

AUZU GRAUDU KVALITĀTES RĀDĪTĀJI TRĪS GADU PERIODĀ: 2020.–2022. GADĀ *QUALITY INDICATORS OF OAT GRAIN IN THE THREE YEAR PERIOD: 2020–2022*

Lauma Pluša, Sanita Zute

Agroresursu un ekonomikas institūts

lauma.plusa@arei.lv

Abstract. *The quality and yield of grains significantly influence the value of the product, which is important both for processing companies and for consumers. One of the most important requirements for oat (*Avena sativa*) grain quality is grain volume weight, which is essential for processing companies. The aim of the study was to examine and analyze the oat grain quality indicators by evaluating the influence of a variety and a growing season. Ten oat varieties were used for the comparison at the Institute of Agricultural Resources and Economics, Stende Research Centre in the period from 2020 to 2022. The volume weight, one of the most important indicators of grain quality, varies by year. Significant differences ($p < 0.001$) were observed among varieties, depending on the growing season. Calculations of the average indicators revealed that the highest volume weight of 540.2 g L^{-1} was obtained in 2020. In Latvia, TGW is not considered as a quality indicator by processing companies, however, it has a significant impact on grain processing products. The research results showed that TGW is variable between vegetation seasons. No significant differences were observed between the 2020 (average 37.7 g) and 2022 TGW (average 37.4 g), but TGW in 2021 (average 32.4 g) was significantly ($p < 0.001$) different. The variety 'Lelde' had one of the highest volume weight in all vegetation periods (495.9 g L^{-1} – 2021 and 561.6 g L^{-1} – 2020). Also, regarding the TGW, the varieties 'Apollon' and 'Delfin' had the highest indicators in all vegetation seasons. As regards crude protein content, significant differences ($p < 0.05$) in quality factors depended on both varieties and vegetation periods. Concerning total fat ($p = 0.332$), β -glucan ($p = 0.118$) and starch ($p = 0.124$) content, no significant changes were found between varieties, but the growing season had a significant ($p < 0.05$) effect.*

Key words: *oat, quality, volume weight, vegetation season.*

Ievads

Pieaugot interesei par auzu produktiem, palielinās prasības pēc kvalitatīviem auzu graudiem, kas savukārt auzu selekcijas programmām izvirza mērķi pievērsties graudu kvalitātes uzlabošanai, kas atbilst pārstrādes uzņēmumu prasībām. Graudu kvalitāte un ražība ir svarīgi rādītāji, lai raksturotu produkta vērtību gan no pārstrādātāja, gan patērētāja skatupunkta (Howarth et al., 2021).

Viena no nozīmīgākajām auzu graudu kvalitātes prasībām ir graudu tilpummasa, kas ir būtisks priekšvēstnesis pārstrādes uzņēmumiem, lai prognozētu pārstrādātā produkta gala iznākumu. Latvijas lielākie pārstrādes uzņēmumi, tostarp AS "Dobeles dzirnavnieks", kā minimālo pārtikas graudiem atbilstošo tilpummasu noteikuši 520 g L^{-1} , savukārt AS "Rīgas dzirnavnieks" atkarībā no tilpummasas auzu graudus iedala piecās kvalitātes grupās. Jāpiemin, ka AS "Rīgas dzirnavnieks" ir izveidojis arī speciālu auzu audzēšanas programmu ar mērķi palielināt zemnieku interesi par augstas kvalitātes auzu audzēšanu pārtikas ražošanai.¹

Pētījuma mērķis bija novērtēt un analizēt auzu graudu kvalitātes rādītājus, izvērtējot šķirnes un veģetācijas sezonas ietekmi.

Materiāli un metodes

Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes pētniecības centrā periodā no 2020. līdz 2022. gadam šķirņu salīdzinājumam izmantotas desmit auzu šķirnes: 'Albi', 'Albatros' (Francija), 'Donna', 'Delfin', 'Meeri' (Somija), 'Guld', 'Montrose' (Zviedrija), 'Apollon' (Vācija) un 'Lelde' (Latvija), kā standartšķirne izmantota 'Laima' (Latvija). Saimniecisko īpašību vērtēšanai noteiktie rādītāji bija tilpummasa (g L^{-1}) un 1000 graudu masa (g), bet no bioķīmiskajiem rādītājiem tika noteikts kopproteīna, koptauku, β -glikāna un cietes saturs (% sausnā), kas noteikts Graudu tehnoloģiju un agroķīmijas laboratorijā, izmantojot iekārtu *Infratec Nova*. Kvalitātes novērtēšanai sagatavots graudu paraugs, kas iegūts pēc graudu tīrīšanas no frakcijas virs 1.8 mm garenacu sieta.

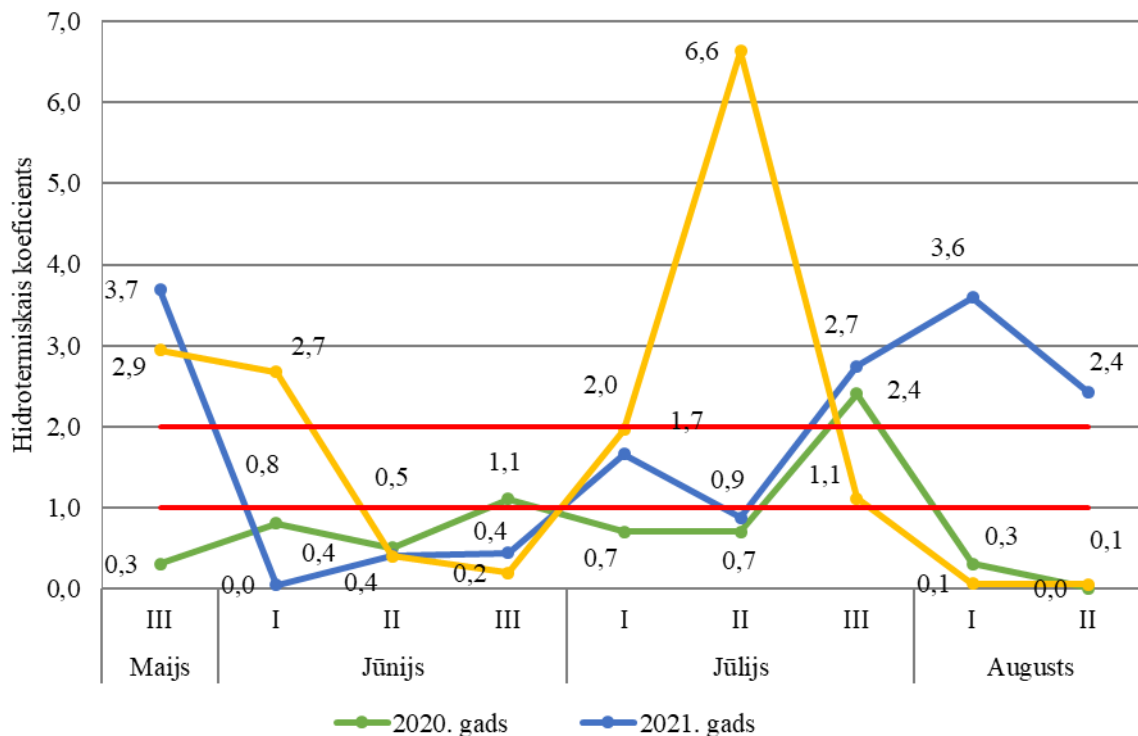
¹ Rīgas dzirnavnieks. Graudu kvalitātes prasības. [Tiešsaiste] [skatīts: 2023. g. 13. febr.]. Pieejams: <https://rigas-dzirnavnieks.lv/grain-quality/>.

Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai izmantots hidrotermiskais koeficients (HTK) pēc G. Seļāņinova, lai raksturotu mitruma un temperatūras mijiedarbību. Hidrotermiskā koeficienta aprēķinam izmantota formula:

$$HTK = \frac{\sum R \times 10}{\sum t}, \quad (1)$$

kur $\sum R$ – nokrišņu summa (mm) dekādē;
 $\sum t$ – vidējā diennakts temperatūru summa dekādē, kas augstāka par 10 °C.

Viszemākais mitruma daudzums konstatēts 2020. gada veģetācijas sezonā, kad mitrums galvenokārt bijis nepietiekams, vien īslaicīgi jūlija trešajā dekādē novērots pārmērīgs mitruma daudzums (1. att.). Kopumā 2020. gada veģetācijas sezonā nolijuši 194 mm, kas atšķiras no 2021. un 2022. gada sezonas, kad attiecīgi nokrišņu daudzums sasniedza 360 mm un 362 mm.



1. att. Hidrotermiskais koeficients (HTK) no 2020. līdz 2022. gada veģetācijas sezonai. (HTK: 1–2 – pietiekams mitrums; <1 – nepietiekams mitrums; >2 – pārmērīgs mitrums).

Fig. 1. Hydrothermal coefficient (HTC) between vegetation periods. (HTC 1–2 good humidity; <1 drought – semi-drought; >2 high humidity).

Lielākais mitrums tika novērots 2022. gada veģetācijas sezonā. Īpaši jāakcentē jūlija otrā dekāde, kad HTK sasniedza 6.6 (nolijuši 105.9 mm). Lielākoties pētījuma sezonās novērots, ka mitruma daudzums veģetācijas sezonās ir pārmērīgs vai nepietiekams, vien atsevišķos periodos tas vērtējams kā optimāls.

Izsējas norma bija 500 dīgstoši graudi uz 1 m². Sēja 2020. gadā veikta 11. aprīlī, 2021. gadā – 20. aprīlī, bet 2022. gadā – 25. aprīlī.

Pirms auzu sējas 2020. un 2021. gadā izklidēti kompleksie minerālmēsli NPK 12 – 26 – 26 (300 kg ha⁻¹, savukārt 2022. gadā NPK 15 – 15 – 15 (500 kg ha⁻¹), pēc kā veikta augsnes kultivēšana.

Nezāļu ierobežošanai visos izmēģinājuma gados izmantots herbicīds *Biatlon 4D* 50 g ha⁻¹ (aktīvās vielas – florasulams 54 g kg⁻¹, tritosulfurons 714 g kg⁻¹). 2021. gadā lietots arī insekticīds *KarateZeon* 0.15 kg ha⁻¹ (aktīvā viela bija lambda – cihalotrīns 50 g L⁻¹) laputu (*Aphididae*) ierobežošanai.

Raža tika novākta BBCH 89, 2020. gadā – 15. augustā, bet 2021. un 2022. gadā – 20. augustā. Pēc ražas novākšanas graudi iztīrīti ar tīrāmo iekārtu *Petkus K541A*.

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar *Microsoft Excel*, izmantojot Anova divfaktoru dispersijas analīzi, nosakot faktoru ietekmes būtiskumu 95% būtiskuma līmenī ($\alpha = 0.05$).

Faktora ietekmes īpatsvara aprēķināšanai izmantota formula

$$\eta_{A2} = \frac{SS_a}{SS} \times 100, \quad (2)$$

kur SS_a – noviržu faktora summa;
 SS – kopējā noviržu summa.

Rezultāti un diskusijas

Tilpummasa, kas ir viens no svarīgākajiem graudu kvalitātes rādītājiem, ik gadu ir mainīga, kas novērojams arī mūsu pētījumā iegūtajos rādītājos (1. tab.). Būtiskas atšķirības tilpummasā ($p < 0.001$) tika konstatētas atkarībā no veģetācijas sezonas ($\eta^2 = 76\%$). Aprēķinot vidējos rādītājus, visaugstākā tilpummasa iegūta 2020. gadā – 540.2 g L⁻¹. Veģetācijas sezonu vidū 2020. gads izceļas ar viszemāko nokrišņu daudzumu. Pētījumā Somijā secināts, ka tilpummasa saistīta ar nokrišņu daudzumu veģetācijas sezonā. Attiecīgi augstāks nokrišņu daudzums samazina graudu tilpummasu (Saastamoinen, 1998). Viszemākā tilpummasa konstatēta 2021. gadā – vidēji tikai 467.6 g L⁻¹, kas skaidrojams ar pārmērīgo mitrumu veģetācijas sezonas beigās (jūlija trešajā un augusta pirmajā dekādē), kā rezultātā tika novērota arī veldre.

Pētījumā Lietuvā, analizējot vairākas auzu šķirnes, novērots, ka tilpummasu ietekmē arī šķirnes izvēle, un atzīmēta sakarība starp šķirnes selekcionēšanas gadu un tilpummasas lielumu – jaunākām šķirnēm tilpummasa bijusi augstāka (Danyte, et al., 2020). Šķirņu vidū novērojamas būtiskas ($p < 0.05$) atšķirības. Ar vienu no augstākajām tilpummasām visos pētījuma gados izceļas viena no jaunākajām, Latvijā selekcionētajām auzu šķirnēm – 'Lelde', būtiski ($p = 0.009$) pārspējot standartšķirni 'Laima'.

1. tabula / Table 1

Auzu tilpummasas un 1000 graudu masas atkarībā no šķirnes un pētījuma gada AREI Stendes pētniecības centrā

Volume weight and 1000 grain weight (TGW) of oat depending on variety and year (2020–2022) at the AREI Stende Research Center

Šķirne/ Variety	Tilpummasa, g L ⁻¹ / Volume weight, g L ⁻¹			1000 graudu masa, g / TGW, g		
	2020. g.	2021. g.	2022. g.	2020. g.	2021. g.	2022. g.
'Albi'	553.2 ^{de}	493.9^d	509.1 ^c	34.1 ^a	29.6 ^{ab}	35.1 ^b
'Albatros'	545.4 ^{cd}	470.2 ^{ce}	508.6 ^c	35.0 ^a	30.4 ^{abc}	37.0 ^c
'Donna'	495.5 ^a	458.3 ^{abc}	480.8 ^a	35.4 ^a	32.0 ^d	34.6 ^b
'Guld'	524.2 ^b	464.0 ^{bce}	515.3^{cd}	35.5 ^a	30.8 ^{bcd}	38.2 ^c
'Lelde'	561.6^e	495.9^d	524.2^d	35.4 ^a	29.4 ^a	35.6 ^b
'Apollon'	540.3 ^c	446.9 ^a	513.9 ^c	43.1^c	38.8^e	42.2^d
'Delfin'	540.5 ^c	452.3 ^{ab}	498.9 ^b	44.8^c	38.3^e	42.5^d
'Montrose'	543.6 ^c	448.3 ^a	490.5 ^b	40.1 ^b	31.8 ^d	37.5 ^c
'Meeri'	562.1^e	469.4 ^{ce}	513.5 ^c	38.6 ^b	31.6 ^{cd}	38.3 ^c
'Laima'	535.8 ^c	476.7 ^e	481.5 ^{ab}	34.5 ^a	31.1 ^{cd}	32.7 ^a
Vidēji/Average	540.2 ^A	467.6 ^B	503.6 ^C	37.7 ^A	32.4 ^B	37.4 ^A

^{a,b,c,d,e} – rādītāji, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem kolonnās, būtiski atšķiras;

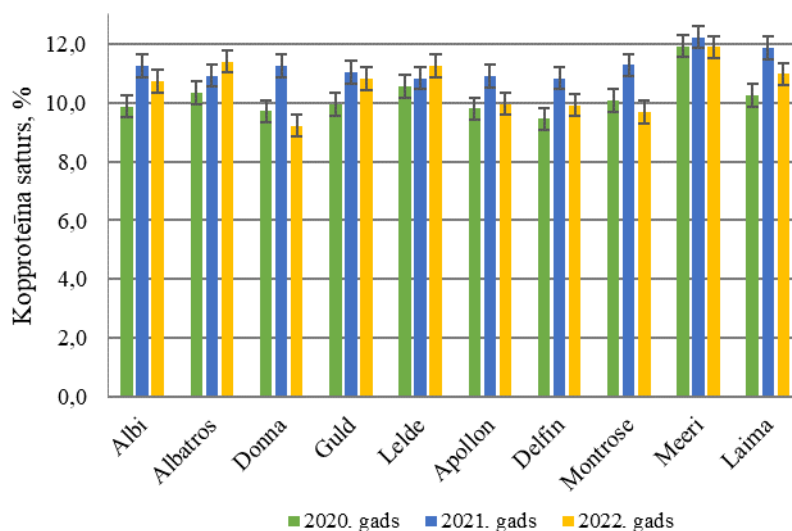
^{A,B} – vidējie rādītāji katrā izmēģinājuma gadā, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, būtiski atšķiras.

Latvijā 1000 graudu masu (TGM) kā kvalitātes rādītāju pārstrādes uzņēmumi nenosaka, tomēr tam ir būtiska ietekme uz graudu pārstrādes produktiem. TGM konstatēta būtiska ($p < 0.01$) korelācija ar auzu miltu kvalitāti – pozitīva korelācija ar cietes saturu auzu miltos (Jokinen, et al., 2021). Par faktoriem, kas ietekmē TGM, viedokļi dalās. Ir autori (Buerstmayr, et al., 2007), kas norāda, ka rādītājs galvenokārt atkarīgs no genotipa un mazākā mērā – no augšanas apstākļiem, taču Igaunijā veiktā pētījumā secināts, ka TGM ietekmē gan genotips, gan meteoroloģiskie apstākļi (Tamm, 2003). Saskaņā ar mūsu pētījumā iegūtajiem datiem redzams (2. tab.), ka TGM bija mainīga atkarībā no veģetācijas sezonām ($\eta^2 = 35.4\%$). Nav novērojamas būtiskas TGM atšķirības 2020. gadā (vidēji 37.7 g) un 2022. gadā (vidēji 37.4 g), turpretī būtiski ($p < 0.001$) atšķirīga TGM tika konstatēta

2021. gadā (vidēji 32.4 g) (2. tab). Tika novērota tendence, ka šķirņu vidū ($\eta^2 = 59\%$) 'Apollon' un 'Delfin' uzrādīja augstāko TGM visās veģetācijas sezonās, savukārt zemāko TGM rādītāju sasniedza šķirnes 'Laima' un 'Albi'. Tādējādi iespējams secināt, ka tika novērota gan veģetācijas sezonas, gan genotipa ietekme.

Kopproteīna saturs ziņā novērojamas būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) gan atkarībā no šķirnēm ($\eta^2 = 50\%$), gan veģetācijas periodiem ($\eta^2 = 31\%$) (2. att.). Augstākais vidējais kopproteīna saturs auzu graudos konstatēts 2021. gadā – vidēji 11.6%, savukārt visu šķirņu vidū augstāko rādītāju sasniedza 'Meeri' (12.2%). Būtiski ir uzsvērt, ka šai šķirnei augstākais kopproteīna saturs tika konstatēts arī pārējās veģetācijas sezonās.

Somijā veiktā pētījumā kopproteīna saturs izmaiņas graudos tiek skaidrotas galvenokārt ar klimatisko apstākļu ietekmi, un ir konstatēta būtiska pozitīva korelācija starp proteīna saturu un vidējo gaisa temperatūru veģetācijas sezonā, kā arī negatīva korelācija starp nokrišņu daudzumu un proteīna saturu (Saastamoinen, 2008). Kopumā 2021. gada veģetācijas sezonu raksturoja augstāka vidējā gaisa temperatūra jūnija un jūlija mēnesī (attieciņi par $+3.7\text{ }^\circ\text{C}$ un $+3.6\text{ }^\circ\text{C}$ vairāk nekā fiksētajos novērojumos).



2. att. Kopproteīna saturs (% saussnā) auzu graudos atkarībā no šķirnēm atšķirīgos veģetācijas periodos (2020.–2022. g.) AREI Stendes pētniecības centrā.

Fig. 2. Crude protein content (% in dry matter) in oat grains depending on varieties, in different vegetation periods (2020–2022) at the AREI Stende Research Center.

Savukārt koptauku ($p = 0.332$), β -glikāna ($p = 0.118$) un cietes ($p = 0.124$) saturam nav konstatētas būtiskas izmaiņas šķirņu vidū, novērojot tikai būtisku ($p < 0.05$) veģetācijas sezonas ietekmi (2. tab.).

2. tabula / Table 2

Auzu bioķīmisko rādītāju izmaiņas (% saussnā) atkarībā no šķirnes un veģetācijas perioda (2020.–2022. g.) AREI Stendes pētniecības centrā
Changes in oat biochemical indicators (% in dry matter) depending on the variety and vegetation period (2020–2022) at the AREI Stendes research center

Šķirne/ Variety	Koptauku saturs / Oil content			β -glikāna saturs / Beta glucan content			Cietes saturs / Strach content		
	2020. g.	2021. g.	2022. g.	2020. g.	2021. g.	2022. g.	2020. g.	2021. g.	2022. g.
'Albi'	5.5 ^a	7.5 ^b	4.3 ^c	3.3 ^a	3.8 ^b	3.3 ^a	48.8 ^a	45.4 ^b	50.5 ^a

2. tabulas turpinājums / Table 2 continuation

'Albatros'	5.7 ^a	5.9 ^a	4.5 ^b	3.3 ^a	3.6^b	3.3 ^a	47.4 ^a	44.2 ^b	49.6 ^c
'Donna'	5.9 ^{ab}	6.1 ^b	4.9 ^a	3.3 ^a	3.6^b	3.3 ^a	48.2 ^a	43.6 ^b	49.9 ^a
'Guld'	5.9 ^a	5.9 ^a	4.4 ^b	3.2 ^a	3.3 ^a	3.2 ^a	47.6 ^a	40.0 ^b	50.1 ^c
'Lelde'	6.4 ^a	5.2 ^b	5.8 ^{ab}	3.3 ^a	3.5 ^b	3.4 ^{ab}	46.5 ^a	41.0 ^b	49.0 ^c
'Apollon'	4.9 ^{ab}	5.6 ^b	4.1 ^a	3.2 ^a	3.4 ^a	3.3 ^{ab}	49.2^a	41.0 ^b	50.6^a
'Delfin'	5.5 ^a	5.5 ^a	4.9 ^a	3.2 ^a	3.2 ^a	3.2 ^a	48.7 ^a	40.7 ^b	50.3 ^a
'Montrose'	6.2 ^a	4.9 ^b	4.8 ^b	3.3 ^a	3.5 ^b	3.3 ^a	47.9 ^a	39.8 ^b	50.6^c
'Meeri'	6.8^a	5.6 ^a	6.2^a	3.4 ^a	3.5 ^a	3.4 ^a	47.3 ^a	41.9 ^b	49.3 ^c
'Laima'	6.7 ^a	6.5^a	5.1 ^b	3.3 ^a	3.4 ^a	3.3 ^a	46.2 ^a	40.8 ^b	48.4 ^c

^{a,b,c} – rādītāji, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem rindās, šķirnes ietvaros norāda uz būtiskām atšķirībām atkarībā no veģetācijas perioda.

Augstākais koptauku saturs tika novērots 2020. un 2021. gada veģetācijas sezonā, sasniedzot vidēji 5.9% (šķirnei 'Meeri' – 6.8%), bet β-glikāna mainība ir salīdzinoši neliela, attiecīgi augstākais rādītājs konstatēts 2021. gadā. Savukārt lielākais cietes saturs veidojies 2022. gada veģetācijas sezonā – šķirnēm 'Apollon' un 'Montrose' (50.6%).

Secinājumi

1. Meteoroloģiskajiem apstākļiem bija vislielākā ietekme uz graudu kvalitātes rādītājiem, pārspējot auzu šķirņu genotipa ietekmes īpatsvaru.
2. Tilpummasa un 1000 graudu masa bija būtiski atkarīga no veģetācijas sezonas un genotipa.
3. Proteīna saturu būtiski ietekmē gan veģetācijas sezona, gan genotips, taču koptaukiem, β-glikānam un cietei novērojama būtiska mainība tikai starp veģetācijas sezonām.
4. Šķirnei 'Lelde' tika novērota stabili viena no augstākajām graudu tilpummasām starp vērtētajām auzu šķirnēm trīs veģetācijas periodos (495.9 g L⁻¹ 2021. gadā un 561.6 g L⁻¹ 2020. gadā).
5. Šķirnes 'Apollon' un 'Delfin' sasniedza augstākos 1000 graudu masas rādītājus, tendencei saglabājoties visās trīs veģetācijas sezonās.

Izmantotā literatūra

1. Buerstmayr H., Krenn N., Stephan U., Grausgruber H., Zechner E. (2007). Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. *Field Crops Research*, Vol. 101, p. 343–351.
2. Danyte V., Gorash A., Liatukiene A., Liatukas Ž. (2020). Trends changes of oat genotypes grown in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 107, No. 4, p. 323–328.
3. Howarth C.J., Martinez-Martin P.M.J., Cowan A.A., Griffiths I.M., Sanderson R., Lister S.J., Langdon T., Clarke S., Fradgely N., Marchall A.H. (2021). Genotype and Environment Affect the Grain Quality and Yield of Winter Oats (*Avena sativa* L.) *Foods*, Vol. 10 (10), p. 2356–2370.
4. Jokinen I., Pihlava J.M., Pukanen A., Sontag – Strohm T., Linderborg K.M., Holopainen – Mantila U., Hietaniemi V., Nordlund E. (2021). Predicting the Properties of Industrially Produced Oat Flours by the Characteristics of Native Oat Grains or Non-Heat-Treated Groats. *Foods*, Vol. 10, p. 1552–1573.
5. Saastamoinen M. (2008). Effects of environmental factors on grain yield and quality of oats (*Avena sativa* L.) cultivated in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica B—Plant Soil Sciences*, Vol. 48:3, p. 129–137.
6. Saastamoinen M. (1998). Effects of environmental factors on grain yield and quality of oats (*Avena sativa* L.) cultivated in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica B—Plant Soil Sciences*, Vol. 48, p. 129–137.
7. Tamm I. (2003). Genetic and environmental variation of grain yield of oat varieties. *Agronomy Research*, Vol. 1, p. 93–97.