

DRONO PURKŠTUVO PANAUDOJIMAS ŽIRNIŲ PASĖLIO PURŠKIMUI ANKŠTARŲ SANDARIKLIAMS

Gilbertas ŠEŠTOKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas gilbertas.sestokas@gmail.com

Michail SEMENIŠIN, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas michailsem@gmail.com

Dainius STEPONAVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas dainius.steponavicius@vdu.lt

Santrauka

Eksperimentiniai tyrimai vykdyti 2022 m. Anykščių raj. Mackeliškių km., ūkininko 9 ha lauke, kuriame buvo pasėti 'Velvet' veislės žirniai. 2022 m. žirniai pasėti balandžio 17 d. Purkšta 2022 07 23. Žirnių derlius buvo nuimtas po trijų savaičių. Tyrimas atliktas naudojant keturių propelerių dronų purkštuvą ir 24 m užgriebio pločio savaeiği purkštuvą, vėjo greičio matavimo prietaisą – sparnelinį anemometrą, meteorologinę stotelę, grūdų nuostolių nustatymo rėmelius (50×50 cm), 2 tipų svarstyklės, akrilo ir trisiloksano pagrindo ankščių sandariklį (preparatą) bei javų kombainą CASE 2388 (su 5 m pločio pjaunamąja) žirnių derliui nuimti. Pasirinktas laukas buvo padalintas į tris taisyklingos formos stačiakampius, kurių kiekvieno plotas 2,5 ha. Viena lauko dalis purkšta dronų purkštuvu, vidurinėji dalis nepurkšta (kontrolinis variantas), trečioji dalis purkšta savaeiği purkštuvu. Savaeiği purkštuvus važiaavo 10 km h⁻¹ greičiu. Purkštuvus nustatytas išpurkšti 200 l ha⁻¹ skysčio kiekį (sandariklio įmaišyta 400 ml vienam hektarui). Dronas purkštuvus purškė skrisdamas 14,4 km h⁻¹ greičiu, 2 m aukštyje nuo žemės paviršiaus. Naudota 17 l ha⁻¹ tirpalo norma. Į tirpalą buvo įmaišoma 400 ml ha⁻¹ sandariklio. Kontrolinėje lauko dalyje ankštarių sandarikliai nenaudoti. Tirti žirnių grūdų savaiminiai ir derliaus nuėmimo nuostoliai. Iš kiekvieno tyrimo lauko nuimtas žirnių grūdų derlius buvo atskirai pasvertas. Žinant bendrą grūdų derlių ir išbirusių ant dirvožemio paviršiaus grūdų kiekį buvo apskaičiuoti bendrieji N_b , savaiminio išbyrėjimo N_s ir derliaus nuėmimo grūdų nuostoliai N_d (kg ha⁻¹ ir proc.). Nustatyta, kad savaiminiai žirnių grūdų nuostoliai, priklausomai nuo techninės priemonės, naudotos sandariklių purškimui, kito nuo 23,20 kg ha⁻¹ (purkšta dronu) iki 40,48 kg ha⁻¹ (purkšta savaeiği purkštuvu). Tai sudarė atitinkamai, 1,10 ir 1,76 proc. viso užauginto žirnių grūdų derliaus. Derliaus nuėmimo žirnių grūdų nuostoliai sandarikliu nepurkštame lauke siekė 44,64 kg ha⁻¹, arba 2,45 proc. viso užauginto žirnių grūdų derliaus. Lyginant dronu purkšto lauko grūdų nuostolius (31,36 kg ha⁻¹) su savaeiği purkštuvu purkšto (32,80 kg ha⁻¹) skirtumas buvo neesminis. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima teigti, kad žirnių pasėliui purkšti naudojant dronų purkštuvą buvo ne tik taupomi vandens resursai, bet ir didesnis ankštarių sandariklio efektyvumas. Purškiant lauką dronu purkštuvu grūdų nuostolius galima sumažinti beveik 40 proc., lyginant su nepurkštu lauku, ir 21,10 proc., lyginant su savaeiği purkštuvu.

Reikšminiai žodžiai: purškimo dronas, savaeiği purkštuvus, žirniai, derliaus nuostoliai.

Įvadas

Vis augančio gyventojų populiacijos maisto poreikių tenkinimas sunkiai įsivaizduojamas be modernesnio ūkininkavimo, kuris turi tapti produktyvesnis, efektyvesnis ir tvaresnis, siekiant patirti kuo mažesnes sąnaudas (Zhang et al., 2002). Siekiant išgauti maksimalų derlių žemės ūkyje laukai gali būti purškiami skystomis trąšomis, pesticidais, augimo regulatoriais, defoliantais ir kitais preparatais. Ūkininkai tam iki šiol naudoja savaeiği ar pakabinamus bei prikabinamus traktorinius purkštuvus. Purškiant traktoriniais purkštuvais vis dar susiduriama su problemomis: lieka nenupurkšti lauko kampai, purkštuvams reikalingos technologinės vėžės ir kt. Pastaruoju metu, siekiant modernizuoti žemės ūkį ir didinti jo efektyvumą, didėja susidomėjimas laukų purškimams naudoti dronus (bepiločius orlaivius). Lietuvoje purškimas dronais vis dar yra naujovė, todėl ir atliktų šios srities tyrimų yra labai mažai (Semenišin et al., 2021). Ūkininkams trūksta žinių, metodikų ir įžvalgų apie dronų efektyvumą, lyginant su kita purškimo technika (Mozgeris et al., 2018). Taip pat susiduriama su tokio tipo įrangos valdymo patirties trūkumu.

Šiame tyrime nagrinėjami ir lyginami duomenys, gauti purškiant žirnių lauką ankštarių sandarikliais, tam pasitelkiant traktorinį purkštuvą ir dronų purkštuvą. Teigiama, kad ankštarių sandariklių naudojimas yra priemonė, galinti užkirsti kelią žirnių derliaus nuostoliams dėl ankštarių atsidarymo prieš derliaus nuėmimą. Gamintojų teigimu, sandariklių veiksmingumas pagrįstas tuo, kad ankštarių paviršiuje sukuriami tam tikra pusiau pralaidi membrana, kuri riboja vandens patekimą į ankštis ar ankštarių, o kartu tuo pat metu leidžia vandeniui prasiskverbti į išorę. Šie procesai yra labai svarbūs paskutinėmis vegetacijos sezono dienomis (Serafin-Andrzejewska et al., 2021). Tyrimais nustatyta (Bauša et al., 2018), kad žieminių rapsų ankštarių sandariklis, sukurtas akrilo ir trisiloksano pagrindu, sumažina neigiamą poveikį aplinkai, nes sumažinami žieminių rapsų sėklų nuostoliai prieš derliaus nuėmimą ir jo metu bei CO₂ emisijos rapsų sėklų tonai užauginti. Tešiant minėtus tyrimus, tikslinga pasiteisinusių rapsuose sandariklį panaudoti ir žirnių pasėlyje bei jo išpurškimą atlikti dronu purkštuvu.

Tyrimo tikslas – nustatyti drono purkštuvu panaudojimo efektyvumą žirnių pasėlio purškimui ankštarių sandarikliais, vertinant per patirtų derliaus nuostolių prizmę.

Tyrimų objektas ir metodai

Eksperimentiniai tyrimai vykdyti 2022 m. Anykščių raj. Mackeliškių km., ūkininko 9 ha lauke (koordinatės: 55.505383, 24.868036), kuriame buvo pasėti 'Velvet' veislės žirniai. Tyrimo lauko dirvožemis priskiriamas karbonatingųjų seklių glėjiškų išplautžemių, tipingų nepasotintųjų balkšvažemių klasifikacijai (Buivydaitė et al., 2023). 2022 m. žirniai pasėti balandžio 17 d. Purkšta 2022 07 23, esant +20–22 °C temperatūrai ir 1–2 m s⁻¹ vėjo greičiui. Žirnių derlius nuimtas po trijų savaitių.

Eksperimentinis tyrimas atliktas naudojant šią įrangą, įrankius ir preparatus: keturių propelerių droną purkštuvą XAG XP2020 ir 24 m užgriebio pločio savaeigį purkštuvą Matrot M44D (1 pav.), vėjo greičio matavimo prietaisą – sparnelinį anemometrą DELTAOHM DO9847, meteorologinę stotelę *iMetos Compact*, grūdų nuostolių nustatymo rėmelius (50×50 cm), 2 tipų svarstyklės, akrilo ir trisiloksano pagrindo ankščių sandariklį (preparatą) bei javų kombainą CASE 2388 (su 5 m pločio pjaunamąja) žirnių derliui nuimti.



a)



b)

1 pav. Dronas purkštuvas (a) ir savaeigis purkštuvas (b)

Fig. 1. Spraying drone (a) and self-propelled sprayer (b)

Pasirinktas laukas buvo padalintas į tris taisyklingos formos stačiakampius, kurių kiekvieno plotas 2,5 ha. Siekiant išvengti nepageidaujamo sklipo pakraščio, nuo kelio paliekamas 5 m atstumas. Viena lauko dalis purkšta dronu purkštuvu, vidurinė dalis nepurkšta – palikta kontrolei, trečioji dalis purkšta savaeigiu purkštuvu.

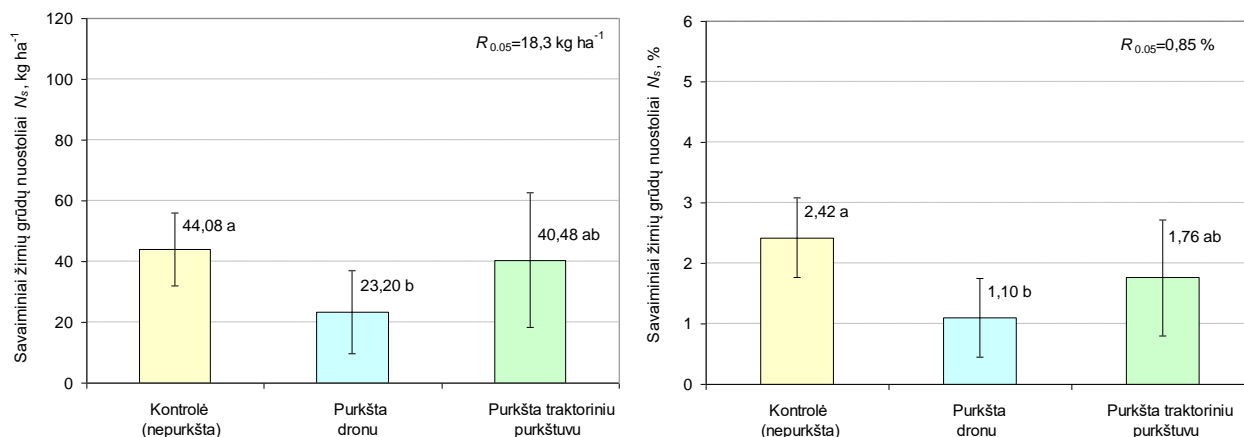
Savaeigis purkštuvas važiuo 10 km h⁻¹ greičiu technologinėmis vėžėmis. Tarp purkštovo sijos ir žirnių pasėlio viršaus buvo nustatytas 50 cm aukštis. Purkštuvus nustatytas išpurkšti 200 l ha⁻¹ skysčio kiekį (sandariklio įmaišoma 400 ml vienam hektarui). Buvo laikomasi vienodų parametru viso purškimo metu. Dronas purkštuvus purškė skridamas 14,4 km h⁻¹ greičiu, 2 m aukštyje nuo žemės paviršiaus. Naudota 17 l ha⁻¹ tirpalo norma. Į tirpalą buvo maišoma 400 ml ha⁻¹ sandariklio. Kontrolinėje lauko dalyje ankštarių sandarikliai nenaudoti, derliaus nuostolių duomenys buvo renkami tuo pat metu kaip ir tiriamų lauko dalių. Tirti žirnių grūdų savaiminiai ir derliaus nuėmimo nuostoliai. Savaiminiams nuostoliams nustatyti prieš derliaus nuėmimą kiekviename tyrimo lauke atsitiktinai buvo dėta po 5 rėmelius (50×50 cm). Rėmelių plote rasti iš ankštarių ant dirvožemio paviršiaus išbyrę žirnių grūdai surinkti ir pasverti. Nuėmus derlių javų kombainu, rėmelių dėjimo operacija vėl pakartota. Iš kiekvieno tyrimo lauko nuimtas žirnių grūdų derlius buvo atskirai pasvertas. Žinant bendrą grūdų derlių ir išbirusių ant dirvožemio paviršiaus grūdų kiekį buvo apskaičiuoti bendrieji N_b , savaiminio išbyrėjimo N_s ir derliaus nuėmimo grūdų nuostoliai N_d (kg ha⁻¹ ir %).

Kiekvienas bandymas pakartotas po 3 kartus. Vertinant tyrimo duomenis apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai ir jų pasikliauties intervalai bei mažiausio patikimo skirtumo tarp duomenų vidurkių riba $R_{0,05}$ (pasirinkus 95proc. tikimybę).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Siekiant tinkamai įvertinti drono purkštovo efektyvumą, buvo nustatyti savaiminiai grūdų nuostoliai, kuomet grūdai patys išbyra iš ankštarių dar kombainui jų neprilietus. Savaiminiai grūdų nuostoliai kontroliniame lauke siekė 44,08 kg ha⁻¹, arba 2,42 nuo viso užauginto žirnių grūdų derliaus (2 pav.). O lauko dalyje, purkštoje dronu, savaiminiai

grūdų nuostoliai buvo $23,20 \text{ kg ha}^{-1}$, o tai yra 47,4 %. Mažiau nei kontrolinėje lauko dalyje. Lyginant savaeigiu purkštuvu purkštos lauko dalies grūdų nuostolius su kontrolinės, skirtumas buvo daug mažesnis – tik 8,2. Tačiau atlikus statistinę duomenų analizę nustatyta, kad tarp savaiminių grūdų nuostolių dronu purkštuvu ir savaeigiu purkštuvu purkštose lauko dalyse esminio skirtumo nėra.

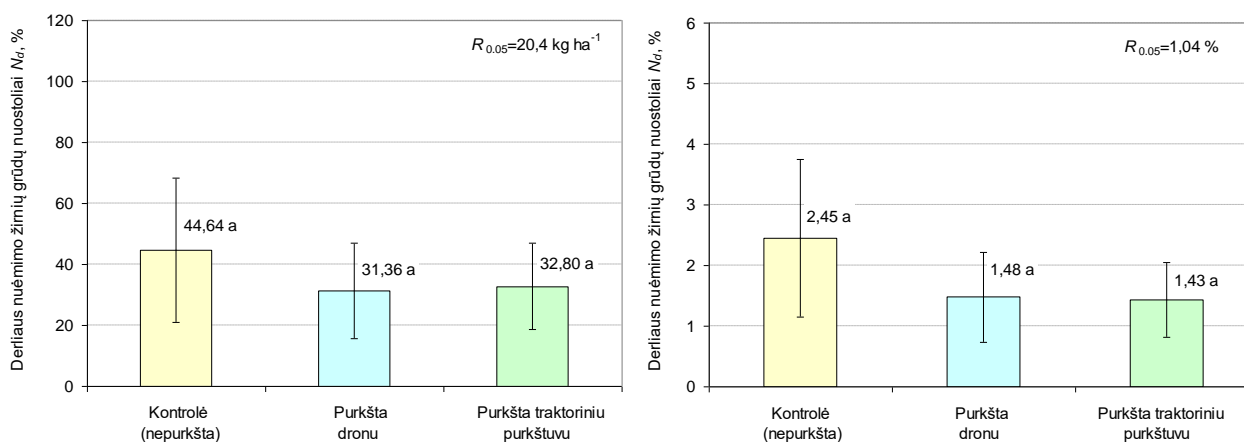


3) b)

2 pav. Purškimo priemonės įtaka savaiminiams žirnių grūdų nuostoliams N_s , kg ha^{-1} (a) ir N_s , % (b)

Fig. 2. Influence of the spray technique on pre-harvest grain losses of peas N_s , kg ha^{-1} (a) and N_s , % (b)

Atlikus tyrimus nustatyta, kad dronu purkštoje lauko dalyje derliaus nuėmimo nuostoliai siekė $31,36 \text{ kg ha}^{-1}$, t. y. 29,8 proc. mažiau negu kontrolinėje (3 pav.). Lyginant dronu purkšto lauko grūdų nuostolius su savaeigiu purkštuvu purkšto skirtumas matomas, tačiau neesminis. Derliaus nuėmimo javų kombainu metu patirti žirnių grūdų nuostoliai, priklausomai nuo techninės priemonės, naudotos sandariklių purškimui, kito nuo $31,36 \text{ kg ha}^{-1}$ (purkšta dronu) iki $44,64 \text{ kg ha}^{-1}$ (nepurkštame lauke). Tai sudarė atitinkamai, 1,48 ir 2,45 viso užauginto žirnių grūdų derliaus. Atlikta statistinė analizė parodė, kad tarp visų tirtų variantų esminis skirtumas nebuvo nustatytas.

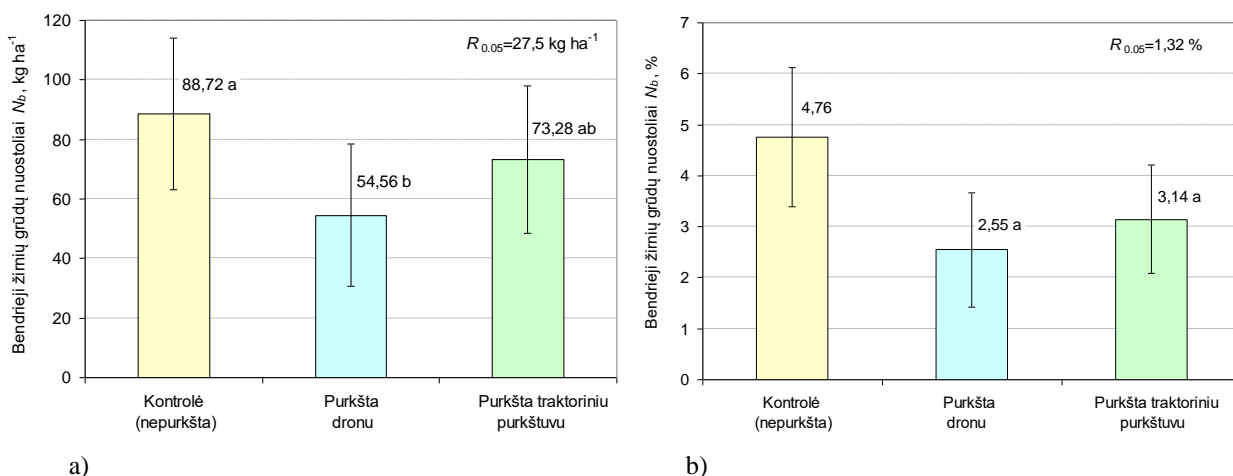


3) b)

3 pav. Purškimo priemonės įtaka derliaus nuėmimo žirnių grūdų nuostoliams N_d , kg ha^{-1} (a) ir N_d , % (b)

Fig. 3. Influence of the spray technique on harvest grain losses of peas N_d , kg ha^{-1} (a) and N_d , % (b)

Surinkus duomenis apie savaiminius grūdų nuostolius bei derliaus nuėmimo metu patirtus nuostolius ir juos išanalizavus, toliau galima įvertinti bendrus žirnių nuostolius. Iš 4 paveikslą matyti, kad daugiausia nuostolių buvo patirta kontrolinėje lauko dalyje – joje prarasta $88,72 \text{ kg ha}^{-1}$ žirnių arba 4,76 % nuo viso užauginto žirnių grūdų derliaus. O naudojant savaeigį purkštuvą, bendrai yra patiriama 17,4 mažiau nuostolių ($15,44 \text{ kg ha}^{-1}$ mažiau). Purškiant lauką dronu purkštuvu būtų patiriama 38,16 % (arba $34,16 \text{ kg ha}^{-1}$) mažiau grūdų nuostolių nei kontrolinėje lauko dalyje ir 21,10 % ($18,72 \text{ kg ha}^{-1}$) mažiau nei traktoriniu purkštuvu purkštame lauke. Viena iš ankštųjų sandariklio efektyvumo, purškiant žirnius dronu purkštuvu, priežasčių galėtų būti ta, kad jame yra rotoriniai purkštukai, kurie tirpalą išpurškia smulkesniais lašeliais nei savaeigio purkštovo inžektoriniai purkštukai. Smulkesni lašeliai tolygiau padengia purškiamų augalų paviršių, tačiau jie yra jautresni šoninio vėjo poveikiui ir dėl jo atsirandančiam lašelių dreifui (Hofman and Solseng, 2001). Tačiau žirnių purškimo metu vėjo greitis siekė tik $1\text{--}2 \text{ m s}^{-1}$, todėl jo įtaka nebuvo reikšminga.



a) b)
4 pav. Purškimo priemonės įtaka bendriems žirnių grūdų nuostoliams N_b , kg ha⁻¹ (a) ir N_b , % (b)
Fig. 4. Influence of the spray technique on total grain losses of peas N_b , kg ha⁻¹ (a) and N_b , % (b)

Iš gautų rezultatų galima daryti išvadą, kad dronas purkštuvais gali būti efektyvi priemonė purškiant laukus. Šiame tyrime efektyvumas tirtas tik įvertinus grūdų nuostolius. Tyrime nėra įvertintas nei augalų padengimas preparatu purškiant dronu, nei derliaus nuostolių praradimas, patiriamas dėl technologinių vėžių. Taip pat nėra įvertintos laiko sąnaudos purškiant dronu ir traktoriniu purkštuvu. Tolesniuose tyrimuose verta tyrinėti skirtingų grūdų kultūrų purškimus ir juos atlikti skirtingais preparatais. Šie tyrimai padėtų dar labiau išsiaiškinti ir pagilinti žinias apie dronų panaudojimą žemės ūkyje ir laukams purkšti.

Išvados

1. Savaiminiai žirnių grūdų nuostoliai, priklausomai techninės priemonės, naudotos sandariklių purškimui, kito nuo 23,20 kg ha⁻¹ (purkšta dronu) iki 40,48 kg ha⁻¹ (purkšta savaeigių purkštuvu). Tai sudarė atitinkamai, 1,10 ir 1,76 % viso užauginto žirnių grūdų derliaus.
2. Derliaus nuėmimo žirnių grūdų nuostoliai, sandarikliu nepurkštame lauke, siekė 44,64 kg ha⁻¹, arba 2,45 % viso užauginto žirnių grūdų derliaus. Lyginant dronu purkšto lauko grūdų nuostolius (31,36 kg ha⁻¹) su savaeigių purkštuvu purkšto (32,80 kg ha⁻¹) skirtumas buvo neesminis.
3. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima teigti, kad žirnių pasėliui purkšti naudojant droną purkštuvą ne tik taupomi vandens resursai, bet ir padidinamas ankštarių sandariklio efektyvumas. Purškiant lauką dronu purkštuvu grūdų nuostolius galima sumažinti beveik 40 %, lyginant su nepurkštu lauku, ir 21,10 % lyginant su savaeigių purkštuvu, tikėtina, dėl tolygesnio ankštarių padengimo sandariklio tirpalu.

Literatūra

1. Bauša, L., Steponavičius, D., Jotautienė, E., Kemzūraitė, A., Zaleckas, E. 2018. Application of rape pod sealants to reduce adverse environmental impacts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 98, No. 6, p. 2428–2436.
2. Buivydaitė, V. V., Jankauskas, B., Motuzas, A. (2023). Lietuvos dirvožemiai. Visuotinė lietuvių enciklopedija (žiūrėta: 2023 02 19).
3. Mozgeris, G., Jonikavičius, D., Jovarauskas, D., Zinkevičius, R., Petkevičius, S., Steponavičius, D. 2018. Imaging from manned ultra-light and unmanned aerial vehicles for estimating properties of spring wheat. *Precision Agriculture*, Vol. 19 (5), p. 876–894.
4. Semenišin, M., Steponavičius, D., Zinkevičius, R. 2021. Dronų panaudojimo žemės ūkyje galimybių analizė. *Žmogaus ir gamtos sauga 2021: mokslo straipsnių rinkinys*. VDU, LMA. Kaunas-Akademija, P. 17–20.
5. Serafin-Andrzejewska, M., Kozak, M., Kotecki, A. 2021. Effect of Pod Sealant Application on the Quantitative and Qualitative Traits of Field Pea (*Pisum sativum* L.) Seed Yield. *Agriculture*, Vol. 11(7), ID 645.
6. Zhang, N., Wang, M., Wang, N. 2002. Precision agriculture – a worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*, Vol. 36 (2-3), p. 113–132.
7. Hofman, V., Solseng, E. 2001. Reducing Spray Drift. North Dakota State University, Fargo, ND, USA.

USE OF SPRAYING DRONE FOR SPRAYING PEA CROP WITH POD SEALANTS

Summary

Experimental studies to be carried out in 2022 in Anykščiai district, Mackeliskes, in a 9 ha farmer's field where cv. Velvet peas were sown. The 2022 peas were sown on 17 April. Pea harvesting took place three weeks later. The survey was carried out using a four-propeller drone sprayer and a self-propelled sprayer with a 24 m boom width, an anemometer for measuring wind speed and a meteorological station, grain loss frames (50 × 50 cm), 2 types of scales,

acrylic and trisiloxane based pod sealant and a CASE 2388 combine harvester (with 5 m wide cutterbar) for pea harvesting. The selected field is divided into three regular rectangles of 2.5 ha each. One part of the field is sprayed with a drone sprayer, the middle part is left unsprayed as a control and the third part is sprayed with a self-propelled sprayer. The self-propelled sprayer travels at a speed of 10 km h⁻¹. The sprayer is set to spray a volume of 200 l ha⁻¹ of liquid (400 ml of sealant added per hectare). The drone sprayer sprayed at a speed of 14.4 km h⁻¹ at a height of 2 m above the ground. The application rate was 17 l ha⁻¹. 400 ml ha⁻¹ of sealant was mixed into the solution. No pod sealant was used in the control part of the field. The pre-harvest and harvest losses of pea grain were investigated. The pea grain harvested from each field was weighed separately. Knowing the total grain yield and the amount of grain that shattered on the soil surface, the total N_b , the pre-harvest loss N_s and the harvested grain loss N_d (kg ha⁻¹ and %) were calculated. It was found that the pre-harvest grain loss of pea grain varied from 23,20 kg ha⁻¹ (drone spraying) to 40,48 kg ha⁻¹ (self-propelled sprayer spraying), depending on the technical means used for the application of the sealants. This represented 1.10% and 1.76% of the total pea grain yield respectively. The loss of pea grain at harvest in the unsprayed field was 44.64 kg ha⁻¹ or 2.45 % of the total pea grain harvested. When comparing the grain loss in the field sprayed by drone (31.36 kg ha⁻¹) with that in the field sprayed by self-propelled sprayer (32.80 kg ha⁻¹), the difference was not significant. In conclusion, the results of the study show that the use of a drone sprayer for the spraying of the pea crop not only saves water resources but also increases the efficiency of the pod sealant. The drone spraying of a field can reduce grain losses by almost 40% compared to an unsprayed field and by 21.10% compared to a self-propelled sprayer.

Keywords: spraying drone, self-propelled sprayer, pea, harvesting losses.