

APLINKOS SĄLYGŲ ĮTAKA VIDUTINIO LAIDUMO JAVŲ KOMBAINŲ DARBO RODIKLIAMS

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS TO JOB INDICATORS OF MID CONDUCTIVITY GRAIN HARVESTERS

Liudvikas Špokas¹, Gediminas Žebrauskas², Vladimir Bulgakov³

^{1,2} Aleksandro Stulginskio universitetas, Žemės ūkio inžinerijos fakultetas

³ Ukrainos gamtos bio išteklių panaudojimo nacionalinis universitetas

El.paštas: Liudas.Spokas@asu.lt, gedisze@gmail.com, vbulgakov@meta.ua

Gauta 2013-04-20, pateikta spaudai 2013-09-02

Straipsnyje nagrinėjama aplinkos sąlygų įtaka vidutinio laidumo kombaino šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliams, sužalojimui, degalų sąnaudoms ir našumui. Nustatyta, kad maksimalų tiekiamą į kombainą javų srautą riboja grūdų nuostoliai ir variklio galia, o kombaino našumą dar ir aplinkos sąlygos. Nuimant labai drėgnus kviečius (grūdų drėgnumas $U_1 = 18,8 \%$), į kombainą reikia tiekti apie 4 kg s^{-1} mažesnę javų srautą, lyginant su vidutinio drėgnumo kviečių nuėmimu. Į kombainą yra tiekiamas racionalus javų srautas, kai tonai grūdų prikulti degalų sąnaudos nebemažėja, o šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai dar nesiekia leistinosios $0,5 \%$ ribos. Nuimant drėgnus ir visiškai sugulsius kviečius, tonai grūdų prikulti suvartota $0,75 \text{ l}$ daugiau degalų, lyginant su vidutinio drėgnumo kviečių nuėmimu. Vasarinių kviečių hektarui nuimti, kai susmulkinti šiaudai paskleidžiami ražienoje, suvartota $16,32 \pm 0,12 \text{ l}$, o šiaudus klojant į pradalgės – $2,5 \text{ l}$ mažiau degalų. Nuimant drėgnus ir sugulsius žieminius kviečius, kombainas per valandą nupjovė $0,46 \text{ ha}$ ir prikūlė $4,3 \text{ t}$ mažiau grūdų, lyginant su vidutinio drėgnumo kviečių nuėmimu.

Javų kombainas, grūdų nuostoliai, sužalojimas, degalų sąnaudos, našumas

Įvadas

Lietuvoje vyrauja 2–30 ha ūkiai [1]. Jie sudaro apie 76 % visų šalies ūkių. Mažuose ūkiuose javai nuimami naudotais arba mažo laidumo kombainais ar laukiama kaimynų pagalbos. Vidutinio dydžio augalininkystės ūkiuose naudojami vidutinio laidumo javų kombainai. Stambūs ūkiai ($> 500 \text{ ha}$) javus, rapsus ir kukurūzų burbuoles nuima labai kombainais, kurie per dieną nupjauna apie 25 ha javų ir prikulia 170 t, o esant palankioms sąlygoms ir $> 200 \text{ t}$ grūdų.

Vidutinio laidumo kombainai yra su klavišniais kratikliais, ar su vienu ašiniu rotoriniu šiaudų separatoriumi, o dalis su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu [2]. Lietuvos ūkiuose daugiausiai yra kombainų su klavišniais kratikliais.

Svarbiausieji kombaino darbo vertinimo kokybiniai rodikliai yra grūdų sužalojimas, kratymo ir valymo grūdų nuostoliai bei priemaišų dalis grūduose [3]. Jie susieti su kūlimo aparato konstrukcija [4, 5], technologiniais parametrais [6], kulių javų sudėtimi ir drėgnumu [7, 8]. Maksimalų tiekiamą į kombainą javų srautą riboja leistini grūdų nuostoliai [9], o našumą – darbo sąlygos.

Dauguma autorių tyrė kombaino atskirų sistemų darbą laboratorijoje ir nustatė racionalius technologinius parametrus. Tačiau gamybinėmis sąlygomis kombaino sistemų veikimui didesnę įtaką turi meteorologinės sąlygos, pasėlio būklė negu technologiniai parametrai.

Vengrijoje nuimant žieminius kviečius, lygintas kombaino su tangentiniu kūlimo aparatu ir ašiniu-kūlimo separavimo būgnu darbas [10]. Kombainas su ašiniu-kūlimo separavimo būgnu sužalojo apie keturis kartus mažiau grūdų, grūduose buvo 0,94 % mažiau priemaišų, negu iškultuose su tangentiniu kūlimo aparatu. Tačiau nuimant drėgnus javus, kombainas anksčiau vakare baigia darbą, lėčiau važiuoja piktžolėtame lauke. Drėgno klimato sąlygomis universalesnis yra kombainas su klavišiniais kratikliais arba su ašiniais rotoriniais šiaudų separatoriais. Kombainų kompiuteryje yra technologinių parametrų lentelės. Tačiau parametrai nesusieti su augalų drėgnumu, derliumi ar darbo sąlygomis. Todėl kiekvienos šalies sąlygomis reikia įvertinti vakarų šalyse gaminamų kombainų darbą, patikslinti technologinius parametrus, nustatyti realųjį našumą ir degalų sąnaudas.

Tyrimo tikslas. Nustatyti darbo sąlygų įtaką vidutinio laidumo kombaino darbo kokybiniais rodikliais, našumui ir degalų sąnaudoms.

Tyrimų metodika

2010–2012 m. Gedimino Žebrausko ūkyje tirtas vidutinio laidumo kombaino su tiekiamu javų srauto greitintuvu (APS) darbas, nuimant žieminius kviečius ir vasarinius miežius. Kombaino pjaunamosios plotis 6 m, kūlimo būgno skersmuo 0,6 m, plotis 1,7 m. Pobūgnis 142° kampu gaubė būgną, jo separacijos plotas siekė 1,26 m². Grūdus iš šiaudų separavo šešių klavišų, 7,48 m² ploto kratikliai. Valytuve buvo du 5,8 m² ploto žvyniniai sietai, grūdų bunkerio talpa 8100 l. Kombaino važiuoklė ratinė, variklio maksimali galia 191 kW.

Meteorologinės sąlygos įvertintos pagal Kauno rajono meteorologinės stoties duomenis.

Biometriniai rodikliai. Javų biometriniams rodikliams nustatyti tiriamame javų bare, penkiuose 0,25 m² ploteliuose nupjauti ir laboratorijoje pasverti augalai (rodmenų tikslumas 0,01 g). Išmatavus javų stiebų ilgį iki varpos, nustatytas vidutinis jų aukštis. Iš varpų iškulti grūdai pasverti, nustatytas jų drėgnis, 1000 grūdų svoris bei biologinis 14 % drėgnumo grūdų derlius.

Grūdų sužalojimo nustatymas. Kombainui važiuojant, tyrimų žurnale buvo užrašomi kombaino technologiniai parametrai, važiavimo greitis. Iškrovus grūdus, iš priekabos skirtingų vietų buvo paimtas apie 2 kg grūdų ėminys. Grūdai supilti į maišelį, įdėta etiketė, kurioje nurodytas bandymo numeris ir pagrindiniai technologiniai parametrai. Laboratorijoje iš kiekvieno maišelio dalijimo būdu atskirti šeši

po 100 g ėminiai. Iš kiekvieno ėminio buvo atskirti visi mechaniškai sužaloti grūdai, jie pasverti ir apskaičiuotas vidutinis grūdų sužalojimas.

Šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai. Jiems nustatyti naudoti 0,018 m² ploto nupjauto kūgio formos indeliai. Kombainui važiuojant, trys indeliai buvo dedami po kombaino kuliamąja, kiti šalia vairuojamojo rato ir vieno bei dviejų metrų atstume nuo jo. Iš kiekvieno indelio pašalinus šiaudgalius, grūdai su priemaišomis supilti į atskirus plastikinius maišelius. Į juos buvo įdėtos etiketės. Grūdų drėgnumas nustatytas *Feuffer He lite* (rodmenų tikslumas 0,1 %) prietaisu. Laboratorijoje iš kiekvieno ėminio atskyrus priemaišas ir grūdus pasvėrus apskaičiuoti šiaudų separavimo bei nuokulų valymo grūdų nuostoliai kg ha⁻¹:

$$G_2 = \frac{k a_1}{0,018}, \quad (1)$$

čia a_1 – indelyje rastų grūdų svoris, g.

k – pjaunamosios plotį įvertinantis koeficientas.

Kombaino našumas. Darbo metu laikmačiu fiksuotas kombaino važiavimo greitis, grūdų bunkerio pripildymo ir iškrovimo laikas. Prikūlus pilną bunkerį grūdų, jie sandėlyje pasverti. Apskaičiuotas kombaino našumas ha h⁻¹ ir t h⁻¹. Kiekvienos dienos kombaino darbo našumas apskaičiuotas taip. Darbo pradžioje kiekviename lauke kombaino kompiuterio rodmenys buvo gražinami į pradinę padėtį. Prikūlus kiekvieną bunkerį grūdų, tyrimo duomenų žurnale buvo užrašomas kompiuteryje rodomas nuvažiuotas atstumas darbo ir tuščių važiavimų metu, sugaištas laikas, nupjautas plotas ir prikultų grūdų svoris. Apibendrinus duomenis apskaičiuotas vidutinis kombaino darbo dienos našumas.

Degalų sąnaudos. Kombaino variklis turėjo valandinį degalų sąnaudų matavimo prietaisą. Darbo pradžioje žurnale buvo pažymimas variklio suvartotų degalų kiekis ir kiti duomenys. Prikūlus kiekvieną bunkerį grūdų buvo fiksuojamas suvartotų degalų kiekis, nupjautas javų plotas, sugaištas laikas, o grūdus pasvėrus – prikultų grūdų kiekis. Apskaičiuotos degalų sąnaudos hektarui javų nupjauti ir tonai grūdų prikulti.

Tyrimų duomenys įvertinti apskaičiavus vidurkio pasikliautinąjį intervalą 95 % tikimybės lygmeniui. Duomenų kitimo pobūdį įvertino regresijos lygtis.

Tyrimų rezultatai

Meteorologinės sąlygos. Lietuvoje žieminiai javai pradami pjauti liepos trečiame dešimtadienyje. Dėl labai nepalankių meteorologinių sąlygų pjūties pradžia gali nusitęsti į rugpjūčio pradžią. Javapjūtės darbus reikėtų baigti rugpjūčio mėn. trečiame dešimtadienyje. 2011–2012 m. rugpjūčio mėnesio meteorologinės sąlygos buvo labai skirtingos (1 lentelė).

1 lentelė. 2011–2012 m. rugpjūčio mėn. meteorologinės sąlygos*
Table 1. The 2011–2012 August meteorological conditions

| Metai | Aplinkos oro temperatūra °C | Santykinis oro drėgnumas % | Krituliai mm |
|-------|-----------------------------|----------------------------|--------------|
| 2010 | 19,7 | 80 | 112,5 |
| 2011 | 17,5 | 78 | 152,4 |
| 2012 | 17,1 | 81 | 69,2 |

*Kauno meteorologijos stoties duomenys

2010 m. rugpjūčio mėn. pirmajame dešimtdienyje per 4 dienas iškrito 35 mm, antrajame – per 5 dienas 18,8 mm kritulių, o trečiajame buvo net 9 lietingos dienos. 2011 m. rugpjūčio mėn. pasitaikė 17 lietingų dienų iš jų 8 dienas kombainai negalėjo dirbti, nes kasdien iškrito daugiau kaip 8 mm kritulių. Kitomis dienomis dažnai teko stoviniuoti dėl trumpalaikių kritulių. 2012 m. rugpjūčio mėnesio pirmajame dešimtdienyje per 7 dienas iškrito 49,6 mm kritulių. Lietus ir vėjo gūsiai, kurių maksimalus greitis siekė 15 m s^{-1} , išguldė javus. Antrasis dešimtdienis buvo labai palankus pjūčiai, nes iškrito vos 0,7 mm kritulių. Tačiau vidutinė oro aplinkos temperatūra siekė $16,8 \text{ }^\circ\text{C}$, o santykinis oro drėgnumas – 83 %. Trečiasis dešimtdienis buvo vėsus – $15,9 \text{ }^\circ\text{C}$, iškrito 18,9 mm kritulių.

Javų biometriniai rodikliai. G. Žebrausko ūkyje auginama daug skirtingų veislių javų (2 lentelė). Javų derlius jau siekia apie 8 t ha^{-1} . Dėl javų veislių savybių, meteorologinių sąlygų ir ne visada subalansuoto tręšimo kartais tenka pjauti ir visiškai sugulusius javus. Žieminiai kviečiai yra aukšti, visų auginamų veislių vidutinis stiebų ilgis iki varpos siekia $> 0,7 \text{ m}$. Varpose grūdai stambūs, 1000 grūdų svoris yra $> 44 \text{ g}$.

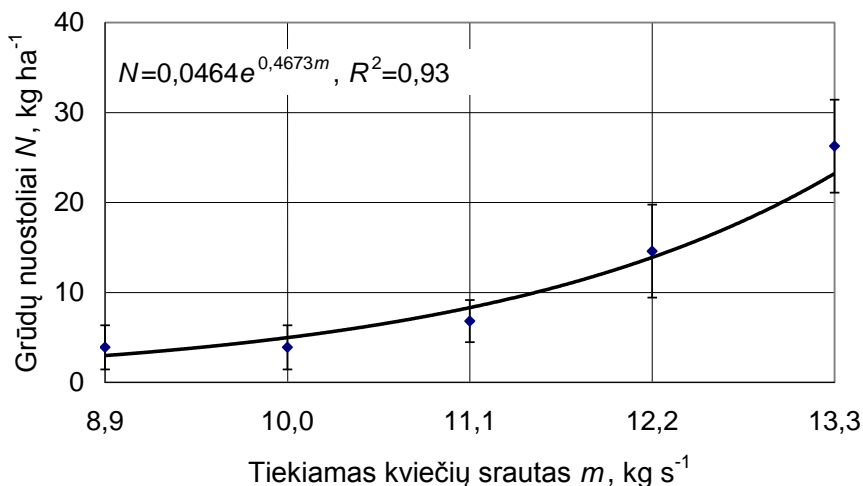
2 lentelė. Salyklinių miežių ir žieminių kviečių biometriniai rodikliai
Table 2. Biometric indicators of main cereal varieties

| Rodikliai | | Salykliniai miežiai <i>Quench</i> | Žieminiai kviečiai | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| | | | <i>Türkis</i> | <i>Skagen</i> |
| Produktyvių stiebų skaičius | St. m^{-2} | $906 \pm 5,01$ | $694,7 \pm 27,1$ | $764 \pm 83,3$ |
| Stiebo ilgis iki varpos | m | $0,66 \pm 0,02$ | $0,71 \pm 0,01$ | $0,75 \pm 0,02$ |
| Grūdų skaičius varpoje | vnt. | $22,9 \pm 2,02$ | $46,6 \pm 1,69$ | $30,2 \pm 0,99$ |
| Varpos grūdų svoris (14%)* | g | $0,81 \pm 0,02$ | $1,97 \pm 0,09$ | $1,44 \pm 0,06$ |
| 1000 grūdų svoris (14%) | g | $35,2 \pm 0,8$ | $44,22 \pm 0,35$ | $45,29 \pm 0,37$ |
| Biologinis derlius | t ha^{-1} | $7,1 \pm 0,3$ | $8,45 \pm 0,2$ | $8,31 \pm 0,4$ |

* grūdų ir šiaudų drėgnumas

Šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai. Tai svarbiausias kombaino darbo įvertinimo kokybinis rodiklis. Kombaino darbo spartą riboja darbo sąlygos ir leistini šiaudų separavimo bei nuokulų valymo grūdų nuostoliai. Jų leistinoji riba 0,5 %, o kai darbo sąlygos labai nepalankios – 1 %. Pjovimo grūdų nuostoliai labiausiai priklauso nuo pasėlio būklės. Juos galima sumažinti, keičiant kombaino važiuojimo greitį, kryptį ir pjovimo aukštį.

2011 m. rugpjūčio 19 d. pjauti vidutinio drėgnumo ir derlingumo, nepagulę, vasariniai kviečiai *Triso* (1 pav.). Nustatyta, kad tiekiant į kombainą $13,3 \text{ kg s}^{-1}$ kviečių srautą (važiavimo greitis 6 km h^{-1}), šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai dar neviršijo leistinosios 0,5% ribos. Variklio galios trūkumas neleido dar padidinti tiekiamą javų srautą.



1 pav. Tiekiamo į kombainą vasarinių kviečių *Triso* srauto įtaka šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliams

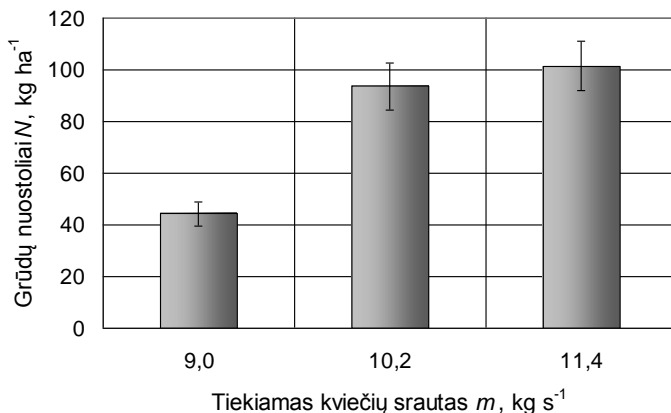
Fig. 1. Summer wheat *Triso* feed rate influence to grain losses

Kūlimo būgno spragilų judėjimo greitis $v_b = 25,1 \text{ m s}^{-1}$, tarpas tarp būgno spragilų ir po-būgno $a = 8 \text{ mm}$, ventiliatoriaus sukimosi dažnis $n_v = 1200 \text{ min}^{-1}$, tarpai tarp viršutinio sieto žvynų $b_1 = 13 \text{ mm}$, apatinio – $b_2 = 5 \text{ mm}$, derlius $A_g = 5,56 \text{ t ha}^{-1}$, grūdų drėgnumas $U_1 = 14,8 \%$

Javapjūtės pradžioje nuimant labai drėgnus žieminius kviečius *Tūkis* (2 pav.), leistinoji šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostolių riba 0,5 % buvo viršyta į kombainą tiekiant $> 9 \text{ kg s}^{-1}$ kviečių srautą. Dėl nepalankių darbo sąlygų leistiną grūdų nuostolių ribą padidinus vienu procentiniu punktu, į kombainą buvo galima tiekti apie 10 kg s^{-1} javų. Nuimant drėgnus kviečius, buvo sužalota $0,44 \pm 0,1 \%$ grūdų. Palyginus 1 ir 2 pav. pateiktus tyrimų duomenis galima teigti, kad nuimant drėgnus kviečius, į kombainą reikia tiekti apie 4 kg s^{-1} mažesnę kviečių srautą, lyginant su vidutinio drėgnumo kviečių tiekiamu srautu. Esant nepalankioms pjūčiai sąlygoms, kombaino laidumą riboja ir variklio galia. Tiekiant į kombainą 10 kg s^{-1} kviečių srautą, variklio apkrova kito 95–100 % ribose. Todėl darbai nepalankiomis sąlygomis vidutinio laidumo kombaino su šiaudų smulkintuvu ir ratine važiuokle racionali variklio galia, kai pjaunamosios pločio kiekvienam metrui tenka po 36,8 kW.

Tyrimų metu pjauti visiškai sugulę žieminiai kviečiai *Skagen*. Vidutinis grūdų drėgnumas siekė 17 %, o šiaudų – 31 %. Šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostolių leistinoji 0,5 % riba buvo viršyta tiekiant į kombainą $7,5 \text{ kg s}^{-1}$

kviečių srautą. Kviečių grūdų sužalojimas kito nuo $0,34 \pm 0,06$ iki $0,61 \pm 0,09$ %. Padidinus tarpus tarp viršutinio sieto žvynų nuo 9 iki 14 mm, šiaudų separavimo ir nuokulų valymo vidutiniai grūdų nuostoliai sumažėjo $10,43 \text{ kg ha}^{-1}$. Tačiau dėl duomenų sklaidos skirtumas buvo ne esmini.

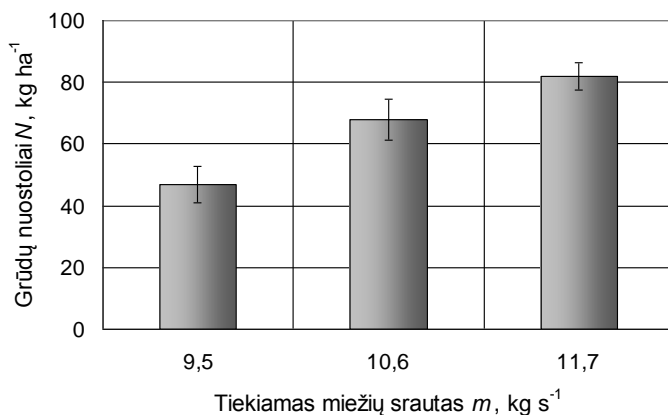


2 pav. Tiekiamo į kombainą žieminių kviečių *Tükis* srauto įtaka šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliams

Fig. 2. Winter wheat *Tükis* feed rate influence to grain losses

$v_b = 26 \text{ m s}^{-1}$, $a = 8 \text{ mm}$, $n_v = 1270 \text{ min}^{-1}$, $b_1 = 12 \text{ mm}$, $b_2 = 6 \text{ mm}$, $A_g = 8,45 \text{ t ha}^{-1}$, $U_1 = 18,8 \%$

Tirtas salyklinių miežių *Quench* nuėmimas. Nustatyta, kad leistinoji 0,5 % šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostolių riba buvo viršyta, kai į kombainą tiekiamas 9 kg s^{-1} miežių srautas (3 pav.).



3 pav. Tiekiamo į kombainą salyklinių miežių *Quench* srauto įtaka šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliams

Fig. 3. Malting barley *Quench* feed rate influence to grain losses

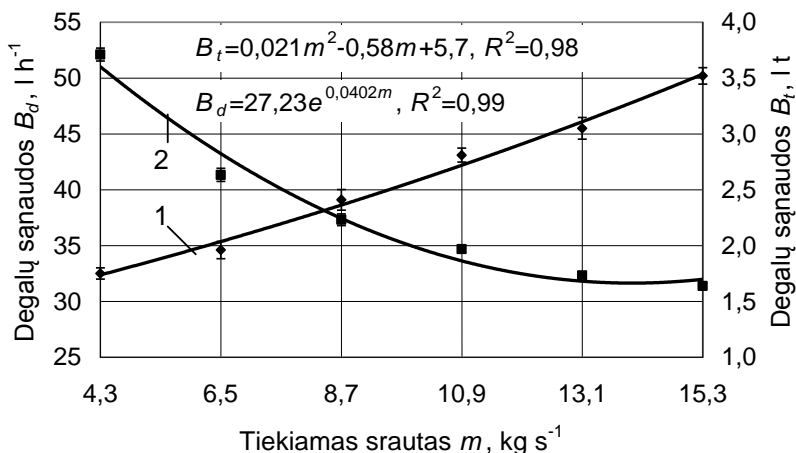
$v_b = 27,3 \text{ m s}^{-1}$, $n_v = 1150 \text{ min}^{-1}$, $a = 8 \text{ mm}$, $b_1 = 9 \text{ mm}$, $b_2 = 6 \text{ mm}$, $A_g = 7,1 \text{ t ha}^{-1}$, $U_1 = 14,2 \%$

Palyginus miežių ir kviečių šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostolius nustatyta, kad tiekiamo į kombainą javų srauto pokytis turėjo didesnę įtaką miežių grūdų nuostoliams.

Tyrimų metu, tiekiant į kombainą 11,7 kg s salyklinių miežių srautą, buvo keičiami tarpai tarp viršutinio sieto žvynų nuo 9 iki 13 mm. Šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai sumažėjo 0,24 procentiniais punktais. Dėl duomenų sklaidos šis skirtumas nėra esminis. Nuimant salyklinius miežius, tarp viršutinio sieto žvynų reikia nustatyti 11 mm tarpą. Priemaišų kiekį grūduose reikia mažinti keičiant ventiliatoriaus sukimosi dažnį.

Nuimant drėgnus (grūdų drėgnumas 17,8 %), lietaus ir vėjo gūsių prie dirvos priplaktus vasarinius miežius *Cruiser*, leistinas tiekiamas į kombainą miežių srautas siekė 8,7 kg s⁻¹. Grūdų buvo sužalota 0,74 ± 0,11 %. Kai grūdų drėgnumas sumažėjo iki 14,2 %, grūdų sužalojimas padidėjo iki 2,74 ± 0,71 procentiniais punktais. Grūdų sužalojimą galima sumažinti, dienos metu keičiant kombaino technologinius parametrus ir vengiant galulaukėse dažnų tuščių važiavimų.

Degalų sąnaudos. Lauko bare, pažymėtoje 100 m ilgio atkarpoje buvo nustatytas kviečių derlius, grūdų drėgnumas. Tyrimais buvo nustatyta (1 pav.), kad racionalus tiekiamas į kombainą vidutinio drėgnumo kviečių srautas yra apie 13 kg s⁻¹. Tiekiant analogišką kviečių *Zentos* srautą, variklio valandinės degalų sąnaudos siekė 45 l, o tonai grūdų prikulti 1,75 l (4 pav.). Variklio apkrovai siekiant 95 %, valandinės degalų sąnaudos padidėjo iki 50 l, o tonai grūdų prikulti nesumažėjo. Jeigu šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai neviršija leistinosios ribos, racionalus tiekiamas į kombainą kviečių srautas, kai degalų sąnaudos tonai grūdų prikulti yra mažiausios.



4 pav. Tiekiamo į kombainą žieminių kviečių *Zentos* srauto įtaka degalų sąnaudoms

Fig. 4. Winter wheat *Tükis* feed rate influence to fuel consumption:

1 – valandinės degalų sąnaudos; 2 – degalų sąnaudos tonai grūdų prikulti; $v_b = 22,9$ m s⁻¹, $n_v = 1280$ min⁻¹, $a = 8$ mm, $b_1 = 12$ mm, $b_2 = 6$ mm, $Ag = 7,3$ t ha⁻¹, $U_1 = 13,7$ %

Nuimant drėgnus vasarinius miežius (grūdų drėgnumas 19,4%) ir keičiant tiekiamą į kombainą javų srautą nuo 2,5 iki 9 kg s⁻¹, valandinių (B_d) ir tonai grūdų prikulti (B_t) degalų sąnaudų kitimas įvertintas regresijos lygtimis:

$$B_d = 25,57 e^{0,0633m}, R^2 = 0,99 \quad (2)$$

$$B_t = 0,077m^2 - 1,27m + 7,29, R^2 = 0,98 \quad (3)$$

Tiekiant į kombainą racionalų 8,5 kg s⁻¹ miežių srautą, valandinės degalų sąnaudos siekė 43,8 l, o tonai grūdų prikulti – 2,05 l.

Gamybinėmis sąlygomis nuimant vienos veislės javus ištisą dieną arba keletą dienų nustatomos tikslesnės variklio degalų sąnaudos. 2011 m. rugpjūčio 4, 5 ir 6 dienomis tirtos kombaino variklio degalų sąnaudos, nuimant salyklinius miežius *Barke* (3 lentelė). Nors kiekvieną dieną kombaino darbo sąlygos buvo skirtingos, tačiau degalų sąnaudos skyrėsi nežymiai. Vidutinės degalų sąnaudos hektarui miežių nuimti siekė 16,42±0,18 l, o tonai grūdų prikulti – 2,85±0,09 l.

3 lentelė. 2011 m. Salyklinių miežių *Barke* nuėmimo degalų sąnaudos

Table 3. Malting barley *Barke* harvesting fuel consumption

$v_b = 27,3 \text{ m s}^{-1}$, $n_v = 1150 \text{ min}^{-1}$, $a = 9 \text{ mm}$, $b_1 = 11 \text{ mm}$, $b_2 = 6 \text{ mm}$

| Javų nuėmimo laikas, derlius ir grūdų drėgnumas | Degalų sąnaudos | | |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
| | l h ⁻¹ | l ha ⁻¹ | l t ⁻¹ |
| 08 04. $Ag=5,6 \text{ t ha}^{-1}$, $U_1=14,1\%$ | 41,68±0,18 | 15,81±0,06 | 2,84±0,06 |
| 08 05. $Ag=5,85 \text{ t ha}^{-1}$, $U_1=13,5\%$ | 40,70±0,28 | 16,50±0,24 | 2,84±0,16 |
| 08 06. $Ag=5,98 \text{ t ha}^{-1}$, $U_1=13,8\%$ | 41,69±0,17 | 16,89±0,27 | 2,86±0,22 |
| Vidutiniai duomenys | 41,32±0,18 | 16,42±0,18 | 2,85±0,09 |

Dienos metu kinta kombaino darbo sąlygos. Mažiausiai buvo suvartota degalų (4 lentelė), 14–17 h nuimant salyklinius miežius *Quench*

4 lentelė. Salyklinių miežių *Quench* nuėmimo degalų sąnaudos

Table 4. Malting barley *Quench* harvesting fuel consumption

| Kombaino darbo laikas, grūdų drėgnumas ir tiekiamas miežių srautas | Degalų sąnaudos | | |
|---|-------------------|--------------------|-------------------|
| | l h ⁻¹ | l ha ⁻¹ | l t ⁻¹ |
| $v_b=29,2 \text{ m s}^{-1}$, $n_v=1200 \text{ min}^{-1}$, $a=8 \text{ mm}$, $b_1=11 \text{ mm}$, $b_2=6 \text{ mm}$. | | | |
| 11-14 h. $U_1=18,6\%$, $m=10,07 \text{ kg s}^{-1}$ | 32,26±6,76 | 19,38±3,74 | 2,53±0,45 |
| 14-17 h. $U_1=17,5\%$, $m=12,47 \text{ kg s}^{-1}$ | 43,87±6,29 | 17,13±0,45 | 2,21±0,09 |
| 17-21 h. $U_1=15,5\%$, $m=11,91 \text{ kg s}^{-1}$ | 46,62±5,30 | 17,77±1,60 | 2,40±0,22 |
| Vidutiniai duomenys | 41,72±3,87 | 18,02±1,08 | 2,38±0,53 |

Nustatyta, kad rugpjūčio mėn. nuo 18 h pradeda didėti aplinkos oro santykinis drėgnumas, todėl padidėja šiaudų, o vėliau ir grūdų drėgnumas. Dėl to tenka sumažinti kombaino važiavimą greitį ir tiekiamą javų srautą. To pasėkoje padidėja variklio valandinės degalų sąnaudos hektarui miežių nupjauti ir tonai grūdų prikulti.

Nuimant visiškai sugulsius drėgnus ($U_1 = 17,6 \%$) miežius *Cruiser*, valandinės degalų sąnaudos siekė 42,86 ± 2,74 l, hektarui miežių nupjauti suvartota 17,28 ± 0,53, o tonai grūdų prikulti – 2,54 ± 0,16 l degalų.

Visiškai sugulusių žieminių kviečių *Skagen* (5 lentelė) hektarui nuimti buvo suvartota 6,09, o tonai grūdų prikulti 0,75 l daugiau degalų, lyginant su nesugulusių kviečių *Türkis* nuėmimu.

5 lentelė. Žieminių kviečių nuėmimo degalų sąnaudos
Table 5. Winter wheat harvesting fuel consumption

| Žieminių kviečių veislė | Degalų sąnaudos | | |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
| | l h ⁻¹ | l ha ⁻¹ | l t ⁻¹ |
| $U_1=18,8\%$, $A_g=8,45$ t ha ⁻¹ , $v_b=25,4$ m s ⁻¹ , $n_v=1260$ min ⁻¹ , $a=8$ mm, $b_1=12$ mm, $b_2=5$ mm | | | |
| <i>Türkis</i> | 44,57±4,02 | 22,94±1,22 | 2,72±0,18 |
| $U_1=17,7\%$, $A_g=8,31$ t ha ⁻¹ , $v_b=25,4$ m s ⁻¹ , $n_v=1280$ min ⁻¹ , $a=9$ mm, $b_1=10$ mm | | | |
| <i>Skagen</i> | 41,02±4,25 | 29,03±4,85 | 3,47±0,41 |

Nuimant vasarinius kviečius *Nandu* ir susmulkintus šiaudus paskleidžiant ražienoje, hektarui kviečių nuimti suvartota 16,32±0,12, o tonai grūdų prikulti 2,88±0,12 l degalų. Šiaudus klojant į pradalgės atitinkamai 13,78±1,02 ir 2,15±0,11 l.

Valandinės degalų sąnaudos nuimant kviečius pasirinktame lauko bare (4 pav.) ir nupjovus visą kviečių lauką buvo panašios (5 lentelė), jų skirtumas neesminis. Svarbiausias vertinimo rodiklis yra degalų sąnaudos tonai grūdų prikulti. Tai priklauso nuo variklio valandinių degalų sąnaudų ir prikultu grūdų kiekio. Gamybiniame pasėlyje tonai kviečių prikulti suvartota apie vienas litras daugiau degalų negu pasirinktame lauko bare.

Kombaino našumas. Jis priklauso nuo javų derliaus ir kombaino važiuojimo greičio. Nuimant drėgnus javus, važiuojimo greitį riboja grūdų nuostoliai, o nuimant sugulčius – darbo sąlygos. Abiem atvejais vidutinė variklio apkrova gali siekti 95 %. Kombaino našumas buvo apskaičiuojamas kiekvieną dieną prikūlus bent 10 bunkerių grūdų ir išmatavus bunkerio pripildymo laiką, nupjautą javų plotą ir vidutinį grūdų svorį bunkeryje (6 lentelė).

Darbo sąlygų įtaka kombaino našumui išryškėjo nuimant nesugulčius žieminius kviečius *Türkis* ir lietaus bei vėjo gūsių visiškai suguldytus kviečius *Skagen* (6 lentelė).

6 lentelė. Vidutinio laidumo kombaino darbo našumas*

Table 6. Mid-conductivity combine harvester work efficiency

| Javų rūšis | Javų veislė | Kombaino našumas | |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| | | t h ⁻¹ | ha h ⁻¹ |
| Vasariniai kviečiai | <i>Nandu</i> | 17,38±3,11 | 2,80±0,48 |
| Žieminiai kviečiai | <i>Türkis</i> | 16,42±1,53 | 1,94±0,14 |
| Žieminiai kviečiai | <i>Skagen</i> | 12,12±2,67 | 1,48±0,42 |
| Salykliniai miežiai | <i>Barke</i> | 15,11±1,53 | 2,70±0,24 |
| Salykliniai miežiai | <i>Quench</i> | 17,80±1,77 | 2,35±0,24 |
| Vasariniai miežiai | <i>Cruiser</i> | 17,19±1,56 | 2,49±0,16 |

*technologiniai parametrai yra 3–5 lentelėje

Nuimant suguldytus žieminius kviečius *Skagen*, kombainas per technologinę darbo valandą nupjovė 0,46 ha ir prikūlė 4,3 t mažiau grūdų, lyginant su žieminių kviečių *Türkis* nuėmimu. Planuojant sekančioje javapjūtėje kombainų darbų apimtį reikėtų įvertinti 6 lentelėje pateiktus duomenis.

Išvados

1. Į kombainą tiekiamą javų srautą riboja leistini šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliai bei variklio galia. Nuimant vidutinio drėgnumo kviečius ($U_1 = 14,8\%$), leistinas maksimalus tiekiamas javų srautas 13 kg s^{-1} , o nuimant drėgnus ($U_1 = 18,8\%$) – 4 kg s^{-1} mažesnis. Racionali variklio galia, kai vidutinio laidumo kombaino pjaunamosios pločio metrui tenka 36,8 kW.

2. Tiekiamo drėgnų miežių ($U_1 = 17,8\%$) srauto pokytis turi didesnę įtaką šiaudų separavimo ir nuokulų valymo grūdų nuostoliams, lyginant su kviečiais. Racionalus tiekiamas srautas $8,7 \text{ kg s}^{-1}$.

3. Grūdų sužalojimui didžiausią įtaką turi grūdų drėgnumas. Sumažėjus miežių grūdų drėgnumui nuo 17,8 iki 14,2 %, sužalojimas padidėjo $2,0 \pm 0,27$ procentiniais punktais. Nenustatyta tarpo tarp būgno spragilų ir pobūgnio kitimo patikima įtaka grūdų sužalojimui. Kūlimo būgno spragilų judėjimo greičio kitimas turi žymiai didesnę įtaką grūdų sužalojimui, lyginant su tarpo tarp būgno spragilų ir pobūgnio keitimu. Racionalus kūlimo būgno spragilų judėjimo greitis yra nuo 24 iki 27 m s^{-1} .

4. Racionalus tiekiamas į kombainą javų srautas yra, kai degalų sąnaudos tonai grūdų prikulti būna mažiausios. Nuimant salyklinius miežius *Quench*, ryte dyzelinių degalų sąnaudos tonai grūdų prikulti siekė $2,35 \pm 0,45$, vidurdienyje – $2,21 \pm 0,09$, o vakare – $2,40 \pm 0,22 \text{ l}$.

5. Nuimant drėgnus ir visiškai sugulsius žieminius kviečius, hektarui javų nuimti suvartota 6,09, o tonai grūdų prikulti 0,75 l daugiau degalų, lyginant su nesugulsiusiais vidutinio drėgnumo kviečiais. Susmulkintus šiaudus paskleidžiant razieneje, hektarui vasarinių kviečių nuimti suvartota $16,32 \pm 0,12$, tonai grūdų prikulti $2,88 \pm 0,12$, o šiaudus klojant į pradalges – atitinkamai $13,78 \pm 1,02$ ir $2,15 \pm 0,11 \text{ l}$ degalų.

6. Kombaino našumui didžiausią įtaką turi nuimamų javų būklė. Nuimant visiškai sugulsius žieminius kviečius *Skagen*, kombainas per technologinę darbo valandą nupjovė 0,46 ha ir prikūlė 4,3 t mažiau grūdų, lyginant su nesugulsiusiais žieminiiais kviečiais *Türkis*.

Literatūra

1. Lietuvos statistikos metraštis. Vilnius. 2012, 695 p..
2. Büermann, M. Mähdrescheruntersuchungen. *Landtechnik*. 2000, 55, S. 82-85.

3. Eimer, M. 1988. Einfluss von Schnitzeitpunkt und Feuchte des Erntegutes auf die Arbeitsqualität des Schlagleistendreschwerks. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik. Mähdrescher. Tagung Hohenheim, 25./26. April. 1988, S. 93 – 106.

4. Feiffer, A.; Feiffer, P.; Kutschenreiter, W.; Rademacher, T. Getreideernte – sauber, sicher, schnell. *Verlag DLG*. 2005, S. 244.

5. Wacker, P. Einflussgrößen auf die Arbeitsqualität von Axial – und Tangentialdreschwerken. *Agritechnik*, 1990, 3, S. 102–104.

6. Špokas, L.; Steponavičius, D.; Wacker, P. 2007. Steuerung des Dreschprozesses durch das Niveau der Kornbeschädigung. *VDI-MEG Kolloquium Landtechnik. Mähdrescher*. Tagung Dresden, 22./23. März. 2007, S. 68–75.

7. Wacker, P. Einfluss von Stoffeigenschaften auf die Mähdruscheignung von Körnerfrüchten. *Engineering. Research papers Lithuanian university of Agriculture*, 6 (1), Akademija. 2003, S. 21–26.

8. Feiffer, A. Ein gut organisierte Ernte spart Kosten. *Getreide Magazin*. 2000, 2, S. 142-146.

9. Špokas, L.; Steponavičius, D. Impact of wheat stubble height on combine technological parameters. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol. 8(2). 2010, p. 464-468.

10. Kelemen, Z.; Komladi, J.; Petö, V. Der Verlauf der Durchsatzleistung, der Kornverluste und des Treibstoffverbrauches bei Mähdreschern unterschiedlicher Konstruktion in der Weizenernte. *Tagungsband VDI – MEG Kolloquium Landtechnik. Mähdrescher*, H. 38. 2005, S.117–124.

Liudvikas Špokas, Gediminas Žebrauskas, Vladimir Bulgakov

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS TO JOB INDICATORS MID CONDUCTIVITY GRAIN HARVESTERS

Abstract

This paper examines the influence of environmental conditions to mid-conductivity combine harvester straw separation and cleaning grain losses, damage, fuel consumption and work efficiency. It was established that the maximum feed rate is limited by grain losses and engine power and working efficiency is limited by environmental conditions. When harvesting grain which is very moist (grain moisture 18.8%), the feed rate should be 4 kg s⁻¹ lower compared with an average moisture content of wheat harvesting. The feed rate is rational when fuel consumption for tone thresh grain is no longer decreasing and grain losses is below allowable limit of 0.5%. There were used 0.75 liters more fuel for tone thresh grain when harvesting moist and lodge wheat compared with an average moisture content of wheat harvesting. To harvest a hectare of summer wheat, when straws are shredded and spread on stubble, used 16.2±0.12 l fuel, and when laying the windrow used 2.53 l less fuel. Combine harvester cut down 0.46 hectares per hour and

thrashed 4.3 tonnes less grain when harvesting moist and lodge wheat compared with an average moisture content of wheat harvesting.

Grain harvester, grain losses, fuel consumption, efficiency.

Л. Шпокас, Г. Жебраускас, В. Булгаков

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ РАБОТЫ КОМБАЙНОВ СРЕДНЕЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Резюме

В статье представлены данные по исследованию влияния условий окружающей среды на величину потерь зерна за молотилкой зерноуборочного комбайна средней пропускной способности, повреждение зерна, расход топлива и производительность. Определено, что максимальную подачу хлебной массы в комбайн ограничивают допустимые потери зерна за молотильно-сепарирующим устройством, мощность двигателя, а его производительность – также и условия работы. При уборке пшеницы с влажностью зерна 18,8% подачу массы в комбайн необходимо снизить на 4 кг с-1, по сравнению с уборкой пшеницы с влажности 14,0%. Оптимальная подача массы в комбайн достигается при условии, что удельный расход топлива на сбор одной тонны зерна минимальный, а потери зерна за молотилкой не превышают допустимого уровня 0,5%. Установлено, что удельный расход топлива на сбор тонны зерна при уборке влажной и сильно полегшей пшеницы составлял на 0,7 л больше по сравнению с уборкой пшеницы средней влажности. Часовая производительность комбайна при уборке влажной и полегшей пшеницы была на 0,43 га или на 4,3 т меньше по сравнению с уборкой пшеницы средней влажности. В результате исследований определено также, что при уборке одного гектара пшеницы с измельчением соломы расход топлива составляет $16,32 \pm 0,12$ л, а при уборке укладкой в валки – на 2,53 л меньше.

Зерноуборочный комбайн, потери зерна, повреждение зерна, расход топлива, производительность.