



KVIEČIŲ GRŪDŲ RŪŠIAVIMO ORO SRAUTE TYRIMAI

Kasparas Gerdauskas, Edvardas Vaiciukevičius

Vytauto Didžiojo universitetas

Santrauka

Šiame straipsnyje pateikti 2020 metais atlikti kviečių „Skagen“ tyrimų rezultatai. Tyrimo metu buvo analizuojamos pastovaus skerspjuvio, plėtėjanti ir siaurėjanti rūšiavimo kameros. Buvo tiriama oro srauto greičio kitimas šiose kamerose, taip pat atlikti kviečių grūdų rūšiavimo tyrimai keičiant tiekiamo oro srauto greitį, kviečių srautą, bei kamerų posvyrio kampą. Tyrimų metu nustatyta, kad siaurėjanti kamera yra pritaikyta mažesniems grūdų srautams, lyginant su tiesia ir plėtėjančia kamera, kai oro srauto greitis yra vienodas. Galima teigti, kad plėtėjančioje kameroje reikalingas mažesnis oro srauto greitis, norint pasiekti toki patį našumą ir kokybę, lyginant su kitomis kameromis.

Rekomenduojami parametrai norint pasiekti geriausią grūdų sklaidą plėtėjančioje kameroje: tiekiamas grūdų srautas $q = 8-10 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, o oro srauto greitis $v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; pastovaus skerspjuvio kameroje: tiekiamas grūdų srautas $q = 12 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, o oro srauto greitis $v = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; siaurėjančioje kameroje: tiekiamas grūdų srautas $q = 4 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, o oro srauto greitis $v = 11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ arba, kai tiekiamas grūdų srautas $q = 8-10 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, o oro srauto greitis $v = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Raktiniai žodžiai: kviečiai, rūšiavimas, oro srautas, rūšiavimo kameros

Gauta2021-04-07, patvirtinta 2021-05-05

1. Įvadas

Grūdų derliui didelę įtaką turi sėjos technika, taikomos technologijos ir sėklos kokybė. Ūkiams parinkus šiuolaikines sėklų ruošimo technologijas, įmanoma išauginti net ir aukštos biologinės vertės grūdus, kurių savybės (sėklų gyvybingumas, dygimo energija, daigumas ir masė) kartais gali viršyti sertifikuotos sėklos biologines savybes.

Tobulėjant technologijoms, grūdai yra atskiriami, išvalomi ir rūšiuojami šiuolaikinėmis mašinomis: išcentriniais separatoriais, pneumatiniiais stalais, aerodinaminiais separatoriais [1].

Naudojant valymo ir rūšiavimo mašinas grūdai yra išvalomi ir suskirstomi į atskiras frakcijas pagal tam tikrus parametrus. Todėl pagerėja sėklos kokybė, taip pat suskirstyti grūdai frakcijose, pasižymi vienodomis fizinėmis – mechaninėmis savybėmis [2]. Grūdų valymas oro srautu leidžia šiam grūdų valymo ir rūšiavimo įrenginiui išvalyti ir surūšiuoti grūdus jų nežalojant, dėl ko patiriami mažesni grūdų nuostoliai. Priklausomai nuo mašinos darbinių parametrų ir grūdų savybių (aerodinaminių savybių) gali skirtis išrūšiavimo kokybė [3].

2. Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Tyrimo tikslas yra eksperimentiškai nustatyti plėtėjančios, siaurėjančios ir pastovaus skerspjuvio rūšiavimo kamerų formų, bei oro srauto greičio ir tiekiamo grūdų srauto įtaką, kviečių grūdų „Skagen“ rūšiavimui. Šiam tikslui pasiekti pagamintas grūdų rūšiavimo oro srautu stendas. Nustatytos grūdų aerodinaminės savybės ir drėgnis. Pateikta grūdų sklaidos analizė keičiant rūšiavimo kamerą, oro srauto tekėjimo greitį, rūšiavimo kameros posvyrio kampą ir tiekiamų grūdų srautą. Įvertinta grūdų rūšiavimo kameros formos ir oro srauto sklaidos įtaka grūdų rūšiavimo kokybei. Pateiktos rekomendacijos grūdų rūšiavimo kokybei gerinti.

3. Tyrimo objektas ir metodika

Tyrimo objektas – kviečių grūdų sklaida siaurėjančioje, plėtėjančioje ir pastovaus skerspjuvio rūšiavimo kameroje.

Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto laboratorijoje. Aerodinaminės kviečių grūdų savybės buvo nustatytos klasifikatoriumi pagal patvirtintą metodiką [4].

Rūšiavimo oro sraute tyrimai buvo atlikti su „Skagen“ veislės kviečių grūdais, kurių vidutinis drėgnis buvo – 14 proc., vidutinis kritinis oro srauto greitis $v_{kv.kr.} = 12,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Oro srauto greitis buvo matuotas prietaisu „DO 9847“ matavimo ribos nuo 0,1 iki $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, paklaida $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Grūdams sverti buvo naudojamos svarstyklės „CAS SW-1“, kurių matavimo ribos iki 5 kg, paklaida 2 g.

Tyrimams atlikti tyrimų stende buvo naudojama pastovaus skerspjūvio, siaurėjanti ir plėtėjanti kameros. Oro srauto greitis kameroje buvo keistas nuo 8 iki $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, kameros posvyrio kampas nuo 0° iki 5° , tiekiamų grūdų srautas nuo 4 iki $12 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$.

Eksperimentinių tyrimų stendas pavaizduotas 1 paveiksle. Plėtėjanti rūšiavimo kamera išryškinama juodu kontūru.



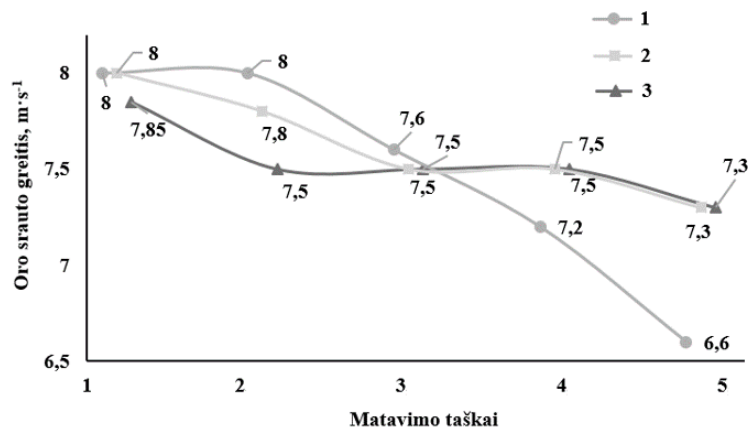
1 pav. Tyrimų stendas: 1 – ventiliatorius; 2 – sėkladėžė; 3 – grūdų rūšiavimo kamera; 4 – oro srauto greičio matavimo anga; 5 – maišelis

Toliau stebėta kaip kinta oro srauto greitis priklausomai nuo kameros formos. Dažnių keitiklių „Delta VFD-B“ keičiant ventiliatoriaus sparnuotės sūkių dažnį, oro srauto greitis grūdų rūšiavimo kameroje pradžioje buvo keistas nuo 8 iki $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Į maišelius subirę grūdai buvo pasveriami bei apskaičiuojama grūdų sklaida rūšiavimo kameroje. Oro srauto greičio kitimas buvo nustatytas plėtėjančioje, siaurėjančioje ir pastovaus skerspjūvio rūšiavimo kameroje, virš kiekvieno maišelio.

4. Tyrimų rezultatai

Išanalizavus oro srauto greičių sklaidą trijų tipų rūšiavimo kameroje, kai oro srauto greičiai pradinuose kamerų taškuose buvo 8, 9, 10, 11 ir $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pastebėtos panašios oro srauto greičių kitimo tendencijos.

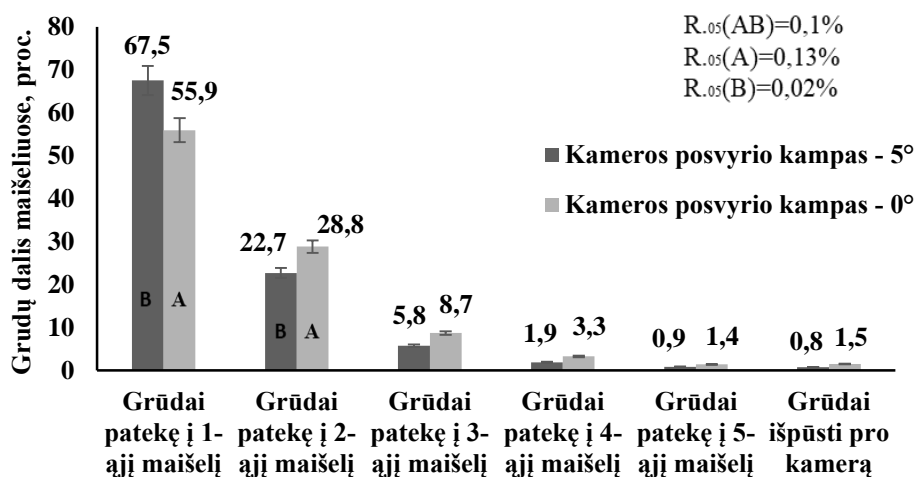
Apibendrinant, galima teigti, kad siaurėjančioje kameroje, oro srauto greitis tolygiai didėja esant visiems tirtiems pradiniais oro srauto greičiams, o pastovaus skerspjūvio ir plėtėjančioje kameroje, tolygiai mažėja.



2 pav. Oro srauto greičio kitimas pastovaus skerspjūvio rūšiavimo kameroje, kai $v = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$: 1 – oro srauto greičių kitimas viršutiniuose kameros taškuose; 2 – oro srauto greičių kitimas viduriniuose kameros taškuose; 3 – oro srauto greičių kitimas apatiniuose kameros taškuose

Oro srauto greičio kitimas esant $v = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oro srauto greičiui rūšiavimo kameros pradžioje pateiktas 2 paveiksle.

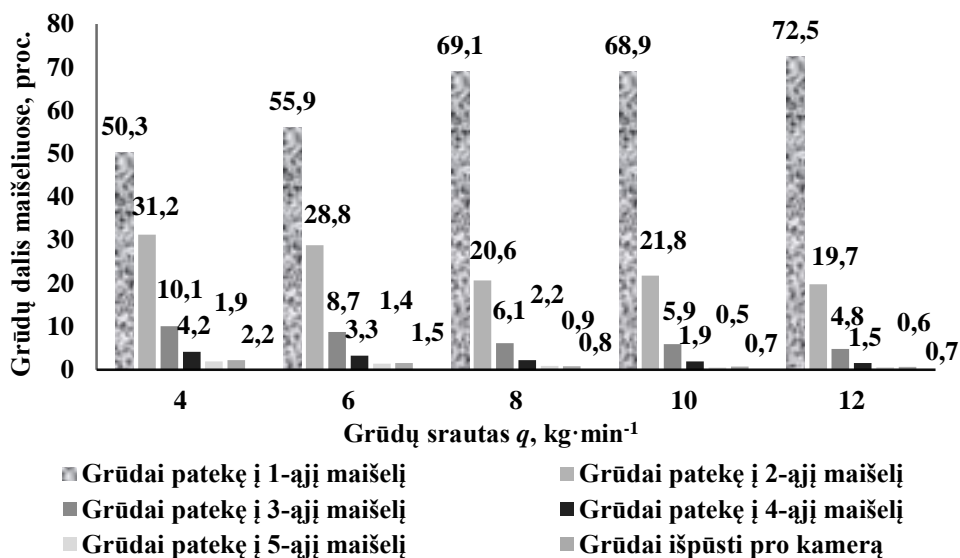
Tyrimo metu buvo tirta grūdų rūšiavimo kameros posvyrio kampo įtaka grūdų sklaidai kameros ilgyje. Pakeitus rūšiavimo kameros posvyrio kampą nuo 0 iki 5° , subirusių į pirmąjį maišelį grūdų kiekis padidėjo apie 12 proc. (3 pav.), tačiau grūdų kiekis sekančiuose maišeliuose buvo mažesnis lyginant su pradiniu kameros posvyrio kampu.



3 pav. Pastovaus skerspjūvio kameros posvyrio kampo įtaka grūdų sklaidai kameroje, kai oro srauto greitis $v = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ir grūdų tiekimo srautas $q = 6 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$

Buvo pastebėta, kad didinant rūšiavimo kameros posvyrio kampą grūdų išrūšavimas buvo blogesnis, dėl aukščiau pakeltų grūdų išbyrėjimo angų sienelių.

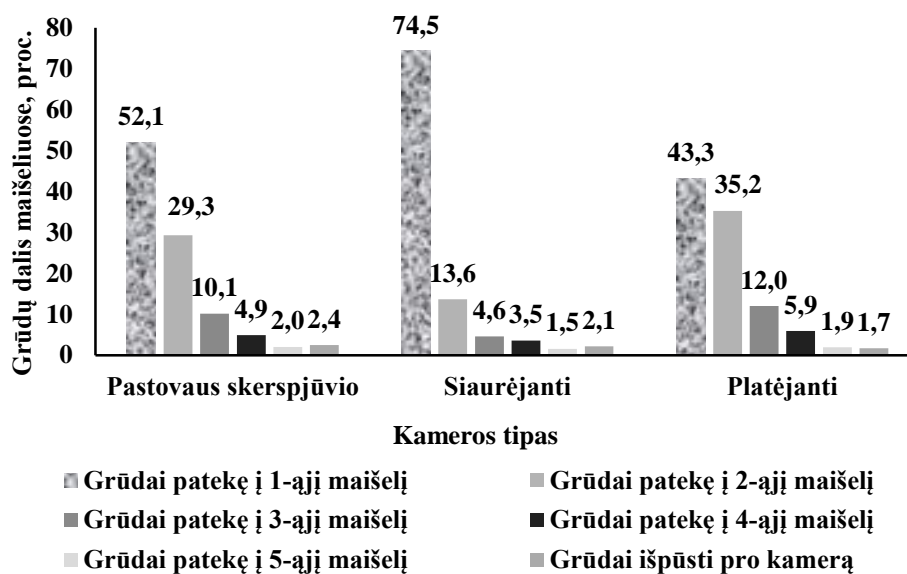
Grūdų rūšiavimui oro srautu didelę įtaką turi tiekiamų grūdų srautas. Tyrimai buvo atlikti keičiant tiekiamų grūdų srautą 4, 6, 8, 10 ir $12 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ribose (4 pav.). Padidinus tiekiamų grūdų srautą nuo 4 iki $12 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ grūdų kiekis pirmuosiuose dviejuose maišeliuose padidėjo nuo 81,5 iki 92,3 proc.. Dėl didelės grūdų koncentracijos oro sraute į pirmuosius maišelius pateko skirtingo dydžio grūdai. Esant $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oro srauto greičiui pastovaus skerspjūvio kameroje reikėtų tiekti ne daugiau kaip $6 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ grūdų.



4 pav. Tiekiamų grūdų srauto įtaka grūdų sklaidai pastovaus skerspjūvio kameroje: kai oro srauto greitis $v = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Atlikus tyrimus buvo pastebėta, kad grūdų sklaida plėtėjančiojo rūšiavimo kameroje yra panaši kaip ir pastovaus skerspjūvio kameroje. Rūšiuojant grūdus plėtėjančioje kameroje tiekimų grūdų srautas gali būti padidintas beveik dvigubai apie $8-10 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$, lyginant su pastovaus skerspjūvio kamera $4-6 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$.

Galima teigti, kad naudojant skirtingos formos grūdų rūšiavimo kameras kiekviena kamera turi skirtingus parametrus, tačiau grūdų sklaidos tendencijos yra panašios (5 pav.). Tačiau kiekybinės grūdų sklaidos charakteristikos skiriasi. Esant $v = 11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oro srauto greičiui ir tiekiant $q = 10 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ grūdų srautą, geriausiai grūdai pasiskirsto pastovaus skerspjūvio kameroje: pirmajame maišelyje atsидuria didžioji dalis grūdų t.y. 52,1 proc., antrajame – 29,3 proc., trečiajame – 10,1 proc., ketvirtajame – 4,9 proc., penktajame – 2 proc. ir apie 2,4 proc. smulkių grūdų bei lengvų priemaišų išpučiama iš kameros. Tuo tarpu siaurėjančioje kameroje beveik visi grūdai patenka į pirmąjį maišelį, jie skiriasi savo dydžiu bei aerodinaminėmis savybėmis.



5 pav. Kamrų skirtingų formų įtaka grūdų sklaidai, kai oro srauto greitis $v = 11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, grūdų tiekimo srautas $q = 10 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$

Apžvelgiant tyrimo rezultatus pastebimos tendencijos, kurios nusako kamrų savybes, norint pasiekti panašią grūdų sklaidą. Naudojant siaurėjančią kamerą rekomenduojama pasirinkti didesnę oro srauto greitį ir mažinti tiekiamą grūdų srautą, tai suteiks grūdams daugiau erdvės judėjimui ir jie bus labiau išskendinti, kas įtakos jų geresnę skrajumą ir sklaidą. Taip pat šią kamerą vertėtų taikyti mažesniems grūdų srautams.

Į plėtėjančią kamerą galima tiekti oro srautą mažesniu greičiu, o tiekiamą grūdų srautą padidinti. Ši kamros forma leidžia grūdams lengviau judėti išilgine kamros kryptimi, kas pagerina jų sklaidą.

5. Išvados

1. Galima daryti prielaidą, kad siaurėjančios formos kamera tinka rūšiuoti mažesniems grūdų srautams, lyginant su pastovaus skerspjūvio ir plėtėjančia kamera, kai oro srauto greitis kamros pradžioje yra vienodas.

2. Atlikus tyrimus, galima teigti, kad plėtėjančioje kameroje galima tiekti mažesnę oro srauto greitį, norint pasiekti toki patį našumą ir grūdų rūšiavimo kokybę, lyginant su kitomis tirtomis kamromis. Į plėtėjančios formos kamerą galima tiekti apie $8-10 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ grūdų esant $v = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oro srauto greičiui. Pastovaus skerspjūvio kameroje buvo pasiektas didžiausias našumas $q = 12 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$, esant oro srauto greičiui $v = 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

3. Siaurėjančioje kameroje norint pasiekti geriausią grūdų sklaidą į kamerą reikia tiekti apie $q = 4 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ grūdų srautą, kai oro srauto greitis $v = 11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, esant tiekiamam grūdų srautui $q = 8-10 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$, oro srauto greitį rekomenduojama didinti iki $v = 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Literatūra

- [1] V.Butkus, R.Domeika, A.Jasinskas, M.Martinkus, L.Špokas, E.Vaiciukevičius, 2012. Derliaus dorojimo technologijų inžinerija. Akademija (Kauno r.): Aleksandro Stulginskio universitetas, [žiūrėta 2020 10 01]. Prieiga per internetą <<http://dspace.lzuu.lt/handle/1/1710>>.
- [2] E.Vaiciukevičius, A.Strakšas. Grikių biometrinių rodiklių ir aerodinaminių savybių tyrimas. LŽŪU mokslo darbai. 2009, Nr. 83 (36), P. 92–97.
- [3] A.M.Giyevskiy, V. I.Orobinsky, A. P.Tarasenko, A.V Chernyshov & D.O.Kurilov (2018). Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. Vol. 327, No. 4, p.042035.
- [4] E.Vaiciukevičius. Sėklų aerodinaminių savybių nustatymas. Laboratoriniai darbai, 2010. LŽŪU ŽŪM.

INVESTIGATION OF WHEAT GRAINS SORTING IN AIR FLOW

Extended Summary

As the processing of cereals technology improves, grains are separated, cleaned and sorted by modern machines: centrifugal separators, pneumatic tables, aerodynamic separators. Sorting quality may vary depending on machine operating parameters and grain aerodynamic properties.

The aim of the study was experimentally determine the influence of widening, narrowing and constant cross-section of the sorting chambers shape, as well as the air flow rate and the supplied grain flow on a grain sorting quality.

In order to implement this research, following tasks were done. Primarily a grain sorting stand was made (Figure 1). The widening sorting chamber is highlighted in black.



Fig. 1 Research stand: 1 - fan; 2 – grain seed box; 3 - grain sorting chamber; 4 - air flow velocity measuring hole; 5 – collection bag

Also the aerodynamic properties and humidity of the grain were predetermined. An analysis of grain dispersion by varying the sorting chamber, air flow rate, tilting angle of the sorting chamber, and supplied grain flow were presented. The influence of the shape of the grain sorting chamber and the distribution of air flow on the quality of grain sorting was evaluated. Recommendations for improving the quality of grain sorting were provided.

This article presents the research results of the „Skagen“ wheat with an average humidity of 14 % conducted in 2020. The distribution of air flow velocity was measured in these chambers, as well as wheat grain sorting studies were performed by varying the air flow velocity, the supplied wheat flow, and the chambers tilt angle.

Studies have shown that the narrowing chamber is adapted to lower grain flows compared to the constant cross-section and widening chambers, when the air flow rate is the same in all cases. When using a narrowing chamber, it is recommended to select a higher air flow rate and reduce the supplied grain flow, this will give more space for the grains movement and they will be more pulled out, which will affect their better fluidity and dispersion. It can also be argued that the widening chamber requires a lower air flow rate and increased grain flow to achieve the same performance and quality compared to other chambers. This shape of the chamber allows the grains move more easily in the longitudinal direction of the chamber, which improves their dispersion.

Recommended parameters to achieve the best grain distribution using an expanding chamber: grain flow $q = 8-10 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ and air flow rate $v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. With a straight chamber, maximum performance can be achieved without compromising on quality with a grain flow $q = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ and an air flow rate $v = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. The recommended parameters for narrowing chamber are: grain flow $q = 4 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ and air flow rate $v = 11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ or when grain flow $q = 8-10 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, and the air flow rate $v = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Keywords: wheat, sorting, air flow, sorting chambers

Remark: Article was prepared for the student scientific conference “Young scientist 2021“ of Vytautas Magnus university.

Autoriai kontaktams

Kasparas Gerdauskas, Magistrantas, VDU ŽŪA Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas,
tel.+370 605 65047, el. paštas: kasparas.gerdauskas@gmail.com

Edvardas Vaiciukevičius, docentas, daktaras,
VDU ŽŪA Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas,
tel. +370 615 93865, el. paštas: edvardas.vaiciukevicius@vdu.lt