

Agrīno kukurūzas hibrīdu kvalitāte

Quality of early maturity corn hybrids

Zinta Gaile

LLU mācību un pētījumu saimniecība "Vecauce"

Research and study farm "Vecauce", LLU

Kopsavilkums. Audzējot agrīnos kukurūzas hibrīdus skābbarībai (Gaile Z. "Agrīno kukurūzas hibrīdu novērtējums"), iegūst barību, kura apvieno sevī graudus ar augstu enerģētisko vērtību, kā arī atgremotājiem nepieciešamo sagremojamo kokšķiedru. Izmēģinājumos, kuri veikti LLU MPS "Vecauce" laika periodā no 1994. līdz 1998. gadam, pētot kopā 63 hibrīdus, paralēli hibrīdu agrinuma izpētei vērtēta arī to kvalitāte atkarībā no augu daļas. Sausnas saturs kopējā visa auga zaļmasā tikai nelielam hibrīdu skaitam sasniedzis 23-25 % un vairāk visos gados, taču tas bijis iespējams arī kukurūzas audzēšanai nelabvēlīgajā 1998. gadā pēc rudens salnām. Vālišu īpatsvars sausrā atkarībā no gada sasniedzis 32.61-53.21 %. Tas ir svarīgi, jo vāļītes ir visbagātākās ar enerģiju ($NEL = 1.783 - 1.883 \text{ Mcal kg}^{-1}$). Kopproteīna saturs līdzīgs ir lapās un vāļītes, bet mazāks stiebrs. Visām kukurūzas auga daļām raksturīga vidēja līdz ļoti laba sausnas apēdamība (DMI). Atgremotājiem nepieciešamā kokšķiedra raksturota, analizējot NDF un ADF saturu dažādās auga daļās: vislielākais tas ir stiebrs, vismazākais vāļītes. Šie ir pirmie pētījumi Latvijā, kas raksturo NDF un ADF saturu kukurūzā. Atspoguļota kukurūzas relatīvā barības vērtība (RFV), kā arī K, Ca, P saturs. Secināts, ka arī Latvijas apstākļos kukurūza ir dabas dots "pilnraciju (TMR) barības devas augs", audzējot agrīnos hibrīdus, kuriem vālišu īpatsvars sausrā tuvs vismaz 40 %.

Atslēgas vārdi: kukurūza, hibrīds, barības kvalitāte, lapas, stiebri, vāļītes.

Abstract. It is possible to make forage in which high energy density, protein and fiber for ruminants are combined by growing early maturity corn hybrids for corn silage. A field trial for the investigation of early maturity corn hybrids was carried out in RSF of LUA "Vecauce" during 1994 - 1998 (Gaile Z. "Evaluation of early maturity corn hybrids") and 63 hybrids were studied. Forage quality depending on the part of plant (leaves, stalks, corn-cobs) is reflected in this paper. Only a small part of hybrids reached the content 23-25 % of dry matter of, and even more, each year, but it happened also during the very cool 1998 vegetative season, due to fall frosts. Average per cent of corn-cobs in dry matter depending on the year was 32.61-53.21 %. It is very important as corn-cobs are a plant part with the highest energy density ($NEL = 1.783 - 1.883 \text{ Mcal kg}^{-1}$). Crude protein levels are similar in leaves and corn-cobs, but smaller in stalks. DMI ratings for all parts of the corn plant are characterised as fair up to very well. Since corn is the source of fiber necessary for ruminants the NDF and ADF are analysed. The highest NDF and ADF per cent is in stalks, the smallest – in corn-cobs. NDF and ADF for corn plants are analysed for the first time in Latvia in this paper. Index RFV is analysed although it is not a very suitable parameter for corn. Per cent of K, Ca, P is analysed in different parts of plant, too. Conclusion is made that corn in Latvia is "total mixed ration plant", but for the production of silage with high energy density hybrids have to be grown which are stable early in maturity. Per cent of corn-cobs in dry matter has to approach 40 % or more.

Key words: corn, hybrid, forage quality, leaves, stalks, corn-cobs.

Ievads

Izmantojot kukurūzu skābbarības gatavošanai, iegūst barību, kura apvieno sevī graudus ar augstu enerģētisko vērtību, kā arī atgremotājiem nepieciešamo sagremojamo kokšķiedru. Kukurūzas skābbarība, kas Latvijas apstākļos jāgatavo no agrīnajiem hibrīdiem, ir pašas dabas veidota "Total Mixed Ration" – pilnraciju barības deva [3]. Vēlamais minimālais sausnas saturs kukurūzai būtu 25 %, taču labāk, ja tas ir 28-30 % [3, 4, 5]. Šādu sausnas procentuālo sastāvu (25 %) mūsu apstākļos nav viegli sasniegt katru gadu, tāpat kā vēlamo dzeltengatavību sasniegušo vālišu īpatsvaru sausrā 40-50 %. Graudi ir vispilnīgāk sagremojamā kukurūzas auga daļa, kam seko lapas, vālišu serdes,

stiebri. Mūsdienās ir izpētīts, ka kukurūzas hibrīdu starpā ir ievērojamas atšķirības pēc tādiem svarīgiem barības kvalitātes rādītājiem kā graudu saturs, proteīna saturs, kokšķiedras saturs [3]. Tiek pētīts, kas ir svarīgāks – augsts graudu procentuālais saturs sausrā vai dažas papildus lapas uz stiebra, kas varētu palielināt masas ieguvu no hektāra, bet minimāli ietekmēt enerģijas palielināšanos [6]. Arī Latvijā lauksaimnieki tikai pēdējo 5-8 gadu laikā pievērsās augstas enerģētiskās vērtības kukurūzas skābbarības sagatavošanai. Vēl ir daudz neskaidru jautājumu gan par nozīmīgākajiem kritērijiem, pēc kuriem izvēlēties audzējamo hibrīdu, gan par nozīmīgākajiem kvalitāti raksturojošajiem rādītājiem. Bieži hibrīda izvēli

ietekmē sēklas pieejamība, kā arī tās cena. Taču nākotnē nozīmīgākais kritērijs noteikti varētu būt kukurūzas kvalitāte. Tāpēc LLU MPS "Vecauce" līdztekus kukurūzas hibrīdu agrinuma, ražības un ražu veidojošo elementu pētījumiem (Gaile Z. "Agrīno kukurūzas hibrīdu novērtējums") pētīta arī kukurūzas kvalitāte.

Materiāls un metodes

Kukurūzas hibrīdu izpētei LLU MPS "Vecauce" laika posmā no 1994. līdz 1998. gadam ierīkoti lauka izmēģinājumi, kopā vērtējot 63 dažādus hibrīdus, kas varētu būt pietiekami agrīni skābbarības ieguvei Latvijā. Metodiku par lauka izmēģinājuma iekārtošanu skatīt rakstā: Gaile Z. "Agrīno kukurūzas hibrīdu novērtējums".

Veiktas kvalitātes analīzes Igaunijā, Tartu Ag Test Lab Ltd (1994. - 1997.)

❖ Sausna kopā un pa augu daļām, % – žāvējot krāsnī 135 °C temperatūrā 2 stundas.

❖ Koppoteīns sausnā, % – noteikts pēc Kjeldāla (Cu katalizators), lietojot automātisko analizatoru 'Kjeltec Auto 1030' (Tecator).

❖ NDF – neitrāli skalotā kokšķiedra = ADF + hemiceluloze, % – atlikums pēc apstrādes ar šķīdinātāju ($\text{pH}_{\text{KCL}} = 7.0$) – nātrija laurilsulfātu un EDTA. Fibertec System 1 (Tecator).

❖ ADF – skābi skalotā kokšķiedra – ļoti lēni sagremojamā (celuloze) un nesagremojamā (lignīns) kokšķiedras daļa, % – atlikums pēc apstrādes ar šķīdinātāju ($\text{pH}_{\text{KCL}} = 2.0$) – cetil-trimetil-amonija bromīda šķīdums sērskābē. Fibertec System 1 (Tecator).

❖ Koppelni, % – paraugs tiek dedzināts mufelī-krāsnī 600 °C temperatūrā 2 stundas.

❖ P, % – pelnu izvilkumā, lietojot analizatoru 'Fiastar 5010' (Tecator).

❖ K, % – pelnu izvilkumā ar liesmas fotometriju, lietojot liesmas fotometru FPM.

❖ Ca, % – pelnu izvilkumā, lietojot analizatoru 'Fiastar 5010' (Tecator).

❖ DMI, % – sausas apēdamība % no govju dzīvmasas; $\text{DMI} = 120 / \text{NDF} \% \text{ sausnā}$.

❖ Sagremojamā sausna (DDM) – $\text{DDM} \% = 88.9 - (0.779 \times \text{ADF} \% \text{ sausnā})$.

❖ RVF – relatīvā barības vērtība $\text{RVF} = \text{DMI} \times \text{DDM} / 1.29$.

❖ Sagremojamā enerģija DE – $\text{DE Mcal} / \text{kg} = \text{DDM} \% \times 0.04409$.

❖ Neto enerģija laktācijā NEL – $\text{NEL Mcal} / \text{kg} = 0.0245 \times \text{DDM} \% - 0.12$.

1998. gadā līdzekļu trūkuma dēļ tika noteikta tikai sausna % zaļajā masā.

Rezultātu analīzei izmantoti daži variāciju statistikas raksturlielumi, dispersijas analīze, korelāciju analīze.

Rezultāti un to analīze

Sausnas saturs zaļmasā un atsevišķi pa augu daļām

Skaidrs, ka kvalitatīvas skābbarības gatavošanai vēlams sausas saturs kopējā visa auga zaļmasā ir vismaz 25 %, bet tas nav viegli sasniedzams mērķis [5]. Sausna vidēji visiem hibrīdiem virs 22 % gan bijusi visos gados, taču virs 25 % tā bijusi tikai netipiski siltajā 1997. gadā (34.58 %), bet ap 24 % 1995., 1996. gados (1. tabula). Tikai nelielam skaitam hibrīdu sausas procentuālais sastāvs zaļmasā dažādos gados bijis 23-25 % vai augstāks (1. tabula). Kukurūzai nelabvēlīgajā 1998. gadā sausas saturu 24-25 % un augstāku sasnieguši KWS hibrīdi Husar, Loft un Pioneer Hi Bred International, Inc. hibrīdi 3995, Eslia, Hybrid 1, Hybrid 2. Tie ir hibrīdi, kam FAO skaitlis zemāks par 200, visi minētie ir kramveida kukurūzas hibrīdi.

Literatūrā minēts [6], ka lapu sausas procentuālais sastāvs visprecīzāk raksturo kopējo visas zaļmasas sausas saturu. Taču mūsu apstākļos korekciju var ieviest, piem., kukurūzas apsaldēšana salnās vai citi apstākļi, kas atšķiras no tradicionālajiem kukurūzas audzēšanas apgabaliem, kā tas novērots 1996. gadā, kad sausas saturs lapās bija 29.48 %, bet visa auga zaļmasā – 24.06 %. 1997. gadā, kas bija netipiski silts, lapu sausna vidēji visiem hibrīdiem bija 34.07 %, kas ļoti tuvs visas zaļmasas sausas saturam: 34.58 % (1. tabula). 1994. gadā lapu un visa auga zaļmasas sausas procentuālais saturs atbilstoši bija 21.45 un 22.25 %, bet 1995. gadā – 19.02 un 23.85 %. Lapu sausas raža kopā ar vālišu seglapām vidēji pa gadiem ir 31 % no kopējās sausas ražas, taču rādītājs variē pa gadiem: 27-35 %. Literatūrā minēts, ka lapu raža (bez seglapām) sastāda 15-25 % no kopējās sausas ražas, seglapas – 6-8 % [3]. Stiebru vidējais sausas saturs ir viszemākais, vidēji pa gadiem 16.19 % (15.27-16.97 %). Tas ir vismazāk variējošais sausas procentuālais sastāvs pa gadiem: variāciju koeficients ir 12 %. Stiebru sausas raža vidēji pa gadiem ir 26 % no kopējās sausas ražas, literatūrā minēts, ka tā varētu būt 17-40 % [3].

Vālišu īpatsvars augstas kvalitātes skābbarībā būtu vēlams 40-60 %, vidēji pa gadiem un hibrīdiem tas bijis 43 %, taču, protams, tas plaši variē atkarībā no hibrīda un gada meteoroloģiskajiem apstākļiem (1. tabula). Literatūrā minēts, ka graudu īpatsvars kopējā sausas ražā variē 20-50 % robežās, bet vālišu serdes 6-10 % robežās [3].

Minētais salīdzinājums ar literatūru liecina, ka sausas procentuālais sastāvs dažādās kukurūzas auga daļās, kā arī augu daļu īpatsvars kopējā iegūtajā sausas masā ievērojami variē ne vien mūsu agroklimatiskajos apstākļos, bet arī citos kukurūzas audzēšanas reģionos.

Kukurūzas barības kvalitātes raksturojums

Kopproteīns visās auga daļās vidēji visiem hibrīdiem ir maz līdz vidēji variējošs rādītājs (2. tabula). Vismazāk kopproteīna ir stiebru sausrnā, kur vērojama arī lielāka variācija atkarībā no hibrīda ($V = 12-20\%$). Lapu un vālišu sausrnā ir samērā līdzīgs kopproteīna saturs. Visās auga daļās kopproteīna saturs bija atkarīgs no audzēšanas apstākļiem konkrētā gadā, piemēram, 1997. gadā, kad kukurūza tika novākta visgatavākā, kopproteīna saturs visās auga daļās bija viszemākais. Pēc literatūras datiem kopproteīna saturu vairāk ietekmē apkārtējās vides apstākļi nekā hibrīds [1].

Neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF) ir apgriezti proporcionāls lielums sausrnas apēdamībai [2]. Visvairāk NDF ir stiebrs, arī lapās, vismazāk vālitēs (2. tabula). Lapu ($V = 2-6\%$) un stiebru ($V = 4-11\%$) NDF ir maz variējoša atkarībā no hibrīda. Vālišu NDF saturs sausrnā atkarībā no hibrīda pa gadiem variē vairāk, jo nelabvēlīgos gados vālišu gatavības pakāpe ir izteikti atkarīga no hibrīda agrīnuma. Piemēram, 1996. gadā vālišu NDF satura $V = 27\%$, jo arī sausrnas saturs vālitēs, kas raksturo vālišu gatavības pakāpi, variēja plašās robežās atkarībā no hibrīta (1. tabula).

Skābi skalotā kokšķiedra (ADF) ietver sevi nesagremojamo (lignīns) un ļoti lēni sagremojamo (celuloze) kokšķiedras daļu un ir apgriezti proporcionāla barības sagremojamībai [2]. Ja lignīna saturs palielinās par 1% , sagremojamība samazinās par $3-4\%$ (Olesk Mai, 1997. – referāts starptautiskā seminārā LLU MPS "Vecauce"). Arī ADF visvairāk ir lapās un stiebrs, maz vālitēs, kas sakrīt ar literatūras datiem par kukurūzas sagremojamību (skat. Ievadu). Tāpat kā NDF, arī ADF procentuālais sastāvs atkarībā no hibrīda stiebrs un lapās variē maz, vālitēs vairāk (2. tabula). Tas liecina, ka stiebru un lapu brieduma pakāpe dažādiem hibrīdiem (agrīnākiem un nedaudz vēlinākiem) atšķiras mazāk kā vālišu gatavības pakāpe.

Koppelni atkarībā no hibrīda ir vidēji variējošs rādītājs visām auga daļām ($V = 10-23\%$), bet to procentuālais sastāvs vismazākais ir vālitēs (2. tabula).

Vērtējot **fosfora, kālija un kalcija** saturu (2. tabula), vismazāk variējošais rādītājs ir P saturs, kas visstabilākais ir vālitēs. K variāciju koeficienti atkarībā no hibrīda ir lieli ($V = 17-28\%$), bet Ca – ļoti lieli ($23-85\%$) atkarībā no hibrīda un atkarībā no auga daļas. Jādomā, ka šo elementu saturu augos lielā mērā ietekmē arī apkārtējās vides apstākļi.

Sausrnas apēdamība % no govs dzīvmasas (DMI) lapām un stiebriem ir samērā līdzīga (2. tabula) un maz variējoša atkarībā no hibrīda. Vislielākā sausrnas apēdamība, protams, ir vālitēs, taču, tāpat kā vālišu NDF un ADF, šis rādītājs ievērojami vairāk variē atkarībā no hibrīda. Tāpat vālišu apēdamība ir atšķirīga pa gadiem, salīdzinot ar lapu un stiebru apēdamību, jo vālišu gatavības pakāpe atkarībā no hibrīda ir daudz atšķirīgāka kā lapu un stiebru brieduma pakāpe.

Sausrnas apēdamībai vēlams būt vismaz 2% (Whitelock Lindell, 1998. – referāts starptautiskā seminārā LLU MPS "Vecauce"). Lapu un stiebru apēdamība ir tuva šim rādītājam, bet vālitēs tā ir apmēram 2 reizes lielāka (2. tabula).

Relatīvā barības vērtība (RFV) ir indekss, kas sevi ietver barības apēdamību un sagremojamību, rādītājus, kas vislabāk raksturo lopbarības kvalitāti. RFV aprēķins pamatojas uz NDF un ADF, bet neņem vērā kopproteīnu. Kukurūzai šo indeksu lieto ļoti reti, parasti RFV lieto zāles lopbarībai, lai salīdzinātu dažādus barības līdzekļus un novērtētu to cenu [2]. Jo augstāks NDF un ADF saturs, jo zemāka sausrnas apēdamība un sagremojamība un rezultātā – zemāka RFV. Vismazākā RFV ir stiebriem, nedaudz augstāka lapām un, protams, visaugstākā vālitēs (2. tabula), īpaši 1997. gadā. Šajā gadā graudi vālitēs bija ļoti gatavi, sausrnas saturs visa auga zaļmasā 34.58% . Gatavojot skābbarību no šādas kukurūzas, pastāv risks, ka daļa graudu tajā būs veseli, un tiem ir lielas iespējas nesagremotiem nonākt kūsmēslos [4]. Variāciju koeficienti atkarībā no hibrīda vislielākie visos gados ir vālišu RFV ($14-31\%$) to pašu iemeslu dēļ kā iepriekš NDF, ADF, DMI variāciju koeficienti.

Stiebru NDF, ADF, RFV vērtības liecina par vidēju līdz augstu šīs augu daļas kvalitāti 1994. - 1996. gados. Kvalitāte bija zemāka 1997. gadā, kad hibrīdi skābbarības ieguvei jau bija pārāk gatavi – lapas un stiebi bija sākuši dabīgi nokalst, kā tas notiek labībām nogatavojoties.

Sagremojamā enerģija (DE) un neto enerģija laktācijā (NEL) raksturo barības līdzekļa enerģētisko vērtību. Enerģijas nodrošinājums ir vienlīdz svarīgs gan ķermeņa funkciju nodrošināšanai, gan produkcijas ražošanai. Ph. D. Roberts Kaisers no Viskonsīnas universitātes ASV (1997. – referāts starptautiskā seminārā LLU MPS "Vecauce") uzskata, ka galvenais rādītājs, kas raksturo lopbarības kvalitāti, ir tās enerģētiskā vērtība, kaut gan svarīga ir arī proteīna un enerģijas sabalansētība. NEL lieto, lai raksturotu enerģijas nepieciešamību laktējošām govīm. Enerģētiskā vērtība ir apgriezti proporcionāla ADF līmenim sausrnā. Enerģētiski vispiesātinātākās ir vālitēs (3., 4. tabulas). Atkarībā no hibrīda variācija ir ļoti niecīga ($V = 2-4\%$), tātad, kopā ņemot, enerģētiskā vērtība būs lielāka hibrīdiem, kuriem lielāks vālišu īpatsvars sausrnā (1. tabula). Tas vēlreiz apliecina, ka, izvēloties hibrīdu, jāvērs uzmanību uz tā agrīnumu jeb spēju sasniegt dzeltengatavību un augstu vālišu īpatsvaru sausrnā regulāri katru gadu, nevis tikai optimālos apstākļos. Vismazākā enerģētiskā vērtība ir stiebriem (3., 4. tabulas), jo tie satur visvairāk ADF, arī variācija, atkarībā no hibrīda ir vislielākā ($V = 4-6\%$). Lapu enerģētiskā vērtība ir nedaudz augstāka nekā stiebriem, bet ievērojami zemāka nekā vālitēs (3., 4. tabulas). Lapu enerģētiskā vērtība atkarībā no hibrīda ir

Kukurūzas hibrīdu sausas saturs zaļmasā, sausas saturs vālišu zaļmasā, vālišu īpatsvars saussnā
Per cent of dry matter of the whole plant, of corn-cobs and per cent of corn-cobs in dry matter

Hibrids / Hybrid	Sausnas saturs zaļmasā / Dry matter content of the whole plant, %					Sausnas saturs vālišu zaļmasā / Dry matter content of corn-cobs, %				Vālišu īpatsvars saussnā / Percent of corn-cobs in dry matter, %			
	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1994.	1995.	1996.	1997.	1994.	1995.	1996.	1997.
RGE 154	22.94	22.65	24.62	33.57	-	43.55	45.93	44.09	57.33	43.57	51.26	33.73	53.47
RGE 154 L	-	-	22.25	34.03	-	-	-	38.55	53.28	-	-	32.29	45.90
RGE 156	23.06	24.50	23.06	-	-	38.35	43.49	41.98	-	40.38	54.85	41.84	-
RGE 162	23.43	-	24.61	35.07	-	40.77	-	42.26	57.22	41.21	-	37.59	54.37
RGE 164	22.81	23.63	23.68	33.73	-	35.99	43.46	37.15	56.98	41.92	51.62	31.05	56.17
RGE 177	-	-	21.30	40.81	-	-	-	34.53	50.60	-	-	37.69	50.76
Bemo - 181	22.40	24.33	-	-	-	38.28	38.84	-	-	44.24	50.68	-	-
Koļektivna	-	-	25.31	35.28	-	-	-	41.81	54.92	-	-	38.25	56.28
ZLTK - 196	-	-	-	28.94	21.23	-	-	-	42.84	-	-	-	49.97
3951	-	-	24.19	31.62	23.36	-	-	40.01	55.45	-	-	35.59	56.94
3979	-	-	22.84	32.80	18.96	-	-	37.21	56.20	-	-	39.24	55.93
3995	-	-	25.21	38.30	25.03	-	-	43.01	56.96	-	-	44.57	56.69
Eslia	-	-	-	-	25.23	-	-	-	-	-	-	-	-
Hybrid 1	-	-	-	-	24.56	-	-	-	-	-	-	-	-
Hybrid 2	-	-	-	-	24.15	-	-	-	-	-	-	-	-
Husar	-	28.27	29.83	34.47	26.28	-	47.58	45.45	56.83	-	59.41	37.86	51.95
Loft	-	24.97	26.88	33.14	26.33	-	45.42	40.95	56.52	-	49.06	34.95	51.00
Trevor	-	24.08	23.26	29.45	21.74	-	43.62	38.48	54.34	-	50.85	30.62	51.43
92	-	21.70	21.85	28.39	18.27	-	38.78	33.29	49.16	-	47.63	35.36	52.37
Aura	-	-	28.79	-	-	-	-	48.42	-	-	-	44.76	-
Graf	-	-	25.98	-	-	-	-	38.76	-	-	-	37.75	-
2100	-	-	21.82	30.09	20.73	-	-	24.01	48.52	-	-	16.18	48.65
120	-	-	22.38	29.99	22.31	-	-	21.51	47.63	-	-	15.27	49.40
SS - 81	-	-	-	-	22.82	-	-	-	-	-	-	-	-
SS - 83	-	-	-	-	20.21	-	-	-	-	-	-	-	-
n	7	17	32	26	17	7	17	32	26	7	17	32	26
$\bar{x}$	22.25	23.85	24.06	34.58	22.30	35.97	40.12	35.90	54.92	39.43	47.88	32.61	53.21
$\gamma_{0.05}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.45	8.36	5.92	7.11

Kukurūzas hibrīdu vidējie barības kvalitātes rādītāji pa auga daļām
Average nutrition quality testing results of corn hybrids depending on the part of a plant

Rādītāji / Nutrition quality indices		Auga daļas, gadi / Parts of plant, years											
		Lapas / Leaves				Stiebi / Stalks				Vāļītes / Corn-cobs			
		1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26
Kopproteīns, % / Crude protein, %		12.64	10.10	12.22	7.48	5.81	4.59	7.06	2.77	11.26	9.16	10.27	8.46
	s	1.32	1.38	1.36	1.00	0.69	0.73	1.11	0.56	0.59	0.90	0.96	0.82
	V, %	10	14	11	13	12	16	16	20	5	10	9	10
NDF, %		58.51	65.38	63.05	68.69	58.87	70.63	64.17	74.18	26.29	32.74	27.44	21.78
	s	2.59	4.03	2.24	1.59	6.47	4.67	3.47	3.06	3.72	4.47	7.5	3.01
	V, %	4	6	4	2	11	7	5	4	14	14	27	14
ADF, %		28.55	34.32	32.92	36.75	34.06	41.83	39.42	46.73	10.84	14.43	11.77	9.18
	s	1.86	1.82	1.71	1.24	4.41	3.45	2.89	2.49	1.67	2.04	3.7	1.58
	V, %	7	5	5	3	13	8	7	5	15	14	31	17
Koppelni, % / Ash, %		10.97	8.20	9.01	-	6.37	5.25	7.51	-	1.83	1.86	1.98	-
	s	1.10	1.54	1.19	-	1.16	1.21	1.56	-	0.27	0.20	0.36	-
	V, %	10	19	13.18	-	18	23	21	-	15	11	18	-
P, %		0.34	0.19	0.32	0.19	0.10	0.09	0.27	0.12	0.32	0.24	0.35	0.28
	s	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.06	0.03	0.01	0.03	0.04	0.03
	V, %	8	21	15	16	21	26	24	28	3	11	12	9
K, %		1.58	-	2.80	-	2.15	-	3.55	-	0.55	-	0.88	-
	s	0.27	-	0.49	-	0.39	-	0.85	-	0.15	-	0.22	-
	V, %	17.01	-	17	-	18	-	24	-	28	-	25	-
Ca, %		-	0.62	0.85	0.30	-	0.24	0.43	0.08	-	0.11	0.18	0.02
	s	-	0.22	0.20	0.09	-	0.10	0.14	0.02	-	0.09	0.11	0.01
	V, %	-	35	23	32	-	41	31	25	-	85	63	66
Sausnas apēdamība, % / DMI, %		2.00	1.84	1.91	1.75	2.06	1.71	1.88	1.62	4.63	3.73	4.69	5.61
	s	0.11	0.12	0.06	0.04	0.22	0.12	0.10	0.07	0.58	0.49	1.28	0.73
	V, %	6	7	3	2	11	7	5	4	12	13	27	13
Relatīvā barības vērtība / RFV		105.86	88.88	93.66	81.81	99.29	74.71	84.72	66.00	289.14	224.82	290.53	355.69
	s	6.74	7.65	4.65	2.95	14.71	8.73	7.64	5.15	39.82	33.21	88.97	50.55
	V, %	6	9	5	4	15	12	9	8	14	15	31	14

Kukurūzas hibrīdu enerģētiskā vērtība – sagremojamā enerģija (DE) – pa auga daļām (Mcal kg⁻¹ sausas)
Digestible energy (DE) of corn hybrids depending on the part of a plant (Mcal kg⁻¹ dry matter)

Hibrīds / Hybrid	Lapas / Leaves				Stiebi / Stalks				Vāļītes / Corn-cobs			
	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26
RGE 154	2.863	2.727	2.802	2.547	2.670	2.498	2.514	2.310	3.599	3.425	3.595	3.620
RGE 154 L	-	-	2.862	2.668	-	-	2.621	2.317	-	-	3.543	3.557
RGE 156	2.981	2.910	2.823	-	2.778	2.390	2.448	-	3.536	3.471	3.572	-
RGE 162	2.917	-	2.796	2.702	2.916	-	2.544	2.326	3.585	-	3.560	3.638
RGE 164	2.931	2.779	2.716	2.690	2.720	2.536	2.633	2.309	3.579	3.501	3.603	3.567
RGE 177	-	-	2.827	2.628	-	-	2.694	2.235	-	-	3.585	3.633
Bemo - 181	2.999	2.829	-	-	2.718	2.652	-	-	3.580	3.495	-	-
Kolektīvna	-	-	2.758	2.675	-	-	2.519	2.299	-	-	3.521	3.464
ZLTK - 196	-	-	-	2.661	-	-	-	2.359	-	-	-	3.664
3951	-	-	2.753	2.692	-	-	2.468	2.326	-	-	3.553	3.593
3979	-	-	2.745	2.637	-	-	2.446	2.318	-	-	3.494	3.541
3995	-	-	2.747	2.660	-	-	2.421	2.286	-	-	3.694	3.602
Husar	-	2.722	2.770	2.620	-	2.254	2.596	2.455	-	3.470	3.609	3.648
Loft	-	2.781	2.894	2.748	-	2.477	2.580	2.514	-	3.438	3.578	3.632
Trevor	-	2.715	2.876	2.706	-	2.524	2.605	2.469	-	3.501	3.645	3.617
92	-	2.750	2.731	2.622	-	2.525	2.676	2.385	-	3.425	3.504	3.588
Aura	-	-	2.816	-	-	-	2.633	-	-	-	3.595	-
Graf	-	-	2.825	-	-	-	2.545	-	-	-	3.633	-
2100	-	-	2.849	2.628	-	-	2.633	2.268	-	-	3.416	3.634
120	-	-	2.867	2.624	-	-	2.699	2.407	-	-	3.069	3.643
$\bar{x}$	2.939	2.741	2.789	2.660	2.750	2.483	2.566	2.315	3.547	3.424	3.515	3.604
s	0.064	0.063	0.059	0.042	0.152	0.119	0.099	0.085	0.057	0.070	0.127	0.054
V, %	2	2	2	2	6	5	4	4	2	2	4	2

Kukurūzas hibrīdu enerģētiskā vērtība – neto enerģija laktācijā (NEL) – pa auga daļām (Mcal kg⁻¹ sausas)
 Net energy for lactation (NEL) of corn hybrids depending of the part on a plant (Mcal kg⁻¹ dry matter)

Hibrīds / Hybrid	Lapas / Leaves				Stieبری / Stalks				Vāļītes / Corn-cobs			
	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26	1994. n = 7	1995. n = 17	1996. n = 32	1997. n = 26
RGE 154	1.471	1.396	1.437	1.295	1.364	1.268	1.277	1.164	1.880	1.783	1.877	1.892
RGE 154 L	-	-	1.470	1.362	-	-	1.337	1.168	-	-	1.849	1.857
RGE 156	1.537	1.497	1.448	-	1.424	1.208	1.240	-	1.845	1.809	1.865	-
RGE 162	1.501	-	1.434	1.382	1.500	-	1.294	1.172	1.872	-	1.858	1.902
RGE 164	1.509	1.424	1.389	1.375	1.392	1.288	1.343	1.163	1.869	1.825	1.882	1.862
RGE 177	-	-	1.451	1.340	-	-	1.377	1.122	-	-	1.872	1.899
Bemo - 181	1.547	1.452	-	-	1.390	1.354	-	-	1.869	1.839	-	-
Kolektīvna	-	-	1.412	1.366	-	-	1.280	1.157	-	-	1.836	1.805
ZLTK - 196	-	-	-	1.359	-	-	-	1.191	-	-	-	1.916
3951	-	-	1.410	1.376	-	-	1.251	1.173	-	-	1.854	1.877
3979	-	-	1.405	1.346	-	-	1.239	1.168	-	-	1.821	1.870
3995	-	-	1.406	1.358	-	-	1.225	1.150	-	-	1.933	1.882
Husar	-	1.393	1.419	1.336	-	1.133	1.322	1.244	-	1.808	1.886	1.907
Loft	-	1.425	1.488	1.407	-	1.257	1.314	1.277	-	1.791	1.868	1.898
Trevor	-	1.389	1.478	1.383	-	1.283	1.328	1.252	-	1.825	1.906	1.890
92	-	1.408	1.398	1.337	-	1.283	1.367	1.205	-	1.783	1.827	1.874
Aura	-	-	1.445	-	-	-	1.343	-	-	-	1.878	-
Graf	-	-	1.450	-	-	-	1.294	-	-	-	1.899	-
2100	-	-	1.463	1.340	-	-	1.343	1.140	-	-	1.778	1.899
120	-	-	1.473	1.338	-	-	1.380	1.217	-	-	1.586	1.904
$\bar{x}$	1.513	1.403	1.430	1.358	1.408	1.260	1.306	1.166	1.851	1.783	1.833	1.883
s	0.035	0.035	0.033	0.024	0.084	0.066	0.055	0.047	0.032	0.039	0.071	0.030
V, %	2	2	2	2	6	5	4	4	2	2	4	2

vismazāk variējošā: $V = 2\%$ visos četros izmēģinājumu gados. Salīdzinot lapu enerģētisko vērtību ar kukurūzas skābbarības, kas gatavota no visa auga, enerģētisko vērtību, kas dota literatūrā: $DE = 2.998 \text{ Mcal kg}^{-1}$ (2.425-3.439), $NEL = 1.550 \text{ Mcal kg}^{-1}$ (1.17-1.69) [4], liekas, ka lapu enerģētiskā vērtība ir vistuvākā visa auga enerģētiskajai vērtībai, tāpat kā lapu sausna procentos vislabāk raksturo visa auga sausnas saturu. Taču, lai to apgalvotu, jāturpina pētījumi.

Secinājumi

1. Sausnas saturs zaļmasā vidēji pa hibrīdiem gadā 25 % robežu pārsniedzis tikai netipiski siltajā 1997. gadā, pārējos gados (1994. - 1996.) pārsniedzot 22 %. Tikai nelielam skaitam hibrīdu sausnas saturs katru gadu sasniedzis 23-25 % un vairāk. Sausnas saturu zaļmasā pacelt, kukurūzu apsaldējot, izdevās tikai 1996., 1998. gados, pārējos gados to neizdevās naktssalnu trūkuma dēļ. Ļoti vēsajā 1998. gadā sausnas saturs zaļmasā pēc salnām 24-25 % un vairāk bija KWS hibrīdiem Husar, Loft un Pioneer Hi Bred International, Inc. hibrīdiem 3995, Eslija, Hybrid 1, Hybrid 2. Visi minētie ir kramveida kukurūzas hibrīdi.

2. Lapu sausnas saturs vislabāk raksturo sausnas saturu kopējā zaļmasā.

3. Vālišu īpatsvars sausnā vidēji pa gadiem (1994.-1997.) bijis 43 %, variējot robežās 32.61-53.21 %, taču ievērojami atkarīgs no hibrīda. Vismācākais vālišu īpatsvars bija 1996. gadā, bet arī tajā agrinākajiem hibrīdiem pārsniedza 30 %.

4. Kukurūza kvalitatīvi ir gan enerģijas, gan proteīna, gan atgremotājiem nepieciešamās kokšķiedras avots. Enerģētiskā vērtība visaugstākā ir vālitēm ($DE = 3.424\text{-}3.604 \text{ Mcal kg}^{-1}$, $NEL = 1.783\text{-}1.883 \text{ Mcal kg}^{-1}$), kopproteīna visvairāk ir vālitēs (8.46-11.26 %) un lapās (7.48-12.64 %), bet kokšķiedras, gan NDF (58.87-74.18 %), gan ADF (34.06-46.73 %) – stiebrs.

5. Visām kukurūzas auga daļām raksturīga laba sausnas apēdamība. Tā ir tuva vēlamajiem 2 % lapām (1.75-2.00 %) un stiebriem (1.62-2.06 %), bet vālitēm tā ir 3.73-5.61 %.

6. Visvairāk variējošie rādītāji ir K, Ca, P saturs dažādās kukurūzas auga daļās. Jādomā, ka tas ļoti atkarīgs gan no hibrīda, gan audzēšanas apstākļiem. Visvairāk dažādās kukurūzas auga daļās ir K, Ca vairāk kā P ir lapās un stiebrs, bet P vairāk kā Ca – vālitēs.

7. Relatīvās barības vērtība (RFV) vidēja līdz laba ir lapām un stiebriem, ļoti augsta vālitēm, taču jāatceras, ka šis indekss nav tipisks kukurūzas raksturošanai.

Pateicība

Pateicos ASV Lauksaimniecības Departamentam un personīgi lauksaimniecības konsultāntam Baltijas valstīs Lindell Whitelock kungam par ļoti lielo atbalstu, apmaksājot barības kvalitātes analīzes Tartu Ag Test Lab Ltd. Pateicos arī Ag Test Lab Ltd vadītājam Mai Olesk.

Izmantotā literatūra

1. Gengelbach, G., Kautz, B., Coors, J. (1996) Corn silage provides ration value. Forage Advisor, Vol. 5, # 1. p. 1-2.
2. Mahanna, B. (1995) Measure your forages. Forage Advisor, Vol. 4, # 2. p. 1-3.
3. Mahanna, B., Kezar, W., Igarashi, H. (1996) Corn silage - Managing and Feeding "TMR Plant". Pioneer Hi-Bred International, Inc. Home Page. Netscape NavigatorTM. p. 12.
4. Mahanna, B. (1996) Troubleshooting Silage Problems. Pioneer Hi-Bred International, Inc. Home Page. Netscape NavigatorTM. p. 34.
5. Ramane, I. (1996) Kukurūzu vai sakņaugus? Latvijas Lauksaimnieks, Nr. 4., 16.-17. lpp.
6. Rosenbrook, B., Mahanna, B. (1995) Consider total plant composition in silage hybrids. Forage Advisor, Vol. 4, # 2. p. 14.