

ROZKMIT RAMEN U TŘECH POSTŘIKOVAČŮ S VELKÝM PRACOVNÍM ZÁBĚREM SWING BOOMS WITH LARGE WORKING WIDTHS

R. Pražan, J. Čedík, J. Souček, I. Gerndtová
Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha 6-Ruzyně

Abstract

The article deals with the measurement of amplitude arms trailed sprayer with a large working widths at different operating conditions that may arise in the operation and can lead to uneven dosing of application, to stand. Swing arm was measured by three axes acceleration meters located at the end of the arm and the axle sprayer. Additionally forces were measured in each node using a shoulder strain gauges and foil strain gauges.

Keywords: sprayer, spray booms, swing booms, application rate

ÚVOD

Za ideálních podmínek by aplikace postřiku měla být rovnoměrná. V praxi však vlivem vibrací ramen při jízdě, proměnlivé pracovní rychlosti postřikovače, změny výšky ramen nad porostem, víření vzduchu kolem trysek, povětrnostním vlivům a nesprávného nastavení pracovních parametrů dochází k nerovnoměrné aplikaci látek na porost (Kovaříček, 2006). Většinu těchto nežádoucích jevů lze minimalizovat agrotechnickým dodržováním zásad. Nechtěné vertikální namáhání ramen a na ohyb a nadměrné horizontální vibrace ramen postřikovače jsou jednou z hlavních příčin nepravidelné aplikace látek na porost. Řada publikovaných studií ukazuje, že v polních podmínkách, postřikovače dosahují velmi velké variace rozložení postřiku ve srovnání se stacionárními zkouškami v laboratoři. To dokazují koeficienty variability nerovnoměrnosti aplikačních látek, které dosahovaly 40 %, nebo dokonce 80 %, jak uvádí Sinfort a Herbst, 1996. Pro lepší pochopení problému byly sestaveny simulační matematické modely, pomocí kterých se zjistily ještě větší rozdíly aplikačních látek na plodiny (Langenakens et al., 1995). Během posledních 10 let se pracovní šířka polních postřikovačů výrazně zvýšila. Postřikovače v dnešní době, dosahují pracovní šířky 45 m. Vzhledem k velkému rozpětí ramen může i malá pružná deformace ramen při dynamickém zatěžování zapříčinit značný rozkmit ramen, který může mít značný vliv na kvalitu a rovnoměrnost postřiku. O stanovení korelace mezi šířkou ramen a typem ramen pro plošný postřik a jeho rozkmit se snažil provést (Herbst & Wolf, 2001). Teoretickou studií, simulací a polními pokusy se prokázalo, že vzhledem k reálnému rozkmitu ramen v horizontální složce při práci postřikovače se nerovnoměrnost postřiku pohybuje mezi 0 a 80 % (Ramon & De Baerdemaeker, 1997; Ramon et al., 1997; Sinfort et al., 1997; Ooms et al., 2002). Mnohými autory je horizontální rozkmit ramen postřikovače brán jako nejdůležitější faktor při vznikající nerovnoměrnosti dávkování (Wolf, 2002; Ramon & De Baerdemaeker, 1997). Cílem tohoto měření je porovnání vlivu rozkmitu ramen u měřených postřikovačů při jízdě na polygonu, který bude sloužit, jako podklad pro další měření a analýzu nerovnoměrnosti aplikačních látek na porost. V rámci dostupných možností bylo měření provedeno u těchto postřikovačů A. Kverneland Rau PHOENIX B – pra-

covní záběr ramen – 36 m – tažený, B.CHALLENGER - RG 645 – pracovní záběr ramen – 36 m – samojízdný, C. HARDI – COMMANDER – pracovní záběr ramen – 36 m – tažený.

MATERIÁL A METODY

Bilance slámy obilovin a řepky a možnosti jejího podmínky měření (tj. překážkový polygon). Byla vybrána rovná asfaltová plocha. Na tuto plochu byly vždy instalovány ve stejném rozmístění mobilní kovové překážky. Rozměr překážek (nájezdů, výška, sklon nájezdu, délka jízdy po překážce, sklon sjezdu) a geometrie polygonu (jednotlivé vzájemné rozmístění překážek) bylo vždy stejné.

Na měřicí soupravu byla nainstalována měřicí aparatura, která snímala reálnou rychlost měřeného postřikovače, pomocí DGPS a radaru RDS, dva akcelerometry (první akcelerometr na neodpruženou část nápravy (zadní) hnaných kol postřikovače. (odpružení jen od pneumatik – nebyl měřen tlak v pneumatikách ani zapsán typ pneumatik!) Druhý akcelerometr byl nainstalován na ramenech (na vrchní části ramene), ve vzdálenosti 15 m od středové osy postřikovače.

U všech měřených postřikovačů byla nádrž naplněna na 300 - 400 litrů vody za účelem naplnění rozvodného potrubí k tryskám.

Měřená souprava se před polygonem (cca min. 15 metrů) rozjela na požadovanou jezdovou rychlost a tuto udržovala při celém průjezdu polygonem. Během jízdy byly měřeny veličiny z jednotlivých snímačů a tyto byly ukládány do paměti měřicí ústředny. Po každém měření se naměřená data stáhla do PC a následně se provedl základní výpočet a kontrola naměřených dat. Celý postup se tak opakoval pro tyto jezdové rychlosti (2 km/hod, 4 km/hod, 8 km/hod.).

Pro vyhodnocení intenzity vibrací byly z údajů z akcelerometru vypočítány efektivní hodnoty zrychlení (RMS – Root Mean Square) ve dvou osách (horizontální a vertikální) a vektorovém součtu podle vztahu (1).

$$a_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} \quad (1)$$

Osa z reprezentuje svislou osu (vertikální) a osa y podélnou (horizontální). Dále bylo od osy z (svislá osa) odečteno 1 g pro kompenzaci gravitačního zrychlení a dosažení relativních hodnot.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Měření rozkmitu ramen u jednotlivých postřikovačů bylo měřeno v tomto pořadí – Kverneland Rau PHOENIX B, CHALLENGER - RG 645 a HARDI – COMMANDER.

U prvního měření byly odzkoušeny dva typy akcelerometrů a měřeny různé frekvence snímání dat 100 Hz, 20 Hz. Z tohoto měření vyplynulo, že pro dané měření je vhodnější akcelerometr – HS O1VUZT – který má menší šum, dále byla zvolena nižší frekvence snímání dat z důvodů množství naměřených dat a zachování přesnosti.

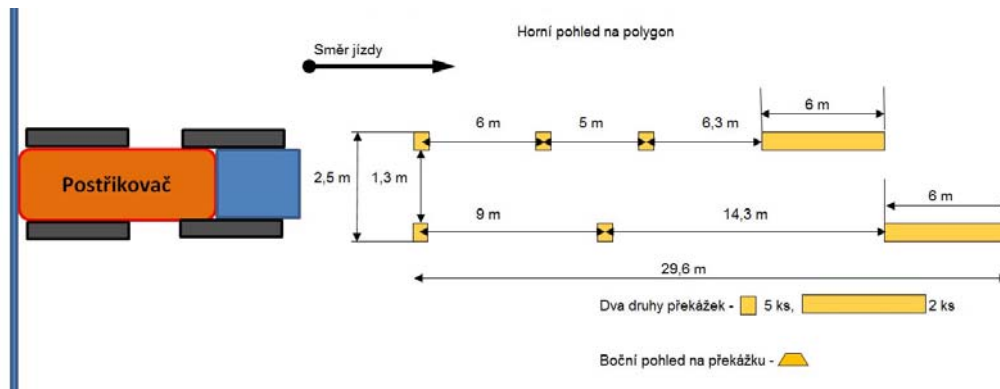
Měření dat probíhalo pro tři různé rychlosti 2, 4 a 8 km/hod. Nevolili jsme vyšší rychlosti za účelem minimalizování rizik poškození ramen při průjezdu polygonem při vyšších rychlostech (dle normy je doporučováno rychlost jízdy po polygonu – 10 km/hod) a z důvodů, že se jedná o sériové vyráběné stroje v plném provozu (nebyl zde prostor pro případné opravy). Základní uspořádání překážek na polygonu uvádí obrázek 1. Na obrázku 2 je zobrazen průběh naměřených hodnot zrychlení vibrací v horizontální ose po synchronizaci dat s reálnou rychlostí postřikovače. Na obrázku 3 jsou uvedeny vypočtené efektivní hodnoty

zrychlení v ose y . Z grafu je patrné, že efektivní hodnota zrychlení vibrací v horizontální a vertikální ose je u všech ramen postřikovačů velmi podobná i přes skutečnost, že technické řešení ramen postřikovačů je různé. Efektivní hodnoty zrychlení vibrací ramen při jízdě po polygonu dosahovaly hodnot 0,98 g v horizontální ose a 0,91 g ve vertikální ose. Hodnoty efektivních hodnot a porovnáním skutečných rychlostí s GPS se ověřilo, že podmínky měření (geometrie polygonu a rychlost) u všech postřikovačů byly stejné.

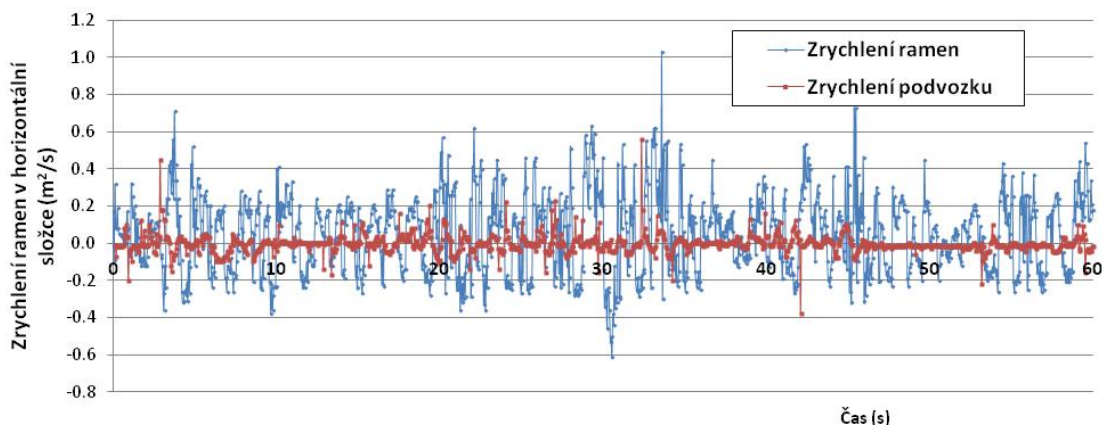
Jízda po polygonu simuluje jízdu v extrémních podmínkách, tyto obvykle při práci, rozložených ramenech a důvodů pohybu po upraveném pozemku na poli nenastávají. Výhodou měření na polygonu je, že se dosáhne stejných podmínek. Porovnáním tří základních typů řešení postřikovačů se zjistili základní hodnoty rozkmitu jednotlivých ramen se stejným pracovním záběrem. Tyto hodnoty velikosti rozkmitu budou sloužit jako podkladní materiál pro další měření, především nerovnoměrnosti rozstříku a jejich následnou analýzu.

Měření rozkmitu ramen se dále ověřila tuhost jednotlivých řešení ramen postřikovače a schopnosti jednotlivých systémů tlumit vibrace a schopnosti vyrovnávat ramena do své výchozí polohy.

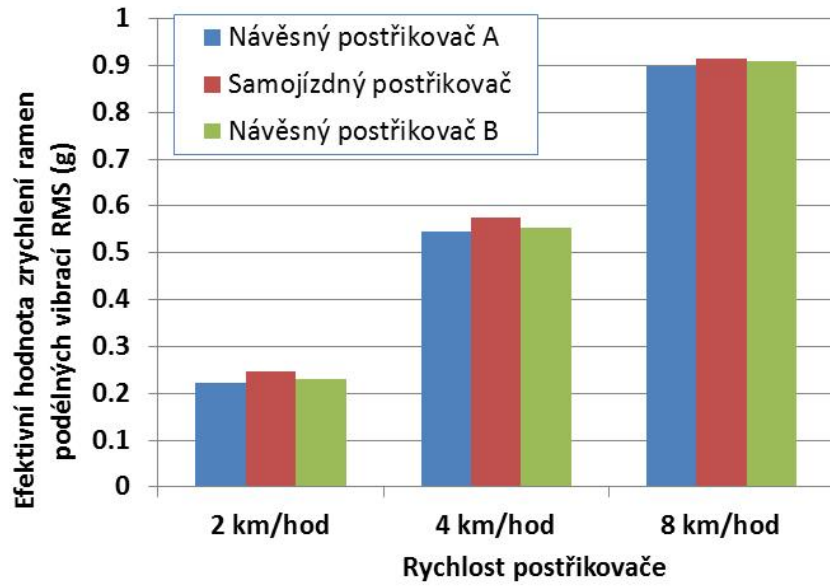
Měření zrychlení ramen pomocí akcelerometrů se ověřila tato metoda pro tři různá technická řešení ramen a potvrdila se domněnka, že tuto metodu lze provést pro základní a levnou analýzu rozkmitu ramen, bez jakéhokoli technického zásahu do konstrukce.



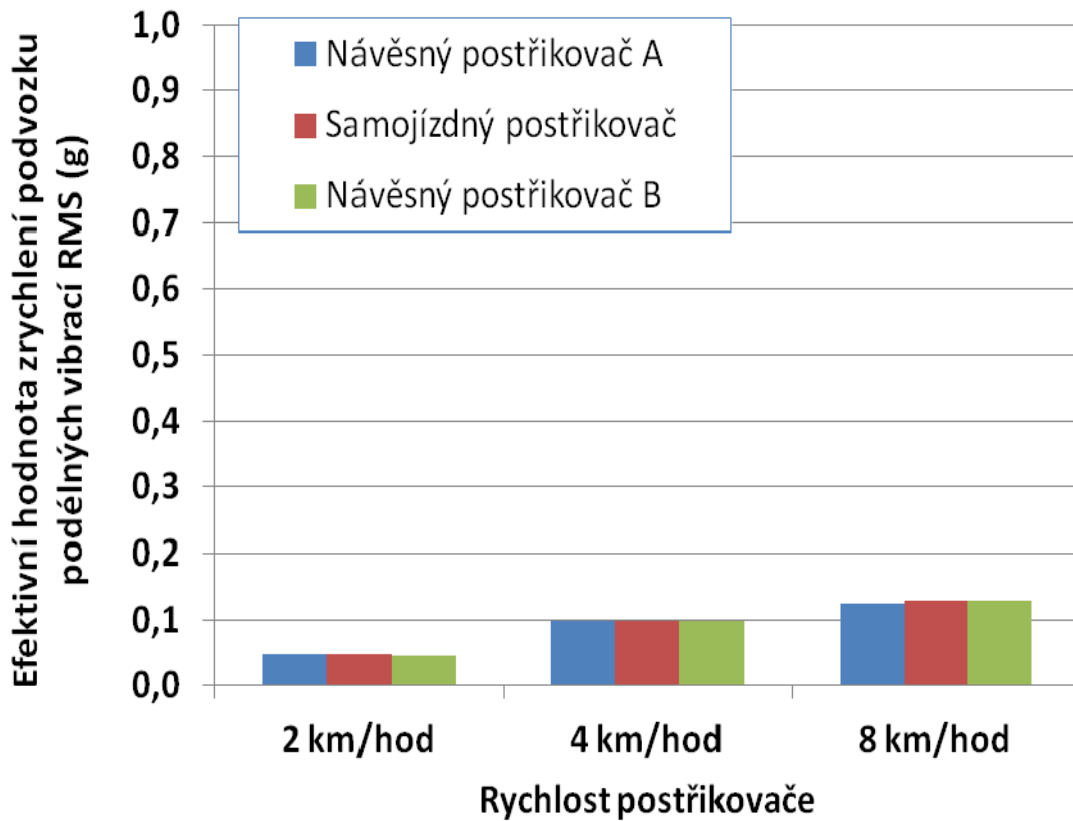
Obr. 1: Polygon, na kterém se uskutečnilo měření - základní upořádání jednotlivých překážek (horní pohled)



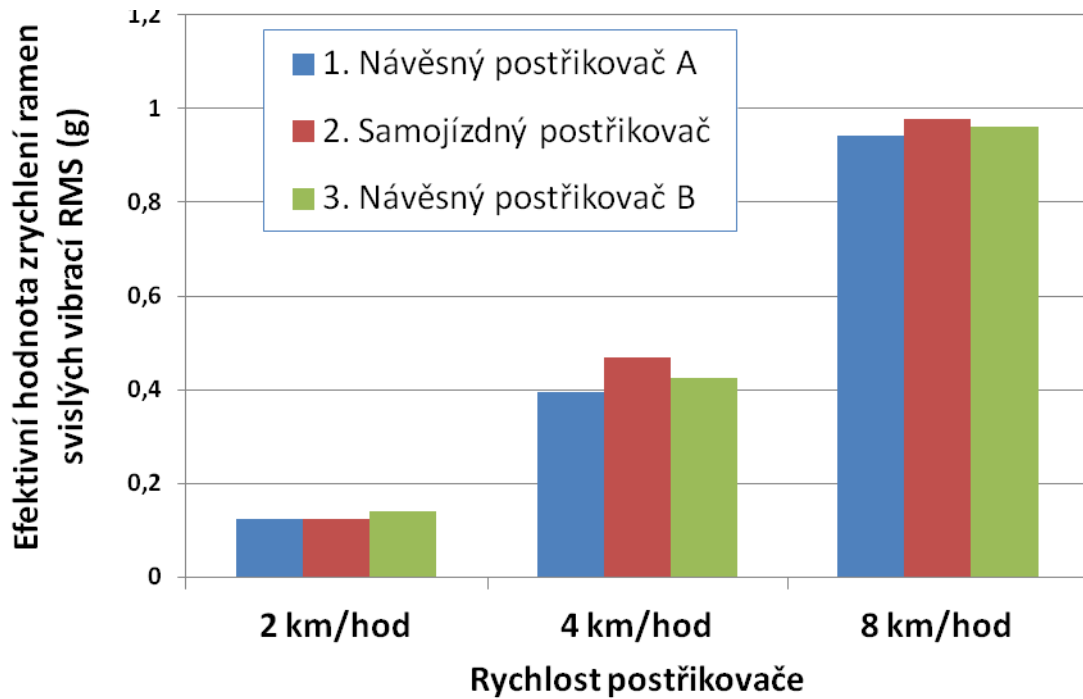
Obr. 2: Průběh naměřených hodnot zrychlení pro rychlost 2 km/hod (jízda na polygonu)



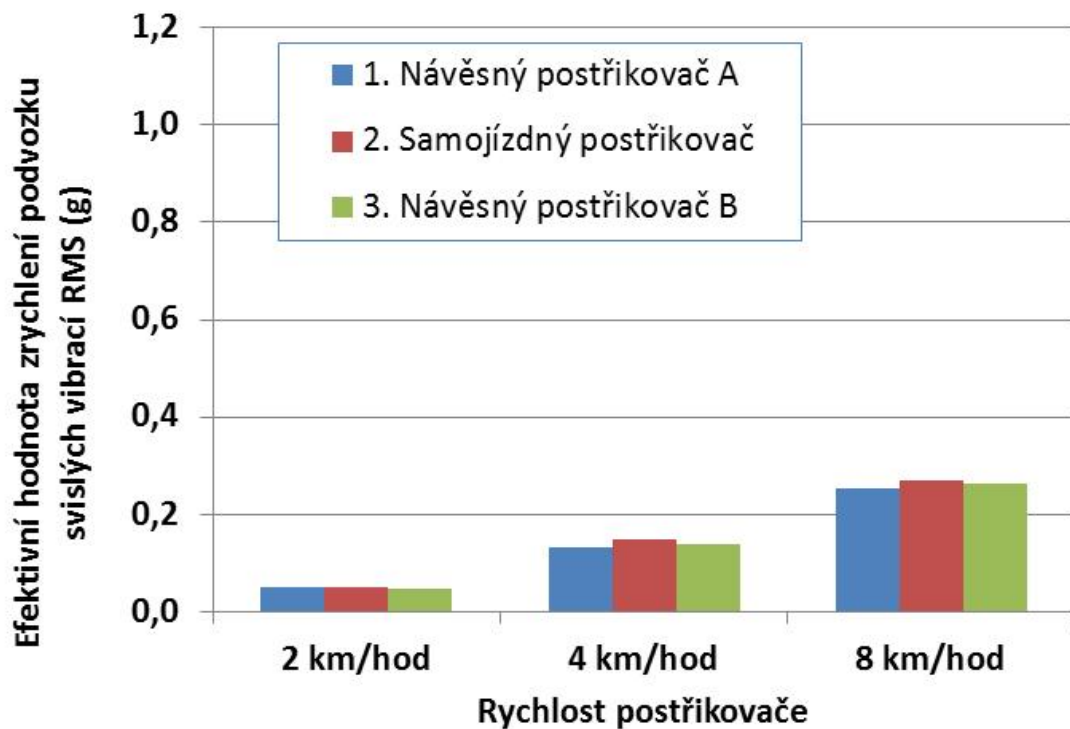
Obr. 3: Porovnání efektivní hodnoty zrychlení ramen podélných vibrací RMS (g) při jízdě po polygonu různou rychlostí u dvou návěsných a jednoho samojízdného postřikovače s pracovním záběrem 36 m



Obr. 4: Porovnání efektivní hodnoty zrychlení podvozku podélných vibrací RMS (g) při jízdě po polygonu různou rychlostí u dvou návěsných a jednoho samojízdného postřikovače s pracovním záběrem 36 m



Obr. 5: Porovnání efektivní hodnoty zrychlení ramen svislých vibrací RMS (g) při jízdě po polygonu různou rychlostí u dvou návěsných a jednoho samojízdného postřikovače s pracovním záběrem 36 m



Obr. 6: Porovnání efektivní hodnoty zrychlení podvozku svislých vibrací RMS (g) při jízdě po polygonu různou rychlostí u dvou návěsných a jednoho samojízdného postřikovače s pracovním záběrem 36 m

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu v Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON – č. TH01010937.

LITERATURA

HERBST A; WOLF P (2001). Spray deposit distribution from agricultural boom sprayers in dynamic conditions. ASAE PaperNo. 01-1054. St. Joseph, MI

- KOVAŘÍČEK P; ABRHAM Z (2006). Strojní linky pro plošný postřik; Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.; Praha; ISBN 80-86884-18-X; 2006
- LANGENAKENS J; RAMON H; DE BAERDEMAEKER J (1995). A model for measuring the effect of tire pressure and driving speed on horizontal sprayer boom movements and spray pattern. Transactions of the ASAE, 38(1), 65-72
- PARLOO E; GUILLAUME P; ANTHONIS J; HEYLEN W; SWEVERS J (2003). Modelling of sprayer boom dynamics by means of maximum likelihood identification techniques—part 2: sensitivity-based mode shape normalization. Biosystems Engineering, 85(3), 291–298
- RAMON H; DE BAERDEMAEKER J (1997). Spray boom motions and spray distribution—part 1: derivation of a mathematical relation. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 23–29
- RAMON H; MISSOTTEN B; DE BAERDEMAEKER J (1997). Spray boom motions and spray distribution—part 2: experimental validation of the mathematical relation and simulations. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 31–39
- SINFORT C; LARDOUX Y; MIRALLES A; ENFALT P; ALNESS K; ANDERSSON S (1997). Comparison between measurements and predictions of spray pattern from a moving boom sprayer. Aspects of Applied Biology, 48, 1–8
- WOLF, P., 2002. Verteilungsqualit.at von Feldspritzger.aten. Shaker, Verlag, 160pp., ISBN 3-8322-0237-4.

Abstrakt

Článek se zabývá měřením rozkmitu ramen u třech postřikovačů s velkým pracovním záběrem (36 m) při různých pracovních stavech, které mohou v provozu vzniknout a mohou vést k nerovnoměrnému dávkování aplikačních dávek na porost. Rozkmit ramen byl měřen pomocí 3osých akcelerometrů umístěných na konci ramene a na nápravě postřikovače. Dále byly měřeny síly v jednotlivých uzlech ramen pomocí tenzometrických snímačů a fóliových tenzometrů.

Klíčová slova: postřikovač, ramena postřikovače, rozkmit ramen postřikovače, aplikační dávka

Kontaktní adresa:

Ing. Radek Pražan, Ph.D.

tel.: 233022536

e-mail: radek.prazan@vuzt.cz

Ing. Jakub Čedík

tel.: 233022230

e-mail: jakub.cedik@vuzt.cz

Ing. Jiří Souček, Ph.D.

tel.: 233022214

e-mail: jiri.soucek@vuzt.cz

Ing. Ilona Gerndtová

tel.: 233022462

e-mail: ilona.gerndtova@vuzt.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha
Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně

Recenzovali: Ing. S. Kraml, Doc. Ing. B. Čech, Ph.D.