



ACIDOBAZNA RAVNOTEŽA KRVI JANJADI U PORASTU

BLOOD ACID-BASE BALANCE IN GROWING LAMBS

J. Novoselec, Z. Antunović, Marcela Šperanda, Željka Klir, M. Đidara

Izvorni znanstveni članak – Original scientific paper
Primljeno – Received: 22. Srpanj – July 2013

SAŽETAK

Cilj je ovoga rada istražiti promjenu pokazatelja acidobazne ravnoteže krvi janjadi u porastu. Istraživanje je provedeno na 10 janjadi Merinolandsšaf pasmine prosječne dobi 23. i 63. dana. Janjad je odabrana ravnomjerno prema spolu (50% ♀ : 50% ♂), bila je zdrava i u dobroj kondiciji. Osim što je sisala majke, janjad je imala na raspolaganju obrok koji se sastojao od krmne smjese, ječma i sijena lucerne kojeg su kao i vodu imali na raspolaganju po volji. U krvi janjadi utvrđeni su pH vrijednost, hematokrit, plinovi ($p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$), elektroliti (Ca, Na^+ , K^+ , Cl^-), bikarbonati (HCO_3^-) i zasićenost kisikom (O_2 – sat.) te izračunati z – vrijednost, BE_{fw} , BE_{Cl} , BE_{alb} , anionski procjep (AG) i razlika jakih iona (SID). Većina pokazatelja acidobazne ravnoteže krvi bila je unutar referentnih vrijednosti za ovce i janjad, osim blagog odstupanja u koncentraciji Ca, Cl, $p\text{CO}_2$, O_2 -sat. Navedene promjene su znak intenzivnih metaboličkih procesa i prilagodbe janjadi na drugačiju strukturu obroka u kojem raste udio krutih i voluminoznih krmiva te rasta i razvoja janjadi. Utvrđivanjem pokazatelja acidobazne ravnoteže krvi, osobito u stresnom razdoblju prijelaza sa sisanja na krutu hranu omogućuje nam uvid u opskrbu janjadi hranjivim tvarima, ukazuje na kvalitetu obroka i njihov zdravstveni status.

Ključne riječi: acidobazna ravnoteža, dob, hranidba janjad, krv

UVOD

Acidobazna ravnoteža je složeni fiziološki proces u zdravlju životinja gdje nisu poželjna velika odstupanja što može biti znak narušenoga zdravlja. Ključne uloge u održavanju acidobazne ravnoteže unutar fizioloških vrijednosti u organizmu životinje imaju krvožilni i respiratorni sustav. Poznato je da je pH vrijednost regulirana unutar staničnim i izvan staničnim puferima, respiratornim sustavom te putem bubrega. Izvanstanična koncentracija H^+ je jedna od najpreciznijih varijabli u krvi (Wojtas i sur., 2013.; Goel i Calvert, 2012.). Poremećaji koji mogu nastati u tom regulacijskom sustavu mogu ugroziti život jedinke s obzirom da struktura bjelančevina, a time i enzima ovisi o pH vrijednosti u organizmu. Također, stanične funkcije kao DNK sinteza, glikoliza

i glukoneogeneza poremećene su znatnim promjenama pH (Greenbaum i Nirmalan, 2005.). Regulacija koncentracije vodikovog iona slična je regulaciji ostalih iona u organizmu životinje. U cilju postizanja homeostaze, mora postojati ravnoteža između unosa i uklanjanja vodikovih iona iz tijela. Neto unos bilo kojeg minerala kationa ili aniona u tijelo životinje utječe na promjenu acido-baznoga statusa. Od minerala najveći utjecaj na acidobaznu ravnotežu imaju anioni i kationi iz hrane odnosno natrij (Na), kalij (K) i kloridi (Cl), a u tom procesu sudjeluju i drugi minerali. Kod utvrđivanja acidobazne ravnoteže važni pokazatelji su nam i stupanj zasićenosti krvi kisikom i ugljičnim dioksidom.

Koncentracija bikarbonatnih iona (HCO_3^-) u plazmi ovisi o razini zasićenosti hemoglobina kisi-

kom. Pad koncentracije hemoglobina u tkivima praćen je porastom koncentracije HCO_3^- u eritrocitima koji posljedično prelazi kroz stanične membrane u plazmu (Adams i sur., 1991.). Nakon toga, eritrociti zajedno s krvi odlaze ili putuju u pluća, gdje se zatim odvija obrnuti proces. Hemoglobin se podvrgava procesu obogaćivanja kisikom što povećava njegovu kiselost, a kao rezultat toga oslobađa se vodikov ion kojega neutralizira HCO_3^- anion stvarajući CO_2 i H_2O koji se izlučuju alveolarnim zrakom zbog porasta parcijalnoga tlaka. Hranidba ovaca majki, ima veliki utjecaj na rast i razvoj mlade sisajuće janjadi u prvim danima odnosno tjednima života. U tome razdoblju janjad je vrlo osjetljiva i podložna različitim okolišnim ili negenetskim čimbenicima, pogotovo hranidbi koja može značajno utjecati na acidobaznu ravnotežu životinja. Osobito osjetljivo razdoblje u životu janjadi je prijelaz iz razdoblja sisanja na obroke temeljene na žitaricama i voluminoznim krmivima, jer je vezano za promjene u procesima fermentacije u buragu koji mogu dovesti do određenih metaboličkih poremećaja (Slyter, 1976.). Prilikom naglog porasta ugljikohidrata u obroku janjadi (visoki udio žitarica) dolazi do znatnog porasta ukupnih kiselina u buragu, što može rezultirati buražnom acidozom (Owens i sur., 1998.). Acidoza buraga može oštetiti epitel tkiva buraga i crijeva te dovesti do pojave apcesa na jetri (Underwood 1992.). Međutim, često preživjeli koji pate od subakutne buražne acidoze ne pokazuju tipične kliničke simptome te bolest prolazi neopaženo.

Dulje izlaganje buraga niskoj pH vrijednosti rezultira sustavnim acidozama koje dovode do kroničnih oštećenja fiziološkog mehanizma u održavanju acidobazne ravnoteže (Odongo i sur., 2006.). U cilju izbjegavanja navedenih poremećaja i bolesti u hra-

nidbi sisajuće janjadi već se u dobi od dva tjedna uvode voluminozna i krepka krmiva zbog stimulacije razvitka predželuca, odnosno buražne mikroflore, ključne u probavi nakon odbića. Acidobazna ravnoteža ima veći fiziološki značaj u usporedbi s rastom, laktacijom i reprodukcijom (Kronfeld 1979.). Utvrđeno je da promjene u acidobaznoj ravnoteži utječu na proizvodne pokazatelje u životinja (Relman 1972.; Chan 1974.). Stoga je cilj ovoga rada istražiti promjenu pokazatelja acidobazne ravnoteže krvi janjadi u porastu, kod kojih raste udio žitarica i sijena u obroku .

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na 10 janjadi Merinolandshaf pasmine. Janjad je odabrana ravnomjerno prema spolu (50% ♀ : 50% ♂), bila je zdrava i u dobroj kondiciji. Uzorkovanje krvi ponavljano je od iste janjadi prosječne dobi 23 i 63 dana. Osim što je sisala majke, janjad je imala na raspolaganju obrok koji se sastojao od krmne smjese, ječma i sijena lucerne što su kao i vodu imali na raspolaganju po volji. Kemijski sastav krmne smjese prikazan je u tablici 1.

Krv za analizu acidobaznoga statusa uzeta je ujutro nakon hranjenja iz jugularne vene u sterilne vakum tube Venoject® (Leuven, Belgium). Krv je zatim stavljena na +4 °C te je analizirana u prosjeku unutar 2h. Određivanje pokazatelja acidobazne ravnoteže janjadi provedeno je acidobaznim analizatorom RapidLab 348, na principu ionskih selektivnih elektroda. Analizirani su sljedeći pokazatelji: pH krvi, Hct – hematokrit, plinovi u krvi (pCO_2 , pO_2 , O_2sat), elektroliti (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- i bikarbonati –

Tablica 1. Kemijski sastav krmne smjese, ječma i sijena lucerne

Table 1 Chemical composition of feed mixture, barley and alfalfa hay

Sastojak – Ingredient, %	Krmna smjesa Feed mixture	Ječam Barley	Sijeno lucerne Alfalfa hay
Suha tvar – Dry matter	88,00	87,12	91,40
Sirove bjelančevine – Crude proteins	17,73	8,35	17,74
Sirova vlakna – Crude fiber	6,40	3,80	30,90
Pepeo – Ash	7,00	2,87	7,60
Sirova mast – Crude fat	3,00	1,30	1,00

Tablica 2. Pokazatelji acidobazne ravnoteže u krvi janjadi ovisno o dobi

Table 2 Indicators of acid-base balance in the blood of lambs depending on age

Pokazatelj – Indicator	Prosječna dob – Average age		SE	Ref. vrijednosti ¹ Ref. value ¹
	23. dana 23 rd day	63. dana 63 rd day		
	Mean ± sd	Mean ± sd		
pH	7,42 ± 0,03	7,40 ± 0,06	0,01	7,35 – 7,50
pCO ₂ , kPa	7,21 ± 0,32	7,46 ± 0,45	0,09	37 – 46
pO ₂ , kPa	5,05 ± 0,89	5,16 ± 0,41	0,15	5,33*
Hct, %	28,75 ± 4,50	30,67 ± 2,00	0,11	0,28 – 0,47 g/l**
Na ⁺ , mmol/l	144,86 ^a ± 2,92	148,11 ^b ± 2,51	0,70	139 – 152
K ⁺ , mmol/l	4,96 ± 0,59	4,84 ± 0,25	0,09	3,9 – 5,4
Cl ⁻ , mmol/l	110,78 ^a ± 2,35	107,55 ^b ± 2,79	0,67	95 – 103
Ca, mmol/L	2,92 ^A ± 0,22	2,57 ^B ± 0,15	0,05	2,88 – 3,20
HCO ₃ ⁻ , mmol/l	32,10 ± 1,97	31,13 ± 1,69	0,41	29,6*
Z – vrijednost	0,27 ^A ± 0,01	0,31 ^B ± 0,01	0,01	0,22***
BE _{fw}	- 0,15 ± 0,79	0,65 ± 0,95	0,21	-0,26
BE _{Cl} ⁻	-12,28 ^A ± 1,49	- 6,64 ^B ± 1,46	0,72	-
O ₂ saturirani, %	69,6 ± 12,52	71,60 ± 4,28	2,04	74,4
BE _{alb}	11,64 ± 4,74	13,32 ± 3,37	0,92	-

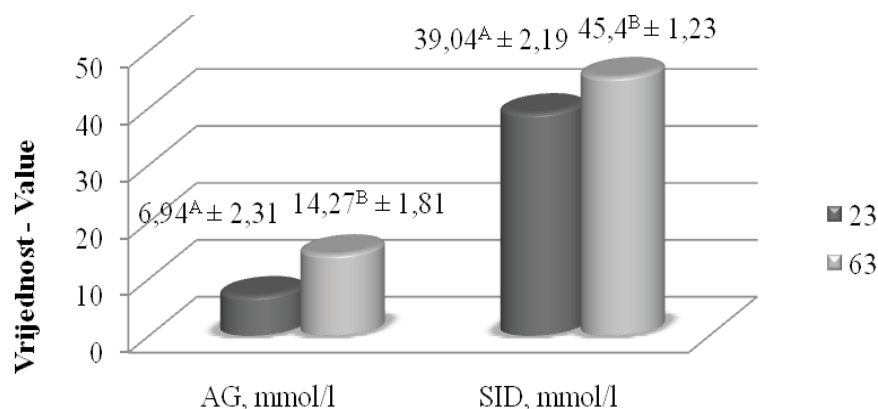
Mean = srednja vrijednost; Sd = standardna devijacija; SE = standardna pogreška; ^{A,B} P<0,01; ^{a,b} P<0,05; ¹Kaneko i sur. (2008.); *Odongo i sur. (2006.); ** Lephherd i sur. (2009.); *** Castillo i sur., (1998.)

HCO₃⁻). Razlika jakih iona izračunata je (SID; engl. – *Strong Ions Difference*) po obrascu: [(Na⁺ + K⁺) – Cl⁻] prema Stewartu i sur. (1983.), z – vrijednost po obrascu: SID/Na_{referentna vrijednost} prema Whitehairu i sur. (1995.), a anionski procijep (AG; engl. Anion Gap) prema obrascu: [(Na⁺ + K⁺) – (Cl⁻ + HCO₃⁻)] prema Kaneku i sur. (2008.). Također, izračunati su pokazatelji: višak baza slobodne vode; engl. *Base Excess Free Water* – BE_{fw} = Z za janjad x (Na⁺_{izmjereno} – Na⁺_{referentni za janjad}); višak baza klorida; engl. *Base Excess Chloride* – BE_{Cl}⁻ = Cl_{referentni za janjad} – Cl_{korigiran}; višak baza albumina; engl. *Base Excess Albumine* – BE_{alb} = 3,7 (albumin_{referentni} – albumin_{izmjereno}); Cl_{korigiran} = Cl_{izmjereno} (Na⁺_{referentni} / Na⁺_{izmjereno}) prema Whitehairu i sur. (1995.).

Srednje vrijednosti dobivenih rezultata istraživanja izračunate su MEANS procedurom u računalnom programu SAS 9.3[®]. Razlike između srednjih vrijednosti provjerene su metodom t-testa između zavisnih varijabli na razini značajnosti P<0,05.

REZULTATI I RASPRAVA

Hranidba je jedan od važnih čimbenika, osobito hranidbeni kationsko - anionski balans o kojem ovisi acidobazna ravnoteža. Ona je važni homeostatski mehanizam tijela, jer stanični enzimi djeluju u vrlo uskim granicama pH vrijednosti (Block, 1994.; Morse i sur., 2007.). Stoga, kao vrijedan pokazatelj acidobazne ravnoteže janjadi u porastu može poslužiti pH vrijednost u krvi (Nagy i sur., 2003.; Antunović i sur., 2010.). Utvrđene vrijednosti pH u janjadi prosječne dobi 23 i 63 dana bile su unutar referentnih vrijednosti (Kaneko i sur., 2008.), što upućuje na zadovoljavajuću hranidbu. Ipak, porastom prosječne dobi janjadi primijećen je pad pH vrijednosti, što je znak većeg udjela krmne smjese, ječma i sijena u obroku starije janjadi. Uvođenjem lako probavljivog škroba u obroke povećava se dostupnost slobodne glukoze i potiče rast većine bakterija u buragu, što dovodi do veće proizvodnje hlapljivih masnih kiselina i snižavanja pH vrijednosti buraga (Owens i sur., 1998.; Giger Reverdin i Sauvant 2001.)



Pokazatelj - Indicator

Grafikon 1. Anionski procijep (AG) i razlika jakih iona (SID) u krvi janjadi ovisno o dobi (23. i 63. dan)

Graph 1 Anion gap (AG) and strong ions differences (SID) in blood of lamb depending on age (23rd and 63rd days)

Česti pomak acidobazne ravnoteže prema acidozi u teladi tijekom prijelaznog razdoblja od obroka temeljenoga na mlijeku prema čvrstoj hrani utvrdili su Bouda i Jagoš (1984.). Jedan od uzroka pomaka acidobazne ravnoteže prema acidozi je promjena sadržaja laktata (Steinhard i sur. (1995.)). Navedeni autori su utvrdili povećanu koncentraciju lakta u mlađih životinja. Thielscher (1994.) navodi da je nedovoljna opskrba tijela kisikom, odnosno hipoksija tkiva uzrok porasta koncentracije H⁺ i pada pH vrijednosti. Povećanjem dobi, raste kapacitet dišnog sustava koji postaje dovoljan za opskrbu tijela kisikom, što je utvrđeno i u ovom istraživanju povećanjem pO₂ i O₂ - sat. Prema Steinhard i sur. (1994.) razlog nešto slabije opskrbe tijela kisikom u mlađe janjadi možemo tražiti u nedovoljnom prijenosnom kapacitetu za kisik zbog anemije, odnosno niže vrijednosti hematokrita utvrđene u ovom istraživanju. Vrijednosti pO₂ i O₂ su slične i usporedive s onima koje su u janjadi prosječne dobi od 65 dana ranije utvrdili Antunović i sur. (2010.). Slične vrijednosti pO₂ u krvi janjadi u dobi od jedne godine utvrdili su Odongo i sur. (2006.), a O₂ - sat u janjadi dobi 3-4 mjeseca (Sarwar i sur., 2007.). Pad pH vrijednosti rezultira porastom koncentracije H⁺ iona u krvi janjadi što dovodi do pada sadržaja bikarbonata (HCO₃⁻) kao što je utvrđeno u ovom istraživanju. Navedeno se pripisuje djelovanju HCO₃⁻ kao pufera koji prijeći porast koncentracije H⁺ iona (Castillo i sur., 1988.).

Prema Fencelovoj metodi metabolička acidoza povezana je sa značajnim promjenama u osmolarnosti plazme, što je vidljivo u ovom istraživanju u porastu BE_{tw} u krvi janjadi u dobi od 63 dana. Taj pokazatelj u kombinaciji s porastom Na⁺ upućuje na alkalozu, jer manjak slobodne vode utječe na porast BE_{tw} odnosno na porast koncentracije Na⁺ (Whitehair i sur., 1995.). Z - vrijednost ovisi o promjenama u SID - a koje su posljedica promjene u koncentraciji Na⁺; z = SID/Na⁺ referentni za ovce, gdje je SID izračunat iz Stewartove jednadžbe. Iz ovih razloga z - vrijednost dosta varira ovisno o vrsti životinje, konstantama uključenim u izračun SID i metodi utvrđivanja ukupne koncentracije nehlapljivih slabih kiselina. Promjene BE_{tw} utjecat će na Cl⁻ što sve dovodi do promjena u SID i BE_{Cl}⁻. Koncentracija kalcija je bila na donjoj granici referentnih vrijednosti prema Kaneko i sur. (2008.). Utvrđen je znatan pad koncentracije kalcija (P<0,01) s porastom dobi janjadi, a razlog možemo tražiti u promjeni strukture obroka odnosno većem udjelu krutih krmiva, a manjem udjelu mlijeka u ukupnom dnevnom obroku. U krepkih krmiva koncentracija kalcija je niska te u većini žitarica ispod 1 g Ca/kg suhe tvari. U mlađe janjadi koncentracija kalcija je bila na donjoj granici fizioloških vrijednosti, dok je u starije janjadi bila ispod referentnih vrijednosti koje navode Kaneko i sur. (2008.; 2,88 - 3,20 mmol/l).

Iz grafikona 1. može se vidjeti da je porastom dobi janjadi došlo do statistički vrlo značajnog porasta ($P < 0,01$) anionskog procjepa (AG) i razlike jakih iona (SID). Hranidbene kationsko – anionske razlike izravno utječu na stanje acidobazne ravnoteže u krvi kroz razlike jakih iona (SID). Stoga, porast razine jakih kationa u hrani ($\text{Na}^+ + \text{K}$) i održavanje ili pad razine jakih aniona ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$) utjecat će na porast SID vrijednosti. Razlike jakih iona u hrani su zbog ovih razloga najvažniji pokazatelj SID u krvi s obzirom da jaki ioni ulaze u krv iz probavnoga trakta (Riond, 2001.). Najvažniji jaki kation u krvi je Na^+ , a od aniona Cl^- i oni mogu izazvati značajne promjene u SID vrijednosti. Visoka SID vrijednost rezultira alkalozom, a može biti posljedica porasta Na^+ ili pada Cl^- (Witehair., 1995.). Nešto nižu SID vrijednost (41,01 mmol/l) u krvi janjadi utvrdili su Antunović i sur. (2010.), a višu (53,1 mmol/l) Odongo i sur. (2006.). Prema Figge i sur. (1991.) računski vrijednost anionskog procjepa (AG) u korelaciji je s koncentracijom albumina te raste zbog promjene sadržaja HCO_3^- zavisne varijable koja sudjeluje u njegovom izračunu. Vrijednost anionskog procjepa se koristi radi otkrivanja prisutnosti neidentificiranih iona (organske kiseline). Objašnjenje i klinička važnost anionskog procjepa u interpretaciji acidobazne ravnoteže vrlo je složene prirode, a bez podataka o količini bjelancevina njena je važnost ograničena (DiNubile, 1988.).

ZAKLJUČAK

Utvrđivanjem pokazatelja acidobazne ravnoteže krvi, osobito u stresnom razdoblju prijelaza na krutu hranu omogućuje nam uvid u opskrbu janjadi hranjivim tvarima, ukazuje na kvalitetu obroka i njihov zdravstveni status. Većina pokazatelja acidobazne ravnoteže u krvi janjadi porastom dobi bila je unutar referentnih vrijednosti, osim blagog odstupanja u koncentraciji Ca , Cl , pCO_2 , O_2 -sat. Navedeno može biti znak intenzivnih metaboličkih procesa i prilagodbe janjadi na drugačiju strukturu obroka u kojem raste udio krutih krmiva baziranih na žitaricama i sijenu. Utvrđeni pokazatelji su znak odgovarajuće hranidbe ovaca majki te pravovremene i dobre prilagodbe janjadi na krepka krmiva s obzirom da nije bilo značajnih odstupanja u pokazateljima acidobazne ravnoteže.

LITERATURA

1. Adams, R., Holland, D., Aldrige, B., Gary, F.B., Odde, K.G. (1991.): Arterial blood sample collection from the newborn calf. *Vet. Res. Commun.* 15: 387-394.
2. Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Djindra, M. (2010.): Nutrition of lambs and acid-base balance. *Krmiva*. 52, 6: 333-338.
3. Block, E. (1994.): Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1437-1450.
4. Bouda J., Jagoš, P., (1984.): Biochemical and haematological reference values in calves and their significance for health control. *Acta Vet. Brno*. 53: 137-142.
5. Castillo, C., Garcia-Partida, P., Hernandez, J., Benedito, J.L. (1998.): Applications of fencel's equations in the acid-base balance changes related to pregnancy on ewe. *Vet. Med. – Czech*. 43, 1: 27-31.
6. Chan, J.C.M. (1974): The influence of dietary intake on endogenous acid production. *Nutr. Metab.* 16: 1-9.
7. DiNubile, M.N. (1988.): The increment in the anion gap: overextension of a concept? *Lancet*, 951-953.
8. Figge, J., Rossing, T. H., Fencel, V. (1991.): The role of serum proteins in acid-base equilibria. *J. Lab. Clin. Med.*, 117: 453-467.
9. Giger - Reverdin, S., Sauvant, D. (2001.): Meta analysis of the acidogenicity of ingredients. *J. Anim. Sci.* 79, 1: 79.
10. Goel, N., Calvert, J. (2012.): Understanding blond gases/acid-base balance. *Pedi and Child Health*. 22, 4: 142-148.
11. Greenbaum, J., Nirmalan, M. (2005.): Acid base balance: The traditional approach. *Curr Anaes and Crit Care*. 16: 137-142.
12. Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. (2008.): Clinical biochemistry of domestic animals. 6th ed. Elsevier/ Academic Press, Amsterdam. pp. 932.
13. Kronfeld, D.S. (1979.): Sodium, osmolarity and hydration. Pages 11-22 in Hala, W. H. and Memhardt, P, eds. Regulation of acid-base balance. Church and Dwight Co. Inc. Piscataway, NJ.
14. Lephherd, M.L., Canfield, P.J., Hunt, G.B., Bosward, K.L. (2009.): Haematological, biochemical and selected acute phase protein reference intervals for weaned female Merino lambs. *Austral Vet J.* 1, 2: 5-11.
15. Morse, H., Webb, J.L., Leroy, B.E. (2007.): Acid-base balance, an over view. Athens: Veterinary Clinical Pathology Clerk ship Program of University of Georgia. 7388.

16. Nagy, O., Seidel, H., Kovač, G., Pavlikova, I. (2003.): Acid base balance and blood gases in calves in relation to age and nutrition. *Czech J. Anim. Sci.*, 48, 2: 61-68.
17. Odongo, N.E., AlZahal, O., Lindinger, M.I., Duffield, T. F., Valdes, E., Terrell, S.P., McBride, B.W. (2006.): Effect of mild stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *J. Anim. Sci.* 84: 447-455.
18. Owens, F. N., Secrist, S.J., Hill, D.R. (1998.): Acidosis in cattle. A review. *J. Anim. Sci.* 76: 275-286.
19. Relman, A.S. (1972.): Metabolic consequences of acid-base disorders. *Kidney Int.* 1: 347-359.
20. Riond, J.L. (2001.): Animal nutrition and acid base balance. *Eur. J. Nutri.* 40: 245-254.
21. SAS 9.3®, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
22. Sarwar, M., Aasifshalizad, M., Mahrnun, N. (2007): Nutrient intake, acid base status and growth performance of Thalli lambs feed varying level of dietary cation-anion difference. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20, 11: 1713-1720.
23. Slyter, L.L. (1976.): Influence of acidosis on rumen function. *J. Ani. Sci.* 43: 910-929.
24. Steinhardt, M., Thielscher, H.-H., Von Horn, R., Von Horn, T., Ermgassen, K., Ladeig, J., Smidr, G. (1994): Reaktionen frühzeitig trachhitger Jungrinder und ihrer Nachkommen bei termingerechter Schnittentbindung und in den ersten post partalen Lebenstagen in Mutrerkuhhaltung. *Tierärztl. Praxis.* 22: 414-422.
25. Steinhardt, M., Thielscher, H.-H., Lehr A., Ihnen, B., Szalony, S., Ladewig, J., Smidt, D. (1995.): Klinisch-chemische und hämatologische Blutwerte und Anpassungsreaktionen bei Saugkälbern in den ersten Lebenswochen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.*, 102: 399-405.
26. Stewart, P. A. (1983.): Modern quantitative acid-base chemistry. *Can. J. Physiol Pharmacol.* 61: 1444-1461.
27. Thielscher H.-H. (1994): Hämoglobingehalt und Laktatkonzentration bei kälbern unter extensiven und intensiven Haltungsbedingungen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 107: 20-22.
28. Underwood, W. J. (1992). Rumen Lactic Acidosis. Part 2. Clinical Signs, Diagnosis, Treatment, and Prevention. *Food animal compendium.* 14, 9: 1265-1270.
29. Whitehair, K.A., Haskins, S.C., Whitehair, J., G., Pascoe, P.J. (1995.): Clinical applications of quantitative acid-base chemistry. *J. Vet. Int. Med.*, 9: 1-11.
30. Wojtas, K., Cwynar, P., Kolacz, R., Kupczynski, R. (2013.): Effect of heat stress on acid base balance in Polish Merino sheep. *Archiv Tierzucht* 56: 92.

SUMMARY

The aim of this study was to investigate the changes of blood acid base indicators in growing lambs. The research was conducted on the same 10 lambs of Merinolandshaf breed, average age of 23 and 63 days. The lambs were selected evenly by sex (50% ♀: ♂ 50%), were healthy and in good physical condition. Apart from sucking their mothers, lambs had a ration consisting of feed mixture, barley and alfalfa hay, as well as water available *ad libitum*. In the blood of lambs pH, Hct, gases ($p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$), electrolytes (Ca, Na^+ , K^+ , Cl and HCO_3^-), oxygen saturation (O_2 -sat.) were determined, and z - value, BE_{tw} , BE_{Cl} , BE_{alb} , anion gap (AG) and the strong ion difference (SID) calculate. Most indicators of acid-base balance were within the reference range, except for slight variations in the concentration of Ca, Cl, $p\text{CO}_2$, O_2 -sat. These changes are a sign of intense metabolic processes and adaptation of lambs to a different structure of ration in which share of solid feed increases. Determination indicators of acid-base balance in the blood of lambs, especially in the stressful period of transition from suckling to solid feed allow an insight into the lambs' supply of nutrients, indicating the quality of the ration, and lambs' health status.

Key words: age, acid-base balance, blood, lambs, nutrition