

SKYDLIAUKĖS HORMONŲ KAITA SVEIKŲ IR PAREZE PO VERŠIAVIMOSI SERGANČIŲ KARVIŲ KRAUJO SERUME

Vytautas Špakauskas^{1,2}, Irena Klimienė¹, Julija Šilkūnaitė¹

¹Lietuvos veterinarijos akademijos Veterinarijos institutas, Instituto g. 2, LT-4230, Kaišiadorys; tel. (8~346) 6 06 92; el. paštas: vspakauskas@yahoo.de

²Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-3022 Kaunas

Santrauka. 60 karvių ir telyčių kraujo serume tirti skydliaukės hormonai (trijodtironinas ir tiroksinas). Trijodtironinas (T_3) ir tiroksinas (T_4) nustatytas imunofermentiniu metodu (ELISA) su „Human GmbH“ rinkiniais.

Tiroksino koncentracija karvių kraujyje kinta nuo 47,2 iki 65,2 nmol/l, trijodtironino – nuo 1,10 iki 2,04 nmol/l. T_3 ir T_4 koncentracija kraujo serume sumažėja prieš veršiamąsį, mažiausiai jų randama tuoj pat po veršiamosios (atitinkamai 1,18±0,05 ir 47,3±1,67 nmol/l). Didžiausia T_4 ir T_3 koncentracija buvo užtrūkusiu karvių kraujo serume (atitinkamai 62,5±6,86 ir 1,89±0,28 nmol/l). Daugiausia skydliaukės hormonų buvo telyčių ir 3–5 metų karvių kraujyje, mažiausiai – 6–8 metų karvių kraujyje (atitinkamai 42,8±1,92 ir 1,52±0,31 nmol/l). Skydliaukės hormonų koncentracija neigiamai koreliuoja su karvių produktyvumu ($r_{T_4} = -0,53$, $r_{T_3} = -0,71$). Pareze sergančių karvių kraujo serume palyginę su sveikomis buvo patikimai mažiau trijodtironino (1,46±0,23 nmol/l) ir tiroksino (42,6±1,95 nmol/l).

Imunofermentinis analizės metodas naudojant rinkinį, skirtą nustatyti žmonių skydliaukės hormonams, tinka ir galvijų hormonų kiekiui nustatyti.

Raktažodžiai: karvės, kraujo serumas, trijodtironinas, tiroksinas.

THE LEVELS OF THYROID HORMONE IN BLOOD SERA OF HEALTHY AND SICK COWS

Vytautas Špakauskas^{1,2}, Irena Klimienė¹, Julija Šilkūnaitė¹

¹Veterinary Institute of Lithuanian Veterinary Academy, Instituto st. 2, LT-56115, Kaišiadorys, Lithuania; tel. +370 346 60692; e-mail: vspakauskas@yahoo.de

²Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės st. 18, LT-47181, Kaunas, Lithuania

Summary. The blood levels of thyroid hormone (triiodothyronine and thyroxine) was examined in 60 cows, which included healthy cows and cows with paresis. Levels of thyroid hormone were determined using the enzyme linked immunosorbent assay (ELISA).

The blood level of thyroxine ranged from 47.2 to 65.2 nmol/l, level of triiodothyronine ranged from 1.10 to 2.04 nmol/l. The level of thyroxine and triiodothyronine after parturition decreased to 1.18±0.05 and 47.3±1.67 nmol/l, and in cows with parturient paresis to 1.46±0.23 nmol/l and 42.6±1.95 nmol/l, respectively. The level of thyroid hormone in blood was significantly higher in heifers compared to the older cows. The highest levels of T_4 and T_3 were registered in calf cows 62.5±6.86 and 1.89±0.28 nmol/l, respectively. Further, the levels of thyroid hormones were negatively related to the daily milk yield ($r_{T_4} = -0,53$, $r_{T_3} = -0,71$).

ELISA method evaluated in this study offers a precise and accurate measurement of the T_4 and T_3 .

Key words: cows, blood sera, thyroid hormone.

Įvadas. Veršingumo pabaigoje bei laktacijos pradžioje pakinta karvių mineralinių medžiagų ir hormonų apykaita. Pakinta taip pat ir skydliaukės hormonų veikla. Skydliaukės hormonai yra sintetiniai iš aminorūgšties tirozino. Veikiant skydliaukės parenchimos fermentams peroksidazei ir jodinazei, tirozinas susijungia su jodidais (Bobek, 1998). Šis procesas vadinamas tirozino jodinimu. Jo metu susidarantys tarpiniai produktai kaip hormonai neveiklūs, o galutiniai produktai – trijodtironinas (T_3) ir tiroksinas (T_4) – veiklūs. Trijodtironinas – hormonas, panašus į tiroksiną periferiniu poveikiu. Visas T_3 pasigamina iš T_4 . Trijodtironino poveikis periferijoje nepalyginamai stipresnis nei tiroksino. Hormonas T_3 skyla ir iš organizmo pasišalina maždaug per 36 valandas (Huszenicza et al., 2002). Norint kliniškai įvertinti T_3 patologiją, svarbu suprasti, kad didžioji šio hormono dalis susidaro ne skydliaukėje, bet periferijoje (kepenyse, inkstuose, fibroblas-

tuose). Veršingumo metu T_3 koncentracija keičiasi daug mažiau nei T_4 koncentracija (Tiirats, 1997; Klein, 2006).

Skydliaukės hormonų koncentracija karvių kraujo plazmoje kinta cirkadiškai (Bitman et al., 1984) ir priklauso nuo aplinkos veiksnių – temperatūros (McGuire et al., 1991), pašarų (Petthes et al., 1985; Richards et al., 1995; Yambayamba et al., 1996; Tiirats, 1997; Awadeh et al., 1998). Mažiausia T_3 ir T_4 koncentracija buvo 5–13 val., didžiausia – 17–2 val. Skydliaukės hormonų kiekis karvių kraujyje priklauso nuo šerimo kokybės ir medžiagų apykaitos būklės, taip pat nuo seleno ir jodo kiekio (Awadeh et al., 1998; Huszenicza et al., 2002; Meikle et al., 2004). Skydliaukės išskiriami hormonai reguliuoja visas organizmo funkcijas, o jų gamybai reikalingas jodas. Taigi kai organizme trūksta jodo, sutrinka hormonų, atsakingų už įvairias organizmo funkcijas, gamyba.

Tiroksino kiekis galvijų kraujo serume kinta nuo 54

iki 110 nmol/l (Kaneko et al., 1997). Esant mažiau nei 40–50 nmol/l pasireiškia hipotireozės simptomai. Hipotireozės metu sutrinka galvijų, kiaulių, kumelių ir paukščių reprodukcija, sumažėja produktyvumas. Užtrūkusių karvių energijos apykaita ir skydliaukės veikla yra aktyvi, jų kraujyje padidėja T_4 , sumažėja T_3 koncentracija (Tiirats, 1997; Jorritsma et al., 2003; Pezzi et al., 2003). T. Tiirats (1997) nustatė, kad T_3 koncentracija buvo maža užtrūkimo metu ir laktacijos pradžioje, o T_4 buvo didelė užtrūkimo metu ir maža laktacijos metu. Užtrūkusių karvių vaisiui reikia daug energijos, todėl suaktyvėja skydliaukės veikla (Strbak, Tomsik, 1988; Tiirats, 1997). Laktacijos pradžioje sulėtėja skydliaukės veikla, sumažėja T_4 ir T_3 koncentracija kraujo serume, pasireiškia neigiama produktyvumo ir hormonų kiekio koreliacija (Bitman et al., 1984; Akasha et al., 1987; Nixon et al., 1988; Kahl, Bitman, 1983; Pezzi et al., 2003; Contreras et al., 2005). Skydliaukės hormonų koncentracija melžiamų karvių piene kinta priešingai nei kraujo serume. Daugiausia jų yra laktacijos pradžioje (Akasha et al., 1987).

Darbo tikslas – nustatyti skydliaukės hormonų kiekį skirtingo amžiaus, fiziologinės būklės, sveikatingumo karvėms.

Tyrimų metodika. Darbas atliktas 2006 m. Kauno, Joniškio, Kėdainių, Kaišiadorių rajonų individualių ūkių fermose su 60 karvių ir telyčių. Galvijų grupės sudarytos analogų principu, atsižvelgiant į amžių, sveikatos būklę, veršiamosios laiką, produktyvumą, raciono tipą. Prieš sudarant grupes bandomosios karvės ir telyčios buvo kliniškai ištirtos. Tiriamų galvijų grupės sudarytos po 6 karves kiekvienoje: I – užtrūkusios karvės (likus 140; 210; 2; 1; 0 dienų iki veršiamosios), II – melžiamos karvės (praė-

jus 1; 2; 6; 10 dienoms po veršiamosios), III – karvės sergančios pareze po veršiamosios, IV – įvairaus produktyvumo karvės, V – įvairaus amžiaus karvės (1–2, 3–5, 6–8 metų). Kraujų tyrimui iš jungo venos ėmėme į vienkartinius mėgintuvėlius „Venoject“ be antikoagulianto. Kraujo mėginiai per 1 valandą buvo pristatyti į laboratoriją, 5 minutes centrifuguoti 3 000 kartų per minutę apsisukimu. Mėgintuvėliai užpildyti kraujo serumu buvo šaldomi šaldytuvo kameroje – 20 °C temperatūroje. Visus mėgintuvėlius su kraujo serumu vienu metu atšildė LVA Veterinarijos institute nustatėme skydliaukės hormonų kiekį imunofermentiniu metodu (ELISA) su „Human GmbH“ rinkiniais.

Tyrimo rezultatai ir statistiniai duomenys apskaičiuoti kompiuterine programa „Epi Info“ (1996; Centers for Disease Control & Prevention (CDC), U.S.A., Version 6.04), „Prism 3“. Apskaičiuoti gautų duomenų aritmetiniai vidurkiai (M), standartinis nuokrypis (SD), Pirsono koreliacijos koeficientas (r). Skirtumas tarp grupių patikimumo kriterijui (p) nustatyti taikytas Stjudento daugybinio palyginimo metodas. Skirtumas laikytas statistiškai patikimu, jei $p < 0,05$.

Tyrimų rezultatai. Tiroksino koncentracija užtrūkusių karvių kraujo serume kinta nuo 47,2 iki 65,2 nmol/l (1 lentelė, 1 pav.). Likus dviem ir vienai dienai iki veršiamosios, hormono kiekis patikimai sumažėja iki 51,55±3,86 nmol/l. Veršiamosios dieną ir pirmosiomis dienomis po veršiamosios tiroksino koncentracija toliau mažėja iki 47,3±1,67 nmol/l ($p < 0,05$). Praėjus 6 ir 10 dienų po veršiamosios tiroksino koncentracija padidėja iki 57,8±1,28 nmol/l, tačiau bandymo pradžioje buvusio hormono kiekio nepasiekia.

1 lentelė. Skydliaukės hormonų kaita užtrūkusių ir melžiamų karvių kraujo serume

Eil. Nr.	140 veršingumo diena	210 veršingumo diena	2 dienos iki veršiamosios	1 diena iki veršiamosios	Veršiamosios metu	1 diena po veršiamosios	2 dienos po veršiamosios	6 dienos po veršiamosios	10 dienų po veršiamosios
T_4 koncentracija, nmol/l									
M	62,88	62,5	52,03*	51,55*	49,60*	47,3*	47,65*	53,17	57,8
SD	2,17	2,25	3,74	3,86	1,35	1,67	1,20	2,13	1,28
p	* $p < 0,05$ palyginti su 140 veršingumo diena								
T_3 koncentracija, nmol/l									
M	1,91	1,85	1,68	1,29*	1,27*	1,18*	1,28*	1,50	1,72
SD	0,09	0,10	0,13	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,08
p	* $p < 0,05$ palyginti su 140 veršingumo diena								
T ₄ :T ₃	32,92	33,78	30,97	39,96*	39,05*	40,07*	37,22	35,44	33,60
	* $p < 0,05$ palyginti su 140 veršingumo diena								

Trijodtironino koncentracija užtrūkusių karvių kraujo serume kinta nuo 1,27 iki 2,04 nmol/l, melžiamų karvių – nuo 1,10 iki 1,80 nmol/l (1 lentelė, 2 pav.). Užtrūkusių karvių kraujo serume mažiausias T_3 kiekis nustatytas likus vienai dienai iki veršiamosios (1,28±0,03 nmol/l). Veršiamosios dieną ir pirmosiomis dienomis po veršiamosios T_3 koncentracija mažėja iki 1,18±0,05 ($p < 0,05$). Praėjus 6 ir 10 dienų po veršiamosios T_3 koncentracija padidėja iki 1,72±0,08 nmol/l, tačiau bandymo pradžioje buvusio hormono kiekio nepasiekia. T_4 : T_3 santykis paly-

ginti su 140 veršingumo diena patikimai pakinta veršiamosios metu, likus vienai dienai iki veršiamosios ir pirmą laktacijos dieną.

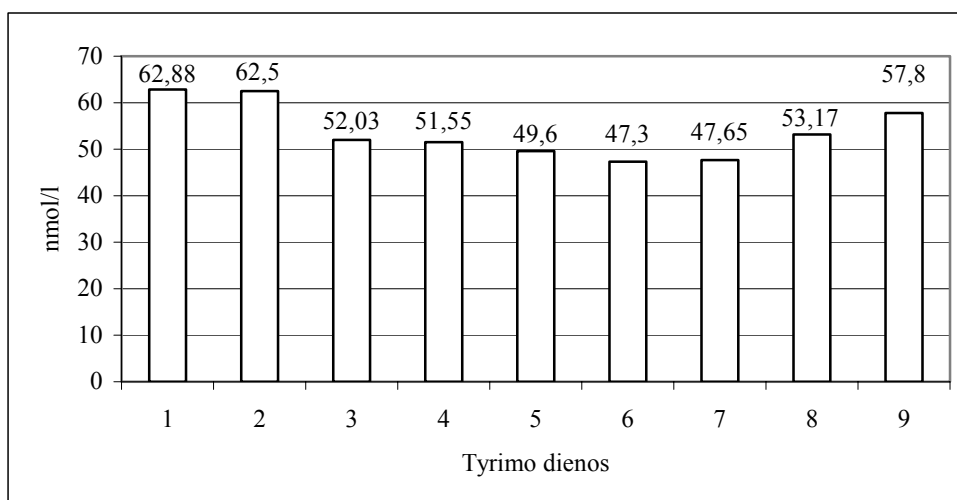
Iš 2 lentelės duomenų matyti, kad produktyvesnių karvių (II gr.) kraujo serume buvo patikimai mažiau tiroksino ir trijodtironino (atitinkamai 42,8±1,92 ir 1,8±0,16 nmol/l). Skydliaukės hormonų kiekis neigiamai koreliavo su karvių paros primilžiais ($r_{T_4} = -0,53$, $r_{T_3} = -0,71$).

Įvairaus amžiaus karvių kraujo serume skydliaukės hormonų kiekis parodytas 3 lentelėje ir 3 pav. Trijodtiro-

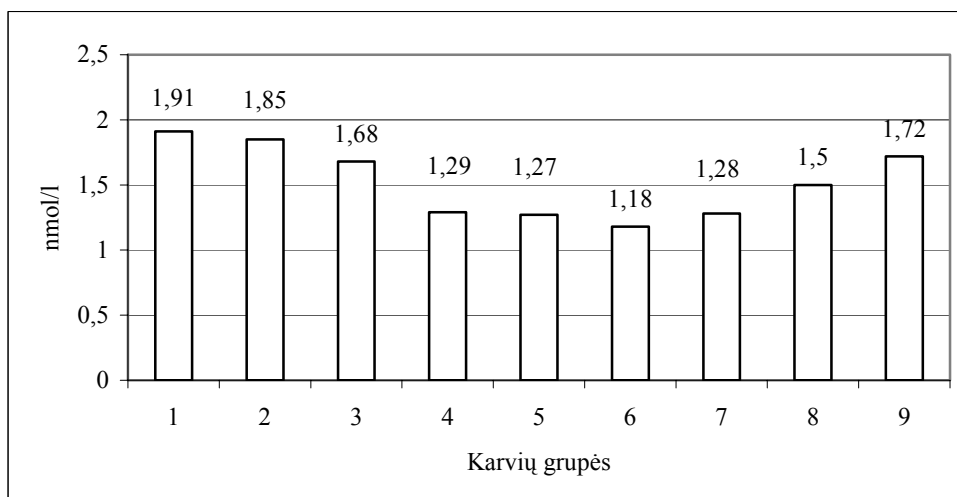
nino koncentracija sveikų karvių kraujo serume kinta nuo 1,0 iki 2,4 nmol/l. Daugiausia šio hormono ($2,16 \pm 0,21$ nmol/l) buvo 3–5 metų karvių kraujyje, mažiausiai – 6–8 metų karvių kraujyje ($1,52 \pm 0,31$ nmol/l). Tiroksino koncentracija sveikų karvių kraujo serume kinta nuo 40,0 iki 65,2 nmol/l. Daugiausia jo ($63,12 \pm 1,86$ nmol/l) buvo telyčių kraujyje, mažiausiai – 6–8 metų karvių kraujyje ($42,8 \pm 1,92$ nmol/l). Pareze sergančių karvių kraujo serume palyginti su sveikomis buvo patikimai mažiau T_3

($1,46 \pm 0,23$ nmol/l) ir T_4 ($42,6 \pm 1,95$ nmol/l).

Tiroksino ir trijodtironino koncentracijos kaita melžiamų ir užtrūkusių karvių kraujo serume parodyta 4 pav. T_4 ir T_3 koncentracija melžiamų karvių kraujo serume mažiausia buvo laktacijos pradžioje (atitinkamai $47,3 \pm 2,25$ ir $1,29 \pm 0,05$ nmol/l), didžiausia – užtrūkusių karvių kraujo serume (atitinkamai $62,5 \pm 6,86$ ir $1,89 \pm 0,28$ nmol/l).



1 pav. T_4 kaita karvių kraujo serume



2 pav. T_3 kaita karvių kraujo serume

2 lentelė. Skydliaukės hormonų kiekio kaita melžiamų karvių kraujo serume

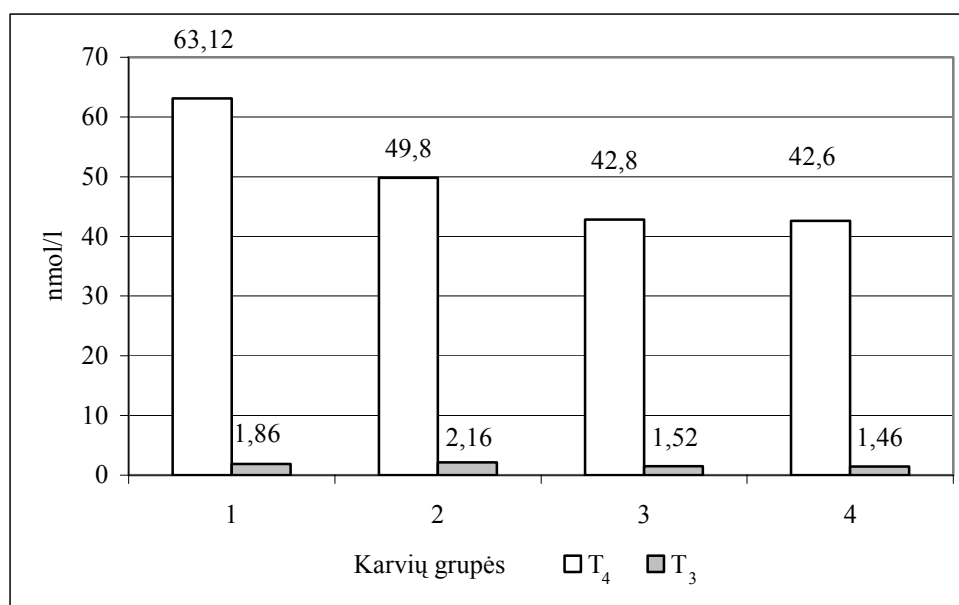
Grupės	Rodikliai	Karvių svoris, kg	Karvių amžius, m.	Laktacijos diena	Paros primilžis, l	T_4 , nmol/l	T_3 , nmol/l
I	M	625,8	4,2	59	22,4	49,8	2,16
	SD	45,69	0,83	1,58	2,07	2,38	0,20
	r	$T_4:T_3=0,98$					
II	M	621	3,6	71,4	32,8	42,8*	1,8*
	SD	23,14	1,14	3,97	1,92	1,92	0,16
	r	$T_4:T_3=0,24$					

* $p < 0,05$ palyginti su I gr.

3 lentelė. T₃ ir T₄ kiekis įvairaus amžiaus sveikų ir sergančių galvijų kraujo serume

Galvijų grupės	Rodikliai	T ₃ , nmol/l	T ₄ , nmol/l
I 1-2 m. telyčios	M	1,86	63,12
	SD	0,05	1,86
	r	T ₃ :T ₄ =0,72	
II 3-5 metų karvės	M	2,16*	49,8*
	SD	0,21	2,38
	r	T ₃ :T ₄ =0,98	
III 6-8 metų karvės	M	1,52*	42,8*
	SD	0,31	1,92
	r	T ₃ :T ₄ =0,32	
IV Pareze po apsiveršavimo sergančios karvės	M	1,46**	42,6*
	SD	0,23	1,95
	r	T ₃ :T ₄ =0,90	

*p<0,05 palyginti su telyčių duomenimis, ** p<0,05 palyginti su 3–5 ir 6–8 metų karvių duomenimis



3 pav. Trijodtironino ir tiroksino kiekio kaita telyčių (I gr.), 3–5 metų (II gr.), 6–8 metų (III gr.) karvių ir pareze po veršiamosi sergančių karvių (IV gr.) kraujo serume

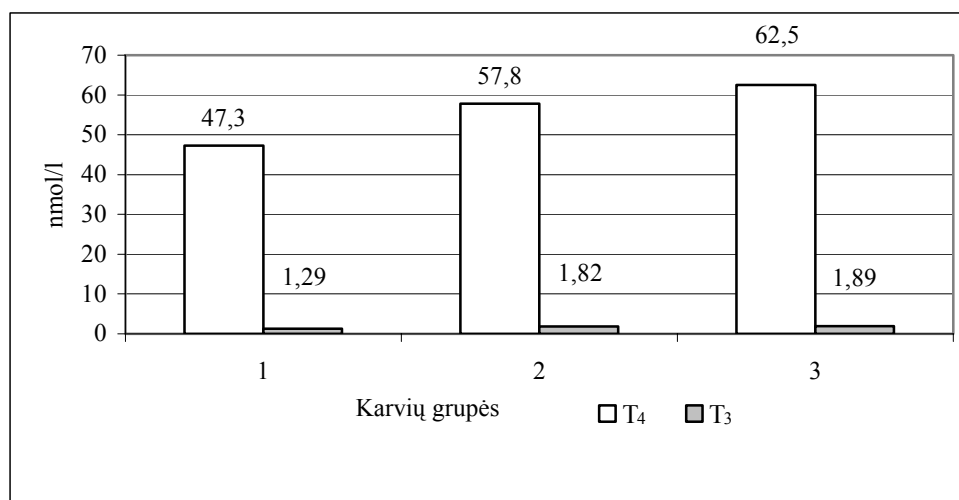
Rezultatų aptarimas. Mūsų duomenimis, tiroksino koncentracija karvių kraujyje kinta nuo 47,2 iki 65,2 nmol/l. Kiti tyrėjai (Kaneko et al., 1997; Tiirats, 1997; Pezzi et al., 2003) nurodo, kad tiroksino kiekis galvijų kraujo serume kinta nuo 50 iki 110 nmol/l. S. T. Valle su bendradarbiais (2003) nustatė, kad T₄ galvijų kraujo serume vidutiniškai yra 44,2±15,4 nmol/l. Jei yra mažiau nei 40–50 nmol/l, pasireiškia hipotireozės simptomai. Hipotireozės metu sutrinka galvijų reprodukcija, sumažėja produktyvumas. Atlikę skydliaukės hormonų (T₃ ir T₄) tyrimus imunofermenitiniu metodu nustatėme, kad hormonų koncentracija sumažėja prieš veršiamąsi, mažiausiai jų randama tuoj pat po veršiamosi (atitinkamai 1,18±0,05 ir 47,3±1,67 nmol/l). Kiti mokslininkai (Kahl, Bitman, 1983; Pezzi et al., 2003; Contreras et al., 2005) nustatė, kad laktacijos pradžioje sulėtėja skydliaukės veikla, sumažėja T₄ ir T₃ koncentracija kraujo serume, pasireiškia neigiama produktyvumo ir hormonų kiekio

koreliacija. Hormonų koncentracija padidėja ilgėjant laktacijos laikui. Laktacijos pabaigoje skydliaukės hormonų buvo patikimai daugiau nei laktacijos pradžioje. Trijodtironino koncentracija laktacijos metu kinta mažiau. Melžiamų karvių kraujyje laktacijos pabaigoje padidėjusį hormonų kiekį (atitinkamai iki 56,7 ir 1,93 nmol/l) nustatė ir kiti tyrėjai (Tiirats, 1997; Valle et al., 2003). Skydliaukės hormonų koncentracija neigiamai koreliavo su karvių produktyvumu. Kadangi karvės su pienu išskiria apie 8 proc. jodo, T₃ ir T₄ produktyvių karvių kraujo serume buvo mažesnė nei mažiau produktyvių karvių. Mažą T₃ koncentraciją pirmaveršių karvių kraujo serume nustatė kiti mokslininkai (Pethes et al., 1985; Huszenicza et al. 2002).

Užtrūkusių karvių vaisiui reikia daug energijos, todėl suaktyvėja skydliaukės veikla, ir skydliaukės hormonų koncentracija ženkliai padidėja. Užtrūkusių karvių kraujyje ženkliai padidėja T₄, mažiau – T₃ koncentracija. C.

Pezzi su grupe tyrėjų (2003) nustatė, kad užtrūkusių karvių kraujyje padidėja T_4 , sumažėja T_3 koncentracija. Pareze po veršiamosios sergančių karvių kraujo serume ra-

dome mažai skydliaukės hormonų. Vadinasi, sergančių karvių organizme sutrinka mineralinių medžiagų apykaita, sumažėja įvairių mikroelementų (tarp jų ir jodo).



4 pav. T_4 ir T_3 koncentracija laktuojančių (I gr. – laktacijos pradžia, II gr. – laktacijos pabaiga) ir užtrūkusių karvių kraujo serume (III gr.)

Skydliaukės hormonai dažnai nustatomi radioimuniniu metodu, pastaruojų metu – ir imunofermentiniu metodu. Mes nustatėme, kad imunofermentinis analizės metodas vartojant rinkinį, skirtą nustatyti žmonių skydliaukės hormonams, tinka galvijų hormonų kiekiui nustatyti. Kiti tyrėjai (Jensen et al., 1993) nustatė, kad ELISA metodas mažai skiriasi nuo radioimunitinio. Variacijos koeficientas buvo 6–13 proc., mažiausias nustatytas kiekis – 2 pmol/l., pakartotinių tyrimų duomenys skiriasi mažai.

Išvados. 1. Tiroksino (T_4) koncentracija karvių kraujyje kinta nuo 47,2 iki 65,2 nmol/l, trijodtironino (T_3) – nuo 1,10 iki 2,04 nmol/l. T_3 ir T_4 koncentracija kraujo serume sumažėja prieš veršiamąsį, mažiausiai jų randama tuoj pat po veršiamosios (atitinkamai $1,18 \pm 0,05$ ir $47,3 \pm 1,67$ nmol/l).

2. T_4 ir T_3 koncentracija buvo didžiausia užtrūkusių karvių kraujo serume (atitinkamai $62,5 \pm 6,86$ ir $1,89 \pm 0,28$ nmol/l). Daugiausia skydliaukės hormonų rasta telyčių ir 3–5 metų karvių kraujyje, mažiausiai – 6–8 metų karvių kraujyje (atitinkamai $42,8 \pm 1,92$ ir $1,52 \pm 0,31$ nmol/l).

3. Skydliaukės hormonų koncentracija neigiamai koreliavo su karvių produktyvumu ($rT_4 = -0,53$, $rT_3 = -0,71$). Pareze sergančių karvių kraujo serume palyginti su sveikomis buvo patikimai mažiau trijodtironino ($1,46 \pm 0,23$ nmol/l) ir tiroksino ($42,6 \pm 1,95$ nmol/l).

4. Imunofermentinės analizės metodas (ELISA) tinka skydliaukės hormonų koncentracijai galvijų kraujo serume matuoti.

Padėka. Dėkojame Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui, rėmusiam mokslinius tyrimus. Temos Nr. T–70/07.

Literatūra

1. Akasha M. A., Anderson R. R., Ellersieck M., Nixon D. A. Concentration of thyroid hormones and prolactin in dairy cattle serum and milk at three stages of lactation. *J Dairy Sci.* 1987. 70 (2). P. 271–276.

2. Awadeh F. T., Kincaid R. L., Johnson K. A. Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves. *J. Anim. Sci.* 1998. 76. P. 1204–1215.
3. Bitman J., Tao H., Akers R. Triiodothyronine and thyroxine during gestation in dairy cattle selected for high and low milk production. *J Dairy Sci.* 1984. 67 (11). P. 2614–2619.
4. Bobek S. Profylaktyka jodowa u zwierzat. *Wed wet.* 1998. 54. P. 80–86.
5. Contreras P. A., Wittwer F., Matamoros R., Mayorga I. M., van Schaik G. Effect of grazing pasture with a low selenium content on the concentrations of triiodothyronine and thyroxine in serum, and GSH-Px activity in erythrocytes in cows in Chile. *N Z Vet J.* 2005. 53 (1). P. 77–80.
6. Huszenicza G., Kulcsar M., Rudas P. Clinical endocrinology of thyroid gland function in ruminants. *Veterinari Medicina.* 2002. 47. P. 199–210.
7. Jensen A. L., Hoier R., Pedersen H. D. Evaluation of an enzyme linked immunosorbent assay for the determination of free thyroxine in canine plasma samples assisted by data on biological variation. *Zentralbl Veterinarmed A.* 1993. 40 (7). P. 539–545.
8. Jorritsma R., Wensing T., Kruip T.A., Vos P. L., Noordhuizen J. P. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet. Res.* 2003. 34. P. 11–26.
9. Kahl S., Bitman J. Relation of plasma thyroxine and triiodothyronine to body weight in growing male and female Holstein cattle. *J Dairy Sci.* 1983. 66 (11). P. 2386–2390.
10. Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L. Clinical biochemistry of domestic animals. 5. ed. San Diego. Academic Press. 1997. 932 p.
11. Klein J. R. The immune system as a regulator of thyroid hormone activity. *Exp Biol Med (Maywood).* 2006. 231 (3). P. 229–236.
12. McGuire M. A., Beede D. K., Collier R. J., Buonomo F. C., DeLorenzo M. A., Wilcox. C. J. Effects of acute thermal stress and amount of feed intake on concentrations of somatotropin

- insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-II, and thyroid hormones in plasma of lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 1991. 69. P. 2050–2056.
13. Meikle A., Kulcsar M., Chilliard Y., Febel H., Delavaud C., Cavestany D., Chilibroste P. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*. 2004. 127. P. 727–737.
 14. Nixon D. A., Akasha M. A., Anderson R. R. Free and total thyroid hormones in serum of Holstein cows. *J Dairy Sci.* 1988. 71 (5). P. 1152–1160.
 15. Pethes G., Bokori J., Rudas P., Frenyo V. L., Fekete S. Thyroxine, triiodothyronine, reverse-triiodothyronine, and other physiological characteristics of periparturient cows fed restricted energy. *J Dairy Sci.* 1985. 68 1148–1154.
 16. Pezzi C., Accorsi P. A., Vigo D., Govoni N., Gaiani R. 5'-Deiodinase Activity and Circulating Thyronines in Lactating Cows. *J Dairy Sci.* 2003. 86. P. 152–158.
 17. Richards M. W., Spicer L. J., Wettemann R. P. Influence of diet and ambient temperature on bovine serum insulin-like growth factor-I and thyroxin: relationships with non-esterified fatty acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. *Anim. Reprod. Sci.* 1995. 37. P. 267–279.
 18. Strbak V., Tomsik F. Thyroid levels in cow maternal and fetal sera during last trimester of pregnancy. *Endocrinol Exp.* 1988. 22. P. 113–116.
 19. Tiirats T. Thyroxine, triiodothyronine and reverse-triiodothyronine concentrations in blood plasma in relation to lactational stage, milk yield, energy and dietary protein intake in Estonian dairy cows. *Acta Vet Scand.* 1997. 38 (4). P. 339–348.
 20. Yambayamba E. S., Price M. A., Foxcroft G. R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. *J. Anim. Sci.* 1996. 74. P. 57–69.
 21. Valle S. T., Gonzalez F. D., Rocha D., Scalzilli H. B., Campo R., Larosa V. L. Mineral deficiencies in beef cattle from southern Brazil. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2003. 40 (1). P. 47–53.