.0 t/ha, i.e. by 67 %) or later when loosening (3.1 t/ha) at the beginning of plant emergence. Sowing the track furrow with an auxiliary crop did not affect the tuber yields (-1.2 to +0.9 t/ha) compared to the same shape of the ridges and the furrow without the auxiliary crop. Applying part of the nitrogen dose to the root zone of the plants during loosening at the beginning of the plant emergence increased the yield of potato tubers and the efficiency of nitrogen from applied fertilizers. In precise experiments with fertilizers labelled ¹⁵N isotope, nitrogen utilization by potato plants reached an average of 63 % in the variant with extra nutrition at loosening (up to 73 % in a drier year), 58 % in loosening with the application of the entire dose at planting, and 54 % in the control ridges. The implementation of the procedure with the split application of mineral nitrogen fertilizers to potatoes with a higher use of nutrients will contribute to reducing the consumption of mineral fertilizers and limiting the loss of nutrients from the soil in accordance with the requirements of the Strategic Plan of the Common Agricultural Policy 2023-2027.

Key words: de-stoning, pitting-damming, loosening-hoeing, water erosion, auxiliary cover crop, extra nutrition, nitrogen utilization from fertilizers

OBSAH

I. CÍL METODIKY	6
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
1. Úvod	6
2. Používání půdoochranných technologií při pěstování brambor	8
3. Inovované půdoochranné technologie při pěstování brambor	16
3.1 Úprava tvaru hrůbků a brázd při sázení pro lepší zadržení vody	17
3.2 Kypření hrůbků na začátku vzházení brambor s přihnojením	18
3.3 Setí pomocné protierozní plodiny do kolekové brázdy.	20
4. Ověřování nových půdoochranných postupů v polních pokusech	23
4.1 Metodika polních (poloprovozních) pokusů	23
4.2 Vliv nových postupů na výnos hlíz brambor.	25
4.3 Vliv nových postupů na infiltraci vody a erozi půdy	30
4.3.1 Metodika měření eroze pomocí simulátoru deště.	30
4.3.2 Protierozní účinky nových postupů	31
4.4 Vliv nových postupů na výskyt plevelů, aplikace herbicidů	34
4.5 Metodika polních výživářských pokusů	40
4.6 Aplikace minerálních hnojiv k bramborám	42
4.6.1 Vývoj obsahu N _{min} v půdě při zakládání porostu brambor	42
4.6.2 Využití dusíku z minerálních hnojiv	43
4.7 Vyhodnocení ověřovaných půdoochranných technologií, doporučení pro praxi.	47
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	52
IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	53
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY	53
VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	55
VIII. ODBORNÉ AKCE K PROJEDNÁNÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.	55

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je uplatnit v zemědělské praxi inovované půdoochranné postupy při pěstování brambor, zejména na svažitých pozemcích, které povedou ke zvýšení zadržení vody ze srážek a omezení vodní eroze v souladu s požadavky nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům. Prezentované postupy zahrnují i doporučení efektivní aplikace minerálních hnojiv k bramborám vedoucí k vyššímu využití živin rostlinami, omezení jejich ztrát, snížení reziduálních obsahů $N_{\min}$ v půdách po sklizni brambor a snížení rizika znečištění vod vyplavením nitrátů během následujícího mimovegetačního období. Uplatnění doporučených postupů dělené aplikace minerálních hnojiv k bramborám dle aktuálního obsahu živin v půdě před/při vzcházení porostu přispěje ke snížení spotřeby hnojiv a omezení ztrát živin z půdy v souladu s požadavky Strategického plánu Společné zemědělské politiky 2023–2027.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. Úvod

V tradiční bramborářské oblasti ČR jsou brambory pěstovány téměř výhradně v technologii s odkameňováním. Rýhování a zejména vlastní separace hrud a kamenů je spojena s intenzivní aerací půdy a mineralizací organické hmoty, proto má tato technologie vysoké nároky na vracení organické hmoty do půdy. Ve většině zemědělských podniků je na podzim zaoráván hnůj, minerální hnojiva jsou aplikována na jaře před sázením plošně, dusíkatá hnojiva pak při sázení přímo do hrůbku. V porovnání s plošnou aplikací hnojiv užívanou při konvenční technologii vede uložení hnojiv do hrůbku do budoucí kořenové zóny rostlin k vyššímu využití dusíku rostlinami, nižšímu obsahu $N_{\min}$ v půdě po sklizni a menšímu riziku znečištění vod vyplavením nitrátů v mimovegetačním období (Maidl et al., 2002; Kasal et al., 2013). Při nedostatku srážek a nevhodném tvaru hrůbků (bez zádržné vodorovné plochy na vrcholu), po jejichž bocích srážková voda stéká do brázd, však mohou granule hnojiva umístěné uvnitř hrůbků zůstat v půdě až do sklizně. Úpravou tvaru hrůbku, zejména

rozšířením jeho vrcholu, případně vytvořením důlků a hrázek lze zadržet větší množství vody v hrůbcích i na svažitých půdách, protože voda zachycená v důlcích má více času na průsak dovnitř hrůbku. Po srážkách během vegetace dochází často k vytvoření krusty na povrchu a srážková voda neproniká do hrůbků (k hlízám a hnojivům), ale stéká do brázd, kde se hromadí a na svažitých pozemcích odtéká po spádnici. Při intenzivních srážkách s sebou odnáší i půdu. Zde se osvědčilo kypření povrchu hrůbků před vzejitím porostu, při kterém zároveň dochází k obnově důlků a hrázek v nekolejové brázdě a je možné aplikovat hnojiva do kořenové zóny rostlin (Růžek a kol., 2018). Přihnojení před vzejitím porostu umožňuje snížit dávku dusíku aplikovanou při sázení, což je žádoucí z hlediska vzcházení porostu, které je dle Zebarta a Rosena (2007) zpožděno při vysokých koncentracích minerálních forem dusíku v půdě do 50. dne po sázení. V prvních 55 dnech je realizováno pouze cca 20 % celkového odběru dusíku rostlinami. Toto období je velice rizikové z hlediska ztrát vyplavováním nitrátů či emisí NO_x , zejména při aplikaci vysokých dávek hnojiv před nebo při sázení. Rostlina bramboru přijímá živiny s nejvyšší intenzitou až kolem stadia kvetení. Proto je využití dusíku z hnojiv aplikovaných při vzcházení porostu na počátku tvorby hlíz zpravidla vyšší než při aplikaci před či při sázení (Maidl et al., 2002; Rens, et al., 2016).

Průměrné hodnoty odběru živin na 10 tun hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou: 40–50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 22 kg Ca a 8,4 kg Mg (Kasal et al. 2010). Při stanovení dávek živin je třeba zohlednit zrnitostní složení a obsah P, K a Mg v půdě, obsah $\text{N}_{\min}$ v půdě na jaře před sázením, dávku statkového nebo organického hnojiva, délku vegetační doby odrůdy a zvolený užitkový směr pěstování. Ačkoli brambory nemají vyhraněný požadavek na mikroelementy, může mít jejich nedostatek negativní vliv na vývoj porostu, zejména v pozdějších fázích vegetace, i kvalitu hlíz. Je důležité sledovat zejména obsah zinku, mědi, bóru, molybdenu, manganu či síry. Vyrovnaná výživa podporuje odolnost porostu k infekci. Naopak jednostranné přehnojení dusíkem vede k přebujení porostu a rychlejšímu šíření choroby (Čepl et al., 2009).

Brambory jsou u nás pěstovány na zrnitostně lehčích a propustnějších půdách, často ve zranitelných oblastech, kde pěstitelé musí dodržovat opatření akčního programu dle nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem. Z něho se

problematiky řešené v této metodice dotýká především § 7 Užití dusíkatých hnojivých látek podle půdně klimatických podmínek stanoviště a § 11 Hospodaření na svažitých zemědělských pozemcích.

2. Používání půdoochranných technologií při pěstování brambor

Eroze půdy je globálním problémem a příčinou půdní degradace. Erozí se odnáší vrchní úrodná vrstva půdy, spolu s organickou hmotou a živinami a půda ztrácí úrodnost. Přibližně polovina výměry orné půdy ČR je ohrožena vodní erozí. Je třeba ji systematicky chránit, aby se omezila ztráta půdy a zabránilo se další degradaci půdního profilu a dopadu negativního vlivu na kvalitu vody (Vopravil, 2010).

Při pěstování brambor na svažitých pozemcích jsou pěstitelé povinni dodržovat podmínky standardu dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy č. 5 "Obhospodařování půdy způsobem, který snižuje riziko degradace půdy a eroze, včetně zohlednění sklonu svahu" a používat půdoochranné technologie dle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům. Účinnost jednotlivých protierozních opatření je rozdílná a závislá na půdních podmínkách a intenzitě konkrétních srážek.

Při zakládání porostu po vrstevnici (POT 2) je povolena odchylka max. 30° od vrstevnice. V praxi vždy dojde k alespoň mírnému odklonu od vrstevnice v důsledku nepravidelné svažitosti konkrétního půdního bloku. Dalším problémem při sázení brambor po vrstevnici je přesné napojení jednotlivých jízd sazeče na svažitých a kamenitých pozemcích, popř. při větší vlhkosti spodní vrstvy půdy, což se může nepříznivě projevit při následných agrotechnických opatřeních (např. nedostříkané nebo přestříkané plochy při aplikaci herbicidů apod.). Často také dochází k posunu kol sazeče po svahu, rozšíření kolejové brázdy a utužení spodní části hrůbků v místech, kde by se měla vsakovat voda zadržaná po srážkách v brázdě (obr. 1). Při intenzivních srážkách dochází ke stékání a akumulaci vody v údolnicích pozemku, kde hrozí riziko protržení hrůbků, při kterém může dojít k intenzivnějším projevům eroze a větším škodám (obr. 2), než kdyby voda v této části pozemku odtékala brázdami

orientovanými po spádnicí. Hrůbky po odkamenění s prosátou nakypřenou půdou jsou bez kamenů náchylné k protržení, proto je třeba sazečem vytvářet mohutnější hrůbky s širší základnou, vyměřčenou nekolejovou brázdou.



Obr. 1: Sázení po vrstevnici a posun kol sazeče v brázdách s utužením spodní části hrůbků a rozšířením kolejové brázdy



Obr. 2: Vodní eroze při sázení brambor po vrstevnici

Dalším možným opatřením je aplikace tuhých organických a statkových hnojiv (s obsahem sušiny nad 13 %) v minimální dávce 25 t/ha (POT 9), s výjimkou hnojiv pocházejících z chovu drůbeže a rovněž se doporučuje provést po vrstevnici. Toto opatření nemusí být účinné a většinou se projeví zlepšením retenční schopnosti půdy až za více let po opakované aplikaci. Při zvýšení dávky mohou vznikat na půdách s vyšším obsahem draslíku problémy s povrchovou strukturou půdy, tvorbou krusty a vsakováním vody ze srážek. Postup je považován za splněný i v případě, že založení porostu přímo předcházela meziplodina. Vhodnou volbou

meziplodiny lze řešit např. problémy se strukturou půdy či nevyváženým obsahem živin.

Z výčtu půdoochranných technologií dle platné legislativy lze u brambor využít obsetí ochrannými pásy plodin (POT 8) podle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 73/2023 Sb. Ochranný pás je založen ve směru vrstevnic s minimální šířkou 22 m. Tytéž ochranné plodiny lze využít při pásovém střídání plodin (POT 10), spočívající v zakládání pásů (po vrstevnici s odklonem do 30°) chráněných a ochranných plodin v minimálním počtu 2 + 2 o šířce 24 až 42 m dle sklonu DPB s maximálním podílem brambor 50 %.

K dosud velmi používaným půdoochranným technologiím při pěstování brambor na mírně svažitých pozemcích patří v našich podmínkách POT 5: odkameňování, důlkování - hrázkování. Tato POT je tvořena následujícími operacemi: rýhování, separace hrud a kamene a sázení do odkameněné půdy. Současně platí, že mezi jednotlivými dvojřádky je prostor, kam byly separátorem uloženy kameny a hroudy. Odkameňování a následné sázení brambor se provádí v kombinaci s důlkováním a hrázkováním v brázdách a na horní straně hrůbků. Pro dostatečnou účinnost je maximální délka řádku po spádnicí 200 metrů. Podmínkou této technologie je požadovaný tvar hrůbku a brázdy.

Důlkování a hrázkování patří mezi nejúčinnější půdoochranná opatření při pěstování brambor na svažitých pozemcích, které dle Vejchara et al. (2019) v technologii s odkameněním snížilo odtok vody z nekolejových brázd o 86 %, z širších kolejových pak o 72 %. Rovněž Gordon et al. (2011) dosáhl na různých pozemcích snížení objemu odtoku vody vytvořením důlků v brázdách o 53–94 %. Vyšší vsakování vody v brázdách a omezení ztráty půdy má ekologický přínos, a projevilo se i neprůkazným zvýšením výnosů hlíz, ale pro vyšší využití aplikovaných živin rostlinami je třeba zadržet vodu v hrůbcích, v oblasti intenzivního prokořenění a uložení hnojiv. Proto jsme se při vývoji vhodných strojů a zařízení pro půdoochranné technologie při pěstování brambor zaměřili na úpravu tvaru hrůbků a brázd s cílem zadržet více vody ze srážek v hrůbcích a omezit její povrchový odtok v brázdách.

Žádné půdoochranné technologie nejsou účinné, pokud není půda udržována v dobrém stavu s vyváženým poměrem vícemocných a

jednomocných kationtů, pro udržení stabilní struktury půdy, a s dostatečným obsahem kvalitní organické hmoty zajišťujícím dobré fyzikální vlastnosti půdy a sorpční kapacitu. Vaněk et al. (2007) uvádějí, že draslík by měl v sorpčním komplexu tvořit 3-4 %, hořčík zhruba 3 x více (10-15 %). Vhodné poměry kationtů v sorpčním komplexu v ekvivaletním vyjádření by tak měly činit: K : Mg : Ca = 1 : 3 : 13,5-15 nebo alespoň 1 : 2 : 9,5-10, při nižší hodnotě KVK (pod 120 mmol chem. ekv. / kg půdy).

Tab. 1: Charakteristika půd zemědělských podniků v BVO na Vysočině

	K	Mg	Ca	K:Mg:Ca	KVK	pH/CaCl₂	C_{org}	C:N
Hloubka	mg/kg (KVK-UF)			mmol chem ekv / kg	mmol (+) /kg	bnbn	%	gfgf
Povrch 0-2 cm	382	84	755	1 : 1 : 3,9	118	4,9	1,01	5,9
Ornice 2-30 cm	277	99	932	1 : 1 : 6,6	120	5,0	1,04	6,5

C:N - poměr organického uhlíku a celkového dusíku v půdě, u stabilních půd s dobrou strukturou je poměr C:N = 9-10:1

KVK-UF - diagnostická metoda pro optimalizaci výživného stavu půd (Matula, 2007)

Z tabulky 1 je patrné, že půdy odebrané u pěstitelů brambor v tradiční bramborářské výrobní oblasti ČR nevyhovují těmto optimálním vlastnostem, vykazují přebytek jednomocných kationtů (zde reprezentovaných pouze K⁺ vzhledem k jeho řádově vyšším obsahům v půdách ve srovnání s dalšími jednomocnými kationty), což má za následek nižší stabilitu půdních agregátů, slévání půdy a zhoršení vsakování vody. Při srážkách dochází k vymývání mobilních dvoumocných iontů z povrchové vrstvy, proto je její stav (během vegetace) horší, než zbytku ornice. Nízký obsah C_{org} a poměr C:N není překvapivý vzhledem k opakovanému intenzivnímu zpracování půdy při pěstování brambor v technologii s odkameněním, jež má za následek zvýšenou mineralizaci organické hmoty v půdě. Tento stav se zpravidla zhoršuje při náhradě běžně používaného hnoje digestátem a kejdou s úzkým poměrem C : N.

S ohledem na Protierozní vyhlášku a nový Strategický plán Společné zemědělské politiky 2023–2027 a rovněž i na Programové prohlášení vlády, dojde od roku 2024 k úpravě protierozní ochrany půdy tak, aby lépe odpovídala specifickým vlastnostem jednotlivých kategorií erozního ohrožení.

Byl vypracován návrh půdochranných technologií (POT) pro pěstování plodin na erozně ohrožených plochách. Předpokládá se, že pěstování brambor na mírně erozně ohrožených plochách I a II bude možné pouze při použití POT uvedených v tabulce 2.

Tab. 2: Navržené půdochranné technologie (POT) využitelné při pěstování brambor*

(Zdroj: Pracovní skupina eroze v DZES, MZe ČR, platnost od roku 2024)

NA MÍRNĚ EROZNĚ OHROŽENÝCH PLOCHÁCH I (MEO I)	
Definice:	Kontrolovatelnost:
ODKAMEŇOVÁNÍ, DŮLKOVÁNÍ - HRÁZKOVÁNÍ U BRAMBOR	
Odkameňování v kombinaci s důlkováním a hrázkováním na povrchu hrůbků a v brázdách doložené geotagovanou fotografií od žadatele. Řádky mají max. délku 200 m a ústí do ochranného pásu min. 22 m širokého, sloužícího k bezpečnému zachycení a odvedení srážky. <u>Doporučení:</u> řádky s odklonem 5-30° od vrstevnice	• prostor se separovanými kameny • viditelné hrázky/důlky do doby zapojení porostu (doložené geotagovanou fotografií pořízenou žadatelem) • max. délka řádku • ochranný pás vyjmenovaných plodin nebo úhor (zelený a nektarodárný), šíře pásu

* tabulka bude aktualizována po schválení novely Nařízení vlády č. 73/2023 Sb., o stanovení pravidel podmíněnosti plateb zemědělcům.

Tab. 2 pokračování

APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY U BRAMBOR	
Aplikace vyjmenovaných tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv použita v hospodářském roce k bramborám v min. stanovené dávce 35 t/ha (evidence). Řádky mají max. délku 200 m a ústí do ochranného pásu min. 22 m širokého, sloužícího k bezpečnému zachycení a odvedení srážky. <u>Doporučení:</u> řádky s odklonem 5-30° od vrstevnice	• aplikace vyjmenovaných hnojiv • min. dávka • max. délka řádku • ochranný pás vyjmenovaných plodin nebo úhor (zelený a nektarodárný), šíře pásu
OSEVNÍ SLED S DOPLŇKOVOU PT	
V osevním sledu složeném z plodin SOF, NOF a VOF bude zastoupen travní porost, ostatní pícnina, nebo dusík vázající plodina min. z 50 %, posuzuje se max. šestileté období. U pícnin nebo dusík vázajících plodin zakládáných v podsevu na více užitkových let je možné započíst rovněž rok založení podsevu. Ve sledovaném období bude provedena minimálně jedna aplikace vyjmenovaných tuhých statkových/organických hnojiv, nebo kejdy skotu/prasat v kombinaci se slámou nebo zeleným hnojením, nebo digestátu v kombinaci se slámou nebo zeleným hnojením v min. stanovené dávce tuhých statkových/organických hnojiv 25 t/ha, kejdy/digestátu 15 t/ha.	• zastoupení vyjmenovaných plodin v osevním sledu • aplikace vyjmenovaných hnojiv • min. dávka hnojiv

Tab. 2 pokračování

ZAKLÁDÁNÍ POROSTU S POMOCNOU PLODINOU	
Zakládání NOF plodin souběžně s pomocnou plodinou do meziřádku nebo v ploše. Dodržení min. 30% pokryvnosti rostlinnými zbytky do doby vzcházení, po vzejití porostu musí být rostlinné zbytky vizuálně prokazatelné.	• vyjmenovaná pomocná plodina/směs • plodina v meziřádku nebo v ploše • min. % pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky do doby vzcházení porostu, poté vizuálně přítomnost rostlinných zbytků

NA MÍRNĚ EROZNĚ OHROŽENÝCH PLOCHÁCH II (MEO II)	
Lze použít i všechna výše uvedená opatření navržená pro NOF na MEO I plochách	
ODKAMEŇOVÁNÍ, DŮLKOVÁNÍ - HRÁZKOVÁNÍ U BRAMBOR	
Odkameňování se provádí v kombinaci s důlkováním a hrázkováním na povrchu hrůbků a v brázdách. <u>Doporučení:</u> řádky s odklonem 5-30° od vrstevnice	• prostor se separovanými kameny • viditelné hrázky/důlky do doby zapojení porostu (geotagovaná fotografie)
OBSETÍ	
Max. 4 ha souvislá plocha jedné plodiny NOF je obseta pásem jiné plodiny s SOF/VOF o min šířce 22 m. <u>Doporučení:</u> na pás použít ochranné plodiny podle aktuální přílohy nařízení vlády (jednoletými a/nebo víceletými) a/nebo travní porost	• max. souvislá plocha plodiny • plodina obsetí • min. šíře obsetí

Tab. 2 pokračování

OCHRANNÉ PÁSY	
Souvislá plocha plodiny NOF, která má max. šířku 220 m je přerušena ochranným pásem min. šíře 22 m. (Z jakéhokoliv bodu v porostu plodin NOF k ochrannému pásu/DPB s vyjmenovanou kulturou/hranicí DPB, není vzdálenost větší než 110 m.) Za ochranný pás pro plodiny NOF se považuje souvislá plocha osetá ostatními píceňinami (jednoletými a/nebo víceletými) a/nebo travním porostem a/nebo ostatními obilninami a/nebo řepkou olejkou a/nebo úhorem (zelený, nektarodárný) o min. šířce 22 m. <u>Doporučení:</u> pás vést ve směru vrstevnic s odchylkou od vrstevnice do 30°	• max. šířka pásu hlavní plodiny • plodina ochranného pásu • min. šířka ochranného pásu
MAXIMÁLNÍ VÝMĚRA PLODINY 10 HA	
Max. 10 ha souvislá plocha jedné plodiny NOF. <u>Doporučení:</u> držet max. nepřerušenou délku odtokové linie porostu pod 220 m; řádky porostu vést ve směru vrstevnic s odchylkou od vrstevnice do 30°	• max. souvislá plocha plodiny NOF • min. šíře pásu/jiné plodiny (viz. Standard omezení plochy jedné plodiny)

Tab. 2 dokončení

APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY	
Aplikace vyjmenovaných tuhých statkových/organických hnojiv nebo kejdy skotu/prasat v kombinaci se slámou nebo zeleným hnojením, nebo digestátu v kombinaci se slámou nebo zeleným hnojením, použita v hospodářském roce k dané plodině nebo meziplodině bezprostředně předcházející hlavní plodině, min. stanovená dávka tuhých statkových/organických hnojiv 25 t/ha, kejdy 15 t/ha	• aplikace vyjmenovaných hnojiv • min. dávka • max. délka řádku • ochranný pás vyjmenovaných plodin nebo úhor (zelený a nektarodarný), šíře pásu
OSEVNÍ SLED	
V osevním sledu bude zastoupen travní porost, ostatní pícnina nebo dusík vázající plodina min. ze 33 %. Posuzuje se max. šestileté období. U pícnin nebo dusík vázajících plodin zakládaných v podsevu na více užitkových let je možné započít rovněž rok založení podsevu.	• zastoupení plodin v osevním sledu

NOF = plodiny s nízkou ochrannou funkcí

SOF = plodiny se střední ochrannou funkcí

VOF = plodiny s vysokou ochrannou funkcí

3. Inovované půdoochranné technologie při pěstování brambor

Jak již bylo uvedeno v předcházející kapitole, mezi nejúčinnější půdoochranná opatření při pěstování brambor na svažitých pozemcích patří důlkování a hrázkování. Proto jsme se při inovaci půdoochranných technologií zaměřili především na vývoj nových strojů a zařízení na úpravu

tvaru hrůbků a brázd včetně tvorby důlků a hrázek s cílem zadržet více vody ze srážek v hrůbcích a omezit její povrchový odtok v brázdách. Na začátku vzcházení brambor se projevilo pozitivně kypření hrůbků s obnovou důlků v brázdách a přihnojením do kořenové zóny. Originální nástroje a stroje vyvinuté ve spolupráci s českou firmou P&L, spol. s r.o. jsou autorsky chráněny 3 patenty (z toho 1 EU), 4 užitnými a 13 průmyslovými vzory a byly v minulých letech opakovaně oceněny hlavními cenami na mezinárodním veletrhu Techagro a agrosalonu Země živitelka.

3.1 Úprava tvaru hrůbků a brázd při sázení pro lepší zadržení vody

Z výsledků polních poloprovozních pokusů dosažených v předcházejících letech do roku 2019 vyplynulo, že na zadržení vody v hrůbcích měla příznivý vliv úprava tvaru hrůbků jejich rozšířením spolu s vyměščením a celkovým zmenšením nekolejové brázdy ve prospěch větších hrůbků (obr. 3). U konvenčních hrůbků se po srážkách horní část zaobluje a voda z jejich povrchu a boků stéká do brázd. K lepší infiltraci vody ze srážek přispělo vytvoření miskovitého tvaru horní strany hrůbku se sklonem pro odtok nevsáknuté vody k nekolejové brázdě. Vzhledem k tomu, že se na všech půdách nepodařilo na dně misky vytvořit požadovanou hrubou strukturu půdy pro zpomalení povrchového odtoku a zadržení vody, zaměřili jsme se na vytvoření důlků nebo žlábků uprostřed misky na vrcholu hrůbku a zároveň větších důlků a hrázek v nekolejové brázdě (obr. 4). Vyvinuté modulátory hrůbků a brázd jsou použitelné pro různé sazeče brambor.

Větší zadržení vody ze srážek v hrůbcích přispělo ke zlepšení vodního režimu v hrůbku a ke stabilizaci výnosů hlíz i v suchých letech. Na omezení vodní eroze se nejvíce podílely velké důlky s hrázkami v nekolejové brázdě, které zachycovaly také přebytečnou vodu z povrchu hrůbků s menší kapacitou pro zadržení srážkové vody. Zadržením vody z horní strany hrůbků v nekolejové brázdě se snižuje povrchový odtok v kolejové brázdě, ve které dochází zpravidla k vodní erozi (obr. 10 v kap. 3.3) po intenzivnějších deštích. Tvar důlků a jejich počet je možné variabilně

měnit podle svažitosti a stavu půdy. Zadržená voda ze srážek v hrůbcích má také příznivý vliv na využití živin z hnojiv aplikovaných při sázení.



Obr. 3: Rozšířené hrůbky s miskovitým tvarem na horní straně a vyměščená nekolejová brázda



Obr. 4: Inovovaný tvar hrůbků a nekolejové brázdy s důlky a hrázkami ve srovnání s konvenčním hrůbkem (vpravo)

3.2 Kypření hrůbků na začátku vzcházení brambor s přihnojením

Při opakovaných srážkách po sázení brambor může docházet k zanášení vytvořených důlků splavenou zeminou a na povrchu hrůbků se často vytváří krusta (zejména na nevápněných půdách s vyšším obsahem draslíku a s horší strukturou a s nevyváženým poměrem kationtů, tab. 1), která omezuje následné vsakování vody. V těchto případech je vhodné na začátku vzcházení brambor provést šetrné kypření povrchu hrůbků (obr. 5 a 6) spojené s obnovou důlků a hrázek v nekolejové brázdě a s případným přihnojením rostlin do kořenové zóny na základě aktuálního obsahu přijatelných živin v hrůbcích. Toto šetrné kypření hrůbků se provádí speciálními hvězdicovitými nástroji, aby nedošlo k poškození vzešlých rostlin a narušení herbicidní clony. Kromě lepšího vsakování srážkové vody do hrůbků a omezení povrchového odtoku bylo zjištěno i vyrovnanější vzcházení porostu brambor. Při kypření lze současně pomocí speciálních dlát směřujících z úpatí nekolejové brázd do kořenové zóny aplikovat kapalná minerální hnojiva. Následně se vytváří v nekolejové brázdě důlky a hrázky pro zadržení srážkové vody, která přispívá k posunu živin z hnojiv ke kořenům rostlin a k lepšímu využití živin rostlinami. Originální kypřič hrůbků Varior 500 (600) má vysokou výkonnost při záběru tří dvojřádků s variabilním automatickým naváděním pro krajní řádky pomocí ultrazvukových vysílačů.

Obr. 5: Kypřič hrůbků Varior 500 s přihnojením a důlkováním





Obr. 6: Rozrušení krusty na povrchu hrůbků s obnovou důlků v nekolejové brázdě

3.3. Setí pomocné protierozní plodiny do kolejové brázdy

Přestože výše uvedenými úpravami tvaru hrůbků (zejména jejich rozšířením a vrcholovou částí ve tvaru misky s vytvořenými důlky) a brázd (větší důlky s hrázkami) je v porovnání s konvenčními hrůbků a brázdami zadrženo více srážkové vody, již pak méně odtéká do kolejové brázdy, zůstává i tak kolejová brázda při intenzivních srážkách nejvíce rizikovým místem z hlediska vodní eroze. Vzhledem k tomu, že pod touto brázdou jsou uloženy kameny, je obtížné vytvořit kvalitní důlky, které pak mohou být poškozeny přejezdem techniky. Z různých opatření včetně důlkování a hrázkování, které jsme opakovaně testovali, se nejvíce osvědčilo zasetí pomocné plodiny (ozimá pšenice nebo ozimé žito) již při sázení nebo při kypření (plečkování) před/na začátku vzcházení brambor. Na obr. 7 je zachycen sazeč se zařízením na setí pomocné plodiny do kolejové brázdy před kolo sazeče, které zavláčené osivo přimáčkne a vytvořený dezén po pneumatice následně zpomaluje povrchový odtok vody až do prokořenění půdy a zapojení porostu (obr. 8). Jak vyplývá z obr. 9, zasetí ozimé pšenice omezilo vodní erozi v kolejové brázdě. Také na obrázku 10 je po intenzivním dešti zřejmý rozdíl mezi neosetou a osetou kolejovou brázdou doplněnou důlky.



Obr. 7: Sázení brambor s důlkováním a přísevem pšenice do kolejové brázdy



Obr. 8: Pšenice po vzejití v kolejové brázdě s dezénem pneumatiky po sazeči



Obr. 9: Kolejová brázda se zasetou pšenicí (vlevo) ve srovnání s neosetou brázdou s projevy vodní eroze (vpravo)



Obr. 10: Kolejová brázda s důlkováním a zasetou pšenicí (vlevo) ve srovnání s neosetou brázdou s projevy vodní eroze (vpravo) po intenzivním dešti

Kromě setí pomocné plodiny při sázení je možné sít také při kypření hrůbků nejlépe před vzcházením brambor (obr. 11), kdy došlo při vyšších teplotách k rychlejšímu vzcházení a odnožování pšenice. Problémem zůstává použití herbicidů k bramborám, jejichž působení na pšenici se v jednotlivých letech lišilo. Pomocné plodiny zaseté do kolejové brázdy mohou zlepšovat nepříznivou bilanci C (uhlíkovou stopu) při pěstování brambor (obr. 12).

Obr. 11: Kypření hrůbků na začátku vzcházení brambor s obnovou důlků v brázdě, přihnojením a setím pšenice do kolejové brázdy





Obr. 12: Kolejové brázdy oseté ozimou pšenicí při kypření před sklizní brambor

4. Ověřování nových postupů v polních pokusech

4.1 Metodika poloprovozních pokusů

Výše popsané postupy úpravy hrůbků a brázd byly ověřovány v poloprovozních pokusech v podniku ZAS Věž, a.s. (okr. Havlíčkův Brod; BVO; 510–580 m n. m.) na svažitéch MEO plochách se sklonitostí 3,9°–5,4° se střední, příp. lehkou půdou v letech 2020–2023. Pokusy byly založeny technologií odkameňování. Před rýhováním byla aplikována část z celkové kalkulované dávky dusíku, zpravidla síran amonný v dávce 250–300 kg/ha nebo 150 l DAM/ha a PK hnojiva podle obsahu živin v půdě. Při sázení (6.–12. května, v roce 2023 až 22. 5.) bylo do hrůbků po obou stranách hlíz aplikováno 80 (příp. 40) kg N/ha v hnojivu UREA^{stabil}. Sázení (odr. Antonia) bylo provedeno inovovaným sazečem Grimme GB 230 s úpravami tvaru hrůbků a nekolejových brázd dle variant pokusu (tab. 3) s možností osevu kolejové brázdy pomocnou protierozní plodinou, již byla ozimá pšenice (odnoživá odrůda s rychlým počátečním růstem). Modulátory hrůbků byly upraveny tak, aby ve srovnání s běžnými sazeči Grimme vytvářely mělčí nekolejovou brázdou a hrůbky s rozšířeným plochým vrcholem miskovitého profilu – kontrolní varianta „miska“ (obr. 3, kap. 3.1). Tento tvar hrůbků a nekolejové brázdy je schopen zadržet více vody ze srážek než konvenční hrůbky, což potvrdily výsledky řešení předcházejícího projektu. Tři až čtyři týdny po sázení před/na počátku vzházení porostu bylo strojem VARIOR 500 (600) provedeno kypření povrchu hrůbků s obnovou důlků v nekolejové brázdě u třech variant

Tab. 3: Popis variant poloprovozních pokusů

Var.	Minerální hnojení kg N/ha	Hrůbký upravený s miskou, vyměřčená nekolejová brázda + další úpravy:	
		Hrůbků a nekolejové brázdy	Kolejové brázdy
Kontrola „Miska“	80+0	0	0
Důlkování	80+0	+ velké důlky a příčné hrázky na vrcholu hrůbků + důlky a hrázky v nekolejové brázdě	0
Důlkování + osetí při sázení	80+0	+ velké důlky a příčné hrázky na vrcholu hrůbků + důlky a hrázky v nekolejové brázdě	Při sázení: + osetí + dezén pneu
Důlkování + kypření	80+0	+ velké důlky a příčné hrázky na vrcholu hrůbků + důlky a hrázky v nekolejové brázdě + kypření hrůbků s obnovou důlků v nekolejové brázdě	
Důlkování + kypření + osetí při kypření	80+0	+ velké důlky a příčné hrázky na vrcholu hrůbků + důlky a hrázky v nekolejové brázdě + kypření hrůbků s obnovou důlků v nekolejové brázdě	Při kypření: + osetí + hrázkování
Důlkování + kypření s přihnoje- ním	40+40	+ velké důlky a příčné hrázky na vrcholu hrůbků + důlky a hrázky v nekolejové brázdě + kypření hrůbků s obnovou důlků v nekolejové brázdě + přihnojení do kořenové zóny	

pokusu. Současně byla u některých variant do kolejové brázdy zasetá pomocná plodina nebo speciálním dlátem aplikováno kapalné hnojivo do kořenové zóny rostlin z jedné strany hrůbku, směrem z nekolejové brázdy opatřené důlky zadržujícími vodu ze srážek. Hnojiva byla volena dle obsahu živin v hrůbku stanoveného před kypřením tak, aby bylo aplikováno zbývajících 40 kg N/ha a mikroprvky potřebné z hlediska kvality hlíz brambor (DAM + Bor 150, AmisaN MnZn + Bor 150 v dávce 3 g B/ha, AmisaN). Porost byl vždy ošetřen herbicidem preemergentně (Plateen 41,5 WG v dávce 2,5 l/ha). V průběhu vegetace byly řešeny ohniskové výskyty plevelů (Arcade 880EC). Při likvidaci pýru v roce 2022 graminicidem (Agil 1,5 l/ha) došlo vlivem úletu přípravku (i přes lokální aplikaci) k částečnému poškození pšenice, kterou byly osety kolejové brázdy u variant 3 a 5, což nepříznivě ovlivnilo jejich protierozní účinnosti při simulaci deště. V průběhu vegetace bylo prováděno ošetření fungicidy proti plísní bramboru podle prognózy výskytu plísně bramboru (zdroj VÚB). Před sklizní byly provedeny odkopy ke stanovení vlivu hloubky uložení hlízy pod důlek či hrázku na dosažený výnos a také vliv osetí kolejové brázdy. Pokusy byly sklizeny v termínech od 17. 9. do 10. 10.

4.2 Vliv nových postupů na výnos hlíz brambor

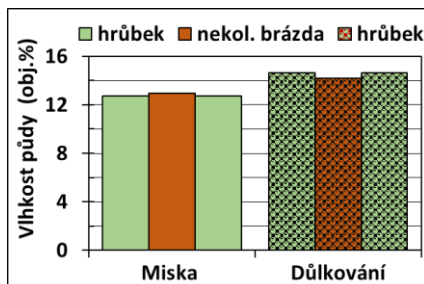
Horní část hrůbků i nekolejová brázda byly již při sázení opatřeny důlky pro zadržení většího množství vody ze srážek v hrůbcích a lepší dostupnost vody pro rostliny i zpřístupnění živin z hnojiv. Důlky tuto funkci plnily, jak dokládá obrázek 13 i měření vlhkosti půdy v hrůbcích a nekolejové brázdě kontrolní varianty a varianty s důlkováním (graf 1). U kontrolní misky stékalo větší množství vody do brázd a v půdě nekolejové brázdy byla vždy vyšší vlhkost půdy než v hrůbcích (až o 2,6 obj. %). Po důlkování byla vlhkost půdy v hrůbcích téměř vždy vyšší než v nekolejové brázdě. Půda v celém záhonu byla více provlhčena (o jednotky procent) než u kontrolní varianty. Konkrétní rozdíly závisí na fázi vegetace (odběr vody rostlinami) a termínu měření vůči předcházejícím srážkám. Důlky plnily svou funkci po celou dobu vegetace, i když došlo v důsledku srážek k částečnému zanesení důlků splavovanou sedimentovanou půdou (obr. 14).



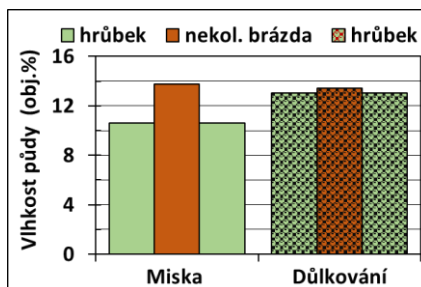
Obr. 13: Důlky na vrcholu hrůbků a v nekolejové brázdě po přirozených srážkách

Graf 1: Vlhkost půdy po různých úpravách hrůbků a nekolejové brázdy (poloprovozní pokus Věž, 2021 a 2023)

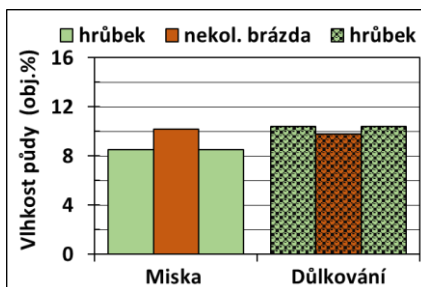
1a: 29. 7. 2021



1b: 28. 6. 2023



1c: 3. 8. 2023



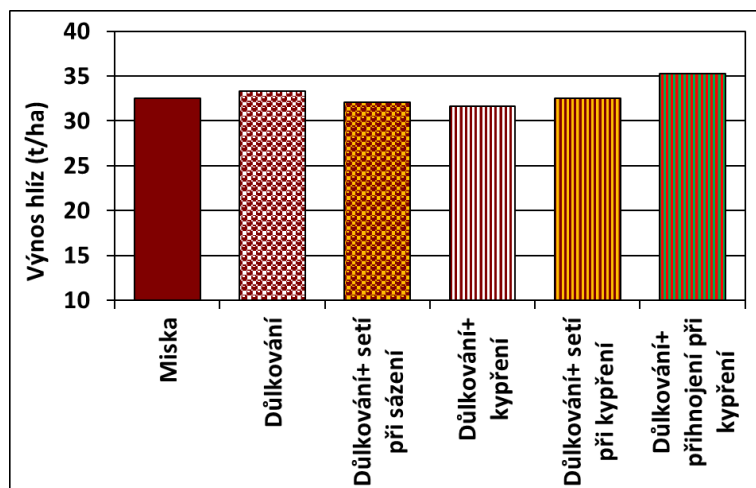


Obr. 14: Stav důlků na vrcholu hrůbků a v nekolejové brázdě před sklizní brambor

Různá dostupnost vody pro rostliny v jednotlivých typech hrůbků se v suchých letech projevuje významnými rozdíly ve výnosech hlíz (Růžek et al., 2018). Během sledovaného období byly dva ročníky srážkově nadnormální a dva se vyznačovaly suchými periodami v letním období. Na počátku byl vždy patrný vizuálně lepší stav porostu u variant s důlkováním a vyšší vlhkostí půdy (graf 1), ale její zásoba nebyla dostatečná pro překonání několikatyždenního období s minimálními srážkami. V letech 2020 a 2021 byla výše dosažených výnosů hlíz negativně ovlivněna krátkou vegetační dobou způsobenou pomalým vzházením porostu během chladného a vlhkého května, v roce 2020 navíc předčasně ukončenou kvůli vysokému tlaku plísňě bramboru. V roce 2022 byl porost negativně ovlivněn opakovanými aplikacemi herbicidů. Nejhorší dopad však měl suchý červenec – polovina srpna, kdy zaschla z větší části nať brambor. Vzhledem ke stádiu zralosti byly obavy ze zmlazování po avizovaných srážkách a poškození kvality hlíz, proto byla předčasně ukončena vegetace desikací nati již 22. 8. Výnosy hlíz brambor s aplikací celé dávky dusíku při sázení v těchto letech dosahovaly pouze 25–33 t/ha, nejvyšší byly po důlkování při sázení bez dalších úprav. Samotné kypření výnosy hlíz neovlivnilo. Pokud proběhlo současně přihnojení druhou polovinou kalkulované dávky dusíku a doplnění deficitních mikroprvků, nastalo v letech 2021 a 2022 zvýšení výnosu hlíz o 7-8 t/ha. Příznivě se zde projevila aplikace hnojiva do kořenové zóny v době, kdy rostliny začínají odebírat živiny z půdy i případný vliv dalších živin (S, B, Mn, Zn). V roce 2023 byly, i přes pozdní sázení (převlhčená

půda po dubnových intenzivních srážkách), nejlepší podmínky pro růst brambor za celé sledované období. Mezi různými variantami hnojení a úprav hrůbků a brázd nebyly významné rozdíly ve výnosu hlíz (38–42 t/ha), nejvyšší byl dosažen po důlkování při sázení bez dalších úprav. V průměru 4 let ověřování poskytla nejvyšší výnosy varianta s přihnojením za vegetace, následovaná právě důlkováním při sázení (graf 2).

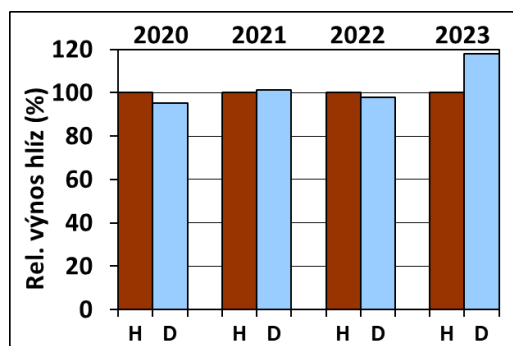
Graf 2: Výnos hlíz brambor při různých úpravách hrůbků a brázd (průměr 2020–2023, poloprovozní pokus Věž)



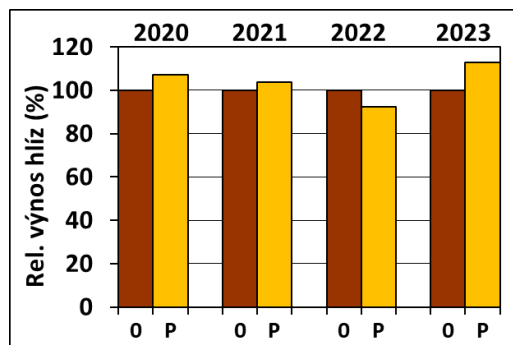
S výjimkou roku 2023 bylo u důlkovaných variant zjištěno pod důlky nižší nasazení hlíz než pod hrázkami (v průměru o 1,5 hlízy na rostlinu), vliv na jejich velikost nebyl jednoznačný. Za celé sledované období byl výnos z rostlin pod důlky na úrovni 103 % výnosu z rostlin pod hrázkami (graf 3), z čehož je patrné, že mělčí uložení matečných hlíz pod důlky (min. 10 cm při sázení) nemělo negativní dopad na výnos této varianty, která byla ve většině let nejvýnosnější variantou s aplikací plné dávky dusíku při sázení. Negativně se neprojevovalo ani osetí koleje brázd, i když zde bylo zvažováno riziko snížení výnosu v důsledku konkurence brambor a pomocné plodiny o vodu a živiny. Nasazení hlíz v hrůbkách vedle osetých brázd bylo většinou vyšší (až o 2 hlízy na rostlinu) než v hrůbkách sousedících s neosetou brázdou, vliv na velikost hlíz nebyl průkazný.

Výnos z hrůbků vedle osetých brázd dosáhl v průměru sledovaného období úrovně 104 % výnosu z hrůbků bez konkurence pomocné plodiny v brázdě (graf 4). Vzhledem k opakovanému poškození pšenice herbicidy bude třeba výběru pomocné plodiny a jejímu vlivu na hlavní plodinu včetně konkurence o vodu a živiny věnovat další pozornost. Jako pomocné plodiny při setí do brázd by neměly být doporučovány plodiny s pomalým počátečním růstem a nízkou ochrannou funkcí (NOF).

Graf 3: Výnos hlíz brambor u varianty s důlkováním: relativní výnos z rostlin pod hrázkami (H) a důlky (D), kde výnos pod hrázkou = 100 % (ruční odkopy, poloprovozní pokus Věž)



Graf 4: Výnos hlíz brambor u varianty s důlkováním, kypřením a osetím koležové brázdy při kypření: relativní výnos z hrůbků vedle neoseté brázdy (O) a vedle brázdy s pomocnou plodinou (P), kde hrůbek u prázdné brázdy = 100 % (ruční odkopy, poloprovozní pokus Věž)



4.3 Vliv nových postupů na erozi půdy

Vodní eroze je proces, při kterém dochází k odnosu půdy a erozních částic vodou, a tvoří jeden z hlavních druhů půdní eroze. Při intenzivních nebo dlouhotrvajících srážkách se může vytvořit povrchový odtok, který unáší půdní částice s sebou (Janeček. 2008). Intenzita těchto jevů je dána především povětrnostními podmínkami, sklonitostí pozemku, typem a vlastnostmi půdy. Povrchová vrstva půdy bývá zatížena pesticidy i hnojivy. Jejím smyvem dochází ke ztrátám úrodné půdy a živin, při splachu do povrchových vod pak i k jejich znečištění (pesticidy, NP-eutrofizace aj.) a příp., až poškození vodních organismů. Pro předcházení těmto jevům jsou uplatňovány půdoochranné technologie dle stávající legislativy a vyvíjeny nové postupy, které byly ověřovány ve zmíněném pokusu.

4.3.1 Metodika měření eroze pomocí simulátoru deště

Různé postupy zakládání porostu brambor ověřované v poloprovozním pokusu a popsané v kapitole 4.1. byly hodnoceny i z hlediska protierozní účinnosti. K měření byl využit polní simulátor deště. Měření spočívá v rozstříku vody na ohraničenou plochu o výměře 21 m² pomocí čtyř trysek s intenzitou 1,2 mm/min., měření povrchového odtoku a odběru vzorků z výustě odtokového žlabu ke stanovení množství nerozpuštěných látek a výpočtu celkové ztráty půdy. Byl použit standardizovaný postup: 30 minutové zadeštění, technologická přestávka 15 minut, po níž bylo provedeno druhé zadeštění o délce 15 minut. První zadeštění se provádělo na půdě s přirozenou vlhkostí, druhé pak na půdě nasycené vodou po prvním zadeštění. Měření probíhalo každý rok ve dvou termínech, které vycházejí z pěstebních období uváděných v Janeček kol. (2012), což zde představovalo 10–16 dní po kypření hrůbků a o měsíc později. U všech úprav hrůbků a brázd, tedy na variantách 1-5 uvedených v tabulce 3. byla eroze sledována v letech 2020–2023, s výjimkou varianty důlkování + osetí při sázení, kde byla měřena až v posledních dvou letech. Z důvodu přehlednosti bude dále uvedeno souhrnné vyhodnocení variant za celé sledované období. Standardní srovnávací variantou byl kypřený černý úhor.

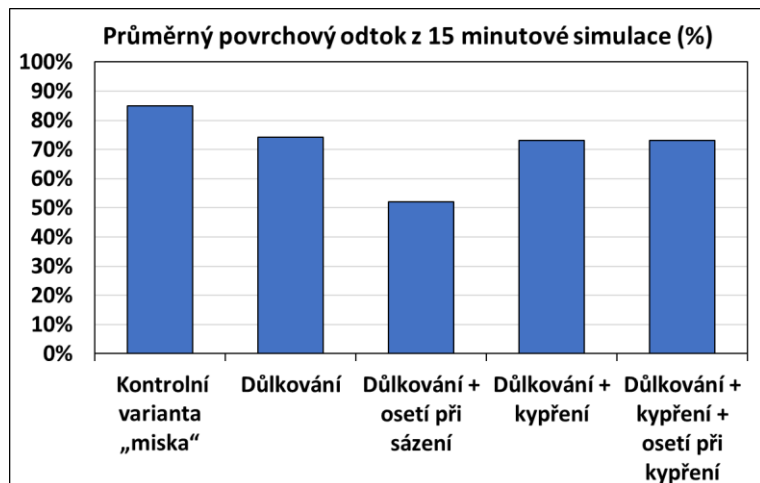
4.3.2 Protierozní účinky nových postupů

Kontrolní variantou v polním pokusu byla „miska“ - hrůbky s miskovitým povrchem a mezi nimi vyměřčená nekolejová brázda (obr. 3), vzhledem k robustnosti hrůbků a ploše jejich vrcholu je již tato varianta zlepšujícím postupem ve srovnání s běžným tvarem hrůbků. Kontrolní variantou při simulaci srážek je standardně černý kypřený úhor. Hodnoty povrchového odtoku i ztráty půdy zjištěné na úhoru představují 100 % a k němu byly vztaheny ověřované varianty. Povrchový odtok z 30 minutové simulace na suchou půdu uvádí graf 5. Nejvíce vody odteklo z kontrolní misky, každá další úprava hrůbků a brázd se projevila zadržením většího množství vody – důlkování o 11 %, kypření s obnovou důlků v nekolejové brázdě o dalších 6 %. Nejvíce vody zadržely varianty s osetím kolejové brázdy. Důlkování a osetí při sázení zadrželo o 44 % více vody než miska. Tato varianta zadržela nejvíce vody i při druhé simulaci na nasycenou půdu (graf 6), kdy již rozdíly mezi variantami byly menší, ale všechny ověřované úpravy se projeví příznivě a opět omezily povrchový odtok ve srovnání s kontrolní miskou (cca o 17 %).

Graf 5: Průměrný povrchový odtok za sledované období (30minutová simulace na suchou půdu)

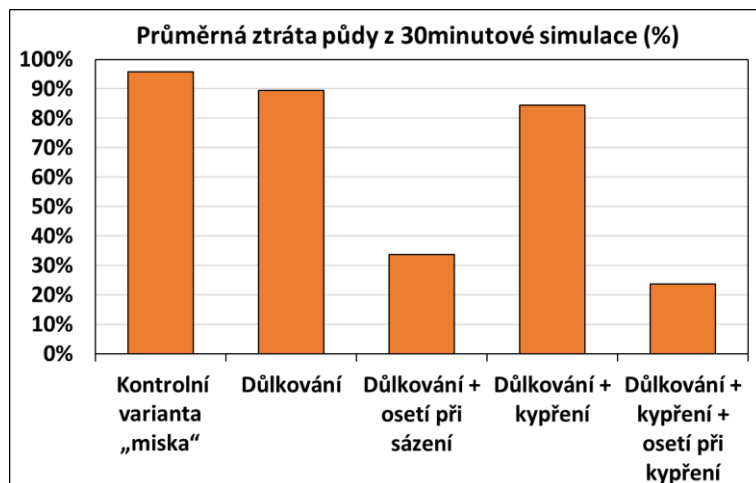


Graf 6: Průměrný povrchový odtok za sledované období (15minutová simulace na nasycenou půdu)

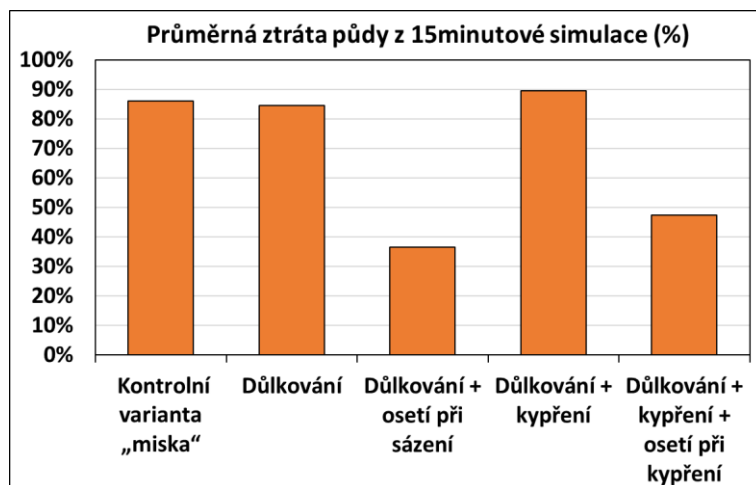


Pomocná protierozní plodina v kolejové brázdě se ještě výrazněji projevila při měření ztráty půdy, která byla po první 30 minutové simulaci o 62–72 % nižší než u kontrolní misky (graf 7). V absolutních číslech bylo z kontrolní misky splaveno 6,3 t půdy/ha, u důlkování s osetím již při sázení 2 t/ha a při kombinaci důlkování a kypření s osetím pouze 1,6 t/ha. U samotného důlkování došlo ke splavení 5,9 t/ha a u důlkování + kypření bylo splaveno 5,5 t sedimentu /ha. I při druhé simulaci bylo nejméně půdy splaveno po důlkování a osetí kolejové brázdy již při sázení (1 t/ha), porost setý až při kypření dokázal zadržet méně půdy (ztráta 1,5 t/ha). U ostatních variant byly dosaženy téměř shodné výsledky se ztrátou půdy 2,7–2,9 t/ha (graf 8). V některých ročnících s intenzivními srážkami došlo k částečnému zanesení důlků půdou erodovanou při přirozených srážkách a tím se snížila jejich kapacita, patrné však byly vždy až do sklizně (obr. 14, kap. 4.2). Varianta s kypřením má vysokou infiltrační schopnost, ale může být zranitelná z hlediska ztráty půdy, pokud přijdou silné srážky na čerstvě nakypřený povrch, a to zejména na lehké půdě.

Graf 7: Průměrná ztráta půdy za sledované období (30minutová simulace)



Graf 8: Průměrná ztráta půdy za sledované období (15minutová simulace)



Během čtyřletého měření vykazaly všechny ověřované úpravy hrůbků i obou typů brázd vyšší odolnost vůči vodní erozi než srovnávací miskovitě hrůbky bez dalších úprav. V obou ukazatelích byly nejúčinnější nové postupy se setím pomocné plodiny do kolejevé brázdy v jedné operaci se

sázením nebo kypřením před/při vzházení porostu. Kořenový systém rostlin v brázdě urychlil a zvýšil infiltraci vody do půdy a zejména zpevnil dno brázdy a zabránil splavení půdy z ní. Nadzemní část rostlin zpomalila povrchový odtok, čímž podpořila sedimentaci unášených částic půdy. U technologií využívajících kypření se prokázal příznivý vliv kypření na infiltraci vody, zejména při srážce na suchou půdu. Důlky na vrcholu hrůbků i v brázdě vytvořily retenční prostor pro srážkovou vodu, která tak měla více času na infiltraci do půdy a rovněž sloužily jako sedimentační pasti pro erodovanou půdu, čímž omezily její ztrátu. Při opakovaných intenzivních nebo dlouhotrvajících srážkách erodovaná zemina sedimentující v důlcích snižuje jejich kapacitu pro vodu a omezuje jejich funkci. Proto je důležité, aby při sázení byly vytvořeny robustní hrůbky se širokým vrcholem, na němž je možné vytvořit důlky s velkou kapacitou a pevnými přehrádkami mezi důlky. U vhodně formovaných hrůbků s vrcholem mírně spadajícím směrem k nekolejové brázdě dochází po naplnění důlků na vrcholech hrůbků k jejímu stékání do nekolejové brázdy opatřené velkými důlky, které je možno během vegetace obnovit. Při silných srážkách přesto dochází k povrchovému odtoku kolejovou brázdou, který byl efektivně omezen jejím osetím ochrannou plodinou.

Na základě víceletého měření eroze z různých upravených hrůbků a brázd lze pěstitelům brambor jako neúčinnější opatření doporučit důlkování – hrázkování vrcholu hrůbků a nekolejové brázdy se současným výsevem vhodné pomocné plodiny do brázdy kolejové nebo pozdějším osevem kolejové brázdy při kypření povrchu hrůbků, při němž probíhá i obnova důlků v nekolejové brázdě, příp. přihnojení porostu. Implementace ověřovaných protierozních technologií při pěstování brambor může přispět k udržitelnějšímu a efektivnějšímu zemědělství.

4.4 Vliv nových postupů na výskyt plevelů a problematika aplikace herbicidů

V současné době lze v tradiční bramborářské oblasti ČR technologii s odkameňováním považovat za konvenční postup. V podmínkách této technologie pěstování brambor jsou v praxi minimálně používány jakékoli mechanické zásahy po sázení brambor, regulace plevelů je řešena téměř výhradně herbicidy.

Základ herbicidní ochrany u brambor tvoří preemergentní aplikace, kterou je třeba vždy upřednostnit před aplikací postemergentní, a to zejména z důvodu vyšší účinnosti. Pro preemergentní aplikaci je v současné době možné využít sedmi účinných látek – aclonifen (Bandur), clomazone (např. Command 36 CS), flufenacet (Plateen 41,5 WG), flurochloridone (Racer 25 EC), metobromuron (Proman), metribuzin (např. Sencor Liquid, Plateen 41,5 WG, Arcade 880 EC), prosulfocarb (např. Arcade 880 EC, Roxy 800 EC).

Základem preemergentní (ale i postemergentní) ochrany brambor zatím zůstávají herbicidy na bázi metribuzinu. Tyto přípravky mají velmi dobrou účinnost na většinu dvouděložných jednoletých plevelů, ale i některých jednoděložných (např. ježatka kuří noha v raných vývojových stádiích). Samotný metribuzin (např. v přípravku Sencor Liquid) není účinný proti svízele přitule, proto je nutná pro regulaci tohoto plevelu kombinace s clomazonem (např. Command 36 CS). V dalších přípravcích, kde je metribuzin ve spojení s další účinnou látkou, je posílena účinnost na některé plevelné druhy, včetně svízele. Jedná se o spojení s flufenacetem v herbicidu Plateen 41,5 WG a s prosulfocarbem v herbicidu Arcade 880 EC. Plateen 41,5 WG patří k základním herbicidům používaným v bramborách. Pro aktivaci účinných látek po aplikaci je však více náročný na půdní vlhkost. Tato vlastnost se stala jeho slabší stránkou v řadě případů v roce 2021. Herbicid Arcade 880 EC svou účinností patří k vynikajícím herbicidům v bramborách. Je účinný na řadu hůře hubitelných plevelů, včetně laskavce ohnutého. K jeho nesporným výhodám patří i možnost aplikace časně postemergentně. Toho lze s úspěchem využít, pokud se např. z organizačních důvodů opozdí preemergentní aplikace, nebo k opravným zásahům. Herbicidy na bázi samotného metribuzinu pak patří ke standardním přípravkům pro postemergentní aplikace. Při těchto aplikacích je však třeba brát ohled na odrůdovou citlivost brambor k metribuzinu.

Další účinnou látkou často využívanou v bramborách je metobromuron obsažený v přípravku Proman. U této účinné látky je podobně jako u metribuzinu třeba posílit účinnost ke svízele přitule. Standardně se používá v kombinaci s clomazonem (Command 36 CS). S úspěchem je lze použít i v kombinaci s dalšími účinnými látkami, jako je aclonifen (Bandur), nebo prosulfocarb (Roxy).

Účinná látka aclonifen (Bandur) má dobrou účinnost na široké spektrum plevelů vyskytujících se v bramborách. Mezi středně citlivé plevele patří např. opletka a svízel přitula, téměř neúčinný je na lilek černý. Vhodné je použití v kombinaci s herbicidem Plateen 41,5 WG, kterou lze využít pro pozemky se silným zaplevelením jednoletými dvouděložnými plevely. Často je tato kombinace využívána pěstiteli v ranobramborářské oblasti.

Účinná látka flurochloridon je obsažena v herbicidu Racer 25 EC. Tento herbicid vykazuje k jednoletým dvouděložným plevelům poměrně dobrou účinnost. Nižší účinnost byla v pokusech zaznamenána k opletce, merlíku bílému či ježatce, vysoká naopak k lilku černému. Nevýhodou tohoto herbicidu je riziko fytotoxické reakce u brambor, proto musí být aplikován co nejdříve po sázení (3–5 dní).

Všechny jmenované účinné látky vytvoří v povrchové vrstvě půdy herbicidní film, který zajišťuje plevelohubnou účinnost. Aby tento film fungoval, je třeba dostatečná půdní vlhkost při nebo po aplikaci herbicidů. Důležitým předpokladem je tento film mechanicky nepoškodit, aby byla zajištěna i reziduální účinnost. Proto se aplikace herbicidů provádí až po případné poslední mechanické kultivaci.

Tab. 4: Vliv nových postupů na výskyt plevelů

Úprava hrůbků a brázd	Termín hodnocení – vývojová fáze prostu		
	po plném vzejití porostu (BBCH 18)	porost ve fázi květu (BBCH 65)	před sklizní (BBCH 98)
Odkameňování standardní	9,0	8,5	8,2
Miska – širší hrůbky, vymělčená nekol. brázda,	8,9	8,7	8,2
Důlky na vrcholu hrůbků a v nekolejové brázdě	8,7	8,6	7,8
Kypření povrchu hrůbků na počátku vzcházení	9,0	8,5	8,1

Půdoochranné postupy, které jsou v této metodice uváděny, ovlivňují vodní režim v půdě. Kypření hrůbků k rozrušení povrchové krusty strojem Varior 500 představuje mechanický zásah, prováděný zpravidla až po aplikaci herbicidů. V tříletém období byl sledován vliv nových půdoochranných postupů na účinnost herbicidů a výskyt plevelů. Celkové zaplevelení bylo každoročně hodnoceno ve třech termínech (po plném vzejití porostu, ve fázi květu porostu a před sklizní). V tabulce 4 je průměrné hodnocení za celé období. Pro hodnocení byla použita devítibodová stupnice, kde 9 = porost bez výskytu plevelů a 1 = velmi silné zaplevelení podstatně ovlivňující vývoj rostlin brambor a výnos hlíz. V pokusu byl aplikován herbicid Plateen 41,5 WG v registrované dávce 2,5 kg/ha.

Herbicidní účinnost přirozeně klesala v průběhu vegetace. Mezi variantami však nebyly zjištěny významné rozdíly způsobené použitím půdoochranných postupů ve srovnání s klasickou technologií odkameňování bez úprav tvaru hrůbků a brázd. Ani kypření hrůbků před/při vzcházení porostu negativně neovlivnilo zaplevelení porostu, neboť rozrušení povrchové krusty je prováděno šetrně pomocí hvězdic a narušení herbicidního filmu je minimální. Dalším důležitým faktorem je, že po tomto zásahu rostliny bramboru brzy vytvoří plevelům konkurující porost.

Při úpravě kolejové brázdy zasetím pomocné plodiny musí být použito preemergentního herbicidu řešeno s ohledem na zvolenou plodinu. V našich pokusech jí byla ozimá pšenice setá při sázení brambor nebo při kypření před vzejitím. Současně byly ověřovány vhodné herbicidní účinné látky. Z výsledků vyplývá, že silnými faktory ovlivňujícími nebezpečí poškození pomocné plodiny jsou ročník a termín aplikace herbicidu vzhledem k termínu setí.

Obecně lze konstatovat, že nižší nebezpečí poškození je při aplikaci herbicidu před vzejitím pšenice. Mezi účinné látky, které nepředstavují pro pšenici riziko, patří prosulfocarb (Roxy, Boxer; obr. 15) nebo aclonifen (Bandur; obr. 16). Metribuzin je možné používat ve snížené dávce (Sencor Liquid do 0,5 l/ha). V minulosti se osvědčila i aplikace herbicidu Plateen 41,5 WG (metribuzin, flufenacet), avšak v ročníku 2023 způsobovala částečné poškození pšenice. Tento herbicid má nižší účinnost na některé

jednoděložné jednoleté plevely. V době aplikace v roce 2023 byly příznivé podmínky pro působení herbicidů. Byly to zejména vlhkostní poměry v půdě, které podpořily rychlou aktivaci účinných látek v herbicidním filmu a tím razantnější účinek na rostliny. Za spolehlivou lze považovat aplikaci flurochloridonu (Racer 25 EC; obr. 17), která se provádí do 3 – 5 dnů po sázení, pokud je současně vysévána pšenice. Tato aplikace může způsobit pouze slabé poškození pšenice. Mezi účinné látky, které v tomto případě nelze použít patří metobromuron (Proman; obr. 18) a clomazon (Command 36 CS).

Obr. 15: Pšenice po aplikaci prosulfocarbů po setí – nepoškozeno



Obr. 16: Pšenice po aplikaci aclonifenu po setí – velmi slabé poškození



Obr. 17: Pšenice po aplikaci flurochloridonu po setí – slabé poškození



Obr.18: Pšenice po aplikaci metobromuronu po vzejití – zcela poškozený porost



Pokusy ukázaly, že při osetí kolejové brázdy pomocnou plodinou je výběr herbicidů složitý a značně omezený, obzvláště pokud by byla použita směs plodin. V technologii pěstování brambor s osem kolejové brázdy by bylo vhodné nahradit běžné herbicidy (alespoň částečně) jinými způsoby likvidace plevelů. Nabízí se využití kypřiče hrůbků VARIOR 500 osazeného pracovními nástroji pro mechanickou likvidaci plevelů. Na začátku vzcházení plevelů před vzejtím brambor jsou použity nástroje pro pletí boků hrůbků a přilehlé části kolejové brázdy a brány pro pletí horní části hrůbků (obr. 19). Pletí může být prováděno i později při vzcházení brambor, kdy díky variabilní skladbě pracovních jednotek dochází

současně ke kypření povrchu hrůbků, přihnojení, důlkování nekolejové brázdy a pletí boků hrůbků a přilehlé části kolejové brázdy. Tyto postupy mechanické likvidace plevelů jsou již uplatňovány při pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s omezenými vstupy pesticidů a hnojiv (Kasal et al., 2021) a lze je doporučit i do systému integrované produkce brambor.



Obr.19: Mechanická likvidace vzcházejících plevelů před vzejitím brambor

4.5 Metodika polních výživářských pokusů

Polní výživářský pokus

Na odkameněných pozemcích VS Valečov VÚB, s.r.o. Havlíčkův Brod (BVO, 460 m n. m., roční úhrn srážek 672 mm, průměrná roční teplota vzduchu 7,9°C – dlouhodobý průměr 1981-2010; půdy lehké až středně těžké, písčitohlinité až hlinitopísčité) byly v letech 2019-23 založeny polní výživářské pokusy s různými způsoby aplikace minerálních dusíkatých hnojiv a úpravami hrůbků a nekolejové brázdy. Pokus byl umístěn na rovinatém pozemku, aby nedocházelo k pohybu živin po svahu mezi jednotlivými parcelami. Předplodinou byly obilniny nebo silážní kukuřice. Na podzim předcházejícího roku byl vždy na pokusnou plochu aplikován a zaorán hnůj (15 - 26 t/ha). Na podzim roku 2018 též meziplodina (hořčice) zasetá po sklizni ozimé pšenice. Před jarním zpracováním půdy bylo aplikováno hnojivo PATENTKALI (30 % K_2O , 10 % MgO) v dávce 0,4 t/ha. Při sázení brambor (mezi 6. a 22. květnem) bylo po obou stranách hlíz aplikováno minerální dusíkaté hnojivo $UREA^{stabil}$ dle variant pokusu. Sázení (odr. Antonia) bylo provedeno inovovaným sazečem Grimme GB

230, který ve srovnání s běžnými sazeči, vytváří mělký nekolejovou brázdu a hrůbky s rozšířeným plochým vrcholem miskovitého profilu – kontrolní varianta „miska“. Tři až čtyři týdny po sázení před/na počátku vzcházení porostu bylo u některých variant strojem VARIOR 500 provedeno kypření povrchu hrůbek s obnovou důlků v nekolejové brázdě a případně přihnojení kapalným hnojivem DAM, který byl aplikován speciálním dlátem do kořenové zóny rostlin směrem z nekolejové brázdě opatřené důlky zadržujícími vodu ze srážek (tab. 5). V průběhu vegetace byly aplikovány pesticidy dle podmínek ročníku: preemergentní ošetření herbicidem Planteen 41,5 WG (ú.l. metribuzin a flufenacet) v dávce 2,5 l/ha, příp. herbicidy Sencor Liquid (ú.l. metribuzin) a Command 36 CS (ú.l. clomazon) v dávce 0,75 + 0,25 l/ha, 7–10 ošetření proti plísni bramboru a alternáriovým skvrnitostem, 1-2 proti mandelince bramborové. Vegetace byla vždy ukončena mechanickým rozbitím nati (8. 9. – 3. 10.), hlízy byly sklizeny maloparcelkovým sklízečem Samro.

Tab. 5: Varianty polních výživářských pokusů

	UREA^{stabil} při sázení	Přihnojení při kypření		Hrůbky upravené s miskou
Var.	kg N/ha	hnojivo	kg N/ha	+ další úpravy
1	0	-	0	0
2	100	0	0	0
3		0	0	+ důlky na vrcholu hrůbek + důlky v nekolejové brázdě
4	100	0	0	+ důlky na vrcholu hrůbek + důlky v nekolejové brázdě + kypření a obnova důlků v nekolejové brázdě
5	70	DAM ^{stabil}	30	+ důlky na vrcholu hrůbek + důlky v nekolejové brázdě + kypření a obnova důlků v nekolejové brázdě + přihnojení

Maloparcelkový výživářský pokus

Na části polního pokusu probíhal souběžně maloparcelkový pokus s týmiž variantami (dle tab. 5), kde byly sazečem vytvořeny pouze hrůbky a další operace byly prováděny ručně (sázení, hnojení, přihnojení, sklizeň). Byla zde aplikována hnojiva značená izotopem ^{15}N k určení využití dusíku z hnojiv rostlinami. Tento pokus byl sklizen v dřívějších termínech, na počátku žloutnutí nati. V hlízách i nati byl stanoven celkový obsah dusíku a poměr izotopů $^{14}\text{N}:^{15}\text{N}$. Rovněž byl stanoven obsah residuálního $N_{\min}$ v půdě.

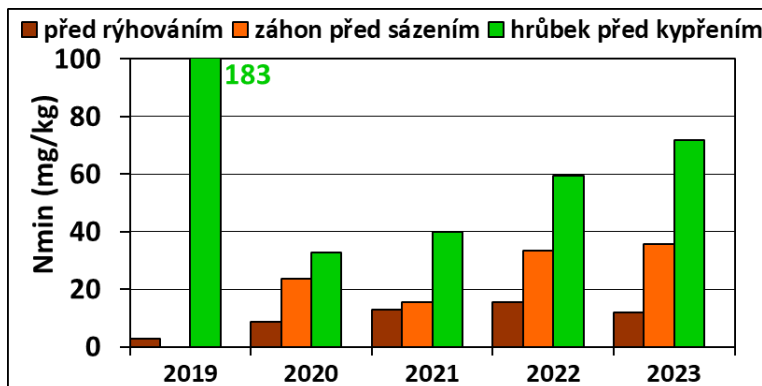
4.6 Aplikace minerálních hnojiv k bramborám

4.6.1 Vývoj obsahu $N_{\min}$ v půdě při zakládání porostu brambor

Při stanovení dávky dusíku k bramborám vycházíme z obsahu $N_{\min}$ v půdě na jaře před sázením, dávky aplikovaného organického nebo statkového hnojiva, předplodiny (meziplodiny) a odběru dusíku rostlinami (očekávaný výnos, délka vegetační doby, užitkový směr pěstování). Pěstování brambor v technologii s odkameněním je spojeno s opakovaným intenzivním zpracováním půdy (rýhování, separace kamenů a hrud i vlastní sázení) doprovázeným aerací a mineralizací organických látek v půdě. Tím je ještě před vzejitím porostu brambor zpřístupněno velké množství živin z půdy, jak na příkladu minerálního dusíku dokumentuje graf 9. Již v odkameněných záhonech před sázením brambor byl na pokusných lokalitách obsah minerálního dusíku zpravidla 2–3 krát vyšší než při jarním odběru před rýhováním. K uvolnění dalšího dusíku přispělo provzdušnění půdy při formování hrůbků, proto byly nejvyšší obsahy minerálního dusíku zjištěny při odběrech před vzházením brambor a kypřením hrůbků, kdy rostliny ještě neodčerpávají dusík z půdy. Průběh mineralizačních procesů závisí na řadě faktorů, zejména povětrnostních podmínkách ročníku, vlastnostech půdy, druhu a množství rostlinných zbytků po předplodině apod. Názorným příkladem byl rok 2019, kdy na podzim předcházejícího roku byla kromě hnoje a posklizňových zbytků po pšenici zaorána do půdy i meziplodina s úzkým poměrem C:N (hořčice), která se během jarního období rozkládala. V půdě odebrané z hrůbků před vzejitím porostu bylo zjištěno 183 mg $N_{\min}$ /kg suché zeminy, z čehož téměř polovinu (88 mg N/kg) představoval

mobilní nitrátový dusík, který může být po intenzivních srážkách vyplaven mimo dosah kořenů vzházejících rostlin.

Graf 9: Vývoj obsahu $N_{\min}$ v půdě (0-30 cm) během zakládání porostu brambor na kontrolní variantě bez minerálního hnojení dusíkem



Z toho je patrné, že při stanovení celkové dávky minerálního N k bramborám není vhodné vycházet z obsahu $N_{\min}$ v půdě na jaře před jejím zpracováním bez zohlednění mineralizačního a nitrifikačního potenciálu půdy. Další možností je aplikovat při sázení pouze část stanovené dávky N a dle aktuálního obsahu $N_{\min}$ v půdě přihnojit za vegetace. To bývá často realizováno formou listové výživy postřikem roztoku močoviny s dalšími aditivy, jež je doprovázena ztrátami dusíku emisemi amoniaku. Z našich poznatků vyplývá, že po přihnojení brambor roztoky močoviny došlo ve většině let k popálení okrajů listů a omezení růstu. Ověřované technologie umožňují lokální (zonální) podpovrchovou aplikaci kapalného hnojiva, jež eliminuje riziko popálení listů a plyných ztrát N ve formě amoniaku a znečištění ovzduší.

4.6.2 Využití dusíku z minerálních hnojiv

Využití dusíku z minerálních hnojiv aplikovaných k hlízám a do kořenové zóny rostlin do hrůbek různých tvarů a s různou dostupností vody bylo sledováno během pěti let se značně odlišnými povětrnostními podmínkami (tab. 6). První tři ročníky se vyznačovaly srážkově nadnormálním a chladným květnem, jenž zapříčinil pomalé vzházení porostu. V roce 2020 pokračovaly vydatné srážky i v červnu, což spolu s vyššími teplotami vytvořilo vhodné podmínky pro rozvoj plísňe

bramboru a vyžádalo si intenzivní fungicidní ochranu, ale na rozdíl od stanoviště ve Věži nebylo nutné předčasně ukončit vegetaci. V dalších letech byly výnosy hlíz brambor nepříznivě ovlivněny vodním stresem v letním období (velmi teplý a suchý červenec a srpen 2022, červenec 2023) či pozdním sázením na jaře 2023 zapříčiněným vysokými srážkami v dubnu, které znemožnilo včasnou přípravu půdy.

Tab. 6: Průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek na pokusné lokalitě Valečov

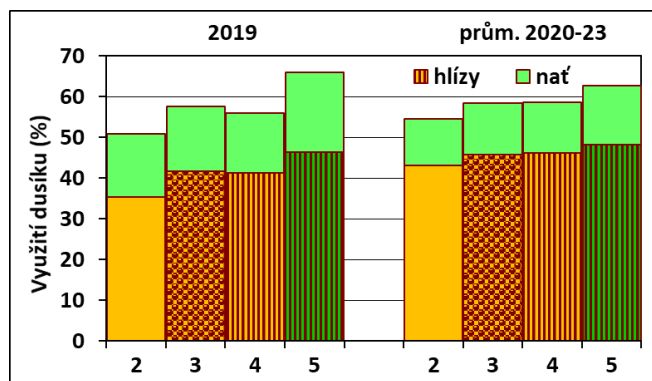
Rok	Ukazatel (°C, mm)	Měsíc					
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Dlouhodobý průměr 1981-2010	Teplota	7,7	12,9	15,7	17,9	17,6	13,1
	Srážky	39,4	77,1	76,7	96,5	86,5	56,6
2019	Teplota	9,2	10,6	21,0	18,4	18,8	13,1
	Srážky	15,2	110,6	56,9	89,3	76,2	96,0
2020	Teplota	9,4	11,0	16,1	17,7	18,6	13,6
	Srážky	22,9	100,0	142,5	75,9	108,2	75,8
2021	Teplota	5,1	10,3	19,1	18,7	16,1	14,1
	Srážky	20,9	117,5	49,3	165,0	73,0	14,9
2022	Teplota	6,1	14,1	18,6	18,4	19,3	11,7
	Srážky	35,0	49,6	112,1	48,8	132,7	117,4
2023	Teplota	6,2	12,6	17,1	19,9	18,4	16,3
	Srážky	101,9	37,0	59,9	49,6	191,2	10,9

Z výživářského hlediska je důležité množství a termín srážek ve vztahu k aplikaci hnojiv. Např. v roce 2019 po sázení přišly troje intenzivní srážky (10, 20 a 32 mm) a během 26 dnů od sázení do kypření před/na počátku vzházení porostu spadlo celkem 103 mm srážek. Takové podmínky přinášejí riziko vyplavení mobilních forem N aplikovaných při sázení mimo dosah kořenů dřívě, než rostliny začnou přijímat dusík z půdy, riziko ztrát živin a znečištění vod. To je, spolu s výše dokumentovanou mineralizací živin, dalším argumentem pro aplikaci nižších dávek minerálního dusíku k

bramborám při sázení a následné přihnojení dle aktuálního obsahu přijatelných živin v půdě.

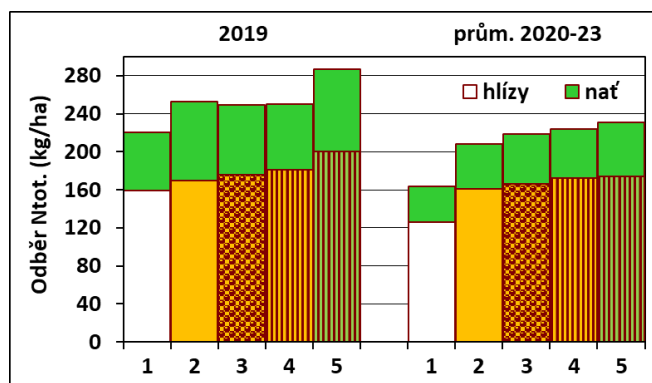
Předpokladem pro využití živin (zde dusíku) z hnojiv rostlinami je dostatek vody pro jejich zpřístupnění a transport ke kořenům. Prvotním cílem bylo zvýšit množství vody ze srážek zadržené v hrůbkách a přivést ji k hnojivu, přičemž největší rozdíly ve výnosu hlíz i využití dusíku byly očekávány u různě upravených hrůbků. Z grafu 10 je patrné, že důlkování hrůbků a nekolejové brázdy, příp. s kypřením, zvýšilo využití dusíku z hnojiv aplikovaných při sázení v průměru o 7–13 % ve srovnání s kontrolními miskovitými hrůbkami s vyměřčenou nekolejovou brázdou bez dalších úprav. V průměru sledovaného období bylo rostlinami brambor využito nejvýše 59 % dusíku z hnojiva aplikovaného při sázení, a to u varianty s důlkováním a kypřením. V jednotlivých letech dosahovalo využití 51–57 % u kontrolního hrůbku s miskovitou horní stranou a 53–66 % u varianty s důlkováním a kypřením. Rozdíly mezi jednotlivými tvary hrůbků nebyly z hlediska využití dusíku velké, protože pro většinu sledovaného období byl charakteristický dostatek (až nadbytek) srážek na počátku vegetace. I proto, větší vliv než tvar hrůbku a zadržení vody v něm, mělo rozdělení dávky dusíku na aplikaci při sázení a při kypření. Nejvyšší využití dusíku z hnojiv za celé sledované období bylo zjištěno právě u této varianty. Nejvyšší hodnoty, více než 73%, dosáhlo v sušším roce 2022. Pozdější aplikace části dávky dusíku při kypření zvýšila jeho využití ve většině let o 8 % ve srovnání s jednorázovou aplikací při sázení a stejném tvaru hrůbků. Ve srážkově vydatném roce 2019 rozdíl mezi těmito variantami činil dokonce 18 %. Důvodem vyčlenění ročníku 2019 mimo průměr celého sledovaného období bylo zařazení meziploidy po pšenici a několikanásobně vyšší obsah $N_{\min}$ v půdě (graf 9) než v dalších letech.

Graf 10: Využití dusíku rostlinami brambor z minerálních hnojiv aplikovaných při sázení a kypření (maloparcelkový pokus)



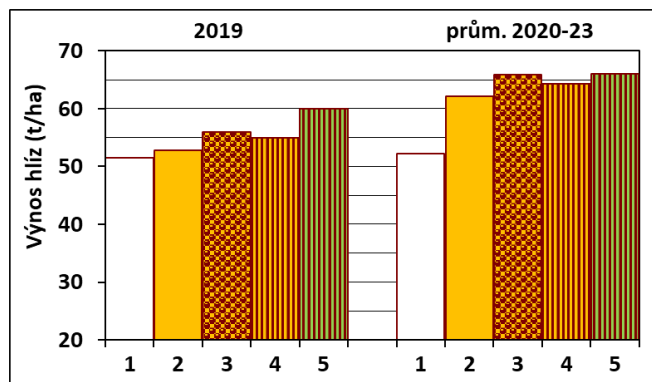
Rostliny brambor v tomto roce odebraly největší množství dusíku za celé období. Na kontrole bez minerálního hnojení dusíkem odčerpaly z půdy 220 kg N/ha, u hnojených variant 250–286 kg N/ha (graf 11). Uvádí se (Vaněk a kol. 2007), že vysoké dávky N prodlužují vegetaci, což dokládá relativně vysoký obsah dusíku v nati rostlin při sklizni v polovině října. V nati bylo po sklizni brambor zapraveno do půdy 62–86 kg N/ha. Proto jsou v některých letech (zejména při časnější sklizni hlíz a vhodných následujících podmínkách pro rozklad posklizňových zbytků a mineralizaci N z půdní zásoby) zjišťovány po bramborách v půdě před zimou vyšší obsahy $N_{\min}$.

Graf 11: Celkový odběr dusíku rostlinami brambor (maloparcelkový pokus)



Při nižší zásobě $N_{\min}$ v půdě v dalších letech byly zjištěny větší rozdíly mezi kontrolou (v průměru 163 kg N/ha) a hnojenými variantami (v průměru 208–231 kg N/ha). Z toho je patrné, že převážnou část dusíku odebraly rostliny brambor z půdní zásoby, hnojiva se na celkovém příjmu N podílela jen z 24–29 %, v roce 2019 nejvýše z 22 %. Využití N z hnojiv i jeho celkový odběr stoupaly s rozsahem úprav hrůbků a většinou i výnosy hlíz (graf 12). Ve vlhkých ročnících s nadprůměrnými srážkami v květnu po sázení (2019 a 2020) byly dosaženy nejvyšší výnosy hlíz u variant s důlkováním, kypřením a dělenou dávkou minerálního dusíku (60 a 74 t/ha), následované důlkováním s kypřením (55 a 69 t/ha). V ročnících s letními přísušky (2022 a 2023) byly nejvýnosnější varianty s důlkováním, i když v roce 2022 byly rozdíly mezi jednotlivými typy hrůbků minimální (71–74 t/ha). Navzdory dlouhému období sucha v červenci a srpnu se jednalo o nejvýnosnější ročník z celého sledovaného období. Na rozdíl od stanoviště ve Věži, kde na lehčí půdě a svažitějším pozemku zaschla nať rostlin a vegetace musela být předčasně ukončena, prokázala zdejší půda vyšší schopnost zadržet vodu a efektivně s ní hospodařit (malá svažitost, větší podíl hlinitých a jílnatých částí, mohutnější hrůbky) a rostliny bez většího poškození vydržely do příchodu srážek na konci srpna a v září, které patřilo mezi nejvlhčí měsíce.

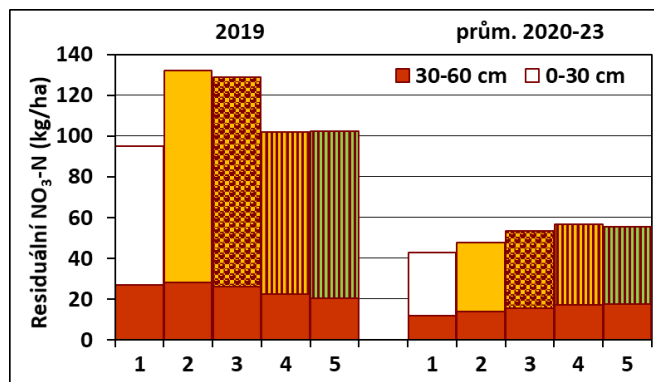
Graf 12: Výnos hlíz brambor (maloparcelkový pokus)



Z grafu 12 je patrný význam cílené a efektivní aplikace hnojiv dle aktuálního obsahu přijatelných živin v půdě hrůbků. Zatímco v letech 2020–2023 byly náklady na 100 kg aplikovaného dusíku kompenzovány zvýšením výnosů hlíz brambor o 10–14 t/ha (dle zvolené technologie),

v roce 2019 s vysokou zásobou dusíku v půdě byl vliv minerálního hnojení při sázení na výnos minimální (zvýšení o 1,5–4,5 t/ha). Příznivě se projevila pouze aplikace hnojiva do kořenové zóny rostlin před/při vznášení porostu (zvýšení o 9 t/ha ve srovnání s nehnojenou kontrolou). Vysoký obsah dusíku v půdě na začátku růstu nepřinesl očekávaný nárůst výnosů hlíz, naopak mohl přispět k opožděnému a nevyrovnanému vznášení porostu a zvýšit riziko napadení plísní bramboru. Navzdory relativně vysokému odběru dusíku rostlinami (vzhledem k dosaženému výnosu), byly v roce 2019 po sklizni brambor zjištěny vysoké obsahy residuálního dusíku v půdě (graf 13), které již u varianty bez minerálního hnojení N dosahovaly téměř 100 kg NO₃-N/ha v půdním profilu do hloubky 60 cm, po minerálním hnojení více než 130 kg NO₃-N/ha. Většina tohoto množství (70–80 %) byla sice zjištěna v profilu do 30 cm, ale i tak je to rizikový faktor z ekologického hlediska, vzhledem k mobilitě nitrátů v půdě a skutečnosti, že brambory jsou pěstovány na lehčích promyvných půdách, kde hrozí vyplavení nitrátů během zimního období a znečištění vod. V následujících letech reziduální obsah nitrátového dusíku nepřesáhl v průměru 60 kg NO₃-N/ha s nevýznamnými rozdíly mezi variantami dle dosaženého výnosu a odběru dusíku.

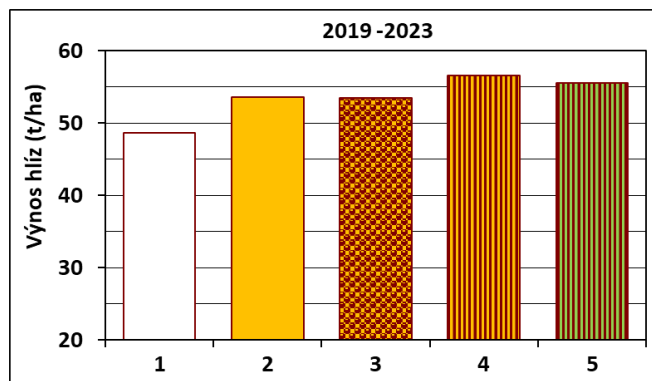
Graf 13: Obsah nitrátového dusíku v půdě po sklizni brambor (maloparcelkový pokus)



Také na velkých parcelách polního pokusu byly výnosy testovaných variant za celé období vyrovnané (graf 14). Na rovinatém pozemku a ve srážkově příznivých letech se významně neprojevily různé úpravy tvaru hrůbků a nekolejové brázdy a jejich schopnost zadržet vodu.

Nejvýnosnější byly varianty s důlkováním a kypřením, ale rozdělení dávky dusíku (na rozdíl od poloprovozního a maloparcelkového pokusu) neovlivnilo výnos hlíz ve srovnání s aplikací pouze při sázení (56 a 55 t/ha). U těchto variant byla zjištěna největší průměrná hmotnost hlíz (112 g /hlíza) i nejvyšší podíl hlíz ve velikostní třídě nad 55 mm (33 a 30 %).

Graf 14: Výnos hlíz brambor (polní pokus)



4.7 Vyhodnocení ověřovaných půdoochranných technologií, doporučení pro praxi

V polních pokusech včetně poloprovozních byly testovány různé půdoochranné postupy s úpravou hrůbků a brázd při pěstování brambor, primárně v technologii s odkameněním, pro větší zadržení vody ze srážek v půdě a omezení vodní eroze. Odkamenění, důlkování - hrázkování je již nyní jednou z uznávaných půdoochranných technologií dle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 73/2023 Sb. Vzhledem k plánovaným úpravám erozní ochrany půdy od roku 2024 byly hledány a ověřovány další postupy pro snížení povrchového odtoku a omezení ztráty půdy.

Pro zakládání porostů byl použit speciálně upravený sazeč Grimme vybavený „půdoochrannými pakety“, tj. modulátory hrůbků, které ve srovnání s běžnými sazeči vytvářely mělkí nekolejovou brázdou a hrůbky s rozšířeným plochým vrcholem miskovitého profilu (obr. 3, kap. 3.1). Tyto robustnější hrůbky oddělené jen mělkou brázdou jsou schopny zadržet více vody ze srážek než konvenční hrůbky, což potvrdily výsledky řešení

předcházejícího projektu. Tento „kontrolní“ typ hrůbků byl dále upravován, aby dokázal pojmout větší množství vody ze srážek. První úpravou bylo důlkování a hrázkování miskovitého vrcholu hrůbků a nekolejové brázdy. Dalším opatřením bylo ošetření před/při vzcházení porostu, kdy byly v jedné operaci obnoveny důlky v nekolejové brázdě, prokypřen vrchol hrůbků, případně aplikováno kapalné hnojivo do kořenové zóny rostlin speciálním dlátem směrem z nekolejové brázdy. Cílem kypření hrůbků pomocí hvězdicových nástrojů bez souvislého zpracování půdy bylo rozrušení povrchové krusty s omezeným provzdušněním půdy, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám uhlíku a vody (jako např. při oborávání nebo intenzivním plečkování hrůbků).

Kypření povrchu hrůbků, obnova důlků v nekolejové brázdě a příp. s přihnojením bylo realizováno pomocí stroje VARIOR 500, jehož původní verze byla oceněna na výstavách Země živitelka a Techagro již v roce 2018. Prošel dalším vývojem, byl vybaven řadou nových, autorsky chráněných nástrojů využitelných např. pro mechanickou likvidaci plevelů v bramborách nebo osetí kolejové brázdy prováděné v jedné operaci s kypřením, přihnojením a obnovou důlků v nekolejové brázdě. V jedné variantě pokusů byla kolejová brázda oseta již při sázení.

V poloprovozních pokusech na svažitých mírně erozně ohrožených plochách ZAS Věž, a.s. při simulovaných srážkách zadržely všechny varianty s důlkováním více vody (o 11 – 36 %) než kontrolní miskovité hrůbky. Povrchový odtok klesal v pořadí: miska, důlkování, důlkování + kypření, důlkování + kypření + osetí kolejové brázdy při kypření, důlkování + osetí kolejové brázdy již při sázení. Stejně pořadí, ale podstatně větší rozdíly mezi variantami byly dosaženy z hlediska ztráty půdy. Kořenový systém rostlin v kolejové brázdě urychlil a zvýšil infiltraci vody do půdy a zejména zpevnil dno brázdy a zabránil splavení půdy z ní. Nadzemní část rostlin zpomalila povrchový odtok, čímž podpořila sedimentaci unášených částic půdy. Osev kolejové brázdy snížil ztrátu půdy při první simulaci o 62 – 72 % ve srovnání s kontrolní miskou.

Z hlediska půdoochranných technologií je setí pomocných plodin do kolejových brázd efektivní a v technologii s odkameněním řeší problémy s tvorbou důlků nad uloženými kameny a jejich zanášením splavenou zeminou po intenzivnějších deštích (více vody v širší kolejové brázdě než

v úzké a mělké nekolejové) a jejich poškozením po přejezdu techniky. Výběr těchto plodin je však problematický s ohledem na herbicidy používané v bramborách, jak opakovaně ukázaly realizované pokusy a také z hlediska konkurenceschopnosti brambor v odběru živin a vody a případného využití pomocných plodin jako zdroje organických látek pro zlepšení obsahu C_{org} v půdě a snížení uhlíkové stopy při pěstování brambor. Je třeba, aby pomocné plodiny rychle vzcházely, zpevnily kořeny případné úpravy kolejové brázdy (důlky, hrázky apod.) a zabránily odnosu zeminy po srážkách. Jako pomocné plodiny pro snížení rizika eroze by neměly být používány plodiny s nízkou ochrannou funkcí. Tato problematika je velmi perspektivní také z hlediska omezení aplikace pesticidů a zvýšení biodiversity v půdě a krajině.

Na lehkých svažitých půdách byly při hnojení pouze při sázení dosaženy nejvyšší výnosy hlíz po důlkování bez dalších úprav, samotné kypření (plečkování) výnosy hlíz dále nezvýšilo. Rostliny dobře reagovaly na dělenou aplikaci N: přihnojení druhou polovinou kalkulované dávky dusíku a doplnění deficitních mikroprvků zvýšilo výnos v roce 2022 až o 8 t/ha a jednalo se o nejvýnosnější variantu za celé sledované období.

V polním a maloparcelkovém pokusu na rovinatém pozemku nebyly zjištěny významné rozdíly ve výnosech hlíz brambor při různých úpravách tvarů hrůbek a nekolejové brázdy, ačkoli byla zjištěna jejich rozdílná schopnost zadržet vodu ze srážek. Většina sledovaného období byla srážkově příznivá (s výjimkou dvou sušších letních období) a voda nebyla faktorem limitujícím výnos. Naopak Intenzivní srážky po sázení brambor ve většině let mohly posunout dusík z hnojiv aplikovaných při sázení mimo dosah kořenů rostlin brambor ještě dříve, než začaly odebírat dusík z půdy. Zejména v těchto letech se příznivě projevilo snížení dávky minerálního dusíku při sázení a přihnojení do kořenové zóny při kypření před/při vzcházení porostu. Na rozdíl od stávajícího způsobu přihnojení formou listové výživy (zpravidla postřik roztokem močoviny), lokální podpovrchová aplikace kapalného hnojiva eliminuje riziko popálení listů a plyných ztrát dusíku ve formě amoniaku a znečištění ovzduší. Přihnojení do kořenové zóny rostlin směrem z nekolejové brázdy, kam je úpravou povrchu hrůbku a brázdy přivedena voda, přispělo k vyššímu využití dusíku z aplikovaných hnojiv (až 73 %, za celé období v průměru 63 %, kypření bez přihnojení 58 %) nižšímu residuálnímu obsahu

nitrátového dusíku v půdě po sklizni a snížení rizika znečištění vod vyplavením nitrátů v mimovegetačním období.

Vzhledem k opakovanému intenzivnímu zpracování půdy pro brambory pěstované v technologii s odkameněním (rýhování, separace kamenů a hrud i vlastní sázení) doprovázenému aerací a mineralizací organických látek v půdě, je ještě před vzejitím porostu brambor zpřístupněno velké množství živin z půdy. Při stanovení celkové dávky minerálního N k bramborám nelze vycházet z obsahu $N_{\min}$ v půdě na jaře před jejím zpracováním bez zohlednění mineralizačního a nitrifikačního potenciálu půdy. Na základě víceletého ověřování v polních a poloprovozních pokusech doporučujeme při sázení aplikovat pouze část kalkulované dávky N a až dle vývoje obsahu živin v hrůbkách případně přihnojit za vegetace. Výsledky pokusů ukázaly, že při použití statkových hnojiv či zařazení meziplojin, zejména s úzkým poměrem C:N, které se rychle rozkládají, bylo zpřístupněno velké množství dusíku, takže není nutné aplikovat celou dávku minerálního N kalkulovanou dle obsahu $N_{\min}$ v půdě před jejím zpracováním. Tato cílená aplikace hnojiv vede ke snížení jejich spotřeby a omezení ztrát živin v souladu s požadavky Strategického plánu Společné zemědělské politiky 2023–2027.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Předkládaná metodika prezentuje inovace půdoochranných postupů při pěstování brambor s důlkováním – hrázkováním a kypřením povrchu hrůbků, přičemž navazuje na postupy uvedené v metodice Kasala et al. (2016). Během dalšího vývoje byl upraven základní tvar hrůbků a nekolejové brázdy pro zadržení většího množství vody ze srážek a vytvoření větších důlků s vyšší kapacitou pro vodu. Bylo inovováno technické řešení tvorby variabilních důlků a hrázek a vyvinuty autorsky chráněné pracovní jednotky pro kypření povrchu hrůbků, obnovu důlků v nekolejové brázdě a přihnojení (patent 307814, patent 307816, EPO 3504949). Byla vyvinuta a ověřena nová technologie osetí kolejové brázdy pomocnou plodinou, kterou lze realizovat v jedné operaci se sázením brambor nebo kypřením hrůbků. Pro ověření této technologie v

poloprovozních pokusech byly konstruovány prototypy a funkční vzorky strojů s originálním technickým řešením autorsky chráněným (F_{užit} 36876).

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena především pro pěstitele brambor hospodařící na svažitých pozemcích ohrožených vodní erozí uplatňujících technologii s odkameněním. Prezentované postupy jsou využitelné při pěstování brambor obecně, neboť přispívají ke zvýšení zadržení vody ze srážek v hrůbcích, omezení vodní eroze a znečišťování vod, k efektivnějšímu využití živin z aplikovaných hnojiv, vyšší dostupnosti vody pro rostliny a meziročníkové stabilitě výnosů.

Uživatelem metodiky bude Český bramborářský svaz, z. s.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Předpokládaným přínosem využití metodiky v praxi bude zachování produkce brambor i na svažitých pozemcích v souladu s požadavky standardu DZES č. 5 a zvýšením konkurenceschopnosti pěstitelů brambor. Ekonomické přínosy metodiky se předpokládají na straně pěstitelů brambor (meziročníková stabilita výnosů, efektivnější aplikace minerálních hnojiv a v důsledku toho snížení dávek). Uplatnění dělené aplikace dusíku při hnojení brambor na 1/3 ploch představuje roční úsporu 1,3–3 mil. Kč + omezení rizika znečištění vod (Nitrátová směrnice), protože většina brambor je pěstována ve zranitelných oblastech. Inovované půdoochranné technologie snížily dle víceletých měření prováděných VÚMOP odnosu zeminy vodní erozí až o 67 % ve srovnání s hrůbkou a brázdami bez důlkování a hrázkování, nejvíce u půdoochranné technologie s důlkováním a hrázkováním a osetím koleje brázdy pomocnou protierozní plodinou. Snížení ztráty půdy vodní erozí a ztráty živin povrchovým smyvem či vyplavením mají z celospolečenského hlediska přínos především ekologický. Lze jej obtížně kvantifikovat, neboť závisí na pěstebních plochách brambor, jejich svažitosti a povětrnostních

podmínkách jednotlivých ročníků i specifických podmínkách a stávajících postupech jednotlivých pěstitelů.

VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Čepl, J. a kolektiv autorů. 2009. Konzumní brambory na poli, zahradě a v kuchyni. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. 206 s.

Gordon, R. J., Vanderzaag, A. C., Dekker, P. A., De Haan, R., Madani, A. 2011. Impact of modified tillage on runoff and nutrient loads from potato fields in Prince Edward Island. *Agricultural Water Management* 98: 1782-1788.

Janeček, M., Bohuslávka, J., Dumbrovský, M., et al. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí. 1. Praha: ISV. Přírodní vědy (ISV). ISBN 978-80-87415-42-9.

Kasal, P., Čepl, J., Vokál, B. 2010. Hnojení brambor. Praktické informace č. 28. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s. r. o. 23 s. ISBN 978-80-86940-24-3.

Kasal, P., Čížek, M., Doležal, P., Dvořák, P., Hajšlová, J., Hausvater, E., Kusá, H., Opletová, P., Pavela, R., Růžek, P. 2021. Metodika systému pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s důrazem na snížení rizika vyplavení a splachu nežádoucích látek, VÚB Havlíčkův Brod s.r.o., 36 s.

Kasal, P., Růžek, P., Kusá, H., Čepl J., 2013. Metodika technologie pěstování brambor se zaměřením na vyšší efektivnost hnojení a ochranu vod, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., 27 s.

Kasal, P., Růžek, P., Kusá, H., Kobzová, D., Svobodová, A. 2016. Metodické postupy k půdoochranným technologiím při pěstování brambor. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s. r. o. 31 s. ISBN 978-80-86940-66-3.

Maidl, F. X., Brunner, H., Sticksel, E. 2002. Potato uptake and recovery of nitrogen ¹⁵N-enriched ammonium nitrate. *Geoderma*, 105: 167-177.

Rens, L., Zotarelli, L., Alva, A., Rowland, D., Liu G., Morgan, K. 2016.

Fertilizer nitrogen uptake efficiency for potato as influenced by application timing. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 104: 175-185.

Růžek, P., Kusá, H., Kasal, P., Vavera, R. 2018. Inovace pěstování brambor pro lepší zadržení vody v hrůbcích a vyšší stabilitu výnosů hlíz. *Úroda* 66(4): 97-101.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Praha: Profi Press, Praha, 167 s. ISBN 978-80-86726-25-0.

Vejchar, D., Vacek, J., Hájek, D., Bradna, J., Kasal, P., Svobodová, A. 2019. Reduction of surface runoff on sloped agricultural land in potato cultivation in de-stoned soil. *Plant Soil Environ.*, 65: 118–124.

Vopravil, J. 2010. Půda a její hodnocení v ČR. 2. vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. ISBN 978-80-87361-05-4.

Zebarth, B. J., Rosen, C. J., 2007. Research perspective on nitrogen BMP development for potato. *Am. J. Pot. Res.*, 84: 3-18.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Čáp, P. 2021. Půdoochranné technologie při pěstování brambor. *Pozemkové úpravy*. 29(1): 3–6.

Čepl, J., Kusá, H., Růžek, P., Kasal, P., Svobodová, A., Vavera, R. 2023. Moderní trendy ve výživě a hnojení brambor. In: *Racionální použití hnojiv* 30.11.2023, Praha. Praha: ČZU v Praze, 2023. s. 59-66.

Kusá, H., Kasal, P., Růžek, P. 2020. Výnos a kvalita brambor při různém způsobu aplikace hnojiv a úpravě hrůbků. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod*, 2020, 26: 43-56.

Kusá, H., Růžek, P., Kasal, P. 2020. Nové trendy v půdoochranných technologiích při pěstování brambor na mírně svažitých půdách, *Úroda* 68(4): 89-94.

Kusá H., Růžek P., Kasal P., Watzlová E. 2021. Vliv různých způsobů hnojení brambor dusíkem na výnos hlíz a využití N rostlinami. *Úroda* 69(12)

vědecká příloha: 471 -478.

Kusá, H., Růžek, P., Kasal, P. 2022. Efektivní hnojení brambor dusíkem. Zemědělec, 30 (17): 20-20.

Kusá, H., Růžek, P., Vavera, R., Svoboda, P. 2022. Zvýšení efektivnosti hnojení zeleniny pěstované v hrůbcích a brambor. Zahradnictví XXI(7): 10-12.

Kusá, H., Růžek, P., Vavera, R. 2023. Efektivní hnojení brambor dusíkem. Úroda 71 (3): 58-62.

Růžek, P., Kusá, H., Kasal, P. 2019. Inovační postupy při pěstování brambor zaměřené na kvalitu půdy a zadržení vody v hrůbcích. Bramborářství, 27(3): 5-7.

Růžek, P., Kusá, H., Kasal, P. 2020. Protierozní technologie u brambor a jejich uplatnění v letošním vlhkém roce. Úroda 68(11):49-51.

Záruba, J., Formánek, P., Kincl, D., Vopravil, J., Kusá, H., Růžek, P., Kabelka, D., Kasal, P. 2023. Different technologies of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation and their effects on water runoff and soil erosion. Plant, Soil and Environment [online]. 69(5), 238-246 [cit. 2023-10-05]. ISSN 12141178. Dostupné z: doi:10.17221/149/2023-PSE.

VIII. ODBORNÉ AKCE K PROJEDNÁNÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

28. 11. 2019

Inovace pěstitelských postupů pro lepší zadržení vody v půdě. Odborný seminář. Lukavec

16. 12. 2021

Nové půdoochranné postupy při pěstování kukuřice, brambor, cukrovky a zeleniny. Webinář

6. 12. 2023

Půdoochranné technologie pro zlepšení zadržení vody v půdě a omezení eroze. Odborný seminář. Janovice u Polné

Název: **Půdoochranné postupy při pěstování brambor na svažitých pozemcích**

Schválená metodika

Autoři:

Ing. Helena Kusá, Ph.D.	(35 %)	VÚRV, v.v.i. Praha
Ing. Pavel Kasal, Ph.D.	(20 %)	VÚB Havlíčkův Brod, s.r.o.
Ing. Pavel Růžek, CSc.	(25 %)	VÚRV, v.v.i. Praha
doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.	(10 %)	VÚMOP, v.v.i. Praha
Ing. Jiří Záruba	(10 %)	VÚMOP, v.v.i. Praha

Autoři fotografií:

Ing. Pavel Kasal, Ph.D.	VÚB Havlíčkův Brod, s.r.o.
Ing. Helena Kusá, Ph.D.	VÚRV, v.v.i. Praha
Ing. Pavel Růžek, CSc.	VÚRV, v.v.i. Praha
Ing. Jiří Záruba	VÚMOP, v.v.i. Praha

Oponenti:

prof. Ing. Miroslav Jůzl, CSc. - Mendelova univerzita v Brně,
Ing. Václav Kadlec, Ph.D. – Ministerstvo zemědělství ČR

Kontakty:

kusa@vurv.cz
kasal@vubhb.cz
ruzek@vurv.cz
vopravil.jan@vumop.cz
zaruba.jiri@vumop.cz

Dedikace: Metodika je výsledkem řešení projektu NAZV QK1910382 „Inovace v pěstebních technologiích u okopanin a zeleniny pro lepší využití vody ze srážek i závlah, vyšší stabilitu výnosů a kvality produkce“.

Schválení: Odbor rostlinných komodit Ministerstva zemědělství ČR
osvědčení č. MZE-72579/2023-13124 ze dne 20. 12. 2023.

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2023

ISBN 978-80-7427-426-8



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2023

ISBN 978-80-7427-426-8