

## LIETUVOS ŪKIUOSE GAMINAMO KUKURŪZŲ SILOSO PAŠARINĖ VERTĖ IR KOKYBĘ LEMIANTYS VEIKSNIAI

Bronislava Butkutė, Remigija Gaurilčikaitė

*Lietuvos žemdirbystės institutas, Cheminių tyrimų laboratorija, LT-58344 Akademija, Kėdainių rajonas; tel. (8-347)3 71 75; faksas (8 347)3 70 96; el. paštas: brone@lzi.lt*

**Santrauka.** Šio darbo tikslas buvo ištirti 2006 m., susisteminti ir apibendrinti 2004–2006m. gaminto kukurūzų siloso pašarinės vertės ir fermentacijos kokybės duomenis, nustatyti veiksnių įtaką žiemos pašaro kokybei ir energinei vertei. LŽI ištirto kukurūzų (595 mėginiai) siloso kokybė buvo skirtinga. Mažiausią ir didžiausią apykaitos energijos vertę kukurūzų silose skyrė 2,85 MJ kg<sup>-1</sup> SM, baltymų (ŽB) – 99,2 g/kg SM, ląstelių (NDF) – 408,6 g/kg SM, krakmolo – 401,5 g/kg SM, pH – 4,0. Ištirta priklausomybė nuo veiksnių, galinčių daryti įtaką kokybei. Pagal daugelio kokybės rodiklių vidutinę vertę kukurūzų siloso kokybė gerėjo kasmet: ypač tas matyti krakmolo kiekyje (nuo 20,15 proc. SM 2004 m. iki 31,42 proc. SM 2006 m.), mažėjančiame įvairių formų ląstelių bei nevirškinamos organinės medžiagos kiekyje. Gaminimo data veikė kukurūzų siloso kokybę, bet dėsningumas priklausė nuo metų sąlygų: Lietuvos klimato sąlygomis tinkamiausias laikas silosuoti kukurūzus yra spalio 6–10 dienos, o jei meteorologinės sąlygos tinkamos – ir vėliau. Siloso kokybė mažai priklausė nuo ruošinio tipo (tranšėja ar kaupas). Pagrindiniai vertinami kukurūzų ir žolių siloso kokybės rodikliai dėl laikymo trukmės skyrėsi nedaug. Ilgiau laikant silosą didėjo santykinis mėginių skaičius su blogos fermentacijos požymiais – aukšta pH vertė ir žemu fermentacijos rodikliu.

**Raktažodžiai:** kukurūzų silosas, kokybė, energinė vertė, silosavimo data, silosavimo būdas.

## QUALITY AND FEEDING VALUE OF MAIZE SILAGE PRODUCED IN LITHUANIA

Bronislava Butkutė, Remigija Gaurilčikaitė

*Lithuanian Institute of Agriculture, Chemical Research Laboratory, LT-58344 Akademija, Kedainiai distr., Lithuania; phone. +370 347 37175; fax +370 347 370 96; e-mail: brone@lzi.lt*

**Summary.** The objective of the present work was to test, systemize and summarize the data of nutritive value and fermentation quality of maize silage produced during 2004–2006 and to estimate the effects of factors on winter forage quality and energy value. The analysis of quality of silage was performed on 595 maize samples which showed variable results. The differences between the lowest and highest value for metabolisable energy were 2.62 MJ/kg DM, for crude protein (CP) 93.6 g/kg DM, fibre (NDF) 362.1 g/kg DM, starch 341.1 g/kg DM, pH 3.8. The relationship with factors that can affect quality was estimated. According to the average values of different quality indicators maize silage quality increased annually: this was particularly markedly reflected regarding starch content (from 20.2 % DM in 2004 to 31.4 % DM in 2006), as well as in declining contents of various forms of fibre and indigestible organic matter. Production date affected maize silage quality: under Lithuania's climate conditions the most suitable time for maize ensiling is the period from beginning of October and later on, if the meteorological conditions are favourable. Maize silage produced on these days was characterised by the highest quality according to several parameters. Silage-making technology (bunker or clamp) has only a slight effect on maize silage quality. The differences in main maize silage quality parameters were low due to the length of the storage period. Prolonged maize silage storage time showed increased relative number of the samples with signs of poor fermentation (increased pH value and low fermentation rate).

**Key words:** maize silage, quality, energy value, ensiling date, silage-making technology.

**Įvadas.** Pieno ūkis – prioritetinis, į vidaus ir užsienio rinką orientuotas, konkurencingas sektorius, gamintojams užtikrinantis pajamas, o vartotojams – geros kokybės pieno produktus. Žinoma, kad nuo pašaro kokybės priklauso ne tik produkcijos kiekis, bet ir mėsos, pieno savybės, sudėtis, t. y. kokybė (Dewhurst et al., 2003; Nousiainen, 2004; O' Sullivan et al., 2002; Phipps et al., 2000). Daugelyje šalių silosas yra ypač vertinamas pašaras. Vienas trūkumų šeriant silosu yra didelis jo kokybės ir fermentacijos rodiklių įvairavimas.

Daugelyje šalių kukurūzai auginami tenkinti maisto ir pramonės poreikius, bet dažnai jie naudojami ir kaip gyvulių pašaras, ypač vidutinio klimato zonoje. Pageidautina, kad pašarui auginami augalai būtų derlingi, didelės baltymų ir energijos koncentracijos, gerai ėdami. Vienas didžiausių pašaro, pagaminto iš kukurūzų, trūkumų yra

maža baltymų koncentracija, nepakankama patenkinti prieškrandžio mikrobu poreikio. Be to, ši pašaro rūšis turi mažai mineralinių medžiagų, makroelementų, beta karotino (Mikulionienė, 2001; Mikulionienė, Stankevičius, 2002).

Kukurūzų, kaip ir žolių, siloso maistinę vertę lemia įvairūs veiksniai: genotipas, klimato sąlygos, silosavimo ypatumai, augalo brandos tarpsnis ir kt. Genotipo įtaka yra reikšminga tiek derliaus, tiek jo kokybės elementams (Lauer et al., 2001). Atliekant kukurūzų, skirtų siloso gamybai, selekciją, siekiama išvesti ne tik derlingas, bet ir mažai ląstelių kaupiančias, labiau lapuotas veisles, iš kurių pagamintą silosą atrajotojai geriau pasisavina (Frey et al., 2004; Bal et al., 2000). Skirtingi kukurūzų genotipai yra nevienodo *in vitro* virškinamumo, ir šie skirtumai labiau pasireiškia vegetatyvinėje masėje negu

burbuolėse (Schlagheck, 2001). Pagal azoto ir sausųjų medžiagų koncentraciją kukurūzai, išauginti bearimiuose plotuose su įterptomis augalų liekanomis, subręsta vėliau, negu kitų žemės dirbimo lygių plotuose (įprastinis, supaprastintas ir bearimis dirbimai kombinuoti su ir be augalų liekanų įterpimo) (Mehdi et al., 1999). Jei dirvožemis turtingas azoto ir augalams netrūksta drėgmės, kukurūzų derlius, juose sukauptas azotas (baltymai) nepriklauso nuo žemės dirbimo. Bendram kukurūzų biomasės ir grūdų derliui žemės dirbimas įtakos neturėjo.

Daugelio pašarinių augalų maistinė vertė su branda menkėja, t. y. didėja ląstelienos kiekis, o virškinamosios energijos kiekis mažėja. Kukurūzai šia prasme yra unikalus augalai. Skirtingai nuo kitų pašarinių augalų, labiau subrendusių kukurūzų kokybė gerėja dėl krakmolo kaupimosi grūduose (Lauer, 2005). Žalių baltymų (ŽB) koncentracija augaluose greitai mažėja grūdams pasiekus minkštąją brandą: iki kietosios vaškinės brandos tarpsnio vidutiniškai ji sumažėja 2 procentiniais vienetais (Wiersma et al., 1993). Tyrėjai tą sieja N su praskiedimo efektu didėjančiame derliuje. Besitęsiant CO<sub>2</sub> asimiliacijai, augalų stiebuose kaupiasi ląsteliena, nors viso augalo masėje NDF ir ADF koncentracija mažėja iki ½ pieninės brandos tarpsnio, vėliau ląstelienos koncentracija išlieka pastovi (Lauer, 2005; Wiersma et al., 1993). Didžiausią kiekį virškinamosios energijos kukurūzai sukaupia grūduose. Iš nesubrendusių augalų pagamintame silose grūdų dalis yra mažesnė. A. A. M. Schlagheck (2001) nustatė, kad atskirų kukurūzų dalių (burbulių, vegetatyvinės masės) didžiausias *in vitro* virškinamumas būdingas skirtingais brandos tarpsniais. Iš viso augalo gaminant silosą svarbu jį pjauti tokia tarpsnyje, kad būtų sukauptas nuo 27 proc. iki 37 proc. SM, nes tada virškinamumas kinta nežymiai. Per anksti nupjovus prarandamas potencialus SM derlius, o per vėlai – padidėja derliaus lauko nuostoliai, be to, labai sumažėja per vėlai nupjautų augalų grūdų virškinamumas. Vėlinant silosavimą iki kietosios vaškinės brandos sumažėja visų pašaro mitybinių komponentų paėmimas didžiąjame prieškrandyje (Bal et al., 2000). Didžiausias primilžis gaunamas, kai pašarui naudojamas silosas, pagamintas iš ½ pieninės brandos tarpsnio kukurūzų (Lauer, 2005). S. B. Cammell ir bendradarbių duomenimis (2000), šeriant karves skirtingos kukurūzų brandos silosu, t. y. kai SM kiekis, priklausantis nuo brandos tarpsnio, buvo 226, 278, 319 ir 357 g/kg, didžiausias dienos pieno primilžis ir baltymų išėiga gauti šeriant silosu, pagamintu iš augalų, pasiekusių brandą su SM kiekiu 319 g/kg.

Siloso fermentacijos kokybės rodikliai (pH, bendrasis rūgščių, atskirų rūgščių kiekis ir kt.) priklauso nuo gamybos technologijos. Mechaninis medžiagos apdorojimas pagerina siloso kokybę (Bal et al., 2000; Shwab et al., 2002). Siloso, pagaminto iš apdorotos kukurūzų masės, maistiniai komponentai ir, pirmiausia, krakmolas, geriau pasisavinami didžiąjame prieškrandyje (Bal et al., 2000). Kukurūzų siloso kokybė ir pašarinė vertė taip pat priklauso nuo pasėlių piktžolėtumo (Pilipavičius ir kt., 2003), augalų tankio pasėlyje (Graybill et al., 1991), azoto trašų ir klimato sąlygų (Herrmann, Taube, 2005).

Auginimo vieta kukurūzų *in vitro* virškinamumui gali būti reikšmingesnė nei metai (Schlagheck, 2001).

Kadangi Lietuvos galvijininkystės ūkiuose gyvuliai apie 6 mėnesius šeriami konservuotais pašarais, labai svarbi yra jų maistinė vertė. Retrospektyvi siloso kokybės analizė leidžia geriau suprasti šio pašaro potencialą ir nurodyti būdus, kaip kokybę pagerinti ateityje.

**Darbo tikslas** – susisteminti ir apibendrinti 2004–2006 m. gaminto kukurūzų siloso, išanalizuoto šiuolaikiniais metodais, pašarinės vertės ir fermentacijos rodiklių duomenis, nustatyti veiksnių (siloso gaminimo laiko, technologijos ir kt.) įtaką žiemos pašarų kokybei ir energinei vertei.

**Medžiagos ir metodai.** LŽI Cheminių tyrimų laboratorijoje žolinių pašarų, t. y. džiovintų žolių masės, ūkiuose gaminamų kukurūzų ir žolių siloso kokybei ištirti taikomas greitas šiuolaikiškas, nereikalaujantis brangių cheminių reagentų, ekologiškai saugus analizavimo metodas – artimosios srities infraraudonųjų spindulių (AIRA) spektroskopija. Šis būdas yra vienas iš įteisintų metodų žalių baltymų rūgštyse išplautos ląstelienos – ADF bei drėgmės kiekiui pašaruose nustatyti – taikomas visose ES šalyse, taip pat daugelyje naujų jos narių. Kukurūzų siloso analizei atlikti skenuojama monochromatoriumi NIRS-6500 su besisukančiu (Spinning) moduliu. Kukurūzų silosui ištirti lygtis įsigyta VDLUFA laboratorijoje Vokietijoje. Tam panaudota Lietuvos žemės ūkio ministerijos parama įgyvendinti kokybiškų produktų gamybos ir kokybės tyrimo sistemos plėtros priemonę „Kukurūzų siloso kokybės ištyrimo metodų, atitinkančių Europos Sąjungos (ES) reikalavimus, įdiegimas“. Vertinami pagrindinių siloso pašarinės vertės komponentų – žalių baltymų, žalių riebalų, krakmolo, žalios ląstelienos, rūgščių tirpale išplautos ADF, neutraliame tirpale išplautos NDF, nevirškinamos celiulazės tirpale organinės medžiagos nVOM, žalių pelelių kiekiai. 1 lentelėje pateikti lygčių statistiniai rodikliai: mėginių skaičius lygties duomenų bazėje (n), chemiais metodais nustatytos rodiklių vidutinės vertės, jų kitimo ribos, determinacijos koeficientas tarp pamatinių metodais ir AIRA spektrometru nustatytos vertės vertinant kryžmiškai (R<sup>2</sup>), standartinė paklaida vertinant kryžmiškai (SECV).

Rodiklis pH nustatomas jonometriškai, o sausųjų medžiagų kiekis – sveriant. Pagal VDLUFA metodiką apskaičiuojama kukurūzų siloso AE, NEL bei fermentacijos rodiklis, kuris priklauso nuo pH bei sausųjų medžiagų kiekio ir charakterizuoja siloso stabilumą (2 lentelė).

595 kukurūzų siloso mėginių kokybės duomenys, kurie išrašomi atitinkamuose kokybės pažymėjimuose (po 13 rodiklių kiekvienam mėginiui), suvesti į darbines „MS Excel“ lenteles ir sudarytos duomenų bazės. Sukurta programa, leidžianti siloso mėginius grupuoti pagal norimus gaminimo ypatumus.

**Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas.** Šalies ūkiuose 2004–2006 m. pagaminti kukurūzų siloso mėginiai skyrėsi energine, o ypač mitybine verte (3 lentelė).

1 lentelė. Statistinė kukurūzų siloso analizavimo Aİr spektrometru lygties tikslumo charakteristika

Statistiniai rodikliai	Siloso kokybės komponentai							
	Žali baltymai	nVOM*	Žali riebalai	Krakkolas	ADF	NDF	Žalia ląsteliena	Žali pelenai
n	484	98	86	416	187	93	477	331
Verčių ribos	6-11	22-45	2-4	7-46	19-32	32-57	16-26	3,8-6,1
Vidutinė vertė % SM	8,21	31,73	3,05	27,75	24,16	41,32	21,07	4,45
SECV % SM	0,29	1,78	0,19	1,55	0,9	1,4	0,68	0,38
R <sup>2</sup>	0,89	0,80	0,78	0,91	0,90	0,86	0,90	0,70
Pamatiniai metodai	Kjeldahl	de Bouver	Soxhlet	Ewers	Van Soest	Van Soest	Weende	Svorio metodas

\*netirpi (nesuvirškinama) celiulazės tirpale organinė medžiaga

2 lentelė. Fermentacijos rodiklių vertė ir siloso stabilumo ryšys

Fermentacijos rodiklis	Silosavimo kokybė ir/ar siloso stabilumas
>19,45	Puiki
19,44-13,75	Labai gera
13,74-1,00	Gera
0,99- (-12,40)	Patenkinama
-12,41- (-17,99)	Bloga, silosas nestabilus
< -18,00	Labai bloga, silosas visiškai nestabilus

3 lentelė. Kukurūzų siloso, pagaminto 2004–2006 metais, kokybės kaita

Kokybės vertinimo rodiklis	Vertė			Vertės skirtumas	Variacijos koefic., %	Standartinis nuokrypis	Standartinė paklaida, Sx%
	Vid.	Maž.	Didž.				
SM, %	33,46	16,4	58,5	42,1	16,453	5,506	0,675
AE, MJ/kg SM	10,66	9	11,85	2,85	4,932	0,526	0,202
NEL, MJ/kg SM	6,41	5	7,27	2,27	5,915	0,379	0,242
ŽB, %SM	9,04	5,56	15,48	9,92	12,105	1,094	0,496
NDF, % SM	39,47	26,84	67,7	40,86	14,802	5,843	0,607
ADF, % SM	22,78	13,94	39,98	26,04	18,535	4,223	0,760
ŽL, % SM	20,43	12,76	32,4	19,64	16,700	3,412	0,685
nVOM, % SM	26,52	15,7	47,2	31,5	21,079	5,590	0,864
Krakkolas	26,49	4	44,15	40,15	31,634	8,379	1,297
ŽR, % SM	2,88	1,46	4,68	3,22	18,055	0,520	0,740
ŽP, % SM	5,27	3,22	9,7	6,48	15,393	0,811	0,631
pH	3,98	3,3	7,3	4	10,157	0,404	0,416
Ferm. rodiklis	26,34	-29	30	59	29,861	7,865	1,224

SM – sausųjų medžiagų kiekis, AE – apykaitos energija, NEL – neto energija laktacijai, ŽB – žali baltymai, NDF – neutraliame tirpale išplauta ląsteliena, ADF – rūgščiame tirpale išplauta ląsteliena, ŽL – žalia ląsteliena, nVOM – nesuvirškintos fermentu celiulaze organinės medžiagos kiekis, ŽR – žali riebalai, ŽP – žali pelenai, ferm. rodiklis – fermentacijos rodiklis, vid., maž., didž. – vidutinės, mažiausios ir didžiausios rodiklių vertės

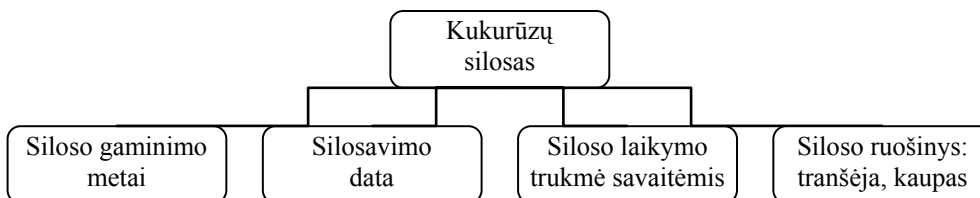
Kukurūzų silosas dėl pakankamai didelio krakmolo kiekio (vidutiniškai 22,7 proc. SM) priskiriamas prie daug energijos turinčių pašarų, tačiau šios rūšies pašaras turi mažai baltymų (vidutiniškai 8,99 proc. SM) ir mineralinių medžiagų – pelenų (vidutiniškai 5,50 proc. SM). Mažiausią ir didžiausią apykaitos energijos vertę kukurūzų silose skyrė 2,85 MJ kg<sup>-1</sup> SM, baltymų (ŽB) – 99,2 g/kg SM, ląstelienos (NDF) – 408,6 g/kg SM, krakmolo – 401,5 g/kg SM, pH 4,0.

2004–2006 m. LŽI ištirti 595 šalies ūkiuose pagaminto kukurūzų siloso mėginiai: 119 jų – 2004, 204 – 2005 ir 272 mėginiai – 2006 metų derliaus. Visi tyrimo duomenys suvesti į duomenų bazę (2, 3 pav.). Programa leidžia grupuoti mėginius pagal tokius gaminimo požymius: siloso gaminimo metai, data, ruošinys (tranšėja, kaupas), siloso laikymo trukmė (nuo jo pagaminimo iki pateikimo analizei) ir sudaryti įvairias šių požymių kombinacijas. Atitinkamoje siloso grupėje

apskaičiuojama vidutinė, didžiausia ir mažiausia vertė bei kiti kokybės įvairavimo statistiniai rodikliai, koreliacija tarp tirtų kokybės rodiklių.

Su programa buvo ieškoma siloso kokybės įvairavimo priežasčių. Pirmiausia įtaką darė gaminimo metai: pagal daugelį kokybės rodiklių vidutinę vertę kukurūzų siloso kokybė gerėjo kasmet. Ypač tas pastebima didėjančiame krakmolo kiekyje (nuo 20,15 proc. SM 2004 m. iki 31,42

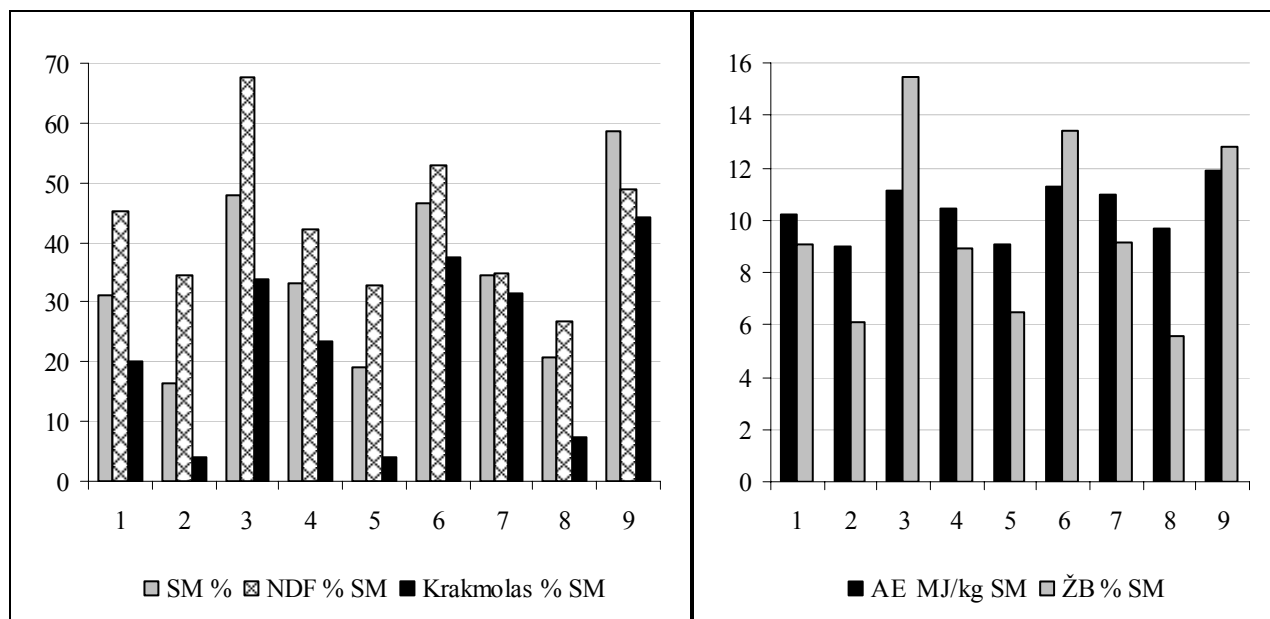
proc. SM 2006 m.), mažėjančiame įvairių formų ląstelių kiekyje (4 pav.). Šis procesas veikė ir kasmet mažėjančių nevirškinamos organinės medžiagos kiekį. Daugiausia apykaitos energijos sukaupė 2006 metais gamintas silosas (11 MJ/kg SM). Nepaisant to, kad kasmet vidutinė siloso kokybė buvo geresnė, jos rodiklių vertės kitimo ribos buvo didelės kiekvienų metų iminiuose.



1 pav. Kukurūzų siloso mėginių grupavimo pagal gaminimo ypatumus schema

2 pav. Kukurūzų siloso kokybės rodiklių įvairavimas nuo tiriamų veiksnių analizė kompiuterine statistinio duomenų bazės apdorojimo programa „StatKsil – 2006“

3 pav. Kukurūzų siloso kokybės rodiklių tarpusavio koreliacija, apskaičiuota kompiuterine duomenų bazės apdorojimo programa „StatKsil – 2006“



4 pav. Kukurūzų siloso kokybė įvairavimas atskirais tyrimo metais

Viena iš kukurūzų kokybės įvairavimo priežasčių gali būti kasmet skirtingos meteorologinės sąlygos kukurūzų vystymosi ir brandimo periodu. 2004 m. vasara buvo permaininga dėl temperatūros ir netolygaus kritulių pasiskirstymo: nuo liepos vidurio išivyravo dažni lietūs, oro temperatūra viršijo daugiamečių vidurkį. Nors rugpjūčio oro temperatūra buvo 1,5–2,0°C aukštesnė nei įprasta, bet su gausiais lietumis, rudenį taip pat buvo šiltas ir drėgnas. Visą tai skatino kukurūzų masės augimą, todėl didesnio derliaus krakmolo ir kitų mitybinių medžiagų koncentracija galėjo sumažėti dėl „skiedžiamojo“ poveikio. Veikiausiai tas turėjo įtakos siloso kokybei.

2005 m. šilti orai su ribotu kritulių kiekiu (80 proc. normos) buvo birželio antrąjį dešimtadienį, karšti ir sausi – liepos viduryje. Atskiromis liepos dienomis oro temperatūra pakildavo iki 30–32°C, o vidutinė mėnesio oro temperatūra buvo 2–3° aukštesnė už vidutinę daugiamečių. Mažai lijo, ir mėnesio kritulių kiekis atskiruose Lietuvos rajonuose sudarė tik 50–60 proc. mėnesio normos, tačiau rugpjūčio pradžioje prasidėjusios liūtys pripildė produktyvios drėgmės atsargas dirvoje. Sausas, šiltas ir ilgas rudenį buvo palankus kaupti maisto, taip pat ir krakmolo medžiagas.

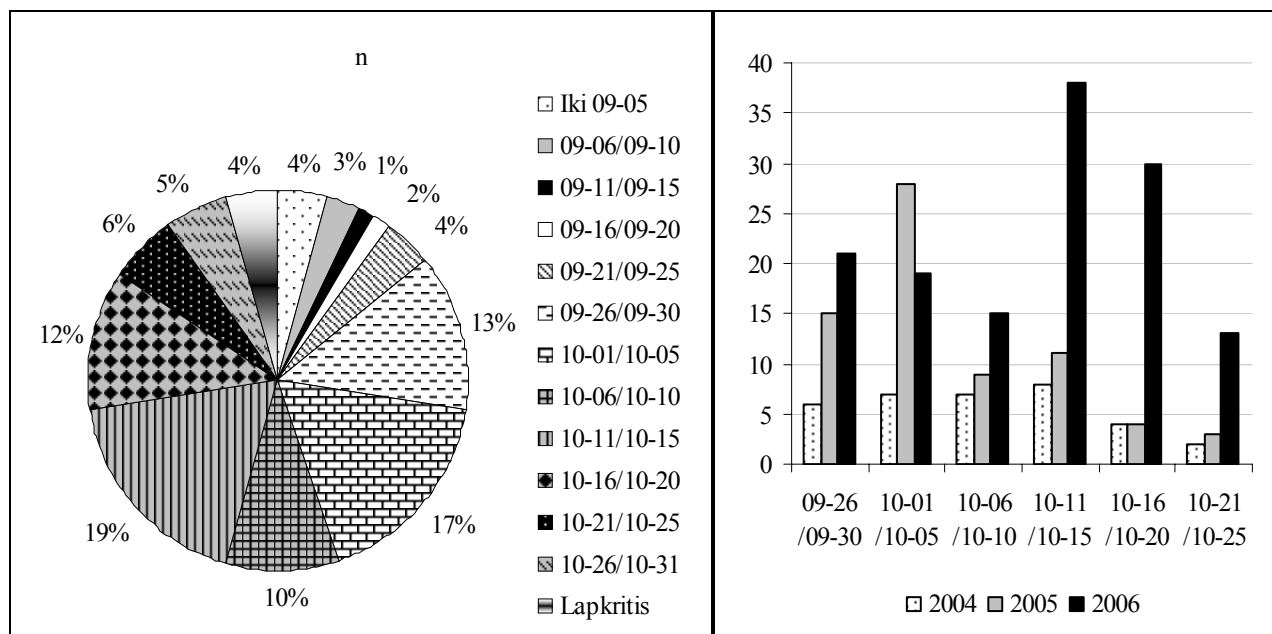
2006 m. rugsėjo mėnesio vidutinė oro temperatūra daugelyje rajonų buvo 2–3,4°, o spalio mėn. 2–3° aukštesnė nei vidutinė daugiamečių. Labai lietingas buvo pirmasis rudens dešimtadienis, vėliau vyravo sausi orai, rugsėjį saulė švietė 70–100 val., o spalį – 5–30 val. ilgiau, nei vidutinė daugiamečių švietimo trukmė. Tokie orai sudarė palankias sąlygas augalams atlikti fotosintezę ir kaupti atsargines medžiagas.

Panašūs dėsniniai pastebėti ir kitų tyrėjų darbuose (Cresta et al., 1997; Herrmann, Taube, 2005; Wiersma et al., 1993). Kukurūzai, išauginti sausingais ir nederlingais metais, turėjo daugiau baltymų, *in vitro* virškinamų sausųjų medžiagų, mažiau ląstelienos nei didesnio drėgnio metais (Cresta et al., 1997, Wiersma et al., 1993). Oro sąly-

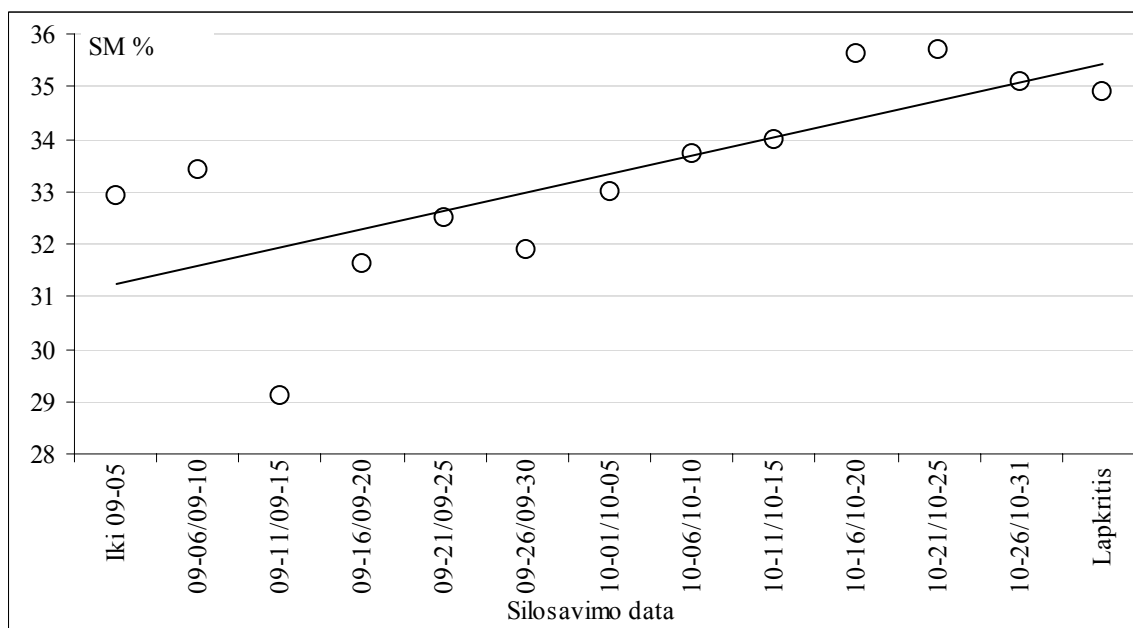
gos gali turėti tiesioginės ir netiesioginės įtakos azoto kiekio kaupimuisi augalų vystymosi metu. Kukurūzai yra labai priklausomi nuo temperatūros ir šviesos (Herrmann, Taube, 2005). Lietuva yra viena iš kritinių regionų, kur ne visada sąlygos palankios auginti kukurūzus. Augalų brandos tarpsniai pjūties metu priklauso nuo metų meteorologinių sąlygų.

Kita siloso kokybės įvairavimo priežastis gali būti kukurūzų pjovimo ir silosavimo data, susijusi su augalų branda. Siloso mėginių su gauta informacija apie silosavimo laiką (336 mėginiai) atitinkamu periodu pasiskirstymas pateiktas 5 pav. Diagrama akivaizdžiai rodo, kad intensyviai kukurūzų silosą pradeda ruošti rugsėjo paskutinį penkiadienį (13 proc. visų mėginių), pirmąjį spalio penkiadienį jo pagaminta 16 proc., šiuo 2004–2005 m. laikotarpiu – net ¼ visų mėginių. Pagal turimą informaciją iki rugsėjo 26 d. ir po spalio antrojo dešimtadienio gaminama mažiausiai kukurūzų siloso kasmet, bet silosavimo sezono intensyvumas priklausė nuo metų ir, tikriausiai, tai sietina su meteorologinėmis sąlygomis (5B pav.)

Vėliau gamintas kukurūzų silosas turi daugiau SM (6 pav.). Be to, įvertinus 2004–2006 metų vidutinius tyrimų duomenis, dėl siloso gaminimo laiko įtakos pašaro kokybei išryškėjo tokios tendencijos: vėlinant kukurūzų pjūties laiką nuo rugsėjo vidurio iki spalio 25 dienos pašaro energinė vertė ir krakmolo kiekis didėja, mažėja ląstelienos frakcijų, taip pat ir žalios ląstelienos (ŽL), nevirškinamos medžiagos (nVOM) kiekis (4 lentelė). Šios tendencijos ypač sustiprėja po spalio 5 d. Žalių baltymų koncentracija nedaug priklausė nuo siloso ruošimo laiko. Siloso, gaminto rugsėjo 11–15 dienomis, daugelio kokybės rodiklių vidutinė vertė skiriasi nuo kitų, nes šiuo laikotarpiu pagaminto siloso grupėje buvo nedaug mėginių (tik 4), ir vienas jų, sprendžiant pagal cheminę sudėtį, buvo arba labai piktžolėtas, arba siloso gamybos metu kukurūzų masė maišyta su žolių mase.



5 pav. 2004–2006 m. pagaminto kukurūzų siloso mėginių skaičiaus pasiskirstymas pagal gamavimo datą: A- visu tirtuoju periodu, B- atskirais metais



6 pav. Vidutinės sausųjų medžiagų (SM) koncentracijos siloso grupėje pagal silosavimo datą kaita priklausomai nuo siloso gamavimo laiko, 2004–2006 m.

Vidutiniais 3 metų duomenimis, kukurūzų siloso, gaminto spalio 6–10 d. ir vėliau iki spalio paskutinio penkiadienio, vidutinė kokybė mažai kito ir pagal daugelį rodiklių (didžiausias AE, krakmolo, riebalų vertę ir mažiausią nVOM, NDF, žalios ląstelienos ŽL kiekį) buvo geresnė už anksti ir per vėlai gamintą silosą. Atskiros augalo dalys geriausios pašarinės vertės yra skirtingais augalo vystymosi tarpsniais. Pavyzdžiui, augalui bręstant burbulės *in vitro* virškinamumas kinta mažai, tuo tarpu stiebo ir lapų masės virškinamumas sumažėja (Schlagheck, 2001). Dėl tokios pašaro kokybės „kompensacijos“ atskiromis augalo dalimis bendros viso augalo masės pa-

šarinė vertė po spalio pradžios kito nežymiai.

Silos fermentacijos kokybės požymiai, tokie kaip pH ir fermentacijos rodiklis, priklausomai nuo silosavimo datos kito nenuosekliai ir tikriausiai varijavo dėl kitų priežasčių – technologijos pažeidimų ar antrinės fermentacijos procesų, atsiradusių dėl ruošinio anaerobinių sąlygų pažeidimo.

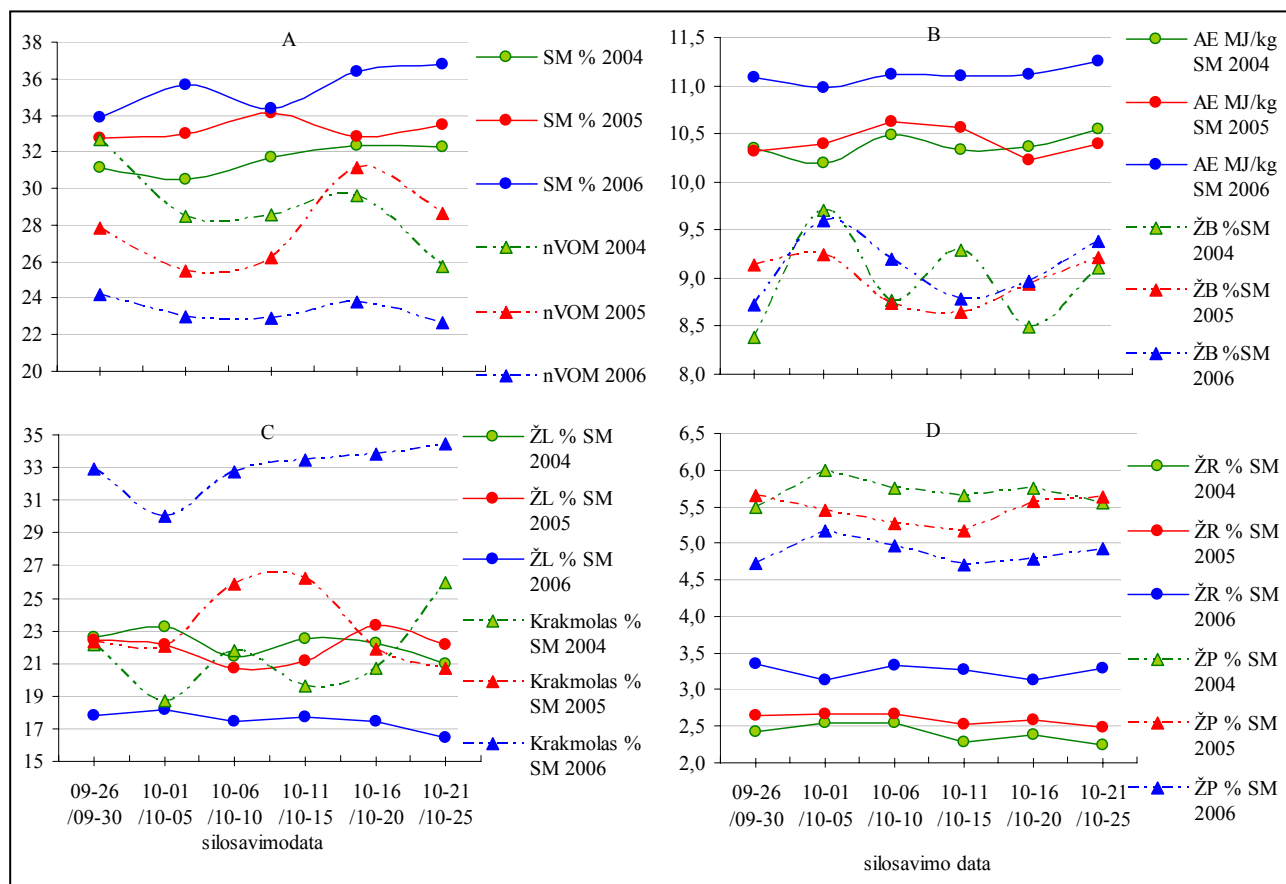
Silos kokybės kaitos dėsningumai dėl silosavimo datos nustatyti ne tik apibendrinus trijų metų duomenis, bet ir kiekvienais metais atskirai, siloso mėginius perskirsčius ir pagal gamavimo metus (5 lentelė, 7 pav.).

4 lentelė. Kukurūzų siloso mitybinės ir energinės vertės kaita priklausomai nuo silosavimo datos, 2004–2006 m.

	Data	AE	ŽB	ŽL	nVOM	Kraskmolos	ŽR
1	Iki 09-05	10,70	9,20	20,0	29,6	25,6	3,00
2	09-06/09-10	10,45	8,85	21,6	30,7	25,0	2,83
3	09-11/09-15	10,36	9,00	22,6	32,4	17,3	3,05
4	09-16/09-20	10,72	8,45	20,3	24,1	28,1	2,70
5	09-21/09-25	10,56	9,20	20,8	26,0	26,1	3,10
6	09-26/09-30	10,68	8,87	20,3	25,9	27,2	2,96
7	10-01/10-05	10,58	9,43	20,9	27,2	24,4	2,82
8	10-06/10-10	10,83	8,96	19,3	25,0	28,3	2,96
9	10-11/10-15	10,89	8,83	19,0	24,4	30,1	2,98
10	10-16/10-20	10,95	8,93	18,6	25,2	31,2	2,99
11	10-21/10-25	11,03	9,32	17,9	24,0	31,2	3,05
12	10-26/10-31	10,81	8,79	19,5	25,1	29,2	2,84
13	Lapkritis	10,85	8,91	19,3	24,8	29,3	2,79

5 lentelė. Kukurūzų siloso mėginių skaičiaus pasiskirstymas pagal silosavimo datą kiekvienais tyrimo metais

Metai	09-26/09-30	10-01/10-05	10-06/10-10	10-11/10-15	10-16/10-20	10-21/10-25
2004	6	7	7	8	4	2
2005	15	28	9	11	4	3
2006	21	19	15	38	30	13



7 pav. Kukurūzų siloso kokybės kaita priklausomai nuo silosavimo datos ir tyrimo metų

Tik ypatingomis meteorologinėmis sąlygomis pasižymėjusiais 2006 metais, kai vasarą stigo lietaus, buvo aukšta oro ir dirvos temperatūra, didelė saulės spindu-

liuotės prietaka daugelyje Lietuvos rajonų, užsitęsęs ruduo, kukurūzų siloso kokybė buvo išskirtinė. Intensyvaus siloso gaminimo sezonas pasitūmėjo į antrą spalio de-

šimtadienį, tuo tarpu 2005 metais daugiausia siloso pagaminta pirmąjį spalio penkiadienį.

Kukurūzų silosas, gamintas kiekvienu silosavimo terminu, 2006 m. buvo geresnės kokybės už gamintą atitinkamu 2004–2005 metų terminu: turėjo daugiau sausųjų medžiagų, krakmolo, apykaitos energijos, žalių riebalų, mažiau nevirškinamos medžiagos, ląstelių ir žalių pelenų (7 pav.). Baltymų koncentracija atitinkamo siloso ruošimo meto mėginiuose panaši kasmet, tik 2004 m., veikiausiai dėl nedidelio mėginių skaičiaus, kiekvienoje siloso grupėje, daugelio rodiklių vertė kito nenuosekliai. Tokie kokybės kaitos duomenys kukurūzams bręstant neprieštaruoja kitų tyrėjų gautiems rezultatams (Lauer, 2005; Wiersma et al., 1993). Kukurūzų kilmės vieta –

subtropikai, tad jų vystimuisi ir brendimui palankūs šilti orai ir gana aukšta dirvos temperatūra. Ilgas ir šiltas 2006 ujų ruduo buvo palankus bręsti grūdams silosuojamuose kukurūzuose. Kukurūzų grūduose susikaupia pagrindinės krakmolo atsargos, t. y. 67–69 proc. sausosios masės, žalių riebalų grūduose yra 4,5–5,5 proc. o baltymų koncentracija įvairuoja 8,9–12 proc. ir yra panaši į viso augalo (Letchworth, Lambert, 1998). Taigi Lietuvos klimato sąlygomis tinkamiausias laikas silosuoti kukurūzus būtų spalio 6–25 dienos, jei tam palankios oro sąlygos.

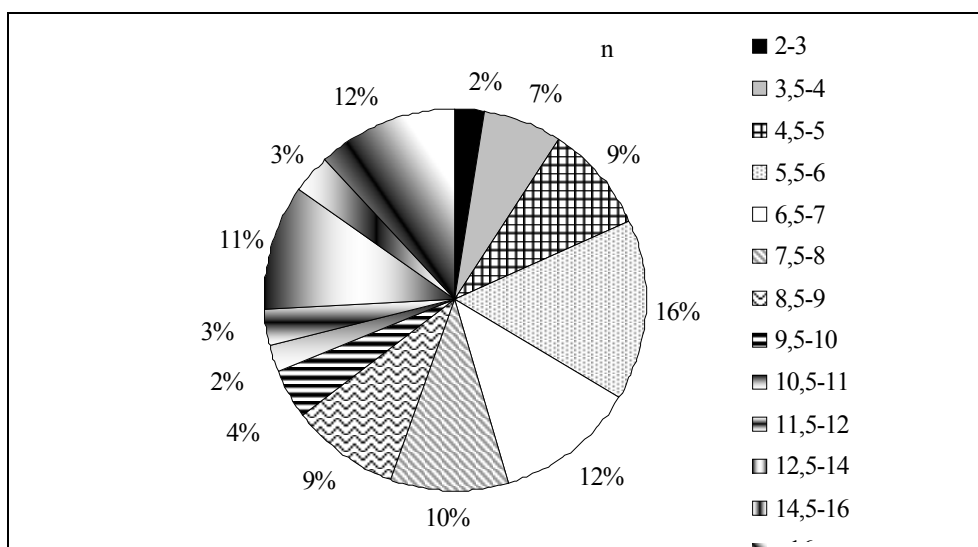
Ruošinio tipas (tranšėja ar kaupas) pagal negausią informaciją mažai veikė siloso pašarinę vertę ir fermentacijos kokybę (6 lentelė).

6 lentelė. Kukurūzų siloso kokybė priklausomai nuo ruošinio tipo

Ruošinyms	SM	AE	ŽB	ŽL	nVOM	Krakmolas	pH	Ferm. rodiklis
Tranšėja, n 205	34,52	10,95	9,12	18,52	24,28	30,75	3,89	27,33
Kaupas, n 32	32,99	10,88	8,94	18,96	25,12	30,28	3,85	27,83

Pagal siloso laikymo trukmę (nuo pagaminimo iki pateikimo analizei) mėginius su informacija programos pagalba suskirstėme į grupes (8 pav. diagrama). Intensyviau kukurūzų silosą šalies ūkininkai ir kiti ūkio subjektai pradeda tirti, matyt, ir naudoti praėjus daugiau

kaip mėnesiui (4, 5 savaitėms) nuo silosavimo pradžios. Didžioji dalis mėginių su šia informacija (apie 16 proc.) analizuojama praėjus 5,5–6 savaitėms nuo silosavimo pradžios.



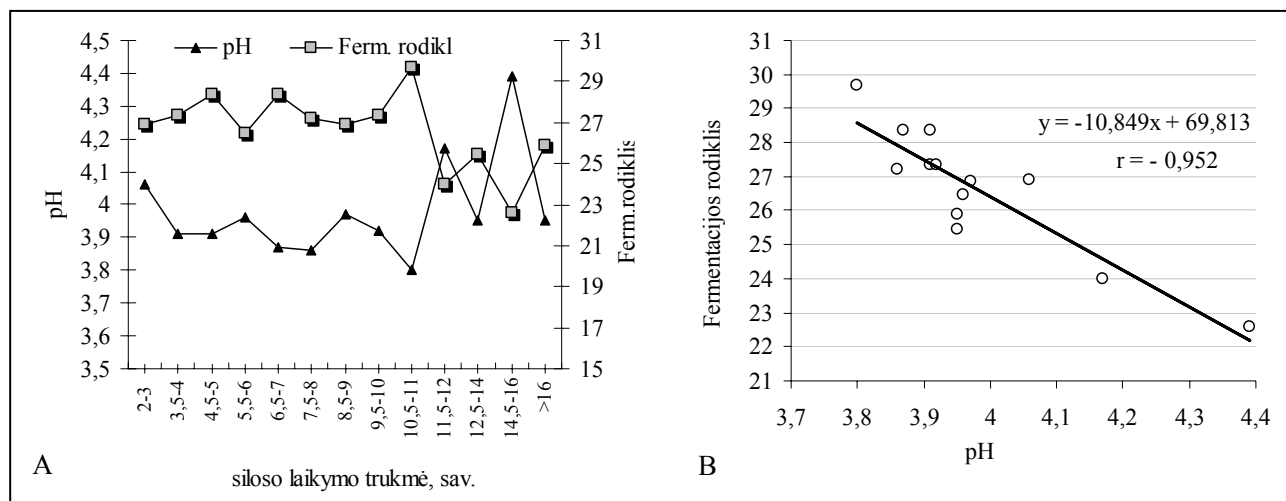
8 pav. Kukurūzų siloso mėginių pasiskirstymas pagal siloso laikymo trukmę

Dėl siloso laikymo trukmės pagrindiniai kukurūzų siloso kokybės rodikliai skyrėsi nedaug, bet ilgiau laikant silosą didėja tikimybė jam sugesti. Tą rodo padidėjęs santykinis mėginių skaičius su per aukšta pH verte, glaudžiai susijusia su siloso fermentacijos rodikliu, kuris yra pašaro saugos ir stabilumo požymis (9 pav.). Dėl nedidelio kiekvienos grupės mėginių skaičiaus sunku daryti apibendrinančias išvadas, vertinti siloso saugojimo trukmės įtaką kokybei.

Kitos priežastys, galėjusios lemti kukurūzų siloso kokybės svyravimus, yra piktžolėtumas, trešimas, veislių ypatybės. Šie veiksniai nevertinti, nes tokios informacijos ūkio subjektai neteikia. Pagal kai kurių cheminės sudėties rodiklių vertę tam tikrą skaičių mėginių, įvardijamų kaip

kukurūzų silosas, reiktų laikyti arba labai piktžolėtai, arba kukurūzų ir žolių siloso mišiniais: tokiuose mėginiuose kukurūzų silosui nebūdingai mažai krakmolo (4 proc.), daug ląstelių (NDF – 67,7 proc., ADF – 39,98 proc., žalios ląstelių – 32,4 proc.) ir žalių baltymų (iki 15,5 proc.) (3 lentelė). Nesant informacijos netirti ir kiti siloso gaminimo ypatumai. Siloso kokybei, ypač jo fermentacijos rodikliams, svarbus yra silosuojamos masės susmulkinimas, derinamas su augalų vystymosi tarpsniu: silosuojant pieninės brandos tarpsnyje smulkinimas gerina fermentacijos kokybę, tuo tarpu vaškinėje brandoje ši priemonė neveiksminga (Knický, 2005).





9 pav. Kukurūzų siloso rūgštingumo ir fermentacijos rodiklių vertės priklausomybė nuo laikymo trukmės (A) ir vidutinės šių rodiklių vertės, apskaičiuotos skirtingos siloso laikymo trukmės grupėse, tarpusavio ryšys (B)

7 lentelė. Kukurūzų siloso kokybės rodiklių tiesinės koreliacijos koeficientai, n=595

Koreliacija	SM	AE	ŽB	ŽL	n-VOM	Krakmolos	ŽR	ŽP	pH
SM, %	1								
AE, MJ/kg SM	0,519	1							
ŽB, %SM	-0,191	-0,271	1						
ŽL, % SM	-0,516	-0,989	0,193	1					
nVOM, % SM	-0,410	-0,818	0,381	0,791	1				
Krakmolos, % SM	0,496	0,931	-0,418	-0,910	-0,814	1			
ŽR, % SM	0,154	0,543	0,137	-0,571	-0,329	0,477	1		
ŽP, % SM	-0,337	-0,659	0,570	0,552	0,642	-0,700	-0,165	1	
pH	0,084	-0,151	0,162	0,135	0,252	-0,100	-0,196	0,165	1
Ferm. rodiklis	-0,037	0,098	-0,147	-0,087	-0,216	0,056	0,132	-0,101	-0,891

Apskaičiuota koreliacija tarp kokybės rodiklių (7 lentelė). Į koreliacinę eilutę įtraukus visų tyrimų metų kukurūzų siloso kokybės duomenis, nustatyti šie dėsniniai: stiprus neigiamas ryšys siejo ląstelių frakcijų (ŽL, MADF, NDF), nevirškinamos organinės medžiagos nVOM koncentraciją su krakmolo kiekiu, AE bei NEL verte; silpnas neigiamas – ląstelių frakcijų ir nVOM koncentraciją su SM kiekiu. Tarp ŽB ir krakmolo koncentracijos ryšys buvo neigiamas. Vadinas, kukurūzams kaupiant krakmolą prarandamas baltymingumas. Ši ryšį galėjo kiek iškreipti ir atskiri mėginiai, ne visai atitinkantys įvardijamą siloso rūšį, t. y. labai piktžolėti arba mišrūs kukurūzų ir žolių siloso mėginiai. Ypač glaudus ir teigiamas koreliacinis ryšys siejo visas ląstelių frakcijų koncentracijas ir nVOM. Pašarinės vertės rodikliai nesusiję su pH ir fermentacijos kokybės verte, bet šiuos du rodiklius sieja glaudus neigiamas tarpusavio ryšys:  $r = -0,891$ .

#### Išvados.

1. Lietuvos ūkiuose 2004–2006 m. pagamintas ir LŽI ištirtas kukurūzų silosas (595 mėginiai) yra skirtingos kokybės. Mažiausią ir didžiausią apykaitos energijos vertę kukurūzų silose skyrė 2,62 MJ/kg SM, baltymų (ŽB) – 93,6 g/kg SM, ląstelių (NDF) – 362,1 g/kg SM, krakmolo – 341,1 g/kg SM, pH – 3,8.

2. Pagal daugelį kokybės rodiklių vidutinę vertę kukurūzų siloso pašarinę ir energinę vertę gerėja kasmet: didėja krakmolo ir apykaitos energijos kiekis (nuo 20,2 proc. SM ir 10,2 MJ/kg SM 2004 m. iki 31,4 proc. SM, 11,1 MJ/kg SM 2006 m.), mažėja įvairių formų ląstelių bei nevirškinamos organinės medžiagos kiekis.

3. Siloso kokybė dėl gaminto datos kito: iki spalio 5 d. ir po spalio 25 d. gamintas kukurūzų silosas turi daugiau nevirškinamos medžiagos (nVOM), visų ląstelių frakcijų, mažiau krakmolo. Lietuvos klimato sąlygomis tinkamiausias laikas silosuoti kukurūzus yra spalio 6–25 dienos. Gamintas tomis dienomis jis buvo geriausios kokybės pagal daugelį rodiklių (didžiausią AE, krakmolo, riebalų vertę ir mažiausią nVOM, NDF, žalios ląstelių ŽL kiekį).

4. Ruošinio tipas (tranšėja ar kaupis) mažai veikė siloso kokybę. Dėl siloso laikymo trukmės pagrindiniai kukurūzų siloso kokybės rodikliai skyrėsi nedaug, tačiau ilgiau laikant silosą didėja santykinis mėginių skaičius su per dideliu pH ir per žemu fermentacijos rodikliu.

**Padėka.** Dėkojame Valstybiniam mokslų ir studijų fondui ir UAB „Litagos chemija“ už finansinę paramą atliekant mokslo tyrimus (registracijos G-06028). 2006 m. siloso tyrimai pratęsti Valstybiniam mokslų ir studijų fondui ir Žemės ūkio ministerijai remiant projektą

„Priemonių, išsaugančių konservuotuose pašaruose kuo daugiau energijos, baltymų ir kitų mitybinių medžiagų ir užtikrinančių pašaro higieninę kokybę, tyrimas“ (akronimas SIL-SAUG). Dėkojame dr. Šarūnui Antanaičiui už programos „StatKsil-2006“ sukūrimą.

#### Literatūra

- Bal M. A., Shaver R. D., Shinnors K. J., Coors J. G., Lauer J. G., Straub R. J., Koegel R. G. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Animal feed science and technology*. 2000. Vol. 86. N°1–2. P. 83–94.
- Cammell S. B., Sutton J. D., Beever D. E., Humphries D. J., Phipps R. H. The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows 1. Energy and nitrogen utilization. *Animal Science*. 2000. Vol. 71. P. 381–90.
- Crasta O. R., Cox W. J., Cherney J. H. Factors affecting maize forage quality development in the northeastern USA. *Agronomy Journal*. 1997. Vol. 89. P. 251–256.
- Dewhurst R. J., Fisher W. J., Tweed J. K. S., Wilkins R. J. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86. P. 2598–2611.
- Frey T. J., Coors J. G., Shaver R. D., Lauer J. G., Eilert D. T., Flannery J. Selection for silage quality in the Wisconsin quality synthetic and related maize populations. *Crop Science*. 2004. Vol. 44. P. 1200–1208.
- Herrmann A., Taube F. Nitrogen concentration at maturity. An indicator of nitrogen status in forage maize. *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 97. P. 201–210.
- Graybill J. S., Cox W. J., Otis D. J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83. P. 559–564.
- Knický M. Possibilities to improve silage conservation- effects of crop, ensiling technology and additives. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2005, 34 p. Internet: [http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000834/01/Thesis\\_for\\_epsilon2.pdf](http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000834/01/Thesis_for_epsilon2.pdf).
- Lauer J. G., Coors J. G., Flannery P. J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Science*. 2001. Vol. 41. P. 1449–1455.
- Lauer J. Impacts of the 2004 growing season on silage quality. 2005. 4 p. Internet: [www.soils.wisc.edu/extension/wfapmc/2005/pap/Lauer1.pdf](http://www.soils.wisc.edu/extension/wfapmc/2005/pap/Lauer1.pdf)
- Letchworth M. B., Lambert R. J. Pollen parent effects on oil, protein, and starch concentration in maize kernels. *Crop Science*. 1998. Vol. 38. P. 363–367.
- Mehdi B. B., Madramootoo C. A., Mehuys G. R. Yield and nitrogen content of corn under different tillage practices. *Agronomy Journal*. 1999. Vol. 91. P. 631–636.
- Mikulionienė S. Kukurūzų siloso maistinė ir pašarinė vertė. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2001. T. 15 (37). P. 81–83.
- Mikulionienė S., Stankevičius R. Žolinių pašarų ir siloso cheminė sudėtis, maistinė vertė ir virškinamumas. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2002. T. 18 (40). P. 94–99.
- Nousiainen J. Development of tools for the nutritional management of dairy cows on silage-based diets. Academic dissertation. University of Helsinki, Helsinki, 2004. P. 69. Internet: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kotie/vk/nousiainen/developm.pdf>.
- O'Sullivan A., O'Sullivan K., Galvin K., Moloney A., Troy D. J., Kerry J. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *Journal of Animal Science*. 2002. Vol. 80. P. 1556–1563.
- Phipps R. H., Sutron J. D., Beever D. E., Jones A. K. The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows. 3. Food intake and milk production. *Animal Science*. 2000. Vol. 71. P. 401–409.
- Pilipavičius V., Mikulionienė S., Stankevičius R. Piktžolėtų kukurūzų pasėlio siloso pašarinė vertė ir įtaka galvijų virškinimui. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2003. T. 21 (43). P. 90–92.
- Schlagheck A. A.-M. Influence of selected factors on the in vitro digestibility of silage maize and on parameters of rumen physiology. Diss. Doktor. Georg-August-Universität Göttingen, 2001. Internet: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2001/schlagheck/schlagheck.pdf>
- Schwab E. C., Shaver R. D., Shinnors K. J., Lauer J. L., Coors J. G. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2002. Vol. 85. P. 613–623.
- Wiersma D. W., Carter P. R., Albrecht K. A., Coors J. G. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *Journal of Production Agriculture*. 1993. Vol. 6. P. 94–99.