

## AVIŽŲ BELUKŠTIŠKUMO POŽYMIŲ SKILIMAS F<sub>2</sub> IR JŲ ATRANKA PERSPEKTYVIOMS LINIJOMS

Alfredas KULIKAUSKAS, Gražina STATKEVIČIŪTĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas  
Akademija, Dotnuvos sen., Kėdainių r. sav.  
El. paštas kulikauskas@lzi.lt

### Santrauka

Šešios kryžminimo kombinacijos tarp belukščių avižų (*Avena sativa* L.) iš Čekijos ir Suomijos ir trijų lukštingų genotipų iš Lietuvos, Vokietijos ir Didžiosios Britanijos buvo tirtos siekiant atrinkti F<sub>2</sub> augalus su belukščiais grūdais ir daugiažiedėmis varputėmis. Remiantis  $\chi^2$  suderinamumo testu nustatyta, kad abi savybės nulemia vienas dominantinis, tačiau nevisiško ekspresyvumo genas.

Tarpinio tipo augalų pagal belukštiškumo požymį kiekis svyravo ir nepriklausė nuo pradinės kryžminimui naudotos medžiagos. Kryžminimo kombinacijos 'Forward' x 'Izak' antroje kartoje tarpinio tipo augalų dažnis yra mažiausias, todėl šios kombinacijos individai yra perspektyvūs kaip pradinė belukščių avižų veislės išvedimo medžiaga.

Reikšminiai žodžiai: *Avena sativa*, belukštiškumas, daugiažiedės varputės, požymių skilimas.

### Įvadas

Šiuo metu Lietuvoje auginama apie 60 tūkst. ha avižų. Pagrindinė avižų populiarumo priežastis yra didelis baltymų kiekis grūduose. Juose randama nuo 14 iki 21 proc. baltymų /Митрофанов, Митрофанова, 1972; Dvoncova, Hozlar, 2007/. Vienas iš svarbiausių avižų grūdų panaudojimo gyvulių pašarui trūkumų yra didelis jų lukštingumas, kuris sumažina grūdų energinę vertę. Be to, dėl mažesnio nei kitų grūdinių augalų natūrinio svorio padidėja transportavimo ir sandėliavimo išlaidos. Belukštės avižos eliminuoja šias problemas ir gali būti panaudotos kaip pašaras neatrajojantiems gyvuliams bei dietinis maistas žmogui /Fodder Oats..., 2004/. Pastaraisiais metais šalyje pradėta domėtis belukščių avižų auginimu. Belukštės avižos – pačios maistingiausios iš visų varpinių javų grūdų. Jos turi tik apie 3–4 proc. ląstelienos, o paprastos avižos jos turi apie 20–30 proc. Europoje belukščių avižų veislės yra auginamos Norvegijoje, Suomijoje, Švedijoje, Lenkijoje, Čekijoje ir Vokietijoje. Belukštės avižos plačiai auginamos Baltarusijoje, Ukrainoje ir Rusijoje. Europoje belukščių avižų selekcijos ir jų auginimo srityje pirmaujanti šalis yra Čekijos Respublika. Štai belukštės avižos 'Abel' Čekijoje dera iki 6 t ha<sup>-1</sup> /Machan, 1998/. Jų lukštingumas yra 3,0 %, 1000-čio grūdų svoris – 23,6 g, baltymų – 14,8 %, krakmolo – 60,7 %, natūrinis svoris – 71,4 kg/hl.

Belukštės avižos skirstomos į kelias grupes. *Avena sativa* (6n = 42) yra belukštės avižos, naudojamos gamyboje kartu su kultūrinėmis sėjamosiomis avižomis. Diploidinės *A. strigosa* Schreb. (2n = 14) yra lukštingos, bet taip pat turi ir belukščių formų. Taip pat

diploidinės yra belukštės avižos *A. nuda* L. ( $2n = 14$ ), bet jos nėra plačiai auginamos / Fodder Oats..., 2004/.

Avižose nustatytas vienas pagrindinis dominantinis genas *N-1*, nulemiantis grūdų belukštiškumą /De Koeyer et al., 2004/. Trys ar keturi epistaziniai genai, kontroliuojantys šią avižų savybę, buvo surasti kai kuriose kryžminimo kombinacijose. Visais atvejais belukštiškumas tikriausiai yra veikiamas vieno pagrindinio geno, kurio pasireiškimas gali būti skirtingas priklausomai nuo genotipo /Hoekstra et al., 2003/. Taip pat buvo pasiūlyti ir poligeninio belukščių grūdų paveldėjimo modeliai /Jenkins, Hanson, 1976/. Belukštiškumo savybės pasireiškimas yra smarkiai veikiamas aplinkos sąlygų ir nevisiškai ištirtas.

Varpučių daugiažiediškumas buvo susietas su belukščiais grūdais ir panaudotas kaip morfologinis žymuo nustatant belukštiškumo savybę /Ougham et al., 1996/. Tačiau ir paprastos varputės kartais gali turėti belukščius grūdus, taigi koreliacija tarp šių dviejų požymių yra nestipri.

Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti belukštiškumo savybės paveldėjimą šešiose kryžminimo kombinacijose tarp trijų belukščių ir lukštingų avižų pradinės medžiagos. Taip pat siekta įvertinti koreliaciją tarp daugiažiedžių varpučių ir belukščių grūdų kiekio bei identifikuoti geriausią pradinę medžiagą, kurią naudojant būtų galima išvesti belukščių avižų veisles.

### **Tyrimų sąlygos ir metodai**

Šiuose tyrimuose buvo panaudoti trys belukščių avižų genotipai iš Čekijos Respublikos bei Suomijos ir trys lukštingų avižų genotipai iš Lietuvos, Vokietijos bei Didžiosios Britanijos (1 lentelė). Kryžminimai tarp belukščių ir lukštingų avižų buvo atlikti 2005 metais. Jų rezultatas buvo šešios skylandčios  $F_2$  populiacijos (2 lentelė).  $F_1$  buvo pasėta 2006 metais, balandžio pabaigoje, Lietuvos žemdirbystės instituto Javų selekcijos skyriaus sėjomainos lauke. 2007 metais buvo pasėta po 30 sėklų iš kiekvienos kryžminimo kombinacijos ir po 10 sėklų iš kiekvieno tėvinio genotipo. Laukeliai bandyme išdėstyti atsitiktine tvarka. Kiekvienas  $F_2$  augalas buvo laikomas eksperimentiniu vienetu. Sėklos buvo pasėtos sklypeliuose 0,15 m atstumu viena nuo kitos, tarpai tarp eilučių – 0,30 m. Augalams subrendus, nuo kiekvieno augalo buvo nuskinta pagrindinė šluotelė. Prieš kūlimą kiekviena šluotelė buvo analizuojama: nustatomas bendras visų varpučių bei daugiažiedžių varpučių skaičius. Kiekviena šluotelė iškulta rankiniu būdu, nustatytas bendras ir belukščių grūdų skaičius.  $F_2$  šeimų augalai buvo analizuojami atskirai. Belukščių grūdų ir daugiažiedžių varpučių pasikartojimo skirtingų kombinacijų augaluose dažnis išreikštas procentais.

Belukštiškumo bei daugiažiediškumo požymių skilimo antroje kartoje proporcijų atitikimas teoriniam 3:1 modeliui buvo patikrintas naudojant  $\chi^2$  suderinamumo testą /Čekanavičius, Murauskas, 2006/. Skaičiavimai atlikti naudojant *Microsoft Office Excel 2003* ir *SigmaPlot 8.0* programas.

**1 lentelė.** Avižų genotipai, jų kilmė ir kitos savybės  
**Table 1.** Oat genotypes, their origin and relevant traits  
 Akademija, 2007 m.

Genotipai <i>Genotypes</i>	Kilmė <i>Origin</i>	Grūdai <i>Grain</i>	Varputės <i>Spikelets</i>
LŽI 1309-5	Lietuva <i>Lithuania</i>	lukštingi <i>hulled</i>	paprastos <i>normal</i>
‘Bueler’	Vokietija <i>Germany</i>	lukštingi <i>hulled</i>	paprastos <i>normal</i>
‘Forward’	Didžioji Britanija <i>Great Britain</i>	lukštingi <i>hulled</i>	paprastos <i>normal</i>
‘Abel’	Čekija <i>Czech Republic</i>	belukščiai <i>naked</i>	daugiažiedės <i>multiflorous</i>
‘Izak’	Čekija <i>Czech Republic</i>	belukščiai <i>naked</i>	daugiažiedės <i>multiflorous</i>
‘Lisbeth’	Suomija <i>Finland</i>	belukščiai <i>naked</i>	daugiažiedės <i>multiflorous</i>

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Augalų pasiskirstymas į skirtingas klases pagal belukščių grūdų ir daugiažiedžių varpučių procentą  $F_2$  buvo pastebėtas visose kryžminimo kombinacijose (pav.). Visose kryžminimo kombinacijose buvo didesnis individų, kurie buvo 100 % belukščiai, skaičius, tačiau taip pat visose kombinacijose buvo rastas didelis skaičius individų, kurie priklausė viduriniajai klasei (10–90 % belukščiai) (pav.).

Hipotezė, kad belukštiškumą nulemia vienas dominantinis genas, buvo patvirtinta atsizvelgiant į lukštingų (0 % belukščių grūdų šluotelėje) ir belukščių (10–100 % belukščių grūdų šluotelėje) augalų santykį. Santykis 3:1 tarp belukščių bei lukštingų grūdų buvo nustatytas visose kryžminimo kombinacijose (2 lentelė).

**2 lentelė.**  $F_2$  augalų pasiskirstymas pagal grūdų lukštingumą  
**Table 2.** Segregation of  $F_2$  plants for naked grain  
 Akademija, 2007 m.

Kryžminimo kombinacijos <i>Crosses</i>	$F_2$ kartos augalų skaičius <i>Number of <math>F_2</math> plants</i>		$\chi^2$ (3:1)	Tikimybė <i>Probability</i>
	belukščių <i>naked</i>	lukštingų <i>hulled</i>		
LŽI 1309-5 x ‘Abel’	25	5	1,111	0,29
‘Bueler’ x ‘Izak’	25	5	1,111	0,53
‘Forward’ x ‘Lisbeth’	24	6	0,044	0,53
‘Bueler’ x ‘Abel’	25	5	1,111	0,29
LŽI 1309-5 x ‘Lisbeth’	26	4	0,400	0,14
‘Forward’ x ‘Izak’	24	6	0,044	0,53

Platus belukščių grūdų kiekio svyravimo diapazonas belukščių augalų klasėse, kuriose jų buvo nuo 1,2 iki 97,6 %, tikriausiai susijęs su geno, nuo kurio priklauso grūdų lukštingumas, daliniu dominavimu ir/arba nevisiška jo ekspresija.

Taip pat pastebėta, kad ir meteorologinės sąlygos, ir gerai sureguliuota kūlimo technika turi įtakos belukščių grūdų kiekiui – grūdai iš belukščių tėvinių formų ne visada pakankamai gerai išsikulia.

Gauti rezultatai sutampa su literatūroje aprašytais tyrimais, kuriais belukščiuose grūduose buvo identifikuotas vienas nevisiško dominavimo genas. Manoma, kad šio geno ekspresija galbūt yra reguliuojama 2–3 genų modifikatorių /Hoekstra et al., 2003/. Tai paaiškina tarpinių tipų su labai įvairiu belukščių grūdų kiekiu šluotelėje atsiradimą. Kai kurių tyrėjų nuomone, genai modifikatoriai gali veikti nepriklausomai nuo pagrindinio geno ir nulemti lemos lignifikacijos laipsnį. Dėl tos priežasties netgi lukštingas genotipas su mažiau lignifikuota lema gali išsikulti pakankamai lengvai /Ougham et al., 1996/.

Nustatyta, kad skilimas  $F_2$  augaluose pagal daugiažiedžių varpučių požymį buvo panašus, kaip ir belukščių grūdų atveju (3 lentelė, pav.). Nors šie požymiai yra susiję ir dauguma atvejų paveldimi kartu, koreliacija tarp belukščių grūdų ir daugiažiedžių varpučių nėra lygi vienetui, kadangi šluotelės viduje normalios varputės dažnai būna su belukščiais grūdais. Kitu atveju šluotelės su didesniu belukščių grūdų kiekiu gali turėti mažiau daugiažiedžių varpučių. Tai rodo, kad atranka pagal belukščių grūdų kiekį yra lengviausias kelias atrenkant augalus su pagrindiniu belukštiškumo genu /Doehlert et al., 2006/. Siekiant sukurti belukštes avižų veisles, selekcija turi būti vykdoma pagal šį geną, o ne pagal daugiažiedžių varpučių požymį.

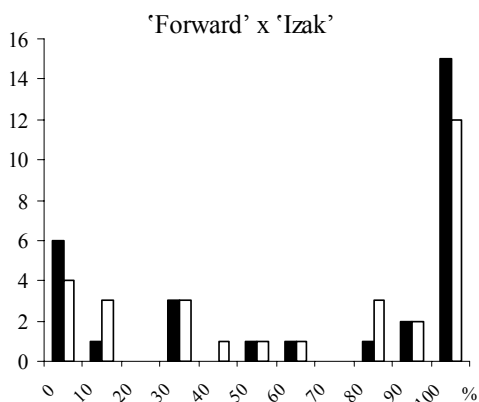
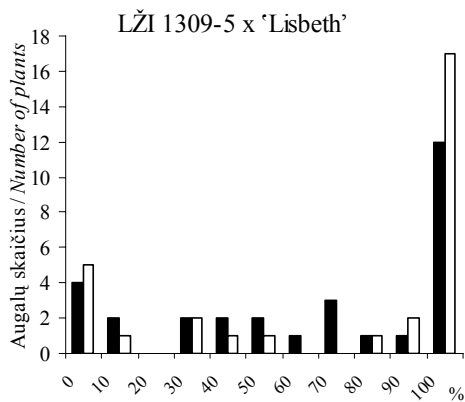
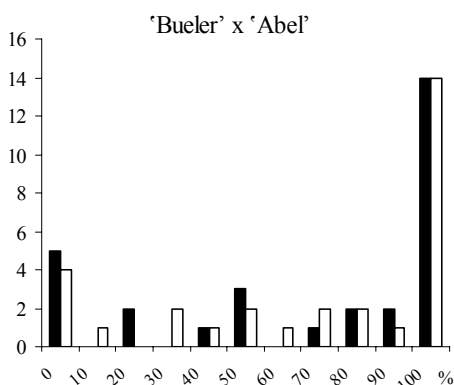
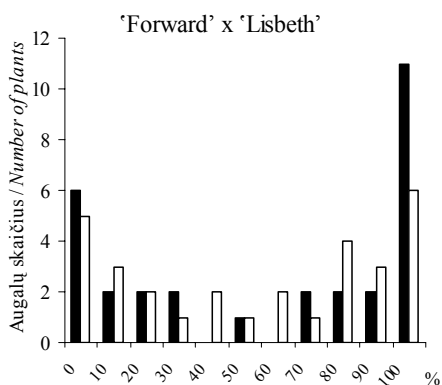
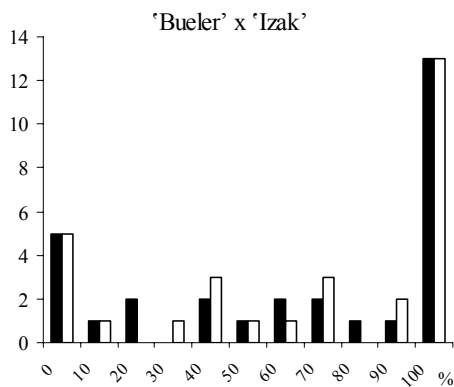
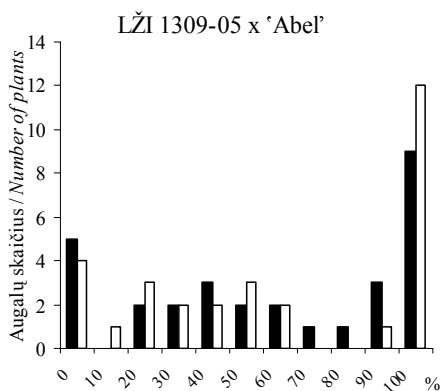
**3 lentelė.**  $F_2$  augalų pasiskirstymas pagal varpučių tipą ir koreliacija tarp daugiažiedžių varpučių ir belukščių grūdų kiekio

**Table 3.** Segregation of  $F_2$  plants for spikelet type and correlation between multiflorous spikelets and naked grain

Akademija, 2007 m.

Kryžminimo kombinacijos <i>Crosses</i>	$F_2$ kartos augalų skaičius <i>Number of <math>F_2</math> plants</i>		$\chi^2$ (3:1)	Tikimybė <i>Probability</i>	r
	su daugiažiedėmis varputėmis <i>with multiflorous spikelets</i>	su paprastomis varputėmis <i>with normal spikelets</i>			
	LŽI 1309-5 x 'Abel'	26			
'Bueler' x 'Izak'	25	5	1,111	0,29	0,92*
'Forward' x 'Lisbeth'	25	5	1,111	0,29	0,69*
'Bueler' x 'Abel'	26	4	0,400	0,14	0,62*
LŽI 1309-5 x 'Lisbeth'	25	5	1,111	0,29	0,85*
'Forward' x 'Izak'	26	4	0,400	0,14	0,86*

\*  $P < 0,05$



**Paveikslas.** Belukščių grūdų (■) ir daugiažiedžių varpučių (□) dažnio pasiskirstymas skirtingų kombinacijų F<sub>2</sub> augaluose  
**Figure.** Frequency distribution of F<sub>2</sub> plants for naked grain (■) and multiflorous spikelet (□) in different crosses

Akivaizdu, kad didesnę tarpinių belukščių tipų požymių pasireiškimo dažnį nulemia ne vien belukštis tėvinis genotipas, bet ir abiejų tėvinių genotipų, naudotų kryžminimo kombinacijoje, derinys (pav.). Pagal šį požymį daugiausia perspektyvų teikia 'Forward' x 'Izak' kryžminimo kombinacija (pav.), nes šios kombinacijos antrosios kartos augaluose buvo nustatytas mažiausias vidurinio tipo palikuonių kiekis.

Grūdų belukštiškumas yra savybė, kurią galima lengviausiai perduoti avižų genotipams, bet taip pat turi būti griežta atranka siekiant išvesti linijas, kurios galėtų tapti veislėmis. Naudojant šią strategiją bus atrinktos perspektyviausios avižų linijos, kurios bus toliau tiriamos selekciniuose bandymuose. Ateityje iš atrinktųjų linijų bus sukurta pirmoji lietuviška belukščių avižų veislė.

### Išvados

1. Naudojant  $\chi^2$  suderinamumo kriterijų buvo patvirtinta, kad visose kryžminimo kombinacijose požymio skilimas vyksta santykiu 3:1.

2. Remiantis  $\chi^2$  suderinamumo testu nustatyta, kad belukštiškumo ir varpučių daugiažiedžiškumo požymius nulemia vienas dominantinis, tačiau nevisiško ekspresyvumo genas.

3. Tarpinių belukščių augalų dažnis populiacijose svyravo ir nebuvo nustatyta, kad priklausė nuo pradinės medžiagos, naudotos belukštėms linijoms kurti.

4. Perspektyviausia kryžminimo kombinacija buvo 'Forward' x 'Izak'. Šios kombinacijos antroje kartoje buvo nustatytas mažiausias vidurinio tipo belukščių grūdų kiekis.

Gauta 2008-02-20

Pasirašyta spaudai 2008-04-15

### LITERATŪRA

1. Čekanavičius V., Murauskas G. Statistika ir jos taikymai. – Vilnius, 2006. – 239 p.

2. De Koeber D. L., Tinker N. A. et al. A molecular linkage map with associated QTLs from a hulless x covered spring oat population // TAG Theoretical and Applied Genetics. – 2004, vol. 108, No. 7, p. 1285–1298

3. Doehlert D. C., Jannink J., Mc Mullen M. S. Kernel size variation in naked oat // Crop Science. – 2006, vol. 46, p. 1117–1123

4. Dvoncova D., Hozlar P. Nutritious and healthily preventive value of naked oat // Plant genetic resources and their exploitation in the plant breeding for food and agriculture. Book of Abstracts / 18th EUCARPIA Genetic Resources Section Meeting. – Piastany, 2007, p. 3

5. Fodder Oats: a world overview / Edited by J. M. Suttie and S. G. Reynolds. – Rome, 2004, p. 1

6. Hoekstra G. J., Burrows V. D., Mather D. E. Inheritance and expression of naked-grained and fatuoid characters in oat // Crop Science. – 2003, vol. 43, p. 57–62

7. Jenkins G., Hanson P. R. The genetics of the naked oats (*Avena nuda* L.) // Euphytica. – 1976, vol. 25, No. 1, p. 167–174

8. Machan F. Performance and quality of naked oat cultivars of the world collection // Oat Newsletter. – 1998, vol. 44, [http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/oatnewsletter/oatnews\\_main.html](http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/oatnewsletter/oatnews_main.html)

9. Ougham H. J., Latipova G., Valentine J. Morphological and biochemical characterization of spikelet development in naked oats (*Avena sativa* L.) // New Phytologist. – 1996, vol. 134, No. 1, p. 5–12

10. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овес. – Москва, 1972, с. 7

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė / Zemdirbyste / Agriculture, vol. 95, No. 2 (2008), p. 109–115

UDK 633.14:631.526.32:631.527:631.524.7

## **OAT NAKED-GRAIN TRAIT SEGREGATION IN F<sub>2</sub> PLANTS AND THEIR SELECTION FOR PROMISING BREEDING LINES**

A. Kulikauskas, G. Statkevičiūtė

### **S u m m a r y**

Six crosses between three naked oat germplasm sources from Czech Republic and Finland and three hulled genotypes from Lithuania, Germany and Great Britain were studied for the segregation of naked grain and multiflorous spikelet traits in the F<sub>2</sub> generation. One major gene with incomplete dominance and expressivity for both traits was identified in all populations using chi square goodness-of-fit test. The occurrence of intermediate types for naked grain varied among F<sub>2</sub> populations and did not depend on the germplasm source of naked grain used. The lowest frequency of intermediate types was obtained among 'Forward' x 'Izak' cross F<sub>2</sub> generation. Therefore it is the most promising cross and it must be involved in further breeding programmes in order to obtain Lithuanian naked oat varieties.

Key words: *Avena sativa*, naked grain, multiflorous spikelets, trait segregation.