
Žemės ūkio inžinerija Agricultural Engineering Сельскохозяйственная инженерия

Javų varpų nušukavimo technologijos tyrimas

**Anicetas Strakšas,
Kalikstas Jurpalis**

*Lietuvos žemės ūkio
inžinerijos institutas,
Instituto g. 20, Raudondvaris,
LT-4320 Kauno rajonas*

Javų varpų nušukavimo technologija Lietuvoje iki šiol netyrinėta, nebuvo ir įrenginio šiai technologijai. Straipsnyje pateikta sukonstruoto ir pagaminto eksperimentinio įrenginio (toliau – šukuotuvė), skirta javų varpų nušukavimo technologijai, schema, aprašoma šukuotuvės veikimo principas. Pateikti šukuotuvės darbo rodiklių, palyginamųjų bei dirvoje likusių šiaudų tvarkymo tyrimų rezultatai. Nustatyti bazinės (įprastinės) bei naujos javų varpų nušukavimo technologijos energetiniai ekonominiai rodikliai.

Nustatyta, kad didinant kombaino su šukuotuve darbinį greitį, kviečių ir miežių šukavimo grūdų nuostoliai mažėja. Šukuojant ir kuliant kviečius kombaino darbinis greitis varpų kūlimo-separavimo grūdų nuostoliams įtakos neturi, šukuojant miežius – turi nedidelę įtaką: didinant darbinį greitį šie nuostoliai šiek tiek didėja, tačiau jie nėra didesni už leistinus.

Palyginti su bazine javų nuėmimo technologija, varpų nušukavimo technologijoje pasiektas dvigubai didesnis kombaino našumas, apie 40% sutaupoma degalų, vieno hektaro javų derliaus nuėmimo kaina sumažėja 60–62 Lt.

Raktažodžiai: kombainas, šukuotuvė, grūdų nuostoliai, našumas, degalų sąnaudos, šiaudai, energetinis ekonominis efektyvumas

ĮVADAS

Pasauliniuose praktikoje iki 98% javų derliaus nuimama kombainais. Pagrindinės javų nuėmimo technologijos yra: tiesioginio kombainavimo, atskirtinė, viso biologinio derliaus dorojimo bei šių technologijų įvairūs variantai, panaudojant įvairiausių techniką. Įprastinės, plačiai taikomos, javų nuėmimo technologijos greta teigiamų savybių turi daug trūkumų. Viso biologinio javų derliaus dorojimo technologija plačiau netaikoma dėl didelių energijos sąnaudų. Atskirtinė technologija yra rizikinga dėl meteorologinių sąlygų, nes lietingu oru galima prarasti didesnę derliaus dalį. Tiesioginio kombainavimo pagrindinis trūkumas – jo priklausomybė nuo oro sąlygų, nes tik sausus javus galima nuimti tiesiog kombainais. Dėl šios priežasties mūsų šalies oro sąlygomis senesnių kombainų dienos išdirbis yra labai mažas (iki 5 ha), patiriami dideli grūdų nuostoliai (10–15%).

Be to, kuliant visą javų masę, daugiau kaip 70% energijos nenaudingai sunaudojama šiaudams deformuoti ir smulkinti, jiems dirbtinai sumaišyti su grūdais bei vėliau šiaudus nuo grūdų atskirti kratikliais ir valomąja.

Todėl daugelyje pasaulio šalių – Didžiojoje Britanijoje, Australijoje, Kanadoje, Austrijoje, Vokietijoje, Naujojoje Zelandijoje, Baltarusijoje, Rusijoje ir kt. tiriama, o kai kur ir plačiai įdiegiama nauja javų nuėmimo technologija nuo šiaudų atskiriant tik varpas jas nutraukiant – nušukuojant arba nupjaunant. Varpų, ankštelių, galvučių ir kt. sėklinės dalies nušukavimas taikomas įvairiems augalams nuimti: javams (kviečiams, miežiams, avižoms), lubinams, sojai, žirniams, dobilams, sėklazolėms, daržovių sėkloms, vaistiniams augalams. Lietuvoje iki šiol nušukavimo technologija netyrinėta, nebuvo ir įrenginio.

Ypač daug įvairių augalų derliaus nušukavimo srityje yra nuveikusi Didžiosios Britanijos firma *Shel-*

bourne Reynolds Engineering LTD, gaminanti ir įvairioms šalims parduodanti striperius nuo 3 iki 8,4 m darbinio pločio. Striperiai dirba su įvairių tipų kombainais: *New Holland, Claas, John Deere, Massey Ferguson, Fortschritt* ir kt.

Minėta firma gamina ir nušukuojančią rotorinę javapjovę, montuojamą ant kombaino „New Holland 8070“. Šios mašinos darbinis greitis vidutinio derlingumo kviečiuose būna 17, o labai derlinguose – 14 km/h [9].

Didžiosios Britanijos firma *BTG (British Technology Group)* nušukuojančius įrengimus parduoda Šiaurės Amerikos šalims, kurios dar 1987 m. parodė puikius rezultatus šukuojant kviečius, miežius, avižas, ryžius, linus. O 1990 m., nuimant kviečius, buvo pasiektas našumo pasaulio rekordas – per 1 valandą prikulta 54 t grūdų (įprastos konstrukcijos kombaino rekordas – 20,6 t/h grūdų).

Varpų nušukavimo technologija nuimant javų derlių į kombainą patenka tik iki 20% šiaudų masės, todėl kombainas gali dirbti kur kas greičiau. Darbo našumas padidėja, o degalų sąnaudos sumažėja.

Be *Shelbourne Reynolds Engineering LTD* firmos, gerų rezultatų šukuotuvėse srityje yra pasiekę *Kidd Farm Machinery, Agricultural and Food Research Council* (abi Didžiosios Britanijos) bei Italijos, Vokietijos, Slovakijos, Kanados, Austrijos ir kitos valstybės. Tyrimai daryti ir Baltarusijoje, Rusijoje, Latvijoje. Dauguma Vakarų valstybių naudoja šukuotuves, turinčias vieną šukuojantįjį būgną.

Rusijoje Krasnojarsko kombainų gamykla yra pagaminusi partiją šukuotuvėse OKD-04 su dviem šukuojančiais būgnais. Keletas tokių šukuotuvėse dirba Latvijoje.

Nuėmus javų derlių kombainais su šukuotuvėmis, dirvoje lieka šiaudų. Juos, priklausomai nuo aukščio, šiaudų poreikio, turimos technikos, galima sudoroti įvairiais būdais. Vienas paprasčiausių būdų, siūlomas anglų tyrinėtojų, – juos sudeginti [1, 4], tačiau šis būdas Lietuvoje nepriimtinas.

Aukštaūgių javų šiaudus galima nupjauti šienapjovėmis arba javapjovėmis, po to sudoroti presais arba kitomis įprastinėmis technologijomis, bet tam reikia papildomų darbo sąnaudų ir išlaidų.

Daugelyje valstybių plačiai taikomas nušukuotų javų šiaudų aparimas. Užarti šiaudai tampa organine trąša. Susmulkintų šiaudų užarimas plačiai taikomas Anglijoje, Vokietijoje ir kitose šalyse.

Anglų mokslininkų atliktais tyrimais [5, 14], teisingai įterpus šiaudus, kviečių ir miežių derlius padidėja, o neteisingai juos panaudojus, sumažėja, ypač pirmaisiais po užarimo metais. Daugelis tyrėjų teigia, kad suirę šiaudai padidina biologinį dirvos aktyvumą, humuso kiekį, gerina dirvos struktūrą [2, 18]. Vokietijos tyrinėtojai nurodo, kad užariant iki 6 t/ha šiaudų, juos reikia įterpti 10 cm gyliu, o 12 t/ha – 20 cm, be to, tonai šiaudų išberti apie 10 kg azoto [10]. Rusijos tyrėjai nurodo, kad 1 t šiaudų, pridėjus

10 kg azoto, tolygu 3,5 t mėšlo [19]. Daugiau azoto reikia žieminių ir vasarinių varpinių javų, mažiau – rapsų ir grikių [17], o ankštinių javų šiaudams azoto iš viso nereikia.

Vokietijoje taikoma ir kita šiaudų tvarkymo technologija, kai javų laukai po varpų nušukavimo vienu važiavimu įdirbami galingais kombinuotaisiais agregatais „Combi-Disc-Cutter“ ir po to sėjama.

Tyrimų tikslas – sukurti javų varpų nušukavimo technologiją ir šukuotuvę, nustatyti javų nušukavimo ir šiaudų tvarkymo agrotechninius rodiklius siekiant sumažinti energijos sąnaudas ir produkcijos savikainą.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

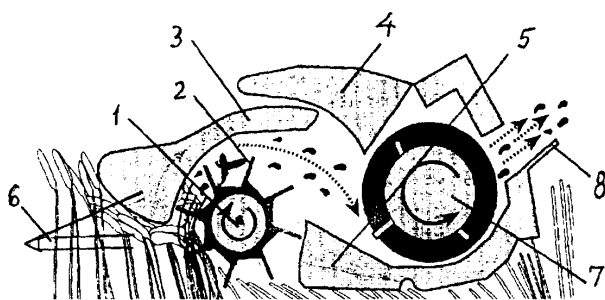
Lietuvos klimatas daugiausia priklauso nuo į Rytus slenkančių virš Atlanto vandenyno susidarantių ciklonų. Dėl to pakaitomis vyrauja tai drėgnas Atlanto, tai vidutinių platumų kontinentinis oras. Kadangi dažnai įsiveržia drėgnas jūrinis oras, o spinduliuotės balansas mažas, išgaravimas nedidelis, mūsų šalyje vyrauja drėgmės perteklius. Lietingų dienų per metus būna iki 50%, nuo 130 iki 165 dienų per metus santykinė oro drėgmė didesnė kaip 80%, todėl nepalankių agrometeorologinių sąlygų tikimybė derliaus doravimo metu – 0,7–0,8 [15]. Tyrimais nustatyta, kad 1945–1999 m. šlapi ir vidutinio drėgnumo metai sudaro po 40%, o sausi – tik 20% visų tirtų metų skaičiaus [3].

Dėl nepalankių oro sąlygų sunkiau nuimti javus įprastinės konstrukcijos kombainais, drėgnus grūdus džiovinant didesnės energijos sąnaudos. Drėgnų javų, ypač pagulusių, varpos išdžiūsta sparčiau negu šiaudai, todėl varpų nušukavimo technologija galima nuimti ir drėgnų javų derlių. Be to, kombainas su šukuotuve nuima ir labai išgulčius javus.

Išanalizavus nušukavimo įrengimų patentus ir išradimus, šukuotuvės konstruktyvinei schemai ir šukų formai buvo pasirinkti trys Didžiosios Britanijos firmos *Shelbourne Reynolds Engineering LTD* pasaulinio lygio patentai [6–8].

Eksperimentinės šukuotuvės schema parodyta 1 paveiksle, techninė charakteristika pateikta 1 lentelėje. Šukuotuvę sudaro aštunkampio formos rotorius 1 su plastikinėmis šukomis 2, reguliuojamas priekinis gaubtas 3, atidaromas viršutinis dangtis 4, ištisinis lenktas stalas (deka) 5 ir du pasyvūs skirtuvai 6. Kombainui važiuojant javų lauku, pagal laikrodžio rodyklę besisukančio rotoriaus šukos nutraukia javų varpas (dalį jų iškuldamos) ir nusviedžia kombaino sraigę 7. Toliau technologinis procesas vyksta pagal įprastinę schemą kaip ir pjaunant javus. Eksperimentinę šukuotuvę pagamino AB „Radviliškio mašinų gamykla“. Ji vietoje kombaino pjovimo aparato ir lenktuvų sumontuota kombaine SR 500 (Sampo Rosenlev).

Javų varpų nušukavimo technologijos tyrimai atlikti Lietuvos žemės ūkio inžinerijos instituto ban-



1 pav. Šukuotuvės schema: 1 – rotorius, 2 – plastikinės šukos, 3 – reguliuojamas priekinis gaubtas, 4 – atidaroamas dangtis, 5 – ištinis stasas, 6 – pasyvus skirtuvas, 7 – kombaino sraigė, 8 – nuožulnioji kamera

1 lentelė. Eksperimentinės šukuotuvės techninė charakteristika	
Rodiklis ir matavimo vienetas	Rodiklių reikšmė
1. Gaminio tipas	pakabinamas
2. Agregavimas (su kombainu)	SR 500
3. Darbinis plotis m	2,3
4. Darbiniai greičiai km/h	1,5–7,5
5. Transportinis greitis km/h	iki 19,5
6. Našumas ha/h (per pagrindinį darbo laiką)	1,5
7. Aptarnaujantis personalas žmonių sk.	1
8. Gabaritiniai matmenys mm:	
ilgis	1900
plotis	3100
aukštis	900
9. Bendroji masė kg	600
10. Šukuojančiojo būgno su šukomis skersmuo mm	540
11. Šukų aukštis mm	120
12. Šukų storis mm	10
13. Šukų dantų žingsnis mm	40
14. Rotoriaus sukimosi dažnis min ⁻¹ (keičiamas laipsniškai)	343–1050
15. Atstumas nuo dirvos paviršiaus iki šukų (apačioje) mm	0–700
16. Šukuotuvės pavarų skaičius vnt.:	
diržinių	1
grandinių	1
reduktorinių	1

dymų lauke, Derliaus dorojimo skyriaus, Chemijos laboratorijose. Javų charakteristikos, technologinės savybės nustatytos pagal standartinę metodiką [11, 12]. Varpų nušukavimo ir bazinėje technologijose kombaino darbo rodikliai įvertinti nustatant šukavimo, pjovimo ir kūlimo-separavimo grūdų nuostolius [13, 12].

Nušukuotų javų šiaudai į dirvą įterpti peilinėmis akėčiomis BNV-3, diskinėmis akėčiomis BDT-3 ir mūsų instituto konstrukcijos kombinuotuoju ražienų skutiku „Ražienis-3“. Šiaudų po aparimo likučių dirvos paviršiuje kiekis nustatomas svėrimo metodu. Pavyzdžiai iš 1 m² imami įstrižai lauko kas 20 m.

Javų nuėmimo technologijų mašinų energijos imlumas ir technologijų energetinis efektyvumas įvertintas pagal metodines rekomendacijas [16] ir mūsų atliktų tyrimų rezultatus. Kombaino SR 500 suvar-

totiems degalams nustatyti naudotas savos gamybos įrenginys, veikiantis susisiekančių indų principu.

Priklausomai nuo bandymų pobūdžio, jų atlikimo darbo imlumo, matavimų patikimumo ir standarto reikalavimų buvo: 3–5; 8–10; 20 ir daugiau bandymų pakartojimų. Eksperimentinių tyrimų duomenys apdoroti matematinės statistikos metodais. Stjudento koeficientai parinkti priklausomai nuo bandymų pakartojimų skaičiaus, patikimumas 0,95. Regresijos lygtys bei kiti skaičiavimai atlikti kompiuteriu.

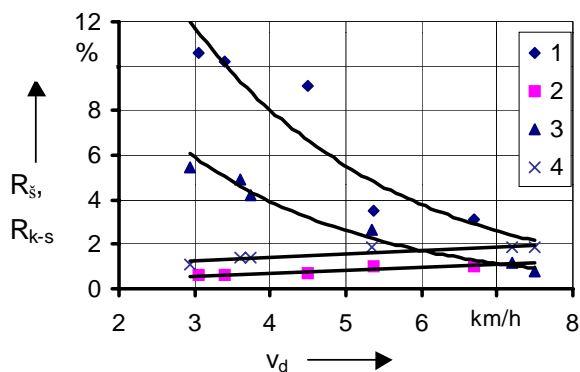
TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Šukuotuvės su kombainu SR 500 darbo rodikliai, šukuojant kviečius ir miežius, parodyti 2 paveiksle, kombaino darbinį dalių reguliavimo parametrai pateikti 2 lentelėje. Javų charakteristika, technologinės savybės pateiktos 3 lentelėje. 2 paveiksle matyti, kad kombaino darbinis greitis turi labai didelę įtaką tiek kviečių, tiek miežių šukavimo grūdų nuostoliams: kuo jis didesnis, tuo grūdų nuostoliai mažesni. Tačiau darbinį greitį riboja kombaino techninės galimybės. Mūsų atliktuose tyrimuose didžiausias kombaino SR 500 darbinis greitis buvo tik 7,5 km/h, tai atitinka antros pavaros didžiausią greitį (trečia pvara – transportinė). Tuo tarpu galingesni Vakarų šalių kombainai su šukuotuvėmis dirba net 10–12 km/h darbiniais greičiais.

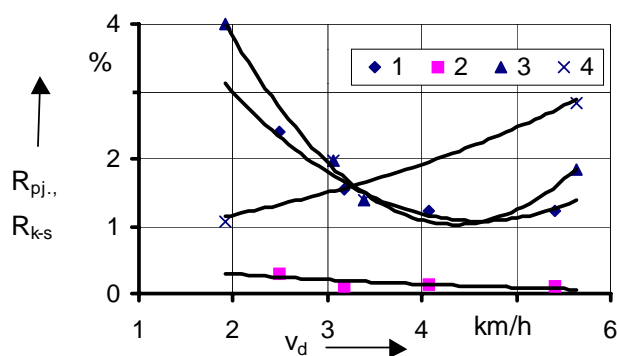
2 paveiksle antra ir ketvirta tiesės rodo, kad javų varpų šukavimo technologijoje kom-

baino darbinis greitis tiek kviečių, tiek miežių varpų kūlimo-separavimo grūdų nuostoliams turi nedidelę įtaką. Jie linkę šiek tiek didėti, bet normaliomis javų nuėmimo sąlygomis grūdų nuostoliai nėra didesni už leistinus.

2000–2001 m., tiriant šukuotuvės su kombainu SR 500 darbo rodiklius, meteorologinės sąlygos buvo nepalankios, nes, Kauno rajono Noreikiškių meteorologijos stoties duomenimis, per javų pjūtę iškrito 39–50 mm kritulių. Tyrimais nustatėme, kad, esant drėgnoms oro sąlygoms, šukuojančio būgno sukimosi dažnis, kai kombaino darbinis greitis pastovus ir didžiausias, grūdų nuostoliams turi ne tokią didelę įtaką kaip darbinis greitis. Racionalūs šukuojančiojo būgno dažniai buvo: šukuojant ir kuliant kviečius – 550–650, miežius – 650–700 min⁻¹. Sausuose javuose šie dydžiai mažinami 50–100 min⁻¹. Keičiant šukuotuvės



2 pav. Šukavimo R_s ir kūlimo-separavimo R_{k-s} grūdų nuostolių priklausomybė nuo kombaino SR 500 darbinio greičio v_d : 1 – kviečių šukavimo grūdų nuostoliai R_{s1} ; 2 – kviečių kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai $R_{k-s(1)}$; 3 – miežių šukavimo grūdų nuostoliai R_{s2} ; 4 – miežių kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai $R_{k-s(2)}$. $R_{s1} = 36,17e^{-0,38v_d}$; $\eta_1^2 = 0,86$; $R_{k-s(1)} = 0,14v_d + 0,14$; $\eta_2^2 = 0,92$; $R_{s2} = 20,34e^{-0,41v_d}$; $\eta_3^2 = 0,97$; $R_{k-s(2)} = 0,15v_d + 0,8$; $\eta_4^2 = 0,79$



3 pav. Pjovimo R_{pj} ir kūlimo-separavimo R_{k-s} grūdų nuostolių priklausomybė nuo kombaino SR 500 darbinio greičio v_d : 1 – kviečių pjovimo grūdų nuostoliai $R_{pj(1)}$; 2 – kviečių kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai $R_{k-s(1)}$; 3 – miežių pjovimo grūdų nuostoliai $R_{pj(2)}$; 4 – miežių kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai $R_{k-s(2)}$. $R_{pj(1)} = 0,28v_d^2 - 2,59v_d + 7,05$; $\eta_1^2 = 0,98$; $R_{k-s(1)} = -0,22\ln(v_d) + 0,45$; $\eta_2^2 = 0,62$; $R_{pj(2)} = 0,5v_d^2 - 4,37v_d + 10,53$; $\eta_3^2 = 0,99$; $R_{k-s(2)} = 0,71e^{0,25v_d}$; $\eta_4^2 = 0,82$

2 lentelė. Kombaino SR 500 darbinį dalių reguliavimas		
Reguluotė ir matavimo vienetas	Reikšmė	
	kviečiai	miežiai
1. Kūlimo būgno sukimosi dažnis min ⁻¹	1000–1200	1100–1250
2. Tarpas pobūgnio priekyje mm	9–12	6–9
3. Viršutinio sieto atidarymas mm	12–16	14–16
4. Ilgintuvo atidarymas mm	10–16	10–16
5. Apatinio sieto skylių skersmuo mm	12–16	12–16
6. Ventilatoriaus sklendžių trauklės padėtis	8–10	8–10
7. Ventilatoriaus nukreipimo skydelių trauklės padėtis	6–7	5–6

3 lentelė. Kviečių bei miežių charakteristika ir technologinės savybės				
Rodiklis ir matavimo vienetas	Rodiklių reikšmė			
	kviečiai		miežiai	
	2000 m.	2001 m.	2000 m.	2001 m.
1. Augalų tankis vnt./m ²	493	542	700	708
2. Piktžolėtumas (%) nuo:				
dirvos paviršiaus	0	0	7,8	4,0
pjovimo linijos	0	0	8,1	2,7
3. Augalų aukštis cm	82,5	117,3	82,0	89,7
4. Pagulimas %	17,7	14,2	26,6	47,5
5. 1000 grūdų masė g	36,39	39,52	46,15	41,61
6. Grūdų derlingumas t/ha	4,36	5,31	4,37	3,88
7. Grūdų ir šiaudų santykis	1:1,01	1:1,72	1:1,14	1:1,17
8. Drėgnis %:				
grūdų	14,2	13,6	15,7	14,7
šiaudų	15,7	14,8	29,2	9,8
pelų	12,8	8,1	22,6	9,6
9. Grūdų dygimo energija %	86,9	58,3	86,3	96,5
10. Grūdų daigumas %	98,0	99,3	95,0	98,2

būgno sukimosi dažnį, kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai kito netolygiai ir buvo: šukaujant kviečius 0,45–0,87%, miežius – 0,71–1,39% nuo viso biologinio grūdų derliaus.

Palyginamuosiuose tyrimuose, bazinėje technologijoje kviečių ir miežių derlių numėmė serijinės gamybos kombainu SR 500. Javų pjovimo ir kūlimo-separavimo grūdų nuostolių priklausomybė nuo kombaino darbinio greičio parodyta 3 paveiksle. Bazinėje technologijoje kombaino darbinį greitį miežiuose riboja ne didėjantys kūlimo-separavimo grūdų nuostoliai (3 pav. 4 kreivė), bet kombaino laidumas, nes, dirbant didesniu negu 3,5–3,8 km/h greičiu, sutrinka kombaino technologinis procesas, t. y. kemšasi pjaunamosios sraigė bei kūlimo aparatas.

3 paveiksle pagal leistinus kūlimo-separavimo grūdų nuostolius matyti, kad racionalus kombaino SR 500 darbinis greitis miežiuose yra 3,2 km/h, o kviečiuose kiek didesnis. Pjaunamosios grūdų nuostoliai labai priklauso nuo javų būklės

Javai, metai	Nuėmimo technologija			
	bazinė		su šukuotuve	
	dyg. energ.	daigumas	dyg. energ.	daigumas
Kviečiai, 2000	64,63 ± 0,35	91,0 ± 0,12	63,13 ± 0,37	90,75 ± 0,11
Miežiai, 2000	88,5 ± 0,12	93,0 ± 0,15	88,75 ± 0,13	93,75 ± 0,12
Kviečiai, 2001	45,5 ± 0,66	81,31 ± 0,34	37,83 ± 0,34	85,8 ± 0,49
Miežiai, 2001	96,5 ± 0,04	98,25 ± 0,08	94,57 ± 0,18	99,0 ± 0,05

Ražiena skusta		Ražiena neskusta		
plūgas	plūgas	plūgas	plūgas	plūgas
MF 715	PN-3-35	MF 715	PN-3-35	PN-3-35*
0,08	0,15	0,31	0,60	0,24

* Su tašu prieš plūgą.

Rodiklis ir matavimo vienetas	Kviečiai		Miežiai	
	kombainas SR 500			
	serijinis	su šukuotuve	serijinis	su šukuotuve
Tiesioginės energijos sąnaudos MJ/ha, iš to sk.:	16680	16417	14817	14464
dyzelinas (kuras)	3671	3408	2820	2467
trašos, sėkla, herbicidai ir kt. chemikalai	13009	13009	11997	11997
Mašinų energijos imlumas MJ/ha	1471	1121	1181	878
Darbo sąnaudos MJ/ha	10,2	9,2	7,4	6,5
Bendrosios energijos sąnaudos MJ/ha	18161,2	17547,2	16005,4	15348,5
Produkcijoje sukaupta energija MJ/ha	75000	73540	67552	65913
Energetinio efektyvumo koeficientas (α)	4,13	4,19	4,22	4,29

(ypač pagulimo), pjūties laiko, oro sąlygų ir kinta priklausomai nuo lenktuvų sukimosi ir kombaino darbinio greičių santykio.

Apibendrinus 2 ir 3 paveikslų duomenis, galima teigti, kad javų varpų nušukavimo technologijoje, palyginti su bazine, pasiekiamas dvigubai didesnis kombaino darbinis greitis, kartu ir našumas.

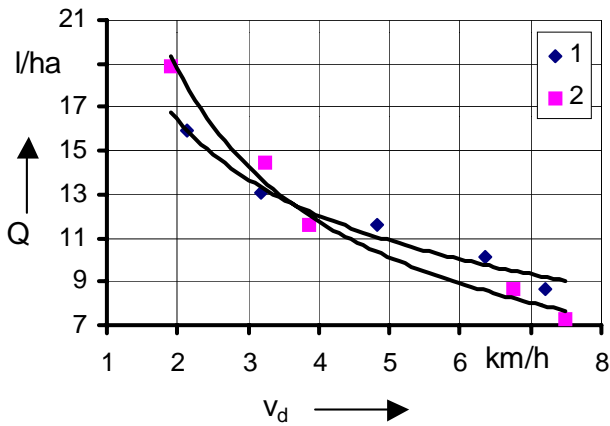
Naujos technologijos grūdų kokybiniai rodikliai įvertinti nustatant dygimo energiją ir daigumą (4 lentelė). Iš 4 lentelės duomenų matyti, kad kviečių ir miežių daigumas, nepriklausomai nuo to, ar javus pjausime ir kulsime įprastine technologija, ar kulsime tik javų varpas, nekinta.

Žemaūgių javų, ypač miežių šiaudus po varpų nušukavimo technologiniu požiūriu galima aparti be jokių papildomų technologinių operacijų. Agrotechniniu požiūriu prieš arimą reikia skusti ražienas, t. y.

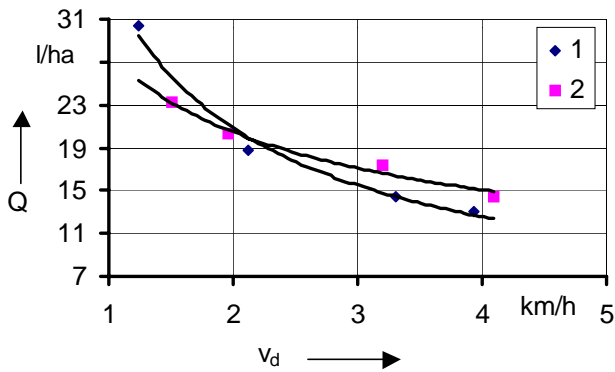
lėkščiuoti „augančius“ šiaudus. Aparus nušukuotų ilgašiaudžių kviečių (vidutinis ilgis 117 cm) šiaudus, dirvos paviršiuje lieka daugiau ar mažiau šiaudų (5 lentelė). Jis priklauso nuo to, ar ilgi šiaudai buvo lėkščiuoti, ar ne, ir nuo to, koku plūgu buvo aparti. Natūrine išraiška šiaudų kiekis, likęs dirvos paviršiuje po jos suarimo, yra labai nedidelis: kai ražiena skusta – 8–14,6 kg/ha, kai ražiena neskusta – iki 59,7 kg/ha. Iš 5 lentelės duomenų matyti, kad apariant nušukuotų kviečių šiaudus plūgu PN-3-35 ir prieš jį po traktoriumi šiaudams nulenkti prikabinus masvų medinį tašą, šiaudų likučiai suartos dirvos paviršiuje yra 2,5 karto mažesni. Tyrimų metu dėl nušukuotų javų šiaudų nei arimo, nei pavasarinio dirvos dirbimo, nei sėjos metu technologinių nesklaidumų nebuvo.

Energijos sąnaudos ir produkcijoje sukaupta energija skaičiuota vienam hektarui. Vidutinis grūdų ir šiaudų derlingumas, grūdų nuostoliai, faktinis bazinės ir nušukavimo technologijų našumas, degalų sąnaudos ir kiti pradiniai duomenys paimti iš mūsų atliktų tyrimų rezultatų. Skaičiuojant produkcijoje sukaupią energiją, į dirvą įterptų šiaudų energija (pridėjus 10 kg/t šiaudų azoto) įvertinta taip: miežių šiaudų – 14,35 t/ha, kviečių – 28,70 t/ha mėšlo. Mėšlo energetinis ekvivalentas – 0,4 MJ/kg. Energetinių rodiklių suvestinė pateikta 6 lentelėje. Iš jos duomenų matyti, kad energetinio efektyvumo koeficientas yra 4,1–4,3, t. y. įdėjus 1 MJ energetinių sąnaudų, gaunama per 4 MJ energijos.

Bendrosiose energijos sąnaudose degalų (dyzelino) sunaudojimas turi didelę įtaką. Faktinis degalų sunaudojimas, kviečius ir miežius nuimant nušuka-



4 pav. Kombaino SR 500 degalų sąnaudų Q priklausomybė nuo darbinio greičio v_d javų varpų nušukavimo technologijoje: 1 – kviečiuose; 2 – miežiuose. $Q_1 = 22,47v_d^{-0,45}$; $\eta_1^2 = 0,96$; $Q_2 = 30,01v_d^{-0,68}$; $\eta_2^2 = 0,98$



5 pav. Kombaino SR 500 degalų sąnaudų Q priklausomybė nuo darbinio greičio v_d bazinėje technologijoje: 1 – kviečiuose; 2 – miežiuose. $Q_1 = 34,53v_d^{-0,73}$; $\eta_1^2 = 0,99$; $Q_2 = 27,77v_d^{-0,44}$; $\eta_2^2 = 0,97$

vimo technologija, parodytas 4 paveiksle, bazinės technologijos – 5 paveiksle. Jie akivaizdžiai įrodo degalų ekonomiją (37–42%), gaunamą šukuojant ir kuliant tik javų varpas (palyginti su bazine technologija).

Ekonominiam įvertinimui apskaičiavome vieno hektaro javų nuėmimo kainą. Ekonominiai rodikliai skaičiuoti vidutinėmis šalies sąlygomis, įvertinant visas išlaidas – amortizaciją, remontą, techninį aptarnavimą, saugojimą, degalus bei tepalus, darbo užmokestį, kuris, remiantis mūsų instituto Mašinų naudojimo skyriaus rekomendacijomis, pasirinktas 7 Lt/h. Skaičiuotė pavaizduota 7 lentelėje. Iš jos duomenų matyti, kad javų varpų nušukavimo technologijoje, palyginti su bazine, 1 ha javų derliaus nuėmimo kaina sumažėja 60–62 Lt. Įvertinus kombaino našumo padidėjimą, degalų ekonomiją, eksperimentinė šukuotuvė atsipirks kombainui SR 500 nuėmus 150 ha javų, t. y. maždaug per vieną javų apjūtės sezoną.

IŠVADOS

1. Šalyje pirmą kartą tirta javų varpų nušukavimo technologija sukonstruotu eksperimentiniu įrenginiu, agreguojamu su kombainu SR 500.
2. Šukuotuvės darbo tyrimai parodė, kad, didinant kombaino darbinį greitį, kviečių ir miežių šukavimo grūdų nuostoliai mažėja. Šukuojant ir kuliant kviečius kombaino darbinis greitis varpų kūlimo-separavimo grūdų nuostoliams įtakos neturi, šukuojant ir kuliant miežius – turi nedidelę įtaką: didinant kombaino darbinį greitį šie nuostoliai šiek tiek didėja, tačiau nėra didesni už leistinus.
3. Technologiniu požiūriu nušukuotų miežių šiaudus galima aparti ir neskutus ražienų, kviečių šiaudus aparti reikėtų tik nuskutus ražienas (įterpus ilgus šiaudus) peilinėmis, diskinėmis akėčiomis ar kitais agregatais. Tada po aparimo dirvos paviršiuje lieka labai nedaug šiaudų (0,08–0,15%), o tai netrukdo tolimesnėms dirvos dirbimo operacijoms.

4. Palyginti su bazine javų derliaus nuėmimo technologija, naujojoje varpų nušukavimo technologijoje kombaino darbo našumas padidėja 2 kartus, degalų sutalpoma 37–42%, vieno hektaro javų derliaus nuėmimo kaina sumažėja 60–62 Lt. Eksperimentinės šukuotuvės atsipirkimo laikas – vienas javų apjūtės sezonas.

Gauta
2002 04 15

7 lentelė. Javų 1 ha nuėmimo kombainu SR 500 kainos skaičiuotė		
Rodiklis ir jo matavimo vienetas	Kombainas SR 500	
	serijinis	su šukuotuve
Kaina Lt	130000	139000
Metinis naudojimas h	200	200
Amortizacija Lt/m (8,33%)	10833	11583
Saugojimas Lt/m	195	208,5
Iš viso pastoviųjų išlaidų Lt/m	11028	11791,5
Pastoviosios išlaidos Lt/h	55,1	58,9
Remontas Lt/h	19,5	20,9
Darbo užmokestis Lt/h	7,0	7,0
Išlaidos Lt/h	81,6	86,8
Našumas ha/h	0,75	1,5
Išlaidos Lt/ha	108,8	57,9
Degalai (Lt/ha) nuimant:		
kviečius	24,3	15,3
miežius	26,1	15,3
Javų 1 ha derliaus nuėmimo kaina Lt/ha:		
kviečių	133,1	73,2
miežių	134,9	73,2

Literatūra

1. Cooksley J. Quicker and cheaper with a stripper? // *Arable Farming*. 1986. Vol. 13. No. 5. P. 29–30.
2. Davies J. K. Straw utilisation: bale, burn or bury // *Biatas Tillage Farmer*. 1989, Vol. 43. No. 6. P. 9–10.
3. Dirsė A. Žemės ūkio augalų vegetacijos laikotarpių drėgmingumas // *Žemės ūkio mokslai*. 2001. Nr. 3. P. 51–56.
4. Klinner W. E., Neale M. A., Arnold R. E. A new stripping header for combine harvester // *Agricultural Engineering*. 1987. Vol. 42. No. 1. P. 9–14.
5. Patterson D. The non – burning issue // *Soil Water*. 1983. Vol. 11, No. 14. P. 39–41.
6. PCT/GB/ WO 92/08339. Crop strippers. 1992. MKI A 01 D 41/06.
7. PCT/GB/WO 89///00073. Equipment and method for selective crop harvesting. 1989. MKI A 01 D 41/06.
8. PCT/GB/WO 93/13642. Stripper drums. 1993. MKI A 01 D 41/06, 75/18.
9. Pioneering front a fast harvest // *Power Farming*. 1989. Vol. 16. No. 10. P. 16–17.
10. Probleme nach der Getreideernte // *Dt. Tabakbau*. 1986. Vol. 66. No. 8. P. 11.
11. Strakšas A. Methods and equipment for determination of losses of grain and seed harvesting // *Proceedings of the fourth regional Conference of IAMFE/BALTIC'95*. Uppsala, Sweden, 1995. P. 82–85.
12. Strakšas A. Įvairių tipų kombainų darbo rodikliai do-rojant miglę bei raudonuosius doobilus // *Mechanizacija ir elektrifikacija. LŽŪM instituto mokslo darbai*. 1992. T. 23. P. 61–67.
13. Strakšas A., Jurpalis K. The development and investigation of stripper header for ear harvesting technology // *Žemės ūkio inžinerija. LŽŪI instituto ir LŽŪ universiteto mokslo darbai*. 2000. T. 32(3). P. 157–162.
14. The pros and cons of straw incorporation // *Power Farming*. 1984. Vol. 63. No. 5. P. 18–20.
15. Vaitiekūnas J., Ignatavičienė I. Lietuvos TSR gamtinės sąlygos // *Lietuvos TSR žemės ūkio tvarkymo sistema*. Vilnius: Mokslas, 1980. P. 4–9.
16. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве // *ЦОПКБ/ ВИМ*. Москва, 1989. 59 с.
17. Новиков М. Грамотно использовать солому на удобрение // *Хозяин*. 1992. № 9–12. С. 23–24.
18. Силин М. И., Белоусова Л. А. Использование соломы зерновых культур на удобрение // *Повышение эффективности химизации в интенсивном земледелии*. Киров, 1988. С. 22–66.
19. Шариков Р. С. Сидераты и солома – дополнительные источники почвенной органики // *Земледелие*. 1999. № 4. С. 38.

Anicetas Strakšas, Kalikstas Jurpalis

INVESTIGATION OF EAR-STRIPPING TECHNOLOGY

Summary

So far we have no stripping-heading technology and equipment in Lithuania. This work presents a technological

scheme of the stripper-header, its mode of action and technical specifications. An experimental stripper-header for ear harvesting was developed and its indexes as well as the indexes of cereal harvesting in the traditional technology, straw harvesting after stripping ears of cereal were investigated. The energetic and economics indexes of cereal harvesting technologies were determined.

It was determined when stripping and threshing wheat or barley ears that increasing the combine's working speed resulted in the reduction of grain losses. Increasing the combine's working speed does not influence the value of grain losses during threshing-separation when stripping wheat, but it does when stripping barley: the grain loss insignificantly increases, but does not exceed allowable limits.

It was determined that the output of a combine harvester increases twice in ear harvesting technology as compared to the output of combine harvesting in the traditional technology; fuel consumption decreases by about 40%, the costs of harvesting per one hectare of cereal crops decrease by about 15 USD.

Key words: combine, stripper, grain losses, output, fuel consumption, straw, energetic-economic efficiency

Аницетас Стракшас, Каликстас Юрпалис

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОСООЧЕСЫВАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Резюме

Технология уборки хлебов методом очеса в Литве до сих пор не применялась, также не использовалось и приспособление (стриппер), предусмотренное этой технологией. В статье представлена технологическая схема разработанного стриппера, описан принцип его действия, а также дается техническая характеристика. Приведены результаты исследований очеса колосьев хлебов, показатели уборки хлебов базовой технологией, а также показатели использования соломы, оставшейся на корню. Определены энерго-экономические показатели как базовой, так и новой – колосоочесывающей технологии.

Установлено, что с увеличением рабочей скорости комбайна со стриппером потери зерна при очесе пшеницы и ячменя уменьшаются. При очесе и обмолоте пшеницы рабочая скорость комбайна на величину потери зерна от молотильно-сепарирующих устройств не влияет; при очесе и обмолоте ячменя – влияет незначительно: с увеличением рабочей скорости комбайна потери зерна от молотильно-сепарирующих устройств комбайна несколько увеличиваются, но не превышают допустимых.

При новой, колосоочесывающей, технологии производительность зерноуборочного комбайна повышается в два раза по сравнению с базовой, расход горючего при этом снижается на 40%, себестоимость уборки одного гектара хлебов снижается на 60–62 лита (15 долларов США).

Ключевые слова: комбайн, стриппер, потери зерна, производительность, расход горючего, солома, энерго-экономическая эффективность