
Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo skrotelės cheminės sudėties skirtingo tankumo pasėliuose

**Rimantas Velička,
Marija Rimkevičienė,
Kostas Trečiokas**

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Akademija,
LT-4324 Kauno rajonas*

Bandymai vykdyti 1999–2002 m. Lietuvos žemės ūkio universiteto (LŽŪU) Bandymų stotyje. Tirta žieminių rapsų 'Kasimir F₁' rudens skrotelės cheminė sudėtis skirtingo tankumo pasėliuose bei jos įtaka augalų žiemojimui. Nustatyta, kad rapsų vegetacija rudenį tęsiasi vidutiniškai 95,7 dienos. Per šį laikotarpį rapsai sukaupė 857,3°C aktyvių temperatūrų sumą ir 24,7% sausųjų medžiagų skrotelės lapuose bei 29,7% sausųjų medžiagų augalų viršūniniame pumpure. Didėjant pasėlių tankumui, rapsuose didėjo sausųjų medžiagų, žaliųjų proteinų ir sieros kiekiai, o bendrojo cukraus, žaliųjų riebalų, kalio ir fosforo – mažėjo. Rapsų rudens skrotelės viršūniniame pumpure bendrojo cukraus ir kalio susikaupė daugiau, o žaliųjų proteinų, žaliųjų riebalų, monosacharidų, fosforo ir sieros – mažiau, negu lapuose. Nustatyti pasėlių tankumo ir bendrojo cukraus kiekio viršūniniame pumpure bei azoto ir kalio santykio stiprūs koreliacijos ryšiai ($r = -0,877$; $r = 0,920$). Rapsų 'Kasimir F₁' žiemojimas tiesiogiai priklausė nuo bendrojo cukraus kiekio rudens skrotelės lapuose ($r = 0,684$) ir viršūniniame pumpure ($r = 0,720$) bei nuo žaliųjų riebalų lapuose ($r = 0,623$) ir viršūniniame pumpure ($r = 0,832$). Nustatyta rapsų žiemojimo ir žaliųjų proteinų kiekio viršūniniame pumpure stipri atvirkštinė koreliacija ($r = -0,789$). Nuo rapsų tankumo priklausė jų žiemojimas ($r = -0,900$). Kuo didesnis buvo rapsų tankumas, tuo blogesnis žiemojimas.

Raktažodžiai: žieminiai rapsai, pasėlių tankumas, cheminė sudėtis, lapai, viršūninis pumpuras, žiemojimas

IVADAS

Žieminių rapsų žiemojimas priklauso nuo augalų išsivystymo laipsnio, agrotechnikos bei agroklimatinių veiksnių [2, 11, 12]. Rapsų peržiemojimui neigiamą įtaką turi besniegė žiema ir ankstyvą pavasarį pasireiškiantys periodiniai neigiamų ir teigiamų temperatūrų svyravimai, tirpstant sniegui susidaranti ledo pluta bei išalo storis, nuo kurio priklauso vandens pašalinimas iš dirvos [1, 12, 15]. Rudenį rapsams dažnai kenkia sniego danga ant neišalusių žemės. Po sniegu augalai tęsia gyvybines funkcijas – kvėpuoja, naudoja maisto medžiagas, būtinas geram žiemojimui bei augalo regeneracijai pavasarį. Ne mažiau kenksmingi rapsams dažni atlydžiai žiemą. Jų metu ledas lyg stiklas padengia pasėlį. Tarsi po šiltnamio stiklu rapsai jau esant +2°C iš ramybės būsenos pereina į lėtą vegetaciją. Augalai kvėpuodami naudoja deguonį ir, išskirdami angliarūgštę, patys save nuodija [15].

Šių meteorologinių sąlygų neigiamą poveikį rapsams galima sumažinti agrotechninėmis priemonėmis:

veislių ir dirvų parinkimu, jų paruošimu, tręsimu, sėja laiku ir pasėlių optimalaus tankumo formavimu (sėklos norma). Nuo šių priemonių efektyvumo priklauso žieminių rapsų jarovizacijos ir augalų užsigrūdinimo tarpsnių eiga. Pirmajame žieminių rapsų grūdinimosi tarpsnyje, kuris vyksta šviesoje apie 2 savaites, esant optimaliai oro teigiamai temperatūrai dieną 10°C, o naktį neigiamai – 0–2°C, kaupiasi augalų energinės medžiagos: tirpūs cukrūs ir baltymai, nesočiosios riebalų rūgštys. Antrajame grūdinimosi tarpsnyje, kuris vyksta po sniegu arba be jo apie vieną savaitę esant neigiamoms temperatūroms, iš ląstelių pašalinamas laisvas vanduo [14]. Šiame ontogenezės procese rapsai suformuoja apsauginį mechanizmą, kurio esmė yra fiziniai-cheminiai ir biocheminiai pakitimai ląstelių tirpale stresiniais atvejais. Augalų ląstelėse sumažėja laisvo vandens kiekis ir padidėja tirpalo koncentracija, gausėjant krioprotektoriams: įvairių formų cukrui – mono-, poli- ir oligosacharidams, hidrofiliiniams baltymams, pentozanams, aminorūgštims ir lipidams. Priešingu atveju, staiga atšalus (iki –20°C), neužsi-

grūdinių augalų ląstelėse gali įvykti vandens vitrifikacija (sustiklėjimas) arba net protoplazmos užšalimas. Tokie augalai dažniausiai žūva. Sustiklėjusios ląstelės ilgiau išlaiko gyvybines funkcijas, tačiau pavasarį labai susilpnėja augalų regeneracija [13].

Literatūroje nurodoma, kad cukraus reikšmė rapsų žiemojimui yra svarbi ir įvairiapusė. Cukrus padidina ląstelės tirpalo koncentraciją ir kartu sumažina laisvo vandens kiekį bei pažemina citoplazmos evtekcinį užšalimo tašką. Jis taip pat padidina ląstelės osmotinį slėgį ir apsaugo baltymus nuo koaguliacijos, sudarydamas su jais hidrofiliinius citoplazmos junginius. Cukrus ypač apsaugo ląstelės membranos baltymus. Dėl to ląstelėse padidėja koloidų surišto vandens, kuris žemose temperatūrose neužšąla, netransportuojamas, o likęs ląstelėje palaiko jos gyvybingumą [13].

Šio darbo tikslas – iširti ir nustatyti pasėlių tankumo įtaką žieminių rapsų rudens skrotelės lapų ir viršūninio pumpuro cheminei sudėčiai ir jos poveikį augalų žiemojimui.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Tikslieji lauko bandymai vykdyti 1999–2002 m. LŽŪU Bandymų stotyje. Dirvožemis susiformavęs dugninės morenos arba dugniinių ledynų darinių, padengtų limnoglacialinėmis nuosėdomis, srityje. Pagal 1999 m. dirvožemių klasifikaciją (LTDK – 99) bandymų dirvožemis – paprastasis sekliai glėjiškas išplautžemis (Haplī – Epihypogleyic Luvisols) – IDg8 – p(LVg-p-w-ha). Duginės morenos smulkžemio granulimetrinėje sudėtyje vyrauja priemolis ant sauskos priemolio.

Dirvožemio pH – 6,1–7,2, sorbuotų bazių suma 148–199 mekv kg⁻¹, bendrojo azoto 0,150–0,160%, humuso 2,3–3,0%, judriojo fosforo 135–339 mg kg⁻¹, judriojo kalio 124–209 mg kg⁻¹, bendrosios sieros 93,8–127,0 mg kg⁻¹, judriosios sieros 2,19–23,80 mg kg⁻¹, boro 0,59–1,1 mg kg⁻¹ dirvožemio. Ariamasis sluoksnis 23–27 cm. Vandens režimas sureguliuotas uždaru drenažu, mikroreljefas išlygintas.

Bandymų schemą sudaro rapsų pasėlio tankumo 5 variantai: iki 20 vnt.; 20,1 – 40; 40,1 – 60; 60,1 – 80 ir 80,1 – 100 vnt. m⁻² augalų. Skirtingas pasėlių tankumas suformuotas tikslaus išsėjimo sėjama 'Multidril-300' atsižvelgiant į rapsų sėklos daigumą (D) ir 1000 sėklų masę (M) kiekvienam skirtingo tankumo variantui (a) sėklos kiekį (N) apskaičiuojant pagal formulę $N = \frac{a \times M}{2D - 100}$. Auginta hibridinė žieminių rapsų veislė 'Kasimir F₁', kurios sėklų daigumas buvo 92–95%, 1000 sėklų masė – 4,66–4,72 g. Apskaitomųjų laukelių dydis 28 m⁻². 4 paruošimai. Laukeliai išdėstyti randomizuotu būdu.

Žemės dirbimas – pagal įprastą agrotechniką. Priešsėliai – juodasis pūdymas ir daugiametės žolės. Žieminiai rapsai pasėti rugpjūčio mėnesio pirmoje pusėje (08.11–08.16 d.). Tręšta N₁₂₀ P₆₀ K₉₀ (PK – rudenį prieš sėją, N – pavasarį). Po sėjos rapsai purkšti butizanu 400 (2,5 l ha⁻¹), o prieš kenkėjus 3^x fastaku (0,1–0,15 l ha⁻¹). Derlius nuimtas kombainu 'Sampo' ir nustatytas svoriniu metodu, o svyravimo rodikliai – dispersinės analizės metodu. Priklausomybė tarp atskirų rodiklių įvertinta koreliacinės regresijos analizės metodu 95% tikimybės lygiui pagal statistinių duomenų apdorojimo programą STATENG.

Rapsų žiemojimas nustatytas skaičiuojant augalus kiekvieno laukelio 4 vietose (1 m⁻²) rudenį ir pavasarį. Rudenį, temperatūrai nukritus iki 0–2°C, iš kiekvieno laukelio skirtingų vietų paimta po 10 augalų biometriniais ir cheminiais tyrimams.

Cheminių analizių būdu augaluose nustatyti šie rodikliai: sausosios medžiagos džiovinant džiovinimo spintoje esant 105°C ir bendrasis cukrus bei monosacharidai – Bertrano metodu; dirvožemyje: pH_{KCl} – potenciometrinio metodu, humusas – Tiurino, sorbuotų bazių suma pagal Keppeną-Hilkovicą, visas azotas – Kjeldalio metodu.

Kitos rapsų ir dirvožemio augalams prieinamų maisto medžiagų analizės atliktos infraraudonųjų spindulių spektrometru PSCO/ISI IBM – PC 4250 pagal duomenų bankų kalibruotes. Bandiniai duomenų bankų sudarymui išanalizuoti referentiniais – cheminiais metodais.

Meteorologinės sąlygos. Žieminių rapsų rudens vegetacijos mėnesių meteorologiniai rodikliai bei jų įtaka augalų augimui ir vystymuisi pateikti 1 ir 2 lentelėse. Greta rapsų rudens vegetacijos mėnesių lentelėse pateikti ir liepos meteorologiniai duomenys, apibūdinantys pasiruošimo sėjai galimybes. Visi tyrimų metai buvo palankūs rapsų rudens vegetacijai, nors buvo ir kai kurių nukrypimų nuo normos.

1999 m. liepa – šilta ir sausa. Rugpjūčio pradžioje palijus (54,4 mm), susidarė palankios sąlygos dirvai paruošti ir sėjai. Rapsai sudygo po 8 dienų (08.19) (2 lentelė). Rugsėji užteko šilumos (2,6°C daugiau negu norma) bei saulės (spindėjimo trukmė 60 valandų ilgesnė negu norma), bet trūko drėgmės (25,7 mm mažiau už normą). Spalis – šiltas ir lietingas. Nuo lapkričio vidurio (11.15) orai staigiai atvėso iki neigiamų temperatūrų. Rapsų rudens vegetacijos trukmė – 83 dienos. Augalai sukauptė 817,2°C aktyvių temperatūrų sumą. Kadangi rapsų vystymasis vyksta ir esant 2–3°C, tai per 2°C sukauptų temperatūrų suma sudarė 847°C, o saulės spindėjimo trukmė buvo 439,5 valandos.

2000 m. liepa buvo vėsi, apsiniaukusi, drėgna. Gausiausiai kritulių iškrito liepos antroje dekadėje (61,4 mm), o trečioje – 21,5 mm, todėl susidarė

1 lentelė. Meteorologinės sąlygos žieminių rapsų rudens vegetacijos metu

Kauno meteorologijos stotis, 1999–2001 m.

Metai Mėnuo	1999	2000	2001	Norma (daugiametis vidurkis)
Vidutinė paros oro temperatūra °C				
Liepa	20,0	16,2	20,9	17,6
Rugpjūtis	16,8	16,1	17,9	16,7
Rugsėjis	14,4	10,6	12,2	11,8
Spalis	7,2	9,6	9,0	6,9
Lapkritis	1,2	5,4	1,9	1,4
Gruodis	- 0,5	1,4	- 5,5	- 2,1
Kritulių kiekis mm				
Liepa	30,5	112,9	143,5	76,4
Rugpjūtis	85,9	53,5	55,0	74,5
Rugsėjis	28,7	15,0	75,3	54,4
Spalis	79,4	4,2	40,4	46,2
Lapkritis	34,9	70,2	73,5	56,3
Gruodis	57,3	43,8	31,4	43,0
Saulės spindėjimas val.				
Liepa	356	195	264	283
Rugpjūtis	245	235	253	252
Rugsėjis	221	234	118	161
Spalis	99	172	100	122
Lapkritis	36	18	70	41
Gruodis	32	10	64	30

palankios sąlygos prieššėlio derliaus nuėmimui ir žieminių rapsų sėjai. Rapsai pasėti rugpjūčio 13 d., su-

dygo po 7 dienų. Rapsams formuojant tikruosius lapus trūko drėgmės (rugsėji 39,4 mm, o spalį – 42,0 mm mažiau už normą), rugsėji trūko šilumos (1,2°C mažiau už normą), tačiau spalį vidutinė oro temperatūra buvo 2,7°C, o lapkritį – 4,0°C aukštesnė už normą. Šiltas buvo ir gruodis – 0–2°C temperatūra buvo iki gruodžio 17 d., tačiau po to įsivyravo pastovios neigiamos temperatūros. 2000 m. žieminių rapsų rudens augimas ir vystymasis tęsėsi 116 dienų. Aktyvių temperatūrų suma buvo 939,3°C, o temperatūrų per 2°C suma sudarė 1010,0°C. Tai buvo saulėčiausi tyrimų metai – žieminių rapsų rudens vegetacijos metu saulė spindėjo 515,2 valandos.

2001 m. liepa buvo karšta (vidutinė mėnesio oro temperatūra – 20,9°C) ir lietinga (143,5 mm). Rugpjūčio pirmąją dekadą iškrito 34,0 mm kritulių. Dirvų paruošimas rapsų sėjai užsitęsė. Rapsai buvo pasėti rugpjūčio 16 d. Sudygo po 6 dienų. Rapsų lapų formavimuisi drėgmės ir šilumos pakako. Lapkričio mėnesio drėgmės perteklius (17,3 mm daugiau už normą) rapsams nepakenkė dėl pakankamai laidaus podirvio. Lapkričio antroje dekadėje ant neišalusios dirvos, esant 2,4–5,2°C vidutinei oro temperatūrai, iškrito sniegas (10,7 mm), kuris temperatūrai nukritus iki –0,9°C, laikėsi 8 dienas. Atšilus iki 3,6°C ir lyjant (21,7 mm), sniegas ištirpo, tačiau temperatūra nukrito iki –3,4°C (11.26). Žieminių rapsų rudens vegetacija baigėsi lapkričio 24 d. ir truko 88 dienas. Jos metu augalai sukauptė 815,0°C aktyvių temperatūrų, o per 2°C – 853,0°C. Saulė spindėjo trumpiausiai iš visų tyrimų metų – 358,4 valandos.

2 lentelė. Meteorologinių sąlygų įtaka žieminių rapsų rudens vegetacijos trukmei

LŽŪU Bandymų stotis, 1999–2001 m.

Eil. Nr.	Rapsų rudens vegetacijos trukmės ir meteorologinių sąlygų rodikliai	Tyrimų metai			Vidurkis
		1999	2000	2001	
1.	Rapsų daigai	08.19	08.20	08.23	08.19–08.23
2.	Rapsų rudens augimo ir vystymosi pabaiga (0–2°C)	11.15	12.17	11.24	11.15–11.24
3.	Rapsų rudens augimo ir vystymosi trukmė (dienų skaičius)	83	116	88	95,7
4.	Aktyvių temperatūrų sumos (apie 400°C) data	09.19 (402°C)	09.21 (404°C)	09.19 (403°C)	09.19–09.21 (402–404°C)
5.	Aktyvių temperatūrų suma po 40 dienų nuo sudygimo	524°C (09. 27)	484°C (09. 29)	507°C (10. 01)	505°C
6.	Aktyvių temperatūrų sumos (apie 550°C) data	09.29 (552°C)	10.05 (552°C)	10.06 (555°C)	09.19–10.06 (552–555°C)
7.	Iš viso aktyvių temperatūrų	817,7°C	939,3°C	815,0°C	857,3°C
8.	Iš viso temperatūrų per 2°C	847,5°C	1010,0°C	853,0°C	903,5°C
9.	Saulės spindėjimo trukmė per 550°C aktyvių temperatūrų kaupimosi laikotarpį (val.)	315,0	355,7	203,8	291,5
10.	Saulės spindėjimo trukmė rapsų rudens vegetacijos metu (val.)	439,5	515,2	358,4	437,7

REZULTATŲ APTARIMAS

Žieminių rapsų rudens skrotelėje sausosios medžiagos sparčiai kaupiasi po 35–40 kalendorinių dienų nuo sudygimo [11]. Mūsų bandymuose per tokį žieminių rapsų vegetacijos laikotarpį (09.27–10.01) buvo sukaupta vidutiniškai 505°C aktyvių temperatūrų suma (2 lentelė). Iki augalų ramybės periodo dar papildomai susikaupė 352°C aktyvių temperatūrų. Tai rodo, kad sausosios medžiagos intensyviai kaupėsi rapsuose rugsėjo–spalio mėnesiais. Tuo laikotarpiu rapsai paprastai pasiekia 5 tikrųjų lapelių tarpsnį ir jų lapų asimiliacinio paviršiaus plotas būna didžiausias [7, 11]. Vyksta intensyvūs fiziologiniai procesai – maisto medžiagų kaupimasis gyvybiškai svarbiuose organuose. Temperatūrai žemėjant fiziologiniai procesai lėtėja, o rudens vegetacijos pabaigoje pasiekia kritinę ribą [6]. Iš visų meteorologinių sąlygų komplekso intensyviausiai augalus rudens vegetacijos laikotarpiu veikia šiluma [13].

Mūsų atliktuose tyrimuose žieminiai rapsai 'Kasimir F₁' rudens vegetacijos metu sukaupė vidutiniškai 857,3°C aktyvių temperatūrų, o temperatūrų per 2°C suma sudarė 903,5°C. Vokiečių mokslininkai nurodo, kad rudeni rapsai turėtų sukaupti ne mažiau kaip 600–650°C aktyvių temperatūrų sumą ir tik tuomet sumažėja žiemojimo rizikos laipsnis [1, 5]. Mūsų tyrimuose rudeni sukauptos temperatūrų sumos pakako rapsų sausųjų medžiagų formavimuisi bei jų sudėtyje esančių organinių junginių sintezei. Vegetacijos pabaigoje žieminių rapsų lapuose buvo vidutiniškai 24,70%, o augalų viršūniniame pumpure – 29,70% sausųjų medžiagų (3 ir 4 lentelės). Literatūroje nurodoma, kad didėjant rapsų tankumui ploto vienetu, mažėja augalų orasausė masė ir daugėja sausųjų medžiagų [8, 11]. Mūsų tyrimuose sausųjų medžiagų kiekio rapsų lapuose ir pasėlio tankumo koreliacijos ryšys – silpnas ($r = 0,385$), o augalų tankumo ir sausųjų medžiagų susikaupimo viršūniniame pumpure – vidutinio stiprumo ($r = 0,577$).

Monosacharidų rapsų lapuose nustatyta vidutiniškai 2 kar-

tus daugiau, o bendrojo cukraus 2 kartus mažiau negu augalo viršūniniame pumpure. Tai rodo, kad žieminių rapsų rudens vegetacijos pabaigoje skrotelėje tebevyko angliavandenių sintezė. Didėjant pasėlio tankumui (20–100 vnt. m⁻²), bendrojo cukraus kiekis tiek rapsų lapuose, tiek viršūniniame pumpure mažėjo. Tankiausių rapsų (80,1–100 vnt. m⁻²) variante bendrojo cukraus kiekis augalų viršūniniame pumpure buvo esminiai mažesnis, negu laukeliuose, kuriuose 1 m⁻² rapsų augo iki 20 vnt. ir nuo 20,1 iki 40,0 vnt. m⁻² bei 40,1 – 60,0 vnt. m⁻² – atitinkamai 3,96; 2,13; 1,27 procentinio vieneto. Kiekviename, maždaug kas 20 augalų tankesniame pasėlyje, rapsų viršūniniame pumpure bendrojo cukraus rasta patikimai mažiau, negu rečiausiam (iki 20 vnt. m⁻²) pasėlyje. Koreliacinė-regresinė duomenų analizė parodė, kad bendrojo cukraus kiekį rapsų viršūniniame pumpure ir pasėlių tankumą sieja atvirkštinis stiprus

3 lentelė. Žieminių rapsų 'Kasimir F₁' lapų cheminė sudėtis skirtingo tankumo pasėliuose

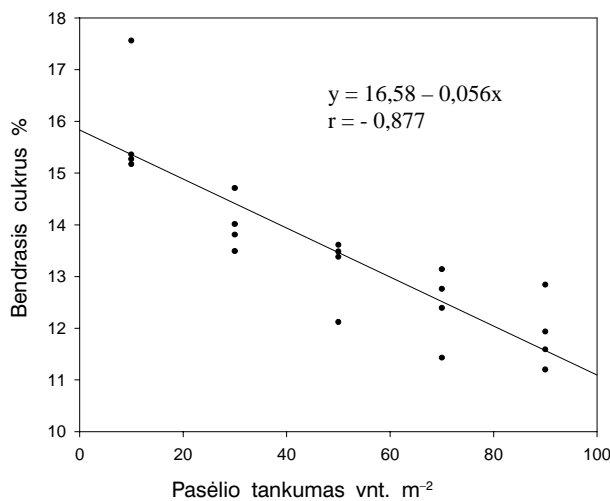
LŽŪU Bandymų stotis, 1999–2001 m.						
Rapsų rudens skrotelės cheminė sudėtis	Rapsų pasėlio tankumas vnt. m ⁻²					R ₀₅
	iki 20	20,1–40	40,1–60	60,1–80	80,1–100	
Sausosios medžiagos %	23,15	23,98	25,08	25,55	25,72	0,54
Bendrasis cukrus %	7,92	7,86	7,50	6,62	6,90	1,21
Monosacharidai %	4,24	3,88	4,18	3,35	3,46	0,52
Žalieji proteinai %	16,97	17,60	18,37	19,22	19,60	1,45
Žalieji riebalai %	2,62	2,58	2,57	2,39	2,24	0,22
Azotas g kg ⁻¹	27,15	28,16	29,38	30,75	31,35	2,71
Fosforas g kg ⁻¹	4,29	4,27	4,12	3,64	3,63	0,105
Kalis g kg ⁻¹	13,04	12,26	11,53	9,69	8,38	3,61
Siera g kg ⁻¹	1,60	1,60	1,71	1,70	1,74	0,17
N : K	2,08	2,29	2,55	3,17	3,74	–

4 lentelė. Žieminių rapsų 'Kasimir F₁' rudens skrotelės viršūninio pumpuro cheminė sudėtis skirtingo tankumo pasėliuose

LŽŪU Bandymų stotis, 1999–2001 m.						
Rapsų rudens skrotelės cheminė sudėtis	Rapsų pasėlio tankumas vnt. m ⁻²					R ₀₅
	iki 20	20,1–40	40,1–60	60,1–80	80,1–100	
Sausosios medžiagos %	28,38	28,69	29,76	30,52	31,17	1,04
Bendrasis cukrus %	15,84	14,01	13,15	12,43	11,88	1,25
Monosacharidai %	2,07	1,88	1,77	1,44	1,26	0,13
Žalieji proteinai %	14,51	14,67	15,51	17,96	18,45	2,79
Žalieji riebalai %	0,83	0,72	0,64	0,61	0,57	0,036
Azotas g kg ⁻¹	23,22	23,47	24,82	28,73	29,52	1,92
Fosforas g kg ⁻¹	2,13	2,09	1,98	1,83	1,79	0,22
Kalis g kg ⁻¹	24,34	22,28	21,27	20,33	19,66	1,48
Siera g kg ⁻¹	0,53	0,55	0,68	0,78	0,83	0,037
N : K	0,95	1,05	1,17	1,41	1,50	–

ryšys, aprašomas lygtimi: $y = 16,58 - 0,056x$; $r = -0,877$ (1 pav.). Vadinasi, bendrojo cukraus kiekį augalų viršūniniame pumpure ir kartu rapsų pasiruošimą žiemoti pasėlių tankumas nulėmė 76,9%.

Angliavandenių sintezėje, ypač juos transportuojant į gyvybiškai svarbias augalų morfologines dalis ir monosacharidų sintezėje į polisacharidus dalyvauja kalis. Nors kalis nėra organinių junginių sudėtyje, tačiau judrios joninės formos jis yra nepakeičiamas ir vienas svarbiausių elementų rapsų organinės medžiagos formavimosi procesuose [3]. Didžiausia kalio koncentracija būna jaunuose rapsų lapuose [9, 10]. Mūsų tyrimuose hibridinių žieminių rapsų rudens vegetacijos pabaigoje daugiau kalio nustatyta augalų viršūniniame pumpure (19,66–24,34 g kg⁻¹), negu lapuose (8,38–13,0 g kg⁻¹). Tai galima paaiškinti jo dalyvavimu angliavandenių transportavimo ir jų perėjimo iš vienos formos į kitą procesuose. Pagal koreliacinę-regresinę duomenų analizę rapsų viršūniniame pumpure bendrojo cukraus tiesioginis priklausomumas nuo kalio yra vidutiniškai stiprus ir aprašomas šia lygtimi: $y = 2,662 + 0,502x$; $r = 0,625$. Didėjant pasėlio tankumui, tiek rapsų rudens skrotelės lapuose, tiek augalų viršūniniame pumpure kalio kiekis mažėjo. Esminis kalio sumažėjimas gautas rapsų lapuose tarp rečiausių (iki 20 ir 20,1–40,0 vnt. m⁻²) ir tankiausių (80,1–100 vnt. m⁻²) pasėlių. Tuo tarpu rapsų viršūniniame pumpure esminis kalio sumažėjimas nustatytas tarp retesnių pasėlių (tankumas iki 60,0 vnt. m⁻²) ir tankesnių (60,1–100 vnt. m⁻²) rapsų. Iš to seka, kad kalio esminio mažėjimo riba rapsų viršūniniame pumpure yra pasėlių tankumas, kai augalų daugiau negu 60 vnt. m⁻². Kalio kiekis rapsų rudens skrotelėje sąlygoja augalų žiemojimą. Tarp kalio kiekio rapsų rudens skrotelės lapuose ir augalų žiemojimo gautas tiesioginis vidutinio stiprumo koreliacinis priklausomumas ($y =$

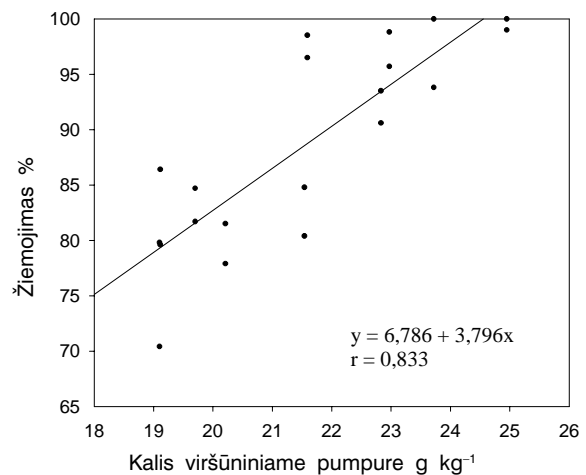


1 pav. Bendrojo cukraus kiekio viršūniniame pumpure priklausomumas nuo pasėlio tankumo

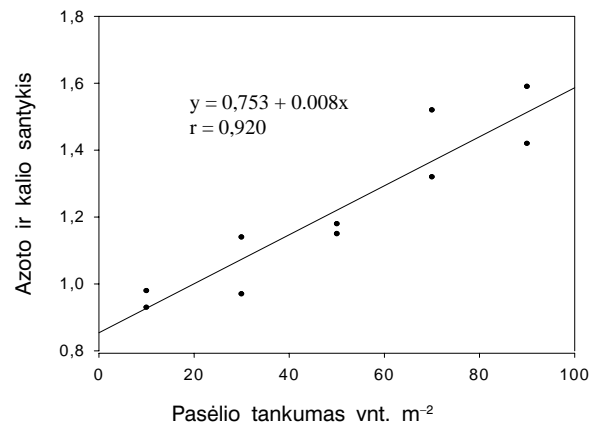
$= 66,826 + 1,989x$; $r = 0,607$). Kalio kiekis skrotelės viršūniniame pumpure dar labiau veikė rapsų žiemojimą ($y = 6,786 + 3,796x$; $r = 0,833$) (2 pav.).

Angliavandenių sintezės bei jų judėjimo augaluose ir perėjimo iš vienos formos į kitą procesuose labai svarbus yra azoto ir kalio santykis [13]. Mūsų tyrimuose priklausomai nuo pasėlių tankumo rapsų rudens skrotelės lapuose šis santykis kito nuo 2,08 iki 3,74, o augalų viršūniniame pumpure – nuo 0,95 iki 1,50. Didėjant rapsų pasėlio tankumui, tiek lapuose, tiek augalų viršūniniame pumpure azoto ir kalio santykis didėjo, o tai nepageidautina rapsų pasiruošimo žiemojimui procese. Koreliacinį-regresinį azoto ir kalio santykio priklausomumą nuo rapsų pasėlio tankumo rudens skrotelės lapuose aprašo lygtis: $y = 1,786 + 0,021x$; $r = 0,719$, o augalų viršūniniame pumpure – $y = 0,753 + 0,008x$; $r = 0,920$. Rapsų pasiruošimą žiemojimui azoto ir kalio santykis augalų viršūniniame pumpure nulėmė 84,6% (3 pav.).

Organinių medžiagų kaupimąsi augaluose sąlygoja tarpusavyje susiję, tačiau konkurencingi ryšiai –



2 pav. Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo kalio kiekio rudens skrotelės viršūniniame pumpure



3 pav. Azoto ir kalio santykio priklausomumas viršūniniame pumpure nuo pasėlio tankumo

baltymų ir angliavandenių sintezė. Kuo daugiau augaluose kaupiasi baltymų, tuo mažiau – angliavandenių [13]. Mūsų tyrimuose rapsų rudens skrotelės lapuose žaliųjų proteinų buvo vidutiniškai 2,5 karto daugiau, negu bendrojo cukraus, o augalų viršūniniame pumpure – 1,2 karto. Tai galima paaiškinti fiziologiniais procesais, kurie vyksta rapsų rudens vegetacijos pabaigoje – ląstelės biokoloidų koncentracijos didėjimu ir evtektnio užšalimo taško žemėjimu. Didėjant rapsų pasėlio tankumui, rapsų skrotelėje didėja žaliųjų proteinų kiekis ir mažėja cukraus. Koreliacinės-regresinės analizės duomenimis, tarp žaliųjų proteinų ir bendrojo cukraus rapsų rudens skrotelės lapuose gautas atvirkštinis silpnas priklausomumas ($r = -0,477$), o tarp cukraus kaupimosi viršūniniame pumpure – atvirkštinė vidutinio stiprumo koreliacija: $y = 27,359 - 0,826 x$; $r = -0,721$.

Yra žinoma, kad azoto apykaitai augaluose turi įtakos ir sierą. Tai ypač būdinga bastutinių (*Brassicaceae*) šeimos augalams. Jau daigų tarpsnyje žieminiai rapsai pradeda naudoti sierą, o leidžiant antrąjį lapelį sausosiose medžiagose randama $> 0,8\%$ sieros [4]. Mūsų bandymuose hibridinių rapsų rudens vegetacijos pabaigoje lapuose buvo $1,6-1,74 \text{ g kg}^{-1}$, o augalų viršūniniame pumpure – $0,53-0,83 \text{ g kg}^{-1}$ sieros. Didėjant pasėlio tankumui nuo $40,1 \text{ vnt. m}^{-2}$ iki 100 vnt. m^{-2} , sieros kiekis augalų viršūniniame pumpure, palyginti su rečiausiai augusiais rapsais (iki 20 vnt. m^{-2} ir $20,1-40,0 \text{ vnt. m}^{-2}$), padidėjo statistiškai patikimai, o lapuose pastebėta nežymi sieros didėjimo tendencija.

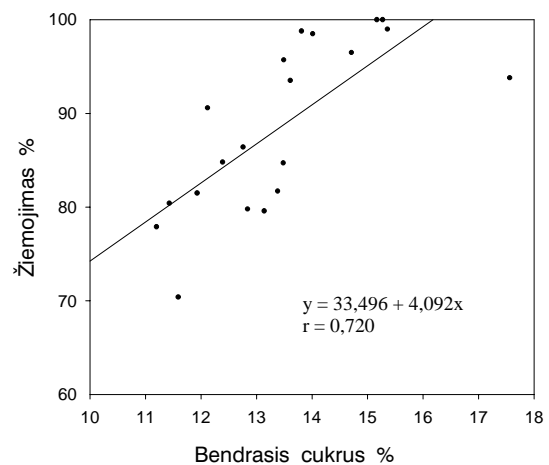
Koreliacinė-regresinė duomenų analizė parodė, kad rapsų rudens skrotelės lapuose tarp sieros ir azoto gautas tiesioginis vidutinio stiprumo priklausomumas, kuris aprašomas lygtimi: $y = 0,542 + 0,038 x$; $r = 0,675$, o augalų viršūniniame pumpure – tiesioginė stipri koreliacija ($y = -0,361 + 0,04 x$; $r = 0,886$). Nustatyta sieros ir kalio kiekio skirtingo tankumo rapsų lapuose atvirkštinė vidutinio stiprumo koreliacija ($r = -0,580$), o augalų viršūniniame pumpure – tokios pat krypties stiprus priklausomumas $y = 2,007 - 0,062 x$; $r = -0,881$. Sieros ir fosforo rapsų rudens skrotelės lapuose priklausomumo nebuvo, o augalų viršūniniame pumpure gauta atvirkštinė vidutinio stiprumo koreliacija – $y = 1,541 - 0,443x$; $r = -0,615$.

Fosforas – būtinas elementas riebalų sintezės procese. Mūsų tyrimuose tarp fosforo ir žaliųjų riebalų rapsų rudens skrotelės lapuose nustatyta tiesioginė silpna (artima vidutinei) koreliacija ($y = 2,055 + 0,78 x$; $r = 0,499$), o augalų viršūniniame pumpure – tiesioginis vidutinio stiprumo priklausomumas ($y = 1,222 + 1,1 x$; $r = 0,642$). Rudens periodu rapsų lapuose fosforo susikaupė 2 kartus, o žaliųjų riebalų – 3–4 kartus daugiau, negu augalų viršūniniame pumpure. Didėjant rapsų tankumui, rapsų skrotelės lapuose fos-

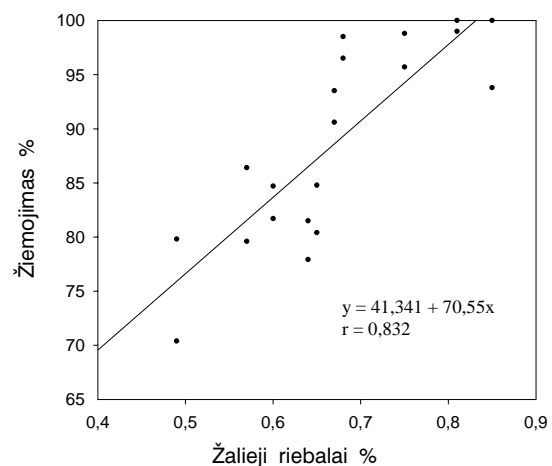
foro ir žaliųjų riebalų esminiai mažiau nustatyta tankesniuose pasėliuose ($60,1-100 \text{ vnt. m}^{-2}$). Rapsų viršūniniame pumpure pastebėta panaši fosforo kaupimosi tendencija. Tačiau pasėliams tankėjant nuo $<20 \text{ vnt. m}^{-2}$ iki $80,1-100 \text{ vnt. m}^{-2}$ visuose variantuose žaliųjų riebalų rapsų viršūniniame pumpure nustatyta esminiai mažiau.

Atlikus koreliacinę-regresinę žieminių rapsų 'Kasimir F₁' žiemojimo ir rudens skrotelėje sukauptų organinių junginių duomenų analizę, nustatyta žiemojimo ir bendrojo cukraus kiekio lapuose ($y = 18,138 + 9,565 x$; $r = 0,684$) bei cukraus kiekio augalų viršūniniame pumpure ($y = 33,496 + 4,092 x$; $r = 0,720$), taip pat žiemojimo ir žaliųjų riebalų kiekio lapuose ($y = 28,323 + 24,298 x$; $r = 0,623$) bei žaliųjų riebalų kiekio rapsų viršūniniame pumpure ($y = 41,341 + 70,55 x$; $r = 0,832$) (4 ir 5 pav.) tiesioginė koreliacija.

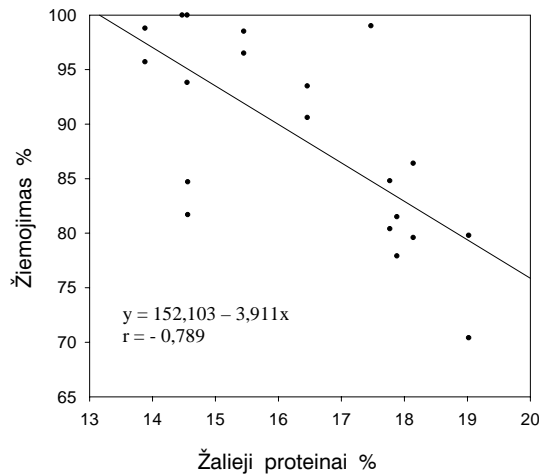
Nustatyta rapsų žiemojimo ir žaliųjų proteinų kiekio skrotelės lapuose ($y = 152,286 - 3,466 x$; $r =$



4 pav. Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo bendrojo cukraus kiekio rudens skrotelės viršūniniame pumpure



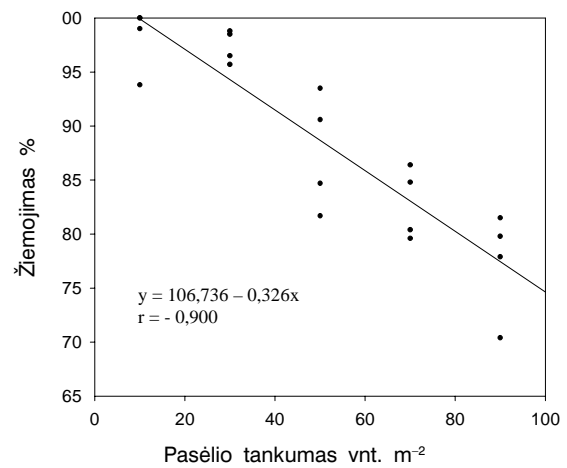
5 pav. Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo žaliųjų riebalų kiekio rudens skrotelės viršūniniame pumpure



6 pav. Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo žaliųjų proteinų kiekio rudens skrotelės viršūniniame pumpure

= -0,609) bei žaliųjų proteinų kiekio rapsų viršūniniame pumpure ($y = 152,103 - 3,911x$; $r = -0,789$) atvirkštinė koreliacija (6 pav.). Iš atliktų tyrimų duomenų matyti, kad žieminių rapsų žiemojimas labiau priklausė nuo organinių junginių sankaupos rapsų rudens skrotelės viršūniniame pumpure, negu nuo maisto medžiagų kaupimosi lapuose. Bendrojo cukraus kiekis žieminių rapsų rudens skrotelės viršūniniame pumpure augalų žiemojimą tiesiogiai veikė 51,8% ir žalieji riebalai – 69,2%.

Žieminių rapsų 'Kasimir F₁' rudens skrotelės cheminės sudėties tyrimai ir gautų duomenų dispersinė bei koreliacinė-regresinė analizė parodė, kad 1999–2001 m. augalai buvo gerai pasiruošę žiemojimui. Tai patvirtina 5 lentelėje pateikti duomenys. Net tankiausiai augusių žieminių rapsų pasėlis (80,1–100 vnt. m⁻²), vidutiniais duomenimis, peržiemojo gerai – 77,4%. Geriausiai žiemojo (98,2–97,4%) rečiausi pasėliai (iki 20 augalų vnt. m⁻² ir 20,1–40,0 vnt. m⁻²). Šių variantų laukeliuose peržiemojusių augalų kiekis buvo beveik vienodas. Kituose variantuose, pradėdant nuo 20,1–40 vnt. m⁻²), tankumui didėjant peržiemojusių rapsų kiekis esminiai



7 pav. Rapsų žiemojimo priklausomumas nuo pasėlio tankumo

mažėjo. Hibridinių žieminių rapsų žiemojimo atvirkštinę stiprų priklausomumą nuo pasėlio tankumo aprašo ši lygtis: $y = 106,736 - 0,326x$; $r = -0,900$ (7 pav.). Tyrimai parodė, kad hibridinių žieminių rapsų 'Kasimir F₁' žiemojimą net 81% lėmė pasėlio tankumas.

IŠVADOS

1. Žieminių hibridinių rapsų 'Kasimir F₁' organinių medžiagų sintezę 1999–2001 m. rudenį labai lėmė aktyvių temperatūrų suma (857,3°C) ir temperatūrų per 2°C suma (903,5°C).

2. Žieminių rapsų 'Kasimir F₁' rudens vegetacijos pabaigoje skrotelės lapuose susikauptė vidutiniškai 24,7% sausųjų medžiagų, o augalų viršūniniame pumpure – 29,7%. Didėjant pasėlio tankumui, didėjo sausųjų medžiagų kiekis: skrotelės lapuose nuo 23,15 iki 25,75%, o viršūniniame pumpure nuo 28,38 iki 31,17%.

3. Žieminių rapsų rudens vegetacijos pabaigoje skrotelės lapuose monosacharidų susikauptė 2 kartus daugiau, o bendrojo cukraus – 2 kartus mažiau, negu augalų viršūniniame pumpure. Didėjant pasėlio tankumui bendrojo cukraus kiekis rapsų viršūniniame pumpure nuosekliai mažėjo ($r = -0,877$).

4. Bendrojo cukraus kaupimasis rapsų rudens skrotelės viršūniniame pumpure tiesiogiai priklausė nuo kalio kiekio ($r = 0,625$). Nustatyta žaliųjų proteinų ir bendrojo cukraus kiekio atvirkštinė vidutinio stiprumo koreliacija ($r = -0,721$). Siera są-

5 lentelė. Žieminių rapsų 'Kasimir F ₁ ' žiemojimas skirtingo tankumo pasėliuose				
LŽŪU Bandymų stotis, 2000–2002 m.				
Bandymo variantas (numatytas augalų kiekis rudenį vnt. m ⁻²)	Sėklos kiekis kg ha ⁻¹	Vidutinis augalų tankumas rudenį vnt. m ⁻²	Vidutinis augalų tankumas pavasarį vnt. m ⁻²	Peržiemojimas %
Iki 20 augalų	1,11	19,2	18,9	98,2
20,1–40 augalų	2,22	38,9	37,9	97,4
40,1–60 augalų	3,33	58,7	52,5	89,4
60,1–80 augalų	4,44	72,0	59,6	82,8
80,1–100 augalų	5,55	88,1	68,2	77,4
R ₀₅	–	–	–	5,0

lygojo azoto ir žaliųjų proteinų sintezę (lapuose $r = 0,675$, viršūniniame pumpure $r = 0,886$).

5. Didėjant pasėlių tankumui kalio kiekis rapsų rudens skrotelėje mažėjo: lapuose esminis kalio sumažėjimas gautas tarp rečiausiai augusių rapsų ir tankiausio pasėlio, o augalų viršūniniame pumpure kalio esminio mažėjimo riba buvo pasėlių tankumas > 60 vnt. m^{-2} . Nuo kalio kiekio rapsų rudens skrotelėje priklausė žiemojimas (lapuose $r = 0,607$, o viršūniniame pumpure $r = 0,833$).

6. Azoto ir kalio santykis tiek rudens skrotelės lapuose, tiek augalų viršūniniame pumpure priklausė nuo pasėlio tankumo ($r = 0,719$, $r = 0,920$). N : K didėjant nuo 2,08 iki 3,74 (lapuose), o viršūniniame pumpure nuo 0,95 iki 1,50 rapsų žiemojimas esminiai blogėjo nuo 98,2 iki 77,4%.

7. Tankiuose žieminių rapsų pasėliuose rudens skrotelėje žaliųjų riebalų nustatyta esminiai mažiau, negu retuose. Rapsų viršūniniame pumpure žaliųjų riebalų buvo 3–4 kartus mažiau, negu lapuose. Nustatyta fosforo ir žaliųjų riebalų rudens skrotelės lapuose tiesioginė silpna koreliacija $r = 0,499$, o viršūniniame pumpure tiesioginis vidutinio stiprumo priklausomumas $r = 0,642$.

8. Žieminių hibridinių rapsų 'Kasimir F₁' žiemojimas tiesiogiai priklausė nuo bendrojo cukraus kiekio rudens skrotelėje (koreliacija lapuose $r = 0,684$, viršūniniame pumpure $r = 0,720$) ir nuo žaliųjų riebalų (koreliacija lapuose $r = 0,623$, viršūniniame pumpure $r = 0,832$). Nustatytas rapsų žiemojimo ir žaliųjų proteinų kiekio rudens skrotelėje (lapuose $r = -0,609$, viršūniniame pumpure $r = -0,789$) bei žiemojimo ir didėjančio pasėlių tankumo ($r = -0,900$) atvirkštinis koreliacijos ryšys.

Gauta
2003 03 25

Literatūra

1. Cramer N. Raps: Anbau und Verwertung. Stuttgart: Ulmer, 1990. S. 44–46.
2. Gavelienė V., Novickienė L., Miliuvienė L. ir kt. Relationship of rape growth and crop production with plant growth regulators and disease // Vagos: mokslo darbai. 2002. Nr. 56(9). P. 7–11.
3. Holmes M. R. J. Nutrition of the Oilseed Rape Crop. Applied Science Publishers LTD. London, 1980. P. 158.
4. Knittel H. Winterraps, der Schwefelfresser // Raps. 2000. Bd. 18. N 1. S. 30–31.
5. Makowski N. Zur Sortenspezifischen Anbautechnik von Qualitätsraps // Feldwirtschaft. 1986. N 27. S. 271–273.
6. Mendham N. J., Scott R. K. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*) // Journal of Agricultural Science (Cambridge). 1975. Vol. 84. P. 487–502.
7. Montvilas R. Beerukinių žieminių rapsų (*Brassica napus* L.) vystymosi ir produktyvumo tyrimai lengvuose priemoliuose: daktaro disertacija. Akademija. 1999. 86 p.
8. Ogilyv S. E. The influence of seed rate on population, structure and yield of winter oilseed rape // Aspects of Applied Biology, Agronomy, Physiology, Plant Breeding and Crop Protection of Oilseed Rape. 1984. Vol. 6. P. 59–67.
9. Ostgard O. Fodder rape – the effect of sowing methods and nitrogen fertilization on yield and chemical composition at different times of harvesting. State Experimental Station Holt. Troms. 1973. Nr. 44.
10. Rollier M. La fertilization phospho-potassique du colza d'hiver // Le Producteur Agricole Francais. 1982. Vol. 58. No. 314. P. 50.
11. Šidlauskas G. Žieminių ir vasarinių rapsų (*Brassica napus* L.) vystymosi ir derliaus formavimosi ryšiai su aplinkos veiksniais / Habilitacinis darbas. Akademija, 2002. 150 p.
12. Velička R. Rapsai. Kaunas, 2002. 320 p.
13. Третьяков Н. Н. Физиология и биология сельскохозяйственных растений. Москва, 1998. С. 280–286, 440–520, 590–597.
14. Туманов И. И. О физиологическом механизме морозостойкости растений. Физиология растений. 1967. Т. 3. Вып. 14. С. 520–537.
15. Упманис В. М. Перспективы возделывания озимой сурепицы и озимого рапса в условиях Латвийской ССР / Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Таллин, 1972. 60 с.

Rimantas Velička, Marija Rimkevičienė, Kostas Trečiokas DEPENDENCE OF WINTERING RAPE ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF ROSETTE IN CROPS OF DIFFERENT DENSITY

S u m m a r y

The experiments were carried out at the Experimental Station of the Lithuanian University of Agriculture in the period 1999–2002. The research was focused on the chemical composition of the winter rape 'Kasimir F₁' autumn rosette in the crops of different density and its influence on plant wintering. It was established that the average duration of winter rape vegetation in autumn was 95.7 days. In this period rape accumulated the sum of active temperatures 857,3 °C and 24.7% of dry matter in rosette leaves as well as 29.7% of dry matter in the crown bud. At the increasing rape crop density the content of dry matters, raw proteins and sulphur in rape increased, while the content of total sugar, raw fats, potassium and phosphorus decreased. The content of total sugar and potassium accumulated in the crown bud of rape autumn rosette is higher and the content of raw proteins, raw fats, monosaccharides and sulphur lower than in leaves. A strong correlation ($r = -0.877$; $r = 0.920$) was established between crop density and the content of total sugar in the crown bud and nitrogen and potassium ratio. The wintering of rape 'Kasimir F₁' directly depended on the content of total sugar in autumn rosette leaves ($r = 0.684$) and in the crown bud ($r = 0.720$) as well as on the levels of raw fats in leaves ($r = 0.623$) and in the crown bud ($r = 0.832$). An inverse correlation ($r = -0.789$) was established between rape wintering and the levels of raw

proteins in the crown bud. Rape wintering inversely depended on rape crop density ($r = -0.900$): the higher rape crop density the worse the wintering was.

Key words: winter rape, crop density, chemical composition, leaves, crown bud, wintering

**Римантас Величка, Мария Римкявичене,
Костас Трячюкас**

ЗАВИСИМОСТЬ ЗИМОВКИ РАПСА ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РОЗЕТКИ В РАЗНЫХ ПО ПЛОТНОСТИ ПОСЕВАХ

Резюме

В 1999–2001 гг. на Опытной станции ЛСХУ изучены химический состав розетки озимого рапса 'Kasimir F₁' и зимовка последнего в зависимости от плотности посевов. Установлено, что осенняя вегетация рапса продолжалась в среднем 95,7 дня. За это время рапсом было накоплено: сумма активных температур 857,3°C, сухого вещества в листьях розетки и в верхушечной почке – соответственно 24,7% и 29,7% сухого вещества. При увеличении плотности посевов рапса содержание в растениях сухого вещества, сы-

рого протеина и серы повысилось, а общего сахара, сырого жира, калия и фосфора понизилось; в верхушечной почке осенней розетки рапса установлено больше общего сахара и калия, но меньше сырого протеина, сырого жира, моносахаридов, фосфора и серы, чем в листьях. При самой высокой плотности посевов понизилось содержание общего сахара в верхушечной почке (корреляционная зависимость ($r = -0,877$) и увеличилось соотношение между азотом и калием ($r = 0,920$). Зимовка озимого рапса 'Kasimir F₁' находится в прямой зависимости от содержания общего сахара в осенней розетке (в листьях $r = 0,684$, в верхушечной почке $r = 0,720$) и от сырого жира (в листьях $r = 0,623$, в верхушечной почке $r = 0,832$). В осенней розетке рапса установлена обратная корреляционная зависимость между зимовкой растений и содержанием сырого протеина в верхушечной почке $r = -0,789$. От плотности посевов рапса зависела их зимовка ($r = -0,900$). Чем плотнее были посеvy рапса, тем хуже они зимовали.

Ключевые слова: озимый рапс, плотность посевов, химический состав, листья, верхушечная почка, зимовка