

Др Милан Адамовић<sup>1</sup>  
Др Хореа Шаманић<sup>2</sup>  
Др Велибор Стојић<sup>3</sup>  
Иван Вујанац, д.в.м.<sup>4</sup>  
Др Горан Грубић<sup>5</sup>  
Бојан Стојановић, дипл.инж.<sup>6</sup>  
Мр Јован Лемич<sup>7</sup>

УДК: 636.2.084/.085

## МИНЕРАЛНЕ МАТЕРИЈЕ - РЕГУЛАТОРИ ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКЕ РЕАКЦИЈЕ САДРЖАЈА БУРАГА ВИСОКОМЛЕЧНИХ КРАВА \*

**Кратак садржај:** У раду се разматрају новија сазнања о одржавању оптималне електрохемијске реакције у организму високомлечних крава. Указано је на важније функције катјона ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) и анјона ( $P^{3-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$ ) и последице њиховог дефицита или суфицита у оброцима. Дате су формуле за израчунавање биланса катјона и анјона у оброцима (ВКАО) и практични примери њихове примене. Закључено је да се електрохемијска реакција у бурагу, а тиме и у организму високомлечних крава може решити коришћењем хранива са одговарајућим односом катјона и анјона. Када не постоји могућност да се овај проблем реши избором хранива, ефикасан пут је коришћење препарата на бази соли или природних минералних сировина (зеолит и бентонит и др.).

**Кључне речи:** краве, храна, катјони, анјони

### Увод

У последње две деценије, у области исхране високомлечних крава у свету и код нас, најинтересантнија истраживања била су она која су се односила на изучавање одређених нутритивно-физиолошких проблема у периоду високог гравидитета и ране лактације (транзиционом периоду) крава. Разлог за то су свакако и нова сазнања о значају транзиционог периода за остварење високе производње млека, очување здравља, репродуктивних способности, а тиме и профита. Посебно су била интересантна истраживања у области минералне исхране. На том плану доста пажње посветило се катјонима и анјонима битним за успостављање оптималне електрохемијске реакције у организму (Beede, 1992; Goff, 1987; Thilting-Hansen и Jorgensen, 2001 и други). Постоји велика сагласност да киселе индигестије бурага представљају један од основних проблема у

---

\* - Прегледни рад

1 - Научни саветник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд

2 - Редовни професор, Факултет Ветеринарске медицине, Београд

3 - Редовни професор, Факултет Ветеринарске медицине, Београд

4 - Асистент, Факултет Ветеринарске медицине, Београд

5 - Редовни професор, Пољопривредни факултет, Земун

6 - Асистент, Пољопривредни факултет, Земун

7 - Истраживач-сарадник, Пољопривредни факултет, Земун

запатима високомлечних крава. Поред тога, у новијим истраживањима утврђена је висока корелација између киселих индигестија бурага и пододрматитиса, што додатно указује на важност изналажења путева и метода за регулисање електрохемијске реакције у организму крава.

### Улога катјона и анјона у одржавању електрохемијске реакције

Улога катјона ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ) и анјона ( $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{Cl}^{-}$ ) у организму је веома разноврсна и сложена. Заједничка карактеристика им је да, сваки од њих, на свој начин, поред осталих функција, учествује у електрохемијским реакцијама у организму (*Chamberlain* и *Wilkinson*, 2002). Електрохемијске реакције организма изражавају се рН вредношћу која представља негативан логаритам концентрације јона водоника у раствору. Оптимална рН вредност у крви крава благо је алкална: 7,3 - 7,5, садржаја бурага 6,2 - 7, фецеса 6 - 7, урина 6 - 8,5, (*Јовановић*, 1984). Наведене вредности подложне су варирању и зависе од физиолошког стања, начина исхране и врсте хране, изложености животиња утицају стреса и здравствених поремећаја. Тако, нпр. вредност рН урина код крава непосредно по тељењу, које су храњене већим количинама концентрата богатим протеинима, може да се креће и до 8,5. По завршетку ране лактације (60 - 70 дана после тељења), рН мокраће крава смањује се на 7 - 8, а у фази гравидитета на 6 - 7.

### Узроци поремећаја електрохемијске реакције

Неодговарајући однос суве материје у оброку, пореклом из кабастих и концентрованих хранива (*Chamberlain* и *Wilkinson*, 2002, *Грубић* и *Адамовић*, 2003, *Јовановић* и *срп.* 2000), један је од основних разлога за поремећај електрохемијске реакције у бурагу крава (табела 1.) Исто тако, и конзумирање влажних и киселих хранива, недовољно влакана у оброку, већа количина ситно млевених угљенохидратних хранива, мањи број храњења и стрес, веома често проузрокују опадање рН садржаја бурага (испод 6) или киселу индигестију. С друге стране, конзумирање покварене хране, захваћене плеснима или у процесу труљења, оброци са неизбалансираним односом енергије и протеина (суфицит у бурагу лакоразградивих протеина), као и оброци са већом количином уреје, проузрокују пораст рН бурага (изнад 7,5) или алкалну индигестију. Оваква одступања рН течног садржаја бурага могу да утичу на вредност електрохемијских реакција осталих органа и ткива, у првом реду крви, а потом урина и фецеса, а у случају дужег трајања и на здравље и плодност крава.

**Табела 1.** Утицај удела *SM* из кабастих и концентрованих хранива на рН и садржај *IMK* у бурагу

Показатељ	Удео <i>SM</i> у оброку из кабасте и концентроване хране, %				
	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
рН садржаја бурага	6,6	6,3	5,7	5,2	5,0
Сирћетна киселина, %	64	58	48	40	33
Пропионска киселина, %	20	25	35	40	44
Бутерна киселина, %	16	17	17	18	19

Приказ утицаја хранива на промене у бурагу које су описали *Orth* и *Kaufmann*, (цитат *Обрачевића*, 1973), дат је у табели 2.

**Табела 2.** Утицај хранива на промене у бурагу

Показатељ	Сено	Житарице силажа и сенажа	Репа, сирови резанци
Развијеност и бројност микроорганизама	Разноврсна флора Релативно мањи број ћелија	Једнообразна флора Релативно велик број ћелија	Једнообразна флора Релативно мали број ћелија
Продукција испарљивих масних киселина	Сирћетна 60% Бутерна 15%	Сирћетна 40 - 55% Бутерна 20 - 30% Пропионска 20 - 30%	Сирћетна 40 - 50% Бутерна 45 - 60% Млечна 20 - 30%
pH течног садржаја	6,2 - 6,8	5,2 - 6	4,8 - 5,4

Ови проблеми су израженији у летњим месецима, у везаном систему држања, када је због високих температура ( $> 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) проблем смањеног конзумирања хране веома изражен. Тада је храна подложна кварењу, стварају се плесни које продукују микотоксине, силажа реферментише, што овај проблем чини сложенијим и тежим за решавање.

### Препоруке катјона и анјона у оброцима

Познавање садржаја катјона ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{K}^{+}$ ) и анјона ( $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{Cl}^{-}$ ) у хранивима изузетно је важно за њихово успешно балансирање у оброку. Варирање њиховог садржаја у хранивима може бити велико и зависи од више фактора (квалитет технологије ђубрења, врста и дозе ђубрива, хемијски састав земљишта, правилност плодореда, водни режим земљишта, време убирања биљака и други).

Најновије препоруке NRC (2001), за разлику од ранијих, пружају могућност прецизнијег дефинисања потреба катјона и анјона у оброку (табела 3). Потребности у овим састојцима оброка утврђене су на бази већег броја података о грлима, од којих су најважнији раса, телесна маса, старост, фаза лактације, стадијум гравидитета, телесна кондиција, прираст крава, обим конзумирања суве материје оброка и услови држања.

**Табела 3.** Препоручене вредности катјона и анјона за краве холштајн расе (% у SM оброка)

Елемент	20 - 60 дана пре тељења	0 - 20 дана пре тељења	0 - 20 дана после тељења	20 - 60 дана после тељења
$\text{Ca}^{2+}$	0,44	0,48	0,74	0,79
$\text{Mg}^{2+}$	0,11	0,16	0,27	0,29
$\text{K}^{+}$	0,51	0,52	1,19	1,24
$\text{Na}^{+}$	0,10	0,10	0,34	0,34
$\text{P}^{3-}$	0,22	0,26	0,38	0,42
$\text{Cl}^{-}$	0,13	0,20	0,36	0,40
$\text{S}^{2-}$	0,20	0,20	0,20	0,20

## Биланс катјона и анјона у оброцима

За обезбеђење физиолошки оптималних електрохемијских реакција у организму важно је успостављање биланса катјона и анјона у оброку (ВКАО). Вредност овог биланса изражава се у милиеквивалентима по килограму суве материје оброка (mEq/kg SM). Посебно важну улогу имају катјони  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{K}^{+}$  и анјони  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{Cl}^{-}$ . Катјони  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{K}^{+}$  користе се због снажног алкалног ефекта, повећавају пуферски капацитет крви, уз повећање ретенције бикарбоната  $\text{HCO}_3^{-}$  и повећање рН крви. Изузетно добро се ресорбују у дигестивном тракту. Други аутори, међутим, за израчунавање ВКАО, поред катјона  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{K}^{+}$ , користе и  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Анјони  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{Cl}^{-}$  смањују пуферски капацитет крви, а уколико је значајна разлика између катјона и анјона у корист анјона, може да дође до благе ацидозе крви. Због тога је и при коришћењу додатака ове врсте неопходно повремено обављати контролу рН крви. Постоји већи број формула за израчунавање ВКАО вредности. У овом раду приказују се формуле које су предложили *West*, (1993) и *Beede* (1992). Фактори за превођење катјона и анјона (%) у mEq дати су у табели 4.

**ВКАО mEq/kg SM** = [(%Na : 0,023) + (%K : 0,039)] – [(%Cl : 0,0355) + (%S:0,0016)], (West, 1993)

**ВКАО mEq/kg SM** = [(435 x %Na) + (256 x %K)] – [(282 x %Cl) – (624 x % S)] (Beede, 1992)

**Табела 4.** Фактори за превођење катјона и анјона (%) у mEq

$\text{Na}^{+}$	$\text{K}^{+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^{-}$	$\text{S}^{2+}$	$\text{P}^{3+}$
435	256	499	823	282	624	968

При билансирању катјона и анјона треба имати у виду и одржавање њиховог оптималног односа. *Sattler* (2002), тврди да је за успостављање оптималног ВКАО пожељно комбиновати више извора катјона или анјона. Оптималан однос између  $\text{K}^{+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  мора да буде мањи од 5:1.

## Краве у засушењу

Негативна вредност ВКАО примерена је потребама крава у периоду засушења и треба да износи –50 до –150 mEq/kg SM (или –5 до –15 mEq/100g SM). У појединим фазама производног циклуса када однос између катјона и анјона није одговарајући, могу да настану одређени поремећаји. Најбољи пример за то је калцијум. Дефицит калцијума доводи до лучења паратхормона (хормона паратиroidне жлезде) који утиче на мобилизацију калцијума из костију и повећање његове ресорпције из дигестивног тракта. При суфициту калцијума у оброку, у фази засушења крава, што је веома чест случај, активира се лучење калцитонина (хормон тиреоидне жлезде), услед чијег дејства долази до повећања уградње калцијума у кости и смањења његове ресорпције из дигестивног тракта. Уколико овај суфицит траје до порођаја, метаболизам калцијума под дејством калцитонина одржава се и после порођаја, па се и поред повећаних потреба организма за калцијумом, он и даље депонује у коштани систем. У таквим околностима, и поред евидентног суфицита калцијума у оброку, животиње нису у могућности да искористе калцијум из хране и задовоље основне потребе за одржавање и синтезу млека. Резултат тога је пуерперална пареза (млечна грозница

или порођајна одузетост) која је веома чест поремећај метаболизма крава (*Goff и сар.* 1987 и 1997, *Horst и сар.* 1997, *Oetzel и сар.* 1988 и 1993, *Иванов и Хореа,* 2005 и други).

Исхрана крава оброцима са смањеним садржајем калцијума у последњем месецу гравидитета, ефикасан је начин превенирања пуерпералне парезе. Међутим, веома често, расположивим хранивима то није могуће отклонити. За постизање жељене вредности ВКАО подесније су травне смеше, јер садрже скоро два пута мање калцијума од луцерке. Смањењем количине калцијума на 40-60 g/дан и одржавање односа са фосфором (1,5 - 2 :1) на две недеље пред тељење обезбеђује се активирање паратхормона, а тиме и активирање метаболизма калцијума (повећање ресорпције из дигестивног тракта и мобилизације из костију). Уколико не постоје могућности за успостављање оптималног ВКАО избором хранива, једно од решења је коришћење анјонских соли.

Најчешће коришћени извори анјона су амонијум-хлорид, магнезијум-хлорид, калцијум-хлорид, амонијум-сулфат, магнезијум-сулфат и калцијум-сулфат. Дневна доза анјонских соли је око 200 g/дан, по крави у којој удео амонијум хлорида износи 100 g (*Грубић и Адамовић,* 2003). Сулфати имају већи ацидогени потенцијал, а поред тога животиње их лакше конзумирају за разлику од хлорида (*Goff,* 1997; *Oetzel,* 1991, *Јовановић и сар.* 2002). Теоријски посматрано, најјачи ацидогени потенцијал има хлороводонична киселина. Укључивање анјонских соли у оброке засушених крава омогућује добијање потребних ВКАО вредности које имају негативан предзнак и проузрокују благу ацидозу крви и снижења рН вредности урина. То стимулише појачану мобилизацију калцијума из костију, повећање његове ресорпције из дигестивног тракта уз повећање реналне синтезе 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. Исхрана засушених крава у периоду 3 - 4 недеље пред тељење, оброцима са додатком анјонских соли, односно негативном вредношћу ВКАО доводи до нешто већег излучивања калцијума путем урина, и снижења његове рН вредности (на 6 - 6,5). У случају да је вредност рН мокраће испод 6, долази до оштећења бубрега. Ефекти коришћења анјонских соли до којих су дошли *Santos и сар.* (2003) дати су у табели 5.

**Табела 5.** Ефекти коришћења анјонских соли у оброцима крава

Показатељ	Додатак анјонских соли	Без додатка анјонских соли
Количина млека за 305 д., kg	9376	9049
Субклиничка хипокалцемија,%		
I и II лактација	2	16
> 3 лактација	28	66
Укупно	19	50
Клиничка хипокалцемија		
I и II лактација	0	0
> 3 лактација	5	12
Укупно	4	9
Стеоност,%	77	66
Сервис период (дана од тељења-стеоности)	124	139
Индекс осемењавања	3	3,4

Исхрана засушених крава оброцима са високом концентрацијом катјона, вредност ВКАО од 449 mEq/kg SM obroka, резултовала је појавом пуерпералне парезе у високом проценту, док је са друге стране њена појава била скоро искључена коришћењем obroka са вредношћу ВКАО од -172 mEq/kg SM obroka (*Block,* 1984). То потврђује да метаболизам калцијума има једну од кључних улога

у настанку пуерпералне парезе. Резултати више огледа у којима су испитиване различите вредности ВКАО у оброцима засушених крава, показали су оправданост превенирања млечне грознице оброцима са негативном вредношћу ВКАО.

*Block* (1984) и *Beede u cap.* (1992) утврдили су да краве у лактацији, које су произвеле у периоду пред тељење у оброку добијале анјонске соли, у наредној лактацији произвеле веће количине млека за 7%, односно 4%. *West u cap.* (1997) су утврдили да се производња млека повећава код крава које су у периоду пред тељење храњене оброцима са ВКАО вредношћу од -247 mEq/kg SM оброка, у поређењу са кравима храњени оброком са +50 mEq/kg SM оброка.

За ефикасно регулисање ацидо-базног статуса крава у периоду од две до три недеље пред тељење, поред могућности додавања анјонских соли, потребно пре је свега ограничити садржај  $K^+$  и  $Na^+$  јона у оброку, при чему посебну пажњу треба обратити на  $K^+$ , због његовог природно високог садржаја у хранивима. *Dishington*, (1975) је, чак и при вишем садржају калцијума у оброку, постигао добре резултате у превенирању порођајне хипокалцемије (у 92% случајева) исхраном засушених крава (две до три недеље пред тељење) оброцима са негативном вредношћу ВКАО. Сличне резултате, независно од садржаја калцијума у оброку, постигли су *Oetzel u cap.*, (1988) исхраном засушених крава оброком са ВКАО вредношћу од -75 mEq/kg SM оброка, у поређењу са ВКАО вредношћу оброка контролне групе крава (+189 mEq/kg SM оброка. *Block* (1984) и *Goff* (1991) су утврдили да је концентрација калцијумових јона већа у крви крава које су храњене оброцима са негативном вредношћу ВКАО у периоду пред тељење. *Leclerc u Block* (1989) су по цитату *Стојановића u cap.* (2003) утврдили да коефицијент корелације између вредности ВКАО и концентрације калцијума у плазми два дана пре тељења и један дан после тељења износи -0,51. У већини наведених истраживања, у којима су коришћене негативне вредности ВКАО, концентрација калцијума у оброку била је релативно висока (1,5% SM оброка).

Оброци којима се хране краве пре тељења најчешће су алкалогени. Вредности ВКАО ових оброка варирају између +150 и +300 mEq/kg SM. То је последица чињенице да у кабасти хранивима која се најчешће користе, превагу имају катјони над анјонима, односно код којих су разлике између катјона и анјона позитивне. Ово нарочито важи за сено луцерке, што практично ограничава (или искључује) коришћење овог хранива из оброка засушених крава. Мачији реп (*Phleum pratense*), или хранива из фамилије трава (*Gramminae*) много су погоднија за исхрану крава у периоду засушења. У суштини, постоји могућност да коришћење травног сена смањује појаву пуерпералне парезе пре свега због ниже вредности ВКАО, а мање због нижег садржаја калцијума, у односу на легуминозе (*Block*, 1997).

Неукусност анјонских соли (горак укус) може да утиче на смањење конзумирања суве материје оброка, конзумирање концентрата се може смањити и до 48%. Потпуније је конзумирање оброка, према резултатима *Oetzel-a* и *Barmore-a* (1993), када је у оброк укључен  $MgSO_4$ , него када је укључен  $NH_4Cl$ , или  $CaCl_2$  који значајно смањују конзумирање. Најбољи начин за прикривање горког укуса анјонских соли у оброцима крава је коришћење комплетних оброка.

Последњих неколико година урађене су студије у којима је изучавана могућност превенирања пуерпералне парезе редукијом суфицита калцијума у последњем месецу гравидитета, коришћењем синтетичког зеолита. Према резултатима *Thisling-Hansena* и *Jorgensena* (2001), *Thisling-Hansena u cap.* (2002) синтетички зеолит успешно веже катјонкалцијума. Капацитет везивања у распону рН од 7 до 11, износи преко 110 mg Ca/g зеолита. У истраживањима *Thisling-Hansena* и *Jorgensena* (2001), садржај Ca и P у сувој материји оброка за краве у

последњем месецу гравидитета (оброци су били идентични у контролној и огледној групи) износио је 0,64%, односно 0,45%. Вредност ВКАО била је изузетно висока, за ову категорију крава и износила је +283 meq/kg суве материје. Ниво калцијума у крвном серуму 75% крава контролне групе био је у прва два дана после тељења испод 2 mmol/l, при чему су вредности значајно варирале од 0,7 - 3,3 mmol/l. У огледној групи крава које су добиле синтетички зеолит (1 kg/крави дан), вредност калцијума у крвном серуму била је код свих крава изнад 2 mmol/l, а вредности су биле веома уједначене и кретале се од 2,1 - 3,2 mmol/l.

Слично томе, природни зеолит, захваљујући негативном наелектрисању и порозности, налази широку примену као катјонски измењивач. Садржај и врста измењивих катјона у зеолитском минералу може се контролисати и мењати у зависности од потребе. У киселој средини зеолит може да буде донор  $\text{Ca}^{2+}$ , а у базној акцептор  $\text{Ca}^{2+}$ . Предност природног зеолита у односу на синтетички је већа киселинска и термичка стабилност у условима примене. Поред тога, природни зеолит поред везивања катјона има способност везивања микотоксина, токсичних метала и амонијака, што су са аспекта исхране високопроизводних крава интересантне особине.

### Краве у лактацији

Вредност ВКАО у оброцима крава у лактацији треба да буде позитивна (+300 до +450 mEq/kg SM). Веће вредности, у оквиру наведених, препоручују се за скоро отелене краве. Вредност за катјонско-анјонску разлику у obroку треба да буде највећа на почетку лактације, што објашњава чињеницу да додати  $\text{NaHCO}_3$  у obroку, има мањи ефекат код крава после 100 дана лактације.

Резултати више истраживања показују да се конзумирање суве материје obroка, воде и производња млека повећавају при већим вредностима ВКАО у оброцима крава. Према резултатима које су добили *Delaquis* и *Block*, (1995), конзумирање суве материје obroка, и производња млека се повећавају са порастом вредности ВКАО у раној лактацији и у средини лактације (табела 6.).

**Табела 6. Утицај ВКАО вредности на конзумирање суве материје, воде и млечност**

	Рана лактација		Средина лактације		Касна лактација	
ВКАО, mEq/kg SM	258,1	55,5	327,7	140,2	402,6	199,8
Na %	0,39	0,42	0,38	0,41	0,44	0,46
K %	1,15	1,09	1,50	1,40	1,64	1,50
Cl %	0,30	0,35	0,21	0,22	0,35	0,36
S %	0,20	0,49	0,18	0,53	0,23	0,50
Сува материја, kg/дан	16,2	15,21	17,03	15,62	17,8	16,8
Вода, l/дан	83,7	76,7	86,4	76,3	90,7	86,7
Млеко, kg/дан	19,52	18,3	18,9	18,21	15,3	14,9

Према резултатима *West-a* (1997), највеће конзумирање суве материје obroка и производња млека били су код крава чија је вредност ВКАО од +350 до +450 mEq/kg SM obroка. У случају да је потребна знатнија корекција ВКАО, која не може да се коригује хранивима, могу се користити соли катјона (натријум-

-бикарбонат, натријум-карбонат, калијум-бикарбонат, калијум-карбонат, магнезијум-оксида др).

За санирање киселих индигестија у бурагу користе се често и природни минерали из групе алумосиликата (бентонит и зеолит). Они се најчешће користе појединачно, а могу и у комбинацији са неком од поменутих соли катјона (Адамовић и сар. 2005).

Један од таквих производа је развијен у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. Овај производ, под комерцијалним називом *Mix Plus*, произведен је на бази магнезијум-оксида, натријум-бикарбоната, бентонита и модификованог природног зеолита.

Магнезијум-оксид и натријум бикарбонат доприносе брзом повећању рН вредности (првих шест часова после храњења), односно смањењу киселости садржаја бурага. Магнезијум-оксид доприноси ресорпцији сирћетне киселине (која је прекурсор за синтезу млечне масти), и превенирању хипомагнезијемije. Натријум-бикарбонат доприноси повећању конзумирања суве материје obroка, повећању количине млека и млечне масти, подстиче животиње на веће пијење воде, а она разређује садржај бурага. На тај начин успорава се ферментација скроба у бурагу, а тиме и продукција пропионске и бутерне киселине које, поред млечне киселине, имају пресудну улогу у стварању киселих индигестија код крава.

Бентонит и зеолит спадају у групу алумосиликата који имају способност да у киселој средини вежу  $H^+$  јоне, а ослобађају катјоне ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $K^+$ ), што за резултат има смањење киселости средине. Ове промене дешавају се само док се не постигне неутрална средина (рН=7). У базној средини, ови минерали доводе до померања рН на неутралну вредност, тако што отпуштају  $H^+$  јоне а вежу катјоне ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $K^+$ ), а то указује на њихов амфотерни карактер. Због оваквих особина бентонита и зеолита овај минерални додатак може да се користи и за санирање алкалних индигестија. Поред тога, бентонит и модификовани природни зеолит у бурагу преживара успешно апсорбују микотоксине, токсичне метале, радионуклиде, везују вишак амонијака, угљен-диоксид и метан. Имају и способност везивања воде, услед чега бубре и повећавају волумен садржаја дигеста, што доприноси његовом равномернијем пасирању кроз тракт, а тиме и бољем варењу и коришћењу хране.

Производ се добија умешавањем све четири компоненте (магнезијум-оксид, натријум-бикарбонат, бентонит, модификовани природни зеолит) у турбо миксеру. Овим регулисањем рН бурага, обезбеђује се смањење наглих, тренутних и краткотрајних промена киселости каје настају када се користе магнезијум оксид или натријум-бикарбонат. Наиме, када се подешавање киселости бурага врши додатком магнезијум-оксида, долази до наглог повећавања рН које не траје дуго, већ само док се магнезијум-оксидом не преведе у магнезијум-хлорид, након чега се киселост враћа на почетну вредност. Када се за контролу рН бурага користи ова минерална смеша, његова корекција врши се постепено и због реверзибилности реакције траје дуго. Резултати коришћења минералне смеше *Mix Plus* у исхрани крава у првих 100 дана лактације приказани су у табелама 7 и 8.

**Табела 7.** Вредности рН течног садржаја бурага, крви, урина и фецеса и важнији биохемијски параметри крвног серума

Показатељ	Mix Plus у смеси, %	
	0,00	1,00
рН садржаја бурага пре јутарњег храњења	6,89	7,05
рН садржаја бурага 4 часа после јутарњег храњења	6,70	6,83



рН крви	7,38	7,60
рН урина	7,42	7,77
рН фецеса	6,74	6,88
Глукоза, mmol/L	3,28	3,21
Укупни протеини, g/L	63,79	62,12
Уреа, mmol/L	3,59	3,55
Са, mmol/L	2,75	2,69
Р, mmol/L	1,47	1,67
Са/Р	1,57	1,58

**Табела 8.** Количина и састав млека

Міх Plus у меши, %	Млеко по крави, (4% масти), kg/дан	Маст, %	Протеин, %	Лактоза, %	SM, %
Везани систем држања крава					
0	26,97	3,29	2,90	4,78	11,62
1	27,40	3,58	3,03	4,63	11,99
Слободан систем држања крава (на паши)					
0	12,95	3,36	2,80	4,51	11,55
1	13,75	3,42	2,89	4,51	11,71
1,5	15,18	3,51	2,84	4,59	11,83
Слободан систем држања крава (у стаји)					
0*	14,15	3,45	3,05	4,54	11,81
3	14,71	3,59	3,10	4,63	12,15
3,5	14,23	3,52	3,00	4,62	11,82
4	14,45	3,56	3,05	4,57	11,99

\*Допунска протеинска меша

## Закључак

Успостављање одговарајућег биланса катјона и анјона (ВКАО) омогућује оптималну електрохемијску реакцију у организму крава. Негативна вредност ВКАО у оброку одговара потребама крава у периоду засушења (од -50 до -150 mEq/kg SM оброка), док позитивна вредност ВКАО одговара кравама у лактацији (+300 до +450 mEq/kg SM оброка). Примена ових решења доприноси бољем конзумирању хране и воде, већој производњи млека, превенирању појаве пуерпералне парезе, бољим репродуктивним резултатима и самањењу асептичног пододерматитиса. При коришћењу соли катјона (код крава у лактацији) и анјона (краве у фази засушења), појединачно или у комбинацији са другим минералима (бентонит и зеолит), морају се имати подаци о рН вредности садржаја бурага, крви, урина и фецеса, као и садржају катјона и анјона у коришћеним хранивима.

## Литература

1. Адамовић М., Грубић Г., Лемић Л., Стојановић Б., Адамовић О, Радивојевић М. (2005): *Биланс катјона и анјона у оброцима крава у транзиционом периоду*. XI Међународни симпозијум технологије хране за животиње, 132-139.

2. Адамовић М., Лемјић Ј., Магдалена Томашевић-Чановић (2005): *Додатак за боље варење и коришћење хране код крава*. Патент, пр. бр. 00427/05.
3. Beede D.K.:The DCAD concept (1992):*Transition rations for dry pregnant cows*. Feedstufs 64: 12.
4. Beede, D.K., Risco, C. A., Donovan, G. A., Wang, C., Archbald, L. F., Sanchez, W. K. (1992): *Nutritional management of the late pregnant dry cow with particular reference to dietary cation-anion difference and calcium supplementation*. 24. Annu. Conv. Am. Assc. Bovine Practiciones, Orlando.
5. Beede, D. C. (1996): *Nutritional management of cows in transition*. Michigan Dairy Review Vol.1, No3, 1996.
6. Block, E. (1984): *Manipulating dietary anions and cations for prepartum cows to reduce incidence of milk fever*. J. Dairy Sci. 67:2939.
7. Block Elliot, (1997): *Dietary cation-anion balance in dairy cow nutrition*. West Canadian Dairy Seminar.
8. Byers, D. I. (1994): *Management considerations for successfull use of anionic salts in dairy cow diets*. Comp. Cont. Ed. Pract. Vet. Food Anim. 16:237-242.
9. Chamberlain A.T., Wilkinson J.M.(2002): *Feeding the Dairy Cow*. Chalcombe Publications.
10. Delaquis, A.M., Block,E. (1995): *Dietary cation-anion difference, acid-base status, mineral metabolism, renal function, and milk production of lactating cows*. J. Dairy Sci. 78:2259-2284.
11. Dishington, I. W. (1975): *Prevention of milk fever by dietary salt suppllements*. Act. Vet. Scand. 16:503.
12. Erdman, R. A., Hemken, R. W., Bull, L. S. (1982): *Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism and digestion*. J. Dairy Sci. 65:712.
13. Goff, J. P., and R. L. Horst (1997): *Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows*. J. Dairy Sci. 80:176.
14. Goff, J. P. (1999): *Treatment of calcium, phosphorus, and magnesium balance disorders.*, The Veterinary Clinics of North America, page 619.
15. Goff, J. P., R. L. Horst, F. J. Mueller, J. K. Miller, G. A. Kiess, and H. H. Dowlen (1991): *Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever*. J. Dairy Sci. 74:3863.
16. Goff, J. P., R. L. Horst, and T. A. Reinhardt (1987): *The pathophysiology and prevention of milk fever*. Vet. Med. 82:943.
17. Грубић, Г., Адамовић, М., Ђорђевић, Н., Стојановић, Б. (2002): *Нови нормативи за исхрану музних крава*. Млекарство, бр.2. Стр. 37-42. Београд.
18. Грубић Г., Адамовић М. (2003): *Исхрана високопроизводних крава*. II издање, Београд.
19. Horst, R. L., Goff, J. P. Reinhard, T. A., Buxton, D. R. (1997): *Strategies for preventing milk fever in dairy cattle*. 1997. J. Dairy Sci. 80:1269-1280.

20. Иванов И., Шаманц Х. (2005): *Одлике метаболизма минералних материја крава у пуерпералном периоду*. XXVI Семинар предавања за иновације знања ветеринара. Зборник предавања, 65-70. Београд.
21. Јовановић Р., Ралевић В., Гламочић Д. (2000): *Исхрана домаћих животиња*, Нови Сад.
22. Јовановић М. (1984): *Физиологија домаћих животиња*, Медицинска књига, Београд-Загреб.
23. NRC (National Research Council). (2001): *Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> revised edition*. National Academy of Science, Washington, D.C.
24. Обрачевић Ч. (1973): *Основи исхране домаћих животиња*. Минерва, Суботица- Београд.
25. Oetzel, G. R., Fettman, M.J., Hamar, D.W., Olson, J.D. (1991): *Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status and urinary calcium excretion in dairy cows*. J. Dairy Sci. 74:965.
26. Oetzel, G. R., Olson, J.D., Curtis, C.R., Fettman, M.J. (1988): *Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows*. J. Dairy Sci. 71:3302.
27. Oetzel, G. R., (1993): *Use of anionic salts for prevention of milk fever in dairy cattle*. Comp. Cont. Ed. Pract. Vet. Food. Anim. 15:1138-1146.
28. Oetzel, G. R., Barmore, J. A. 1993: *Intake of a concentrate mixture containing various anionic salts fed to pregnant, nonlactating dairy cows*. J. Dairy Sci. 76:1617-1623.
29. Sattler J. D. (2002): *Fine tuning rations via DCAD balancing*. Herd Systems. Midwest Dairy Business, 12-15.
30. Стојановић Б. Грубић Г., Адамовић О. (2003): *Биланс катјона и анјона у оброцима млечних крава*. Млекарство, бр. 15, 449-455,
31. Tauriainen, S. (2001): *Dietary cation-anion balance and calcium and magnesium intake of the dry cow*. Academic dissertation, Helsinki .
32. Tucker, W. B., Harrison, G. A., Hemken, R. W. 1988. *Influence of dietary cation-anion balance on milk, blood, urine and rumen fluid in lactation dairy cows*. J. Dairy Sci. 71:346.

Примљено: 15.12.2005.

Редиговано: 25.12.2005.

# MINERAL SUBSTANCES - REGULATORS ELECTROCHEMICAL REACTION OF THE CONTENS RUMEN IN HIGH YIELDING DAIRY COWS

M. Adamović, H. Šamanc, V. Stojić, I. Vujanac, G. Grubić,  
B. Stojanović, J. Lemić

UDC: 636.2.084/.085

## Summary

The contemporary informations about importance and possibilities for maintaining the optimal electrochemical reaction in the organism in high yielding dairy cows were given in this paper. The most important functions were shown for cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) and anions ( $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ), and variability in their content in feedstuffs. The equations for calculation the cation/anion balance (DCAD) in cow diets were given and practical examples of their use. It is concluded that the problem of optimal electrochemical reaction in the body of high yielding dairy cows can be solved, although to a limited extent, using feedstuffs with favorable cation/anion ratio. When it is not possible to solve the problem with feedstuff choice, the effective way is to use chemical compounds in the form of cation and anion salts, and preparations based on natural minerals (zeolite, bentonite). The results of experiments where some DCAD-regulating mixtures were used and their effects on prevention of hypocalcaemia, which causes puerperal paresis, and the main productive and reproductive parameters in cows.

*Key words:* cows, feed, cations, anions.

**Author`s address:**  
**Dr Milan Adamović**  
**Institut za tehnologiju nuklearnih i**  
**drugih mineralnih sirovina**  
**11000 Beograd**

Received: 15.12.2005.  
Accepted: 25.12.2005.