

Pemdirbystė ir augalininkystė *Agriculture and Plant Growing* *Çàì éääääèèà è ðàñòáí èääâî äñòâî*

Pieminių rapsų sėklų cheminės sudėties variacija ir ją sąlygojančių veiksnių esmingumas

**Bronislava Butkutė,
Audronė Mažauskienė,
Gvidas Didlauskas,
Irena Brazauskienė**

*Lietuvos ūkinių mokslų akademijos institutas,
Akademija, Dotnuvos seniūnija,
LT-58344 Kėdainių rajonas,
el. paštas brone@lzi.lt*

Ištirta 1999–2002 m. sekliai glėjiškame lengvo priemolio rudpemyje augintų skirtingu laiku pasėto, švairiai azotu tręšto, fungicidu nuo grybinio ligų apsaugoto ir neapsaugoto 00 veislės 'Kasimir' pieminio rapsų sėklų cheminės sudėties variacija. Rapsų sėklų eminiuose buvo: baltymų riebalų 39,2–50,1% SM, baltymų 15,5–23,8% SM, šio rodiklio kiekių sumos 60,3–67,4% SM, gliukozinolatų 1,47–11,01 $\mu\text{mol g}^{-1}$, fosforo 0,42–0,77% SM ir kalio 0,68–1,01% SM. Labiausiai kito gliukozinolatų kiekis. Mažiausiai kito baltymų ir baltymų riebalų kiekių suma. Pasirėmus Fiderio kriterijumi nustatyta, kad pieminio rapsų sėklų cheminė sudėtis labiausiai priklausė nuo metų meteorologinių sąlygų. Agronominiai veiksniai taip pat turėjo įtakos sėklų cheminei sudėčiai. Gliukozinolatų kaupimui kasmet esminė įtaka turėjo sėjos laikas, fungicidai turėjo įtakos dvejus, o azoto normos – trejus metus iš ketverių. Baltymų ir baltymų riebalų kaupimui kasmet esminė įtaka turėjo sėjos laikas ir tręšimas azoto trąšomis. Fosforo ir kalio sanaupa sėklose priklausė nuo sėjos laiko, o tręšimas azoto trąšomis fosforo sanaupai sėklose turėjo esminę įtaką dvejus metus iš ketverių.

Raktažodžiai: pieminiai rapsai, gliukozinolatai, riebalai, baltymai, PK, variacija, F kriterijus, sėjos laikas, azoto normos, fungicidai

ÁVADAS

Lietuvoje šiuo metu auginamos vien labai derlingos, mažai eruko rūgštis ir gliukozinolatų sukaupiančios veislės. Dirvožemio ir klimato sąlygos nulemia sėjos ir brandos laiką. Rapsų derlingumas ir sėklų kokybė, ypač pagrindinio produkto, dėl ko auginami maišiniai rapsai – išspaudžiamas aliejus, taip pat baltymų, gliukozinolatų kiekiai kasmet kinta [7, 9, 10, 21, 23, 26, 31]. Kuris iš veiksnių derliui ir jo kokybei yra lemiamas? Duomenų apie rapsų sėklų cheminės sudėties kitimą mūsų krašto dirvožemio ir klimato sąlygomis yra nedaug. Kai kuriuose mokslų darbuose dažniausiai tiriama pavienių klimato ar auginimo veiksnių, tokių kaip tręšimo azoto trąšomis, pasėlio tankio, įtaka atskiro vasarinių ir pieminio rap-

sų 00 tipo veislių derliui, jo elementams (1000 sėklų masė, sėklų skaičius ankštaroje ir pan.) bei kokybei. Dažnai apsiribojama vienu–dviem kokybės rodikliais.

Mokslinėje šios ir užsienio literatūroje plačiausiai išnagrinėta azoto trąšų įtaka riebalų ir baltymų kiekiui rapsų sėklose [2, 6, 10, 20, 31, 33]. Lauko ir laboratoriniai bandymai su vasariniais rapsais (*Brassica napus* L. ssp. *biennis*) 'Starj', vykdyti 1993–1997 m. Lietuvos ūkinių mokslų akademijos institute Dotnuvoje, parodė, kad azoto trąšų normos didinimas, jų atėjimo laiko vėlinimas, taip pat didėjanti azoto koncentracija augaluose 4–5 lapų vystymosi tarpsnyje, įdėjimo tarpsnio pradžioje ir pabaigoje bei sėklų brandimo tarpsnio metu skatino baltymų kaupimąsi vasarinių rapsų sėklose, tuo tarpu riebalų kiekis, atvirkščiai, – dėl šio veiksnių įtakos mažėjo. Baltymų ir riebalų kiekius vasarinių rapsų sėklose sieja

atvirkštinė tiesinė priklausomybė [6, 10]. Esant didesnei azoto koncentracijai augaluose jė vegetacijos metu, sėklė derlius ir baltymė bei riebalė ideoa taip pat gaunami didesni. Vasarinio rapsė sėklė derliui, baltymė bei riebalė ideoigai turėjo ātakos fosforo ir kalio kiekiai augale jo vegetacijos metu [28]. Mineralinio azoto trāđė normos turėjo tiesioginės ātakos augalė sėklose sukauptė pagrindinio mitybos elementė – azoto, fosforo ir kalio – kiekiui [20, 29]. Kaip ir daugelis antrinės kilmės junginio, gliukozinolatė kiekis priklauso nuo auginimo sālygė. Gliukozinolatė kiekā siekiama riboti, todėl daugelyje āliuė vykdomi ilgalaikiai āio junginio kaupimosi sėklose tyrimai [15]. LPI atliktuose tyrimuose nustatyta, kad gliukozinolatė kiekis 00 tipo vasarinio rapsė veislės 'Star' sėklose kito nuo 8,3 iki 15,7 $\mu\text{mol/g}$ dėl azoto trāđė normos ir āterpimo laiko. Gausiau trāđiant azoto trāđomis gliukozinolatė sėklose daugėjo, o trāđimo laiko ātaka āio junginio kaupimuisi sėklose buvo nenusekli [11]. āis sėklė kokybės poįymis ypaė priklauso nuo azoto ir sieros kiekio santykio dirvoje [13, 24]. Azoto trāđos skatina gliukozinolatė kaupimāsi tik tuo atveju, jei dirvoįemyje yra pakankamai sieros. Be to, āio junginio kiekiu kitimas nuo aprūpinimo siera yra veikiamas genotipo: kuo didesnis gliukozinolatė kiekis būdingas tiriamai rapsė veislei, tuo didesnis atsakas ā trāđimā sieros junginiais [32, 34].

Sėjos laikas yra labai svarbus veiksnys, susijęs su sėklė derliumi. Vėlinimas paprastai neigiamai atsiliepia derliui [21, 23, 26]. Sėklė derlius ir jo kokybė priklauso taip pat nuo kritulio kiekio augalė augimo ir vystymosi laikotarpiu [18, 26]. Tai akivaizdįiai pademonstruoja Australijoje atlikti tyrimai. Daugiametis derliaus vidurkis dviejuose Australijos vietovėse su skirtingu kritulio kiekiu dėl sėjos laiko vėlinimo skyrėsi nuo 2,6 iki 1,9 t/ha drėgmės nestokojanėiame regione ir nuo 1,6 iki 0,6 t/ha regione, kuriam būdingi sausros periodai. Autoriai [26] mano, kad gerokas derliaus maįėjimas, apie 4,8% per savaitė, dėl sėjos vėlavimo sausringame regione yra susijęs su trumpesne augimo trukme, palyginti su drėgnesnėmis sālygomis auginamais rapsais, kai derlius dėl sėjos vėlyvumo sumaįėja 2,4% per savaitė. Sėjos vėlinimas nepalankiai atsiliepia sėklė stambumui ir aliejaus kaupimui, ypaė kai auginimo metams būdinga sausra ir aukėtos oro temperatūros. Labai svarbūs kokybei temperatūrė svyravimai ir vandens trūkumas tam tikrais augalo vystymosi tarpsniais [3, 31]. Sėkloms bręstant, jose vyksta du pagrindiniai glaudįiai tarpusavyje susiję konkuruojantys procesai. Tai baltymė ir riebalė sintezė. Riebalė kaupimui reikia kur kas daugiau vandens, negu baltymė sintezei, todėl trūkstant drėgmės, sėklose riebalė sintezė sulėtėja, ir jos sukaupia daugiau baltymė [14]. Mailer ir bendradarbio [16, 17] daugiameio tyrimė apibendrinti duomenys tai patvirtino: 1994 ir 1997 m. sėklos buvo maįiau aliejingos – riebalė kiekis suda-

rė vidutiniškai 39–40% natūralios drėgmės sėklė masės. Autoriai paįymi, kad tie metai Australijoje pasiįymėjo maįu kritulio kiekiu rapsė vystymosi periodu.

Rapsai ā bet kurā stresā – vandens trūkumā, dirvos rūgėtumā, ligas, temperatūrė pokyėius – itin reaguoja gliukozinolatė kiekiu ir sudėtimi [2, 3, 12, 22]. Nustatyta neigiamai bendrojo gliukozinolatė kiekio visė tirtė *Brassica* ssp. sėklose bei lapuose ir amarė paplitimo koreliacija [27]. Ligos ir kenkėjai gali labai sumaįinti sėklė derliū, ir āio sumaįėjimo nekompensuojama trāđiant azotu [25]. Dėl įieminio rapsė ligotumo maįėja derlius: 1994/5 ir 1995/6 m. vidutiniškai visė Aberdeene auginamė veisliū derlius dėl āios prieįasties sumaįėjo atitinkamai 13 ir 23%, o Rothamstede 'Capricorn', 'Falcon' ir eruko rūgėties turinios 'Askari' veisliū derlius atitinkamai sumaįėjo vidutiniškai net 25,9 ir 23,0% [19]. Augalė ligotumas atsiliepia derliaus kokybei. Vieno iđ svarbiausio rodiklio – sėklė aliejingumo – skirtumai derliuje, subrendusiame uįkrėstė grybinėmis ligomis ir sveikė augalė pasėliuose, pasireiđkia skirtingai 00 tipo ir eruko rūgėties turinios veislėse. Ligtė pasėliū įieminio ir vasarinio 00 tipo rapsė sėklos sukaupė maįdaug 5 proc. punktais maįiau riebalė, negu tė paėio veisliū sėklos, subrendusios fungicidais nupurkėtuose laukeliuose. Ir prieįingai, sėklos daug eruko rūgėties turinios veisliū rapsė, augusio skirtingai grybinėmis ligomis uįkrėstuose pasėliuose, aliejingumu nesiskyrė. Iđ infekuotė plotė 00 tipo veisliū sėklos turėjo daugiau, o eruko rūgėties turinios veislės, prieįingai, – maįiau baltymė, negu iđ fungicidais apdorotė plotė. Pasėliū ligotumas turėjo ātakos riebalė rūgėio kompozicijai, t. y. aliejaus kokybei.

Ne visos agronominės priemonės, taikomos didesniai sėklė derliui uįauginti, gerina jo kokybė. Todėl reikia āvertinti, kurie veiksniai yra svarbiausi mūsė āalies sālygomis auginamė rapsė cheminei sudėėiai.

Šio darbo tikslai ir uįdaviniai yra nustatyti įaliojė riebalė, įaliojė baltymė kiekio ir jė sumos, gliukozinolatė bendrojo kiekio, P, K kiekio kaitā įieminio rapsė sėklose; iđtirti agronominio veiksnio: sėjos laiko, skirtingo trāđimo azoto trāđomis, fungicidė naudojimo ir metė, kaip meteorologinio veiksnio, ātakos sėklė cheminei sudėėiai esmingumā.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Įieminiai rapsai auginti giliau karbonatiniame sekliu glėjiūkame rudįemyje (*Endocalari-Epihypogleyic Cambisol*). Dirva – neutralus lengvas priemolis. Egnerio–Rimo–Domingo metodu nustatyto judriojo fosforo (P_2O_5) armenyje buvo 137–221, poarmenyje 80–217 mg kg^{-1} , judriojo kalio (K_2O) – atitinkamai 124–168 ir 105–159 mg kg^{-1} . Organinės anglies armenyje buvo nuo 0,77 iki 1,11%, judriosios sieros 1,4 mg kg^{-1} . Sėta 1,5–2,0 mln. daigio hibridinės veis-

1 lentelë. Statistinë analizavimo lygëio tikslumo charakteristika

Rapsø sèklø kokybës rodikliai	Lygëio statistinis rodiklis						Pakartojamumas: SED kitimo ribos
	N	Mean	SEC	RSQ	SECV	1-VR	
Palieji riebalai	696	42,13	0,53	0,94	0,61	0,92	0,40–0,63
Palieji baltymai	577	20,73	0,54	0,93	0,56	0,92	0,25–0,42
Glukozinolatai	233	10,76	1,29	0,81	1,64	0,70	0,78–1,98

2 lentelë. Rapsø sèklø kokybës priklausomumo nuo sėjos laiko, metø sàlygø, trãðimo azotu esmingumas pagal Fiðerio kriterijø fungicido naudojimo fone

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	Gliukozinolato kiekis $\mu\text{mol g}^{-1}$	Riebalø %	Baltymø %	Riebalø ir baltymø suma %	Fosforo %	Kalio %
Fungicidas bandyme nenaudotas						
Bandydas	3,94**	6,37**	8,88**	6,42**	10,55**	12,13**
Sėjos laikas (A)	1,09	9,55**	12,00**	1,76	9,00**	6,26**
Derliaus metai (B)	49,13**	48,65**	34,93**	95,34**	118,18**	210,82**
Trãðimas azotu (C)	4,50**	29,38**	51,46**	2,46*	10,66**	1,74
AB sàveika	4,23**	7,08**	14,03**	10,06**	26,00**	4,03**
AC sàveika	0,22	0,40	0,51	0,42	0,67	1,01
BC sàveika	1,90*	2,49**	6,36**	0,33	2,64**	0,52
ABC sàveika	0,61	0,74	1,03	0,49	0,60	1,05
Fungicidas naudotas rapsø þydėjimo pabaigoje						
Bandydas	6,84**	6,77**	7,77**	5,39**	13,77**	29,96**
Sėjos laikas (A)	13,91**	1,98	2,34	2,92	7,04**	17,19**
Derliaus metai (B)	106,24**	62,38**	41,37**	70,43**	192,27**	546,31**
Trãðimas azotu (C)	4,19**	24,69**	35,11**	2,42	8,36**	1,03
AB sàveika	3,77**	7,53**	16,77**	7,23**	22,51**	7,67**
AC sàveika	0,37	0,90	0,44	1,88	0,72	1,40
BC sàveika	0,61	3,90**	5,90**	0,53	1,42	1,13
ABC sàveika	0,31	0,44	0,60	1,09	1,26	0,80

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

lës 'Kasimir' sèklø. Sėjos laikas: liepos pabaiga– rugpjûëio pradþia, rugpjûëio vidurys, rugpjûëio pabaiga. Augalai trãði amonio salietra $N_{0, 60, 120, 180, 240}$ pavasarà stiebo augimo tarpsnio pradþioje. Sėjos laiko ir azoto trãðo normos àtaka sèklø cheminei sudëèiai iðtirta fungicidà panaudojus, arba jo nenaudojus. Bandydyme naudotas fungicidas Folikur. Jo iðpurkðta $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ rapsø þydėjimo pabaigoje. Prieð rapsø sējà iðberta granuliuoto superfosfato ir kalio chlorido – $P_{90}K_{120}$. Augalams sieros turëjo bûti pakankamai, nes jos yra superfosfate. Pasëllyje naikintos piktpolës ir kenkëjai.

Meteorologinës sàlygos pieminio rapsø sudygimui, þiemojimui, augimui ir brendimui tyrimø metais laikytinos vidutinëmis. Ðiemos mënësio orai buvo õiltesni, o kritulio ðiek tiek daugiau, palyginus su daugiameèio vidurkio duomenimis, todël visais tyrimø metais augalai perþiemojo patenkinamai. 1999 m. buvo prastesnës sàlygos dygimui sèklø, pasëtø pirmuoju sėjos terminu, t. y. liepos pabaigoje. Iðskirtini 2002 metai, kai, rapsams pradėjus þydëti, ásvyravo õilti su

negausiais krituliais orai. Tai labai pagreitino þydėjimà ir sèklø brendimà. Dalis sèklø sudþiuvo ankðtarose.

Bandydo duomenø trijø faktoriø dispersinë analizë, esmingumà vertinant Fiðerio kriterijumi, atlikta, naudojantis statistine programa ANOVA, o duomenø variacija apskaièiuota programa STAT [30].

Rapsø sèklø cheminës sudëties nustatymo analitiniai metodai. Mëginius sudëginus õlapiuoju bûdu bendrojo fosforo (P) kiekis nustatytas fotokolorimetriškai, kalio (K) – liepsnos fotometru. Gliukozinolato, þaliojo riebalø, þaliojo baltymø kiekiai nustatyti artimosios srities infraraudonøjø spindulio spektrometru NIRS–6500 LPI Analitinëje laboratorijoje sukurto lygtimis [8]. Duomenø bazë lygëio kûrimui sudaryta ið Lietuvoje augusio rapsø sèklø mëginio spektro, nuo cheminio jungëio atspindëtø artimojoje infraraudonøjø spindulio srityje, ir juos atitinkanëio kokybës duomenø. Mëginuose þalieji baltymai nustatyti Kjeldalio metodu, þalieji riebalai iðplauti heksanu ir pasverta nuriebalinta liekana. Gliukozinolatai iðanalizuoti dujò

3 lentelė. Gliukozinolatø (GSL) kiekio rapsø sėklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjos laiko, trąšimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
GSL vidutinė vertė $\mu\text{mol g}^{-1}$	7,39	7,66	4,59	4,88	6,13
Verėiø kitimo ribos $\mu\text{mol g}^{-1}$	2,94–10,52	4,18–11,01	2,58–6,70	1,47–8,24	1,47–11,01
Variacijos koeficientas %	21,12	18,99	21,41	31,05	32,26
Bandydas	1,33	1,81*	2,06**	1,86*	2,14**
Fungicido naudojimas (A)	5,94**	2,07	0,28	13,46**	0,01
Sėjos laikas (B)	4,18**	6,27**	9,68**	6,26**	4,38*
Trąšimas azotu (C)	2,77**	5,34**	5,28**	1,28	7,24**
AB sąveika	1,34	1,93	1,54	9,62**	8,79**
AC sąveika	1,04	0,78	1,40	0,20	0,58
BC sąveika	0,37	0,99	0,66	0,05	0,24
ABC sąveika	0,46	0,21	0,60	0,31	0,30

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

4 lentelė. Paliøjø riebalø (PR) kiekio rapsø sėklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjos laiko, trąšimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
PR vidutinė vertė % SM	46,0	44,9	43,8	43,6	44,6
Verėiø kitimo ribos % SM	41,6–50,1	41,4–49,1	39,2–48,4	40,0–47,3	39,2–50,1
Variacijos koeficientas %	4,09	3,66	4,18	3,18	4,37
Bandydas	9,70**	4,62**	2,45**	3,75**	2,52**
Fungicido naudojimas (A)	0,38	0,07	22,54**	49,44**	0,01
Sėjos laikas (B)	12,56**	17,47**	12,07**	5,38**	6,50**
Trąšimas azotu (C)	61,30**	18,42**	4,45**	6,73**	34,10**
AB sąveika	0,39	0,92	1,04	5,29**	1,25
AC sąveika	0,01	0,58	0,10	0,92	0,50
BC sąveika	0,49	1,86	0,38	0,66	0,58
ABC sąveika	0,71	0,79	0,13	0,27	0,21

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

chromatografu (kaip sililinti jø junginiai) Lenkijos, ir skysėiø chromatografija (HPLC) kitose ES áaliø laboratorijose. 1 lentelėje pateikti lygėiø statistiniai rodikliai: mėginiø skaiėius lygties duomenø bazėje (N), rodikliø vidutinės vertės, nustatytos cheminiais metodais (*mean*), koreliacijos koeficientai kalibravime ir kryþminiame vertinime (atitinkamai RSQ ir 1-VR), standartinės paklaidos kalibravime ir kryþminiame vertinime (atitinkamai SEC, SECV). Taip pat lentelėje nurodytas duomenø pakartojamumo nurodytomis lygtimis statistinis ávertinimas: standartinio paklaidø (SED) kitimo ribos tarp duomenø, gautø nurodytą lygtimi išanalizavus rapsø sėklø rinkinius, sudarytus iš 10 mėginiø, nuskaitytus 5 kartus skirtingu laiku. Gliukozinolatø analizavimo prietaisu NIRS tikslumui patikrinti kai kurie mėginiai buvo ištirti skysėiø chromatografija CETIOM laboratorijoje Prancūzijoje. Abiem analizavimo metodais gauti duomenys glaudþiai koreliavo tarpusavyje.

Mėginiø skenavimas NIRS-6500 bei lygėiø kūrimas. Visi mėginiai nuskenuoti monochromatoriumi NIRS (modelis 6500) (Perstorp Analytical, Silver Spring,

Maryland, USA), aprūpintu besisukanėiu moduliø (*Spinning Module*), mėginius supylus á mažas apvalias kiuvetes (*small ring cup*), kuriø skersmuo 4,7 cm. Atspindþio nuo jungėiø spektrai ($\log 1/R$) bangø ilgio nuo 400 iki 2500 nm zonoje užregistruoti 2 nm intervalu. Lygtims kurti, t. y. optiniø ir cheminiø duomenø matematiniam ryðiui nustatyti, naudotasi *ISI* programø paketo galimybėmis (*NIRS 2* Version 3.10, Intrasoft International, Port Matilda, PA, USA). Spektro duomenø išsibarstymas (*Scatter correction*) dėl bandiniø nevienalytiškumo koreguotas metodu *Standard Normal Variate and Detrend (SNVD)*. Lygtims skaiėiuoti pasirinktas *ISI* programø pakete adaptuotas modifikuotas daliniø maþiausių kvadratø regresijos (*modified partial least squares MPLS regression*) metodas.

REZULTATAI IR APTARIMAS

Trijø faktoriø dispersinės analizės, taikytos fungicidu nepurkėtiems ir nupurkėtiems variantams atskirai ir atliktos pagal schemà: A faktorius – sėjos laikas,

B faktorius – derliaus metai, C faktorius – trąðimas azotu, duomenys rodo, kad derliaus metø átake buvo esminė tirtiesiems sėklø cheminės sudėties rodiklius (2 lentelė). Sėjos laikas turėjo esminę átakà riebalo, baltymø, fosforo bei kalio sukaupimui rapsø sėklose, subrendusiose laukeliuose, kuriuose augalai nebuvo nupurkðti fungicidu. Fungicidu nupurkðtuose laukeliuose riebalo ir baltymø kaupimasis su rapsø sėjos laiku nebuvo susijæs. Trąðimas azoto trąðomis turėjo esminės átakos visø cheminės sudėties komponentø kaupimui, išskyrus kalio kaupimą, o riebalo ir baltymø suminis kiekis þieminio rapsø sėklose patikimai 0,05 lygiu susijæs su trąðimu azotu tik nenupurkðtuose fungicidu laukeliuose. Sėjos laiko ir derliaus metø sąveika buvo svarbi visø rapsø sėklø cheminės sudėties komponentø kaupimui, nepriklausomai nuo fungicidø naudojimo. Trąðimo azotu poveikis sėklø kokybei su sėjos laiku nesietinas. Derliaus metø bei trąðimo azotu sąveika buvo esminė 0,01 lygiu þaliøjø riebalo bei baltymø kaupimuisi sėklose, nepriklausomai nuo apsaugos nuo grybiniø ligø taikymo, tuo tarpu gliukozinolato bei fosforo kiekiai nuo ðio veiksniø sąveikos patikimai priklausė tik fungicidais nupurkðtuose laukeliuose.

Taigi, ávertinus tiriamø faktoriø esmingumą þieminio rapsø sėklø cheminei sudėčiai pagal F kriterijø, išryškėja, kad meteorologinės sąlygos augimo metu yra pagrindinis veiksnys kiekvieno iš tirtøjø komponentø kaupimui. Ðis pastebėjimas neprieðtaruoja išvadoms, kurias apie oro temperatūros, krituliø kiekio atskirais augalø vystymosi periodais svarbà derliaus cheminei sudėčiai padarė kitø ðaliø mokslininkai [12, 31] ir, augindami vasarinius rapsus ‘Starý Lietuvos tyrėjai [11].

Iðtyrėme tø paėio agronominio veiksniø átakà sėklø kokybės elementams kiekvienais metais atskirai. Bendrojo gliukozinolato, paprastai ribojamø ir kontroliuojamø junginiø, kiekio variacijos koeficientas siekė net 18,99–31,05% (3 lentelė). Ðio rodiklio kaita buvo didþiausia iš visø tirtøjø cheminės sudėties rodikliø. Daugiau gliukozinolato sukauptø 1999 ir 2000 m. subrandintos sėklos – vidutiniškai 7,39 ir 7,66 $\mu\text{mol g}^{-1}$, o 2001–2002 m. atitinkamai 4,59 ir 4,88 $\mu\text{mol g}^{-1}$. Nors didþiausias gliukozinolato kiekis bandyme nevirðijo LST standartu maistiniams rapsams leistinos ribos, atskiruose mėginuose kiekvienø metø derliuje jø kiekiai skyrėsi 2 ir daugiau kartø. Literatūroje nurodoma, kad gliukozinolato kaupimą skatina vandens trūkumas dirvoje, aukðtos oro temperatūros ir siero perteklius [22]. Ypaè padaugėja gliukozinolato vasariniuose rapsuose, kurie stokoja drėgmės 36–62 dienø laikotarpiu po sėjos [3]. Mūsų tyrimuose kasmet nuo balandþio pabaigos iki geguþės vidurio rapsams galėjo trūkti drėgmės, ypaè 1999 ir 2000 m.

Vidutiniais duomenimis, sėjos laiko ir fungicido panaudojimo sąveika turėjo átakos gliukozinolato kaupimui. Ávertinus kiekvienø metø duomenis atskirai,

nustatyta, kad buvo metø, kai fungicidai nepaveikė gliukozinolato kaupimo proceso. Tai metai, kai ligos plinta menkai. Sėjos laiko svarba tiriant gliukozinolato kaupimą matyt sietina su tuo, kurio vystymosi tarpsnio perþiemojæ augalai būna pavasará ir, be abejo, su drėgmės kiekiu pavasario laikotarpiu. Patikimai 0,01 lygiu gliukozinolato kaupimas rapsø sėklose kiekvienais auginimo metais priklausė nuo sėjos laiko. Esminė, patikima 0,01 lygiu, fungicidø naudojimo átake pasireiðkė 1999 ir 2002 m. derliuje, o trąðimo azotu normø átake nebuvo esminė tik 2002 m.

Þaliøjø riebalo kiekis sudarė 39,2–50,1% sausos sėklø masės, esant vidutinei reikðmei 44,6% ir variacijos koeficientui 4,37 (4 lentelė). Ðio rapsø sėklø kokybės rodiklio kaita gerokai mažesnė uþ gliukozinolato ir laikytina maþa. Nepaisant to, kad riebalo kiekio kaita statistikos poþiūriu yra maþa, parenkant agronomines priemones siekiama, kad rapsø sėklose būtų kuo daugiau riebalo. Riebalo kiekis sėklose priklausė nuo auginimo sąlygø. Kai kuriais metais maþiausias ir didþiausias þaliøjø riebalo vertes skyrė 7,3–9,2 proc. punkto. 1999 ir 2000 m. sėklos sukauptø vidutiniškai 1–2 proc. punktais daugiau riebalo, negu 2001 ir 2002 m. subrendusios sėklos. Nurodoma, kad riebalo kaupimą palankiai veikia pakankamas drėgmės kiekis, esantis dirvoje laikotarpiu po sėklø uþmezgimo, ir kuo ilgiau besitæsiantis sėklø brendimo laikotarpis [31]. Dirvos drėgmė prieš augalø þydėjimą riebalo sintezės nepaveikia, o vėsesni orai ir pakankama drėgmė sėklø brendimo metu skatina. Ypaè svarbu klimato sąlygos 60 dienø iki sėklø pilnosios brandos. Be to, augalø reakcija á drėgmės trūkumą ávairiais rapsø augimo tarpsniais priklauso nuo veislės [3]. Mūsų 2001 ir 2002 m. atliktuose tyrimuose sėklose sukaupta maþiau riebalo, kaip 1999 ir 2000 m. Tai matyt sietina su skirtingais krituliø kiekiais sėklø brendimo metu. Daugiametis vidutinis birþelio mėnesio krituliø kiekis yra 62,4 mm, o 2001 ir 2002 m. – atitinkamai 52,8 ir 53,2 mm. 1999 ir 2000 m. birþeliai buvo lietingesni – 59,4 ir 69,9 mm.

Ávertinus F kriterijumi nustatyta, kad sėjos laikas ir trąðimo azotu normos turėjo esminės átakos riebalo kaupimui rapsø sėklose visais tyrimø metais (4 lentelė). Fungicido naudojimas turėjo átakà riebalo kaupimui ne kiekvienais metais. Augalø apsauga nuo grybiniø ligø buvo esminga þaliøjø riebalo kiekiui sėkloms, subrendusioms 2001 ir 2002 m. sąlygomis. Patikimas 0,01 tikimybės lygiu fungicidø naudojimo derinant su sėjos laiku efektas riebalo kaupimuisi pasireiðkė tik 2002 m. derliuje. Sėjos laiko átakos riebalo kaupimui esmingumas matyt aiðkintinas tuo, kad skirtingu laiku pasėti ir sudygæ augalai perþiemoja būdami nevienodo vystymosi tarpsnio. Pavasará tos paėios oro sąlygos veikia skirtingø tarpsniø augalus, ir tai atsiliepia jø gebėjimui pasisavinti maisto medþiagas iš dirvos bei sintetinti metabolitus, vėlesniuose tarpsniuose perdirbamus á atsargines sėklose kaupiamas medþia-

5 lentelė. **Ūliojø baltymø (ŪB) kiekio rapsø sėklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjos laiko, trąšimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø**

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
ŪB vidutinė vertė % SM	19,8	21,0	19,9	21,1	20,5
Verėiø kitimo ribos % SM	15,5–23,3	17,3–23,8	16,9–21,6	18,2–22,6	15,5–23,8
Variacijos koeficientas %	8,22	7,18	4,36	4,20	6,83
Bandymas	12,62**	7,54**	1,54	5,62**	7,48**
Fungicido naudojimas (A)	9,03**	1,81	0,38	29,91**	11,36**
Sėjos laikas (B)	15,92**	50,74**	7,95**	19,70**	5,09**
Trąšimas azotu (C)	76,66**	23,88**	5,33**	18,47**	46,63**
AB sąveika	0,76	1,58	0,94	3,43*	1,85
AC sąveika	0,65	0,27	0,04	1,59	0,22
BC sąveika	1,05	1,06	0,28	0,28	0,19
ABC sąveika	0,72	0,95	0,33	0,55	0,36

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

6 lentelė. **Ūliojø baltymø ir Ūliojø riebalø (ŪB + ŪR) kiekio sumos rapsø sėklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjos laiko, trąšimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø**

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
ŪB + ŪR vid. vertė % SM	65,8	65,5	63,7	64,6	65,0
Verėiø kitimo ribos % SM	63,1–66,9	62,5–67,4	60,3–65,9	62,0–66,6	60,3–67,4
Variacijos koeficientas %	1,04	1,29	2,14	1,49	2,06
Bandymas	1,90*	1,73*	3,83**	3,70**	1,32
Fungicido naudojimas (A)	7,85**	2,16	58,41**	33,49**	8,68**
Sėjos laikas (B)	2,77	9,36**	14,2**	26,10**	3,09*
Trąšimas azotu (C)	3,46*	0,89	2,09	0,36	2,53**
AB sąveika	3,72*	0,35	4,09**	3,60*	0,17
AC sąveika	0,62	0,88	0,27	0,20	0,47
BC sąveika	0,25	1,53	0,56	1,20	0,68
ABC sąveika	2,02	1,18	0,18	0,33	0,68

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

7 lentelė. **Bendrojo fosforo (P) kiekio rapsø sėklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjos laiko, trąšimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø**

Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
P vidutinė vertė % SM	0,647	0,605	0,509	0,593	0,589
Verėiø kitimo ribos % SM	0,53–0,77	0,51–0,69	0,42–0,58	0,48–0,76	0,42–0,77
Variacijos koeficientas %	8,56	6,30	6,56	9,84	11,74
Bandymas	3,25**	3,29**	2,89**	9,82**	2,38**
Fungicido naudojimas (A)	2,73	16,11**	4,20*	33,52**	11,00*
Sėjos laikas (B)	10,49**	7,85**	20,12**	108,35**	4,47*
Trąšimas azotu (C)	11,98**	7,57**	0,66	1,30	8,75**
AB sąveika	6,46**	7,04**	9,62**	4,16*	3,47**
AC sąveika	0,38	0,28	1,18	0,31	0,31
BC sąveika	0,54	1,47	1,37	1,89	0,54
ABC sąveika	0,49	0,85	0,23	0,62	0,19

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

gas. Trąšiant azoto trądomis gali sulėtėti riebalø sintezė [5]. Ðitaip matyt pasireiðkia ðio veiksnio átaka sėklø riebalingumui. Fungicido esminė átaka riebalø kiekiui sėklose 2001 ir 2002 m. matyt aiðkintina tuo, kad apsaugoti augalai ilgiau iðliko þali, jie il-

giau brenðo ir sausra upklupo augalus, kuriø ankðtarose buvo nesubrendusiø sėklø.

Ūliojø baltymø kiekis iðtirtuose visø metø sėklø mēginiuose kito nuo 15,5 iki 23,8% sausos sėklø masės, vidutinė reikðmė – 20,5%, variacija vidutinė (5

8 lentelė. Bendrojo kalio (K) kiekio rapsø sèklose variacija ir fungicido naudojimo, sėjios laiko, trąðimo azotu átakos esmingumas pagal Fiderio kriterijø Dotnuva, 1999–2002 m.

Vertinama	1999	2000	2001	2002	1999–2002
K vidutinė vertė % SM	0,880	0,910	0,754	0,757	0,825
Verèio kitimo ribos % SM	0,79–1,01	0,78–1,01	0,68–0,87	0,71–0,82	0,68–1,01
Variacijos koeficientas %	4,10	4,47	5,00	3,46	9,60
Bandymas	25,34**	1,50	3,45**	4,25**	1,94*
Fungicido naudojimas (A)	239,70**	1,12	24,75**	27,63**	4,97*
Sėjios laikas (B)	141,98**	8,80**	11,42**	30,31**	18,29**
Trąðimas azotu (C)	0,54	2,06	0,36	0,76	0,56
AB sàveika	93,30**	2,48	6,32**	3,19*	2,77
AC sàveika	1,83	0,50	0,77	0,49	0,67
BC sàveika	0,78	0,54	3,44**	1,20	0,31
ABC sàveika	1,12	0,66	0,97	1,74	0,20

*Patikima 0,05 lygiu. **Patikima 0,01 lygiu.

lentelė). Variacijos koeficientas 6,83, didesnis negu riebalø, bet mažesnis negu gliukozinolatø. Sèklø baltymingumas dėl meteorologinio nulemtø augimo ir brendimo ypatumø labiau kito 1999 ir 2000 m., negu 2001 ir 2002 m. derliuje. Variacijos koeficientai buvo atitinkamai 8,22 ir 7,18 bei 4,36 ir 4,20%. Skirtumai tarp didžiausio ir mažiausio baltymø kiekio atskirais metais siekė 4,4–7,8 proc. punkto. Baltymø kaupimas yra atvirkðèiai proporcingas riebalø sintezei. Todël veiksniai, turèjã esminã átakã riebalø kaupimui, veikë ir baltymø sintezæ. Taèiau riebalams kauptis nepalankūs veiksniai trukdo labiau, nei baltymams [12]. Kiekvienais tyrimø metais baltymø sintezè rapsø sèklose priklausè nuo sėjios laiko ir trąðimo azoto trąðomis. Fungicido átaka pasireiðkè ne kiekvienais metais.

Agronominio veiksnio átaka rapsø sèklø kokybei daþnai apibûdinama rodikliu – baltymø ir riebalø kiekio suma (proc. vnt.) [1, 6, 10]. Paprastai ðio svarbio rapsø sèklos kokybës rodiklio sumos vertës kinta nuo 55 iki 70% bei priklauso nuo veislës ir metø sàlygø. Selekciniškai pradèjo kurti veisles siekdami, kad rapsø sèklose bûtø sukauptama kuo didesnis ðis suminis rodiklis, didinant tiek riebalø kiekã, tiek baltymø kiekã sèklose vienu metu [1]. Iðtyrus fungicidø naudojimo, sėjios laiko ir trąðimo azotu normø átakã þieminio rapsø sèklø cheminei sudèèiai Lietuvos sàlygomis, nustatyta, kad þieminio rapsø sèklos sukauptø vidutiniðkai baltymø ir riebalø, ið viso 65,0%, o priklausomai nuo derliaus metø – nuo 63,7 iki 65,8% sausosios sèklø masës (6 lentelė). Riebalø ir baltymø sumos, laikomos savarankiðku rapsø sèklø kokybës rodikliu, variacija buvo maþa, ir variacijos koeficientas tesiekè 1,04–2,14%. Literatûroje taip pat atkreipiamas dëmesys á riebalø ir baltymø sumos, kaip atskiros kokybës rodiklio, maþã variacijã, ir tai sietina su atvirkðtine baltymø ir riebalø kiekio sèklose koreliacija. Didèjant baltymø kiekiui sèklose, riebalø kiekis maþèja, ir priedingai [6, 10, 28]. Vadinas, augimo sàlygos bei naudojami augimo technologijos elementai turètø tik ðiek tiek veik-

ti minètã rapsø sèklø kokybës rodiklã Vidutiniais duomenimis, esminës átakos ðiam rodikliui turèjo panaudota apsaugos nuo grybiniø ligø priemonè – fungicidas. Ði priemonè nebuvo reikðminga tik 2000 m. derliaus sèklose sukauptø baltymø ir riebalø kiekio sumai. Sėjios laikas nepaveikè ðio rodiklio taip pat tik vieneriais, 1999, metais. Maþiausia buvo trąðimo azoto trąðomis átaka sèklose sukauptam bendram þaliojøjø riebalø ir baltymø kiekiui, pasireiðkusi tik vieneriais metais ið ketveriø. Atkreiptinas dëmesys á tai, kad, vidutiniais ketveriø metø duomenimis, fungicido naudojimo ir sėjios laiko sàveika nenustatyta. To prieþastis matyt buvo nevienodos riebalø ir baltymø kaupimo tendencijos atskirais bandymo vykdymo metais.

Pagrindinio augalø mitybos elementø – fosforo ir kalio koncentracija ir jø kiekio variacija rapsø sèklose taip pat buvo susijusi su taikytomis priemonėmis bei tyrimø metø sàlygomis (7 ir 8 lentelės). Vidutiniais duomenimis, rapsø sèklose sukauptama apie 0,589% fosforo. 2001 m. rapsai augo lauke, kurio armenyje visais tyrimo metais buvo maþiausiai judriojo fosforo, 123–193 mg kg⁻¹. Todël tais metais fosforo sèklose buvo taip pat maþiausiai, 0,42–0,58%. Fosforingiausia buvo dirva, subrandinusi derliø 1999 m. Joje buvo 182–221 mg kg⁻¹ judriojo fosforo. Tai atsiliespè sèklose sukauptam fosforui, kurio buvo 0,53–0,77%. Tai didžiausia bandyme tirtø rapsø sèklø sukauptã fosforo koncentracija. Ið to galima daryti iðvadã, kad siekiant sèklø kokybës, þieminiai rapsai augintini tik pakankamai fosforingose dirvose.

1999 ir 2000 m. sàlygomis uþaugintose sèklose, vidutiniais duomenimis, buvo 0,88 ir 0,91% kalio (8 lentelė). Tai akivaizdþiai daugiau kalio, nei kitais metais subrendusiose sèklose. Kalio kaupimas sèklose, kaip ir fosforo kaupimas, priklausè nuo dirvoþemio turtingumo judriøjø ðio elementø formø. 1999 ir 2000 m. armenyje dirvos, kurioje buvo sėjami rapsai, nustatyta 135–168, o 2001 ir 2002 m. 124–159 mg kg⁻¹ judriojo kalio. Tai kiekiai, patenkantys á vidutinã ir pakankamã

dirvožemio kalkingumą apibūdinančias grupes. Labiausiai K koncentracija sėklose kito 2001 m. subrendusiame derliuje: variacijos koeficientas 5,0%, tuo tarpu panašus vidutinai kalio kiekis sukauptuose 2002 m. derliaus sėklose rodiklis kito mažiausiai. Tiek fosforo, tiek kalio sankaupai sėklose kiekvienais metais esminės žalos turėjo sėjos laikas. Fungicidai turėjo žalos fosforo koncentracijai tik 1999, o kalio – 2000 m. Tai metai, kuriais rapsų sėklose buvo sukaupta daugiausia arba fosforo, arba kalio. Darytina išvada, kad tik auginant rapsus pakankamai fosforinguose ir kalinguose dirvožemiuose tikėtina, kad fungicidų prieš grybines ligas naudojimas gali būti efektyvus. Fosforo kaupimą žieminių rapsų sėklose iš esmės paveikė išbertos azoto trąšos tik 1999 ir 2000 m. sąlygomis, tačiau ši svarbi agronominė priemonė nebuvo reikšminga kalio kiekiui nei vienais tyrimo metais. Kalio kiekio žieminių rapsų sėklose ir azoto trąšų kiekio bei jų naudojimo laiko priklausomybės nenustatyta ir tyrimuose Vakarų Lietuvoje [4]. Kaip ir daugeliui jau aptartų rapsų cheminės sudėties rodiklių, agronominių priemonių sąveiką žala pasireiškė tik atskirais atvejais: fungicidų naudojimo bei sėjos laiko derinimas patikimai veikė fosforo kiekį sėklose, o kitų agronominių priemonių tarpusavio sąveika ir žala, ir kitiems rodikliams buvo neveiksminga, išskyrus vienintelą atvejį 2001 m. Norint nustatyti, kurie meteorologiniai sąlygų elementai turi daugiausia žalos rapsų sėklų cheminei sudėčiai, reikia atlikti papildomus tyrimus.

IŠVADOS

1. 1999–2002 m. sekliai glėžniškame vidutiniškai fosforingame bei kalingame lengvo priemolio rudpjemyje skirtingu laiku pasėtose, žvairiai mineralinėmis azoto trąšomis trąšotose, fungicidų nuo grybinių ligų apsaugotose ir neapsaugotose 'Kasimirų' veislės žieminių rapsų sėklose gliukozinolatų kiekis kito nuo 1,47 iki 11,01 $\mu\text{mol g}^{-1}$, variacijos koeficientas 32,3%, riebalų buvo nuo 39,2 iki 50,1% SM, baltymų – nuo 15,5 iki 23,8% SM, rodiklių variacija – 4,37–9,60%; riebalų ir baltymų kiekių sumos kito nuo 60,3 iki 67,4% SM, variacija – 2,06%. Fosforo ir kalio kiekiai sėklose kito atitinkamai nuo 0,42 iki 0,77 ir nuo 0,68 iki 1,01% SM, variacijos koeficientai atitinkamai 6,30–11,74 ir 3,46–9,60%.

2. Žieminių rapsų sėklų cheminės sudėties komponentams agronominių veiksnių žala, įvertinus Fiderio kriterijumi, buvo didžiausia: gliukozinolatų kaupimą paveikė azoto trąšų normos, o sėjos laiko žala nustatyta tik fungicidų apdorotame pasėlyje; riebalų ir baltymų kaupimas priklausė nuo azoto trąšų normos, sėjos laiko žala nustatyta tik nenaudojant fungicidų; riebalų ir baltymų kiekių suma nuo azoto trąšų normos priklausė tik pasėlyje, kuriame nenaudota fungicidų, o sėjos laikas turėjo žalos ne kiekvienais metais; fosforo kaupimui sėklose žalos turėjo sėjos laikas, azoto trąšų normos ir naudojamas

fungicidas; kalio kaupimas sėklose susijęs su sėjos laiku. Vidutiniais duomenimis, žieminių rapsų, tiek apsaugotų nuo grybinių ligų, tiek neapsaugotų, sėklų cheminė sudėtis taip pat priklausė nuo auginimo metų meteorologinių sąlygų.

Gauta 2004 04 27

Literatūra

1. Baetzel R., Friedt W., Voss A. and Lühs W.W. Development of yellow-seeded high-erucic acid rapeseed (*Brassica napus* L.). Proceedings of 10th International Rapeseed Congress. Canberra. 1999. CD-ROM.
2. Barszczak T., Barszczak Z. Effect of periodic drought, nitrogen rates and pH of soil on seed yield, fat and Protein contents of winter oilseed rape. Rapeseed today and tomorrow /9th International Rapeseed Congress Cambridge, UK. 1995. Vol. 2. P. 525–527.
3. Bouchereau A., Clossais-Besnard N., Bensaoud A. et al. Water stress effects on rapeseed quality. European Journal of Agronomy. 1996. Vol. 5. P. 19–30.
4. Bernotas S., Kalvaitienė S. Žieminių rapsų trąšimas azoto trąšomis Vakarų Lietuvoje. Augalininkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis (Mokslinių straipsnių rinkinys). Kaunas-Akademija. 1998. P. 80–86.
5. Brennan R. F. Timing of nitrogen application for producing canola grain and oil. 2003, <http://agspsrv34.agric.wa.gov.au/cropupdates/2003/oilseeds>
6. Brennan R. F., Mason M. G., Walton G. H. Effect of nitrogen Fertilizer on the Concentrations of Oil and protein in Canola (*Brassica napus*) seed. Journal Plant Nutrition. 2000. Vol. 23(3). P. 339–348.
7. Burbulis N., Malinauskaitė R., Sliesaravičius A. Žieminių rapsų riebalų kiekio, rūgščių sudėties priklausomybė nuo augimo regulatorių // Ūkio mokslai. 2003. Nr. 4. P. 32–37.
8. Butkutė B. Factors influencing accuracy of NIRS calibrations for the prediction of quality of Lithuania-grown rapeseed. Proceedings of 11th International Conference on NIRS. Cordoba, Spain, 6–11 April 2003. Ed. by A.M.C. Davies, NIR Publications, Chichester, UK. 2004 (in press).
9. Butkutė B. Lithuania-grown 00 rapeseed quality variation in relation to the cultural practices, climatic and genotypic peculiarities // Proceedings of 11th International Rapeseed Congress (Ed. by H. Sorensen et al.). Copenhagen, Denmark, 2003. Vol. 3. P. 879–881.
10. Butkutė B., Mažauskienė A., Didlauskas G., Sliesaravičienė L. Agronominių veiksnių ir augimo sąlygų žala žalių baltymų ir žalių riebalų kiekiui bei riebalų rūgščių kompozicijoms kitimui vasarinių rapsų sėklose // Ūkio mokslai. 2000. T. 70. P. 160–175.
11. Butkutė B., Mažauskienė A., Didlauskas G., Sliesaravičienė L. Accumulation of glucosinolates in the seed of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Horticulture and Vegetable Growing. Baltai, 2000. T. 19(3)–2. P. 294–305.
12. Champolivier L., Merrien A. Effect of a water stress, applied *Brassica napus* L. var. *oleifera* at different stages: II-Effect on quality. Rapeseed today and tomorrow/9th International Rapeseed Congress. Cambridge, UK. 1995. Vol. 2. P. 559–561.

13. Cors F., Falisse A. Valeur agronomique et composition des graines de deux variétés de colza d'hiver a faible teneur en glucosinolates cultivés en Belgique. Proceedings International Rapeseed Conference. 1983. P. 521–529.
14. Fiziologija i biochimija sielskochoziajstvienych rastienij (in Russian, red. Tretjakov N. N.). Maskva, 1998. P. 590–597.
15. Hartung H., Bargholz J., Müller G. et al. Rapeseed qualities of Thuringian harvests from 1992 to 2002 // Sorensen H. et al. (Ed.). Proceedings 11th International Rapeseed Congress. Copenhagen, Denmark, 2003. Vol. 3. P. 785–787.
16. Mailer R. Product Quality. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 1999, www.regional.org.au/au/gcirc/canola/p-15.htm
17. Mailer R. J. and Cornish P. S. Effects of water stress on glucosinolates and oil concentrations in the seeds of rape (*Brassica napus* L.) // Australian Journal of Experimental Agriculture. 1987. Vol. 27. P. 707–711.
18. Mailer R. J. and Pratley J. E. Field studies of moisture availability effects on glucosinolate and oil concentration in the seeds of rape (*Brassica napus* L.) // Canadian Journal of Plant Science. 1989. Vol. 70. P. 399–407.
19. McCartney H. A., Doughty K. J., Norton G. et al. A study of the effect of disease on seed quality parameters of oilseed rape // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
20. Mekki B. B. Yield and chemical composition of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties in response to nitrogen fertilization // Sorensen H. et al. (Ed.). Proceedings 11th International Rapeseed Congress. Copenhagen, Denmark, 2003. Vol. 3. P. 915–917.
21. Mendham N. J., Shipway P. A. and Scott R. K. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus*). Journal Agricultural Science. 1981. Vol. 96. P. 389–416.
22. Mendham N. J. Physiological basis of seed yield and quality in oilseed rape. Rapeseed today and tomorrow // Proceedings 9th International Rapeseed Congress Cambridge, UK, 1995. Vol. 2. P. 485–488.
23. Montvilas R. Sėjios laiko ir sėklos normos ūaka pieminio rapsø derliaus struktūrai ir sėklø kokybei // Augalininkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis (Mokslinio straipsniø rinkinys). Kaunas-Akademija, 1998. P. 323–328.
24. Niewiadomski H. Rapeseed. Chemistry and Technology. Elsevier: Amsterdam, 1990. P. 66–180.
25. Ojczyk T., Jankowski K. The effects of nitrogen fertilisation on yield of protected and unprotected spring rape // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
26. Robertson M. J., Holland J. F., Bambach R. and Cawthray S. Response of Rapeseeds and Indian mustard to sowing date in risky Australian environments // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
27. Singh C. P., Viswakannan P., Singh S. P. and Chhibber R. C. Relationship between glucosinolates and the population of *Lipaphis erysimi* on *Brassica* ssp. // GCIRC bulletin. 2003. No. 20. P. 79–82.
28. Didlauskas G. Vasarinio rapsø sėklø derliaus bei baltymø ir riebalø ideigos priklausomumas nuo azoto, fosforo ir kalio kiekio augaluose skirtingais vystymosi tarpsniais // Pemdribystė. Mokslo darbai. Akademija, 2000. T. 72. P. 118–135.
29. Didlauskas G. Azoto normø ir trąðimo laiko ūaka azoto, fosforo ir kalio kiekiui vasariniuose rapsuose (*Brassica napus*) skirtingais jø vystymosi tarpsniais // Pemdribystė. Mokslo darbai. 2000. T. 71. P. 135–153.
30. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominio tyrimø duomenø statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 2003. 57 p.
31. Walton G., Si P. and Bowden B. Environmental impact on Rapeseeds yield and oil // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
32. Wielebski F., Wojtowicz M., Krzymanski J. Influence of sulphur fertilization on glucosinolate quality and quantity in seeds of two double low oilseed rape varieties (*Brassica napus* L.) // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
33. Wojtowicz M., Wielebski F., Krzymanski J. Yield structure of double low winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties in different environmental conditions. Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.
34. Zhao F. J., Blake-Kalff M. M. A., Riley N. et al. Sulphur utilisation efficiency in oilseed rape // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, 1999. CD-ROM.

Bronislava Butkutė, Audronė Maðauskienė, Gvidas Didlauskas, Irena Brazauskienė

VARIATION OF WINTER RAPE SEED CHEMICAL COMPOSITION AND SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THIS VARIATION

Summary

Variation of seed chemical composition of 00 winter rape cv. 'Kasimiry' as affected by the weather conditions, nitrogen rates, sowing date, and use of fungicides was investigated. Rape was grown during the period 1999–2002 on a gleyic light loamy soil. The rapeseed samples contained: crude fat 39.2–50.1% DM, crude protein 15.5–23.8% DM, the sum of these values being 60.3–67.4% DM, glucosinolates 1.47–11.01 $\mu\text{mol g}^{-1}$, phosphorus 0.42–0.77% DM, and potassium 0.68–1.01% DM. The most variable were the values of glucosinolates. The least variation was characteristic of the sum total of crude protein and fat. According to Fisher's criterion, we identified which of the growing conditions, including weather, were significant for seed quality. Winter rapeseed chemical composition significantly depended on the weather conditions. During the four experimental years glucosinolate accumulation significantly depended on the sowing date; a significant effect of fungicides was identified for two years and that of nitrogen rates – for three years. Sowing date and nitrogen fertilisation had a significant effect on crude protein and fat accumulation annually. Sowing time affected phosphorus and potassium accumulation. Nitrogen fertilisation had a significant effect on phosphorus accumulation in seed in two years out of four,

however, this measure was not significant for potassium content in either of the experimental years.

Key words: winter rape, glucosinolates, fat, protein, PK, variation, F-test, sowing time, nitrogen rates, fungicides

**Бронислава Буткуте, Аудроне Машаускене,
Гвидас Шидлаускас, Ирена Бразаускене**

ВАРИАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА И СУЩЕСТВЕННОСТЬ НА НЕГО ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Резюме

Опыты проводились с сортом озимого рапса 'Kasimirя на дерново-глебоватой почве в Литовском институте земледелия в Дотнуде в 1999–2002 гг. Цель исследований – установить, как различные факторы: сроки сева, нормы внесения азотных удобрений в посевы (как обработанные фунгицидами, так и не защищенные от грибных болезней), метеорологические условия влияют на содержание в семенах глюкозинолатов, сырого белка, сырого жира, суммарного их количества, фосфора и калия. Количества данных показателей варьировали в следующих интервалах: сырого жира 39,2–50,1% СВ,

сырого белка 15,5–23,8% СВ, суммарного их количества 60,3–67,4% СВ, глюкозинолатов 1,47–11,01 мкмол г⁻¹, фосфора 0,42–0,77% СВ и калия 0,68–1,01% СВ. Наибольшая вариантность отмечена для глюкозинолатов, наименьшая – для суммы количеств сырого белка и сырого жира. На основе F-критерия выявлено, какие из исследованных условий, включая метеорологические, были наиболее существенными для качества семян рапса. Химический состав семян озимого рапса в большой мере зависел от метеорологических условий. В ходе четырехлетнего исследования выявлено, что на накопление глюкозинолатов значительное влияние оказывали сроки сева. Влияние использования фунгицидов было существенным два года, а норм азота – три года из четырех. Нормы азота и сроки сева ежегодно существенно влияли на накопление сырого белка и сырого жира. Для концентрации фосфора и калия в семенах наиболее важным фактором был срок сева. Нормы азота в годы исследований не оказали существенного влияния на накопление калия, однако на накопление фосфора существенно влияли два года из четырех.

Ключевые слова: озимый рапс, сырой белок, сырой жир, глюкозинолаты, РК, вариация, F-критерий, нормы азота, сроки сева, фунгициды