

## Kukurūzas novākšanas laika nozīme augstas kvalitātes skābbarības ražošanai The Role of Maize Harvest Timing for High-quality Silage Production

Zinta Gaile

LLU Agrobiotehnoloģijas institūts  
Institute of Agrobiotechnology, LLU  
e-mail: Zinta.Gaile@llu.lv

**Abstract.** Harvest timing of maize (*Zea mays* L.) is critically important for production of optimum quality silage. The aim of our investigation, arranged in the Research and Study farm “Vecauce” of the Latvia University of Agriculture (2005 to 2008), was to analyze changes in maize yield and its quality during September, and to define more accurately the harvest timing of maize grown for silage production. Four maize hybrids with different maturity rating, as defined by FAO number (Earlstar (FAO 160), RM-20 (FAO 180), Tango (standard, FAO 210), and Cefran (FAO 340)), were harvested on four different dates beginning on September 1 at ten-day intervals. A strong harvest time effect on maize dry matter (DM) yield was observed ( $p < 0.05$ ) – it increased by  $\sim 1 \text{ t ha}^{-1}$  during every ten-day period. However, in some years (2005), maize yield increase could be stopped by fall frosts. Maize quality parameters such as DM content, corn-cob yield proportion in the total whole plant DM yield, and net energy for lactation, increased, but other parameters such as neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude protein content, decreased with the maturity of maize during September. Harvest of maize late after the fall frosts deteriorated the quality of maize. The research suggests that the main criterion for selecting a proper maize harvest timing should be the DM content of maize yield. Harvest timing of maize for silage in the central and western part of Latvia mainly should be delayed up to the third ten-day period of September thus improving both yield and its quality. At this time, in years with optimal growing conditions, DM content of even  $\geq 280 \text{ g kg}^{-1}$  can be obtained.

**Key words:** maize, harvest timing, yield, quality changes, hybrid.

### Ievads

Kukurūza (*Zea mays* L.) ir dienvidu izcelsmes augs ar plašu pielietojumu visā pasaulē, t. sk. arī skābbarības gatavošanai. Latvijā kukurūza lopbarības ražošanai salīdzinoši lielā platībā tiek audzēta tikai kopš 1954. gada – atsevišķos gados (1955., 1962., 1963. g.) sējplatība ir pārsniegusi pat 100 tūkst. ha, bet no 1966. līdz 1991. gadam tā vidēji bija 49 tūkst. ha gadā. Sējplatības strauji samazinājās pagājušā gadsimta deviņdesmitajos gados, kad lauksaimnieciskajā ražošanā notika dažāda veida izmaiņas. Ar kukurūzu 2008. gadā Latvijā bija apsēti 5.9 tūkst. ha, bet 2009. g. – jau 9.8 tūkst. ha (CSP dati). Pēdējos gados līdz ar sējplatības pakāpenisku palielināšanos pieaugusi arī interese par dažādiem ar kukurūzas audzēšanu saistītiem jautājumiem.

Augstas kukurūzas ražas ieguve, kā arī augsti piena izslaukumi, izēdinot atgremotājiem skābbarību, ir atkarīgi no tā, vai kukurūza tiek novākta pareizajā fāzē. Ja kukurūza nepietiekami nobriedusi, kokšķiedras

koncentrācija parasti ir augsta, kas savukārt ir iemesls zemai barības enerģētiskai vērtībai. Kukurūzas enerģētiskā vērtība ir zema arī tad, ja to vāc pārāk gatavu, kad stiebru frakcijas sagremojamība jau ir ļoti zema un pastāv risks, ka cietie, pilnīgi nogatavojušies graudi neizmantoti izies cauri dzīvnieka gremošanas traktam (Bal, Coors, Shaver, 1997). Neskatoties uz to, ka pasaulē kukurūza ir viens no visvairāk pētītajiem kultūraugiem, arī pēdējā desmitgadē dažādu valstu pētnieki pievērsuši ļoti lielu vērību kukurūzas novākšanas laika ietekmei uz iegūstamo ražu un tās kvalitāti, jo novāktās kukurūzas kvalitāte vienmēr ir saistīta ar sagatavojamās skābbarības kvalitāti, kura savukārt ietekmē piena ieguves apjomu (Bal, Coors, Shaver, 1997; Darby, Lauer, 2002; Lauer, 2003; Eittle, Schwarz, 2003; Kowalik, Michalski, 2003; Lewis, Coc, Cherney, 2004; Mahanna, 2005).

Vairums ASV veikto pētījumu rezultātu liecina, ka augstāko ražu ar labāko kvalitāti iegūst, kad saunas saturs zaļajā masā sasniedz 30–35% ( $300\text{--}350 \text{ g kg}^{-1}$ )

(Bal, Coors, Shaver, 1997; Darby, Lauer, 2002; Lauer, 2003). A. L. Levis un kolēģi (Lewis, Coc, Cherney, 2004) atzīmē, ka piena ieguve nemainās atkarībā no tā, vai tiek izbarota kukurūza, kuras sausas saturs ir  $280 \text{ g kg}^{-1}$ , vai arī kukurūza, kuras sausas saturs sasniedz  $420 \text{ g kg}^{-1}$ . Tas norāda, ka labu lopbarību var iegūt salīdzinoši plašā kukurūzas gatavības diapazonā. Taču gan ražas apjomu, gan kvalitatīvos rādītājus, tādus kā skābi skalotās kokšķiedras (NDF) un kopproteīna (CP) saturs, *in vitro* sagremojamība un ražas indekss (HI), būtiski ietekmēja novākšanas termiņš.

Novērota hibrīda×novākšanas laika mijiedarbības ietekme uz ražu un kvalitatīvajiem rādītājiem. Taču literatūrā atzīmēts, ka dažādu kukurūzas hibrīdu kvalitātes izmaiņas atkarībā no novākšanas laika saskatāmas līdzīgas tendences (Darby, Lauer, 2002).

Arī Latvijā jau agrāk veikti plaši pētījumi par vēlamu kukurūzas novākšanas laiku. Piemēram, piecdesmitajos, sešdesmitajos gados pētījumi veikti izmēģinājumu stacijā „Pēterlauki” (1958.–1960. g. – O. Uptis), Zemkopības Zinātniskajā institūtā Skrīveros (1961.–1967. g. – G. Grinblats) (Гринблат, 1970) un Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas mācību un pētījumu saimniecībā (LLA MPS) „Vecauce” (1954.–1959. g. – J. Lucāns) (Lucāns, 1960). Jau šo pētījumu rezultātā secināts, ka kukurūzu nedrīkst novākt pārāk agri un kā vēlamais vākšanas laiks norādīta piena-dzeltengatavība, kuru Latvijas apstākļos varētu sasniegt tikai septembrī. Ieteikts kukurūzu novākt septembra 2. dekādē vai tūlīt pēc pirmajām salām. Tolaik pieejamās šķirnes un hibrīdi, kurus novāca pēc 20. septembra, nodrošināja 17–20% lielu sausas saturu zaļmasā. Skrīveros atzīmēti izņēmumi, kad siltākos gados, izmantojot ļoti agrīnas šķirnes, piemēram, ‘Voroņežas 80’ un vietējās selekcijas šķirni ‘Skrīveru agrā’, sausas saturs sasniedzis 28–35% (Гринблат, 1970). Tā kā jau agrāk aprakstītajos pētījumos uzsverta arī pareizas šķirnes izvēles nozīme, tad vēlākos gados, kad jau bija pieejami hibrīdi no dažādām Eiropas valstīm un ASV, pētījumi par optimālo novākšanas laiku turpinājās. Deviņdesmitajos gados I. Slokenberga (1996), pētot divus novākšanas laikus Zemkopības zinātniskajā pētniecības institūtā „Agra” (18.–21. septembrī un pēc salnām – no 25. septembra līdz 11. oktobrim atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem attiecīgajā gadā), secināja, ka sausas saturu zaļmasā var palielināt, pieļaujot kukurūzas apsalšanu salnu laikā. Deviņdesmitajos gados pētnieki jau izvīrēja mērķi sasniegt vismaz  $250 \text{ g kg}^{-1}$  (25%) lielu sausas saturu ražas novākšanas laikā.

LLU MPS „Vecauce” pētījumi (2000.–2003. g.) par novākšanas laika ietekmi uz iegūstamās ražas kvalitāti jau plašākā nozīmē, vērtējot ne tikai sausas saturu novākšanas laikā, bet arī tādus rādītājus kā kokšķiedras frakcijas NDF (neitrāli skalotā kokšķiedra) un ADF (skābi skalotā kokšķiedra), CP (kopproteīns) un NEL (neto enerģija laktācijai), liecina, ka tikai atsevišķos gados (piemēram, 2002. gadā) bijis iespējams uzsākt kukurūzas novākšanu pirms 10. septembra un iegūt ražu ar vēlamu sausas saturu ( $\geq 250 \text{ g kg}^{-1}$ ), zemu NDF un ADF saturu, bet augstu enerģētisko vērtību (Gaile, 2004).

H. M. Darbijs un J. G. Lauers (Darby, Lauer, 2002) uzskata, ka pat ASV, kur veikts neskaitāmi daudz pētījumu par dažādiem kukurūzas ražošanas aspektiem, sezonālas kvalitatīvas izmaiņas visa auga kukurūzas masā nav pietiekami aprakstītas. Savukārt vācu pētnieki (Herrmann, Kornher, Taube, 2005), kuri arī atzīst, ka optimāla novākšanas laika izvēlei ir kritiska nozīme, lai izmantotu kukurūzas ražas un lopbarības kvalitātes potenciālu, kā arī lai samazinātu zudumus skābbarības uzglabāšanas un izēdināšanas fāzēs, ir izstrādājuši speciālu datormodeli, kas palīdz noteikt optimālo kukurūzas novākšanas laiku, kā arī novērtēt klimatiskā riska apjomu kukurūzas audzēšanai marginālajos Ziemeļvācijas apstākļos.

Latvijā pašreizējos apstākļos ir pieejami aukstumizturīgi un agrīni, bet tajā pašā laikā ražīgi, hibrīdi, kas selekcionēti dažādās pasaules valstīs, kā arī novērojamas ar globālo klimata izmaiņu saistītas meteoroloģisko apstākļu novirzes. Tomēr dokumentētas informācijas par kukurūzas ražas un kvalitātes izmaiņām atkarībā no novākšanas laika šādos apstākļos ir pārāk maz. Tāpēc laikā no 2005. gada līdz 2008. gadam LLU MPS „Vecauce” tika veikts Latvijas Zinātnes padomes finansēts pētījums. Viens no tā mērķiem, kura izpildes rezultāti aprakstīti šajā rakstā, bija skaidrot kukurūzas ražas un kvalitātes izmaiņas atkarībā no novākšanas laika septembrī. Pētījuma pirmo divu gadu (2005.–2006. g.) rezultāti publicēti jau agrāk (2007. gadā) – žurnālā „Agronomijas Vēstis” (Gaile, 2007), bet par pirmo trīs gadu rezultātiem (2005.–2007. g.) īss kopsavilkums publicēts starptautiska kongresa materiālos „21st International Grassland Congress, 8th International Rangeland Congress” (Gaile, 2008a). Šis raksts papildina abas iepriekšējās publikācijas ar jauniem rezultātiem (klāt nācis 4. pētījumu gads) un plašāku analīzi, kas agrāk vēl nebija iespējama.

Izvirzīta hipotēze, ka, novilcinot kukurūzas novākšanas laiku vismaz līdz septembra trešajai dekādei un izvēloties atbilstoša agrinuma hibrīdu, katru gadu Latvijas apstākļos iespējams iegūt ražu ar sausas saturu zaļmasā  $\geq 250$  g kg<sup>-1</sup>, vienlaicīgi uzlabojot arī citus būtiskus kvalitātes rādītājus.

## Materiāli un metodes

**Izmēģinājuma vieta un pētāmie faktori.** Trīs faktoru lauka izmēģinājumi tika iekārtoti LLU MPS „Vecauce” izmēģinājumu lauka „Pils dārzs” (N 56° 28', E 22° 53') dažādās vietās laikā no 2005. gada līdz 2008. gadam. Visos gados izmēģinājumu iekārtoja velēnglejotā mālsmits augsnē. Augsnes pH KCl – 7.0–7.1; augiem viegli izmantojamā fosfora saturs – augsts (vidēji 528 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup>); kālija saturs – augsts (vidēji 233 mg K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup>); organisko vielu saturs – 21–25 g kg<sup>-1</sup>. Laukam raksturīgs neliels slīpums (~5%) dienvidu virzienā. Kopumā kukurūza sēta ļoti piemērotos audzēšanas apstākļos. Lauciņi tika sakārtoti randomizētos blokos, ko izvietoja 4 atkārtojumos. Lauciņa lielums – 16.8 m<sup>2</sup>; rindstarpu platums – 0.7 m. Visos pētījuma gados lietoja oriģinālsēklu un izsējas biežība bija 82 000 sēklu uz 1 ha.

Pētījumā izmantoja četrus atšķirīga agrinuma hibrīdus (faktors A; agrinums raksturots ar FAO skaitli, kura zemākai vērtībai atbilst agrināks hibrīds): ‘Earlstar’ (FAO 160), ‘RM-20’ (FAO 180), ‘Tango’ (standarts, FAO 210) un ‘Cefran’ (FAO 340). Katru gadu kukurūzu sēja četros dažādos laikos (faktors B; sējas laika ietekme uz iegūto ražu un kvalitāti šajā rakstā nav analizēta) – no 25. aprīļa līdz 25. maijam ar 10 dienu intervālu. Šajā rakstā analizēti vidējie visu četru sējas laiku rezultāti katram hibrīdam atkarībā no novākšanas laika, kā arī atsevišķi 5. maijā (atzīts par piemērotāko sējas laiku) – sētās kukurūzas raža un kvalitāte atkarībā no novākšanas laika. Katru gadu kukurūzu arī novāca četros dažādos laikos (faktors C) – sākot ar 1. septembri, ik pa desmit dienām līdz 30. septembrim (01.09., 10.09., 20.09. un 30.09.).

**Izmantotā agrotehnika un novērojumi.** Katru gadu veica tradicionālu augsnes apstrādi, kas ietvēra rudens arumu, augsnes šļūkšanu un kultivēšanu aprīlī un safrēzēšanu ar Amazones vertikālo frēzi tieši pirms sējas. Pamēslojumam pirms sējas lietoja 18 kg N ha<sup>-1</sup>, 78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> un 90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Papildmēslojumā lietoja 70 kg N ha<sup>-1</sup> pēc nezāļu ierobežošanas pasākumu iedarbošanās un 60 kg N ha<sup>-1</sup>, kad kukurūza sasniedza ~0.6 m augstumu. Kukurūzu sēja 3–4 cm dziļi ar speciālu stādītāju izmēģinājumiem. Nezāles ierobežoja ar herbicīdiem (2005. un

2006. gadā – nikosulfurons, 40 g L<sup>-1</sup>, 1.0 L ha<sup>-1</sup> + dikamba, 480 g L<sup>-1</sup>, 0.3 L ha<sup>-1</sup>; 2007. un 2008. gadā – tritosulfurons, 250 g kg<sup>-1</sup>, + dikamba, 500 g kg<sup>-1</sup>, 200 g ha<sup>-1</sup> + rimsulfurons, 250 g kg<sup>-1</sup>, 30 g ha<sup>-1</sup>, un pēc 10 dienām klopīralīds, 300 g L<sup>-1</sup>, 0.4 L ha<sup>-1</sup>) kukurūzas 3–6 lapu fāzē, kā arī vēlāk, mehāniski izravējot tās, kas nebija iznīkušas herbicīdu ietekmē. Ražu trīs uzskaites reizēs (1., 10. un 30. septembrī) noteica no 0.7 m<sup>2</sup>, bet galvenajā novākšanas reizē (20. septembrī) – no 8.4 m<sup>2</sup>. Augus nocirta 15 cm no augsnes virsmas, nosvēra un ņēma paraugus turpmākām analizēm.

Sezonas laikā novēroja augu attīstību un meteoroloģiskos apstākļus. Uzskaitīja laukdīdzību, atzīmēja ziedēšanas fāzes iestāšanos un augu biežību ražas novākšanas laikā, mērīja auga garumu. Šie rezultāti rakstā nav analizēti, jo tie saistāmi vairāk ar sējas kā novākšanas termiņa ietekmi uz to vērtībām. Noteica zaļās masas un sausas ražu no 1 ha, vāļīšu (graudi+vāļīšu serde) sausas ražu no 1 ha un šīs ražas īpatsvaru kopējā visa auga sausas ražā. Sausas saturu, g kg<sup>-1</sup> (ISO 6496:1999), analizēja katrā vākšanas reizē atsevišķi vāļītēm, lapu–stiebru frakcijai un kopā visa auga ražai. Pārējos turpmāk uzskaitītos kvalitatīvos rādītājus analizēja ar standartmetodēm atsevišķi pa frakcijām tikai 20. septembra vākšanas reizē, bet citos novākšanas termiņos – visa auga ražai:

- kopproteīnas saturs (CP), g kg<sup>-1</sup> sausas, nosakot kopslēpekli pēc Kjeldāla metodes un izmantojot koeficientu 6.25 (LVS EN ISO 5983-2:2003);
- neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF), g kg<sup>-1</sup> sausas (Forage analyses met 2.2.1.1.);
- skābi skalotā kokšķiedra (ADF), g kg<sup>-1</sup> sausas (Forage analyses met 4.1.).

Dažus rādītājus papildus aprēķināja pēc NDF un ADF vērtībām, bet tuvāk analizēja NEL:

- sausas sagremojamība – DDM g kg<sup>-1</sup> sausas = 88.9 - (0.779 × ADF); (1)
- neto enerģija laktācijai NEL MJ kg<sup>-1</sup> sausas = (0.00245 × DDM - 0.12) × 4.184. (2)

Kaut gan meteoroloģiskie apstākļi četros izmēģinājuma gados bija ļoti atšķirīgi (1. tabula), nevienu no tiem nevar vērtēt kā kukurūzas audzēšanai absolūti nelabvēlīgu gadu. Latvijas apstākļos kukurūzas audzēšanu ierobežojošs faktors parasti ir siltums, taču pētījumu periodā siltuma apstākļi visos gados bija apmierinoši. Par to liecina gan vidējās mēnešu gaisa temperatūras, gan arī aktīvo temperatūru summa ( $\geq 10$  °C) periodā no 1. maija līdz 30. septembrim, kas attiecīgi pa gadiem bija 2069 °C, 2299 °C, 2136 °C un 1944 °C. Četru gadu laikā vislabākais siltuma nodrošinājums bija

1. tabula / Table 1

**Vidējā gaisa diennakts temperatūra un nokrišņu summa pa mēnešiem 2005.–2008. gadā un salīdzinājumā ar ilggadīgiem vidējiem novērojumiem (norma)\***  
**The temperature and precipitation compared with the meteorological norm during 2005–2008\***

Mēnesis / Month	Temperatūra / Temperature, °C					Nokrišņi / Precipitation, mm				
	2005	2006	2007	2008	Norma / Norm	2005	2006	2007	2008	Norma / Norm
Maijs / May	11.2	11.6	12.3	11.3	11.2	43	28	52	24	43
Jūnijs / June	14.3	16.2	16.6	14.6	15.1	49	24	49	44	51
Jūlijs / July	18.3	20.1	16.3	17.1	16.6	65	13	102	57	75
Augusts / August	16.1	17.5	17.9	16.4	16.0	106	150	60	90	75
Septembris / September	13.3	13.9	11.9	10.6	11.5	36	46	76	15	59
Vidēji / On average	14.7	15.9	15.0	14.0	×	Σ298	Σ261	Σ339	Σ230	Σ303

\* temperatūra un nokrišņi vērtēti tieši izmēģinājumu laukā, izmantojot automātisko meteoroloģisko staciju, bet ilggadīgie vidējie novērojumi ņemti no Dobeles HMS. / data of temperature and precipitation were registered directly on the research field by an automatic meteorological station, but long-term average data were taken from Dobeles HMS.

2006. gadā, kaut gan veģetācijas perioda pirmajā pusē (ieskaitot ziedēšanu) līdz augusta pirmajām dienām atzīmēja kritisku mitruma trūkumu un tādējādi ražas veidošanai tik labvēlīgos siltuma apstākļus kukurūza pilnībā nevarēja izmantot. Turklāt šajā visumā tik siltajā sezonā pavasara salnas atzīmēja 1. jūnijā, kas radīja redzamu stresu augiem. Tā rezultātā tika aizkavēta nezāļu ierobežošana ar herbicīdiem. Vēlāk varēja veikt papildu pasākumus mehāniskai nezāļu ierobežošanai, bet rušināšanas ietekmē augsnes virskārta pastiprināti izžuva. Kopumā vislabākos apstākļus novēroja 2007. gadā, kad pats sezonas sākums siltuma ziņā bija ļoti labvēlīgs, bet nokrišņu sadalījums sezonas laikā – salīdzinoši vienmērīgs. Pētījumu periodā tikai 2005. gada izmēģinājumu skāra rudens salnas (17. un 18. septembrī) un kukurūzas nosala jau pirms 20. septembra.

Rezultātu matemātiskai izvērtēšanai izmantoja dispersijas, korelācijas un regresijas analīžu metodes.

## Rezultāti

Visos četros izmēģinājuma gados ieguva Latvijas apstākļiem augstu, bet pa gadiem atšķirīgu kukurūzas sausas ražu. Visaugstākā tā bija 2007. gadā (vidēji izmēģinājumā 14.72 t ha<sup>-1</sup>), bet zemākā – 2006. gadā (12.11 t ha<sup>-1</sup>). Gada agrometeoroloģiskajiem apstākļiem kā faktoram

bija būtiska ietekme uz iegūtās ražas apjomu ( $p < 0.05$ ,  $\eta = 18\%$ ). Kaut arī pētījumā izmantoja četrus atšķirīga agrinuma un dažādās Eiropas valstīs selekcionētus hibrīdus, tomēr hibrīda ietekme uz vidējo kukurūzas ražu nebija būtiska 95% ticamības līmenī (2. tabula). Izmēģinājuma rezultāti pierādīja būtisku novākšanas laika ietekmi uz iegūto sausas ražu ( $p < 0.05$ ,  $\eta = 39\%$ ), kas vidēji katrās nākamajās 10 septembra dienās (sākot no 1. septembra) palielinājās par vairāk nekā 1 t ha<sup>-1</sup> (2. tabula). Trijos no četriem izmēģinājuma gadiem (2006.–2008. g.) sausas raža būtiski un lielā apjomā (+1.47, +1.54 un +1.84 t ha<sup>-1</sup> attiecīgi pa gadiem) palielinājās tieši septembra pēdējā dekadē (21.–30. septembrī).

Pētījumā noskaidrojās, ka augstas ražas ieguvi labākais sējas termiņš ir maija pirmā dekāde jeb konkrēti šajā izmēģinājumā – 5. maijs (Gaile, 2008b). Tāpēc īsi atspoguļoti tieši šī sējas termiņa ražas dati atkarībā no novākšanas laika (faktora ietekmes īpatsvars  $\eta = 20\%$ ,  $p < 0.05$ ) un ražas ieguves gada (faktora ietekmes īpatsvars  $\eta = 28\%$ ,  $p < 0.05$ ) (3. tabula): kukurūzas ražu 95% būtiskuma līmenī ietekmēja nevis hibrīda izvēle, bet gan novākšanas laika un izmēģinājuma gada apstākļu mijiedarbība ( $p < 0.05$ ;  $\eta = 11\%$ ). Vidēji četros izmēģinājuma gados lielāko ražu ieguva pēdējā novākšanas termiņā (30. septembrī – 15.86 t ha<sup>-1</sup>), bet atsevišķos gados, kā 2005. un 2006.,

2. tabula / Table 2

Vidējā visu sējas termiņu kukurūzas sausas raža dažādiem hibrīdiem  
atkarībā no novākšanas laika 2005.–2008. gadā, t ha<sup>-1</sup>  
Average maize DM yield of four hybrids harvested on four different dates in 2005–2008, t ha<sup>-1</sup>

Novākšanas laiks / Harvest date	Hibrīds / Hybrid				Vidēji novākšanas laikā / On average per harvest date, RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> = 0.58
	Earlstar FAO-160	RM-20 FAO-180	Tango FAO-210	Cefran FAO-340	
1. septembris / September 1	11.63	11.45	11.49	11.54	<b>11.53</b>
10. septembris / September 10	13.53	12.88	13.31	13.31	<b>13.26</b>
20. septembris / September 20	14.70	13.95	14.24	14.30	<b>14.30</b>
30. septembris / September 30	15.15	15.36	15.55	15.71	<b>15.44</b>
Vidēji hibrīdam / On average for hybrid, RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> = 0.58	<b>13.75</b>	<b>13.41</b>	<b>13.65</b>	<b>13.72</b>	×
RS <sub>0.05</sub> hibrīds × novākšanas laiks / LSD <sub>0.05</sub> hibrīds × harvest date = 1.17					

3. tabula / Table 3

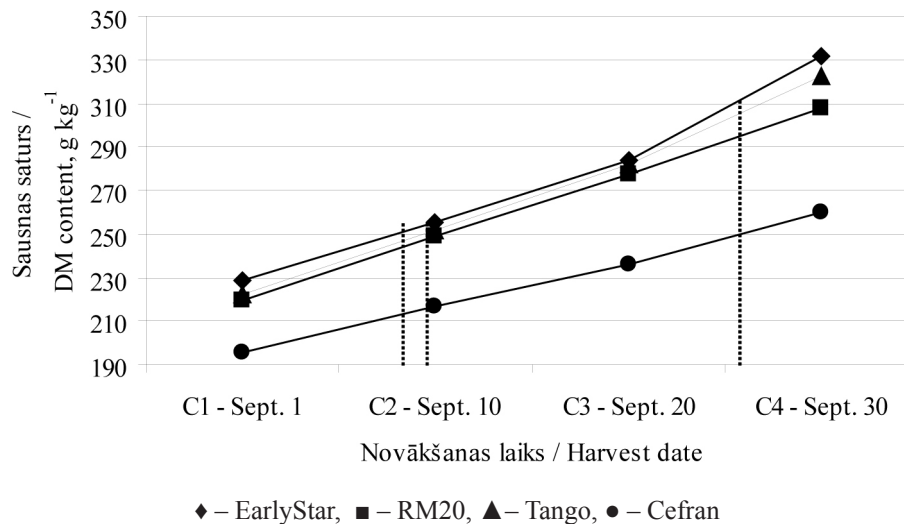
Vidējā četru 5. maijā sēto kukurūzas hibrīdu sausas raža atkarībā  
no novākšanas laika 2005.–2008. gadā, t ha<sup>-1</sup>  
Average maize DM yield of four hybrids sown on 5 May and  
harvested on four different dates in 2005–2008, t ha<sup>-1</sup>

Novākšanas laiks / Harvest dates	Ražas gads / Harvest year				Vidēji novākšanas laikā / On average per harvest date, RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> = 0.64
	2005	2006	2007	2008	
1. septembris / September 1	13.20	11.58	14.11	10.94	<b>12.46</b>
10. septembris / September 10	14.70	11.18	16.84	12.95	<b>13.92</b>
20. septembris / September 20	16.80	14.03	16.54	13.09	<b>15.11</b>
30. septembris / September 30	16.27	14.57	17.87	14.74	<b>15.86</b>
Vidēji gadā / On average per year, RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> = 0.64	<b>15.24</b>	<b>12.84</b>	<b>16.34</b>	<b>12.93</b>	×
RS <sub>0.05</sub> ražas gads × novākšanas laiks / LSD <sub>0.05</sub> harvest year × harvest date = 1.28					

pēc 20. septembra būtisku ražas pieaugumu vairs nenovēroja.

Kukurūzas sausas saturs zaļmasā bija atkarīgs no visiem pētītajiem faktoriem, taču vidēji četros gados

vislielākā ietekme uz šo rādītāju bija novākšanas laikam ( $\eta=51\%$ ,  $p<0.05$ ). Kopumā sausas saturs zaļmasā laikā no pirmā novākšanas termiņa (1. septembra) līdz pēdējam (30. septembrim)



1. att. Sausnas uzkrāšanās dinamika kukurūzas zaļmasā atkarībā no hibrīda septembrī, vidēji 2005.–2008. gadā.

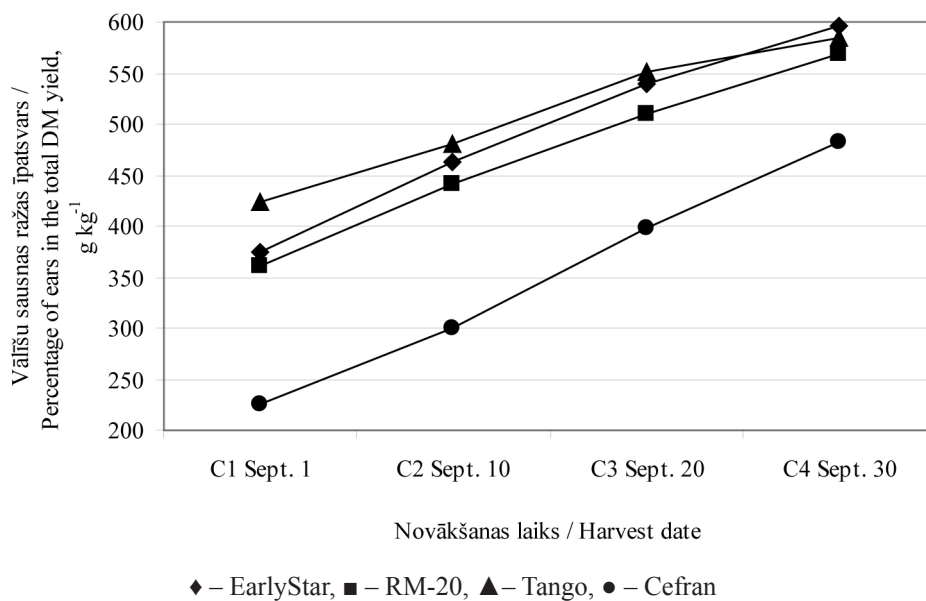
Fig. 1. Dynamics of DM accumulation during September depending on the used hybrid, on average per 2005–2008.

palielinājās par 89 g kg<sup>-1</sup>. Arī hibrīda izvēle ( $\eta=16\%$ ,  $p<0.05$ ) (1. att.) un pētījuma gada agrometeoroloģiskie apstākļi ( $\eta=14\%$ ,  $p<0.05$ ) būtiski ietekmēja sausas saturu kukurūzas novākšanas laikā. Kukurūza nobrieda labāk, t.i., sasniedza augstāku sausas saturu jau agrīnākos novākšanas termiņos, gados ar labākiem siltuma apstākļiem, kādi bija 2006. un 2007. gads. Vēlamo minimālo sausas saturu zaļmasā (250 g kg<sup>-1</sup>) visagrīnākais hibrīds ‘Earlystar’ vidēji 4 gadu periodā un vidēji pa visiem sējas termiņiem sasniedza jau pirms 10. septembra, mazliet vēlīnākie hibrīdi (‘RM-20’ un ‘Tango’) – ap 10. septembri, bet speciāli izvēlētais ļoti vēlīnais hibrīds (‘Cefran’, FAO 340) – tikai pēc 20. septembra. Šajā laikā vidējais trīs agrīnāko hibrīdu sausas saturs atzīmēts jau lielāks par 290 g kg<sup>-1</sup> (1. att.). Ja kukurūzu sēja 5. maijā, tad trijiem agrīnākajiem hibrīdiem visos gados laikā no 10. septembra līdz 20. septembrim sausas saturs stabili pārsniedza 250 g kg<sup>-1</sup>. Vēlīnais hibrīds ‘Cefran’ šādu sausas saturu 20. septembrī sasniedza tikai 2006. un 2007. gadā, 2005. gadā tas tik tālu nenogatavojās vispār (sausas saturs 30. septembrī – 222 g kg<sup>-1</sup>), bet 2008. gadā ‘Cefran’ sausas saturs tikai 30. septembrī mazliet pārsniedza šo kritisko robežu (263 g kg<sup>-1</sup>).

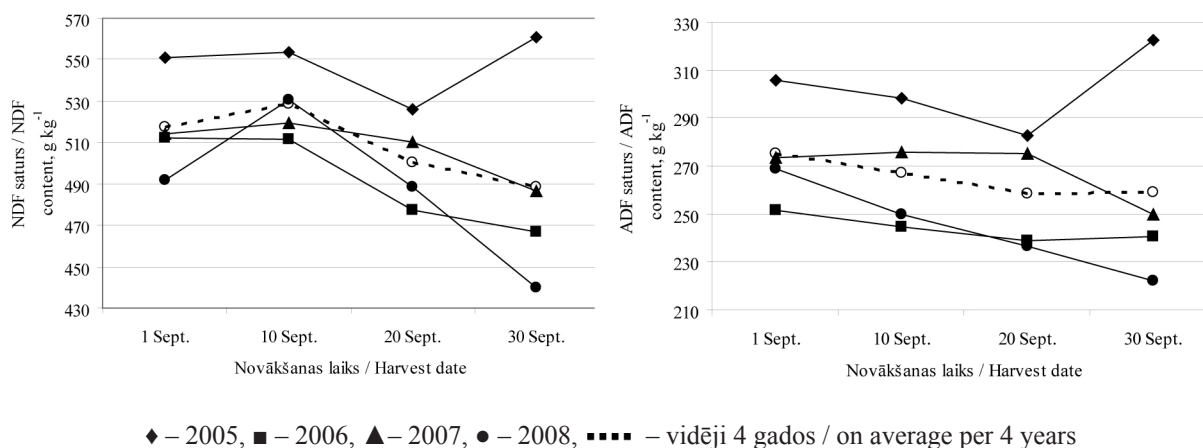
Lielāko kukurūzas enerģētisko vērtību ietver graudi. Tā kā mūsu pētījumā tika vērtēta visa kukurūzas auga masas kvalitāte, tad graudus atsevišķi neatdalīja, bet noteica vālišu (graudi+serdes)

sausnas ražas proporciju kopējā visa auga masā. Līdzīgi iepriekš aprakstītajiem rādītājiem, arī vālišu sausas ražas īpatsvaru kopējā sausas ražā būtiski ietekmēja novākšanas laika novilcināšana septembrī ( $\eta=38\%$ ,  $p<0.05$ ) (2. att.), un vidēji četros gados no 1. septembra (vidēji visiem hibrīdiem – 346 g kg<sup>-1</sup>) līdz 30. septembrim (vidēji visiem hibrīdiem – 558 g kg<sup>-1</sup>) vālišu īpatsvars palielinājās par 212 g kg<sup>-1</sup>. Arī ražas gada agrometeoroloģiskie apstākļi ( $\eta=18\%$ ,  $p<0.05$ ) un hibrīda izvēle ( $\eta=23\%$ ,  $p<0.05$ ) būtiski ietekmēja šo rādītāju. Vidēji pa izmēģinājumu gadiem par 500 g kg<sup>-1</sup> lielāku vālišu sausas ražas īpatsvaru konstatēja 2006. un 2007. gadā (attiecīgi 541 g kg<sup>-1</sup> un 521 g kg<sup>-1</sup>). Vidēji visos sējas un novākšanas laikos tikai hibrīds ‘Tango’ nodrošināja par 500 g kg<sup>-1</sup> lielāku vālišu sausas ražas īpatsvaru, bet vēlīnajam hibrīdam ‘Cefran’ tas bija 351 g kg<sup>-1</sup>.

Nozīmīgi kvalitātes raksturotāji ir NDF un ADF saturs sausnā (3. att.). Novācot kukurūzu vēlāk septembrī, palielinājās visi iepriekšminētie rādītāji, bet NDF un ADF saturs, tieši pretēji, trijos (2006.–2008. g.) no četriem izmēģinājumu gadiem un arī vidēji izmēģinājumu periodā samazinājās. Kaut arī NDF un ADF saturam bija tendence samazināties līdz ar novākšanu vēlāk septembrī, tomēr vidēji novākšanas laiks ( $\eta\text{NDF}=16\%$ ,  $\eta\text{ADF}=5\%$ ,  $p<0.05$ ) NDF un ADF saturu ietekmēja mazāk nekā iepriekšminētos rādītājus. Ļoti liela ietekme uz šiem rādītājiem bija gada meteoroloģiskajiem apstākļiem ( $\eta\text{NDF}=38\%$ ,  $\eta\text{ADF}=57\%$ ,  $p<0.05$ ). Tādējādi 2005. gada pēdējā novākšanas laikā, 30. septembrī,



2. att. Vālišu sausas ražas īpatsvara pieaugums atkarībā no hibrīda septembrī, vidēji 2005.–2008. gadā.  
Fig. 2. Increase in the ear DM yield proportion in the total DM yield of maize during September depending on the used hybrid, on average per 2005–2008.



3. att. NDF (pa kreisi) un ADF (pa labi) saturs izmaiņas kukurūzas saussnā atkarībā no ražas novākšanas laika.  
Fig. 3. Changes in NDF (on the left) and ADF (on the right) content in maize yield depending on the harvest time.

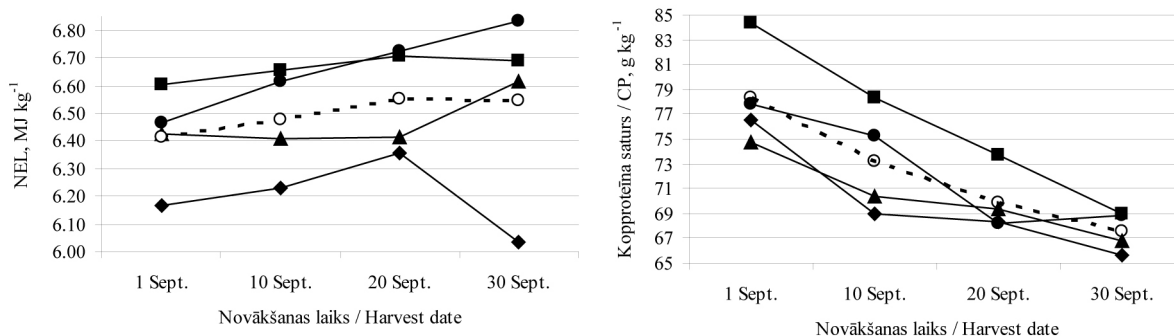
novēroja izteiktu NDF un ADF saturs palielināšanos (3. att.), ko izraisīja kukurūzas nosalšana 17. un 18. septembrī atzīmētajās rudens salnās. Gados, kad rudens salnas nenovēroja, kukurūzu ar zemāko abu kokšķiedras frakciju saturu ieguva laikā no 20. septembra līdz 30. septembrim.

Slaucamo govju ēdināšanā svarīgs barības līdzekli raksturojošs rādītājs ir NEL (4. att. pa kreisi), ko mūsu pētījumā aprēķināja pēc (2) formulas, un tādējādi tas ir saistīts ar laboratoriski noteikto ADF vērtību.

Tāpat kā raža, sausas ražas zaļmasā un vālišu sausas ražas īpatsvars kopējā sausas ražā, arī NEL palielinājās līdz ar kukurūzas novākšanas laika

novilcināšanu septembrī. Divos (2006. un 2008. g.) no četriem izmēģinājumu gadiem ražā NEL palielinājās vismaz līdz 20. septembrim, un divos gados (2007. un 2008. g.) NEL pieaugums ražā turpinājās arī periodā līdz 30. septembrim. Tikai 2005. gadā, pēc salnām 17. un 18. septembrī, ražas NEL samazinājās (4. att. pa kreisi).

Ražas enerģētisko vērtību, izteiktu kā NEL, būtiski un lielā mērā ietekmēja ražas gada apstākļi ( $\eta=57\%$ ,  $p<0.05$ ): ražu ar visaugstāko vidējo NEL ( $6.66 \text{ MJ kg}^{-1}$ ) ieguva 2006. un 2008. gadā, bet ražu ar viszemāko vidējo NEL – 2005. gadā ( $6.20 \text{ MJ kg}^{-1}$ ). Arī hibrīda ietekme uz ražas NEL



◆ – 2005; ■ – 2006; ▲ – 2007; ● – 2008; ■■■■ – vidēji 4 gadus / on average per 4 years

4. att. NEL (pa kreisi) un kopproteīna (pa labi) saturs izmaiņas kukurūzas sausnā atkarībā no ražas novākšanas laika.

Fig. 4. Changes in NEL (on the left) and CP (on the right) content in maize yield depending on the harvest time.

bija būtiska ( $\eta=12\%$ ,  $p<0.05$ ). Rezultāti liecināja, ka jo agrīnāks hibrīds, jo augstāka vidējā visu gadu ražas NEL (visagrīnākajam hibrīdam ‘Earlystar’ NEL vidēji bija  $6.62 \text{ MJ kg}^{-1}$ ). Sējas un novākšanas laika ietekme uz šo rādītāju bija būtiska, tomēr ietekmes īpatsvars bija salīdzinoši neliels ( $\eta=5\%$ ,  $p<0.05$ ). Kukurūzu novācot 20. septembrī, tās kvalitāte tika analizēta atsevišķām auga frakcijām: augstākā enerģētiskā vērtība atzīmēta vāļtēm (vidēji  $7.77 \text{ MJ kg}^{-1}$ ), zemākā – lapu-stiebru frakcijai ( $5.80 \text{ MJ kg}^{-1}$ ), bet visa auga sausnas ražai –  $6.60 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

Kopproteīna saturs (4. att. pa labi) kukurūzas ražā nebija augsts: vidēji visiem hibrīdiem pētījumu periodā –  $72 \text{ g kg}^{-1}$ . Kopproteīna saturs pakāpeniski samazinājās katrā nākamajā novākšanas reizē, t.i., līdz ar dienu skaitu no sējas līdz novākšanai palielināšanos. Pētījumā, kad kukurūzas novākšanu uzsāka 1. septembrī, konstatēja būtisku negatīvu sakarību starp vidējo dienu skaitu no sējas līdz novākšanai un kopproteīna saturu zaļmasas ražā ( $n=4$ ,  $r=0.98 > r_{0.05}=0.95$ ). Šo sakarību apraksta regresijas vienādojums  $y=-0.358x+118.04$  ( $p<0.05$ ); determinācijas koeficienta vērtība  $R^2=0.97$  liecina par ciešu sakarību. Arī dispersijas analīzes rezultāti norāda uz nozīmīgu novākšanas laika ietekmi uz kopproteīna saturu ražā ( $\eta=31\%$ ,  $p<0.05$ ). Būtiska ietekme uz šo rādītāju bija arī ražas gada agrometeoroloģiskajiem apstākļiem un hibrīdam ( $\eta=12\%$ ,  $p<0.05$ ).

Visi aprakstītie kvalitātes rādītāji trijos (2006.–2008. g.) no četriem pētījumu gadiem būtiski ( $p<0.01$ ) korelēja ar sausnas saturu kukurūzas zaļmasā (4. tabula). 2005. gadā, kad kukurūza nosala jau 17. un 18. septembrī, sakarība ar NDF un ADF saturu

un NEL netika atzīmēta, jo, kaut gan pēc salnām sausnas saturs zaļajā masā turpināja palielināties, palielinājās arī NDF un ADF (3. att.) saturs, bet NEL samazinājās (4. att.).

## Diskusija

Pareiza kukurūzas novākšanas laika izvēle līdztekus pareizai sējas laika, hibrīda u.c. agronomisko regulējamo faktoru izvēlei ir viens no atslēgas faktoriem, kas padara kukurūzas audzēšanu rentablu (Lucāns, 1960; Lauer, 2003), jo augstāka raža pie vienu un to pašu līdzekļu ieguldījuma vienmēr nodrošina zemāku produkcijas pašizmaksu. Iegūtie rezultāti apstiprināja hipotēzi, ka kukurūzas novākšanas laika novilcināšana vismaz līdz tās nosalšanai septembrī vai, ja salnas nenovēro, līdz septembra beigām, ir saistīta ar ievērojamu ražas palielinājumu. Šādi rezultāti par kukurūzas ražas pieaugumu līdz ar vēlāku novākšanas laiku pilnībā sakrīt ar citu pētnieku iegūtajiem datiem citās valstīs (Darby, Lauer, 2002; Wilkinson, Hill, 2003; Lewis et al., 2004) vai Latvijā iepriekšējos periodos, bet ar citiem kukurūzas hibrīdiem (Lucāns, 1960; Гринблат, 1970). Vienīgais gads, kad raža pēc 20. septembra neturpināja palielināties, bija 2005. gads, kad 17. un 18. septembra salnās kukurūza nosala. Latvijā salnas septembrī ir parasta dabas parādība, ar kurām kukurūzas audzētājam ir jārēķinās. Parasti salnu ietekmē kukurūza kļūst sausāka, bieži uz dažādām auga daļām attīstās pelējuma sēnes, kas var izdalīt dzīvnieku veselībai kaitīgus mikotoksīnus. A. Gotliebs (Gotlieb, 2004) norāda, ka mikotoksīnu piesārņojuma risks kukurūzai, kas novākta pēc



**Korelācija starp kukurūzas zaļmasas sausnas saturu un  
citiem kvalitātes rādītājiem pētījuma gados**  
**Correlation between DM content in maize yield and other quality  
parameters during the trial years**

Rādītāji / Indices	Korelācijas koeficienti pētījuma gados / Correlation coefficients during the trial years			
	2005	2006	2007	2008
NDF	-0.245	-0.626	-0.505	-0.720
ADF	-0.128	-0.581	-0.626	-0.874
Vālīšu īpatsvars kopējā sausnas ražā / Proportion of ear DM in the total DM yield	0.916	0.886	0.776	0.855
NEL	0.128	0.581	0.626	0.874
Kopproteīns / CP	-0.589	-0.612	-0.377	-0.397
n=64, $r_{0,05}=0.253$ , $r_{0,01}=0.333$				

salnām, ir lielāks. Tāpēc, ja kukurūza nosalusi, tā nekavējoties jānovāc, bet, ja salnas nenovēro, tad vairumā gadījumu kukurūzas novākšanu ieteicams novilcināt līdz septembra trešajai dekādei. Ļoti retos gados, kad visas sezonas laikā bijuši ļoti silti laika apstākļi un nevienmērīgs mitruma sadalījums, var gadīties, ka novākšanu jāuzsāk agrāk (ap 10. septembri) (Gaile, 2004), taču var būt arī tādi gadi, kad arī šādos apstākļos kukurūzas novākšana novilcināma iespējami vēl septembrī, kā tas bija šajā pētījumā 2006. gadā. Tādējādi vēlamo kukurūzas novākšanas laiku pareizi būtu izvēlēties atbilstoši sausnas saturam zaļmasā. Dažos gados novākšanu ar labiem panākumiem iespējams veikt oktobrī, taču kopumā oktobris kā pamatnovākšanas laiks kukurūzai ir pārāk riskants, jo mēdz būt lietains, kas apgrūtina darbu gan uz lauka, gan skābbarības tranšējā.

Pētnieki bieži uzsver izvēlētajā kukurūzas hibrīda nozīmi augstas ražas ieguvē, taču šajā pētījumā izmantoto četru hibrīdu rezultāti 95% būtiskuma līmenī nepierādīja hibrīda ietekmi uz vidējo iegūstamās sausnas ražas apjomu, kas varētu būt saistīts ar to, ka kukurūzu sēja 4 dažādos termiņos. Nekonstatēja arī mijiedarbības „hibrīds×novākšanas laiks” ietekmi uz ražas apjomu 95% būtiskuma līmenī, kas sakrīt ar citu pētnieku atziņu, ka dažādu kukurūzas hibrīdu raža un kvalitāte atkarībā no novākšanas laika mainās līdzīgi (Darby, Lauer, 2002).

Iegūtā kukurūzas raža ir nozīmīgs rādītājs, bet ražas kvalitāte ir pat svarīgāka, ja ražu izmanto

augstproduktīvu govju ēdināšanā. Tā kā Latvija atrodas kukurūzas audzēšanas robežapgabalā un tai raksturīgs samērā vēss klimats, tad sausnas saturs zaļmasā tiek atzīts par ļoti nozīmīgu kvalitātes rādītāju, jo ir svarīgi, lai skābbarības blīvēšanas procesā neaizplūstu vērtīgā augu sula. Valstīs ar kukurūzas audzēšanai piemērotākiem apstākļiem uzskata, ka labas kvalitātes skābbarību var sagatavot, izmantojot kukurūzu samērā plašā gatavības intervālā – ar sausnas saturu zaļmasā 28–42% (280–420 g kg<sup>-1</sup>) (Ettle, Schwarz, 2003; Lauer, 2003; Lewis, Coc, Cherney, 2004; Mahanna, 2005). Ir autori, kuri uzskata, ka augstāko ražu ar labāko kvalitāti tomēr nodrošina kukurūzas raža ar šaurāku sausnas satura intervālu – 30–35% (300–350 g kg<sup>-1</sup>) (Wiersma, Carter et al., 1993; Bal, Coors, Shaver, 1997; Darby, Lauer, 2002). Latvijā, lai iegūtu kukurūzas ražu ar šādu sausnas saturu, ļoti precīzi jāievēro audzēšanas tehnoloģija – gan sējas, gan novākšanas laiks –, jāizvēlas atbilstoši agrīns hibrīds un jāievēro citas kukurūzas agrotehniskās prasības. Tā kā arī šis pētījums pierādīja, ka gada agrometeoroloģiskajiem apstākļiem (skatīt faktora „gada agrometeoroloģiskie apstākļi” ietekmes īpatsvarus sadaļā „Rezultāti”) ir liela nozīme gan kukurūzas ražas, gan kvalitātes nodrošināšanā, tad Latvijas apstākļos pašreiz ir izvirzīts mērķis novākt kukurūzu ar sausnas saturu  $\geq 250$  g kg<sup>-1</sup> (Gaile, 2004). Šī pētījuma rezultāti liecina, ka, izvēloties atbilstoša agrīnuma hibrīdus (šajā pētījumā to agrīnums bija robežās no FAO 160

(‘Earlystar’) līdz FAO 210 (‘Tango’), arī Latvijas apstākļos pēc 20. septembra iespējams vākt tādu kukurūzas ražu, kādu par pietiekami nobriedušu skābbarības gatavošanai atzīst pētnieki citās valstīs (Keady, 2005), t.i., ar sausas saturu, kas lielāks par 280 g kg<sup>-1</sup>. Arī agrākos gados Latvijā veiktajos pētījumos secināts, ka, novilcinot novākšanas laiku, var iegūt kukurūzas ražu ar augstāku sausas saturu (Lucāns, 1960; Гринблат, 1970). Tomēr jāatzīmē, ka J. Lucāna pētījumos konstatētais sausas saturs pat pēdējā novākšanas reizē (25. septembrī) bija tikai 17%, un arī G. Grīnblata pētījumos tikai atsevišķi visagrīnākie hibrīdi nodrošināja ražu ar sausas saturu, kas bija lielāks par 25%, un arī tad ne visos gados.

Šie pētījumi kontekstā ar manu pētījumu norāda uz selekcijas attīstības lielo nozīmi pietiekami agrīnu un tajā pašā laikā augstražīgu hibrīdu izveidē, kas pieļauj augstas kvalitātes ražas ieguvu arī Latvijā un līdzīgos apstākļos. Vēlāka laika pētījumos Latvijā (Runce, 1994 – nepublicēts materiāls; Slokenberga, 1996) pausta atziņa, ka kukurūzas nosaldēšana salnās var palielināt sausas saturu zaļmasā. Taču pēc šo pētījumu metodikas kukurūza Skrīveros tika vākta pirms salnām, 18.–21. septembrī, un pēc tam to salīdzināja ar kukurūzu, ko vāca pēc salnām, kuras dažādos gados novēroja dažādos datumos (nākamais novākšanas datums: 07.10.93., 11.10.94. un 25.09.95.) (Slokenberga, 1996). Tādējādi sausas saturu ietekmēja ne tikai auga nosalšana un tai sekojošā auga izžūšana, bet arī laika intervāls no 18.–21. septembra līdz salnām (piem., no 21.09. līdz 07.10. ir 16 dienas), ko papildus atvēlēja kukurūzas nobriešanai. Tādējādi uzskatu, ka nav korekti apgalvot, ka tikai nosaldēšana veicina sausas satura ievērojamu palielināšanos (1993. un 1995. gadā attiecīgi par 3.6% un 3.5% jeb 36 un 35 g kg<sup>-1</sup>, bet 1994. gadā pat par 4.6% jeb 46 g kg<sup>-1</sup>). Manā pētījumā, kad salnas nenovēroja trijos no četriem gadiem, sausas saturs zaļmasā 10 dienu laikā, no 20. septembra līdz 30. septembrim, vidēji palielinājās par 35 g kg<sup>-1</sup>.

Daudzi pētnieki augstas ražas ieguvu un tās kvalitāti saista ar graudu saturu ražā. Šajā pētījumā nav noteikts graudu īpatsvars kopējā visa auga ražā, bet gan vālišu (graudi+serdes) sausas ražas īpatsvars. Graudu vai, mūsu gadījumā, vālišu īpatsvara pieaugums ražā saistāms ar kopējās kvalitātes uzlabošanos. Kukurūza ir interesants barības līdzeklis arī tāpēc, ka, tai nobriestot (vēlāks novākšanas laiks) un lapu–stiebru frakcijas sagremojamībai samazinoties, kukurūzas kopējā

enerģētiskā vērtība un kvalitāte parasti pat palielinās uz graudos uzkrātās cietes rēķina (Mahanna, 2005). Ja kukurūzu novāc pārāk agri, vālišu īpatsvars kopējā sausas ražā ir ļoti zems (piemēram, šajā pētījumā 1. septembrī tas vidēji bija 346 g kg<sup>-1</sup>). Līdz ar novākšanas laika novilcināšanu vālišu un līdz ar to arī graudu īpatsvars ražā palielinās, pēdējā novākšanas reizē sasniedzot vidēji 558 g kg<sup>-1</sup>. Šie rezultāti sakrīt ar citu pētnieku datiem (Wilkinson, Hill, 2003), kas arī iegūti, pēc viņu uzskata, kukurūzas audzēšanas robežapgabalā (Anglijā).

Nozīmīgi kvalitāti raksturojoši rādītāji ir kokšķiedras frakciju NDF un ADF saturs kukurūzas ražā – tie līdz ar kukurūzas nogatavošanos samazinās. Tas novērots arī šajā pētījumā LLU MPS „Vecauce” trijos no četriem izmēģinājumu gadiem (2006.–2008. g.) (3. att.). NDF ir apgriezti proporcionāla sausas apēdamībai, bet ADF – apgriezti proporcionāla sausas sagremojamībai, tādēļ vēlams, lai šo rādītāju vērtības būtu zemākas. Dažādās gatavības pakāpēs novāktas kukurūzas NDF un ADF saturs var ievērojami atšķirties, piemēram, J.G. Coors un kolēģi (Coors et al., 1997 – citēts no Darby, Lauer, 2002) novērojuši NDF izmaiņas robežās 479–701 g kg<sup>-1</sup>, un ADF izmaiņas robežās 235–377 g kg<sup>-1</sup>. Manā pētījumā līdz 20. septembrim vidēji pētījumu periodā nevienam hibrīdam neatzīmēja par 500 g kg<sup>-1</sup> zemāku NDF saturu; arī 20. septembra novākšanas reizē tikai ‘Earlystar’ un ‘RM-20’ ražā tas bija zemāks par 500 g kg<sup>-1</sup>, savukārt vēlīnajam hibrīdam ‘Cefran’ arī 30. septembrī vāktajā ražā NDF saturs vidēji bija 514 g kg<sup>-1</sup>. To varētu izskaidrot tādējādi, ka pat šajos, Latvijas apstākļiem samērā vēlīnajos, novākšanas termiņos kukurūza atbilstoši sausas saturam zaļmasā (zemāks par 300 g kg<sup>-1</sup>) nav sasniegusi brieduma pakāpi, ko par piemērotāko novākšanai atzīst kukurūzas audzēšanai labvēlīgākās zonās. Kaut gan ir autori, kas norāda, ka kukurūzas kvalitātes izmaiņas ir saistāmas ar konkrēta hibrīda ģenētiskajām īpatnībām (Mahanna, 2005), tomēr ir arī autori, kuru pētījumu rezultāti liecina, ka dažādu hibrīdu kvalitāte, ja tie novākti vienādā attīstības stadijā, mainās salīdzinoši maz (Darby, Lauer, 2002). Šajā pētījumā NDF satura atšķirības starp hibrīdiem drīzāk varētu izskaidrot ar to dažādo gatavības pakāpi konkrētā novākšanas datumā, nevis ar ģenētiski noteiktām atšķirībām lopbarības kvalitātē.

Līdzīgas izmaiņas atzīmētas ADF saturam: agrīnāko hibrīdu un vēlīnākos termiņos (3. att.) novāktas ražas ADF saturs bija zemāks. Pilnībā

atšķirīgi bija novērojumi 2005. gadā, kad NDF un ADF saturs pēc salnām nevis samazinājās, bet gan palielinājās, kas izskaidrojams ar to, ka miglains un mitrs laiks, kā arī lietus pēc salnām bija veicinājis barības vielu izskalošanos no nosalušajām lapām. Lapu–stiebru frakcijas barotājvērtība bija samazinājusies un NDF un ADF koncentrācija šajā auga daļā tik strauji bija palielinājusies, ka pat vālišu (graudu) frakcijas īpatsvara pieaugums to nebija spējis kompensēt. Līdzīgi rezultāti, kad tāpat pašās sezonas beigās NDF un ADF saturs nevis turpināja samazināties, bet gan palielinājās, tika iegūti 2002. gadā iepriekšējā pētījumu periodā (Gaile, 2004). To konkrētajā gadījumā varēja izskaidrot ar pārāk nogatavojušās (graudi nogatavojās līdz cietgatavībai) kukurūzas novākšanu. Arī citi autori norāda, ka palielināts NDF un ADF saturs kukurūzas ražā novērojams gan tad, ja to vāc pārāk nenobriedušu, gan arī tad, ja tā jau ir pārāk gatava (Darby, Lauer, 2002). Tāpat kā līdz ar vēlāku novākšanas laiku samazinājās ražas NDF un ADF saturs, arī kopproteīna saturs samazinājās visos četros pētījuma gados. Šāds novērojums sakrīt gan ar manu iepriekšējo pētījumu rezultātiem (Gaile, 2004), gan ar citu autoru datiem, kuri analizējuši kukurūzas kvalitātes izmaiņas, tai nobriestot (Darby, Lauer, 2002; Lewis et al., 2004). Kopproteīna saturs turpināja samazināties arī pēc salnām 2005. gadā.

Kukurūzas enerģētiskajai vērtībai jābūt būtiski augstākai par 6 MJ kg<sup>-1</sup>, bet visaugstāko vērtību tā parasti sasniedz tad, ja kukurūzu novāc ar 280–350 g kg<sup>-1</sup> lielu sausnas saturu. Kukurūza ir interesants barības līdzeklis arī no enerģētiskā viedokļa: agrīnākās novākšanas stadijās enerģētisko vērtību nodrošina galvenokārt labi sagremojamā lapu–stiebru frakcija, bet vēlāk, kad lapu–stiebru frakcijas sagremojamība pazeminās, enerģētiskā vērtība, uzkrājoties graudos cietei, var pat palielināties (Mahanna, 2005). Pētnieki Polijā (Kowalik, Michalski, 2003) secinājuši, ka enerģija kukurūzas skābbarības sausnā palielinās par 8–10%, ja novākšanu novilcina un ja, kukurūzai nobriestot, sausnas saturs ražā palielinās. Šajā pētījumā Latvijas apstākļos audzētās kukurūzas enerģētiskā vērtība bija nedaudz zemāka par citos apstākļos audzētas kukurūzas enerģētisko vērtību. Piemēram, Dienvidvācijā NEL vērtības sasniedza 6.9–7.2 MJ kg<sup>-1</sup>, ja sausnas saturs novāktajā zaļmasā bija 300–320 g kg<sup>-1</sup> (30–32%) (Ettle, Schwarz, 2003). Latvijas apstākļos kukurūzas visa auga ražas NEL vērtība, kas lielāka par 7 MJ kg<sup>-1</sup>, reti ir novērota, piemēram, šajā pētījumā 2008. gadā visa auga ražā tikai visagrīnākajam hibrīdam ‘Earlstar’,

to sējot agri (25.04. un 05.05.) un novācot ap 20. septembri vai vēlāk. B. Mahanna (2005) uzskata, ka ļoti būtiska loma kukurūzas kvalitātes veidošanā ir ne tikai audzēšanas vietai, bet arī katras sezonas laika apstākļiem: laika apstākļi pirms kukurūzas ziedēšanas ietekmē ne tikai auga garumu (līdz ar to ražas apjomu), bet arī kokšķiedras kvalitāti, savukārt laika apstākļi pēc ziedēšanas (kukurūzas nobriešanas laikā) ietekmē kopējo sausnas sagremojamību. Arī Vecaucē veiktā pētījuma rezultāti norāda uz būtisku pētījuma gadu apstākļu ietekmi uz visiem aprakstītajiem rezultātīvajiem rādītājiem, t.sk. NEL ( $\eta=57\%$ ).

Pētījumā LLU MPS ‘Vecauce’ konstatētās korelācijas starp sausnas saturu un citiem kvalitāti raksturojošiem rādītājiem (4. tabula) trijos no četriem pētījumu gadiem matemātiski apstiprina iepriekš aprakstītos novērojumus, ka, kukurūzai nobriestot un sausnas saturam palielinoties (šajā pētījumā – to novācot vēlāk), NDF, ADF un kopproteīna saturs ražā samazinās, bet vālišu īpatsvars kopējā sausnas ražā un ražas NEL – palielinās. Šie rezultāti sakrīt ar citu pētnieku darbiem, kuros aprakstītas līdzīgas kvalitātīvo rādītāju izmaiņas, kas novērotas, sausnas saturam kukurūzā palielinoties vēlāka novākšanas laika (kukurūzas nobriešanas) rezultātā (Darby, Lauer, 2002; Lewis, Coc, Cherney, 2004). Korelācijas starp sausnas saturu kukurūzas ražā un NDF un ADF saturu, kā arī NEL nenovēroja 2005. gadā, jo kukurūzas nosalšanas rezultātā šo rādītāju vērtības, neskatoties uz sausnas satura turpmāku palielināšanos, izmainījās pretējā virzienā: NDF un ADF saturs atkal palielinājās, bet NEL – samazinājās. Šāds novērojums uzskatāmi liecina, ka pēc salnām kukurūza nekavējoties jānovāc, ko uzsver arī citi pētnieki (Schroeder, 2004; Gotlieb, 2004).

## Secinājumi

1. Kukurūzas novākšanas laika novilcināšana līdz septembra trešajai dekādei gados, kad nenovēroja salnas, nodrošināja aptuveni 1 t ha<sup>-1</sup> lielu sausnas ražas pieaugumu vidēji 10 dienās. Labākais ražas novākšanas laiks vidēji varētu būt septembra trešā dekāde, taču konkrētā gadā tas būtu jāizvēlas, nosakot sausnas saturu zaļmasā.
2. Jo vēlāk septembrī novāca kukurūzu, jo lielāks bija tās sausnas saturs, kas vidēji pētījuma periodā četriem izmēģinājumā pētītiem hibrīdiem 30. septembrī sasniedza 305 g kg<sup>-1</sup>. Tādējādi, precīzi ievērojot kukurūzas audzēšanas prasības un izvēloties pareizu novākšanas laiku konkrētā sezonā, vidēji katru gadu iespējams

- iegūt ražu ar sausnas saturu  $\geq 250$  g kg<sup>-1</sup>, bet audzēšanai labvēlīgos gados – pat ar sausnas saturu  $\geq 280$  g kg<sup>-1</sup>.
3. Ražas un tās kvalitātes rādītāju izmaiņu raksturs bija atkarīgs no konkrētās sezonas meteoroloģiskajiem apstākļiem, starp kuriem būtiska nozīme bija rudens salnām līdz kukurūzas novākšanai. Ja kukurūza nenosala rudens salnās, tad, palielinoties sausnas saturam ražā, uzlabojās arī citi kvalitātes rādītāji: NDF un ADF saturs sausnā samazinājās, bet NEL – palielinājās. Stipras salnas (2005. g.) ne vien apturēja turpmāku kukurūzas ražas pieaugumu, bet arī izraisīja atsevišķu kvalitātes rādītāju pasliktināšanos: strauji palielinājās NDF un ADF saturs, bet samazinājās ražas NEL. Teorētiski, kukurūzu pēc salnām ilgstoši nenovācot, tās piesārņojuma risks ar mikotoksīniem palielinās. Pelējuma sēņu savairošanās pēc salnām un to izdalītie mikotoksīni ir temats turpmākiem pētījumiem, taču šādu pētījumu iespējas lauka apstākļos ierobežo rudens salnu neregularitāte.
  4. Vāļišu īpatsvars kopējā sausnas ražā lineāri palielinājās neatkarīgi no tā, vai kukurūza nosala vai nenosala rudens salnās. Toties kopproteīna saturs ražā līdz ar vēlāku novākšanas laiku vienmēr samazinājās, kas ir neizbēgami, ja vēlas panākt citu rādītāju uzlabošanu kvalitātīvas skābbarības sagatavošanai.
  5. Gaile, Z. (2007) Harvest time effect on yield and quality of maize (*Zea mays* L.) grown for silage. *Agronomijas Vēstis*, No. 10, 104–111.
  6. Gaile, Z. (2008a) Effect of harvest timing on maize (*Zea mays* L.) quality. *Multifunctional Grasslands in a Changing World. Proceedings of "21<sup>st</sup> International Grassland Congress, 8<sup>th</sup> International Rangeland Congress"*, China. Volume II, Guangzhou, China, Guandong People's Publishing House, p. 703.
  7. Gaile, Z. (2008b) Quality of forage maize (*Zea mays* L.) depending on sowing time in Latvia. *Grassland Science in Europe*, Vol. 13, 459–461.
  8. Gotlieb, A. (2004) Mycotoxins in silage: a silent loss in profits: [www.uvm.edu/pss/vtcrops/?Page=articles/Mycotoxins.html](http://www.uvm.edu/pss/vtcrops/?Page=articles/Mycotoxins.html) – Resurss aprakstīts 2010. gada 25. novembrī.
  9. Herrmann, A., Kornher, A., Taube, F. (2005) A new harvest time prognosis for forage maize production in Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 130, No. 1–2, 95–111.
  10. Keady, T.W.J. (2005) Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: effect on animal performance. Silage production and utilisation. *Proceedings of the XIV International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress*. Eds R.S. Park, M.D. Stronge. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, 65–82.
  11. Kowalik, I., Michalski, T. (2003) The influence of some agrotechnical factors on the fodder value of the maize silage. *Prace z Zakresu Nauk Rolniczych*, 95, 111–120.
  12. Lauer, J. (2003) Keys to higher corn forage yields: <http://www.uwex.edu/ces/forage/wfc/proceedings2003/cornsilageyields.htm> – Resurss aprakstīts 2010. gada 25. novembrī.
  13. Lewis, A.L., Coc, W.J., Cherney, J.H. (2004) Hybrid, maturity, and cutting height interaction on corn forage yield and quality. *Agron. J.*, 96, 267–274.
  14. Lucāns, J. (1960) Kukurūzas audzēšanas rezultāti Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas mācību un pētījumu saimniecībā "Vecauce" no 1954. līdz 1959. gadam. *Kukurūza Padomju Latvijā*. Red. V. Kozlovskis. Rīga, Latvijas Valsts izdevniecība, 31–40.
  15. Mahanna, B. (2005) Managing corn silage from seed to feed. *Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference*. USA, Nevada, Reno, 83–96.

## Literatūra

1. Bal, M.A., Coors, J.G., Shaver, R.D. (1997) Impact of the maturity of corn for uses as silage in the diets of cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 80, 2497–2503.
2. Darby, H.M., Lauer, J.G. (2002) Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality and preservation. *Agron. J.*, 94, 559–566.
3. Eittle, T., Schwarz, F.J. (2003) Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.*, 52, 337–349.
4. Gaile, Z. (2004) Possibility to grow early maturity corn hybrids for energetically dense silage in Latvian conditions. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*. ISBN 1-920842-21-7. Australia, Brisbane. [Elektroniskais resurss] – 1 kompaktdisks.

16. Schroeder, J.W. (2004) Corn silage management: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1253.pdf> – Resurss aprakstīts 2010. gada 25. novembrī.
17. Slokenberga, I. (1996) Pieredze agrīnās kukurūzas audzēšanā. *Zinātniskās konferences (1996. gada 7. un 8. februārī) raksti*. Sast. A. Priedītis. Jelgava, LLU, 107. lpp.
18. Wiersma, D.W., Carter, K.A., Albrecht, K.A., Coors, J.G. (1993) Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *J. Prod. Agric.*, 6, 94–99.
19. Wilkinson, J.M., Hill, J. (2003) Effect on yield and dry-matter distribution of the stay green characteristic in cultivars of forage maize grown in England. *Grass and Forage Science*, 58, 258–264.
20. Гринблат, Г. (1970) Влияние сроков уборки на повышение качества силосуемой массы. *Кукуруза и её возделывание в Латвийской ССР в экспериментальном освещении*. Дисертация на соискание учёной степени доктора с/х наук. Скривери, 341–367.

### ***Pateicība***

*Pētījums veikts, pateicoties Latvijas Zinātnes padomes granta Nr. 05.1605.3 finansējumam, bet publikācija sagatavota, pateicoties ESF projekta Nr. 2009/0225/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/129 finansējumam.*