

## AZOTO TRĄŠŲ SU KLINOPTILOLITU POVEIKIS CUKRINIŲ RUNKELIŲ DYGIMUI, DERLIUI IR KOKYBEI

Vytas MAŠAUSKAS<sup>1</sup>, Audronė MAŠAUSKIENĖ<sup>1</sup>, Romas MAŽEIKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos žemdirbystės institutas

Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.

El. paštas: vyttas.masauskas@lzi.lt, audrone.masauskiene@lzi.lt

<sup>2</sup>AB „Achema“

Jonalaukio k., Jonavos r. sav.

El. paštas: romas@achema.com

### Santrauka

Lietuvos žemdirbystės institute lengvo priemolio karbonatingame giliau glėžiškame rudžemyje (RDg4-k2), *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol* (CMg-n-w-can), 2005–2007 m. tirtas eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu poveikis lauko augalams lyginant su azoto trąšų KAN-27 veikimu. Cukriniams runkeliams azoto trąšos su klinoptilolitu ir trąšos KAN-27 pagal N<sub>90</sub> bei N<sub>120</sub> normas įterptos prieš sėją, o pagal N<sub>120+30</sub> normą išbertos prieš sėją ir 4–6 lapų tarpsniu. Tirtas eksperimentinių trąšų poveikis cukrinių runkelių sėklų dygimui, šakniavaisių derliui ir kokybei. Nustatyta, kad skirtumas tarp trąšų su klinoptilolitu ir trąšų KAN-27 veikimo buvo pasikartojančių tendencijų pobūdžio. Palyginti su trąšomis KAN-27 tręštais cukriniais runkeliais, panaudojus eksperimentines azoto trąšas su klinoptilolitu, sėklos geriau dygo, gautas didesnis derlius, šakniavaisiuose kaupėsi daugiau kalio ir α-aminoazoto. Sacharozės daugiau sukaupta, kai orai, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, buvo šiltesni ir sausesni, tačiau jos sukaupta mažiau pakankamos drėgmės sąlygomis dėl vešlesnio augimo. Baltojo cukraus kiekis derliuje iš hektaro gautas toks pat, kaip ir trąšomis KAN-27 tręštų cukrinių runkelių. Optimali azoto trąšų su klinoptilolitu norma cukriniams runkeliams – N<sub>90</sub>.

Reikšminiai žodžiai: *Beta vulgaris* L., trąšų normos, dygimas, derlius, cukrus, kalis, natriis, α-aminoazotas.

### Įvadas

Klinoptilolitas yra vienas iš gamtinių vulkanogeninėse nuosėdinėse uolienose randamų aliumosilikatų klasės mineralų ceolitų. Ceolitai gamtoje aptikti daugiau kaip prieš 200 metų. Jiems būdinga molekulių ir jonų absorbcija bei desorbcija, dehidratacija bei rehidratacija. Tai ekologiški mineralai, tinkami naudoti daugelyje pramonės, buitines, gamtosaugos bei žemės ūkio sričių /Mumpton, 1999/. Plačiau tyrinėti pradėti praėjusio amžiaus šeštojo dešimtmečio pabaigoje, paaiškėjus, kad pramonės reikmėms vietoj cheminės sintezės būdu gautų ceolitų galima naudoti natūralius. Žemės ūkio srityje ceolitai tyrinėjami kaip gerinantys dirvožemio fizikines savybes, kaupiantys drėgmę, sulaikantys mitybos elementų migraciją su dirvožemio pertekliniu vandeniu /Li et al., 2001/. Vienas gramas klinoptilolito gali sorbuoti apie 2,2 mg amonio formos azoto /Watanabe et al.,

2003/. Amonis yra ne tik sorbuojamas, bet ir palaipsniui desorbuojamas /Rehakova et al., 2004/. Tai skatina mikroorganizmų veiklą ir gerina augalų mitybos sąlygas. Į hektarą įterpus 5–25 t ceolitų, cukrinių runkelių šakniavaisių derlius padidėjo 5–25 % /Сладких, Карасиев, 2000/. Lauko bandymo metu ryžiams įterpus 260 kg karbamido ir tiek pat ceolito, gautas didesnis derlius, palyginti su tik karbamidu tręštais augalais /Шеуджен и др., 2002/. Pirmaisiais metais ceolitai augalų derliui gali būti neefektyvūs, tačiau vėliau, net ir jų nenaudojus papildomai, gautas esminis teigiamas poveikis /Чеботарев и др., 2000/.

Mineralinių azoto trąšų gamybos su ceolitais (klinoptilolitu) technologinio proceso metu gaunama mažesnė amoniako emisija į aplinką nei šias trąšas gaminant be ceolitų /Mažeika ir kt., 2008/. Manoma, kad su azoto trąšomis komponuotas klinoptilolitas dėl gebėjimo sorbuoti ir po to desorbuoti amonį bei drėgmę pagerintų sėklų dygimą ir daigų augimą, augalų aprūpinimą tirpiaisiais junginiais. Tolygesnis augalų aprūpinimas mineraliniais azoto junginiais mažintų stresą, kurį augalai patiria dėl padidėjusios druskų koncentracijos dirvožemio tirpale, kai trąšos pagal nustatytas normas išberiamos kartu. Tai palankiai veiktų cukrinių runkelių mitybą, augimą ir turėtų įtakos jų derliui bei šakniavaisių kokybei. Todėl tikimasi, kad eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu veikimas būtų ne tik tolygesnis, bet ir geresnis, palyginti su trąšų KAN-27, naudotų pagal analogiškas azoto veikliosios medžiagos normas, veikimu. Dėl ceolitų gebėjimo absorbuoti amonį ir palaipsniui jį desorbuoti tirtina galimybė augalams sumažinti azoto trąšų su ceolitais normas.

Tyrimų tikslas – ištirti eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu poveikį cukrinių runkelių sėklų dygimui, šakniavaisių derliui, kokybei ir baltojo cukraus išėigai.

### **Sąlygos ir metodai**

Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatiniame giliau glėžiškame rudžemyje (RDg4-k2), *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol (CMg-n-w-can)*, 2005–2007 m. tirtas eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu efektyvumas cukriniams runkeliams lyginant su pagal veikliąją medžiagą tokių pat normų trąšų KAN-27 efektyvumu. Bandymų armens dirvožemis pagal agrocheminius rodiklius artimas neutraliems, vidutinio humusingumo, fosforingas ir kalingas, turintis vidutinį kiekį natrio, mažai mineralinio azoto, daug kalcio bei magnio (1 lentelė). Pagal tipą, granulometrinę sudėtį ir cheminius rodiklius dirvožemis būdingas Vidurio Lietuvos regionui, tinkamas tirti azoto trąšų efektyvumą.

Trąšų gamybai naudotas gamtinis klinoptilolitas turėjo, perskaičiavus į oksidus, K bei N – 5,03, Mg – 1,07, Ca – 2,1 % ir nedidelį kiekį mikroelementų Mn, Zn bei kt. 2005 m. tirtas eksperimentinių trąšų su 6 % klinoptilolito efektyvumas. Tręšta pagal N<sub>90</sub> ir N<sub>120</sub> normas, trąšos išbertos prieš sėją. Antrojo bandymo metu 2006 m. Eksperimentinės trąšos taip pat turėjo 6 % klinoptilolito, naudotos prieš sėją pagal N<sub>90</sub> bei N<sub>120</sub> normas ir pagal N<sub>120+30</sub> normą, išbertą per du kartus: N<sub>120</sub> – prieš sėją bei N<sub>30</sub> – 4–6 lapų tarpsniu. Trečiojo bandymo metu 2007 m. azoto trąšose klinoptilolito kiekis padidintas iki 8 %, trąšos išbertos taip pat, kaip ir 2006 m. Eksperimentinėse azoto trąšose su 8 % klinoptilolito (ceolito) buvo 25 % azoto, po lygiai amonio ir nitratų formos, kalcio (CaO) – 6,2 %, magnio (MgO) – 3,8 %. Visais tyrimų metais eksperimentinių ir trąšų KAN-27

normos skaičiuotos pagal azoto veikliąją masę. Priklausomai nuo azoto trąšų su klinoptilolitu sudėties ir azoto normos, hektaro plotui teko nuo 10 iki 45 kg klinoptilolito.

**1 lentelė.** Dirvožemio agrocheminė charakteristika

**Table 1.** Soil agrochemical characteristics

Dotnuva, 2005–2007 m.

Rodiklis Variable	Bandymų metai / Experimental year		
	2005	2006	2007
pH <sub>KCl</sub>	6,8	6,7	6,9
Organinė anglis % / Organic carbon %	1,23	1,30	1,24
Judrusis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup> / Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	101	166	164
Judrusis K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup> / Available K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	152	152	153
Judrusis Na mg kg <sup>-1</sup> / Available Na mg kg <sup>-1</sup>	75	77	70
Judrusis Ca mg kg <sup>-1</sup> / Available Ca mg kg <sup>-1</sup>	3330	3620	3105
Judrusis Mg mg kg <sup>-1</sup> / Available Mg mg kg <sup>-1</sup>	542	671	598
N <sub>min.</sub> (N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> ) kg ha <sup>-1</sup> 0–40 cm sluoksnyje	56,2	36,0	58,5
N <sub>min.</sub> (N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> ) kg ha <sup>-1</sup> in 0–40 cm layer			

2005 ir 2006 m. sėta 'Belmonte', 2007 m. – 'Tivoli' veislės cukriniai runkeliai (*Beta vulgaris* L., var. *sacharifera*). Prieš sėją bandymo laukai pakrikai patręšti superfosfatu ir kalio chloridu pagal P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> normas (pateikta oksidais). Eksperimentinės azoto trąšos pagal bandymų schemą išbertos pakrikai ir įterptos akėčiomis. Runkeliai sėti sėjama „Tume-7“. Tankis – 6–7 dražuotos sėklos eilutės į išilginį metrą, tarpueiliai – 45 cm pločio. Keturi pakartojimai. Siekiant įvertinti trąšų poveikį runkelių dygimui, po sėjos praėjus 15, 25 ir 35 dienoms per visą laukelio ilgį (9,5 m) suskaičiuoti kiekvieno laukelio dviejų eilučių daigai. Vegetacijos metu runkeliai du kartus nupurkšti herbicidais. Derlius nuimtas rankomis, pasvertas šakniavaisių derlius ir lapai. Šakniavaisiai suskaičiuoti, paimti jų ėminiai analizei. Po ekstrakcijos karštu būdu nustatytas sacharozės (C %) (poliarimetriniu būdu), kalio (K mmol (100 g)<sup>-1</sup>) ir natrio (Na mmol (100 g)<sup>-1</sup>) (liepsnos fotometriniu būdu), alfa-aminoazoto (α-amino N mmol (100 g)<sup>-1</sup>) (kolorimetriniu būdu) kiekis. Baltojo cukraus (C<sub>i</sub>) kiekis (%) apskaičiuotas pagal formulę /Reinefeld et al., 1974/:

$$C_i = C - [0,343 (K + Na) + 0,094 \alpha\text{-amino N} + 0,29],$$

kai C – poliarimetriniu būdu nustatytas sacharozės kiekis %, K, Na, α-amino N – milimoliais (100 g)<sup>-1</sup>. Pateikti pradinio drėgno šakniavaisių masės duomenys.

Pagal šakniavaisių derliaus ir baltojo cukraus kiekio (C<sub>i</sub> %) duomenis apskaičiuotas baltojo cukraus kiekis hektaro derliuje (kg ha<sup>-1</sup>).

Tyrimų metų vegetacijos laikotarpio kiekvieno mėnesio orai įvertinti hidroterminiais koeficientais (HTK) pagal G. Selianinovą /Хомяков, 1989/. Lietuvos klimato zonoje sausus orus apibūdina <1,0 HTK, 1,0–1,3 – orai sausoki, 1,3–1,6 – optimalaus drėgnumo, >1,6 HTK rodo perteklinę drėgmę.

Programa *Anova* apskaičiuota mažiausio esminio skirtumo riba R<sub>05</sub> ir atlikta trijų veiksmų bei jų sąveikos esmingumo analizė /Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Veiksniai: 1) meteorologinių sąlygų visuma 2006 ir 2007 m. (A veiksnys), 2) trąšų KAN-27 bei azoto

trašų su klinoptilolitu poveikis (B veiksnys) ir 3) azoto trašų normų ( $N_{90}$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{120+30}$ ) poveikis (C veiksnys). Į trijų veiksmių analizę neįtraukti duomenys varianto, kuriame azoto trašos nenaudotos. Atitinkanti 99 % poveikio tikimybė pažymėta simboliu \*\*.

### Rezultatai ir jų aptarimas

**Orų sąlygos.** 2005 m gegužės mėn. pirmąjį dešimtadienį iškrito tik 2,6 mm kritulių, todėl balandžio 29 d. pasėtų cukrinių runkelių sėklų brinkimui galėjo stokoti drėgmės (2 lentelė). Antrąjį dešimtadienį labai gausiai palijo, ir dygimo sąlygos buvo palankios. Pagal kritulių kiekį 2006 m. gegužės 3 d. pasėtų sėklų brinkimui drėgmės buvo mažai, dygimui – pakankamai. 2007 m. balandžio 17 d. pasėtų sėklų brinkimui ir dygimui drėgmės turėjo užtekti, nors balandžio mėnesio pirmąjį ir antrąjį dešimtadienį krituliai sudarė atitinkamai tik 20,4 ir 22,0 % daugiamečio vidurkio. Balandžio mėnesio trečiąjį dešimtadienį kritulių nebuvo visai. Sėklos brinko naudojamos per antrąjį dešimtadienį dirvožemyje sukauptą drėgmę. Drėgmės sąlygos žymiai pagerėjo gegužės mėnesį.

Cukrinių runkelių sėkloms išleidus šakneles, bet skilčialapiams dar nepasiekus dirvos paviršiaus, augalai iš dirvožemio jau pradeda imti mineralines medžiagas /Dürr, Mary, 1998/. Dygstančių sėklų energija ir sudygsių skilčialapių būklė priklauso nuo meteorologinių bei kitų sąlygų. Dygstančius augalus dėl tirpstančių azoto trašų dirvožemio tirpalo koncentracija gali paveikti laikotarpiais, kai kritulių mažai, dirva sausesnė, o druskų koncentracija atitinkamai didesnė. Po cukrinių runkelių sėjos tokios sąlygos galėjo susiklostyti 2005 m. pirmąjį ir 2006 m. pirmąjį bei antrąjį dešimtadienį, 2007 m. – tik pirmąjį dešimtadienį. 2007 m. visą gegužės mėnesį dirva buvo drėgna, perteklinė drėgmė galėjo greitai sumažinti druskų koncentraciją dirvožemio tirpale, ir tirpstančių azoto trašų poveikis dygstančioms sėkloms neturėjo būti žymus. Taigi azoto trašų su klinoptilolitu kitoks nei trašų KAN-27 poveikis sėklų dygimui turėjo atsiskleisti ir sausesniais, ir šlapesniais tyrimų metais.

**2 lentelė.** Kritulių kiekis cukrinių runkelių sėklų dygimo laikotarpiu

**Table 2.** Amount of precipitation during sugar beet seed emergence period  
Dotnuva, 2005–2007 m.

Metai Year	Sėjos mėnuo, diena Sowing date	Balandis / April			Gegužė / May			per mėnesį monthly	per mėnesį monthly
		dešimtadienis ten-day period			dešimtadienis ten-day period				
		I	II	III	I	II	III		
kritulių mm / precipitation mm									
2005	04-29	15,8	6,4	1,7	23,9	2,6	35,9	7,6	46,1
2006	05-03	6,4	9,5	3,3	19,2	0,6	8,9	35,5	45,0
2007	04-17	7,6	8,2	0,0	15,8	35,7	29,2	33,3	98,2

Vertinant pagal hidroterminį koeficientą, 2005 ir 2007 m. birželio mėnesiai buvo optimalaus drėgno, o 2006 m. augalai itin stokojo drėgmės (3 lentelė). 2005 ir 2006 m. liepos mėnesių orai buvo labai sausi, todėl augalams augti sąlygos buvo nepalankios. 2005 ir 2006 m. rugpjūčio mėnesių orai buvo optimalaus drėgnumo, 2007 m. – sausoki.

**3 lentelė.** Cukrinių runkelių vegetacijos laikotarpio hidroterminiai koeficientai ir derliaus nuėmimo datos

**Table 3.** *Hydrothermal coefficients during sugar beet growing period and harvesting date*

Dotnuva, 2005–2007 m.

Metai Year	Balandis <i>April</i>	Gegužė <i>May</i>	Birželis <i>June</i>	Liepa <i>July</i>	Rugpjūtis <i>August</i>	Rugsėjis <i>September</i>	Derliaus nuėmimo data: mėnuo, diena <i>Harvesting date</i>
hidroterminis koeficientas (HTK) / <i>hydrothermal coefficient (HTC)</i>							
2005	2,50	1,60	1,10	0,80	1,40	0,60	10-04
2006	2,70	1,30	0,10	0,60	1,80	1,70	10-09
2007	1,75	2,84	1,17	2,21	1,09	1,30	09-26

Rugsėjo mėnesį šakniavaisiai kaupia cukrų, todėl tuo metu būtų palankiausi vidutinio drėgnumo, saulėti orai. 2006 m. po labai sausų birželio ir liepos mėnesių orų gausūs rugpjūčio ir rugsėjo mėnesių lietūs skatino lapijos augimą. Dėl to šakniavaisiuose galėjo mažėti sacharozės kaupimas, nes iki runkelių doravimo, t. y. iki spalio mėnesio pradžios, buvo palankios sąlygos intensyviai auginti masę. Nors 2007 m. rugsėjo mėnuo buvo pakankamai drėgnas ir šiltas, bet buvo daugiau saulėtų dienų, palyginti su 2006 m. rugsėjo mėnesiu, todėl 2007 m. runkeliams buvo geresnės sąlygos kaupti cukrų.

**Azoto trąšų su klinoptilolitu poveikis augalų dygimui.** Optimaliomis sąlygomis cukrinių runkelių sėklos dygsta apie dešimt dienų. 2005 m. runkeliai dygo ilgai. Po sėjos praėjus 15 d., laukeliuose buvo tik pavienių daigų, o po 25 d. augalų buvo 21,6–33,3 % to kiekio, kuris buvo po 35 d. (4 lentelė).

Esminio skirtumo vertinant eksperimentinių azoto trąšų ir trąšų KAN-27 poveikį augalų skaičiui nebuvo. Sėklos ilgakai dygo 2006 m. Abiejų rūšių azoto trąšomis pagal  $N_{120}$  normą tręštuose laukeliuose pirmojo skaičiavimo metu augalų buvo iš esmės mažiau, palyginti su kontroliniu variantu. Tai galėjo būti dėl keleto priežasčių: didelė dirvožemio tirpalo druskų koncentracija, dėl kurios sunyko šaknelė, arba šaknelę išleidę runkeliai buvo geriau aprūpinti azotu, todėl turėjo didesnę dygimo energiją ir greičiau pasiekė žemės paviršių /Dürr, Mary, 1998/. Bet anksčiau už kitus išdygę augalai galėjo sunykti nuo kenkėjų, todėl skaičiavimo metu rasta mažiau daigų. Antrojo ir trečiojo skaičiavimo metu skirtumai tarp trąšomis KAN-27 ir eksperimentinėmis azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštų laukelių augalų kiekio buvo neesminiai, tačiau pastebėta tendencija, kad trąšomis su klinoptilolitu tręštuose laukeliuose augalų buvo daugiau, palyginti su tręštais trąšomis KAN-27. Visų trijų skaičiavimų metu kontroliniuose laukeliuose rastas didesnis augalų skaičius, palyginti su tręštais azoto trąšomis. Tai patvirtina hipotezę, kad sėklų dygimą sausais 2006 m. galėjo paveikti didesnė dirvožemio tirpalo druskų koncentracija, palyginti su kitais metais.

**4 lentelė.** Eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu poveikis cukrinių runkelių sėklų dygimui

**Table 4.** The impact of experimental nitrogen fertiliser with clinoptilolite on sugar beet seed emergence

Dotnuva, 2005–2007 m.

Ttręšimas <i>Fertilisation</i>	15 dienų po sėjos <i>15 days after sowing</i>		25 dienos po sėjos <i>25 days after sowing</i>		35 dienos po sėjos <i>35 days after sowing</i>	
	augalų skaičius / <i>number of plants</i>					
	tūkst. vnt. <i>ha</i> <sup>-1</sup> <i>thousand ha</i> <sup>-1</sup>	%	tūkst. vnt. <i>ha</i> <sup>-1</sup> <i>thousand ha</i> <sup>-1</sup>	%	tūkst. vnt. <i>ha</i> <sup>-1</sup> <i>thousand ha</i> <sup>-1</sup>	%
2005 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	–	–	21,0	100	97,0	100
2. N <sub>90</sub> KAN-27	–	–	22,0	105	92,1	95
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	–	–	34,1	162	99,9	103
4. N <sub>120</sub> KAN-27	–	–	28,2	134	101,0	104
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	–	–	34,0	162	102,2	105
	R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		–	–	13,61	58,3
2006 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	27,8	100	88,6	100	96	100
2. N <sub>90</sub> KAN-27	22,3	80	74,0	84	80,8	84
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	19,0	68	76,6	86	86,2	90
4. N <sub>120</sub> KAN-27	17,5	63	65,0	73	77,8	90
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	13,8	50	80,8	91	84,5	88
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	8,5	31	66,0	74	72,8	76
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	8,8	32	71,6	81	86,8	90
	R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		10,97	65,3	15,83	21,2
2007 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	68,9	100	91,8	100	102,5	100
2. N <sub>90</sub> KAN-27	71,8	104	102,8	112	112,9	110
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	77,6	113	95,8	104	92,6	90
4. N <sub>120</sub> KAN-27	57,3	83	102,5	112	101,9	99
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	56,4	82	108,6	119	105,1	103
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	66,9	97	108,0	118	101,6	99
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	92,1	134	109,7	120	108,8	106
	R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		43,82	62,5	30,01	29,2

2007 m. drėgną pavasarį runkeliai greitai sudygo. Abiejų rūšių azoto trąšų poveikis dygimui, palyginti su kontroliniu variantu, ir poveikiu tarp trąšų rūšių, buvo neesminis. Tendencija, kad trečiojo skaičiavimo metu rasta mažiau augalų, palyginti su antrojo skaičiavimo metu gautais duomenimis, laukeliuose, kuriuose panaudotos azoto trąšos, aiškintina tuo, kad vešlesni augalai galėjo labiau nukentėti nuo kenkėjų nei netreštieji.

Įvertinus trejų metų duomenis galima teigi, kad azoto trąšos su klinoptilolitu cukrinių runkelių dygstančioms sėkloms ir jauniems augalams esminio neigiamo poveikio nepadarė, esant 95 % tikimybės lygiui. Pastebėta tendencija, kad laukeliuose, kuriuose naudotos azoto trąšos su klinoptilolitu, septyniais atvejais iš aštuonių ką tik sudygusių daigų buvo daugiau, palyginti su trąšomis KAN-27 tręštų laukelių daigų kiekiu. Tendencija, kad pavasarį pagal didesnes ( $N_{120}$ ) normas trąšomis su klinoptilolitu tręštuose laukeliuose cukrinių runkelių augalų buvo daugiau, palyginti su trąšomis KAN-27 tręštų laukelių daigų kiekiu, taip pat pastebėta 2006 bei 2007 m., daigus suskaičiavus antrą ir trečią kartą.

**Cukrinių runkelių derliaus, šakniavaisių kokybės ir baltojo cukraus išėigos variacijos priklausomumo nuo meteorologinių sąlygų visumos, azoto trąšų rūšies ir azoto normos statistinė analizė.** Cukrinių runkelių derlių, šakniavaisių kokybę ir baltojo cukraus kiekį lemiantys rodikliai iš esmės priklausė nuo metų meteorologinių sąlygų (5 lentelė), todėl svarbu eksperimentinių trąšų veikimą įvertinti kiekvienais metais atskirai.

**5 lentelė.** Cukrinių runkelių derliaus, kokybės ir baltojo cukraus kiekio priklausomumas nuo metų oro sąlygų (A veiksnys), azoto trąšų rūšies (B veiksnys) bei normos (C veiksnys) **Table 5.** Sugar beet root yield, quality, and white sugar yield as influenced by the weather conditions (factor A), nitrogen fertiliser type (factor B) and rate (factor C)

Dotnuva, 2006–2007 m.

Rodiklis Trait	Veiksny / Factor			Sąveika / Interaction			
	A	B	C	AB	BC	AC	ABC
	Poveikio nebuvimo tikimybės dydis <i>P</i> / Probability <i>P</i>						
Derlius t ha <sup>-1</sup> / Yield t ha <sup>-1</sup>	**	**	0,594	0,873	0,263	0,311	0,632
Sacharozė % / Sucrose %	**	0,574	0,403	0,680	0,172	0,259	0,543
α-amino N m mol (100 g) <sup>-1</sup>	**	0,112	**	0,221	0,452	0,091	0,217
K m mol (100 g) <sup>-1</sup>	**	0,467	0,607	0,221	0,446	0,171	0,428
Na m mol (100 g) <sup>-1</sup>	**	0,206	0,309	0,619	0,628	0,149	0,568
Baltasis cukrus % White sugar %	**	0,428	0,756	0,860	0,554	0,130	0,291
Baltasis cukrus t ha <sup>-1</sup> White sugar t ha <sup>-1</sup>	**	0,428	0,760	0,860	0,554	0,130	0,291

Trąšų rūšies ir normos poveikis šakniavaisių kokybės rodikliams buvo mažesnio nei 95 % tikimybės lygio. Tačiau tendencija, kad eksperimentinės trąšos su klinoptilolitu veikė šiek tiek kitaip nei trąšos KAN-27, atsiskleidžia vertinant jų poveikį α-aminoazoto ir natrio kiekiui.

Trąšų normos poveikis buvo esminis α-aminoazoto kiekiui, tendencijos pobūdžio – natrio ir sacharozės kiekiui. Oro sąlygų ir azoto trąšų normos sąveika rodikliams

turėjo didesnę įtaką nei oro sąlygų ir trąšų rūšies arba trąšų rūšies ir azoto normos sąveika. Variacijos analizė parodė, kad azoto trąšų su klinoptilolitu veikimas yra vertinamas pagal pasikartojančias tendencijas ir literatūros duomenimis pagrįstą priežastingumą.

**Azoto trąšų su klinoptilolitu įtaka derliui.** Eksperimentinės azoto trąšos su klinoptilolitu ir trąšos KAN-27 2005, 2006 bei 2007 m. cukrinių runkelių šakniavaisių derlių padidino 25–29, 5–10 bei 12–19 % (6 lentelė). 2005 m. be azoto trąšų užderėjęs mažas derlius atskleidė buvusias prastesnes nei kitais tyrimų metais meteorologines sąlygas. Derliui šiek tiek efektyvesnė buvo tik azoto trąšų su klinoptilolitu  $N_{90}$  norma, palyginti su ekvivalentiška trąšų KAN-27 norma.

Azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštų cukrinių runkelių lapų derlius buvo mažesnis (tendencija) nei tręštų trąšomis KAN-27. Runkelių vegetacijos pabaigoje, esant labai sausiams orams, azoto trąšomis su klinoptilolitu tręšti runkeliai buvo labiau subrendę, o dalis jų lapų nudžiūvę. Tokią prielaidą patvirtina sacharozės kiekio runkelių šakniavaisiuose duomenys: jo sukaupta daugiau (tendencija) patręšus azoto trąšomis su klinoptilolitu nei trąšomis KAN-27.

2006 m. laukeliuose, netręštuose azoto trąšomis, šakniavaisių derlius ( $60,31 \text{ t ha}^{-1}$ ) atskleidė buvus palankias sąlygas pasisavinti dirvožemio mitybos elementus. Kadangi pirmojoje vegetacijos pusėje – birželio ir liepos mėnesiais – stigo drėgmės, runkelių šaknys skverbėsi gilyn į dirvą. Gausi cukrinių runkelių lapija, kurios masė derliaus nuėmimo metu beveik prilygo šakniavaisių masei, parodė, kad augalų šaknų sistema pasisavinavo pakankamai maisto medžiagų ir jomis skatino lapų bei šakniavaisių augimą. Todėl normų padidinimas iki  $N_{120}$  bei  $N_{150}$  ir azoto trąšų su klinoptilolitu, ir trąšų KAN-27 pavidalu cukrinių runkelių šakniavaisių derliui esminio poveikio, palyginti su  $N_{90}$  norma, neturėjo. Išryškėjo tendencijos pobūdžio azoto trąšų su klinoptilolitu pranašumas, lyginant su trąšomis KAN-27. Visais trimis tręšimo atvejais, t. y. trąšas pagal  $N_{90}$  bei  $N_{120}$  normas išbėrus prieš sėją ir pagal  $N_{120}$  normą prieš sėją bei papildomai pagal  $N_{30}$  normą 4–6 lapų tarpsniu, šakniavaisių derlius buvo  $0,55\text{--}2,77 \text{ t ha}^{-1}$  didesnis azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštų runkelių. 2006 m. azoto trąšų su klinoptilolitu, palyginti su trąšomis KAN-27, palankesnę poveikį cukriniams runkeliams atskleidė ir gausesnė lapija.

2007 m., esant pakankamam kritulių kiekiui, runkelių augimo sąlygos buvo geros, gautas per visus bandymo metus didžiausias cukrinių runkelių derlius. Nenaudojus azoto trąšų užderėjęs  $62,48 \text{ t ha}^{-1}$  šakniavaisių derlius parodė bandymo dirvožemį buvus pakankamai derlingą. Palankiomis cukriniams runkeliams augti sąlygomis azoto trąšos su klinoptilolitu labiau (tendencija) didino šakniavaisių derlių ir vidutinę šakniavaisio masę, palyginti su trąšomis KAN-27. Taigi sąlygomis, sudarančiomis galimybę atsiskleisti cukrinių runkelių genotipo derlingumo potencialui, runkelių augimą galėjo palankiau veikti azoto trąšos su klinoptilolitu nei trąšos KAN-27. Derliaus nuėmimo metu mažesnis lapų kiekis laukeliuose, kuriuose naudotos azoto trąšos su klinoptilolitu, atskleidžia buvus palankesnes sąlygas asimiliatams iš lapų patekti į šakniavaisius, palyginti su tręštais trąšomis KAN-27.



**6 lentelė.** Eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu įtaka cukrinių runkelių derliui  
**Table 6.** The impact of experimental nitrogen fertiliser with clinoptilolite on sugar beet yield

Dotnuva, 2005–2007 m.

Tręšimas <i>Fertilisation</i>	Šakniavaisių / <i>Root</i>				Vidutinė šaknia- vaisio masė <i>Mean weight per root</i>
	derlius <i>yield</i>		palyginti su <i>compared with</i> KAN-27*		
	t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	
2005 m.					
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	48,61	100	–	19,0	0,425
2. N <sub>90</sub> KAN-27	60,93	125	–	31,6	0,537
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	61,55	127	0,62	29,7	0,571
4. N <sub>120</sub> KAN-27	62,85	129	–	39,3	0,531
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	60,83	125	–2,02	31,3	0,540
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	3,434	5,8	3,24	7,05	0,042
2006 m.					
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	60,31	100	–	33,08	0,593
2. N <sub>90</sub> KAN-27	63,26	105	–	56,84	0,695
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	66,03	110	2,77	61,72	0,706
4. N <sub>120</sub> KAN-27	64,12	106	–	61,03	0,762
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	64,67	107	0,55	62,55	0,716
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	65,27	108	–	63,53	0,722
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	66,12	110	0,85	64,57	0,718
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	3,694	5,8	3,694	3,63	0,137
2007 m.					
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	62,48	100	–	32,7	0,548
2. N <sub>90</sub> KAN-27	71,86	115	–	46,1	0,618
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	74,35	119	2,49	45,5	0,664
4. N <sub>120</sub> KAN-27	71,84	115	–	51,1	0,635
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	71,25	114	0,57	46,7	0,637
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	69,74	112	–	53,0	0,608
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	72,71	116	2,97	51,9	0,636
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	4,780	6,8	4,844	4,818	0,0640

Pastaba. \* – lyginti pagal vienodas trąšų veikliosios medžiagos normas tręštų cukrinių runkelių duomenys.

Note. \* – data for equal fertiliser active ingredient rates were compared.

Visais tyrimų metais trąšų N<sub>120</sub> normos efektyvumas iš esmės nesiskyrė nuo N<sub>90</sub>. Dirvoje, kurios yra pakankamai derlingos, trąšų azoto reikia pirmojoje vasaros pusėje skatinti cukrinių runkelių augimą. Antrojoje vasaros pusėje šiose dirvoje augalams pakanka jose esančio azoto /Malnou et al., 2008/. Todėl tyrimų metu, esant palankioms

meteorologinems sąlygoms, derlingame dirvožemyje azoto trąšų normą padidinus iki  $N_{120}$  ir  $N_{120+30}$ , šakniavaisių derlius nebedidėjo. Azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštiems cukriniams runkeliams užteko pagal  $N_{90}$  normą išbertų azoto trąšų. Tendenciją patvirtino vienų (2007) metų bandymas, darytas Rumokuose lengvo priemolio sekliai glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisol, LVg-p-w-cc*) /Mašauskas ir kt., 2008/.

**Azoto trąšų su klinoptilolitu įtaka šakniavaisių kokybei ir baltojo cukraus kiekiui.** 2005 m. oro sąlygos buvo palankios sacharozės kaupimui šakniavaisiuose. Ir azoto trąšomis su klinoptilolitu, ir trąšomis KAN-27 tręštuose šakniavaisiuose buvo sukaupta daugiau kaip 19 % sacharozės (7 lentelė). Sacharozės kaupimuisi nebuvo esminio skirtumo tarp eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu ir trąšų KAN-27 poveikio. Mažinančio baltojo cukraus kiekį  $\alpha$ -aminoazoto, kalio bei natrio kiekis šakniavaisiuose buvo mažas. Kenksmingo  $\alpha$ -aminoazoto kaupimas galėjo būti nulemtas cukrinių runkelių genotipo /Hoffman, Märlander, 2005/.

Gausiau ( $N_{120}$ ) azoto trąšomis su klinoptilolitu patręšti runkeliai iš dirvožemio pasisavino daugiau (tendencija) kalio ir natrio, o tręšti pagal  $N_{90}$  normą sukaupė daugiau  $\alpha$ -aminoazoto, palyginti su tręštais trąšomis KAN-27. Tai rodo tendenciją, kad trąšų su klinoptilolitu ir KAN-27 veikimas skyrėsi.

2006 m. dėl meteorologinių sąlygų užtrukus cukrinių runkelių vegetacijai, tręštų ir azoto trąšomis su klinoptilolitu, ir trąšomis KAN-27 runkelių šakniavaisių cukringumas buvo beveik vienodas (15,6–15,9 %) ir nepriklausė nuo azoto normos dydžio. Tačiau kalio koncentracija buvo didesnė (tendencija) trąšomis su klinoptilolitu tręštų runkelių šakniavaisiuose. Koreliacija tarp kalio kiekio šakniavaisiuose ir aprūpinimo azotu, t. y. azoto normų, yra esminė. Daugiau azoto gavę augalai sukaupia daugiau kalio /Macák et al., 2007/. Tai rodo, kad eksperimentinės azoto trąšos su klinoptilolitu labiau pagerino augalų azoto pasisavinimą, palyginti su trąšomis KAN-27.

2007 m. palankiomis šakniavaisiams augti ir sacharozę kaupti sąlygomis pastebėta tendencija, kad azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštų runkelių šakniavaisiuose daugeliu atvejų buvo mažiau sacharozės. palyginti su tręštais trąšomis KAN-27. Tai rodo runkelius intensyviau auginus masę. Tarp augalų aprūpinimo azotu ir sacharozės kaupimo yra glaudus priklausomumas – daugiau azoto gavę runkeliai sukaupia mažiau sacharozės /Macák et al., 2007; Brazienė, 2009/. Kadangi maisto medžiagomis geriau aprūpinti buvo azoto trąšomis su klinoptilolitu nei trąšomis KAN-27 tręšti augalai (matyt, dėl klinoptilolito savybės sorbuoti ir desorbuoti mitybos elementus bei drėgmę), yra prielaida cukriniams runkeliams sumažinti trąšų su klinoptilolitu normą.

Baltojo cukraus kiekį iš hektaro lėmė šakniavaisių derlius, sacharozės kiekis juose ir medžiagų, didinančių sacharozės patekimą į melasą, koncentracija. Didžiausia baltojo cukraus išeiga iš hektaro buvo palankiais šakniavaisių masei augti (2007) metais, mažesnė – kai derlius buvo mažesnis, nors jame susikaupė daugiau sacharozės (2005 m.). Mažiausiai baltojo cukraus gauta 2006 m., nuėmus prieš derliaus dorojimą intensyviai augusius ir dėl to mažai sacharozės sukaupusius runkelius. Per trejus bandymo metus azoto trąšų su klinoptilolitu veiksmingumas su trąšų KAN-27 veiksmingumu buvo palygintas aštuoniuose variantų porose. Įvairiomis orų, turėjusių įtakos runkelių augimui, sąlygomis ir tręšiant pagal įvairias azoto trąšų normas, penkis kartus iš aštuonių azoto trąšos su klinoptilolitu baltojo cukraus išeigai turėjo nedidelį (tendencija) teigiamą poveikį, t. y. išeiga padidėjo 0,06–0,38 t ha<sup>-1</sup>. Skirtumai buvo mažesnio nei 95 %

tikimybės lygio, tačiau tendencijos parodė, kad trąšų su klinoptilolitu veiksmingumas nėra mažesnis, o kartais ir didesnis už trąšų KAN-27.

**7 lentelė.** Eksperimentinių azoto trąšų su klinoptilolitu įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių kokybei ir baltojo cukraus kiekiui

**Table 7.** The impact of experimental nitrogen fertiliser containing clinoptilolite on sugar beet root quality and white sugar yield

Dotnuva, 2005–2007 m.

Tręšimas <i>Fertilisation</i>	Sacharozė <i>Sucrose</i> %	$\alpha$ -amino N m mol (100 g) <sup>-1</sup>	K m mol (100 g) <sup>-1</sup>	Na m mol (100 g) <sup>-1</sup>	Baltasis cukrus <i>White sugar</i> %	Baltasis cukrus <i>White sugar</i> t ha <sup>-1</sup>
2005 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	19,70	0,339	4,280	0,148	17,86	8,69
2. N <sub>90</sub> KAN-27	19,43	0,625	3,950	0,182	17,67	10,77
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	19,48	0,839	3,951	0,162	17,70	10,89
4. N <sub>120</sub> KAN-27	19,18	0,768	3,790	0,167	17,46	10,98
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	19,23	0,732	4,131	0,211	17,39	10,58
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,342	0,2377	0,330	0,027	0,362	0,625
2006 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	16,08	0,586	4,734	0,261	14,02	8,45
2. N <sub>90</sub> KAN-27	15,85	1,036	5,138	0,307	13,60	8,6
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	15,90	0,943	5,268	0,300	13,61	8,99
4. N <sub>120</sub> KAN-27	15,75	1,086	4,987	0,313	13,55	8,68
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	15,83	1,014	5,038	0,322	13,61	8,79
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	15,55	1,336	4,987	0,343	13,31	8,69
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	15,75	1,093	5,217	0,297	13,47	8,9
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,611	0,170	0,4577	0,0489	0,676	0,545
2007 m.						
1. N netręšta (kontrolinis variantas) <i>Without N fertiliser (control)</i>	19,40	0,766	3,396	0,236	18,36	11,47
2. N <sub>90</sub> KAN-27	18,87	1,091	3,447	0,274	17,38	12,92
3. N <sub>90</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	18,50	1,321	3,652	0,284	17,79	12,78
4. N <sub>120</sub> KAN-27	18,40	1,494	3,754	0,300	17,36	12,36
5. N <sub>120</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	18,40	1,334	3,396	0,292	17,24	12,39
6. N <sub>120+30</sub> KAN-27	18,97	1,434	3,558	0,270	17,9	13,01
7. N <sub>120+30</sub> N su klinoptilolitu / <i>N with clinoptilolite</i>	18,57	1,559	3,550	0,291	17,5	12,21
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,597	0,272	0,3414	0,0356	0,644	0,959

Trąšų su klinoptilolitu įterpimas pagal  $N_{150}$  normą per du kartus baltojo cukraus kiekiui iš hektaro nebuvo efektyvus. Palyginus pagal  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  normas panaudotų abiejų rūšių trąšų veikimą, nustatyti keturi atvejai iš šešių, kai azoto trąšos su klinoptilolitu buvo veiksmingesnės (tendencija). Trejų metų tyrimų duomenys parodė, kad azoto trąšų su klinoptilolitu poveikis cukrinių runkelių dygimui, kokybės pokyčiams yra nevienodas, palyginti su trąšų KAN-27 veikimu, patvirtintas pasikartojančių tendencijų, t. y. mažesnio nei 95 % tikimybės lygio. Azoto trąšomis su klinoptilolitu patrešti runkeliai geriau dygo, augdami pasisavino daugiau mitybos elementų, geriau vystė lapiją, išaugino didesnę šakniavaisių derlių. Tendencijos ne visada buvo nuoseklios, priklausė nuo trąšų normos ir meteorologinių sąlygų, tačiau paaiškinamos remiantis kitų autorių runkelių augimo ir vystymosi priežastingumo stebėjimais. Cukrinių runkelių šakniavaisiuose sumažėja sacharozės, padidėja  $\alpha$ -aminoazoto, kalio ir natrio kiekis. Baltojo cukraus kiekis sumažėja tada, kai dirvoje būna daugiau azoto junginių, t. y. didinamos azoto trąšų normos /Baier et al., 1990; Macák et al., 2007; Brazienė, 2009/. Šios tendencijos pastebėtos azoto trąšų su klinoptilolitu veikimą lyginant su trąšų KAN-27, todėl galima padaryti išvadą, kad azoto trąšos su klinoptilolitu cukrinių runkelių mitybą pagerina labiau nei trąšos KAN-27.

Iš tirtų veiksnių šakniavaisių derlius labiausiai priklauso nuo tręšimo azotu ir meteorologinių sąlygų /Malnou et al., 2006; Brazienė, 2009/. Nurodoma, kad Lietuvos sąlygomis vidutiniškai sausais metais (nuo gegužės iki liepos mėnesio HTK svyravo nuo 0,17 iki 1,10) amonio salietros  $N_{150}$  norma, palyginti su azoto trąšomis netreštais laukeliais dirvožemyje, kuriame pavasarį buvo 52–69 kg ha<sup>-1</sup> mineralinio azoto, šakniavaisių derliui buvo veiksminga esant mažesniai nei 95 % tikimybės lygiui. Kadangi dirvožemyje, kuriame prieš runkelių sėją 0–40 cm sluoksnyje mineralinio azoto buvo nuo 36,0 iki 58,5 kg ha<sup>-1</sup>, normos didinimas iki  $N_{120}$ , tręšiant ir azoto trąšomis su klinoptilolitu, ir trąšomis KAN-27, cukrinių runkelių šakniavaisių derliui esminės įtakos neturėjo. Azoto trąšų poveikis derliui priklauso nuo cukrinių runkelių veislės /Dürr et al., 2000/. Azoto trąšų su klinoptilolitu bandymo metu augintų cukrinių runkelių genotipų derlingumo potencialui realizuoti, matyt, užteko  $N_{90}$  normos azoto trąšų. Prie pagrindinio tręšimo pagal 120 kg ha<sup>-1</sup> azoto normą papildomas tręšimas pagal 30 kg ha<sup>-1</sup> azoto normą mažiau padidino šakniavaisių, labiau – lapų derlių. Azoto trąšų su klinoptilolitu tyrimų rezultatai rodo galimybę cukriniams runkeliams naudoti mažesnę nei  $N_{120}$  azoto trąšų normą nesumažinant derliaus.

### Išvados

1. Karbonatingame glėjiškame lengvo priemolio rudžemyje  $P_{90}K_{160}$  fone azoto trąšos su klinoptilolitu (6–8 % klinoptilolito) ir trąšos KAN-27, panaudotos pagal  $N_{90}$  bei  $N_{120}$  normas prieš sėją ir pagal  $N_{120+30}$  normą atitinkamai prieš sėją bei 4–6 lapų tarpsniu, šakniavaisių derlių padidino 5–29 %, palyginti su tręštais tik  $P_{90}K_{160}$ .

2. Esant sausesniems ir šiltesniems orams, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, azoto trąšomis su klinoptilolitu tręštuose laukeliuose sudygusių cukrinių runkelių buvo daugiau, palyginti su tręštais KAN-27.

3. Azoto trąšos su klinoptilolitu, naudotos pagal  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  normą prieš sėją ir pagal  $N_{120}$  normą prieš sėją bei  $N_{30}$  4–6 lapų tarpsniu, palyginti su atitinkamomis trąšų

KAN-27 normomis, parodė 0,55–2,97 t ha<sup>-1</sup> šakniavaisių derliaus ir 0,02–0,38 t ha<sup>-1</sup> baltojo cukraus derliaus didinimo tendenciją.

4. Tręšti azoto trąšomis su klinoptilolitu cukriniai runkeliai, po itin sausų (birželio ir liepos mėnesių HTK – 0,10–0,60) orų antroje vasaros pusėje susidarius palankesnėms drėgmės sąlygoms, išaugino didesnę lapų masę, palyginti su tręštais trąšomis KAN-27.

5. Ir azoto trąšomis su klinoptilolitu, ir trąšomis KAN-27 prieš sėją pagal N<sub>90</sub> normą tręštuose šakniavaisiuose α-aminoazoto kiekis buvo mažas (nuo 0,63 iki 1,56 m mol (100 g)<sup>-1</sup>). Azoto trąšomis su klinoptilolitu tręšti runkeliai šakniavaisiuose α-aminoazoto ir natrio sukaupe daugiau nei tręšti trąšomis KAN-27.

6. Pagal šakniavaisių derlių ir baltojo cukraus kiekį optimalia laikytina N<sub>90</sub> norma azoto su klinoptilolitu trąšų, įterptų prieš cukrinių runkelių sėją dirvožemyje, kurio 0–40 cm sluoksnyje prieš sėją mineralinio azoto yra nuo 36,0 iki 58,5 kg ha<sup>-1</sup>.

### Padėka

Projektą „Nitratinių trąšų tobulinimas ir naujų sukūrimas“ parėmė Lietuvos Respublikos ūkio ministerija bei Lietuvos verslo paramos agentūra ir iš dalies finansavo Europos Sąjunga.

Gauta 2009 03 19

Pasirašyta spaudai 2009 06 01

### LITERATŪRA

1. Baier J., Smetánková M., Bartošová Z., Baierová V. Diagnostika výživy dusíkem a draslíkem u cukrovky ve vztahu ke kvalitě [The diagnostics of nitrogen nutrition and potassium with relation to sugar beet quality] // Rostlinna Vyroba. – 1990, vol. 36, p. 289–295

2. Brazienė Z. Azoto ir kalio trąšų įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių derliui ir kokybei // Žemdirbystė-Agriculture. – 2009, t. 96, Nr. 1, p. 142–153

3. Dürr C., Guevaer F., Guillet J. Pre-emergence growth of genotypes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) tolerant to *Rhizomania* // Annals of Botany. – 2000, vol. 85, p. 197–202

4. Dürr C., Mary B. Effects of nutrient supply on pre-emergence growth and nutrient absorption of wheat (*Triticum aestivum* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // Annals of Botany. – 1998, vol. 81, p. 665–672

5. Hoffman Ch., Märlander B. Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) – amino acids, nitrate – as affected by genotype and environment // European Journal of Agronomy. – 2005, vol. 22, iss. 3, p. 255–265

6. Li H., Li C., Zhang X. et al. Effect of natural zeolite on soil nutrient bioavailability and soil chemical properties (abstract) / Yingyong Shengtai Xuebao. – 2001, vol. 12, No. 5, p. 743–745

7. Macák M., Kováč K., Žák Š. The effect of nitrogen input on polarised sugar production and qualitative parameters of sugar beet // Journal of Central European Agriculture. – 2007, vol. 8, No. 1, p. 63–71

8. Malnou C. S., Jaggard K. W., Sparkes D. L. A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendation for the sugar beet crop // European Journal of Agronomy. – 2006, vol. 25, iss. 3, p. 254–263

9. Malnou C. S., Jaggard K. W., Sparkes D. L Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer // *European Journal of Agronomy*. – 2008, vol. 28, iss. 1, p. 47–56

10. Mašauskas V., Brazienė Z., Mašauskienė A., Mažeika R. Azoto trąšų su klinoptilolitu efektyvumas cukriniams runkeliams rudžemyje ir išplautžemyje / Nitratinų trąšų tobulinimas, naujų sukūrimas ir jų efektyvumo įvertinimas: mokslinių straipsnių rinkinys / AB „Achema“, LŽI, LŽŪU, LSDI. – Jonava, 2008, p. 43–53

11. Mažeika R., Cigienė A., Tatariškinaitė L. Nitratinų trąšų tobulinimas ir naujų sukūrimas / Nitratinų trąšų tobulinimas, naujų sukūrimas ir jų efektyvumo įvertinimas: mokslinių straipsnių rinkinys / AB „Achema“, LŽI, LŽŪU, LSDI. – Jonava, 2008, p. 5–17

12. Mumpston F. La roca magica: uses of natural zeolites in agriculture and industry // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. – 1999, vol. 96, iss. 7, p. 3463–3470

13. Rehakova M., Čuvanová S., Dzivak M. et al. Agricultural and agrochemical uses of the clinoptilolite type // *Current Opinion in Solid State and Material Science*. – 2004, vol. 8, iss. 6, p. 397–404

14. Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G. und and. Zur Vorrausage des Melassezucker aus Rübenanalysen // *Zucker*. – 1974, Nr. 27, S. 2–15

15. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova, Stat, Split-plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija, (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

16. Watanabe Y., Moriyoshi Y., Yamada H. et al. Ammonium ion exchange behaviors on natural clinoptilolites // *Journal of Ion Exchange*. – 2003, No. 14, p. 217–220

17. Сладких А. Ф., Карасиев О. А. Природное питание и урожайность // *Сахарная свекла*. – 2000, № 7, с. 15–16

18. Хомяков В. Н. Объективная оценка состояния агроценоза: агрометеорологический аспект. – Ленинград, 1989, с. 126–130

19. Чеботарев Н., Хмелинин И., Швецова В., Спицына Т. Повышение эффективности минеральных удобрений под действием цеолитов // *Аграрная наука*. – 2000, № 8, с. 11–12

20. Шеуджен А. Х., Шхапацев А. К., Бочко Т. Ф. Влияние цеолитов на агрохимические показатели плодородия лугово-черноземной почвы и урожайность риса // *Агрохимия*. – 2002, № 8, с. 14–20

## THE EFFECT OF NITROGEN FERTILISER CONTAINING CLINOPTILOLITE ON SUGAR BEET EMERGENCE, YIELD AND QUALITY

V. Mašauskas<sup>1</sup>, A. Mašauskienė<sup>1</sup>, R. Mažeika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lithuanian Institute of Agriculture

<sup>2</sup>Stock Company „Achema“

### Summary

Experiments were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture on a light loamy *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol (Cmg-n-w-can)* in 2005, 2006 and 2007. The effect of experimental nitrogen fertiliser containing clinoptilolite on crops was compared with that of nitrogen fertiliser KAN-27. The impact on sugar beet seed emergence, root yield and quality was examined. The experimental nitrogen fertiliser containing clinoptilolite and KAN-27 fertiliser were applied according to N<sub>90</sub> and N<sub>120</sub> rates pre-sowing and according to N<sub>120+30</sub> rate, applied pre-sowing and at 4–6 leaf stage. Experimental findings revealed the differences between the influences of experimental nitrogen fertiliser containing clinoptilolite and KAN-27. However, the differences were found to be just recurring trends. The sugar beet seed emergence was improved, the root yield tended to be higher, content of sucrose was higher in dry and lower in wet weather conditions, the content of potassium and  $\alpha$ -amino nitrogen was higher for the treatments applied with clinoptilolite. The content of white sugar per hectare was equal to that in the treatments applied with KAN-27 fertiliser. The optimal rate of nitrogen fertiliser containing clinoptilolite for sugar beet was found to be N<sub>90</sub>.

Key words: *Beta vulgaris* L., fertiliser rates, emergence, yield, sugar, potassium, sodium,  $\alpha$ -amino nitrogen.