

*Pemės ūkio inžinerija*  
*Agricultural engineering*  
*Сельскохозяйственная инженерия*

---

## Sėmeninių linø nuėmimo technologijø agrotechninių-energetinių rodikliø tyrimas

---

**Anicetas Strakšas,**  
**Kalikstas Jurpalis**

*Lietuvos pemės ūkio universiteto  
Pemės ūkio inžinerijos institutas,  
Instituto g. 20, Raudondvaris,  
LT-54132 Kauno rajonas,  
el. paštą institutas@mei.lt*

Tyrimai atlikti 2002–2003 m. Lietuvos pemės ūkio universiteto (LPŪU) Pemės ūkio inžinerijos (PŪI) instituto bandymø laukuose nuimant 'Symphonia' veislės sėmeninių linø derliø. Tirti biometriniai linø rodikliai. Nuðukuojant ir kuliant sėmeninių linø galvutes, tirtos ðukavimo ir kŭlimo-separavimo sėmenø nuostoliø priklausomybės nuo kombaino SR 500 darbinio greiėio bei ðukuojanėiojo bŭgno sukimosi daþnio. Darbinis greitis buvo keiėiamas nuo 1,38 iki 6,75 km/h. Ðukavimo sėmenø nuostoliai maþėjo nuo 11,54 iki 3,63% viso biologinio sėmenø derliaus. Kŭlimo-separavimo sėmenø nuostoliai kito nuo 0,26 iki 1,73%.

Palyginamuosiuose tyrimuose nustatyta sėmeninių linø pjovimo, kŭlimo-separavimo ir visuminių sėmenø nuostoliø priklausomybė nuo kombaino darbinio greiėio. Tyrimuose kombaino darbinis greitis buvo didinamas nuo 1,69 iki 3,60 km/h. Pjovimo sėmenø nuostoliai kito nuo 1,58 iki 4,24%, kŭlimo-separavimo – nuo 0,50 iki 2,24%. Visuminiai aprastinės technologijos sėmenø nuostoliai buvo 2,56–4,74% viso biologinio sėmenø derliaus.

Palyginus su aprastine sėmeninių linø nuėmimo technologija, nuðukavimo-kŭlimo technologijoje kombaino darbo naðumas padidėja 1,8–1,9 karto. Racionalus ðukuotuvės ðukuojanėiojo bŭgno sukimosi daþnis sėmeniniams linams yra nuo 600 min<sup>-1</sup>.

Auginant ir nuimant sėmeninių linø derliø kombainu SR 500 su ðukuotuve ir aprastine technologija, ádėjæ 1 MJ energetinio sànaudo, kai sėmenø derlius 1,63 t/ha, gauname 2,5 MJ energijos. Sėmeninių linø nuðukavimo-kŭlimo technologijos energetinio efektyvumo koeficientas 9,5% didesnis uþ aprastinės technologijos, naujoje technologijoje sutalpoma 33% degalø.

**Raktaþodþiai:** sėmeniniai linai, kombainas, nuðukavimas, kŭlimas, sėmenø nuostoliai, degalø sànaudos, energetinis efektyvumas

---

### ÁVADAS

Linø sėmenø, naudojamø aliejui spausti Europos Sąjungos valstybėse, kiekis nepakankamas. Tūkstanėiai tonø sėmenø, aliejaus, sėmenø iðspaudø importuojama ið Kanados ir kitø valstybiø. Mūsø pemdirbiai galėtø uþimti ðios dar neuþpildytos rinkos dalá, juolab kad pastaraisiais metais sėmenø supirkimo kaina buvo apie 1,0 Lt/kg.

Sėmeninių linø plotai Lietuvoje ateityje turėtø didėti, nes yra visos sàlygos auginti ðiuos vertingus augalus. Pagrindinė problema – sėmeninių linø derliaus nuėmimas. Ðiuo metu sėmeniniai linai, kaip ir varpiniai javai, pjaujami ir kuliami javø kombainais. Dėl agrobiologi-

niø savybiø ðios linø stiebeliai apvynioja besisukanėias kombaino dalis. Tai ypaė pavojinga kombaino viduje (ne pjaunamojoje) esanėioms darbinėms dalims. Panaudojus ðukuotuvės sėmeninių linø derliui nuimti ði problema turėtø bŭti iðsprasta.

Sėmeninių linø (*Linum usitatissimum* L. var. *brevimulticaulia*) stiebai 30–50 cm aukdėio, ðakoti, turi 30–60 ir daugiau dėþuėiø. Sėmenys stambesni kaip pluoðtinių, 1000 sėklø masė 4–8 g, jose yra apie 47% riebalø [1]. Sėmeninių (aliejinø) linø plotai pasaulyje sudaro per 70% viso linø ploto (likæ pluoðtiniai). Jie auginami JAV, Kanadoje, Ėekijoje, Slovakijoje bei kitose Europos ir Azijos valstybėse. Lietuvoje linai auginami Pemaitijoje, Ðiaurės ir Vidurio lygumose, Suvalkijoje. 2002 m. ið viso

linų auginta 9,5 tūkst. ha. Tačiau sėmeniniai linai iš jų sudaro tik mažą dalį (200–300 ha).

Sėmeninių linų pluoštas – trumpas ir šiurkštus. Pluošto išeiga mažą – 6,0–7,7%. Sėmenų derlius apie 1,7–2,8 t/ha [2]. Sėmenų aliejus mažina cholesterolio kieką kraujyje, vartojamas aterosklerozės, nutukimo, cukrinio diabeto, širdies išeminės ligos profilaktikai ir gydymui. Farmacijoje naudojamas kaip pagrindinė medžiaga tepalams, muilui, spiritui gaminti. Pagrindinė sėmenų aliejaus sudėtinė dalis – linolenas (6–7 kartus jo daugiau negu rapsų ar sojų aliejuje) yra svarbus pramonėje, gaminant dažus, pokostą, lakus, antikoroazines medžiagas bei aukštos kokybės linoleumą. Po aliejaus gamybos liekanėms išspaudos yra vertingas pašaras, turintis 30–32% baltymų, 3–5% aliejaus, daug krakmolo. 1 kg sėmenų išspaudė prilygsta 1,2 pašarinio vieneto (paš. vnt.), turi apie 280 g virškinamųjų baltymų, 4,3 g kalcio, 8,5 g fosforo [2].

Sėmeniniai linai pjaunami ir kuliami įvairių kombainų, kai galvenos paruošia ir, jas pajudinus, sėmenys galvenose ima barškėti. Tačiau tuo metu linų stiebai būna dar gana drėgni ir pjaunant dažnai vyniojasi ant kombaino lenktuvų bei pjaunamosios sraigės. Mūsų atliktuose tyrimuose duomenimis, 2002 m. linus pjaunant ir kuliant kombainu SR 500, kai augalų tankis  $668 \pm 7$  vnt./m<sup>2</sup>, nors sėmenys buvo sausi ( $8,44 \pm 0,02\%$  drėgnio), dėl minėtų darbinio dalių apsvyniojimo linais, nesustabdyti kombaino, negalima nuvažiuoti net 30 m ilgio bandymo ūpuoganos. To priežastis – per didelis  $36,27 \pm 0,16\%$  linų stiebelių drėgnis. Norint išvengti technologinio sutrikimo, sėmeninius linus reikia desikuoti. Upytės bandymuose stoties duomenimis, efektyviausiai linų stiebelius išdžiovinama desikantas reglonas super, išpurškus jo 2,5 l/ha. Desikantu purškama, kai paruošia 90% galvenų, t. y. likus 2–3 savaitėms iki derliaus nuėmimo [2]. Reikia palaukti, kol linai visiškai subręs ir išdžius jų stiebai, nes subrendusios linų galvutės neatsidaro ir sėmenų neišbarsto. Tačiau pasėlio desikacija reglonu super padidina tiesiogines išlaidas per 110 Lt/ha. Todėl tikslinga patikrinti sėmeninių linų galvenų nuėmimo-kūlimo technologijos efektyvumą.

Tyrimo tikslas – ištirti ūkuotuvės panaudojimo galimybes sėmeniniams linams nuimti nustatant agrotechninius-energetinius rodiklius ir siekiant padidinti kombaino našumą bei sumažinti energijos sąnaudas.

## TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODIKA

Tyrimo objektas – ‘Symphonia’ veislės sėmeninių linų biometriniai rodikliai, technologinės savybės bei iš linų nuėmimo-kūlimo ir apraštinės (pjovimo-kūlimo) technologijų agrotechniniai-energetiniai rodikliai.

Taikytas eksperimentinių tyrimų metodas. Eksperimentiniai duomenys analizuoti daugianarės koreliacijos ir regresijos metodu.

Sėmeninių linų derlius nuimtas kombainu SR 500 su ūkuotuve ir be jos (palyginamieji tyrimai). Kombaino dar-

bo kokybė tirta nustatant kūlimo-separacijos [10], ūkavimo, pjovimo ir visuminius sėmenų nuostolius. Pelams ir ūaudams iš kombaino surinkti naudoti  $0,3 \times 1,8$  m plastmasiniai loveliai. Fiksuotas ūpuoganos ilgis, bandymo trukmė, faktinis ūkuotuvės bei kombaino pjaunamosios darbinis plotis, rąpienų aukštis. Ūpuoganos ilgis 30 m.

Tyrimai atlikti LPŪU PŪI instituto bandymų laukuose bei Derliaus doravimo ir gyvulininkystės skyriaus ir Chemijos laboratorijose. Sėmeninių linų charakteristikos, technologinės savybės nustatytos pagal standartinę metodiką [3, 4]. Linų galvutėms nuėmimo-kūlimo ir apraštinėje technologijoje kombaino darbo rodikliai įvertinti nustatant ūkavimo, pjovimo, kūlimo-separavimo ir visuminius sėmenų nuostolius [5, 4].

Kūlimo-separavimo nuostoliai  $R_{k-s}$  nustatyti pagal lygtį [4]

$$R_{k-s} = \frac{X_s}{0,3 \cdot D_s \cdot B_v} \cdot 100 ; \quad (1)$$

čia  $X_s$  – vidutinė sėmenų masė ant  $0,3 \times 1,8$  m lovelio g;

$D_s$  – sėmenų derlingumas g/m<sup>2</sup>;

$B_v$  – vidutinis darbinis plotis m;

0,3 – koeficientas, įvertinantis lovelio plotą

Kombaino SR 500 pagrindinių darbinio dalių reguliavimo rodikliai pateikti 1 lentelėje. Jie nuėmimo ir apraštinei technologijoms vienodi.

1 lentelė. Kombaino SR 500 darbinio dalių reguliavimo rodikliai	
Reguliuotės pavadinimas ir matavimo vienetas	Reikšmė
Kūlimo būgno sukimosi dažnis min <sup>-1</sup>	1200
Tarpai tarp būgno ir pobūgno (priekyje/gale) mm	7/3
Ventiliatoriaus sparnuotės sukimosi dažnis min <sup>-1</sup>	2500
Tarpai tarp viršutinio sieto įvynų mm	12
Tarpai tarp viršutinio sieto ilgintuvo plokštelių mm	12
Apatinio sieto skylių skersmuo mm	5
Ventiliatoriaus sklendžių trauklė, padėtis	4
Ventiliatoriaus oro srauto nukreipimo skydelių trauklė, padėtis	6

ūkuotuvės, montuotos kombaine SR 500, techniniai rodikliai, veikimo principas aprašyti [5].

Augalų, sėmenų, kūlenų drėgną nustatėme džiovinimo metodu, ėminius kaitinant 105°C temperatūroje iki pastovaus drėgnio.

1000 sėmenų masė nustatyta skaičiuojant ir sveriant. Sėmenų derlius  $D_s$  (t/ha) apskaičiuotas pagal lygtį

$$D_s = 0,04M_s ; \quad (2)$$

ėia  $M_s$  – sėmenø masė 0,25 m<sup>2</sup> plotelyje g.

Sėmenø dygimo energija ir daigumas nustatyti daiginant 100 sėklø Petri lėkøtelėse ant distiliuotu vandeniu sudrėkinto filtrinio popieriaus. Kaitinta termostate tamsoje 20°C temperatūroje. Po 3 dienø nustatyta dygimo energija, po 7 dienø – daigumas.

Visi bandiniai dþiovinoti laboratorinėje aktyviosios ventiliacijos dþiovykloje 38 ± 2°C temperatūros oru. Iðkultiems sėmenims ið kũlenø atskirti naudotas mechaninis vibracinis standas su keiėiamais sietais. Ne-iðkultos galvenos trintos laboratorine trintuve. Bandiniai valyti laboratorinėmis maðinomis: valomąja LA-LS, klasifikatoriumi K 293 bei rankiniu laboratorinio sieto komplektu.

Kũlimo kombainu produktai sverti svarstyklėmis RP-50Ð13 ± 10 g tikslumu, bandiniai iki 500 g sverti svarstyklėmis VLTK-500 ± 0,01 g tikslumu, nuo 0,5 kg iki 2,0 kg – svarstyklėmis VLTK-2 ± 1 g tikslumu. Linø pėdai ið 0,25 m<sup>2</sup> ploteliø sverti svarstyklėmis VTC-10 ± 5 g tikslumu.

Darbinio daliø sukimosi dąpnis matuotas sũkmaėiu SK-751 ± 5 min<sup>-1</sup> tikslumu.

Bandymø trukmė matuota laikmaėiu 5-1-2a ± ± 0,5 s tikslumu.

Maðinø darbinis plotis matuotas matavimo juosta RS-5 ± 1 cm tikslumu, linø bei rąpienos aukðtis – savos gamybos 2 m ilgio liniuote ± 1 cm tikslumu.

Technologiniai maðinø darbinio daliø tarpai matuoti kalibruotomis plokðtelėmis.

Priklausomai nuo bandymø pobũdþio, jø atlikimo darbo imlumo, matavimo patikimumo ir standarto reikalavimø bandymai kartoti 3-5, 8-10, 20 ir daugiau kartø. Eksperimentinio tyrimø duomenys apdoroti matematiniais metodais [11]. Stþudento koeficientai priklausomai nuo bandymø kartojimø skaiėiaus pasirinkti ið lentelės [9], patikimumas – 0,95.

Energijos sànaudos ir produkcijoje sukaupta energija skaiėiuota vienam hektarui. Vidutinis linø sėmenø derlingumas, jø nuostoliai, faktinis aprastinės ir nuðukavimo-kũlimo technologijø naðumas, degalø sànaudos ir kiti pradiniai duomenys paimti ið mũsø atliktø tyrimø rezultatø. Maðinø energijos imlumas ir technologijø energetinis efektyvumas ávertintas pagal metodines rekomendacijas [12] ir mũsø atliktus tyrimus [6]. Kombaino SR 500 suvartotiems degalams nustatyti naudotas savos gamybos árenginys, veikiantis susisiekiianėio indø principu. Produkcijoje sukauptà energijà nustatėme ið [8] literatũros ðaltinio.

Energetinio efektyvumo koeficientà  $\alpha_e$  apskaiėia-vome pagal lygtà [7]:

$$\alpha_e = \frac{P_e}{M_e}; \quad (3)$$

ėia  $P_e$  – produkcijoje sukaupta energija MJ/ha;

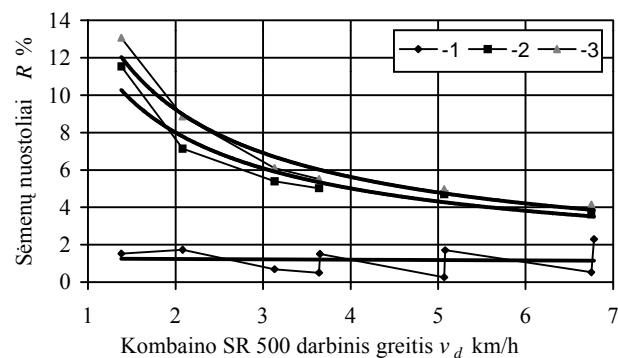
$M_e$  – produkcijai gauti sunaudota visa energija MJ/ha.

## TYRIMØ REZULTATAI IR JØ APTARIMAS

Tirtø ‘Symphonia’ veislės sėmeninio linø technologinės savybės, biometriniai rodikliai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Pagrindiniai sėmeninio linø biometriniai rodikliai	
Rodiklis	Reikðmė
Augalo aukðtis m	0,584 ± 0,150
Pasėlio tankumas vnt./m <sup>2</sup>	570 ± 10
Ðoninio ðakeliø skaiėius ant pagrindinio stiebelio vnt.	1,85 ± 0,03
Atstumas nuo dirvos paviršiaus iki pirmos galvenos m	0,340 ± 0,126
Galvenø skaiėius ant vieno augalo vnt.	35,25 ± 0,43
1000 sėmenø masė g	5,53 ± 0,01
Biologinis sėmenø derlingumas t/ha	1,63 ± 0,03
Pasėlio pikþolėtumas:	
nuo dirvos paviršiaus %	15,25 ± 0,54
nuo pjovimo linijos %	11,87 ± 0,52
Drėgnis derliaus nuėmimo metu:	
sėmenø %	12,85 ± 0,02
stiebelio %	21,11 ± 0,04
pelø %	18,20 ± 0,06

Ið 2 lentelės duomenø matyti, kad sėmeninius linus pjaunant ir kuliant áprastine technologija, maksimalus pjovimo aukðtis mũsø tyrimuose galėtø bũti apie 20 cm. Taėiau, ávertinus netolygø pagulimà, galvenø susimaigymà, ðà rodiklã reikia maþinti. Palyginamuosiuose tyrimuose, sėmeninius linus nuimant kombainu SR 500, vidutinis linø pjovimo (rąpienos) aukðtis buvo 14,90 ± 0,07 cm.



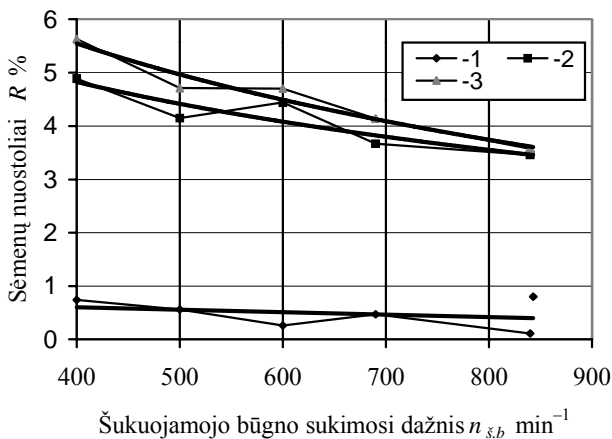
1 pav. Kombaino SR 500 darbinio greiėio átaka sėmenø nuostoliams nuðukavimo technologijoje. 1 – kũlimo-separavimo, 2 – ŗukavimo, 3 – visuminiai

Nuđukuojant ir kuliant sėmeninių linų galvenas, tirtos đukavimo, kŭlimo-separavimo ir visuminio sėmenų nuostolių priklausomybės nuo kombaino SR 500 darbinio greiėio. Đukuojamojo bŭgno sukimosi dađnis buvo  $600 \text{ min}^{-1}$ . Tirtos priklausomybės grafinis vaizdas pavaizduotas 1 paveiksle.

$$\begin{aligned} R_{k-s} &= 1,27 - 0,019v_d; & R_1^2 &= 0,62 \\ R_s &= 12,77v_d^{-0,67}; & R_2^2 &= 0,95 \\ R_v &= 15,17v_d^{-0,72}; & R_3^2 &= 0,95 \end{aligned}$$

Iđ 1 pav. 2 kreivės matyti, kad didinant kombaino darbiną greitą, đukavimo (kartu ir technologijos visuminiai) sėmenų nuostoliai mađėja. Mŭsø atlikti ankstesnieji tyrimai [7] parodė, kad tai bŭdinga ir đukuojant bei kuliant varpinius javus. Tai yra prielaida dirbti kombainu su đukuotuve kuo didesniu greiėiu. Sėmenų kŭlimo-separavimo nuostoliai kito  $0,26\text{--}1,73\%$  viso biologinio sėmenų derliaus. Kadangi subrendusio sėmeninių linų galvenos neatsidaro ir sėmenys neiđbyra, todėl savaiminio sėmenų iđbyrėjimo nuostoliai á visuminius đukavimo-kŭlimo technologijos sėmenų nuostolius tyrimuose nebuvo átraukti.

2 paveiksle parodyta sėmeninių linų galvenų đukavimo, kŭlimo-separavimo ir visuminio sėmenų nuostolių priklausomybė nuo đukuojamojo bŭgno sukimosi dađnio. Kombaino SR 500 vidutinis darbinis greitis  $5,50 \text{ km/h}$ .



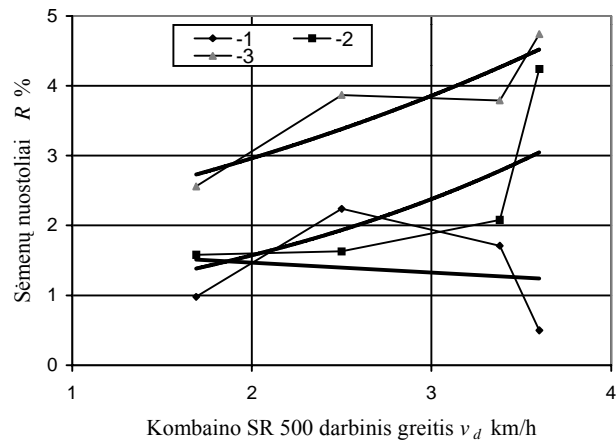
2 pav. Đukuojamojo bŭgno sukimosi dađnio átaka sėmenų nuostoliams. 1 – kŭlimo-separavimo, 2 – šukavimo, 3 – visuminiai

$$\begin{aligned} R_{k-s} &= 0,79 - 0,0005n_{s,b}; & R_1^2 &= 0,77 \\ R_s &= 15,83 - 1,84 \ln n_{s,b}; & R_2^2 &= 0,83 \\ R_v &= 21,16 - 2,60 \ln n_{s,b}; & R_3^2 &= 0,95 \end{aligned}$$

Antroji 2 pav. kreivė rodo, kad, didinant đukuojamojo bŭgno sukimosi dađną, đukavimo sėmenų

nuostoliai mađėja. Tai priklauso nuo linų galvenų subrendimo laipsnio. Paŭymėtina, kad, esant đukuojamojo bŭgno sukimosi dađniui  $500 \text{ min}^{-1}$  ir mađesniai, dalis linų galvenų lieka nenuđukuotos ant stiebelių. Dar labiau mađinant đukuojamojo bŭgno sukimosi dađną (pavyzdžiui, iki  $400 \text{ min}^{-1}$ ), nenuđukuotų linų galvenų kiekis padidėja. 2 paveiksle đie sėmenų nuostoliai pridėti prie đukų iđbarstytų ant dirvos pavirđiaus sėmenų nuostolių. Todėl darbo metu đukuojamojo bŭgno racionalus sukimosi dađnis turėtų būti nuo  $600 \text{ min}^{-1}$ , kad neliktų nenuđukuotų galvenų.

Palyginamuosiuose tyrimuose áprastine technologija kombainu SR 500 nuimant sėmeninių linų derlį, nustatytos pjovimo, kŭlimo-separavimo ir visuminio sėmenų nuostolių priklausomybės nuo kombaino darbinio greiėio. Tai parodyta 3 paveiksle.



3 pav. Kombaino SR 500 darbinio greiėio átaka sėmenų nuostoliams áprastinėje technologijoje. 1 – kŭlimo-separavimo, 2 – pjovimo, 3 – visuminiai

$$\begin{aligned} R_{k-s} &= 1,76 - 0,14v_d; & R_1^2 &= 0,26 \\ R_p &= 0,69e^{0,41v_d}; & R_2^2 &= 0,62 \\ R_v &= 1,75e^{0,26v_d}; & R_3^2 &= 0,81 \end{aligned}$$

3 pav. 1 tiesė rodo, kad áprastinėje technologijoje kŭlimo-separavimo sėmenų nuostoliai kinta netolygiai. Ribinės jŭ vertės buvo  $0,50\text{--}2,24\%$  viso biologinio sėmenų derliaus. Đioje technologijoje pasiektas tik  $3,60 \text{ km/h}$  kombaino SR 500 darbinis greitis. Daugiau didinti darbinio greiėio negalima dėl technologinių sutrikimų (linų vnyojimosi ant kombaino darbinio dalių).

Palyginus 1 ir 3 pav. mŭsø tyrimų rezultatus, galima teigti, kad sėmeninių linų nuđukavimo-kŭlimo technologijoje, palyginti su áprastine technologija, kombaino SR 500 darbiną greitą kartu ir nađumą galima padidinti  $1,8\text{--}1,9$  karto. Galingesniems, laidesniems kombainams đis rodiklis bŭtų dar didesnis.

Áprastinėje ir linų galvenų nuđukavimo technologijose sėmenų kokybiniai rodikliai ávertinti nustatant dygimo energiją ir daigumą (3 lentelė).

Technologija	Dygimo energija	Daigumas
Nušukavimo	93,0 ± 0,13	95,5 ± 0,09
Áprastinė	82,0 ± 0,19	88,5 ± 0,13
Kontrolė (kulta rankomis)	97,0 ± 0,15	98,0 ± 0,10

Sėmeninių linų galvenų nušukavimo technologijoje, palyginti su kontroliniais rodikliais, sėmenų dygimo energija mažesnė 4%, daigumas – 3%. Áprastinėje technologijoje šie rodikliai dar mažesni nei kontroliniame variante: dygimo energija – 15%, daigumas – 10%. Sėmenų dygimo energija ir daigumas sumažėja dėl mechaninio jė poveikio kombaino darbinėmis dalimis. Palyginus su áprastine technologija, linų sėmenų dygimo energija nušukavimo technologijoje gauta 12% didesnė, daigumas – 7% didesnis.

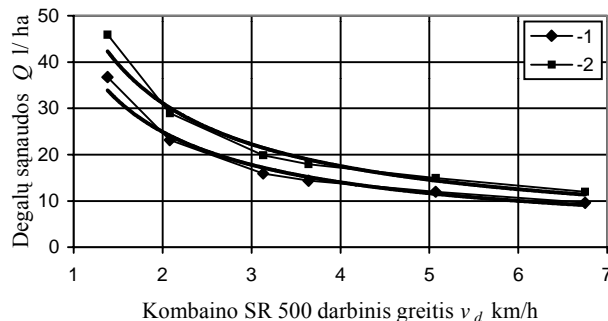
Energetinių rodiklių suvestinė pateikta 4 lentelėje.

4 lentelės duomenų analizė rodo, kad sėmeninių linų nušukavimo-kūlimo technologijoje, palyginti su áprastine technologija, mašinų energijos imlumas mažesnis 23%, darbo sąnaudos mažesnės 10%, energetinio efektyvumo koeficientas didesnis 9,5%. Sėmeninių linų nuėmimo technologijose energetinis koeficientas yra 2,4–2,6, t. y. ádėja 1 MJ energetinių sąnaudų gaunama 2,4–2,6 MJ energijos. Šis rodiklis būtų didesnis, jeigu būtų gautas didesnis kaip 1,63 t/ha linų sėmenų derlius.

Bendrosiose energijos sąnaudose degalų sunaudojimas turi didelę átaką. Faktinė dyzelino sąnaudų priklausomybė nuo kombaino SR 500 darbinio

Rodiklis ir matavimo vienetas	Technologija	
	áprastinė (bazinė)	nušukavimo-kūlimo
Tiesioginės energijos sąnaudos MJ/ha, iš to sk.:	10191,72	9938,34
dyzelinas	2870,68	2617,30
trášos, sėkla, herbicidai, pesticidai	7321,04	7321,04
Mašinų energijos imlumas MJ/ha	1416,91	1086,29
Darbo sąnaudos MJ/ha	9,03	8,11
Bendrosios energijos sąnaudos MJ/ha	11617,66	11032,74
Produkcijoje sukaupta energija MJ/ha	28182,50	28322,0
Energetinio efektyvumo koeficientas ( $\alpha$ )	2,43	2,57

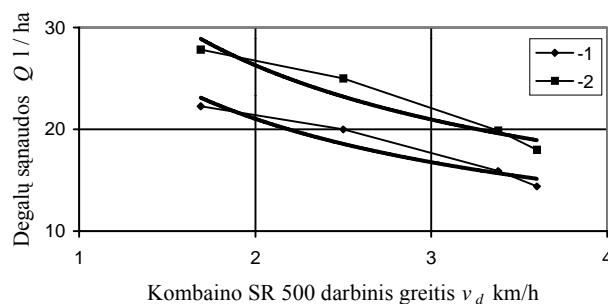
greičio nušukavimo technologijoje parodyta 4 pav., áprastinėje technologijoje – 5 pav. Kai kombainas dirba maksimaliu greičiu (6,75 km/h), nušukavimo technologijoje, palyginti su áprastine (darbinis greitis 3,60 km/h), gaunama 33% dyzelino ekonomija.



4 pav. Kombaino SR 500 degalų sąnaudų priklausomybė nuo darbinio greičio nušukavimo technologijoje. 1 – darbo laiko panaudojimo koeficientas  $K_f = 1$ , 2 –  $K_f = 0,8$

$$Q_1 = 44,29 v_d^{-0,83}; \quad R^2_1 = 0,98$$

$$Q_2 = 55,34 v_d^{-0,03}; \quad R^2_2 = 0,98$$



5 pav. Kombaino SR 500 degalų sąnaudų priklausomybė nuo darbinio greičio áprastinėje technologijoje. 1 – darbo laiko panaudojimo koeficientas  $K_f = 1$ , 2 –  $K_f = 0,8$

$$Q_1 = 30,98 v_d^{-0,56}; \quad R^2_1 = 0,92$$

$$Q_2 = 38,73 v_d^{-0,56}; \quad R^2_2 = 0,92$$

## ÍVADOS

1. Sėmeninius linus galima nuimti ūkuotuve, montuojama ant kombaino SR 500. Ūkavimo sėmenų nuostoliai yra didesni negu pjovimo áprastinėje technologijoje, ypač esant mažiems darbiniais greičiams.

2. Didinant kombaino darbinį greitį nuo 1,38 iki 6,75 km/h, sėmenų ūkavimo nuostoliai mažėja (kaip ir varpiniuose javuose). Ūkuojant ir kuliant sėmeninius linus, kombaino darbinis greitis galvenų kūlimo-separavimo sėmenų nuostoliams átakos neturi.

3. Ūkuotuvės ūkuojamojo būgno racionalus sukimosi dažnis sėmeniniams linams yra nuo 600 min<sup>-1</sup>.

4. Palyginus su aprastine sėmeninių linų derliaus nuėmimo technologija, nuėmimo-kūlimo technologijoje kombaino darbo našumas padidėja 1,8–1,9 karto.

5. Nuėmimo technologija nuimtų sėmeninių linų sėmenų daigumas apie 7% didesnis negu aprastinės technologijos.

6. Auginant ir nuimant sėmeninių linų derlių kombainu SR 500 su ūkuotuve ir aprastine technologijomis, ūdėjus 1 MJ energetinio sąnaudų, kai sėmenų derlius 1,63 t/ha, gaunama 2,5 MJ energijos. Sėmeninių linų nuėmimo-kūlimo technologijos energetinio efektyvumo koeficientas 9,5% didesnis už aprastinės technologijos.

7. Naujoje technologijoje, sėmeninius linus nuimant kombainu SR 500 su ūkuotuve, sutaupoma apie 33% degalų.

Gauta

2004 03 19

#### Literatūra

1. Èaikauskas V. Augalininkystė. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1995. 352 p.
2. Sėmeniniai linai / Sudarytojas S. Mikėlionis. Lietuvos žemdirbystės institutas, Akademija, 2001. 35 p.
3. Strakšas A. Methods and equipment for determination of losses of grain and seed harvesting // Proceedings of the fourth regional Conference of IAMFE / BALTIC'95. P. 82–85.
4. Strakšas A. Ávairių tipų kombainų darbo rodikliai dorojant miglę bei raudonuosius dobilus // LPŪMI mokslo darbai / Vilnius: Mokslo, 1992. T. 23. P. 61–67.
5. Strakšas A., Jurpalis K. The development and investigation of stripper header for ear harvesting technology // LPŪI instituto ir LPŪ universiteto mokslo darbai. 2000. T. 32(3). P. 157–162.
6. Strakšas A. Sėmeninių linų galvūėių nuėmimo technologijos tyrimas / LPŪ ūPŪI instituto ir LPŪ universiteto mokslo darbai. 2003. T. 35(4). P. 45–55.
7. Strakšas A. Sėklinių raudonųjų dobilų dorojimo technologijų energiomlumų ávertinimas // LPŪMI mokslo darbai. Raudondvaris, 1994. T. 25. P. 58–63.
8. Tamulis T. Paðarų cheminė sudėtis ir maistingumas. Vilnius: Mokslo, 1986. 278 p.
9. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных. Москва: Колос, 1966. 255 с.
10. Воскобойников Л. М. Определение потерь зерна молотилкой комбайна при испытаниях и технические средства для снижения их при комбайновой уборке в условиях Прибалтики / Автореферат диссертации ... кандидата технических наук / ЛатвСХА, Елгава, 1985. 17 с.
11. Деденко Л. Г., Кегленцев В. В. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. Москва: Изд-во МГУ, 1977. 112 с.
12. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве // ЦОПКБ / ВИМ, 1989. 60 с.

#### Anicetas Strakšas, Kalikstas Jurpalis

#### INVESTIGATION OF AGROTECHNICAL-ENERGETIC RATES OF LINSEED HARVESTING TECHNOLOGIES

#### S u m m a r y

The investigation has been done in 2002–2003 in the experimental field of LUA IEA when harvesting the linseed cultivar 'Symphonia' yield. The biometrical linseed indexes were examined. While stripping-threshing the linseed, the dependence of linseed losses during the stripping and threshing-separating procedure on working speed of the SR 500 combine and the revolution of the stripping drum was explored. The working speed varied from 1.38 to 6.75 km/h. Stripping linseed losses reduced from 11.54% to 3.63% of the whole biological linseed yield. The linseed losses while threshing-separating it varied in the limits of 0.26–1.73%.

During comparative investigations the dependence of linseed cutting, threshing-separating and total linseed losses on the working speed of the combine was established. During the investigation the working speed of the combine was increased from 1.69 km/h to 3.60 km/h. The linseed losses when cutting varied from 1.58 to 4.24% and when threshing-separating within 0.50–2.24%. Total linseed losses using the conventional technology were 2.56–4.47% of the whole biological linseed yield.

In comparison with the basic linseed harvesting technology, the output of the combine using the stripping-threshing technology increased 1.8–1.9 times. The rational revolution of the stripping drum for linseed is over 600 min<sup>-1</sup>.

While growing and harvesting linseed yield with an SR 500 combine harvester with a stripper and by regular technology, after a 1 MJ energetic input, when linseed yield is 1.63 t/ha we get 2.5 MJ of energy. The energetic efficiency coefficient of linseed stripping-threshing technologies is by 9.5% higher than that in the regular technology. Using the new technology it is possible to save up to 33% of fuel.

**Key words:** linseed, combine, stripping, threshing, linseed losses, fuel consumption, agrotechnic-energetic efficiency

#### Аницетас Стракшас, Каликстас Юрпалис

#### ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

#### Р е з ю м е

Исследования проведены в 2002–2003 г. на опытных делянках Института сельскохозяйственной инженерии ЛСХУ при уборке льна масличного сорта 'Symphonia'. Исследованы основные биометрические показатели льна масличного. При очесе и обмолоте льна масличного изучена зависимость потерь семян при очесе, обработке льна масличного молотильно-сепарирующими устройствами (МСУ) от рабочей скорости комбайна SR 500, а также от частоты вращения очесывающего барабана. Рабочую скорость комбайна увеличивали с 1,38 до 6,75 км/ч. Потери семян льна масличного при этом снизились соответственно с 11,54 до 3,63% от всего биологического

урожая семян. Потери семян при обработке МСУ варьировали в пределах 0,26–1,73%.

В сравнительных исследованиях определяли потери семян льна масличного при жатке комбайном, при обработке МСУ и суммарные потери базовой технологии в зависимости от рабочей скорости комбайна. Рабочую скорость комбайна увеличивали с 1,69 до 3,60 км/ч. Потери семян льна в ходе жатки менялись в пределах 1,58–4,24%, а под воздействием МСУ – 0,50–2,24%. Общие потери семян льна масличного составили 2,56–4,74% от всего биологического урожая семян.

В сравнении с базовой технологией производительность комбайна SR 500 при очесе и обмолоте льна масличного повышается в 1,8–1,9 раза.

Рациональная частота вращения очесывающего барабана при обработке льна составляет 600 мин<sup>-1</sup> и выше.

При уборке льна масличного зерновым комбайном SR 500 методом очеса и базовой технологией с энергетическими затратами в 1 МДж, при урожайности семян 1,63 т/га получаем 2,5 МДж энергии. Коэффициент энергетической эффективности технологии уборки льна масличного методом очеса в сравнении с базовой технологией больше на 9,5%, расход горючего при новой технологии снижается на 33%.

**Ключевые слова:** лен масличный, комбайн, очес, обмолот, потери семян льна, расход горючего, энергетическая эффективность