

RIEBALŲ RŪGŠČIŲ PROPORCIJŲ KAITA BIČIŲ (*APIS MELLIFERA*) TRANŲ VIKŠRELIŲ VYSTYMO SI METU

Gintautas Juozas Švirmickas¹, Violeta Razmaitė¹, Vidmantas Pileckas^{1,2}

¹*Gyvulininkystės institutas, Lietuvos sveikatos mokslų universitetas*

R. Žebenkos g 12, LT-82317 Baisogala, Radviliškio r., Lietuva; el. paštas: g.svirmickas@lgi.lt

²*Šiaulių universitetas; P. Višinskio g. 19, LT-77156, Šiauliai, Lietuva; el. paštas: vidmantaspileckas@gmail.com*

Santrauka. Darbo tikslas buvo tirti riebalų rūgščių kaitos dinamiką nuo antros tranų vikšrelių vystymosi dienos iki dengtų perų tarpsnio. Tranams auginti buvo paruošti specialūs rėmai su vaškuolėmis. Bitėms uždengus dalį perų, korys su traniniais perais buvo išimamas, nustatomas perų amžius atskirose akutėse ir pagal amžių sudaromi mėginiai. Riebalų rūgštims nustatyti surinkta po du dviejų, trijų ir keturių dienų vikšrelių, šešių dienų vikšrelių (jau dengiamų vaško dangteliu – prieš uždengiant akeles) ir dengtų perų mėginius. Tranų vikšreliuose nustatyta 19 riebalų rūgščių. Tranų vikšrelių lipiduose didžiausią dalį sudarė sočiosios riebalų rūgštys, kurios kartu su mononesočiosiomis riebalų rūgštimis skirtingose vystymosi stadijose sudaro net 97,27–98,87 proc. o mažiausią dalį (1,13–2,73 proc.) – polinesočiosios riebalų rūgštys. Vikšrelių vystymosi metu sočiųjų riebalų rūgščių nuosekliai daugėjo, o mononesočiųjų riebalų rūgščių mažėjo. Iš riebalų rūgščių daugiausia buvo mononesočiųjų – oleino (C18:1n-9) ir sočiųjų – palmitino (C16:0), kurių kiekis vystantis vikšreliams atitinkamai mažėjo ir didėjo. Nors polinesočiųjų riebalų rūgščių buvo labai mažai, n-6/n-3 santykis parodė, kad nemažą jų dalį sudaro n-3 riebalų rūgštys.

Raktažodžiai: riebalų rūgštys, vystymasis, perai, tranai, bitės.

DEVELOPMENTAL CHANGE OF FATTY ACID COMPOSITION IN DRONE BROOD OF HONEYBEES (*APIS MELLIFERA*)

Gintautas Juozas Švirmickas¹, Violeta Razmaitė¹, Vidmantas Pileckas^{1,2}

¹*Institute of Animal Science, Lithuanian University of Health Sciences*

R. Žebenkos 12, LT-82317 Baisogala, Radviliškis District., Lithuania; E-mail: g.svirmickas@lgi.lt

²*Šiauliai university; P. Višinskio 19, LT-77156, Šiauliai, Lithuania; E-mail: vidmantaspileckas@gmail.com*

Abstract. The aim of this study was to characterize the developmental change of fatty acid composition during the drone larvae growth from the second day to the stage of capped cells. Special frames were used for drone brood raise. When a part of drone brood cells were capped, the frames were removed from the hives. The age of drone brood was estimated and samples of drone larvae aged 2, 3, 4, and 6 days were collected before cell capping and from capped cells for fatty acid detection. Each sample contained 4–6 g of larval bodies. A total number of 19 fatty acids were in the drone brood. The lipids of the drone brood are rich in saturated and monounsaturated fatty acids containing 97.27–98.87% of the total content of fatty acids at different developmental stages. The polyunsaturated fatty acids were minor components (1.13–2.73 %). During the developmental growth of larvae, the content of saturated fatty acids increased, however, the content of monounsaturated fatty acids decreased. Of the separate fatty acids, monounsaturated oleic (C18:1n-9) and saturated palmitic (C16:0) fatty acids were found to be the dominant in the drone larvae sampled. However their contents, respectively, were decreasing and increasing during the larvae developmental growth and reached their peaks before the cells were capped. Although the content of polyunsaturated fatty acids was low, the ratio of polyunsaturated fatty acids n-6/n-3 demonstrated that the drone brood lipids are rich in n-3 polyunsaturated fatty acids.

Keywords: fatty acids, developmental change, brood, drone, honeybee.

Įvadas. Socialiai organizuotų vabzdžių, kuriems priklauso ir bitės (*Apis mellifera*), bendravimui labai svarbūs yra specialūs cheminiai signalai. Jų reikšmė yra kur kas didesnė nei manyta anksčiau. Nauji tyrimai rodo, kad labai svarbu ne tik patys reikšmingiausi semiochemikalai, atliekantys mediatorių vaidmenį paskleidžiant feromonus, bet ir jų kompozicijos, funkcijos ryšiai bei kiekis (Slessor et al., 2005). Dar praėjusio šimtmečio devintajame dešimtmetyje nustatyta, kad riebalų rūgščių ir jų etilo bei metilo esterių mišiniai gali būti signalas suaugusioms bitėms dengti perus (Slessor et al., 2005). *Varroa destructor* erkės dažniau aptinkamos ant tranų negu ant bičių darbininkių perų, o jų užkrėstumo mastas gali skirtis net 5–12 kartų. Tačiau bičių motinelių

lopšeliuose erkių neaptinkama arba aptinkama labai retai. Įvairiais tyrimais nustatyta, kad bičių pienelyje, kuriuo maitinamos lervutės ir bičių motina, yra erkes atbaidančių medžiagų, tarp kurių gali būti įvairūs riebalų rūgščių dariniai (Drijfhout et al., 2005). Atlikta daug įvairių cheminių ir mechaninių bičių varoozės gydymo bei prevencijos priemonių efektyvumo tyrimų (Williams, 2000; Underwood, Currie, 2005; Bacandritsos et al., 2007; Akyol, Yeninar, 2008; Pileckas ir kt., 2009; 2012). Erkių ir bičių išskiriamų semiochemikalų ir jų veikimo mechanizmo išaiškinimas yra ne mažiau svarbus uždavinys siekiant sukurti ekologiškus *Varroa destructor* kontrolės ir bičių gydymo metodus (Rosenkranz, Garrido, 2004; Drijfhout et al., 2005; Rosenkranz et al., 2010).

Sintetiniai riebalų rūgščių esteriai buvo naudojami erkių elgsenai tirti (Calderone, Lin, 2001). Kai kurias riebalų rūgštis, stabdančias puvinio sukėlėjo *Melissococcus plutonius* dauginimąsi peruose, net buvo bandoma panaudoti perus auginant dirbtinai (Giersch et al., 2010).

Traniniai perai, nekeliantys tiesioginio komercinio susidomėjimo kaip vertingas polinesočiųjų riebalų rūgščių šaltinis (Tocker et al., 1985; Fraser et al., 1988), yra ne tik mažiau tyrinėti negu žuvų ikrai ir lervutės įvairiais jų vystymosi tarpsniais, bet daug mažiau tirti ir už bičių darbininkių perus. Net cheminė tranų perų sudėtis literatūroje sutinkama retai. Žinoma, kad, perams vystantis ir didėjant lervučių masei, jose didėja ir lipidų kiekis (Hrassnigg, Crailsheim, 2005). Nors ankstesniuose literatūros šaltiniuose nurodoma, kad bičių lipiduose vyrauja oleino, palmitino ir linolio rūgštys (Robinson, Nation, 1970), duomenų apie traninių perų lipidų sudėtį ir sudėties kaitą perų vystymosi metu trūksta. Todėl šio darbo tikslas buvo tirti riebalų rūgščių kiekio kaitos dinamiką nuo antros tranų vikšrelių vystymosi dienos iki dengtų perų tarpsnio.

Medžiaga ir metodai. Darbas atliktas LSMU Gyvulininkystės institute ir Radviliškio rajono bitynuose. Vikšreliams auginti buvo paruošti specialūs 420 × 100 mm dydžio rėmai su tranams auginti vaškuolėmis, išpraustomis į lizdinį korį. Į viršutinę didesnę rėmo dalį buvo įstatomas dirbtinis korys bičių darbininkių akelėms siūti, o į apatinę – traninėms akelėms siūti. Bitėms uždengus dalį perų, korys su traniniais perais buvo išimamas, o į jo vietą įdedamas toks pat tuščias korys. Išimtuose koryuose tranų vikšrelių amžius dienomis buvo nustatomas pagal J. Krikščiūno (1954) apibūdinimą. Riebalų rūgštims nustatyti surinkta po du dviejų, trijų ir keturių dienų vikšrelių mėginiai, taip pat po du šešių dienų vikšrelių (prieš akeles uždengiant) ir dengtų perų mėginiai. Vieno mėginio masė buvo apie 4–6 g. Išėmus vikšrelius, traniniai koriai 12 val. buvo mirkomi 3 proc. acto rūgšties tirpale, plaunami vandeniu, išdžiovinami ir vėl naudojami vikšreliams rinkti.

Mėginiai buvo homogenizuojami, riebalai išskiriami mėginiais sumaišius su chloroformo ir metanolio mišiniu (2:1) (Folch et al., 1957), tada metilunami su natrio metoksido tirpalu. Gautų riebalų rūgščių metilo esterių identifikavimas ir kiekybinė analizė atlikta dujų chromatografu GC-2010 SHIMADZU su vandenilio liepsnos detektoriumi. Naudota kapilarinė kolonėlė „Rt-2560 Restek“ (100 m x 0,25mm x 0,2 μm). Nešančiosios dujos – azotas. Mėginių riebalų rūgštys identifikuotos pagal jų sulaikymo trukmes, lyginant su žinomos sudėties etaloninio mišinio FAME MIX 37 (Supelco) chromatografijos duomenimis. Riebalų rūgščių kiekis (proc. nuo viso rūgščių kiekio) apskaičiuotas taikant duomenų apdorojimo programą „GCsolution“. Iširti sočiųjų, mononesočiųjų, polinesočiųjų rūgščių, su 12–24 anglies atomų grandine ir iki šešių dvigubų jungčių vienoje molekulėje kiekiai.

Duomenų analizė atlikta statistine programa MINITAB 15 taikant dispersinės analizės metodą (ANOVA). Tarpgrupiniai skirtumai įvertinti pagal Tjūkio HSD kriterijų. Skirtumai laikyti patikimais, kai $p < 0,05$.

Kai $0,05 \leq p < 0,10$ manyta, kad skirtumai rodo tendenciją. Pateiktos apskaičiuotos tiriamųjų požymių vidutinės reikšmės ir jų standartiniai nuokrypiai (SD). Papildomai atlikta pagrindinių komponentų analizė (principal component analysis PCA) taikant koreliacijų matricą.

Tyrimų rezultatai ir aptarimas. Tranų vikšreliuose nustatyta 19 riebalų rūgščių. Didžiausią dalį (daugiau nei pusę visų nustatytų) sudarė sočiosios riebalų rūgštys (SRR), o kartu su mononesočiųsiais riebalų rūgštimis (MNRR) – net 97,27–98,87 proc. Mažiausią dalį (1,13–2,73 proc.) sudarė polinesočiųsios riebalų rūgštys (PNRR). Iš atskirų riebalų rūgščių daugiausia nustatyta mononesočiųjų oleino (C18:1n-9) ir sočiųjų palmitino (C16:0) bei stearino riebalų rūgščių (Lentelė). Mūsų tyrimų duomenys sutapo su F. A. Robinsono ir J. L. Nation (1970) paskelbtais teiginiais, kad bičių lipiduose vyrauja būtent šios riebalų rūgštys. Tačiau šie tyrėjai nurodė ir didelį linolio rūgšties kiekį. Šio tyrimo metu tranų vikšreliuose nustatytą linolio (C18:2) rūgštį pagal kiekį negalima priskirti vyraujančioms riebalų rūgštims. Tranų vikšreliuose, be oleino, palmitino ir stearino riebalų rūgščių, tik miristino (C14:0) rūgšties buvo daugiau nei 1 proc. Visų kitų riebalų rūgščių buvo santykinai mažai.

Suminis SRR kiekis nuosekliai didėja tranų vikšreliams vystantis nuo dviejų dienų iki perų uždengimo. Kai tranų perų akutės jau uždengtos, suminis SRR kiekis yra santykinai 10,1 proc. didesnis ($p < 0,01$) negu vystymosi pradžioje. Vikšrelių vystymosi metu santykinai daugiausia padidėjo kiekis tų riebalų rūgščių, kurių proporcijos lipidų sudėtyje iš pradžių buvo mažesnės. Santykinai labiausiai, nors su ryškiais kiekio svyravimais uždengus perus, padaugėjo margarino (C17:0) rūgšties (40 proc.; $p < 0,01$). Kitų sočiųjų riebalų rūgščių, tokių kaip miristino (C14:0), padaugėjo 36,9 proc. ($p < 0,001$), arachido (C20:0) – 26,7 proc. ($p < 0,01$), stearino (C18:0) – 24,1 proc. ($p < 0,001$). Laurino (C12:0) rūgšties kiekis iki uždengiant akutes santykinai padidėjęs 14,3 proc., uždengus buvo net 4,3 karto didesnis ($0,05 \leq p < 0,10$) negu tik išsiritusių iš kiaušinėlių vikšrelių lipiduose. Didžiausiu kiekiu iš sočiųjų riebalų rūgščių išsiskiriančios palmitino (C16:0) rūgšties santykinai padaugėjo tik 6,1 proc. ($p < 0,05$), tačiau daugiausia jos nustatyta prieš uždengiant perus. Suminis MNRR rūgščių kiekis vikšreliams vystantis santykinai sumažėjo 15,7 proc. ($p < 0,001$), daugiausia sumažėjus oleino rūgšties (C18:1n-9) kiekiui (16,0 proc.; $p < 0,001$). Kito šios rūgšties izomero – vakeno rūgšties (C18:1n-7) – nustatyta tik vikšrelių vystymosi pradžioje, prieš uždengiant akutes, o uždengtų akučių peruose jos nebebuvo ($p < 0,001$). Suminis PNRR kiekis, svyravęs tranų vikšrelių vystymosi metu iki uždengiant akutes, uždengus santykinai padidėjo net 93,6 proc. ($p < 0,001$) palyginti su šių rūgščių kiekiu, nustatytu dviejų dienų vikšrelių lipiduose. Linolio rūgšties (C18:2n-6) *trans* izomero kiekis, iki uždengiant akutes santykinai sumažėjęs 25 proc., uždengus padidėjo net 2,25 karto ($p < 0,01$). Kito šios rūgšties *cis* izomero kiekis, svyravęs vikšrelių pradinio vystymo metu ir iki uždengiant sumažėjęs 27,2 proc., uždengus akutes padidėjo 71 proc. ($p < 0,001$). Linoleno (C18:3n-3) ir dokozotetraeno (C22:4n-6) riebalų rūgščių kiekis kito

vikšrelių vystymosi metu, bet uždengus akutes jų buvo santykinai du kartus daugiau (Lentelė). Arachidono (C20:4n-6) rūgšties nuo ketvirtos vystymosi dienos iki

uždengiant mažėjo, bet uždengus perus jos buvo 17,6 proc. daugiau negu jauniausiuose vikšreliuose ($p < 0,05$).

Lentelė. **Riebalų rūgščių koncentracijos** (proc. nuo suminio rūgščių kiekio) **kaita vystantis tranų vikšreliams**

Riebalų rūgštys	Traninių vikšrelių amžiaus grupės										P
	2-jų dienų		3-jų dienų		4-ių dienų		Prieš uždengiant		Uždengtuose peruose		
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
C12:0	0,14	0,01	0,12	0,01	0,16	0,02	0,16	0,01	0,60	0,003	0,089
C14:0	1,95	0,10	1,80	0,08	2,14	0,15	2,57	0,09	2,67	0,02	0,001
C14:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,003	0,24	0,05	<0,0001
C16:0	40,36	0,30	41,05	1,03	42,94	0,68	43,00	0,67	42,82	0,45	0,029
C16:1	0,64	0,02	0,59	0,08	0,53	0,02	0,49	0,01	0,52	0,03	0,060
C17:0	0,10	0,01	0,18	0,02	0,11	0,00	0,04	0,00	0,06	0,04	0,004
C17:1	0,05	0,00	0,02	0,03	0,05	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,254
C18:0	8,10	0,07	8,24	0,13	8,23	0,14	9,01	0,24	10,05	0,01	<0,0001
C18:1 n-9	46,84	0,29	45,75	0,70	44,26	0,55	43,23	0,26	40,39	0,28	<0,0001
C18:1 n-7	0,15	0,02	0,00	0,00	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,0001
C18:2 n-6-t	0,08	0,01	0,08	0,00	0,07	0,01	0,06	0,00	0,18	0,03	0,002
C18:2 n-6-c	0,14	0,00	0,18	0,11	0,12	0,00	0,11	0,00	0,24	0,02	0,0215
C18:3 n-3	0,75	0,00	0,79	0,18	0,66	0,02	0,78	0,03	1,61	0,08	0,001
C20:0	0,15	0,01	0,14	0,01	0,15	0,01	0,17	0,01	0,19	0,00	0,005
C20:1 n-9	0,08	0,01	0,08	0,01	0,07	0,01	0,07	0,00	0,07	0,01	0,349
C20:2 n-6	0,10	0,00	0,04	0,06	0,00	0,00	0,01	0,02	0,15	0,13	0,256
C20:3 n-3	0,06	0,01	0,17	0,04	0,06	0,01	0,14	0,19	0,13	0,00	0,619
C20:4 n-6	0,17	0,01	0,26	0,02	0,10	0,08	0,05	0,02	0,20	0,02	0,016
C22:4 n-6	0,11	0,01	0,43	0,02	0,11	0,01	0,05	0,01	0,22	0,01	<0,0001
SRR	50,83	0,32	51,62	0,95	53,80	0,67	54,97	0,53	55,98	0,45	0,002
MNRR	47,76	0,55	46,44	0,75	45,08	0,55	43,84	0,26	41,29	0,37	<0,0001
PNRR	1,41	0,04	1,94	0,19	1,13	0,13	1,20	0,27	2,73	0,08	0,001
P/S	0,03	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,002
n-6/n-3	0,87	0,05	1,48	0,32	0,70	0,15	0,54	0,29	0,70	0,13	0,038

SRR, MNRR, PNRR suminiai sočiųjų, mononesočiųjų ir polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekiai; P/S polinesočiųjų ir sočiųjų riebalų rūgščių kiekybinis santykis; n-6/n-3 – polinesočiųjų n-6 ir polinesočiųjų n-3 riebalų rūgščių kiekybinis santykis

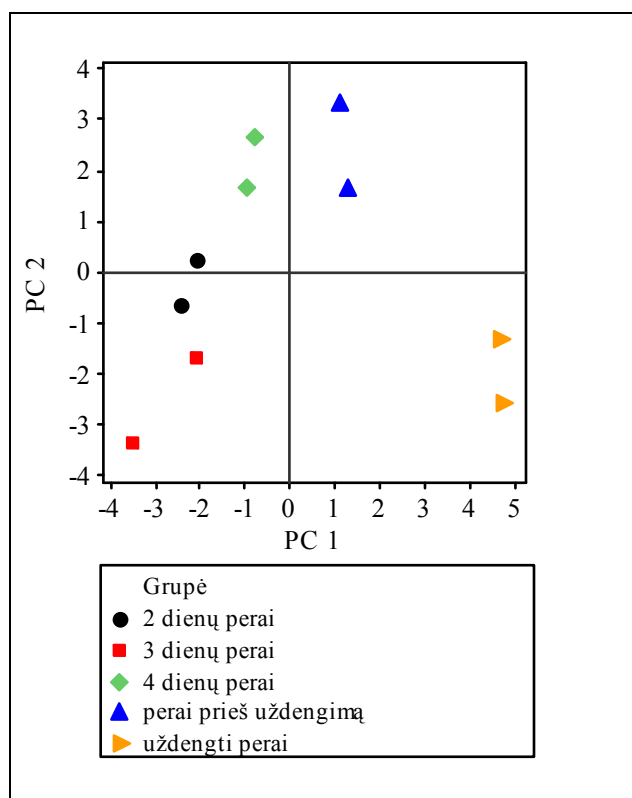
Literatūroje nurodoma, kad palmitino, linolio, linoleno stearino ir oleino riebalų rūgštys lervose ir šių rūgščių esteriai gali būti signalas suaugusioms bitėms dengti perus (Slessor et al., 2005). Padidėjusį šių rūgščių esterių kiekį prieš uždengiant perus akcentuoja mokslininkai, tyrę įvairius semiochemikalus (Trouiller et al., 1992; Pernal et al., 2005). Mes tyrėme tik riebalų rūgštis, reikalingas riebalų rūgščių esteriams susidaryti, tačiau labiausiai padidėjęs tik palmitino ir oleino rūgščių kiekis nustatytas prieš pat uždengiant perus. Didžiausi daugelio kitų mūsų nustatytų riebalų rūgščių kiekiai rasti uždengtų akučių vikšrelių lipiduose. J. Trouiller ir grupė tyrėjų (1992) nurodė, kad tranų lervų išskiriamas palmitino ir linoleno metilo, ir etilo esterių kiekis yra 5,6 kartus didesnis negu bičių darbininkių, todėl pagal tai nustačius riebalų rūgščių kiekį bičių darbininkių vikšreliuose, galbūt būtų galima spręsti apie riebalų rūgščių ir jų esterių kiekio santykį.

Uždengus perus vikšrelių lipiduose padidėjęs PNRR kiekis veikė ir polinesočiųjų, ir sočiųjų riebalų rūgščių santykio (P/S) didėjimą ($p < 0,01$). Nepaisant mažo PNRR

kiekio tranų vikšreliuose, n-3 PNRR yra santykinai daug, todėl santykis n-6/n-3 yra gana nedidelis ir vikšreliams vystantis nuo ketvirtos dienos jis dar sumažėjo ($p < 0,05$). Toks n-6/n-3 santykis (0,54–1,48) mūsų anksčiau tirtuose gyvūninės kilmės riebaluose, išskyrus bebrų (Razmaitė et al., 2011), – neįprastas, bet mokslininkai, tyrę valgomų vabzdžių riebalų rūgštis, nustatė panašų ir netgi dar mažesnę kai kurių vabzdžių riebalų rūgščių n-6/n-3 santykį (Yang, Siramornpun, 2006).

D. S. Lee su bendradarbiais (1998) nurodė, kad, tiriant mažą mėginių skaičių, chromatografijos duomenų analizę tikslinga derinti su pagrindinių komponentų analize (PCA). Pagrindinių komponentų analizę panaudota norint paryškinti bičių kutikulos chromatografijos duomenų analizę (Martin et al., 2002), riebalų rūgščių chemometrinių duomenų skirtumus ar panašumus aliejuje (Lee et al., 1998; Arena et al., 2007), skirtinguose žuvis audiniuose (Barrado et al., 2003) ir mumijose (Makrathathis et al., 2002). Taigi šio tyrimo metu, nors mėginiai ir buvo sudaryti iš didelio tranų vikšrelių

skaičiaus, mėginių tiriamose grupėse buvo mažai; taip pat buvo pritaikyta PCA. Šis analizės būdas patvirtino ir mūsų tyrimų metu nustatytus riebalų rūgščių kiekio chemometrinius skirtumus. Papildomai pritaikius pagrindinių komponentų analizę (PCA), nustatyta, kad pirmoji pagrindinė komponentė (PC 1) apima ir paaiškina 47,8 proc., o antroji (PC 2) – 25,1 proc. bendrosios variacijos. Skirtingo amžiaus tranų vikšrelių riebalų rūgštys pagrindinių komponentų koordinatėje išsidėsto atskiromis grupelėmis, vaizdžiai parodydamos riebalų rūgščių skirtumus vikšreliams vystantis (Grafikas). PC 1 stipriausiai koreliavo su C14:0 ir C18:1n-9, o PC 2 su C20:4n-6, C18:2n-6 ir C22:4. Tik C20:4n-6 įvertis antroje koordinatėje buvo didesnis už 0,4.



Grafikas. Skirtingo amžiaus tranų perų riebalų rūgščių įverčių išsidėstymas pagrindinių komponentų analizės PCA koordinatėse

Išvados. Tranų vikšrelių lipiduose didžiausią dalį sudaro sočiosios ir mononesočiosios riebalų rūgštys. Nuo antros vikšrelių vystymosi dienos iki dengtų perų tarpsnio sočiųjų riebalų rūgščių kiekis nuo 50,83 proc. nuosekliai didėjo iki 55,98 proc., o mononesočiųjų riebalų rūgščių nuo 47,76 proc. sumažėjo iki 41,29 proc. Iš atskirų riebalų rūgščių daugiausia nustatyta mononesočiosios oleino (C18:1n-9) ir sočiosios palmitino (C16:0) riebalų rūgščių, kurių kiekis vystantis vikšreliams didėja ir didžiausias yra prieš pat uždengiant perus. Nors polinesočiųjų riebalų rūgščių buvo labai mažai, n-6/n-3 santykis parodė, kad nemažą polinesočiųjų riebalų rūgščių dalį sudaro n-3 riebalų rūgštys.

Literatūra

- Akyol E., Yeninar H. Controlling *Varroa destructor* (Acari Varroidae) in honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies by using Thymovar® and BeeVital®. *Ital J of Anim Sci.*, 2008. 6. P. 143–149.
- Arena E., Campisi S., Fallico B., Maccarone E. Distribution of fatty acids and phytosterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds. *Food Chemistry*. 2007. 104. P. 403–408.
- Bacandritsos N., Papanastasiou I., Saitanis C., Nanetti A., Roinioti E. Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for varroosis control in *Apis mellifera*: Influence of Imeteorological conditions and presence of brood. *Vet. Parasitol.*, 2007. 148. P. 174–178.
- Barrado E., Jiménez F., Prieto F., Nuevo C. The use of fatty-acid profiles of the lipids of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed. *Food Chemistry*. 2003. 81. P. 13–20.
- Calderone N. W., Lin S. Behavioural responses of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to extracts of larvae, cocoons and brood food of worker and drone honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Physiological Entomology*. 2001. 26. P. 341–350.
- Drijfhout F. P., Kokansky J., Calderone N. W. Components of honeybee royal jelly as deterrents of the parasitic *Varroa* mite, *Varroa destructor*. *Journal of Chemical Ecology*. 2005. 31. P. 1747–1764.
- Folch J., Less M., Sloane-Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 1957. 226. P. 497–509
- Fraser A. J., Gamble J. C., Sargent J. R. Changes in lipid content, lipid class composition and fatty acid composition of developing eggs and unfed larvae of cod (*Gadus morhua*). *Marine Biology*. 1988. 99. P. 307–313.
- Giersch T., Barchia I., Hornitzky M. Can fatty acids and oxytetracycline protect artificially raised larvae from developing European foulbrood? *Apidologie*. 2010. 41. P. 151–159.
- Hrassnigg N., Crailsheim K. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie*. 2005. 36. P. 255–277.
- Krikščiūnas J. Bitininkystė. Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. V.: 1954. P.103–109.
- Lee D. S., Noh B. S., Bae S. Y., Kim K. Characterization of fatty acids composition in vegetable oils by gas chromatography and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*. 1998. 358. P. 163–175.
- Makrithatis A., Schwarzmeier J., Mader R. M., Varmuza K., Simonitsch I., Chavez J., Platzer W.,

- Unterdorfer H., Scheithauer R., Derevianko A., Seidler H. Fatty acid composition and preservation of the Tyrolean Iceman and other mummies. *Journal of Lipid Research*. 2002. 43, P. 2056–2061.
14. Martin C., Provost E., Bagnères A. G., Roux M., Clement J-L., Le Conte Y. Potential mechanism for detection by *Apis mellifera* of the parasitic mite *Varroa destructor* inside sealed brood cells. *Physiological Entomology*. 2002. 27. P. 175–188.
15. Pernal S. F., Baird D. S., Birmingham A. L., Higo H. A., Slessor K. N., Winston M. L. Semiochemicals influencing the host-finding behaviour of *Varroa destructor*. *Experimental and Applied Acarology*. 2005. 37. P. 1–26.
16. Pileckas V., Švirmickas G., Pileckienė A., Švirmickienė V. Bičių varoozės gydymas naudojant augalų dūmų aerosolius medunešio metu. *Gyvulininkystė*. 2009. T. 53. P. 90–99.
17. Pileckas V., Švirmickas G. J., Razmaitė V., Paleckaitis M. Efficacy of different ecological methods for honeybee (*Apis mellifera*) varroa prevention in spring. *Veterinarija ir zootechnika*. 2012. T. 59. P. 65–70.
18. Razmaitė V., Šveistienė R., Švirmickas G. J. Compositional characteristics and nutritional quality of Eurasian beaver (*Castor fiber*) meat. *Czech Journal of Food Science*. 2011. 29 (5). P. 480–486.
19. Robinson F.A., Nation J. L. Long-chain fatty acids in honeybees in relation to sex, caste and food during development. *Journal of Apicultural Research*. 1970. 9(3). P. 121–127.
20. Rosenkranz P., Garrido C. Volatiles of the honey bee larva initiate oogenesis in the parasite mite *Varroa destructor*. *Chemoecology*. 2004. 14. P. 193–197.
21. Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.*, 2010. 103 P. 96–119.
22. Slessor K. N., Winston M. L., Le Conte Y. Pheromone communication in the honeybee (*Apis mellifera* L.) *Journal of Chemical Ecology*. 2005. 31. P. 2731–2745.
23. Tocher D. R., Fraser A. J., Sargent J. R., Gamble J. C. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.). *Lipids*. 1985. 20. P. 69–74.
24. Trouiller J., Arnold G., Chappe B., Le Conte Y., Masson C. Semiochemical basis of infestation of honey bee brood by *Varroa jacobsoni*. *Journal of Chemical Ecology*. 1992. 18. P. 2041–2053.
25. Underwood R. M., Currie R. W. Effect of concentration and exposure time on treatment efficacy against *Varroa* mites (Acari: Varroidae) during indoor winter fumigation of honey bees (Hymenoptera: Apidae) with formic acid. *J. Econ. Entomol.* 2005. 98. P. 1802–1809.
26. Williams D. L. A veterinary approach to the European honey bee (*Apis mellifera*). *Vet. J.*, 2000. 160. P. 61–73.
27. Yang L.-F., Siriamornpun S., LI D. Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. *Journal of Food Lipids*. 2006. 13. P. 277–285.

Gauta 2012 02 06

Priimta publikuoti 2013 03 20