

Nové prvky aplikace při pěstování brambor

Technika pro přípravu půdy, hnojení, pěstování a sklizeň brambor v posledním období zažívá intenzivní výzkum, vývoj a inovace zejména v oblasti vybavení strojů novými sledovacími čidly a řídicími zařízeními.

V oblasti plošného zásobního hnojení půdy tuhými minerálními hnojivy a jejich aplikace na půdu jsou nová rozmetadla vybavována prvky automatického měření distribuce rozmetání tuhého minerálního hnojiva a automatickým řízením například u diskového rozmetadla hnojiva, podle množství hnojiva v zásobníku a požadovaného pracovního záběru.

Vysoké distribuční přesnosti rozmetání hnojiva je dosahováno automaticky s využitím mikrovláknových senzorů a automatického systému řízení na rozhazovací hnojiva. V průběhu rozmetacího procesu rozmetací plochu monitorují permanentně a vyhazovací místo hnojiva na disku rozmetadla je přizpůsobováno automaticky podle požadované dávky. Nové automatické samočinné nastavení rozmetání minerálního hnojiva do požadované pracovní šířky umožňuje dosáhnout vyšší přesnosti, než se dříve dosahovalo. Trvalá vlastní kontrola rozmetacího zařízení dovoluje automatické přizpůsobení a nastavení systému soupravy pro pracovní šířku v závislosti na změně množství minerálního hnojiva v potřebném dávkovacím režimu nebo při změně v povětrnostních podmínkách. To zlepšuje výkonnost hnojení, redukuje se emise škodlivin a náklady na hnojiva a zvyšuje výnosový potenciál.

Navrhnout a ověřit nové funkční technické prvky aplikátorů přípravků pro přesnou cílenou aplikaci v rámci ověřování ekologicky čistších postupů při pěstování brambor bylo i cílem výzkumu VÚZT, v. v. i, Praha-Ruzyně v rámci řešení projektu NAZV MZE ČR QI101A184 „Technologie pěstování brambor – nové postupy šetrné k životnímu prostředí“. Přesná cílená aplikace tuhých i kapalných minerálních hnojiv a chemických přípravků například při sázení brambor i během vegetace může přinést významné úspory těchto přípravků, a tím přispět ke zlepšení životního prostředí.



Obr. 1 – Provedení funkčního vzorku ovládací skříňky řídicí jednotky elektronického modulu dávkovacího aplikačního zařízení přípravků pro postřik hlíz v sázecím ústrojí sázeče brambor

Pro dosažení úspor, například při aplikaci kapalných hnojiv a přípravků během vegetace brambor, se ukazuje jako významné vyhodnocovat stav jednotlivých rostlin a aplikovat postřik pouze na ty rostliny a hlízy, které to potřebují. Jedním z ukazatelů vývojového stavu rostlin brambor je například barva jejich natě. Na základě rozpoznání (čidly-senzory) přítomnosti například hlízy v půdě nebo barvy rostliny a jejím porovnáním s barvou správně se vyvíjející rostliny lze vyhodnotit, zda je nutné k ní aplikovat postřik (např.

proti plísni) a nebo je nutné přihnojení. Pro nová technická řešení lze uvedenou hypotézu využít k přesné přerušované aplikaci například kapalných přípravků (ochranné chemické přípravky nebo minerální hnojiva), pro přesnou cílenou lokální mikroaplikaci kapalného přípravku podle stavu hlízy nebo porostu, podle např. přítomnosti hlízy při sázení nebo při postřicích během naskladňování a třídění, podle barvy rostliny nebo výšky porostu během vegetace. Tímto způsobem by mohlo dojít k významným úsporám dávek che-

mických přípravků, a tím i snížení zatížení životního prostředí. Pro ověření uvedené hypotézy byla vyrobena ve VÚZT, v. v. i v rámci řešení dílčího cíle projektu, zkušební laboratorní měřicí stolice pro ověřování různých typů čidel – senzorů a dalších funkčních technických prvků pro aplikaci chemických přípravků. Byly ověřovány řídicí a vyhodnocovací moduly, čerpadla, trysky, elektromagnetické ventily atp.

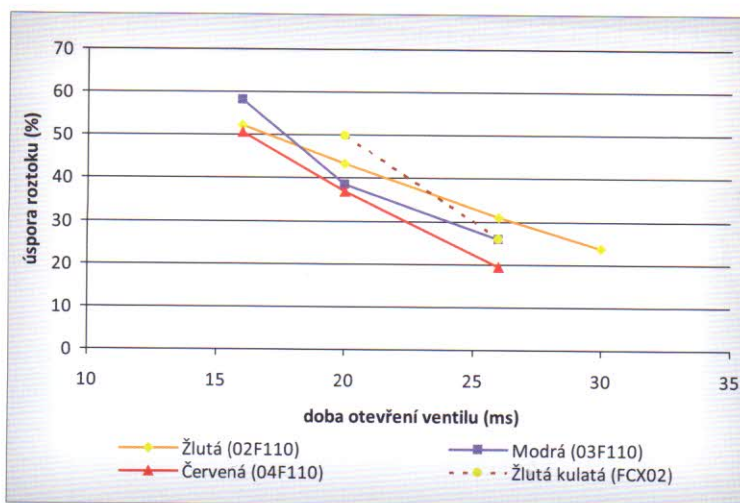
Provedená měření

Při ověřování možností úspor kapalných chemických přípravků funkcí přerušovaného dávkování kapalných přípravků pomocí funkčního vzorku řídicího a dávkovacího elektronického zařízení byla prováděna měření s různými typy trysek za různých simulovaných podmínek. Měření byly dávky kapaliny za použití ověřovaného detekčního senzoru a s vyrobeným funkčním vzorkem řídicí jednotky elektronického modulu.

Vlastní provedení řídicí jednotky je na obrázku 1. Měření a porovnávání byly dávky kapaliny při řídicí jednotkou ovládaném a přerušovaném dávkování kapaliny a při trvalém průtoku kapaliny aplikačním zařízením pro postřik. Výsledky měření a možné úspory kapaliny byly uvedeny v protokolech z měření.

V grafu na obr. 2 je znázorněn příklad z jednoho měření. Na základě naměřených dat byla při dalším řešení ověřována řídicí jednotka a zpoždovací elektronický modul pro dávkování kapalných přípravků.

V průběhu řešení projektu byl zkoušen na laboratorním měřicím zařízení i postřik rostlin na základě rozpoznání jejich barvy. Zařízení se skládalo z řídicí elektroniky, senzoru pro rozlišení barev a elektromagnetických ventilů. Použitá řídicí elektronika vycházela z funkčního vzorku zařízení pro postřik hlíz ověřovaného na sázeči brambor, které bylo v rámci řešení



Obr. 2 – Závislost úspory kapalných přípravků zjištěná v laboratorních měřeních funkčního vzorku aplikačního zařízení přípravků pro postřik sadbových hlíz

dílčího cíle projektu vyvinuto. Řídicí elektronika byla založena na osmibitovém mikrokontroléru ATmega328P. Použitý mikrokontrolér může komunikovat s připojenými perifériemi pomocí dvaceti vstupně-výstupních linek. Napájení celé řídicí desky a připojených periférií bylo realizováno připojením ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V tak, aby bylo možno využít napájení z traktoru. Pro zajištění napájení vlastního mikrokontroléru a některých periférií obsahovala deska řídicí elektroniky napěťový regulátor, který zajistil stabilizované napětí o velikosti 5 V. Uživatelské rozhraní řídicí elektroniky představoval LCD displej, LED diody a čtyři tlačítka. Toto rozhraní umožnilo nastavit parametry postřiku a kontrolovat aktuální stav systému. K řídicí jednotce bylo možné pomocí příslušných konektorů připojit až dva senzory pro rozlišení barev a až dva elektromagnetické ventily. Pro účely lokální přesné aplikace postřiků k rostlinám brambor byl upraven především software řídicí elektroniky.

K rozpoznání barvy bramborové natě při aplikaci postřiků nebo hnojiv byl použit senzor pro rozlišení barvy IFM OD5007, který byl připojen k řídicí elektronice. Tento senzor dokáže po nastavení referenční barvy vyhodnotit, zda je předmět s touto barvou (bramborová natě) v jeho dosahu a předat tuto informaci řídicí elektronice. Dosah senzoru je až jeden metr a jeho snímací frekvence 1000 Hz.

K ovládní dávkování postřikového materiálu sloužily elektromagnetické ventily (Texas Industrial NO. 2201A), které byly také připojeny k řídicí elektronice. Software řídicí elektroniky aplikačního zařízení pro postřik nebo přihnojování rostlin brambor reagoval na signály senzorů pro rozlišení barev, které reagují na barvu bramborové natě aktuálních rostlin při jízdě postřikovače. Množství postřikového materiálu k dané rostlině je určeno dobou otevření elektromagnetických ventilů. Tato doba je vypočtena na základě signálu vyhodnoceného ze senzoru rozlišení barev.

Možné úspory aplikačních přípravků

Laboratorní měření dávkování kapaliny probíhala při simulaci různých

Popis zařízení pro přerušovaný postřik sadby

V dosavadní praxi se při výsadbě brambor k aplikaci kapalných hnojiv ochranných chemických přípravků a roztoků (např. proti kořenomorce, vložkovitosti aj.) užívá zařízení, které nedovoluje dávkovat určité množství roztoku na hlízu (6, 7), nýbrž aplikace probíhá kontinuálně nepřerušovaně bez ohledu na skutečnou potřebu přípravku. Proto se s ním zbytečně plýtvá a zatěžuje se životní prostředí. Funkční vzorek aplikace zařízení pro přerušovaný postřik díky řídicí jednotce (1), přesným dávkovacím ventilům (4), aplikačním tryskám (5) a detektoru (senzoru) hlízy (8) dokáže dopravovaný chemický roztok z nádrže (3) pomocí dopravního čerpadla (2) dávkovat pouze množství skutečně potřebné na pokrytí povrchu detekované hlízy opouštějící sázečí ústrojí sázeče. Množství aplikované kapaliny lze regulovat nastavením aplikační doby a tlaku spolu se správným výběrem vhodné velikosti trysky. Oproti dosavadnímu systému s nepřerušovanou kontinuální aplikací umožňuje toto zařízení podle dosavadních měření uspořit v průměru až 30 % potřebného chemického postřiku.

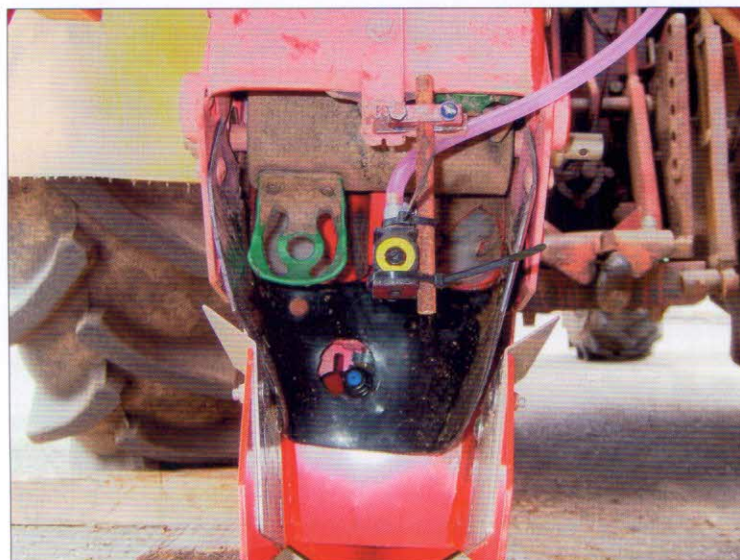
Senzor (8) detekuje hlízu sadby (6) a na základě tohoto impulsu otevře řídicí jednotka ventil na určitou dobu (doba je nastavitelná). Hlíza je postříkána pomocí trysky (5), které mají v sobě zabudovány protiúkapové membrány (membrány možná v budoucnu nebudou osazeny). Řídicí jednotka (1) umožňuje nastavit některé parametry aplikace chemického roztoku, jako jsou např. doba otevření ventilu, zpoždění otevření ventilu apod.

rychlosti pohybu aplikačních zařízení a pracovním tlaku a na různých postřikových tryskách. Měřeny byly dávky kapaliny různými typy trysek při modulem řízeném přerušovaným dávkováním a nepřerušovaným trvalým průtokem kapaliny. Z dosavadních výsledků měření vyplývaly možné úspory aplikovaných přípravků ve výši 57 až 79 % podle typu a průměru aplikačních trysek a tlaku i typu aplikované kapaliny.

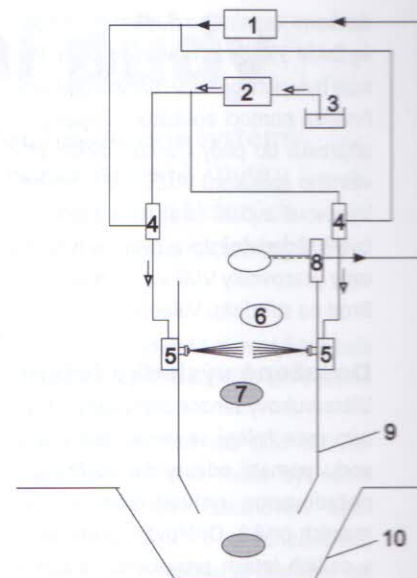
Praktické ověření aplikace uvedených technických prvků bylo také prováděno na upraveném sázečím ústrojí sázeče brambor (obr. 3). Schéma, popis a provedení funkčního vzorku ino-

vace sázečího ústrojí sázeče brambor jsou znázorněny na obr. 4.

Byla prováděna laboratorní měření s různými typy trysek za různě simulovaných provozních podmínek. Měřeny byly dávky kapaliny při ovládní detekčním senzorem a funkčním vzorkem řídicí jednotky elektronického modulu. Bylo vypracováno schéma řídicí jednotky a zkonstruováno vlastní provedení řídicího modulu. Měření probíhala při modulem ovládním přerušovaným dávkování kapaliny a při trvalém průtokem kapaliny aplikačním zařízením pro postřik. Na základě naměřených dílčích dat byly v dalším řešení nadále laboratorně



Obr. 3 – Detail umístění postřikových trysek při ověřování aplikačního zařízení přípravků pro postřik sadby na sázeči Grimme GL32B



Obr. 4 – Schéma funkčního vzorku zařízení pro přerušovaný postřik sadby brambor chemickými přípravky na sázeči brambor při výsadbě (1 – řídicí jednotka elektronického modulu, 2 – dopravní čerpadlo, 3 – nádrž s chemickým roztokem, 4 – dávkovací ventily, 5 – aplikační trysky, 6 – hlíza sadby nepokrytá roztokem, 7 – hlíza pokrytá roztokem, 8 – detektor, senzor hlízy, 9 – sázečí ústrojí, 10 – brázda)

ověřovány funkce řídicí jednotky a zpožďovacího elektronického modulu pro přesné dávkování přípravků. Byly zpracovány podklady pro udělení užitého vzoru. Pro ověřování možnosti úspor chemických přípravků pomocí přerušovaného dávkování kapalných přípravků při aplikaci na sázeči brambor byl laboratorně ověřován i optický senzor pro detekci barev. V posledním roce řešení projektu bylo pokračováno v ověřování funkčního vzorku zařízení a dalších technických prvků pro přesnou aplikaci kapalných přípravků a hnojiv v aplikaci pro přihnojování do půdy. Ověřována byla řídicí jednotka a zpožďovací elektronický modul pro dávkování přípravků, optické i pohybové senzory pro řízení průtoků podle uděleného užitého vzoru CZ 24877 o názvu: Zařízení pro aplikaci ochranného roztoku.

Polní pokusy

Na polních pokusech spolupracujícího pracoviště VÚB s. r. o. Havlíčkův Brod ve Valečově bylo několik let prováděno přesné přihnojování variant polních pokusů před vzejitím a po vzejití brambor během vegetace různými

dávkami kapalného dusíkatého hnojiva DAM 390 ke kořenům do půdy. Pokusy byly přihnojovány různými dávkami hnojiva pomocí aplikátoru kapalných přípravků do půdy (funkční model převážného aplikátoru VÚZT, v. v. i., Praha) Výnosové a další ukazatele z pokusů byly každoročně zpracovány a hodnoceny pracovníky VÚB s. r. o. Havlíčkův Brod na středisku Valečov.

Dosažené výsledky řešení

Ultrazvukový senzor ověřovaný v prvním roce řešení se neosvědčil z důvodu pomalé odezvy na potřebnou požadovanou rychlost pohybu snímaných prvků. Ověřování proto bylo v dalších letech prováděno v rámci spolupráce s dodavatelem optické senzorové techniky IFM electronic Praha a Microepsilon. Z naměřených dat byla zjištěna možná úspora množství postřikové kapaliny při přerušovaném dávkování oproti trvalému dávkování postřiku. Při využití systému například pro aplikaci ochranných postřiků hlíz při sázení nebo při postřicích hlíz brambor proti skládkovým chorobám ve skladech lze předpokládat vyšší procento úspor. Při přerušovaném postřiku ochranných chemických přípravků a hnojiv u brambor na list nebo dodávaných ke kořenům během vegetace přípravky podle výskytu, barvy nebo výšky porostů v jednotlivých řádcích nebo záhonech mohou být dosahované úspory značné. Při řešení projektu byla vypracována a podána přihláška užitého



Obr. 5 – Přihnojování polních pokusů přesnou aplikací kapalných hnojiv do půdy funkčním vzorkem aplikátoru

vзору řídicího dávkovacího modulu s názvem Zařízení pro aplikaci ochranného roztoku pod číslem PUV 2012- 27228 ze dne 19. 12. 2012. Pro ověření úspor chemických přípravků na ošetření sadby pomocí funkčního vzorku zařízení pro přerušované dávkování kapalných chemických přípravků bylo toto zařízení nainstalováno na sázeči brambor. Ověřena byla řídicí jednotka a zpoždovací elektronický modul pro dávkování přípravků, optické i pohybové senzory pro řízení průtoků. Výsledky ověřování technického řešení v laboratorních

podmínkách a měření přesnosti aplikace na funkčním vzorku aplikátoru podpořily možnost využití zařízení i v polních podmínkách.

Výsledky přesné aplikace přihnojení kapalnými hnojivy do hrůbků po vzejití porostu v polním pokusu zejména s ohledem na přesnost umístění hnojiva v hrůbkách ke kořenům hlíz a vlivu na porost a výnos brambor u jednotlivých variant pokusů byly hodnoceny v části řešení dílčího cíle projektu prováděném VÚB s. r. o. H. Brod na pracovišti Valečov. Vliv přesnějšího přihnojení, které bylo

prováděno kapalnými hnojivy do půdy aplikátorem po vzejití porostu při polních pokusech, umístěním hnojiva v hrůbkách blíže ke kořenům hlíz, na stav porostů a výnos brambor u jednotlivých variant pokusů se v polních pokusech projevil, ale nebyl statisticky průkazný.

Závěr a popis uplatnění

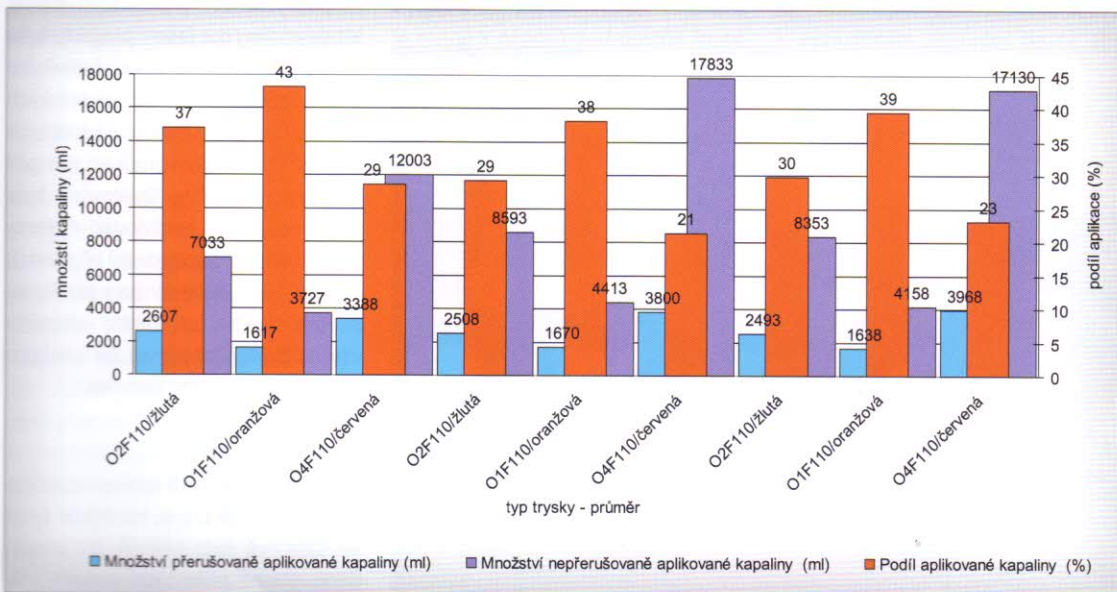
Z dosavadních měření a výpočtů se možná úspora množství postřikové kapaliny při přerušovaném dávkování například při sázení brambor oproti trvalému dávkování postřiku pohybuje ve výši 7 až 25 %. Při možných vynechávkách při sázení hlíz lze předpokládat i vyšší procento úspor. Při přerušovaném postřiku hnojiv u brambor na list nebo při aplikaci výživy dodávané ke kořenům v rané fázi vegetace kapalnými hnojivy podle barvy nebo výšky porostů v jednotlivých řádcích nebo záhonech mohou být dosahované úspory v zemědělské praxi značné. Vzhledem k dosud získaným nadějným výsledkům výzkumně-vývojového řešení projektu při ověřování funkčních vzorků zařízení a softwarového řešení by bylo vhodné výzkum a vývoj nadále podpořit z grantových zdrojů a realizovat vývoj prototypů uvedených aplikací zařízení podle užitého vzoru v praktickém využití výsledků řešení tohoto projektu i u návazných obdobných projektů. K tomu by však byla nutná finanční podpora a spolupráce jak od potenciálních uživatelů, tj. zemědělských podniků, tak dodavatelských firem aplikačních strojních zařízení a chemických přípravků pro pěstování a výrobu brambor. Výzkum i další ověřování zařízení a případný vývoj a výroba prototypů různých aplikací bez podpory uvedenými subjekty, pouze výzkumnými pracovišti, nejsou bohužel v současnosti reálné.

Prezentované údaje a materiály v příspěvku byly získány při řešení projektu Technologie pěstování brambor – nové postupy šetrné k životnímu prostředí, projekt NAZV MZeČR QI101A184.

Ing. Václav Mayer, CSc.,

Ing. Daniel Vejchar

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.



Obr. 6 – Výsledky měření přerušované a nepřerušované aplikace kapaliny při řízení dávkování optickým reflexním senzorem a za použití různých typů aplikačních trysek