

PRAKTISKĀ PIEREDZE

DAŽĀDU MIEŽU GENOTIPU NOVĒRTĒJUMS KVALITATĪVU GRŪBU IEГУVEI

Māra Bleidere, Ilze Grunte, Zaiga Jansone, Lidija Ēce
Agroresursu un ekonomikas institūts, Stendes pētniecības centrs
mara.bleidere@arei.lv

Ievads

Mieži (*Hordeum vulgare* L.) ir ģenētiski daudzveidīga graudaugu suga, kur dažādu šķirņu graudu fizikāli bioķīmisko īpašību atšķirības ietekmē šo graudu pārstrādes procesu gala produkta kvalitāti. Ģenētiskā daudzveidība nodrošina plašas iespējas identificēt vai veidot miežu šķirnes noteiktam izmantošanas virzienam. Tas ir izaicinājums graudu pārstrādes uzņēmumiem, lai izvēlētos kvalitatīvas graudu izejvielas specifiskiem izmantošanas virzieniem, īpaši ja miežu graudu izejvielu piemēroības raksturošanai tiek izmantoti tikai daži kvalitātes kritēriji. Latvija ir viena no Eiropas valstīm, kurai vēsturiski ir tradīcijas lietot miežu produktus uzturā, kopumā interese par šī graudauga plašāku izmantošanu pārtikā pieaug, jo tie veicina zarnu darbību, tauku absorbciju gremošanas traktā, pazemina holesterīna līmeni un glikēmisko indeksu (Baik, Ullrich, 2008).

Lai gan kailgraudu miežiem kā augstvērtīgai pilngraudu pārtikas izejvielai Latvijā ir augsts potenciāls gan to izmantošanai tiešam patēriņam, gan dažādu diētisku produktu izstrādei, tomēr izejvielu nepārtrauktam nodrošinājumam kailgraudu miežu kopražas apjomi Latvijā ir nepietiekoši. Tāpēc Latvijā vadošo graudu pārstrādes uzņēmumu ražošanas process pakārtots plēkšņgraudu miežu pārstrādei. Plēkšņgraudu miežiem, atšķirībā no kailgraudu, graudu pārstrādes procesā vispirms ir jāveic graudu apstrāde, tas ir, plēkšņu atdalīšana un daļēja grauda ārējā apvalka mehāniska noberšana. Primārais produkts miežu pārstrādē ir grūbas, no kurām tālāk iegūst pārējo miežu produkciju – putraimus, pārsļas un miltus (Baik, 2014).

Lai gan miežu graudu izejvielu kvalitāte būtu jāsaskaņo ar graudu pārstrādes tehnoloģisko procesu, tomēr graudu kvalitātes kritēriji plēkšņgraudu miežiem pārtikas graudu virzienam ir neskaidri definēti, šim graudu pārstrādes virzienam Latvijā šobrīd nav noteiktu standartšķirņu. Pārstrādes uzņēmumiem tas rada grūtības, lai izvēlētos savam ražošanas procesam piemērotu miežu graudu izejmateriālu, specifisku miežu produktu ražošanai, šobrīd tie balstās galvenokārt uz agronomisko un iesala vai lopbarības miežu kvalitatīvo rādītāju bāzes.

Potenciālie šo graudaugu pārstrādes uzņēmumi Latvijā ir ieinteresēti jaunās zināšanās par plēkšņgraudu miežu graudu kvalitātes izpēti kvalitatīvu grūbu ieguvei, kas nodrošinātu miežu graudu pārstrādes procesa efektivitāti.

Līdz šim ir maz pētījumu un uzmanības selekcijas darbam, lai veidotu tieši rūpnieciskajai pārstrādei piemērotas pārtikas plēkšņgraudu miežu šķirnes. Tāpēc no graudu izejvielu kvalitātes izvērtējuma viedokļa ir svarīgi pētījumi par šo miežu izmantošanas iespējām šim pārstrādes virzienam, lai iegūtu maksimāli kvalitatīvu grūbu produkciju, kas atbilstu graudu pārstrādātāju un patērētāju prasībām. Trūkst informācija par Latvijā selekcionēto plēkšņgraudu miežu šķirņu un perspektīvā selekcijas materiāla novērtējumu, lai rekomendētu to izmantošanu pārstrādei pārtikā. Pētījuma mērķis bija analizēt graudu un grūbu kvalitāti raksturojošo pazīmju mainību dažādiem plēkšņgraudu miežu genotipiem, novērtēt to potenciālu kvalitatīvu grūbu ieguvei.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts Agroresursu un ekonomikas institūtā Stendes pētniecības centrā no 2015. līdz 2017. gadam. Pētījumā iekļautas 11 plēkšņgraudu miežu selekcijas līnijas un 9 šķirnes no Valsts augu šķirņu kataloga – ‘Ansis’ (alus/A), ‘Kristaps’ (A), ‘Abava’ (A, lopbarības/L), ‘Austris’ (L), ‘Jumara’ (L), ‘Evergreen’ (A), ‘Quench’ (A), ‘Iron’ (A). Tās ir plašāk audzētās un jaunākās Latvijā selekcionētās, pēc šķirņu apraksta rekomendētas kā lopbarības un alus miežu šķirnes, salīdzināšanai iekļaujot arī vairākas ārzemēs selekcionētās šķirnes, kuras tiek rekomendētas iesala ražošanai.

Šķirņu un līniju ražas paraugi iegūti, tās audzējot velēnu podzolaugsnēs Albeluvisol (Eutric). Augsnes agroķīmiskie rādītāji: trūdvielu saturs 18–20 g kg⁻¹; pH KCl 5.8–6.0; P₂O₅ 182–206 mg kg⁻¹; K₂O 174–178 mg kg⁻¹. Priekšaugi – kartupeļi. Pavasarī pēc lauka nošļūkšanas pirms augsnes kultivācijas pamatmēslojumā iestrādāts kompleksais minerālmēslojums ar kopējo normu: N–80, P₂O₅–80, K₂O – 80.

Klēts jeb 100% tīrās ražas paraugam noteikts graudu īpatsvars (%) virs 2.2 mm un 2.5 mm sieta, graudus sijājot ar automātisko graudu frakcionētāju Sortimac-K. Miežu graudu ražai virs 2.2×20 mm garenacu sieta noteikta 1000 graudu masa/TGM (g) pēc ISTA (Starptautiskā sēklu kontroles asociācija) metodikas. Tilpummasa/TM (g L⁻¹) noteikta ar automātisko graudu analizatoru *Infratec Analysis*. Graudu paraugu

skrotēšana veikta ar maza izmēra laboratorijas skrotētāju (Dimo's Labtronics, Kanāda), izmantojot #30 izmēra akmeni, kvalitatīvo skrotēto graudu frakcija iegūta ar garenacu 2.0 mm sietu, atdalot šķeltās grūbas. Grūbu produkcijas iegūšanai 50 g miežu paraugi 3 atkārtojumos skrotēti 1.4 min. Graudu skrotēšanas ilgums skrotēto graudu (grūbu) ieguvei izvēlēts atbilstoši A/S „Dobeles Dzirnāvieks” ražošanā izmantotajai graudu pārstrādes tehnoloģijai. Iegūtajai grūbu produkcijai noteikts grūbu iznākums $>2.0 \times 20$ garenacu sieta, %, kvalitātei neatbilstoša grūbu produkcija, % (šķelto grūbu un grūbu <2.0 mm summa), atsiju īpatsvars, % (pārpalikums pēc graudu skrotēšanas), 1000 grūbu masa, g, grūbu krāsa/gaišums kā L^* vērtība un grūbu stiklainības indekss. Grūbu produkcijas krāsa analizēta ar digitālo kolorimetru WF32 16mm (Graigar Technology Co), kur paraugu krāsas salīdzināšanai izmantotas L^* indeksa vērtības no CIE Lab krāsu skalas L^* , a^* , b^* sistēmā. L^* vērtība baltās krāsas skalā no 0 (melns) līdz 100 (balts) raksturo parauga gaišumu/spilgtumu (angl. *lightness/brightness*) (Whan, 2014). Krāsas mērījums katrai šķirnei veikts 5 atkārtojumos. Grūbu stiklainība noteikta vizuāli, 100 grūbu endospermas struktūru pētot gaismas kamerā, kur gaismas avots caur matētu stiklu izgaismo paraugu no apakšas. Uzskaitītas miltainas grūbas (gaismas necauraidīgas), stiklainas (gaismas caurlaidīgas) un miltainu/stiklainu grūbu starpforma. Stiklaino, stiklaino/miltaino un miltaino grūbu skaitu sareizina ar katrai grupai atbilstošajiem koeficientiem 1, 0.5 un 0. Stiklainības indekss aprēķināts kā visu trīs grupu reizinājumu summa, kas izteikta % no 100 grūbu vērtējuma.

Iegūtie rezultāti statistiski analizēti, pielietojot aprakstošās un variācijas statistikas, dispersijas analīzes. No dispersijas analīžu datiem aprēķināts šķirnes, gada un šo faktoru mijiedarbības ietekmes relatīvais īpatsvars kopējā dispersijā ($\eta^2\%$). Analizētas korelatīvās sakarības starp pazīmēm.

Rezultāti un diskusijas

Atbilstoši dispersijas analīzei šķirne kā faktors būtiski ($p < 0.01$) ietekmēja gan graudu produkcijas, gan miežu grūbu produkcijas kvalitāti raksturojošo pazīmju mainību. Šī faktora relatīvais īpatsvars kopējā dispersijā variēja no 36 līdz 78%, bija kopumā augstāks gandrīz visām pazīmēm, ja salīdzina ar gada kā faktora ietekmi (1. tab.).

Graudu masa un izmēri ir nozīmīgi kvalitāti raksturojoši radītāji visiem vasaras miežu izmantošanas virzieniem. 1000 graudu masa ir graudu fizikālais rādītājs, ko parasti selekcijā izmanto graudu masas raksturošanai. Izvērtējot katra genotipa 1000 graudu masu vidēji trīs gados, tā variē no 48.2 līdz 57.4 g (tab.). Būtiski augstāku ($p < 0.05$) 1000 graudu masu, salīdzinot ar vidējo vērtību šo šķirņu pētījumā (51.8 g) parādīja līnija 'ST-12984' un šķirne 'Austris'. Ir novērots, ka augstāka tilpummasa ir šķirnēm, kurām ir rupjāki un smagāki graudi (Fox, Kelly et al., 2006). Šī sakarība izteikti attiecas uz šķirni 'Austris', kurai arī tilpummasa ir bijusi viena no augstākām. Tikai šķirnei 'Jumara', ar salīdzinoši rupjiem graudiem, tilpummasa pārsniedz 700 g L^{-1} , kas ir būtiski augstāka par vidējo vērtību izmēģinājumā. Pēc izmēriem izlīdzināti graudi grūbu ražošanas procesā nolibās (noskrotējas) vienmērīgāk, kas samazina zudumus graudu apstrādes laikā (Baik, Ullrich, 2008). Graudu frakcijas īpatsvars virs >2.0 mm sieta starp šķirnēm neparāda izteiktu atšķirību starp šķirnēm, un kopumā atbilst vidējai vērtībai (98.6%) šajā pētījumā. Lielākas atšķirības starp šķirnēm var novērot graudu produkcijai >2.5 mm sieta, kas vairāk raksturo graudu izlīdzinātību. Šķirnei 'Kristaps', lai arī tās graudi ir salīdzinoši sīkāki (48.2 g), abu šo frakciju īpatsvars ir viens no augstākajiem.

Kvalitatīvās grūbu produkcijas (>2.0 mm sieta, bez šķeltajām grūbām) iznākums variēja samērā plašās robežās, no 62.1% ('Evergreen') līdz 74.2% genotipiem ST-12902 un 'Jumara' ($p < 0.05$, salīdzinot ar vidējo vērtību). Šīs grūbu produkcijas kvalitāti raksturojošā rādītāja mainību starp dažādiem miežu genotipiem ir ietekmējusi ne tikai kvalitātei neatbilstošo grūbu procentuālā daļa kopējā grūbu produkcijas masā, bet arī atsiju procentuālais īpatsvars, kas ir veidojies graudu pārstrādes procesā.

Kvalitatīvām miežu graudu izejvielām būtu jānodrošina lielāks produkcijas iznākums no graudu tonnas, lai saražotu tirgus prasībām atbilstošu produkciju par saprātīgu pašizmaksu. Zemākais kvalitātei neatbilstošo grūbu (šķelto un grūbu <2.0 mm sieta summa) īpatsvars konstatēts miežu genotipiem 'Abava' (0.5%) 'Jumara' un 'ST-12902' (abām 0.6%). Šķirnei 'Jumara' un līnijai 'ST-12902' atsiju īpatsvars pie vienāda graudu apstrādes ilguma (1.4 min.) ir bijis būtiski zemākais, savukārt miežiem 'Evergreen', 'Iron' un 'ST-12924' tas bija augstākais, uzrādot arī augstāko kvalitātei neatbilstošo grūbu īpatsvaru un rezultātā šo genotipu grūbu iznākums pie šādas apstrādes tehnoloģijas ir bijis būtiski zemākais (62.1–65.2%), ja salīdzina ar šīs pazīmes vidējo vērtību (69.4%) šajā pētījumā.

Tabula

Dažādu miežu genotipu novērtējums pēc graudu un grūbu kvalitāti raksturojošām pazīmēm, vidēji 2015.–2017. g.

Šķirne, līnija	Graudi				Grūbas					
	TGM, g	TM, g L ⁻¹	>2.2 mm, %	>2.5 mm, %	>2.0 mm, %	Šķeltas & <2.0 mm, %	Atsijas, %	TGrM, g	Stiklainība	L*
ST-13071	51.4	679.3	97.9	91.7	69.7	1.3	30.9	37.5	52.3	74.9
ST-12890	49.3	691.8	97.4	90.6	70.2	1.3	30.3	38.1	45.7	73.7
ST-12902	49.6	698.5	99.3	94.8	74.2	0.6	27.2	39.7	55.2	73.8
ST-13083	52.5	685.2	98.9	94.6	70.0	1.3	30.5	39.0	51.0	74.9
ST-13060	51.8	692.4	98.6	94.7	67.0	3.5	31.5	40.0	54.8	74.9
ST-12835	49.4	687.7	98.9	94.8	72.2	1.1	28.6	39.3	53.7	74.1
ST-13074	49.1	678.9	99.0	95.6	68.7	1.0	32.2	38.7	51.3	75.6
ST-13076	54.2	692.2	98.4	93.7	70.0	1.5	30.4	42.3	55.8	73.6
ST-12905	51.4	682.0	98.2	93.4	66.9	2.0	32.9	40.2	50.5	74.8
Didzis (ST-12924)	52.7	686.4	98.7	93.9	70.0	1.5	30.4	38.7	54.7	74.3
ST-12984	57.4	669.9	98.9	95.7	64.5	2.4	35.0	42.2	53.0	75.1
Iron	50.5	681.1	99.0	97.0	65.2	2.1	34.6	38.2	52.2	75.4
Evergreen	53.3	685.5	98.5	94.8	62.1	3.3	36.5	39.9	47.7	76.0
Austris	55.9	696.0	98.9	95.9	71.1	1.3	29.5	42.7	60.0	71.1
Jumara	52.9	701.2	98.9	95.4	74.2	0.6	27.1	41.4	63.8	72.4
Quench	49.8	676.1	98.7	94.9	68.1	0.9	32.8	38.2	49.7	74.5
Abava	51.4	699.0	97.7	92.3	72.0	0.5	29.4	40.0	60.8	72.2
Kristaps	48.2	682.6	99.3	96.3	71.3	0.7	29.8	37.7	54.2	72.4
Idumeja	53.6	664.2	99.0	95.5	70.2	0.8	30.9	41.4	51.2	71.7
Ansis	51.2	689.6	98.3	93.7	69.6	2.5	29.8	41.0	59.2	73.8
<i>Vidēji</i>	51.8	686.0	98.6	94.5	69.4	1.5	31.0	39.8	53.8	74.0
<i>Rs0.05</i>	2.09	14.74	1.01	2.81	3.94	1.54	3.00	3.03	5.46	1.15
<i>η2 šķirne</i>	72**	28**	35*	40**	50**	51**	44**	52*	63**	78**
<i>η2 gads</i>	13**	55**	29**	28**	28**	27**	23**	2.0	14**	7**
<i>min</i>	48.2	664.2	97.4	90.6	62.1	0.5	27.1	37.5	45.7	71.1
<i>max</i>	57.4	701.2	99.3	97.0	74.2	3.5	36.5	42.7	63.8	76.0

*p<0.05; **p<0.01; TGM-1000 graudu masa; TM-tilpummasa; TGrM-1000 grūbu masa; L*-gaišuma indekss. Katrai pazīmei ar Bold izcelti miežu genotipi ar labāko rezultātu izmēģinājumā.

Iemesls būtiskajām atšķirībām starp dažādiem genotipiem pēc kvalitatīvo grūbu iznākuma ir arī šajā pētījumā konstatētajām atšķirībām pēc endospermas strukturālajām īpašībām, jo endospermas struktūra var būtiski ietekmēt miežu graudu kā izejvielu kvalitāti arī graudus pārstrādājot pārtikai (Nair, Ullric et al., 2011). Stiklainība ir endospermu raksturojošs rādītājs, kas parāda graudu veidojošo komponentu savstarpējās izvietošanās veidu endospermā un koncentrēšanās pakāpi, kas nosaka endospermas miltainību vai stiklainību (Nair, Knoblauch et al., 2011.) un raksturo grauda endospermas audu izturību pret mehānisku iedarbību (Galassi, Gazzelloni, 2012). Graudu stiklainības indekss pētījumā iekļautajiem miežu genotipiem variēja no 45.7 līdz 63.8, kur miežu šķirņu ‘Evergreen’ un ‘Quench’ graudi, ir bijuši miltainākie (attiecīgi 47.7 un 49.7), kā tas raksturīgi kvalitatīvām alus/iesala miežu šķirnēm. Minimālo šīs pazīmes vērtību (45.7) pētījumā parādīja arī selekcijas līnija ‘ST-12890’. Tas apliecina arī citos pētījumos konstatēto faktu, kvalitatīvas grūbu produkcijas ieguvei vēlami graudi ar cietāku grauda endospermu, svarīga ir arī šīs pazīmes izlīdzinātība graudu paraugā (Baik, Ullrich, 2008). Šķirnēm ‘Jumara’, ‘Austris’ un ‘Abava’ graudi ir bijuši ar augtāko stiklainības indeksu (60–63.8), līdz ar to vairāk piemēroti rūpnieciskai pārstrādei. Tomēr jāņem vērā, ka iegūtā grūbu produkcija no šādu šķirņu graudiem būs salīdzinoši tumšākas krāsas (attiecīgi 71.1, 72.2 un 72.4). Pārtikas miežu graudiem svarīga graudu vizuālā kvalitāte, kur vairāk piemēroti graudi, kuriem aleirona slānis ir gaišākas krāsas, kas līdz ar to nodrošina gaišāku grūbu produkcijas krāsu (Baik, 2014). Gaišākās grūbas iegūtas miežu šķirnei ‘Evergreen’ (L*=76; p<0.05 salīdzinot ar pazīmes vidējo vērtību pētījumā). Kopumā no visiem pētījumā iekļauto miežu selekcijas līniju graudiem iegūta salīdzinoši gaišas krāsas grūbas.

Analizējot iegūtos rezultātus, konstatētas vairākas būtiskas (p<0.05) korelatīvās sakarības starp dažādām miežu graudu fizikālajām un grūbu kvalitāti raksturojošām pazīmēm. No graudiem ar augstāku TGM ir iespēja

iegūt arī rupjāka izmēra grūbas. ($r=0.525$), tomēr šķirnes ar īpaši rupjiem graudiem nenodrošina augstāku grūbu iznākumu. No augstākas tilpummasas graudiem ir iegūts augstāks grūbu produkcijas iznākums ($r=0.415$). Miežu šķirnēm ar augstāku kvalitatīvo grūbu iznākumu raksturīgs augstāks stiklainības indekss ($r=0.508$) un tumšāka grūbu produkcija ($r=0.566$).

Secinājumi

Starp šķirnēm konstatētas būtiskas ($p<0.01$) atšķirības pēc visiem analizētajiem graudu un grūbu kvalitāti raksturojošiem mērījumiem. Pētījuma rezultāti parāda, ka ir grūti apvienot vienā miežu šķirnē spēju nodrošināt vienlaicīgi gan paaugstinātu grūbu iznākumu, rupjas grūbas un gaišu grūbu krāsu. Apkopojot visu analīžu rezultātus, no pētījumā iekļautajiem miežu genotipiem pārtikas graudu prasībām grūbu ieguvei vislabāk atbilda šķirnes ‘Jumara’ un miežu līnijas ‘ST-12902’ graudi. Jaunā miežu šķirne ‘Didzis’ (ST-12924) pēc graudu un grūbu kvalitāti raksturojošajām pazīmēm nodrošinājusi rezultātu, kas atbilst pētījumā iekļauto šķirņu vidējai vērtībai. Pēc AS „Dobeles Dzirnānieks” speciālistu vērtējuma šķirnes ‘Didzis’ graudi ir apaļas formas, skrotējas vienmērīgi, dod gaišas krāsas grūbu produkciju. Graudu tilpummasa un graudu stiklainība ir pazīmes, kuras varētu izmantot kā kritērijus pārtikas graudu kvalitātes raksturošanai. Lai iegūtu maksimāli gaišu grūbu produkciju, miežu graudu apstrādes ilgums ir jāsaskaņo ar katras šķirnes īpatnībām.

Pateicība. Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas AgroBioRes projekta Nr. 4. PĀRTIKA (Nr.10–4/VPP–7/3) finansējumu.

Izmantotā literatūra

1. Baik B-K, Ullrich, S.E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, Vol. 48, p. 233–242.
2. Baik B. K. (2014). Processing of barley grain for food and feed. **In:** *Barley: Chemistry and Technology*. P.R Shewry, S.E. Ullrich (Ed.). St. Paul: AACC International, p. 233–268.
3. Fox G.P., Kelly A., Poulsen, D. et al. (2006). Selecting for increased barley grain size. *Journal of Cereal Science*, Vol. 43, p. 198 – 208.
4. Galassi E., Gazzelloni G., Taddei F. et al. (2012). Kernel texture and hordoinoline patterns in barley (*Hordeum vulgare*). *Molecular Breeding*, Vol. 30, p.1551–1562.
5. Nair, S., Knoblauch, M., Ullrich, S. et al. (2011). Microstructure of hard and soft kernels of barley. *Journal of Cereal Science*, Vol. 54 (3), p. 354–362.
6. Nair S., Ullrich S.E., Baik B. K. (2011). Association of barley kernel hardness with physical grain traits and food processing parameters. *Cereal Chemistry*, Vol. 88 (2), p. 147–152.
7. Whan A.P., Smith A.B., Cavanagh C.R. et al. (2014) Grain scan: a low cost, fast methods for grain size and colour measurements. *Plant Methods*, Vol. 10, p. 1–10.