



## ZIEMĀJU GRAUDU KVALITĀTES RADĪTĀJU PAAUGSTINĀŠANAS IESPĒJAS BIOETANOLA IEGUVEI

### POSSIBILITIES OF WINTER CROP GRAIN'S QUALITATIVE INDICES RISE FOR BIOETHANOL PRODUCTION

Liena Poiša<sup>1</sup>, Veneranda Stramkale<sup>1,2</sup>, Aleksandrs Adamovičs<sup>3</sup>

1- Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs

Kultūras laukums 1a, Viļāni, Rēzeknes rajons, LV 4650, Latvija

e-pasts: lienapoisa@inbox.lv, strzin@apollo.lv

2- Rēzeknes Augstskola, Latgales ilggājīgās attīstības pētnieciskais institūts

Atbrīvošanas aleja 76, Rēzekne, LV 4601, e-pasts: dabkat@ru.lv

3- Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Agrobiotehnoloģijas institūts

Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001, Latvija; e-pasts: Aleksandrs.Adamovics@llu.lv

---

**Abstract.** *Bioethanol production is one of cereal's using ways. COM 2003/30/EC: Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport orders that proportion of biofuels in 2010 must be -5.75% but in 2020 – 10%. The object of research is to study the influence of winter crops cultivation's technology on quality of grain and suitability for bioethanol production. Field research was organized in the Agricultural Science Centre of Latgale from 2005 to 2008. There were researched 5 fertilizer rates and the influence of varieties on the grain yield and starch in the experiment for 3 years. Starch content, yield and the result of bioethanol have changed depended on species of cereals, varieties, growing year and fertilizer rate. It is recommended to use good quality grains with high starch content and low protein content for bioethanol production.*

---

**Keywords:** *bioethanol, cereals, yield, starch.*

---

#### Ievads

Mūsdienu cilvēces eksistence nav iedomājama bez enerģijas izmantošanas visās tautsaimniecības nozarēs, un tās patēriņš ar katru gadu palielinās. Pasaulē strādā pie energoefektivitātes paaugstināšanas visos enerģētiskā cikla posmos. Palielinās atjaunojamo energoresursu, tajā skaitā bioenerģijas, izmantošana, lai novērstu vai samazinātu neracionālu dabas resursu patērēšanu [1].

Eiropas Savienības direktīva 2003/30/EC „Par biodegvielu un citu atjaunojamo degvielu izmantošanas veicināšanu transportā” nosaka, ka biodegvielu ieviešanas apjomi ir tiešā veidā saistīti ar naftas degvielas patēriņu valstī. Palielinoties kopējam naftas degvielu patēriņam, palielinās arī tirgū realizējamās biodegvielas apjoms. Biodegvielu likumā izvirzīts mērķis: veicināt biodegvielu apriti un nodrošināt, lai līdz 2010.gada 31.decembrim biodegviela veidotu ne mazāk kā 5,75%, bet 2020.gadā – 10% no kopējā degvielas daudzuma [2].

Enerģijas iegūšanai ražo etanolu no cieti vai cukuru saturošiem augiem, kuru Eiropā sauc par bioetanolu, ko lieto sajaukšanai ar benzīnu [3]. Ar biobenzīnu automašīnas darbināja Latvijā jau pirms kara. Degvielu no benzīna un bioetanolā dēvēja par latolu [4]. Latola izmantošana tīra benzīna vietā pirmskara Latvijā ļāva ne tikai taupīt dārgo benzīnu, bet arī veicināt lauksaimniecisko ražošanu un kopējo ekonomisko efektivitāti [5].

Biodegviela ir biodīzelis, un bioetanolis ir degviela, kas uzskatāma par alternatīvo degvielu fosilajai no naftas ražotajai degvielai.

Latvijā ir jāattīsta jauns graudaugu izmantošanas virziens – bioetanolā ražošana. Degvielai izmantojamais bioetanolis sastāv no EtOH (etanols) + koģenerācijas vielas; ( $\geq 99,6\%$ ;  $H_2O \leq 0,4\%$ ) [3; 6]. Bioetanolā ražošanai piemērotas ir tās graudaugu sugas, kurām graudu endospermas jeb kodola lielāko daļu aizņem cietes daļiņas. Etanolā ražošanai ir nelietderīgi izmantot augstas kvalitātes pārtikas graudus, jo augstais lipekļa saturs kviešu graudos bioetanolā ieguves procesā

veido blīvu vidi un traucē rūgšanas baktēriju darbību. Lai biodegvielas stratēģija būtu veiksmīga, ir svarīgs nodrošinājums ar augstvērtīgām izejvielām.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt ziemāju audzēšanas tehnoloģiju un kvalitātes piemērotību bioetanola ražošanai.

### Materiāli un metodes

Pētījums veikts SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” Rēzeknes rajona Viļānos 2005.-2008.gadā.

Pētījuma objekti: ziemas kviešu (*Triticum L.*), ziemas rudzu (*Secale cereale L.*), ziemas tritikāles (*Triticosecale Wittmack.*) šķirnes (1.tabula).

1.tabula

#### Pētāmās graudaugu šķirnes

<i>Graudaugu suga</i>	<i>Šķirne</i>	<i>Izveidotājvalsts</i>
Ziemas kvieši	Stava	Zviedrija
	Harnesk	Zviedrija
	Bjorke	Zviedrija
	SW Maxi	Vācija
Ziemas rudzi	Kaupo	Latvija
	Amilo	Polija
	Valdai	Krievija
	Walet	Polija
Ziemas tritikāles	Lamberto	Polija
	Falmo	Zviedrija

Lauka izmēģinājums ierīkots pēc randomizēto bloku metodes 4 atkārtojumos. Laučiņa kopējā platība 2 m x 10 m = 20 m<sup>2</sup>, uzskaites platība 1,6 m x 10 m = 16 m<sup>2</sup>. Izolācija starp variantiem 0,4 m, starp atkārtojumiem – 0,5 m, starp šķirnēm – 2,5 m.

Lauks ir drenēts, reljefs izlīdzināts, augsnes novērtējums 29-32 balles. Lauka izmēģinājums ierīkots velēnu vāji podzolētā smilšmāla augsnē. Augsnes agroķīmiskais raksturojums: organiskās vielas saturs augsnē 2,7 %, pH – 6,7, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 155 mg kg<sup>-1</sup> augsnes, K<sub>2</sub>O – 92 mg kg<sup>-1</sup> augsnes. Pamatmēslojumā pielietoti kompleksie minerālmēsli NPK 5-10-25 300 kg ha<sup>-1</sup> un papildmēslojumā – amonija salpetris saskaņā ar metodiku katrai sugai (2.tabula).

2. tabula

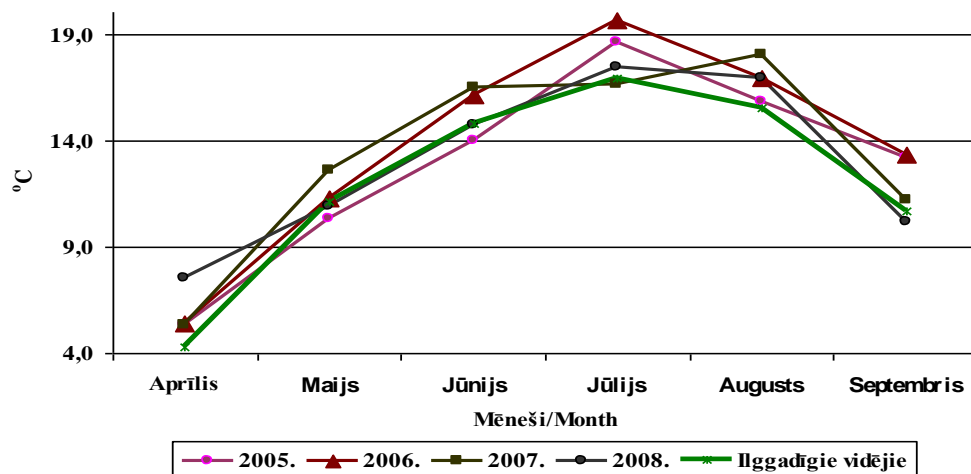
#### Pielietotie slāpekļa mēslojuma varianti (N tīrvielā, kg ha<sup>-1</sup>)

<i>Variants</i>	<i>Ziemas kvieši</i>	<i>Ziemas rudzi</i>	<i>Ziemas tritikāles</i>
1.	N 60	N 30	N 60
2.	N 60+ N 30	N 60	N 90
3.	N 90+ N 30	N 90	N 120
4.	N 90+ N 60	N 60 + N 30	N 90 + N 30
5.	N 90+N 60+ N 30	N 90 + N 30	N 90 + N 60
<b>Pētījuma gads</b>	2005., 2007., 2008.	2005., 2006., 2007.	2005., 2007., 2008.

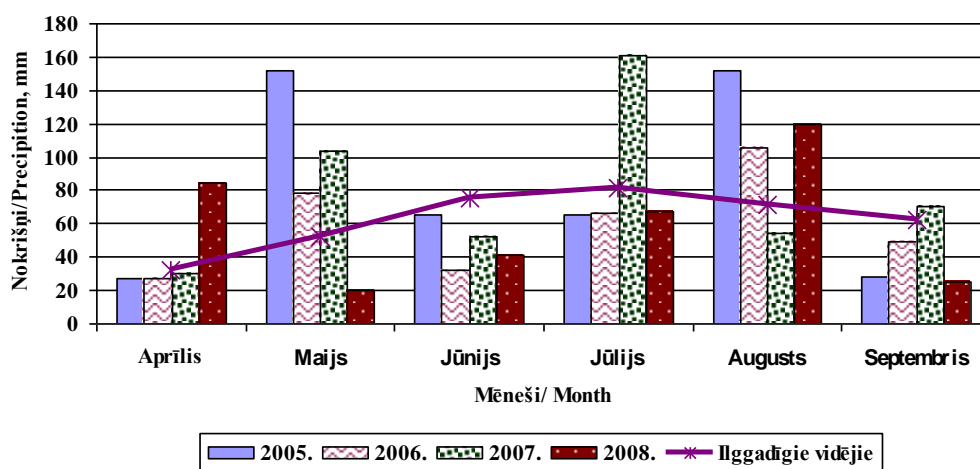
AS „Rēzeknes dzirnavnieks” laboratorijā ar iekārtu *Infratec 1241* noteikta graudu kvalitāte (proteīns, ciete). Datu matemātiskai apstrādei izmantota trīsfaktoru dispersijas analīze ANOVA [7; 8], kur faktors A – izmēģinājuma gadi, B – šķirnes, C – slāpekļa mēslojuma varianti [7]. Kopējo starpību analīzē lietota mazākā būtiskā robežstarpība (RS 0,05), faktoru īpatsvars ( $\eta^2$ ) un Fišera kritērijs (F) [7; 9]. Tika veikta arī korelācijas (korelācijas koeficients r) un regresijas (determinācijas koeficients R<sup>2</sup>, regresijas koeficients b<sub>xy</sub>) analīze starp proteīna un cietes saturu (%) [7; 10]. Graudu raža noteikta, pārrēķinot uz standartmitrumu 14% [7; 10].

Lai novērtētu ziemāju izmantošanas iespējas etanola ražošanai, tika aprēķināta iespējamā etanola ieguve pēc formulām:  $S \times K : 100 = CI$ ;  $CI \times 180$  (koef.) :  $162 = CU$ ;  $CU \times 41,15 : 100 = E$ , kur S – graudu raža (pārreķināta uz 12% mitrumu, t ha<sup>-1</sup>), K – ciete, %, CI cietes raža, t ha<sup>-1</sup>, CU – cukuri, t ha<sup>-1</sup>, E – etanols, t ha<sup>-1</sup> [7].

Latgales lauksaimniecības zinātnes centrā ir uzstādīta *Adcon* meteostacija, kas savienota ar datorprogrammu „Dacom Plant Plus”. Iekārtas sniedz informāciju par agrometeoroloģiskajiem apstākļiem tiešā izmēģinājuma tuvumā. Agrometeoroloģisko apstākļu raksturojums parādīts 1. un 2.attēlā.



1.att. Gaisa temperatūra ziemāju veģetācijas periodā 2005.-2008.g.



2.att. Nokrišņu daudzums ziemāju veģetācijas periodā 2005.-2008.g.

**2005.gads.** Sausais un vēsais laiks aprīļa 3.dekādē aizkavēja augu veģetāciju. Jūnijā meteoroloģiskie apstākļi bija labvēlīgi ziemāju augšanai un attīstībai. Arī jūlijā laika apstākļi sekmēja normālu ziemāju nogatavošanos. Ziemas rudzi inficējās ar melno graudu sporām, kā rezultātā vārpās attīstījās melnie graudi. Pārmērīgais mitruma daudzums graudu nogatavošanās beigu periodā negatīvi ietekmēja graudu kvalitāti.

**2005./2006.gada** ziemošanas periodā ziemāji pārziemoja 0-90%. Maijā palielinātais nokrišņu daudzums labvēlīgi ietekmēja augu augšanu un attīstību. Jūnijā augsnē vērojams mitruma deficīts. Jūlijā bija izteikts mitruma deficīts, un augi nespēja uzņemt barības vielas un papildus vēl izjuta karstuma radīto stresu. Mitruma deficīta rezultātā augu apakšējās lapas (trešdaļa no apakšas) pilnīgi nodzeltēja.

**2007.gads.** Maijā palielinātais nokrišņu daudzums labvēlīgi ietekmēja augu attīstību un augšanu. Jūnijā nokrišņu daudzums bija 69% no normas. Augsnē vērojams mitruma deficīts. Jūlijā nokrišņu daudzums divas reizes pārsniedza normu. Ziemāju izmēģinājumos bija vērojama veldre. Pirms ražas novākšanas graudi sāka dīgt vārpās, tāpēc iegūti graudi ar zemu krišanas skaitli un zemu proteīna saturu.

**2008.gads.** Aprīlī laika apstākļi labvēlīgi ietekmēja ziemāju veģetāciju. Jūnijā vidējā gaisa temperatūra bija tuvu normai. Nokrišņu daudzums puse no normas. Augsnē vērojams mitruma deficīts, ko palielināja arī visu periodu pavadošie spēcīgie vēji. Ziemājiem stiebra apakšējās lapas sāka dzeltēt. Jūlijā vidējā diennakts temperatūra atbilda vidējiem ilggadīgajiem rādītājiem. Nokrišņu daudzums 1. un 3.dekādē bija 40% no normas, bet otrajā – 173%. Nokrišņi augusta sākumā būtiski neietekmēja ražas lielumu un kvalitāti.

### Rezultāti un to izvērtējums

Lai nodrošinātu augstu etanola ieguvī no ziemāju graudaugiem, viens no galvenajiem nosacījumiem ir pietiekami augstas ražas iegūšana un cietes satura paaugstināšana ar optimālu mēslojuma devu. Dažādie laika apstākļi – gadi (faktors A), šķirnes (faktors B), slāpekļa mēslojuma devas (faktors C) un šo faktoru mijiedarbība AxB, AxC, BxC, AxBxC ar 95% varbūtību  $t_{krit} > t_{0,05}$  – būtiski ietekmējuši graudaugu ražu un cietes saturu. Ziemas kviešiem [11] graudu raža bija robežās 8,48-10,78 t ha<sup>-1</sup> (RS<sub>0,05A</sub>=0,03), ziemas rudziem – 5,35-7,73 t ha<sup>-1</sup> (RS<sub>0,05A</sub>=0,02), ziemas tritikālei – 7,41-9,46 t ha<sup>-1</sup> (RS<sub>0,05A</sub>=0,03).

Cietes saturs ziemas kviešiem svārstījās 11,8% (RS<sub>0,05A</sub>=0,07), ziemas rudziem – 1,16% (RS<sub>0,05A</sub>=0,11), ziemas tritikālei – 3,62% (RS<sub>0,05A</sub>=0,11) robežās.

Salīdzinot ietekmes faktoru sadalījumu visām trim sugām, konstatēts, ka ražai visaugstākā ir gada (faktors A), tad šķirnes (B) un mēslošanas normu (C) ietekme: ziemas kviešiem –  $\eta^2_A=59,4\%$ ,  $\eta^2_B=7,0\%$ ,  $\eta^2_{AB}=5,7\%$ ; ziemas rudziem [7] –  $\eta^2_A=65,0\%$ ,  $\eta^2_C=14,7\%$ ,  $\eta^2_{AB}=15,0\%$ ; ziemas tritikālei –  $\eta^2_A=38,6\%$ ,  $\eta^2_B=36,7\%$ ,  $\eta^2_{AB}=18,6\%$ . Ietekmes faktoru sadalījums cietei: ziemas kviešiem –  $\eta^2_A=96,9\%$ , ziemas rudziem –  $\eta^2_A=42,0\%$ ,  $\eta^2_B=4,2\%$ ,  $\eta^2_{AB}=16,4\%$ ,  $\eta^2_{AC}=2,5\%$ ,  $\eta^2_{BC}=4,3\%$ ,  $\eta^2_{ABC}=8,7\%$ ,  $\eta^2_{nepētītie\ fakt.}=15,7\%$ , ziemas tritikālei –  $\eta^2_A=88,0\%$ ,  $\eta^2_{BC}=2,1\%$ ,  $\eta^2_{ABC}=3,6\%$ . Kopumā jāsecina, ka gada ietekmes faktors ir visaugstākais, jo lauka apstākļos nav iespējami divi vienādi gadi [12]. Faktora C ietekme ir parādīta 3., 4., 5.tabulā.

Vislielākais cietes saturs 64,83% kviešiem bija mēslojumā variantā N60 kg ha<sup>-1</sup> (3.tabula) un etanola iznākums uz vienu tonnu graudu kviešiem mēslojuma variantā – N60 un N 60+30 kg ha<sup>-1</sup> (289,16 kg un 288,32 kg).

3.tabula

Mēslošanas normu efektivitāte ziemas kviešiem

Mēslojuma normas, kg ha <sup>-1</sup>	Ciete, %	Raža, t ha <sup>-1</sup>	Etanola ieguve, t ha <sup>-1</sup>	Etanola ieguve no 1 t graudu, kg
N60	64,83	8,54	2,47	289,16
N60+N30	64,62	9,12	2,63	288,32
N90+N30	64,48	9,51	2,73	287,04
N90+N60	64,18	10,00	2,86	285,98
N90+N60+N30	63,70	10,32	2,93	283,80
	RS <sub>0,05C</sub> =0,09 LSD <sub>0,05C</sub> =0,09 $\eta^2_C=0,6\%$	RS <sub>0,05C</sub> =0,03 LSD <sub>0,05C</sub> =0,03 $\eta^2_C=25,7\%$		

Latvijā audzētos rudzu graudus izmanto galvenokārt etanola ieguvei un maizes cepšanai. Viens no svarīgākajiem rādītājiem, izvērtējot rudzu šķirņu piemērotību etanola ražošanai, ir cietes saturs graudos [7].

Lielākais cietes saturs rudziem 61,43% ir mēslošanas variantā N60 kg ha<sup>-1</sup> (4.tabula), kas nesakrīt ar citu rezultātiem [7], kur kā labākais cietes un etanola ieguves variants tiek norādīts N90+Fungicīdi.

Analizējot etanola ieguvi atkarībā no mēslošanas varianta rudziem (4.tabula), konstatējām, ka vislielākais iznākums 1,95 t ha<sup>-1</sup> ir variantā N90+30 kg ha<sup>-1</sup>, bet, pārrēķinot etanola iznākumu uz vienu tonnu graudu, labākais mēslošanas variants ir N60 kg ha<sup>-1</sup>.

4.tabula

**Mēslošanas normu efektivitāte ziemas rudziem**

<i>Mēslojuma normas, kg ha<sup>-1</sup></i>	<i>Ciete, %</i>	<i>Raža, t ha<sup>-1</sup></i>	<i>Etanola ieguve, t ha<sup>-1</sup></i>	<i>Etanola ieguve no 1 t graudu, kg</i>
N30	61,29	5,86	1,60	273,86
N60	61,43	6,13	1,68	274,49
N90	61,10	6,48	1,77	273,01
N60+30	61,16	6,77	1,85	273,28
N90+30	61,02	7,17	1,95	272,66
	RS <sub>0,05C</sub> =0,14 LSD <sub>0,05C</sub> =0,14 η <sup>2</sup> <sub>C</sub> =3,9%	RS <sub>0,05C</sub> =0,03 LSD <sub>0,05C</sub> =0,03 η <sup>2</sup> <sub>C</sub> =14,7%		

Vislielākais cietes daudzums 68,58% tritikālei (5.tabula) ir mēslošanas variantā N60 kg ha<sup>-1</sup>, bet etanola iznākums uz vienu tonnu graudu – N90 kg ha<sup>-1</sup> (306,13 kg).

5. tabula

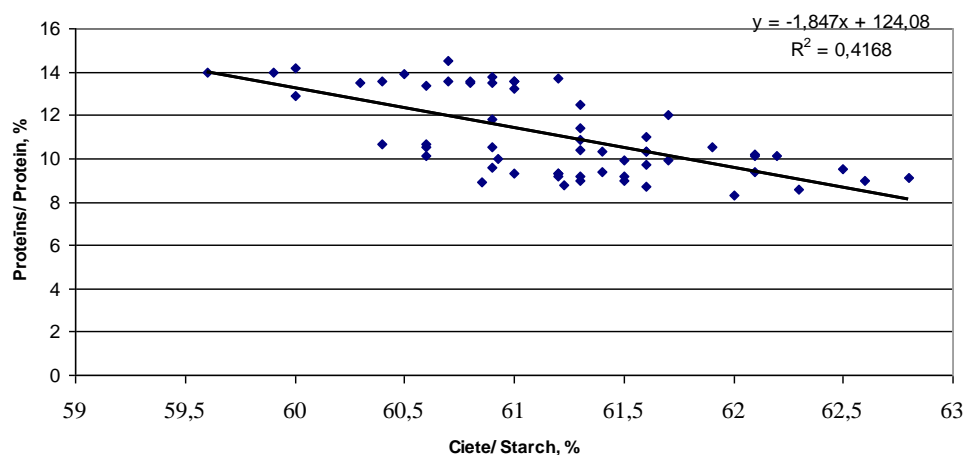
**Mēslošanas normu efektivitāte ziemas tritikālei**

<i>Mēslojuma normas, kg ha<sup>-1</sup></i>	<i>Ciete, %</i>	<i>Raža, t ha<sup>-1</sup></i>	<i>Etanola ieguve, t ha<sup>-1</sup></i>	<i>Etanola ieguve no 1 t graudu, kg</i>
N60	68,58	8,11	2,48	305,67
N90	68,55	8,40	2,57	306,13
N120	68,03	8,65	2,63	303,96
N90+N30	68,13	8,72	2,65	304,07
N90+N60	68,10	9,11	2,77	304,12
	RS <sub>0,05C</sub> =0,14 LSD <sub>0,05C</sub> =0,14 η <sup>2</sup> <sub>C</sub> =1,8%	RS <sub>0,05C</sub> =0,03 LSD <sub>0,05C</sub> =0,03 η <sup>2</sup> <sub>C</sub> =5,5%		

Salīdzinot ziemas tritikāli, kviešus un rudzus, redzams, ka vislielākais spirta iznākums no vienas tonnas graudu ir tritikālei, ko arī varētu ieteikt audzēt etanola ieguvei, jo tā ir arī mazāk prasīga augsnes ziņā, aug gandrīz visās augsnēs. Tai ir paaugstināta sala izturība (lielāka nekā kviešiem). Tritikāle ir izturīga pret daudzām slimībām [3].

Pētījuma rezultātā ziemājiem konstatēta negatīva sakarība starp proteīnu un cieti:

- ziemas kviešiem  $r = -0,47$ , ko attēlo sakarību vienādojums  $y = -0,09x + 18,29$ ;  $R^2=0,22$ ;
- ziemas rudziem  $r = -0,64$ , ko attēlo sakarību vienādojums  $y = -1,85x + 124,08$ ;  $R^2=0,42$  (3.attēls);
- ziemas tritikālei  $r = -0,45$ , ko attēlo sakarību vienādojums  $y = -0,27x + 30,18$ ;  $R^2=0,20$ .



### 3.att. Korelācija ziemas rudziem starp proteīnu un cieti

Cietes daudzumam palielinoties par 1%, proteīns samazināsies kviešiem par 0,09%, rudziem – par 1,85%, tritikālei – par 0,27%. Lineārā korelācija starp proteīnu un cieti ziemas kviešiem [10] un tritikālei ir vāja  $|r| < 0,5$ , bet rudziem – vidēji cieša  $0,5 \leq |r| \leq 0,8$ . Bioetanola ražošanai ieteicams izmantot labas kvalitātes graudus ar augstu cietes saturu un zemu proteīna saturu.

### Secinājumi

Dažādu gadu meteoroloģiskie apstākļi, šķirnes, mēslojuma normas un šo faktoru mijiedarbība ar 95% varbūtību būtiski ietekmējuši ziemāju graudaugu ražu un cietes saturu graudos.

Rudziem vislielākais etanola iznākums  $1,96 \text{ t ha}^{-1}$  bija mēslojuma variantā  $\text{N}90+30 \text{ kg ha}^{-1}$ , bet, pārreķinot etanola iznākumu uz vienu tonnu graudu, labāka bija mēslojuma norma  $\text{N}60 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Vislielākais cietes saturs 68,58% tritikālei un 64,83% kviešiem bija mēslojuma variantā  $\text{N}60 \text{ kg ha}^{-1}$ , bet etanola iznākums uz vienu tonnu graudu tritikālei mēslojuma variantā  $\text{N}90 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $306,13 \text{ kg}$ ), kviešiem –  $\text{N}60$  un  $\text{N}60+30 \text{ kg ha}^{-1}$  (attiecīgi  $289,16 \text{ kg}$  un  $288,32 \text{ kg}$ ).

### Pateicības

Nodibinājumam *Vītola fonds* un LAB- AN par piešķirto stipendiju.

### Summary

All industries of national economy use energy currently. Use of energy extends yearly. COM 2003/30/EC: *Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport* tells that proportion of biofuels in 2010 must be 5.75% but in 2020 – 10%. For getting bioethanol it must grow crops what contain starch or sugar. Bioethanol is used for mixing up with petrol and is named latol in Latvia. Biofuels (biodiesel and bioethanol) is regarded as alternative fuel of petroleum product fuels. It must develop bioethanol production - a new using form of cereals in Latvia.

Tests of winter wheat (*Triticum L.*), rye (*Secale cereale L.*), triticale (*Triticosecale Wittmack.*) were organized on the fields of the Agritural Science Centre of Latgale. Field tests were performed in years 2005-2008. The field tests design was random blocks repeated for 4 times. The total area for a block was  $20 \text{ m}^2$ . The soil type was sod-podzolic sandy loam. The content of organic substances in the soil was 2.7%, pH 6.7, phosphorus –  $155 \text{ mg kg}^{-1}$  soil,  $\text{K}_2\text{O}$  –  $92 \text{ mg kg}^{-1}$  soil. The pre-plant was bare fallow. The assessment of ground is 29-32 points. The variants of research, varieties and years are showed in Table 1 and Table 2. The data processing methods are ANOVA (factor A – year, factor B – variety, factor C – fertilizer rates), correlation (protein, starch) and regression (protein, starch). The yield of grain is determined by 14% humidity and there is calculated proportion of factor ( $\eta^2$ ) and determination coefficient ( $R^2$ ) and correlation ratio ( $r$ ).

Starch and protein in grain are determined by *Infratec 1241* in stock company "Rēzeknes Dzirnāvnieks". The result of bioethanol was calculated by formula [7]. Meteorological conditions were different from 2005 to 2008. 0-90% of cereals wintered in 2006. (Figure 1 and Figure 2).

The results are in Table 3, Table 4, Table 5. The year (A), the varieties (B), the fertilizer rates (C) and the interaction of factors AxB, AxC, BxC, AxBxC vitally influenced the yield of grain and starch with 95% possibility. The highest amount of starch 64.83% (for wheat) is at nitrogen's fertilizer rate N60 (Table 3). The outcome of ethanol from 1t of rye grains – N60 and N60+30 (289.16 kg and 288.32 kg). The highest outcome of starch and ethanol for rye also is at the fertilizer rate N60 (Table 4). The highest amount of starch for triticale 68.58% is in the technological variant N60 but the outcome of ethanol from 1t grains is N90 (Table 5). Triticale has got the highest outcome of ethanol from 1t of grains. Triticale is the most suitable for bioethanol production. Triticale has low needs for soil. It is strong against many diseases. Triticale is stronger against frost than wheat [3]. Negative connection between protein and starches (Figure 3) is stated for rye, wheat and triticale. The highest influence on yield is the year's (Factor A) then the varieties' (B) and fertilizer's variants (C). It is recommended to use good quality grains with high starch and low protein content for bioethanol production.

#### Literatūra

1. Šķēle A., Dubrovskis V., Upītis A., Kārklīšs A., Kristapsons M., Ziedonis I. Biofuel for nature protection. Proc. of the 3<sup>rd</sup> International Conference „Enviroment. Technology. Resources”. Rēzekne, Latvia, June 19-21, 2001. Rēzeknes Augstskolas izdevniecība, 2001. p. 186-190.
2. Gulbis V., Šmigins R. Production of biological fuels: a new prospective economic branch in Latvia Opportunities and problems of economic development, International conference March 24, 2006. Rēzekne, 2006. p. 397-404.
3. Adamovičs A., Agapovs J. u.c. Enerģētisko augu audzēšana un izmantošana. Valsts SIA „Vides projekti”, 2007. 190 lpp.
4. Biodegvielas izmantošanas iespējas Latvijā. Project „Bio Nett-Developing local suply chain networks, linking bio-fuel producers with public sector users”. Nr. EIE/05/190/SI2.420028. Rīga, 2007. 96 lpp.
5. Kivliņš A. Potencial development of bioethanol in Latvia based on world experience. Latvijas Universitātes raksti. Ekonomika un vadības zinātne, Rīga, 2004. 184.-193.lpp.
6. Bhattacharyya B.C., Banerjee R. Envirimental Biotehnology. Oxford University Press, 2007. p. 338.
7. Maļeckā S., Strazdiņa V. Productivity and grain yield quality of rye varieties. Proceesings in Agronomy, Jelgava, 2004. p. 40-46.
8. Belicka I., Bleidere M. Coomparative evaluation of the yield and qualitive traits of hullless and hulled barley. Latvian Journal of Agronomy, Jelgava, 2005. p. 91-93.
9. Ruzgas V., Plycevaitiene V. Activity of  $\alpha$ -amylase in rye grain and its relationship with other traits. Latvian Journal of Agronomy, Jelgava, 2005. p. 162-165.
10. Linina A., Ruza. Variety - by - enviroment interactions for winter wheat quality traits. Latvian Journal of Agronomy, Jelgava, 2005. p. 122-126.
11. Gaile Z., Kopmanis J. Investigations on performance and quality of winter wheat grain yield using different kinds and rates of nitrogen top-dressing (1999-2001). Proceesings in Agronomy, Jelgava, 2002. p. 74-78.
12. Kroģere R., Pelēce I. Productivity of crop rotation in long-term field trial related to meteorological conditions. Proceesings in Agronomy, Jelgava, 2004. p. 87-93.