

Pemdirbystė ir augalininkystė *Agriculture and Plant Growing* *Земледелие и растениеводство*

Àzoto trådø ir agroklimatinio sàlygø poveikis þieminiø kvieèiø (*Triticum aestivum* L.) derliui ir jo kokybei

**Irena Kriðtaponytė,
Stanislava Maikõtėnienė**

*Lietuvos þemdirbystės instituto
Joniðkėlio bandymø stotis,
LT-39301 Joniðkėlis,
Pasvalio rajonas,
el. paðtas
joniskelio_lzi@post.omnitel.net*

1999–2001 m. Lietuvos þemdirbystės instituto Joniðkėlio bandymø stotyje sunkaus priemolio giliau karbonatingame giliau glėþiðkame rudþemyje (*Endocalcari-Endohypogleyic-Cambisol*) atlikti tyrimai siekiant ávairiapusiai ávertinti trãðimo azotu intensyvumo, jo paskirstymo laiko bei normø átakà þieminiø kvieèiø (*Triticum aestivum* L.) derlingumui ir grūdø kokybiniam rodikliams. Tyrimai parodė, kad azoto trãðos (N_{90} kg ha⁻¹), išbertos iš karto anksti pavasará (DC 23–25) þieminiams kvieèiams, derliø padidino 56,5%, palyginus su netrãðtaisiais, ir 3,2%, palyginus su N_{60} trãðtaisiais, taèiau maistiniø grūdø pagrindiniai kokybiniai rodikliai – baltymø ir ðlapijojo glitimo kiekiai – atitiko II klasės reikalavimus tik palankiais vegetacijos periodais. Didesnė azoto normà – N_{120} kg ha⁻¹ paskirsėius per du kartus per vegetacijos periodà – N_{90} anksti pavasará (DC 23–25) ir N_{30} bamblėþimo tarpsnyje (DC 30–31) efektyvumas gerokai priklausė nuo agrometeorologinio sàlygø. Esant optimalaus drėgnumo vegetacijos periodui (HTK – 1,30) 1999 m. grūdø derlius buvo 3,9% didesnis, o sausà 2000 m. vegetacijos periodà (HTK – 0,26) ðiek tiek maþesnis negu tiek pat trãðø áterpus per kartà. Abiem atvejais, tiek iðbėrus N_{120} ið karto, tiek per du kartus, baltymø kiekis buvo didesnis kaip 13% ir atitiko I klasės maistiniø grūdø reikalavimus, taèiau ðlapijojo glitimo kiekis – tik II klasė. Azoto trãðø normø (N_{150} kg ha⁻¹) paskirstymas per du ar tris kartus esminiai grūdø derliaus nepadidino, taèiau iðbertos vėlyvesniuose kvieèiø vystymosi tarpsniuose azoto trãðos ypaè gerino pagrindinius grūdø kokybės rodiklius, kurie visais tyrimø atlikimo metais atitiko I klasės maistiniø grūdø reikalavimus.

Raktaþodþiai: sunkūs priemoliai, azoto trãðos, þieminiai kvieèiai, baltymai, glitimas, sedimentacija

ÁVADAS

Vidurio Lietuvos zonos klimatas ir dirvoþemiai tinkami auginti þieminius kvieèius, kurie uþima vienà pagrindiniø pozicijø maisto pramonėje. Didelá jø derlingumà lemia genetinės savybės, ilgesnis augimo ir vystymosi periodas bei palankesnės meteorologinės sàlygos negu vasariniam kvieèiams. Mūsų klimato sàlygomis minkðtøjø þieminiø kvieèiø (*Triticum aestivum* L.) daugelio veisliø biologinis derlingumo potencialas siekia 10 t ha⁻¹ ir daugiau. Taèiau minkðtieji kvieèiai nepasiþymi labai gerais maistiniø grūdø rodikliais. Be to, Lietuvos vėsesnio klimato sàlygomis Vakarø Europos ályse ðiltesniame klimato sukurtos veislės lėèiau pasisavina azotà, pagrindinè grūdø kokybè lemianèiø baltymø sudėtinè dalá negu juos auginant ðiltesnio klimato pietiniuose kraštuose, todėl èia jø maistinė kokybè bûna þemesnė. Todėl tik

gausus trãðimas azotu leidþia pasiekti gerø maistiniø kvieèiø kokybinio rodikliø ir vėsesnio klimato sàlygomis. Vienas svarbiausio didelio derlingumo ir kokybės gerinimo bûdø yra tinkamiausio mitybos azotu sàlygø sudarymas visà vegetacijos periodà [3, 4, 6]. Þieminiai kvieèiai yra vieni augalø, labiausiai reaguojanèiø á trãðimà mineralinėmis azoto trãðomis. Tyrimais nustatyta, kad didinant azoto trãðø normas ankstyvuose vystymosi tarpsniuose þenkliai didėja grūdø derlius [2, 5, 7, 10]. Taèiau jas áterpus vėlyvuose vystymosi tarpsniuose – po plaukėþimo, padidėja azoto koncentracija virðutinėje augalo dalyje, pratasiama vėliavinio lapo vegetacija, suaktyvinamas fotosintezės procesas ir net pastebimas mikroðakneliø atsinaujinimas. Tai sudaro palankias sàlygas intensyvesnei baltymø sintezei aktyviai besidauginanèiose grūdø masè formuojanèiose lãstelėse. Beje, baltymø sintezės proceso intensyvumà apskritai lemia

klimato sąlygos, drėgmės ir ūlumos rešimas [11, 15]. Ávairiose áalyse atlikti tyrimai rodo, kad vėlyvas þieminiø kvieèiø trãðimas azoto trãðomis net iki 24% padidino grūdø baltymingumà [16, 17]. Sunkesnès granulimetrinès sudèties dirvoþemiuose þieminiams kvieèiams vegetacijos pradþioje iðbèrus N_{120} kg ha⁻¹ azoto bei papildomai po N_{40} kg ha⁻¹ plaukèjimo pradþioje ir pabaigoje padidèjo baltymø kiekis – 4,4% ir sedimentacija – nuo 37 iki 54 cm³ [12, 13].

Bandymo tikslas: ávertinti azoto trãðø paskirstymo ávairiuose vystymosi tarpsniuose skirtingomis meteorologinėmis sàlygomis átakà þieminiø kvieèiø grūdø derlingumui bei kokybiniams rodikliams sunkaus priemolio dirvoþemiuose.

TYRIMØ SÀLYGOS IR METODAI

Þieminiø kvieèiø derlingumo bei grūdø kokybès priklausomumo nuo azoto trãðø paskirstymo atskirais augalø vystymosi periodais tyrimai atlikti 1999–2001 m. Lietuvos þemdirbystès instituto (LPI) Joniðkèlio bandymø stotyje. Tyrimai daryti drenuotame sunkaus priemolio ant dulkiðkojo molio su giliau esanèiu smèlingu priemoliu ($p_z/m_z/p_i$) dirvoþemyje, kurio dirvodarinè uoliena – limnoglacialinis molis ant moreninio priemolio. Pagal naujàjà Lietuvos dirvoþemiø klasifikacijà, tai – giliau karbonatingi giliau glèjiðki rudþemiai (*Rdg4-k2*), pagal FAO – *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol (CMgn-w-can)*. Dirvoþemio armens agrocheminè charakteristika pried ãrengiant bandymus atskirais metais ávairavo: judriojo fosforo – 95–125 mg kg⁻¹, judriojo kalio – 210–245 mg kg⁻¹, humuso – 2,10–2,20% ir pH_{KCl} – 6,3–6,6.

Þieminiø kvieèiø priedsèlis – daugiametès þolès. Sèti ‘Zentos’ veislès þieminiai kvieèiai 4,5 mln. ha⁻¹ daigiø sèklø. Pried þieminiø kvieèiø sèjà iðbertos mineralinès trãðos $P_{60}K_{60}$, o azoto trãðos iðbertos pavasará pagal schemà. Trãðimui naudota amonio salietra, karbamidas, granuliuotas superfosfatas ir kalio chloridas.

Tyrimo metais meteorologinès sàlygos labai ávairavo. Joms apibùdinti naudotos LPI Joniðkèlio meteorologinès stoties duomenys. Vegetacijos periodo hidroterminiai koeficientai apskaièiuoti pagal formulà:

$$HTK = \frac{\sum p}{0,1 \sum t};$$

èia $\sum p$ – krituliø suma (mm) per laikotarpà, kurio temperatūra aukðtesnè kaip 10°C; $\sum t$ – to paties periodo aktyviøjø temperatūrø suma (°C) [1].

Vegetacijos periodo hidroterminiai koeficientai bandymø atlikimo metais pateikti 1 lentelėje.

1999 m. balandis ir geguþè – sausi, nes krituliø buvo atitinkamai 16,9 ir 17,0 mm maþiau ir tempe-

1 lentelė. Vegetacijos periodo hidroterminiai koeficientai

Joniðkèlis, 1998–2001 m.						
Metai	Mėnuo					
	balandis	geguþè	birþelis	liepa	rugpjūtis	rugšèjis
1999	0,43	1,01	1,30	0,91	1,08	1,24
2000	0,13	0,65	0,26	2,37	1,16	0,91
2001	0,16	1,44	3,75	2,83	1,06	1,98

ratūra balandà 3,3°C aukðtesnè, o geguþà 2,4°C þemesnè uþ daugiameèius vidurkius. Birþelis lietingas (72,3 mm) ir karðtas, vidutinè paros temperatūra – 18,5°C. Liepos mėn. temperatūra artima daugiameitei, krituliø buvo 14,7 mm maþiau uþ daugiametà vidurkà Þieminiai kvieèiai subrendo liepos pabaigoje. Nuo þieminiø kvieèiø þydèjimo iki derliaus nuėmimo, kai grūdø kokybè labiausiai veikè meteorologinès sàlygos, aktyviøjø temperatūrø suma >0°C sudarè 921,5°C, >5°C – 686,6°C, >10°C – 451,5°C ir >15°C – 216,5°C.

2000 m. balandis, geguþè ir birþelis – sausi, krituliø buvo atitinkamai 5,3, 24,7 ir 17,7 mm, arba atitinkamai 35,8, 45,8 ir 70,2% maþiau uþ daugiametà vidurkà Taèiau liepà iðlijo 62% daugiau uþ mėnesio normà ir temperatūra buvo 1,9°C þemesnè uþ daugiametà vidurkà Þieminiai kvieèiai subrendo rugpjùèio I dekaðoje. Nuo þieminiø kvieèiø þydèjimo iki derliaus nuėmimo aktyviøjø temperatūrø suma >0°C sudarè 969,0°C, >5°C – 649,0°C, >10°C – 329,0°C ir >15°C – 61,2°C.

2001 m. balandà paros temperatūra kiek aukðtesnè – 1,4°C, krituliø kiekis artimas daugiameèiui vidurkiui. Geguþà vidutinè paros temperatūra 1,8°C þemesnè ir krituliø 10,2 mm maþiau uþ daugiameèius vidurkius. Birþelà ir liepà krituliø buvo atitinkamai 149–149,3% daugiau uþ daugiametà vidurkà, o vidutinè paros temperatūra birþelà – 2,5°C þemesnè, liepà – 2,4°C aukðtesnè uþ daugiametà vidurkà Nuo þieminiø kvieèiø þydèjimo iki derliaus nuėmimo aktyviøjø temperatūrø suma >0°C sudarè 949,0°C, >5°C – 674,0°C, >10°C – 399,0°C ir >15°C – 159,9°C. Þieminiai kvieèiai subrendo rugpjùèio I dekaðà.

Azoto trãðø skirtinguose augalø vystymosi tarpsniuose (pagal deðimtainà kodà – DC) átaka þieminiø kvieèiø derliui ir kokybei buvo tiriama pagal ðià schemà:

1. N_0 (be trãðø)
2. N_{60} (anksti pavasará DC 23–25)
3. N_{90} (anksti pavasará DC 23–25)
4. N_{120} (anksti pavasará DC 23–25)
5. N_{90} (anksti pavasará DC 23–25) + N_{30} – bamblèjimo tarpsnyje (DC 30–31)

6. N_{90} (anksti pavasarą DC 23–25) + N_{30} – bamblėjimo tarpsnyje (DC 30–31) + N_{30} 15% koncentracijos karbamido tirpalu (DC 39–49)

7. N_{120} (anksti pavasarą DC 23–25) + N_{30} – bamblėjimo tarpsnyje (DC 30–31).

Dirvožemio mėginiai $N_{min.}$ ($N-HO_3 + N-HN_4$) kiekiui nustatyti imti žieminių kviečių vegetacijai atsinaujinant iš 0–40 cm gylio. Judriesiems fosforui ir kaliui, humusui bei pH nustatyti dirvožemio mėginiai buvo imami iš armens gylio bandymų rengimo metu. Jungtiniuose mėginiuose dirvožemio cheminės analizės buvo nustatytos šiais metodais: mineralinis azotas ($N-NO_3 + N-NH_4$) – kolorimetriniu, pH_{KCl} – potenciometriškai, judrieji P_2O_5 ir K_2O – A–L metodu, humusas – Tiurino. Iš kiekvieno laukelio paėmus vidutiną 1 kg mėginą derliaus nuėmimo metu grūduose buvo nustatomi šie žieminių kviečių grūdų kokybės rodikliai: baltymai – bendrojo azoto kieką nustatėms Kjeldalio metodu dauginant iš koeficiento 5,7 (LST-1523), šlapiaasis gliutimas išplautas rankomis (LST-1522), sedimentacija – „Zeleny“ metodu (LST-1498 ir LST-1517 atitinkančiais ICC 116/1 ir ICC 118), kritimo skaičius (fermento α -amilazės aktyvumas) – prietaisu „Falling Number 1600“ (LST ISO 3093). Duomenys vertinti dispersinės ir koreliacinės analizės metodais naudojant P. Tarakanovo sudarytą statistinių programų paketą (ANOVA, STAT_ENG). Skirtingose duomenų ryšiams nustatyti naudotos regresijos lygtys: $y = a + bx$, $y = a + bx_1 + \dots + nx_m$. Patikimumas, atitinkantis 95% tikimybės lygą, paŕymėtas r^* , o atitinkantis 99% tikimybės lygą – r^{**} .

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APITARIMAS

Žieminių kviečių grūdų derliaus pokyčiai

Žieminių kviečių grūdų derliai atskirais metais tuose paėiuose trąšimo variantuose buvo gana nevienodi,

o tai labai lėmė meteorologinės sąlygos. Kaip nurodyta metodinėje dalyje, 1999 ir 2000 m. nuo vegetacijos pradėios iki vadinės brandos kritulių iškrito atitinkamai 24,5 ir 16,9% mažiau, o 2001 m. 85,3% daugiau uę daugiametą vidurką

Kadangi visais metais žieminių kviečių priešėlis buvo tas pats, tai ir $N_{min.}$ kiekis prieš žieminių kviečių vegetaciją mažai skyrėsi. 1999 m. dirvožemyje mineralinio azoto ($N_{min.}$) kiekis 0–40 cm gylyje buvo 5,67 mg kg^{-1} , arba 34 $kg ha^{-1}$. Žieminius kviečius anksti pavasarą (DC 23–25) patrąšus azoto trąšomis 60, 90 ir 120 $kg ha^{-1}$, grūdų derlius padidėjo atitinkamai 80,4, 96,7 ir 97,6%, palyginus su netrąštais (2 lentelė).

120 $kg ha^{-1}$ azoto áterpus per du kartus, derlius gautas 3,9% didėnis, palyginus su ta paėia norma azoto, áterpto iš karto. Didžiausias (5,38 t ha^{-1}) žieminių kviečių grūdų derlius gautas juos patrąšus per 3 kartus: (N_{90} anksti pavasarą (DC 23–25), N_{30} bamblėjimo (DC 30–31) tarpsnyje ir N_{30} plaukėjimo (DC 39–49) tarpsnyje 15% karbamido tirpalu).

2000 m. pavasarą dirvožemyje $N_{min.}$ nustatyta 5,70 mg kg^{-1} , arba 34,2 $kg ha^{-1}$. Anksti pavasarą (DC 23–25) žieminiams kviečiams išbėrus 60 ir 90 $kg ha^{-1}$ azoto veikliosios medžiagos (v. m.) grūdų derlius gautas 35,2 ir 31,9% didėnis negu netrąštame laukelyje. Padidinus trąšų normą iki 120 kg ir išbėrus iš karto anksti pavasarą derlius padidėjo 46,4%, palyginus su netrąštu pasėliu, ir 7,8%, palyginus su ta paėia norma trąšų, išbertų per du kartus. Tokius rezultatus lėmė nepalankios meteorologinės sąlygos, nes sausringu periodu išbertos azoto trąšos veikė neefektyviai. 150 $kg ha^{-1}$ azoto (v.m.) išbėrus per du kartus, grūdų derlius padidėjo 4,9%, palyginus su ta paėia norma, paskirsėius per tris kartus: (N_{90} anksti pavasarą (DC 23–25), N_{30} bamblėjimo (DC 30–31) tarpsnyje ir N_{30} plaukėjimo (DC 39–49) pradėioje 15% karbamido tirpalu). Papildomai žie-

2 lentelė. Azoto trąšų normų paskirstymo skirtinguose vystymosi tarpsniuose ázaka grūdų derliui t ha^{-1}

Joniškėlis, 1999–2001 m.

Trąšimas	Metai			Vidurkis	Sant. sk.
	1999	2000	2001		
1. N_0 (be trąšų)	2,45	3,86	3,57	3,29	100,0
2. N_{60} anksti pavasarą (DC 23–25)	4,42	5,22	5,32	4,99	151,7
3. N_{90} anksti pavasarą (DC 23–25)	4,82	5,09	5,54	5,15	156,5
4. N_{120} anksti pavasarą (DC 23–25)	4,84	5,65	6,06	5,52	167,8
5. N_{90} anksti pavasarą (DC 23–25) + N_{30} bamblėjimo tarpsnyje (DC 30–31)	5,03	5,24	6,01	5,43	165,0
6. N_{90} anksti pavasarą + N_{30} bamblėjimo tarpsnyje + N_{30} 15% karbamido tirpalu (DC 39–49)	5,38	5,33	5,90	5,54	168,4
7. N_{120} anksti pavasarą + N_{30} bamblėjimo tarpsnyje	4,79	5,59	5,87	5,42	164,6
R_{05}	0,499	0,312	0,437	0,472	–

minius kviečius patraūsus azoto trądomis vėlesniuose javų vystymosi tarpsniuose grūdų derlius nepadidėjo, nes esant sausam vegetacijos periodui (HTK – 0,26) vėliau išbertos trąšos buvo silpnai pasisavintos.

2001 m. N_{\min} dirvožemyje buvo $7,58 \text{ mg kg}^{-1}$, arba $45,5 \text{ kg ha}^{-1}$. Didžiausi ($6,01$ ir $6,06 \text{ t ha}^{-1}$) pieminio kviečio derliai gauti juos trąšiant 120 kg ha^{-1} azoto ir jas išberiant per du kartus arba visą normą iš karto.

Vidutiniais duomenimis, azoto trądomis netrąšto pieminio kviečio grūdų derlius buvo $3,29 \text{ t ha}^{-1}$. Anksti pavasarį (DC 23–25) pieminiam kviečiams išbertus 60 , 90 ir 120 kg ha^{-1} azoto (v.m.) pieminio kviečio grūdų derlius padidėjo atitinkamai $51,7$, $56,5$ ir $67,8\%$, arba dėl 1 kg azoto trąšų gauta $28,3$, $21,1$ ir $18,3 \text{ kg}$ grūdų. Pieminis kviečius anksti pavasarį (DC 23–25) patraūsus $N_{90} \text{ kg ha}^{-1}$ ir papildomai $N_{30} \text{ kg ha}^{-1}$, išbertu bamblėjimo (DC 30–31) tarpsnyje, patikimo grūdų derliaus priedo negauta, palyginus su ta pačia norma trąšų, išbertu iš karto. Pieminiam kviečiams azoto trąšas išbertus per tris kartus: N_{90} anksti pavasarį (DC 23–25), N_{30} bamblėjimo (DC 30–31) tarpsnyje ir N_{30} plaukėjimo (DC 39–49) tarpsnyje 15% koncentracijos karbamido tirpalu grūdų derlius padidėjo $68,4\%$, palyginus su netrąštu, ir $2,2\%$, palyginus su ta pačia norma azoto trąšų, išbertu per du kartus. Koreliacinė-regresinė analizė rodo, kad atskirais bandymo vykdymo metais pieminio kviečio grūdų derlius ($y \text{ t ha}^{-1}$) nevienodai priklauso nuo azoto trąšų ($x \text{ kg ha}^{-1}$) normos, nes jų pasisavinimą nemažai lemė ir agroklimato sąlygos. Grūdų derliaus priklausomybė nuo azoto trąšų aprašoma šiomis lygtimis:

$$\begin{aligned} 1999 \text{ m.} & \quad y = 4,100 + 0,007x; \\ & \quad r = 0,75^*; \quad R^2 = 56,3\%; \\ 2001 \text{ m.} & \quad y = 5,013 + 0,007x; \\ & \quad r = 0,81^*; \quad R^2 = 65,6\%; \\ \text{Vid. 1999–2001 m.} & \quad y = 4,684 + 0,006x; \\ & \quad r = 0,91^*; \quad R^2 = 82,8\%. \end{aligned}$$

Derlingumo ir azoto trąšų 95% tikimybės lygio stiprus ryšys buvo 1999 ir 2001 m., tuo tarpu 2000 m. sausą vegetacijos periodą (HTK – 26), kai ypač vėlesniais vegetacijos tarpsniais išbertos trąšos buvo mažai efektyvios, ryšys buvo silpnas ir nesiekė 95% tikimybės lygio ($r = 0,58$).

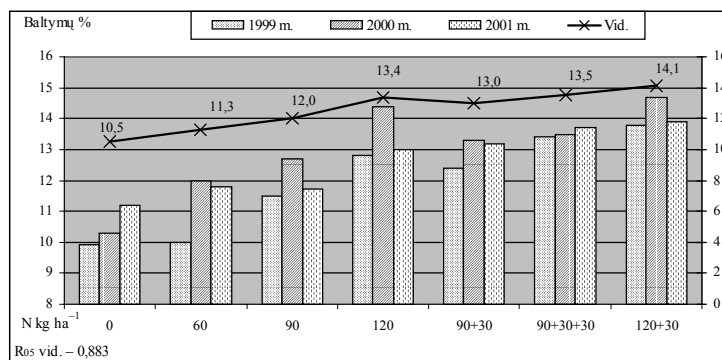
MAISTINIO GRŪDŲ KOKYBINIAI RODIKLIAI

Baltymingumas. Vieni svarbiausių maistinio grūdų kokybę apibūdinančių rodiklių yra baltymingumas, sedimentacija ir šlapijo glitimo kiekis. Nuo baltymų kiekio grūduose priklauso jų maistinė vertė ir technologinės savybės. Visais bandymo

vykdymo metais net ankstyvuose augalų vystymosi tarpsniuose didinant azoto trąšų normą baltymų kiekis grūduose didėjo (1 pav).

Baltymingiausius grūdus kviečiai subrandino 2000 ir 2001 m. Atskirais metais, ypač sausą vegetacijos periodą azoto trąšų paskirstymas per kelis kartus buvo mažiau efektyvus negu jo išberimas iš karto. 2000 m. išbertus anksti pavasarį (DC 23–25) 120 kg ha^{-1} azoto grūdų baltymingumas buvo $1,1$ proc. vnt. didesnis negu tiek pat trąšų išbertus per du kartus. Padidinus azoto trąšų normą iki 150 kg ha^{-1} ir ją išbertus per du kartus patikimo derliaus priedo negauta, tačiau baltymų kiekis padidėjo. 2000 m. sausringą vegetacijos periodą azoto trąšų normos paskirstymas per tris kartus (N_{90} anksti pavasarį, N_{30} bamblėjimo tarpsnyje ir N_{30} plaukėjimo tarpsnyje 15% karbamido tirpalu) $1,2$ proc. vnt. mažino baltymingumą negu jas išbertus per du kartus (N_{120+30}). Koreliacinė-regresinė analizė rodo, kad grūdų baltymingumas 1999 ir 2001 m. stipriai priklauso nuo azoto trąšų – atitinkamai $r = 0,987^{**}$ ir $r = 0,947^{**}$. Skirtingai trąšiant azoto trądomis (N_{60-150}) 2000 m. silpniau didėjo baltymų kiekis ($r = 0,831^*$), tačiau siekė 95% tikimybės lygį.

Vidutiniais duomenimis, vegetacijos pradžioje (DC 23–25) pieminis kviečius patraūsus 60 , 90 ir 120 kg ha^{-1} azoto (v. m.) trądomis, grūdų baltymingumas padidėjo atitinkamai $0,8$, $1,5$ ir $2,9$ proc. vnt., palyginus su netrąštu variantu (1 pav.). Papildomas trąšimas vėlesniuose augalų vystymosi tarpsniuose turėjo mažesnę įtaką derliui, tačiau gerino grūdų kokybę ir atitiko I klasės reikalavimus. Vidutiniai duomenys rodo, kad grūdų baltymingumas ($y \%$) stipriai koreliavo su azoto ($x \text{ kg ha}^{-1}$) trąšų kiekiu, nes gauta stipri tiesioginė priklausomybė: $y = 9,583 + 0,029x$; $r = 0,966^{**}$; $R^2 = 93,3\%$. Azoto trąšos 93% lemė pieminio kviečio baltymingumą. Nustatyta, kad grūdų kokybinius rodiklius brandimo metu lemia teigiamos temperatūros suma, ypač aukštos temperatūros ($24-26^\circ\text{C}$) [8]. Tyrimo metais nuo pieminio kviečio šydėjimo iki pilnos brandos vidutinė pa-



1 pav. Azoto trąšų normos paskirstymo skirtinguose augalų vystymosi tarpsniuose įtaka pieminio kviečio baltymingumui Joniškėlyje, 1999–2001 m.

ros oro temperatūra 1999, 2000 ir 2001 m. buvo atitinkamai 19,6, 15,1 ir 17,3°C. Atlikta analizė parodė, kad grūdḁ baltymingumas priklausė ne tik nuo trāḁimo azoto trāḁomis, bet ir nuo aktyviḁ temperatūrḁ sumos. Pagal daugianarę analizę nuo ņieminiḁ kvieḁiḁ ņydėjimo pradņios (DC – 61) iki derliaus nuėmimo (DC – 91) grūdḁ baltymingumo (y %) priklausomybė nuo sumḁ aktyviḁ temperatūrḁ, aukḁtesniḁ uņ 0°C (x_1), >5°C (x_2), >10°C (x_3) ir >15°C (x_4) aprašoma ņia lygtimi: $y = -9198,276 - 5,184x_1 + 0,13x_1 + 13,139x_2 + 2,66x_3$; $r = 0,612$; $R^2 = 37,5\%$. ņie rodikliai grūdḁ baltymingumā lėmė iki 37%. Atlikta analizė leidņia teigti, kad baltymḁ kaupimuisi grūduose didesnė ātakā turėjo aktyviḁ temperatūrḁ sumos >0, >5 ir >10°C negu aukḁtesnė uņ 15°C.

Šlapiasis glitimas. Kitas svarbus rodiklis yra ņlapijo glitimo kiekis grūduose. Kadangi glitima sudaro baltymai (gliadinas ir gliuteninas), tai baltymḁ ir glitimo kiekis grūduose glaudņiai susiję. Todėl glitimo kiekio ir baltymingumo kitimo dėsningumai daņniausiai būna tokie patys. Didņiausias ņlapijo glitimo (30,7%) kiekis ņieminiḁ kvieḁiḁ grūduose nustatytas 2000 m. – N_{120} trāḁimo lygyje (DC 23–25).

Vidutiniais duomenimis, be azoto trāḁḁ auginti kvieḁiai sukaupė tik 17,6% ņlapijo glitimo. Nuo 60, 90 ir 120 kg ha⁻¹ vegetacijos pradņioje (DC 23–25) iḁbertḁ azoto trāḁḁ ņlapijo glitimo grūduose buvo atitinkamai 3,2, 5,4 ir 9,4 proc. vnt. daugiau (2 pav.).

Didinant vegetacijos pradņioje iḁberiamḁ azoto trāḁḁ normā iki 120 kg ha⁻¹ ir jas iḁbėrus per du kartus (N_{90} vegetacijos pradņioje (DC 23–25) ir papildomai N_{30} bamblėjimo tarpsnyje (DC 30–31) ņlapijo glitimo kiekis buvo 1,2 proc. vnt. maņsnis, palyginus su tiek pat azoto, iḁberto iḁ karto, dēl sausringḁ vegetacijos periodḁ. Didinant azoto trāḁḁ normā iki 150 kg ha⁻¹ ir jas iḁbėrus per du kartus ņlapijo glitimo kiekis grūduose gautas 0,9 proc. vnt. didesnis, negu iḁbėrus per tris kartus, taėiau jie atitiko I klasės reikalavimus. Tiek atskirais bandymo

vykdymo metais, tiek vidutiniais duomenimis, koreliacinės-regresinės analizės rezultatai rodo, kad ņlapijo glitimo (y %) kiekis labai priklausė nuo azoto (x kg ha⁻¹) trāḁḁ, priklausomybė apraḁoma tiesinėmis lygtimis:

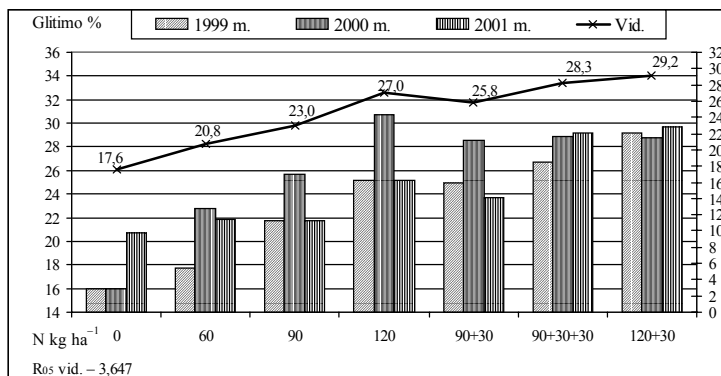
1999 m.	$y = 11,320 + 0,112x$ $r = 0,977^{**}$ $R^2 = 95,5$
2000 m.	$y = 19,739 + 0,068x$ $r = 0,842^*$ $R^2 = 70,8$
2001 m.	$y = 14,661 + 0,092x$ $r = 0,912^*$ $R^2 = 83,2$
Vid. 1999–2001 m.	$y = 15,259 + 0,091x$ $r = 0,986^{**}$ $R^2 = 97,2$

Šlapijo glitimo ir azoto trāḁḁ 99% tikimybės lygio stipriausias ryḁys buvo 1999 m., o 2001 ir 2000 sausringais metais, kai azoto trāḁos sunkiau pasisavinamos, ryḁys buvo silpnesnis, bet siekė 95% tikimybės lygā Vidutiniais duomenimis, azoto trāḁos glitimo kiekā lėmė 97%.

Šlapijo glitimo kiekis miltuose, kaip ir baltymai, priklausė ne tik nuo trāḁimo lygio, bet ir nuo aktyviḁ temperatūrḁ sumḁ. Atlikta analizė rodo, kad nuo ņieminiḁ kvieḁiḁ ņydėjimo (DC 61) iki visiḁko grūdḁ subrendimo (DC 91) ņlapijo glitimo (y %) priklausomybė nuo sumḁ aktyviḁ temperatūrḁ >0 (x_1), >5 (x_2), >10 (x_3) ir >15°C (x_4) aprašoma ņia regresijos lygtimi: $y = -27522,416 - 15,439x_1 + 0,435x_1 + 39,246x_2 + 7,902x_3$; $r = 0,617^*$; $R^2 = 38,1\%$. ņie rodikliai ņlapijo glitimo didėjimā lėmė 38%. Analizės eigoje iḁaiḁkėjo, kad grūdḁ brandimo metu ņlapijo glitimo kitimui, kaip ir baltymingumui, didesnės ātakos turėjo aktyviḁ temperatūrḁ sumos, >0, >5 ir >10°C, negu aukḁtesnė uņ 15°C.

Sedimentacijos rodiklis su baltymḁ kiekio rodikliu laikomi vienais svarbiausiḁ vertinant ņieminiḁ kvieḁiḁ maistiniḁ grūdḁ technologines savybes [9]. Ji labai priklauso nuo veislės genetinḁ savybiḁ, mitybos ir meteorologiniḁ sālygḁ. Bandymo vykdymo metais maņiausi sedimentacijos rodikliai buvo 2001 m. (3 pav.). Trāḁtuose ir netrāḁtuose variantuose ņis rodiklis atitiko maistiniams grūdams keliamus reikalavimus. Vidutiniais duomenimis, be trāḁḁ augintḁ ņieminiḁ kvieḁiḁ sedimentacija siekė $32,3 \pm 2,19$ cm³, duomenḁ variacija – $V = 11,7\%$, didinant azoto trāḁḁ normas ņis rodiklis didėjo. Iḁbėrus N_{60} , N_{90} ir N_{120} kg ha⁻¹ ņieminiḁ kvieḁiḁ vegetacijos pradņioje (DC 23–25) sedimentacija padidėjo atitinkamai 21,8, 50 ir 84%.

ņieminiams kvieḁiams anksti pavasarā (DC 23–25) iḁbėrus 90 kg ha⁻¹ azoto ir papildomai N_{30} kg ha⁻¹ bamblėjimo (DC 30–31) tarpsnyje grūdḁ sedimentacija padidėjo 75%, palyginus su netrāḁtais, taėiau 5,1% sumaņėjo, palyginus su ta paėia nor-



2 pav. Azoto trāḁḁ normḁ paskirstymo skirtinguose vystymosi tarpsniuose ātaka ņieminiḁ kvieḁiḁ grūdḁ ņlapijo glitimo kiekiui Joniḁkėlis, 1999–2001 m.

priklausė nuo azoto trąšos ($r = 0,75^*$). Tai lėmė ir palankios meteorologinės sąlygos, nes kritulių nuo lydimumo (04 09) iki derliaus nuėmimo (07 26) buvo 95,4 mm ir vidutinė paros temperatūra siekė 19,6°C. 2000 m. grūdų kritimo skaičiaus priklausomybė nuo azoto trąšos buvo silpnė ir nepasiekė 95% tikimybės lygio ($r = 0,64$). 2001 m. grūdų kritimo skaičiaus priklausomybė nuo azoto trąšos buvo labai silpna ($r = 0,38$) ir nepasiekė 95% tikimybės lygio. Vidutiniai duomenimis, grūdų kritimo skaičius stipriai ($r = 0,76^*$) priklausė nuo azoto trąšos.

IŠVADOS

Giliau karbonatingame giliau glėžiškame rudėmyje atlikti azoto trąšos skirtinguose augalų vystymosi tarpsniuose žakos maistinių žieminių kviečių (*Triticum aestivum* L.) grūdų derliui ir kokybei tyrimai leidžia padaryti šias išvadas:

1. Žieminių kviečių grūdų derliui ir kokybei atkūrė azoto trąšos normos, jų paskirstymo laikas ir agroklimato sąlygos. Trąšos N_{60} ir N_{90} , išbertos iš karto, žieminių kviečių derlių padidino atitinkamai 51,7 ir 56,5%, palyginus su netrąšais, tačiau maistinių grūdų pagrindiniai rodikliai atitiko II klasės reikalavimus tik palankiais vegetacijos periodais.

2. Didesnės trąšos normos (N_{120}) paskirstymo du kartus per vegetacijos periodą (N_{90} (DC 23–25) ir N_{30} (DC 30–31)) efektyvumas labai priklausė nuo agrometeorologinių sąlygų: 1999 m. esant optimalaus drėgnumo vegetacijos periodui (HTK – 1,30) grūdų derlingumas padidėjo 3,9%, o sausą 2000 m. vegetacijos periodą (HTK – 0,26) derlius buvo 7,3% mažesnis negu jas išbėrus iš karto.

3. Azoto trąšos (N_{150}) paskirstymas per du kartus (N_{120} (DC 23–25) ir N_{30} (DC 30–31)) ir per tris kartus (N_{90} (DC 23–25) + N_{30} (DC 30–31) ir N_{30} 15% skystu karbamido tirpalu (DC 39–49) grūdų derliaus nepadidino, palyginus su N_{120} trąšos norma. Optimalaus drėgnumo 1999 m. ir perteklinės drėgmės 2001 m. vegetacijos periodais žieminių kviečių grūdų derlingumas labai priklausė nuo azoto trąšos normos atitinkamai $r = 0,75^*$ ir $r = 0,81^*$, sausą 2000 m. vegetacijos periodą ryšys buvo silpnė ($r = 0,58$) ir nepasiekė 95% tikimybės lygio.

4. Didesnės azoto trąšos normos ir jų paskirstymas efektyviai gerino maistinių žieminių kviečių grūdų savybes. Išbėrus tiek N_{120} iš karto ar per du kartus, tiek N_{150} paskirsėius per du ar tris kartus baltymų kiekis buvo didesnis nei 13% ir atitiko I klasės reikalavimus. Grūdų baltymingumas stipriai koreliavo su azoto trąšos normomis ($r = 0,966^{**}$).

5. Žieminius kviečius trąšiant biriomis azoto (N_{120}) trąšomis iš karto ar per du kartus, žlapiojo glitimo kiekį, atitinkant I klasės reikalavimus, galima pasiekti tik palankiais vegetacijos periodais.

Trąšiant biriomis trąšomis (N_{150}) per du kartus (N_{120} DC 23–25 + N_{30} DC 30–31) ar per tris kartus (N_{90} – DC 23–25 + N_{30} DC 30–31 ir N_{30} skystu 15% koncentracijos karbamido tirpalu DC 39–49) žlapiojo glitimo kiekis visais metais atitiko I klasę. Žlapiojo glitimo kiekis tiesiogiai koreliavo su azoto trąšos normomis ($r = 0,986^{**}$).

6. 'Zentos' veislės žieminius kviečius trąšiant N_{60-150} kokybiniai rodikliai (sedimentacija 39–62 cm³ ir kritimo skaičius 330–368 s.) atitiko I klasės maistinių grūdų reikalavimus. Žieminių kviečių sedimentacija ($r = 0,98^{**}$) ir kritimo skaičius ($r = 0,76^*$) stipriai koreliavo su azoto trąšos normomis visais vegetacijos periodais.

Gauta
2004 03 17

Literatūra

- Bukantis A. Agroklimatinio resursų dinamika ir augalininkystės plėtros perspektyvos Lietuvoje // Augalininkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis: mokslinių straipsnių rinkinys. Kaunas-Akademija, 1998. P. 17–23.
- Chalk P. M. Dynamics of biologically fixed N in legume-cereal rotations: a review// Australian Journal of Agricultural Research. 1998. Vol. 49. Iss. 3. P. 303–316.
- Dennert J., Fischbeck G. Umweltvertragliches Management der N-Düngung und Qualitätsweizenproduktion // Getreide. 1998. Nr. 4. P. 62–74.
- Lafond G. P., Gan I. T., Johnston A. M. Feasibility of applying all nitrogen and phosphorus requirements at planting of no-till winter wheat // Canadian Journal of Plant Science. 2001. Vol. 81. N 3. P. 373–383.
- Lahky J. Užimst noskorcho prihojenia pšenice ozimnej dusikom // Rostl. Vyroba. 1988. Vol. 34. N 4. P. 363–370.
- McKenzie R. H., Middleton A. B., Zhang M. Optimal time and placement of nitrogen fertilizer with direct and conventionally seeded winter wheat // Canadian Journal of Soil Science. 2001. Vol. 81. N 5. P. 613–621.
- Pechanek U., Karger A., Groger S. et al. Effect of nitrogen fertilisation on quantity of flour protein components, dough properties, and breadmaking quality of wheat // Cereal chemistry. 1997. Vol. 74. Iss 6. P. 800–805.
- Ruža A. Kviešu un miežu ražas un tas kvalitates agroekologiskais pamatajums // Agroecological substantiation of wheat and barley yields and its quality. Jelgava, 1996. P. 74.
- Sauer W., Weilenmann F., Winzeler M. et al. Early generation quality tests in wheat breeding // The role of cereals in future nutrition. ICC Jubilee Conf. Vienna, 1995. P. 46.
- Sticksel E., Maidl F. X., Retzer F. et al. Efficiency of grain production of winter wheat as affected by N fertilization under particular consideration of single culm sink size // European Journal of Agronomy. 2000. N 13. P. 287–294.

11. Šiuliauskas A., Vizgirdaitė I. Papildomos pieminio kviečių trąšimo per lapus ataka derliui ir grūdų kokybei // Augalininkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis. Mokslinių straipsnių rinkinys. Kaunas-Akademija, 1998. P. 441–446.
12. Witzel D., Heyn J. Zur Wirkung der Stickstoffspatdüngung bei Winterweizen–ergebnisse einen dreijährigen Feldversuchsserie in Hossen. VDLUFA–Schriftenreihe–Verband Dt. Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalten. Darmstadt, 1989. 28. T. 2. S. 163–178.
13. Беркутова Н. С. Методы оценки и формирования качества зерна. Росагропромиздат, 1991. 202 с.
14. Бондарева И. Г., Хотулев В. Я. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от сроков и доз внесения азота // Проблемы азота в интенсивном земледелии: Тезисы докладов всесоюзного совещания. Новосибирск, 1990. С. 21–22.
15. Кришченко В. П. Биохимические основы получения зерна высокого качества при интенсивных технологиях возделывания и современные методы его контроля / Автореферат диссертации д-ра биологических наук в форме научного доклада. Белорусский НИИПА. Минск, 1992. 95 с.
16. Ломако Е. И. Влияние доз и сроков проведения азотных подкормок на урожай и качество озимой пшеницы // Агрохимия. 1998. № 11. С. 31–38.
17. Саричева А. А. Формирование агрегационных свойств запасных белков пшеницы в период созревания в зависимости от минерального питания // Агрохимия. 1998. № 8. С. 21–25.

Irena Krištaponytė, Stanislava Maikštėnienė

THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILISER RATES ON WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.) GRAIN YIELD AND QUALITY

S u m m a r y

Over the period 1999–2001 field experiments were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture Joniškėlis Research Station with a view to estimate the intensity of nitrogen fertilisation and the effect of its application timing and rates on winter wheat grain quality parameters. The experiment was set up on *Endocalcari Endohypogleyic Cambisols* (CMg-n-w-can), according to the texture-clay loam on silty clay, with a pH value of 6.3–6.6, humus 2.1–2.2%, mineral nitrogen 5.67–7.58 mg kg⁻¹, mobile P₂O₅ 95–125 and K₂O 210–245 mg kg⁻¹ of soil.

When winter wheat cv. 'Zentos' had been fertilised with N₆₀ kg ha⁻¹ early in spring, the yield increased by 51.5%, protein content 7.6%, wet gluten content 18.2% as compared with the unfertilised treatment. A more intensive N₉₀ kg ha⁻¹ fertilisation applying the total amount early in spring resulted in a yield increase of 56.5% compared with the unfertilised treatment as well as an increase in protein and wet gluten content by 14.3% and 30.7%, respectively. Application of a higher N₁₂₀ kg ha⁻¹

rate early in spring resulted in a grain yield increase of 1.7%, protein content 3.1%, wet gluten 4.7% and sedimentation 5.4%, compared with the same fertiliser rate given in two applications. Distribution of nitrogen fertilizer rates (150 kg ha⁻¹) within two or three times had no significant influence on grain yield, however, fertilisers used in later crop stages improved the main indexes of grain quality.

Key words: clay loam, nitrogen fertilizer, winter wheat, quality, gluten, albumen, sedimentation

Ирена Криштапоните, Станислава Майкштене

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Р е з ю м е

На глубже карбонатном глубже глееватом тяжело-суглинистом буроземе (по ФАО *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*) в 1999–2001 гг. на Йонишкельской опытной станции Литовского института земледелия исследовалось влияние азотных удобрений, вносимых в различные фазы развития, на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта 'Zentos'. Исследования показали, что азотные удобрения, внесенные под озимую пшеницу N₉₀ кг га⁻¹ в один раз ранней весной, увеличили урожай на 56,5% по сравнению с вариантом без удобрения и на 3,2% по сравнению с N₆₀, однако основные показатели пищевого зерна – белок и сырая клейковина – требованиям II класса соответствовали лишь в благоприятные вегетационные периоды. При двухкратном внесении повышенной нормы азота N₁₂₀ кг га⁻¹ – N₉₀ ранней весной и N₃₀ в фазе трубкования – эффективность зависела от метеорологических условий. При наличии оптимальной влажности в вегетационный период (НТК – 1,30) в 1999 г. урожай зерна был на 3,9% больше, а при сухом вегетационном периоде в 2000 г. (НТК – 0,26) несколько меньше по сравнению с однократным внесением той же нормы азота. В обоих случаях, как при однократном, так и при двухкратном внесении нормы N₁₂₀, количество белка превысило 13%, что соответствует требованиям I класса продовольственного зерна, однако количество сырой клейковины соответствовало требованием лишь II класса. Двухкратное и трехкратное внесение еще более высокой нормы азота (N₁₅₀ кг га⁻¹) существенного влияния на урожай зерна не оказало по сравнению с N₉₀, но внесенные в более поздние периоды вегетации азотные удобрения положительно влияли на основные качественные показатели зерна во все годы проведения опытов и соответствовали требованиям I класса.

Ключевые слова: тяжелый суглинок, азотные удобрения, озимая пшеница, белок, сырая клейковина, седиментация