

VASARAS KVIEŠU HETEROGĒNO POPULĀCIJU UN ŠKIRŅU MAISIĀJUMU IZVĒRTĒJUMS BIOĻĪGSKAJĀ SAIMNIEKOŠANAS SISTĒMĀ

EVALUATION OF SPRING WHEAT HETEROGENEOUS POPULATIONS AND VARIETY MIXTURES UNDER ORGANIC FARMING SYSTEM

Vija Strazdiņa, Valentīna Fetere, Dace Piliksere, Indra Ločmele, Māra Bleidere, Linda Legzdiņa

Agroresursu un ekonomikas institūts

vija.strazdina@arei.lv

Abstract. Evolutionary breeding method by creating composite cross populations (CCPs) can increase resilience against environmental variation. In 2021 two heterogeneous spring wheat populations (CCP1 and CCP2) created in Latvia, mixtures of their parent varieties (Mix1 and Mix2), four heterogeneous populations from abroad (Denmark and Germany) and 11 spring wheat varieties were evaluated under organic farming system in three locations – in research centres (RC) in Priekuli and Stende and farm "Brīvzemnieki". Grain yield and quality (TGW, protein, gluten content, and volume weight), nitrogen use efficiency (NUE) and weed suppressive ability were tested. The results of investigation showed that grain yield and quality differed between variants and investigations places. Grain yield of local CCP2 (2.3 t ha^{-1}) surpassed significantly ($p < 0.05$) average trial yield in Priekuli RC, CCP1 (4.3 t ha^{-1}) had a significantly higher grain yield compared to the average in Stende RC, but heterogeneous population P2 (Denmark) (2.3 t ha^{-1}) was superior at farm "Brīvzemnieki". The highest grain quality (protein and gluten content, and Zeleny index) was for Danish population P2. NUE ranged from 33.9 to 49.9 $\text{g g}^{-1} \text{ N}$ with the highest for CCP1 and variety 'Cornetto'. Local CCPs and the mixtures had a tendency to suppress weeds better than homogeneous varieties.

Key words: spring wheat, composite cross populations, variety mixtures, yield, grain quality, nitrogen use efficiency, weed suppressive ability.

Ievads

Alternatīva viendabīgu jeb homogēnu līnijšķirņu audzēšanai ir šķirņu maisījumi vai heterogēnas populācijas (Strazdiņa, Beinaroviča, Legzdiņa, 2012). Agroresursu un ekonomikas institūtā līdztekus līnijšķirņu selekcijai ir uzsākta vasaras kviešu kombinēto krustojumu populāciju (CCP) veidošana un to priekšrocību izvērtēšana. Šādas populācijas ietver pēcnācējus no krustojumiem starp lielāku šķirņu (vecākaugu) skaitu (5–10), krustojot visās iespējamajās kombinācijās, pavairojot un pakļaujot dabīgajai izlasei konkrētos audzēšanas apstākļos. Pētījuma mērķis bija noteikt heterogēnā vasaras kviešu materiāla saimnieciski lietderīgās īpašības (graudu ražu un kvalitāti), slāpekļa izmantošanās efektivitāti (NUE) un spēju nomākt nezāles bioloģiskos audzēšanas apstākļos.

Materiāli un metodes

Vasaras kviešu saimnieciski lietderīgo īpašību noteikšanai 2021. gadā trīs vietās bioloģiskajā (B) saimniecības sistēmā izmēģinājumu laukos Priekuļu un Stendes Pētniecības centros (PC) un zemnieku saimniecībā (ZS) "Brīvzemnieki" (Talsu novads, Lībagu pagasts) iekārtoja izmēģinājumus ar 11 vasaras kviešu šķirnēm, divām Latvijā veidotām kombinēto krustojumu populācijām CCP1 un CCP2, diviem šķirņu maisījumiem Mix1 un Mix2 (veidoti no attiecīgajā populācijā izmantotajiem vecākaugiem), kā arī ar divām Vācijā un divām Dānijā izveidotām populācijām. CCP1 izveidē izmantoti 10 genotipi ('Uffo', astoņas ārzemju šķirnes un viena vietējo ģenētisko resursu līnija), savukārt CCP2 veidota, savstarpēji krustojot četras izmēģinājumā iekļautās ārvalstu populācijas ar šķirnēm 'Robijs', 'Imanta' un 'Uffo'. Lauciņu lielums bija 10–12.3 m^2 , tie bija izvietoti randomizēti četros atkārtojumos, izsējas norma 500 dīgtspējīgas sēklas m^{-2} . Vasaras kviešu sēja visās izmēģinājumu vietās veikta optimālā termiņā – 20. aprīlī. Stendes PC un ZS "Brīvzemnieki" priekšaugi bija āboliņš, Priekuļu PC – rudzi. Visās izmēģinājumu vietās augsnes tips bija velēnu podzolētās mālsmiltis augsnes; pH variēja no 4.74 līdz 5.74, organiskās vielas saturs – no 1.68 līdz 2.2%. Augstākais nodrošinājums ar K_2O un P_2O_5 augsnē bija Stendes PC – 138 un 236 mg kg^{-1} , zemākais ZS "Brīvzemnieki" 99.8 un 155.7 mg kg^{-1} , Priekuļu PC 112 un 182 mg kg^{-1} . Graudu raža pārrēķināta pie 100% tīrības un bāzes mitruma 14%. Graudu kvalitātes rādītāji (proteīna un lipekļa saturs, Zeleny indekss un tilpummasa) tika analizēti, izmantojot analizatoru *Infratec Nova 6*. Datu apstrādei izmantota dispersijas analīze.

Lai noteiktu slāpekļa izmantošanās efektivitāti (NUE, kg graudu kg N⁻¹) 2021. gadā Stendes PC, pirms ražas novākšanas no katra atkārtojuma ievākti virszemes augu biomasas paraugi no 0.1 m² platības. NUE aprēķināta pēc (1) formulas (Moll et al., 1982):

$$\text{NUE} = \text{NUpE} * \text{NUtE} \quad (1)$$

Slāpekļa uzņemšanas efektivitāte (NUpE) noteikta, kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā (Nt), dalot ar kopējo N daudzumu augsnē pirms sējas (Ns, kg ha⁻¹) (Ortiz-Monasterio et al., 2001). Ns noteikšanai aprēķināts augsnes aramkārtas svars 0.2 m dziļumā, izmantojot datus par augsnes tilpummasu (Kārklīšs, 2008). Slāpekļa izmantošanas efektivitāte (NUtE) aprēķināta, graudu sausnas ražu dalot ar kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā. Kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā un augsnes paraugos noteica ar *Kjeldala* metodi (ISO 20483:2013). Sausnas saturu noteica, paraugus žāvējot 130°C 2 h (ISO 712:2009). Vasaras kviešu spēju nomākt nezāles visās izmēģinājumu vietās vērtēja pēc Hoard et al. (2008) ieteiktās metodikas trīs reizes veģetācijas sezonā (31.–39. AE, 59.–65. AE, 87.–92. AE), salīdzinot ar lauciņiem, kur nezālēm bija atļauts augt brīvi.

Meteoroloģiskie apstākļi. Stendē mitruma daudzums augsnē un gaisa temperatūra 2021. gada aprīlī bija optimāla, lai vasaras kviešu sējumi abās izmēģinājumu vietās sadīgtu un attīstītos vienmērīgi. Jūnijā gaisa temperatūra pārsniedza normu par 4.2° C, bet nokrišņu šajā laikā bija maz – 30% no ilggadēji vidējā rādītāja. Sākoties karstumam un sausumam, sējumu stāvoklis pasliktinājās. Karstajam laikam turpinoties, sākās pāragra graudu nogatavošanās. Augusta pirmajā un otrajā dekādē, sākoties lietavām, nebija iespējams savlaicīgi novākt graudu ražu, līdz ar to pasliktinājās graudu kvalitāte. Priekuļos pavasaris bija vēss un mitrs. Nokrišņu daudzums arī vasaras mēnešos bija lielāks nekā Stendē, jūnija trešajā dekādē tas pārsniedza ilggadēji vidējo rādītāju par 172.9%. Paaugstināta gaisa temperatūra (4.5 līdz 6.5°C virs normas) novērota no jūnija otrās dekādes līdz jūlija trešajai dekādei.

Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājumos iegūtā vasaras kviešu graudu raža bija atšķirīga ne tikai starp variantiem, bet arī izmēģinājumu vietām. Vidējā vasaras kviešu raža Stendes PC iegūta 4.1 t ha⁻¹, ZS "Brīvzemnieki" vidēji 2.1 t ha⁻¹, Priekuļu PC vidēji 1.9 t ha⁻¹ (1. tabula).

1. tabula / Table 1

Graudu raža un 1000 graudu masa (TGM) trīs izmēģinājumu vietās 2021. gadā
Grain yield and thousand grain weight (TGW) at three locations in 2021

Šķirne, maisījums, CCP / Variety, mixture, CCP	Graudu raža t ha ⁻¹ / Grain yield			TGM, g/TGW		
	Priekuļu PC/RC	Stendes PC/RC	ZS "Brīvzemnieki"/ Farm	Priekuļu PC/RC	Stendes PC/RC	ZS "Brīvzemnieki"/ Farm
Vidēji līnijšķirnēm / Average of homogenic varieties	2.0	4.2	2.1	28.5	31.7	29.1
Mín.	1.6	3.7	1.9	24.4	29.2	26.5
Max.	2.4	4.7	2.3	35.7	37.5	33.2
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix1 / Mixtures of CCP1 parent varieties	1.8	4.1	2.0	28.1	29.3	28.2
CCP1	1.8	4.3	2.0	28.3	30.7	28.9
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix2 / Mixtures of CCP2 parent varieties	2.0	3.8	2.0	28.5	31.2	27.2
CCP2	2.3	4.2	1.9	30.7	33.5	27.8
Convento C (Vācija)	1.8	4.0	2.1	27.5	31.6	30.8
Convento E (Vācija)	1.8	4.1	2.0	29.2	32.8	26.7
P1 (Dānija)	1.7	4.2	2.1	30.0	33.2	24.4
P2 (Dānija)	1.6	3.6	2.3	26.4	34.1	25.2
RS_{0.05} LSD	0.47	0.45	0.62	2.10	2.31	2.52

Pētījumi ārvalstīs un Latvijā apliecina, ka stabilas graudu ražas un labas kvalitātes graudu iegūšanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā sekmīgi var izmantot heterogēnu materiālu – populācijas un maisījumus. Priekuļu PC būtiski augstāka raža ($p < 0.05$), salīdzinot ar izmēģinājuma vidējo, bija populācijai CCP2 – 2.3 t ha⁻¹ (otrā ražīgākā aiz šķirnes 'Corneto'), Stendes PC – populācijai CCP1 – 4.3 t ha⁻¹ (atpalika no trīs šķirnēm), bet ZS "Brīvzemnieki" – Dānijā izveidotajai populācijai P2 – 2.3 t ha⁻¹ (līdzīgi divām ražīgākajām šķirnēm). CCP1 un CCP2 redzama tendence uz augstāku ražu nekā attiecīgajiem maisījumiem izmēģinājumā Stendes PC, bet Priekuļu PC – tikai CCP2. Tas varētu būt saistīts ar CCP spēju pielāgoties Stendes apstākļiem, kuros tās ir izveidotas un audzētas pirms šī izmēģinājuma. Savukārt Priekuļu PC labāki ražas rezultāti ir CCP2, kas ietver lielāku ģenētisko daudzveidību, līdz ar to varētu būt ar labāku pielāgošanās spēju atšķirīgiem apstākļiem. Viens no svarīgākajiem graudu ražu un kvalitāti raksturojošiem rādītājiem ir 1000 graudu masa (TGM), kas populācijām CCP1 un CCP2 visās trijās pārbaudes vietās nebija būtiski augstāka, salīdzinot ar to izveidošanā izmantoto genotipu maisījumiem Mix1 un Mix2. Dānijā izveidotajai populācijai P1 TGM Stendes un Priekuļu PC bija līdzvērtīga šķirnei 'Arabella' (30.0–33.2 g), bet būtiski zemāka tā bija ZS "Brīvzemnieki" – 24.4 g. Visaugstākā TGM visās audzēšanas vietās bija šķirnei 'Cornetto' (1. tab.).

Meteoroloģiskie apstākļi 2021. gada vasarā Stendē un Priekuļos, karstums un sausums vasaras kviešu ziedēšanas un graudu aizmešanās laikā nelabvēlīgi ietekmēja pilnvērtīgu ražas veidošanos. Rezultātā graudi bija sīki, ar zemu tilpummasu. Visās trīs pētījuma vietās augstākā graudu tilpummasa bija populācijai P1 (Dānija) 72.4–77.6 kg L⁻¹ un šķirnei 'Cornetto' 72.0–77.2 kg L⁻¹. Proteīna un lipekļa saturs graudos, olbaltumvielu kvalitāte (sedimentācija jeb *Zeleny* indekss), kā arī graudu raža un tilpummasa bija atšķirīga starp variantiem un audzēšanas vietām. Visās trīs pētījuma vietās augstākā graudu tilpummasa bija populācijai P1 (Dānija) 72.4–77.6 kg L⁻¹ un šķirnei 'Cornetto' 72.0–77.2 kg L⁻¹. Visaugstākais proteīna un lipekļa saturs un olbaltumvielu kvalitāte, salīdzinot ar pārējiem vasaras kviešu genotipiem, bija Dānijā izveidotajai populācijai P1. Vietējo populāciju proteīna un lipekļa saturs, kā arī *Zeleny* indekss bija līdzvērtīgi izmēģinājuma vidējiem rādītājiem visās audzēšanas vietās (2. tab.).

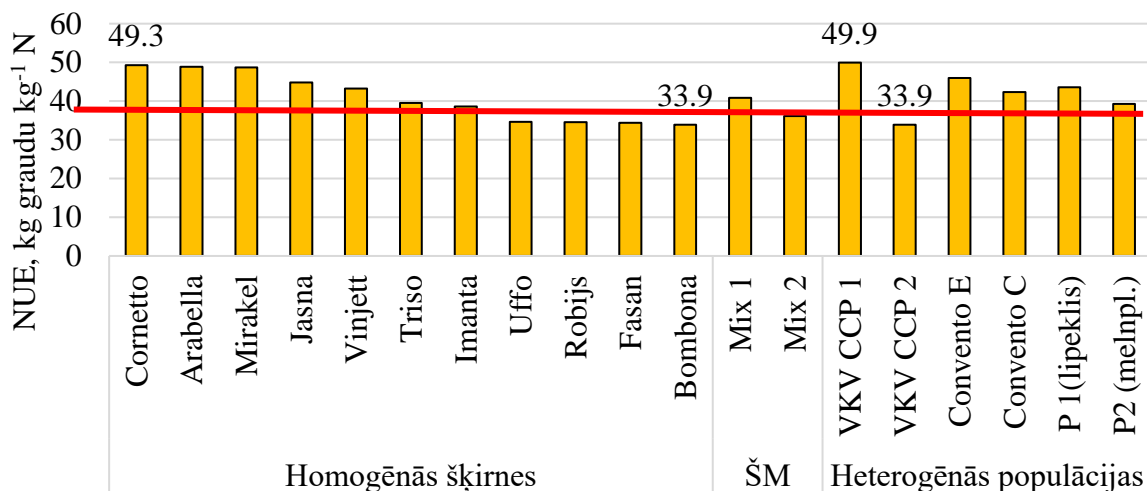
2. tabula / Table 2

**Proteīna un lipekļa saturs kviešu šķirņu maisījumu graudos trīs izmēģinājumu vietās
2021. gadā**

Protein and gluten content at three locations in 2021

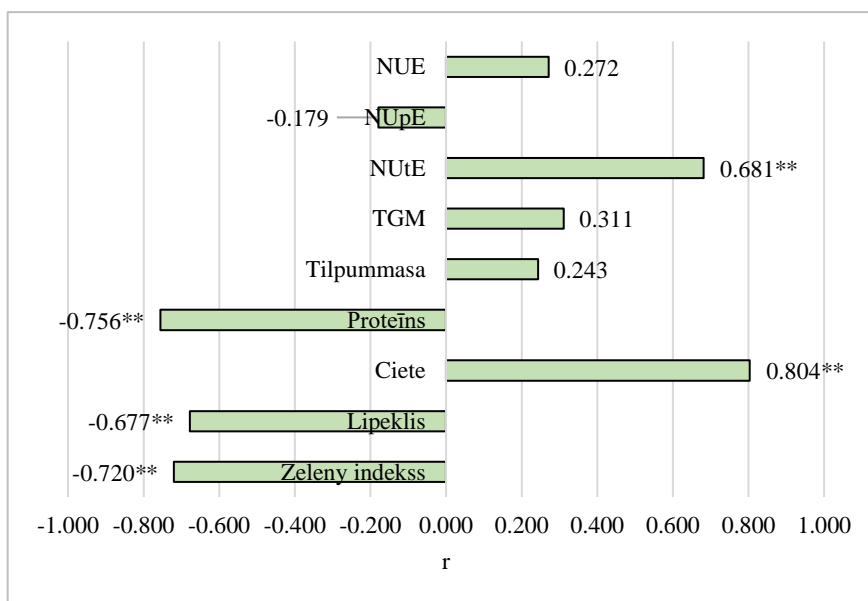
Šķirne, maisījums, CCP / Variety, mixture, CCP	Proteīna saturs, mg kg ⁻¹			Lipekļa saturs, mg kg ⁻¹		
	Priekuļu PC/RC	Stendes PC/RC	ZS "Brīvzemnieki" Farm	Priekuļu PC/RC	Stendes PC/RC	ZS "Brīvzemnieki" Farm
Vidēji līnijšķirnēm / Average of homogenic varieties	112.3	141.8	117.7	202.4	298.9	213.9
Min.	104.8	129.8	109.8	178.8	270.5	195.0
Max.	119.4	151.0	128.8	223.8	335.4	252.8
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix1 / Mixtures of CCP1 parent varieties	113.2	145.1	120.7	207.3	313.1	220.6
CCP1	115.4	148.0	117.3	212.6	315.4	216.3
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix2 / Mixtures of CCP2 parent varieties	116.5	150.5	124.4	217.0	330.4	228.0
CCP2	116.8	151.1	120.9	217.0	331.8	224.6
Convento C	119.7	149.6	119.1	226.7	322.4	216.8
Convento E	118.4	147.9	108.0	219.3	324.8	224.9
P1	131.8	163.7	137.0	263.9	383.1	269.6
P2	119.5	156.5	130.4	225.3	351.1	264.2
RS_{0.05} LSD	27.8	32.5	29.4	94.60	98.6	96.8

Slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE) ir svarīga pazīme, kas var veicināt ilgtspējīgu lauksaimniecību. Kultūrauga vai augkopības sistēmas NUE var ietekmēt šķirnes genotips, agronomiskā prakse un vides apstākļi. Atbilstoši Moll et al. (1982) definīcijai paaugstinātu NUE veicina paaugstināta augsnē pieejamā N uzņemšanas efektivitāte (NUpE) un augstāka uzņemtā N izmantošanas spēja graudu ražas veidošanai (NUtE).



1. att. Slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE) vasaras kviešu šķirnēm, maisījumiem un heterogēnajām populācijām. Vidējā vērtība 41.2 kg kg⁻¹N; RS_{0.05} = 11.32 kg kg⁻¹N.
 Fig. 1. NUE of spring wheat varieties, mixtures and populations. Average value 41.2 kg kg⁻¹N, LSD_{0.05} = 11.32 kg kg⁻¹N.

Lai izstrādātu selekcijas programmu NUE uzlabošanai, ir svarīgi noteikt slāpekļa izmantošanas ģenētiski noteikto variāciju. Svarīgs uzdevums selekcijai bioloģiskās lauksaimniecības vajadzībām ir integrēt ģenētisko un fenotipisko informāciju par NUE un ar to saistītajām pazīmēm, lai izstrādātu šai specifiskajai saimniekošanas sistēmai pielāgotas dažāda veida šķirnes (Lammerts van Bueren et al., 2011). Dispersijas analīze parāda, ka starp variantiem ir statistiski būtiska (p < 0.05) atšķirība pēc NUE, tomēr būtiski nepārsniedzot vidējo NUE vērtību izmēģinājumā (2. att.).



2. att. Korelācijas koeficienti starp kviešu graudu ražu un kvalitātes rādītājiem (r_{0.05; n-1 = 18} = 0.444; r_{0.01; n-1 = 26} = 0.561). Korelācijas koeficienti statistiski būtiski pie *p < 0.05; **p < 0.01.
 Fig. 2. Correlation coefficients between yield and other traits.

Netika konstatētas heterogēno populāciju būtiskas priekšrocības, salīdzinot ar homogēnām šķirnēm, taču augstākās NUE vērtības konstatētas populācijai CCP1 un arī šķirnei 'Cornetto'. CCP1 redzama tendence efektīvāk izmantot N nekā attiecīgajam maisījumam. Līdz šim publicētu citu pētījumu rezultātu par NUE novērtējumu bioloģiskās lauksaimniecības apstākļos attiecībā uz CCP un salīdzinājumu ar viendabīgu materiālu vai maisījumiem kviešiem praktiski nav. Pētījumi par NUE vasaras kviešiem un heterogēno materiālu jāturpina.

Korelācijas analīze parādīja, ka starp slāpekļa izmantošanas efektivitāti (NUE) un graudu ražu bija būtiska pozitīva korelatīva sakarība (2. att.), kas norāda, ka ir svarīga šķirnes spēja līdz ziedēšanai augos uzkrāt slāpekli efektīvi izmantot ražas veidošanai. Graudu raža būtiski pozitīvi korelēja ar cietes saturu graudos, bet negatīvi – ar proteīna un lipekļa daudzumu un *Zeleny* indeksu.

Vasaras kviešu konkurētspēja ar nezālēm Stendes PC vidēji katrā vērtēšanas reizē bija 66.8%, 74.2% un 75.1%. Zemnieku saimniecībā nezāļu blīvums bija daudz lielāks, un kviešu konkurence bija zemāka, attiecīgi 39%, 32.6% un 31.8%. Savukārt Priekuļu PC vidējā spēja nomākt nezāles vidēji bija visaugstākā, attiecīgi 85.2%, 88.6% un 87.0%. Izmēģinājumos Stendes PC un ZS novēroja tendenci vietējām CCP un maisījumiem labāk nomākt nezāļu augšanu nekā homogēnajām šķirnēm.

Secinājumi

1. Heterogēns vasaras kviešu materiāls (populācijas un maisījumi) var nodrošināt homogēnām šķirnēm līdzvērtīgu ražu un graudu kvalitāti atšķirīgos augšanas apstākļos.
2. Dānijā izveidotai populācijai P1 ir augsta graudu kvalitāte, un tā ir ieteicama audzēšanai pārtikas graudu ieguvei.
3. Pētījumos novērota tendence vietējām kombinēto krustojumu populācijām (CCP) un to vecākaugu maisījumiem labāk nomākt nezāļu augšanu nekā homogēnajām šķirnēm.
4. Kopumā heterogēnajām populācijām bija augstāka slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE), kā arī tendence veidot augstāku ražu un 1000 graudu masu, salīdzinot ar vecākaugu maisījumiem.

Izmantotā literatūra

1. Finckh, M. R., Grosse, M., Weedon, O., Brumlop, S. (2010). Population developments from the F5 to the F9 of three wheat composite crosses under organic and conventional conditions. *In: Breeding for Resilience: A Strategy for Organic and Low-input Farming Systems?* EUCARPIA 2nd Conference of the 'Organic and Low-Input Agriculture' Section 1–3, December 2010, Paris, France, p. 49–52.
2. Hoad, S., Topp, C., Davies K. (2008). Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture: a method based on cultivar sensitivity to weed growth. *Euphytica*, Vol. 163(3), p. 355–366.
3. Kārklīšs A. (2008). Augsnes diagnostika un apraksts. Jelgava: LLU, – 336 lpp.
4. Lammerts van Bueren E.T., Jones S.S., Tamm L., Murphy K.M., Myers J.R., Leifert C., Messmer M.M. (2011). The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Vol. 58 (3–4), p. 193–205.
5. Moll R.H. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, Vol. 74, p. 562–564.
6. Ortiz Monasterio, J.I., Manske, G.G.B., Van Ginkel M. (2001). Nitrogen and Phosphorous Use Efficiency. *In: Application of Physiology in Wheat breeding*. Reynolds M.P., Ortiz Monasterio J.I., McNab A., Mexico D.F., Eds.; CIMMYT: Mexico City, Mexico, 2001, p. 200–208.
7. Strazdiņa V., Beinaroviča I., Legzdiņa L. (2012). Use of genetic diversity in breeding programmes for organic farming. *In: Plant Breeding for Future Generations*, Proceedings of the 19th EUCARPIA General Congress, Budapest, Hungary, 21-24 May, 2012, p. 447.