

VASARAS MIEŽU POPULĀCIJU UN VIENDABĪGU ŠĶIRŅU RAŽAS SALĪDZINĀJUMS
*YIELD COMPARISON OF SPRING BARLEY POPULATIONS
AND HOMOGENEOUS VARIETIES*

Indra Ločmele^{1,2}, Linda Legzdina², Zinta Gaile¹, Arta Kronberga²

¹LLU Lauksaimniecības fakultāte, ²LLU Agroresursu un ekonomikas institūts,
indra.locmele@llu.lv

Abstract. Genetically uniform varieties produced from bi-parental crosses in self-pollinated crop species dominate in commercial production. Such varieties give both high and stable yields under conventional growing conditions but do not have an ability to adapt to unstable environmental conditions. One of the factors promoting plant adaptability is the increased diversity within a variety, and one of the solutions how to increase genetic diversity in varieties of self-pollinating cereals is creation of populations. The aim of this research was to compare grain yield and stability of spring barley populations and homogenous varieties. Field trials consisting of six simple (two parents), five complex (more than two parents), two composite cross populations (CCP) and three check varieties were carried out in 2015 and 2016 under organic and conventional farming systems in locations of Priekuli and Stende. None of the populations had significantly higher yield than all check varieties. One of the composite cross populations showed a tendency to be more productive under organic growing conditions than conventional ones; it can be characterized as being widely adaptable to various growing conditions with significantly higher yield than on average in all environments. One of the complex populations had also significantly higher yield than on average in all environments but it showed adaptability to better growing conditions. Other studied populations can be characterized as having wide adaptability and various yield levels.

Key words: barley, populations, yield, yield stability.

Ievads

Pašlaik lauksaimnieciskās produkcijas audzēšanā dominē ģenētiski viendabīgas miežu, kviešu un citu pašapputes sugu šķirnes, kas veidotas no ierobežota šķirņu klāsta savstarpējiem krustojumiem (Soliman, Allard, 1991), un var nodrošināt labu ražu konvencionālajos audzēšanas apstākļos, kur tiek nodrošinātas ar viegli uzņemamām barības vielām un aizsargātas pret kaitīgajiem organismiem ar ķīmiski ražotiem produktiem. Bioloģiskajā audzēšanas sistēmā šķirnēm jāspēj piemēroties mazāk kontrolētiem audzēšanas apstākļiem – konkurēt ar nezālēm, kaitīgajiem organismiem un uzņemt no augsnes ne tik viegli pieejamas barības vielas (Wolfe et al., 2008). Viens no faktoriem, kas veicina augu piemērošanās spēju, ir paplašināta šķirņu iekšējā ģenētiskā daudzveidība (Döring et al., 2011). Viens no risinājumiem, kā šo daudzveidību palielināt pašapputes sugu graudaugos, ir populācijas (Wolfe et al., 2008). Populācijas ir indivīdu kopumi ar kopīgu genotipu, kas tiek veidotas savstarpēji krustojot šķirnes vai selekcijas līnijas, un audzētas neveicot mākslīgo izlasi (Schlegel, 2010), bet ļaujot tajā notikt tikai dabīgajai izlasei. Atkarībā no vecākaugu skaita un krustošanas kārtības izšķir vairākus populāciju veidus. Vienkāršās populācijas tiek veidotas, izmantojot divus vecākaugus; saliktās – izmantojot trīs vai vairāk vecākaugus; kombinēto krustojumu populācijas (saīsinājums *angl.* – CCP) – visās iespējamajās kombinācijās savstarpēji krustojot noteiktu vecākaugu grupu un apvienojot no visiem krustojumiem iegūtās sēklas (Brown et al., 2014). Populāciju veidošanā izmanto šķirnes ar dažādām vērtīgām pazīmēm, lai tām būtu potenciāls, kas ļautu dinamiski pielāgoties mainīgai videi. Populāciju daudzveidība laika gaitā mainās. Augi, kas konkrētajai videi nav piemēroti, dod mazāku ražu, bet tie, kas ir piemēroti, ražo labāk (Döring et al., 2011).

Eiropas Komisija ir atzīmējusi, ka augu ģenētiskā daudzveidība lauksaimniecībā ir cieši saistīta ar vidi un ekonomiskajiem ieguvumiem, kas ir pamats ilgtspējīgai lauksaimniecības produkcijas ražošanai un ir vērsusi uzmanību uz praktisku aktivitāšu nepieciešamību (European Commission, 2013). Viena no aktivitātēm ir pašreiz notiekošs pagaidu eksperiments, kas pieļauj atsevišķu sugu kombinēto krustojumu populāciju sēklu tirdzniecību saskaņā ar padomes Direktīvu 66/402/EEK (Council Directive 66/402/EEK, 2014), un tā rezultātā arī paredz veikt grozījumus likumdošanā, pievienojot iespēju tirgot populāciju šķirņu sēklas, kas neatbilst pašreizējām prasībām par šķirnes īpašībām.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt vienkāršo, salikto un kombinēto vasaras miežu populāciju ražu un ražas stabilitāti bioloģiskajā un konvencionālajā audzēšanas sistēmā salīdzinājumā ar viendabīgām, pašlaik Latvijā audzēšanā esošām, šķirnēm. Rezultāti ir iegūti Latvijas Zinātnes padomes finansētā projekta “Ģenētiski daudzveidīgas šķirnes videi draudzīgai lauksaimniecībai – priekšrocību un izveidošanas principu izpēte” ietvaros.

Materiāli un metodes

Pētījumā tika izmantotas 13 populācijas, tai skaitā sešas vienkāršās (turpmāk tekstā pV), piecas saliktās (pS) un divas kombinēto krustojumu (pK) (1. tab.). Par vecākaugiem populāciju veidošanā izmantoja galvenokārt perspektīvas selekcijas līnijas un atsevišķas šķirnes, piemēram ‘Idumeja’, ‘Anni’, ‘Vienna’, ‘Rubiola’. Šķirne ‘Rubiola’ tika iekļauta starp vecākaugiem vairāku pV un pS, kā arī abu pK veidošanā. Populāciju raža tika salīdzināta ar šķirnēm: ‘Abava’, kas tiek raksturota kā ekoloģiski plastiska šķirne, ‘Rasa’ – kas ir standartšķirne bioloģiskajai lauksaimniecībai piemērotu šķirņu saimniecisko īpašību novērtēšanā, un ‘Rubiola’ – reģistrēta ar mērķi lauksaimniekiem audzēšanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

1. tabula Table 1

Populāciju raksturojums
Characteristics of populations

Populācija <i>Population</i>	Populācijas veids <i>Type of population</i>	Izcelsme un paaudze 2015. un 2016. gadā <i>Origin and generation in 2015 and 2016</i>
pV1 – pV4	Vienkāršā <i>simple</i>	Divi vecākaugi <i>Two parents</i> , F ₁₂ – F ₁₃
pV5; pV6	Vienkāršā <i>simple</i>	Divi vecākaugi <i>Two parents</i> , F ₅ – F ₆
pS1; pS4	Saliktā <i>complex</i>	Trīs vecākaugi <i>Three parents</i> , F ₆ – F ₇ ; F ₅ – F ₆
pS2; pS3	Saliktā <i>complex</i>	Seši un septiņi vecākaugi <i>Seven and six parents</i> , F ₆ – F ₇
pS5	Saliktā <i>complex</i>	Astoņi vecākaugi secīgi krustoti ar vīrišķi sterilu paraugu <i>Eight parents consecutively crossed to male sterile sample</i> , F ₄ – F ₅
pK1	Kombinētā <i>composite</i>	Apvienoti visās iespējamajās kombinācijās krustoti 10 vecākaugi <i>Bulked diallell crosses among group of 10 parents</i> , F ₃ – F ₄
pK2	Kombinētā <i>composite</i>	Apvienoti 10 vecākaugi krustoti katrs ar 5 vīrišķi steriliem paraugiem <i>Bulk of 10 parents crossed to 5 male sterile samples</i> , F ₃ – F ₄

Lauka izmēģinājumi 2015. un 2016. gadā tika ierīkoti Priekuļos un Stendē, divās audzēšanas sistēmās – bioloģiskajā (turpmāk tekstā – B) un konvencionālajā (turpmāk tekstā – K) četros atkārtojumos, lauciņu izvietojums pēc režģu shēmas (Petersen, 1994), to platība Priekuļos 12 m², Stendē – 5 m². Stendē 2015. gadā paaugstinātā nokrišņu daudzuma ietekmē pēc sējas, izmēģinājums tika stipri bojāts, līdz ar to dati iegūti septiņās vidēs, plānoto astoņu vietā. Augsne abos audzēšanas gados visās audzēšanas vietās bija velēnu podzolēta mālsmiltis. Pārējie augsni raksturojošie rādītāji apkopoti 2. tabulā.

2. tabula Table 2

Augsnes agroķīmiskie rādītāji 2015. un 2016. gadā
Soil agrochemical properties in 2014 and 2015

Rādītāji <i>Properties</i>	Priekuļi				Stende		
	konvencionāli <i>conventional</i>		bioloģiski <i>organic</i>		konvencionāli <i>conventional</i>		bioloģiski <i>organic</i>
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2016
pH KCL	5.8	5.5	5.7	5.7	5.9	6.1	6.0
Organiskās vielas saturs, % <i>Organic matter content, %</i>	2.1	2.3	2.2	2.4	1.9	1.9	1.9
K ₂ O mg kg ⁻¹	176	136	135	175	176	168	115
P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	125	143	169	163	219	219	151

Priekšaugi K audzēšanas sistēmā Priekuļos un Stendē abos gados bija kartupeļi, B audzēšanas sistēmā – Priekuļos pākšaugi, bet Stendē 2015. gadā vasaras kvieši, 2016. gadā – griķi. Minerālmēsli tīrvielās K Priekuļos 2015. gadā tika doti N95 – P₂O₅55 – K₂O45 kg ha⁻¹, 2016. gadā N97 – P₂O₅62 –

K₂O93; Stendē attiecīgi N75 – P₂O₅75 – K₂O75 un N80 – P₂O₅80 – K₂O80 kg ha⁻¹. Izsējas norma visās audzēšanas vietās – 400 dīgstoši graudi uz m². Nezaļu ierobežošanai B audzēšanas vietās augu cerošanas fāzē veica sējumu ecēšanu, K – 2015. gadā Priekuļos un Stendē izmantoja herbicīdus: Estets 600 d.g. (2.4 – D, 60 g L⁻¹) 0.5 L ha⁻¹ un Sekators 375 OD s.k. (amidosulfurons, 100 g L⁻¹, nātrija metiljodosulfurons, 25 g L⁻¹) 0.15 L ha⁻¹, 2016. gadā Priekuļos Sekators 0.15 L ha⁻¹ un Grodils 75 d.g. (amidosulfurons, 75%), Stendē – Estets 0.5 L ha⁻¹ un Sekators 0.15 L ha⁻¹.

Ražas datu matemātiskajai apstrādei izmantoja dispersijas analīzi. Ražas stabilitātes novērtēšanai izmantotā metodika detalizēti aprakstīta I. Ločmeles u.c. (Ločmele et al., 2015) 2015. gada konferences „Līdzsvarota lauksaimniecība” rakstā. Par stabilu ir uzskatāma tāda šķirne, kam raža ir vismaz vidējās ražības līmenī, regresijas koeficients b=1, un novirze no regresijas (s²dj) ir iespējami tuvāka nullei (Eberhart, Russel, 1966). Papildus informācijas iegūšanai par populāciju adaptivitāti konkrētiem audzēšanas apstākļiem izmantota rangu metode – katram genotipam uzskaitīts, cik audzēšanas vidēs tas pēc ražības ierindojies genotipu ranga augšgalā (Fox et al., 1990).

Stendē un Priekuļos 2015. gada aprīļa trešajā dekādē bija paaugstināts nokrišņu daudzums un gaisa temperatūra tuvu ilggadējiem novērojumiem (normai). Turpmākajā veģetācijas periodā abās audzēšanas vietās vidējā gaisa temperatūra bija zemāka par ilggadēji novērotu, bet nokrišņu daudzums virs normas novērots tikai maijā Stendē. Krasi atšķirīgs bija 2016. gads, kad Priekuļos pēc paaugstinātā nokrišņu daudzuma aprīļa pēdējā dekādē, kas aizkavēja sēju, maijā nolija tikai 18% no normas. Sākot ar jūnija 2. dekādi, līdz pat augusta beigām Priekuļos tika novērots paaugstināts nokrišņu daudzums, kulmināciju sasniedzot jūnija 3. dekādē, kad nolija 309% no ilggadīgi novērotā. Šajā dekādē bija siltāks nekā parasti – gaisa temperatūra bija par 4.5 °C augstāka par normu Priekuļos un par 3.1 °C Stendē. Stendē 2016. gadā nokrišņu daudzums bija tuvu ilggadīgajiem novērojumiem, tikai jūnijā tie par 62% pārsniedza normu.

Rezultāti un diskusijas

Abos pētījuma gados populāciju ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas vide, gan genotips (p<0.05). Populāciju un šķirņu ražas visās audzēšanas vidēs apkopotas 3. tabulā.

3. tabula *Tabele 3*

Populāciju raža t ha⁻¹ un ražas stabilitāti raksturojošie rādītāji
Yield of populations t ha⁻¹ and stability indicators of yield

Genotips <i>Genotype</i>	2015			2016				Stabilitātes rādītāji <i>Indicators of stability</i>		
	B [#] Pr ^{&}	K [#] Pr	K St ^{&}	B Pr	K Pr	B St	K St	vidēji	b [°]	s ² dj [©]
pV1	2.50	4.68* [^]	5.42* [^]	2.38	4.30* ^{xv}	3.99*	6.09*	4.19*	0.95	0.04
pV2	2.84	4.77* [^]	5.39* [^]	2.59	4.24* ^x	3.93*	6.60*	4.34*	0.96	0.02
pV3	2.62	4.60* [^]	5.51* [^]	2.94	4.29* ^{xv}	3.55*	6.77*	4.32*	0.99	0.08
pV4	2.81	4.84* [^]	5.09* [^]	3.21	4.31* ^x	4.21*	6.68*	4.45*	0.85	0.10
pV5	2.79	4.78* [^]	5.50* [^]	2.70	4.32* ^x	3.86*	6.76*	4.39*	1.00	0.00
pV6	3.02	4.91* [^]	5.69* [^]	2.79	4.58* ^{xv}	4.01*	7.00* ^v	4.57*	1.01	0.02
pS1	3.05	5.49	6.53 ^x	2.80	5.01 ^{xv}	4.26	7.37* ^{xv}	4.93 ^{xv}	1.16	0.02
pS2	3.24	5.11	5.90* [^]	2.79	4.41* ^{xv}	3.96*	6.67*	4.58*	0.96	0.02
pS3	2.67* [•]	4.87	5.37* [^]	2.44	4.46* ^{xv}	3.64*	6.30*	4.25*	0.97	0.04
pS4	3.06	5.38	6.01*	2.90	4.50* ^{xv}	4.37	6.24*	4.64*	0.90	0.06
pS5	2.69* [•]	4.81	5.96* [^]	2.84	4.48* ^{xv}	3.53* [^]	7.38* ^{xv}	4.53*	1.16	0.11
pK1	3.46	5.78	6.23 ^x	3.21	4.39* ^{xv}	4.58	6.81*	4.92 ^{xv}	0.93	0.07
pK2	2.93	5.23	6.17	2.36	4.37* ^{xv}	4.22	6.56*	4.55*	1.06	0.07
Abava	3.25	5.22	5.73	3.09	3.88	4.12	6.28	4.51*	0.83	0.07
Rasa	2.89	5.39	6.40	2.64	3.96	4.15	6.15	4.51*	1.00	0.20
Rubiola	3.09	5.55	6.47	3.08	5.18	4.71	8.26	5.19	1.25	0.04
Vidēji	2.93	5.09	5.84	2.80	4.42	4.07	6.75	4.55	×	×

[#] – audzēšanas sistēma: K – konvencionālā, B – bioloģiskā *farming system*: K – conventional, B – organic; [&] – izmēģinājuma vieta: Pr – Priekuļi, St – Stende *location of field trials*; [°] – regresijas koeficients *Coefficient of regression*; [©] – novirze no regresijas *Deviation from regression*; *būtiski zemāk par šķirni ‘Rubiola’ *significantly lower than ‘Rubiola’*; [^] būtiski zemāk par šķirni ‘Rasa’ *significantly lower than ‘Rasa’*; [•] būtiski zemāk nekā šķirnei ‘Abava’ *significantly lower than ‘Abava’*; ^x būtiski augstāk nekā šķirnei ‘Abava’ *significantly higher than ‘Abava’*; ^v būtiski augstāk nekā ‘Rasai’ *significantly higher than ‘Rasa’*.

Vienkāršās populācijas veidotas, izmantojot tikai divus vecākaugus, un raksturojas ar mazāku ģenētisko daudzveidību nekā **saliktās populācijas**, kurās izmantoti vairāk nekā divi vecākaugi. Neskatoties uz šo populāciju atšķirīgo daudzveidības līmeni, kopumā to raža B audzēšanas apstākļos tikai dažos gadījumos nenozīmīgi pārsniedza šķirņu ražu, atsevišķos gadījumos uzrādot būtiski zemāku ražu nekā ražīgākajām šķirnēm (3. tab.). K audzēšanas apstākļos vienkāršo un salikto populāciju raža variēja, gan būtiski pārsniedzot šķirni ar zemāko rādītāju, gan būtiski atpaliekot no šķirnes ar augstāko rādītāju (3. tab.). Šajā pētījumā iekļautās populācijas pV1 – pV4 un astoņas vienkāršās kviešu populācijas iepriekš ir pētījuši arī V. Strazdiņa ar kolēģiem (Strazdiņa et al., 2012) un secinājusi, ka to raža variēja starp vecākaugu ražu, retos gadījumos nenozīmīgi pārsniedzot ražīgākā vecākauga rādītāju. To var skaidrot ar šo populāciju salīdzinoši zemo daudzveidību.

Kombinēto krustojumu populācijas pK1 veidošanā visās iespējamajās kombinācijās savstarpēji krustoti 10 vecākaugi un daudzveidības līmenis tajās ir augstāks nekā iepriekš apskatītajām populācijām. B audzēšanas sistēmā pK1 bija ražīgāka (bez būtiskām atšķirībām 95% līmenī) par visām šķirnēm, izņemot 2016. gadā B Stendē, kur raža bija nebūtiski ($p > 0.05$) zemāka nekā šķirnei ‘Rubiola’. Savukārt K audzēšanas apstākļos šīs populācijas raža variēja, atsevišķos gadījumos būtiski ($p < 0.05$) pārsniedzot šķirni ar zemāko rādītāju vai būtiski atpaliekot no šķirnes ar augstāko rādītāju (3. tab.). Otra populācija – **pK2** satur vislielāko daudzveidību salīdzinājumā ar citām šajā pētījumā iekļautajām populācijām, jo krustojumos izmantotie vecākaugi ar vīrišķo sterilitāti iegūti secīgi krustojot 6 – 9 dažādus genotipus, un populācijas audzēšanas pirmajos gados, pateicoties vīrišķajai sterilitātei, bija iespējama papildus svešappute. Šo populāciju var raksturot līdzīgi kā vienkāršās un saliktās. Graudu raža B audzēšanas apstākļos tikai dažos gadījumos nenozīmīgi pārsniedza šķirņu ražu, bet K apstākļos variēja, gan būtiski pārsniedzot šķirni ar zemāko rādītāju, gan būtiski atpaliekot no šķirnes ar augstāko rādītāju (3. tab.). Iespējams, to var izskaidrot ar šīs populācijas īpaši lielo daudzveidību, kas rada konkurenci starp atšķirīgiem augiem, kas tālāk var negatīvi ietekmēt iegūstamo ražu. Šādu iespējamību teorētiski piemin arī citi pētnieki (Döring et al., 2011). Savukārt pK1 salīdzinoši labie rezultāti B audzēšanas apstākļos ir saskaņā ar T.F. Doringa ar kolēģiem (Döring et al., 2011) pieminētā pētījuma secinājumu, ka, audzēšanai vērtīgas populācijas izveidošanai, minimālais vecākaugu skaits ir septiņi, bet maksimālais 12. Svarīgs apstāklis ir arī iespējamās atšķirības starp abām populācijām izmantoto vecākaugu ražas potenciālu, kas varētu būt lielāks pK1.

Vienkāršo, salikto un pK2 populāciju raža procentuāli vairāk pārsniedza šķirņu ‘Abava’ un ‘Rasa’ ražu K audzēšanas sistēmā, bet, salīdzinot ar ražīgāko šķirni ‘Rubiola’, to raža atpalika abās audzēšanas sistēmās (4. tab.). Savukārt pK1 tika novērots ražas pieaugums abās audzēšanas sistēmās, salīdzinot ar šķirnēm ‘Abava’ un ‘Rasa’, un B audzēšanas sistēmā arī salīdzinājumā ar šķirni ‘Rubiola’.

4. tabula *Table 4*

Populāciju relatīvā raža salīdzinājumā ar šķirnēm, %
Relative yield of populations compared to varieties, %

Populācijas veids <i>Type of population</i>	% no <i>to</i> Abava		% no <i>to</i> Rasa		% no <i>to</i> Rubiola	
	B*	K*	B	K	B	K
pV (n=6)	85 – 98	97 – 105	91 – 106	94 – 101	81 – 94	81 – 87
pS (n=5)	84 – 97	99 – 115	90 – 107	96 – 111	80 – 95	83 – 96
pK1	108	110	116	106	103	91
pK2	91	106	98	102	87	88

* audzēšanas sistēma: K – konvencionālā (četrus vides), B – bioloģiskā (trīs vides) *farming system: K – conventional (four environments), B – organic (three environments)*

Ražas stabilitāte (adaptivitāte). Pētījumā izmantotās šķirnes raksturojās ar atšķirīgu adaptivitāti vidē. Šķirnei ‘Rubiola’ konstatēta piemērotība labākiem audzēšanas apstākļiem ($b > 1$) un tās raža bija būtiski augstāka par visu genotipu vidējo (4.55 t ha^{-1}) ražu. Šķirne ‘Abava’ raksturojās ar piemērotību nelabvēlīgākiem audzēšanas apstākļiem ($b < 1$) un ražu vidējā rādītāja līmenī, bet savukārt ‘Rasa’ – ar plašu adaptivitāti ($b = 1$) un ražu vidējā rādītāja līmenī (3. tab.). Pētījumā iekļautās populācijas var raksturot kā vidēji stabilas, jeb ar plašu adaptivitāti audzēšanas vidē. Izņēmums bija pS1, kas bija piemērotāka labvēlīgākiem audzēšanas apstākļiem ($b > 1$) un ar būtiski augstāku ražu ($p < 0.05$) par visu genotipu vidējo. Populācijai pK1 tika konstatēta plaša adaptivitāte un būtiski augstāka raža par visu genotipu vidējo. Ražas rādītājs virs vidējā un plaša adaptivitāte novērota populācijām pS2, pS4, pV6

un pK2. Pārējo populāciju raža bija zem visu genotipu vidējā rādītāja ar būtiski zemāku rādītāju populācijai pV1. Izvērtējot ražas stabilitāti ar rangu novērtējuma metodi, ‘Rubiola’ un pS1 visās K vidēs ierindojās genotipu ranga augšpusē (dati nav atspoguļoti) un tas ir saskaņā ar iepriekš konstatēto šo genotipu adaptivitāti labākiem audzēšanas apstākļiem. Šķirne ‘Rubiola’ arī B audzēšanas sistēmā bija genotipu ranga augšējā trešdaļā, bet populācija pK1 vairumā gadījumu B sistēmā bija genotipu ranga augšpusē, kas liecina par šīs populācijas specifisko adaptāciju B audzēšanas apstākļiem. Kopumā, salīdzinot populāciju veidus, retāk genotipu ranga augšējā trešdaļā ierindojās kāda no vienkāršajām populācijām. Kopumā vairumam populāciju ir samērā neliels audzēšanas gadu skaits (paaudze), un iespējams, ka tāpēc to adaptācijas efekts vēl nav konstatējams.

Secinājumi

1. Vērtēto populāciju raža kopumā uzskatāma par līdzvērtīgu salīdzināšanai izmantotajām ražošanā esošajām šķirnēm; būtiski zemāka raža par visām trīs šķirnēm konstatēta tikai četros gadījumos. Tomēr populācijas nevienā no septiņām vidēm ražībā būtiski nepārsniedza visas salīdzināšanai izvēlētas viendabīgās šķirnes.
2. Būtiski augstāka raža par visu genotipu vidējo ražu visās vidēs tika konstatēta kombinēto krustojumu populācijai pK1 un saliktajai populācijai pS1; pK1 raksturojās ar piemērotību dažādiem audzēšanas apstākļiem, savukārt pS1 – labākiem. Plaša adaptācijas spēja un ražas līmenis virs vidējā konstatēts arī vienai vienkāršajai populācijai – pV6 un divām saliktajām – pS2 un pS4.
3. Pamatojoties uz pētījumā iegūtajiem ražas un tās stabilitātes datiem, populāciju pK1 varētu ieteikt, kā piemērotu audzēšanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā un iekļaut Eiropas Komisijas pagaidu eksperimentā.

Izmantotā literatūra

1. Brown J., Caligari P., Campos H. (2014). *Plant Breeding*. Second edition. UK: Wiley Blackwell. 209 p.
2. Council Directive 66/402/EEC (2014). *Official Journal of the European Union* [tiešsaite] [skatīts: 2016. g. 10. nov.]. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014D0150&from=LV>.
3. Döring T. F., Knapp S., Kovacs G., Murphy K., Wolfe M. S. (2011). Evolutionary plant breeding in cereals—into a new era. *Sustainability*, Vol. 3(10), p. 1944 – 1971.
4. Eberhart S. A., Russell W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Vol. 6, No. 1, p. 36 – 40.
5. European Commission (2013). *Agricultural Genetic Resources – from conservation to sustainable use*. (SWD (2013) 486 final). [Tiešsaite] [skatīts: 2016. g. 10. nov.]. Pieejams: http://ec.europa.eu/agriculture/genetic-resources/pdf/com-2013-838_en.pdf.
6. Fox P. N., Skovmand B., Thompson B. K., Braun H. J., Cormier R. (1990). Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, Vol. 47, p. 57 – 64.
7. Ločmele I., Piliksere D., Venta N., Legzdiņa L. (2016). Vasaras miežu maisījumu audzēšanas priekšrocību izpēte. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti*, 25.–26.02.2016 Jelgava, Latvija. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Lauksaimniecības fakultāte. Latvijas Agronomu biedrība. Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija. Jelgava: LLU, 92. – 97. lpp.
8. Petersen R. G. (1994). *Agricultural Field Experiments*. New York: Marcel Dekker. 426 p.
9. Schlegel R. H. J (2010). *Dictionary of Plant Breeding*. Second edition. USA Florida: CRC Press Taylor and Francis Group. 571 p.
10. Soliman K. M., Allard R. W. (1991). Grain yield of composite cross populations of barley: Effects of natural selection. *Crop Science*, Vol. 31(3), p. 705 – 708.
11. Strazdiņa V., Beinaroviča I., Legzdiņa L., Kronberga A. (2012). Are there any advantage of genetically diverse material in cereal breeding programmes for organic farming? *Proceedings of The Latvian Academy of Science*, Vol. 66(4/5), p. 152 – 162.
12. Wolfe M. S., Baresel J. P., Desclaux D., Goldringer I., Hoad S., Kovacs G., Löschenberger F., Miedaner T., Østergard H., Lammerts Van Bueren E. T. (2008). Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, Vol. 163(3), p. 323 – 346.