

## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 62, No 4 (2011)



### Subacute ruminai acidosis in dairy cows

G. C. KITKAS (Γ.Χ. ΚΙΤΚΑΣ), N. PANOUSIS (Ν. ΠΑΝΟΥΣΗΣ), G. E. VALERGAKIS (Γ.Ε. ΒΑΛΕΡΓΑΚΗΣ), Ch. KARATZIAS (Χ. ΚΑΡΑΤΖΙΑΣ)

doi: [10.12681/jhvms.14867](https://doi.org/10.12681/jhvms.14867)

#### To cite this article:

KITKAS (Γ.Χ. ΚΙΤΚΑΣ) G. C., PANOUSIS (Ν. ΠΑΝΟΥΣΗΣ) N., VALERGAKIS (Γ.Ε. ΒΑΛΕΡΓΑΚΗΣ) G. E., & KARATZIAS (Χ. ΚΑΡΑΤΖΙΑΣ) C. (2017). Subacute ruminai acidosis in dairy cows. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 62(4), 352–362. <https://doi.org/10.12681/jhvms.14867>

## ■ Subacute ruminal acidosis in dairy cows

Kitkas G.C.<sup>1</sup>, DVM, MSc, Panousis N.<sup>1</sup>, DVM, PhD, DipECBHM, Valergakis G.E.<sup>2,†</sup>, DVM, PhD,  
Karatzias Ch.<sup>1</sup>, DVM, PhD, DipECBHM

<sup>1</sup> Clinic for Farm Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>2,†</sup> Department of Animal Production, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki

## ■ Υποξεία δυσπεπτική οξέωση των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων

Γ.Χ. Κίτκας<sup>1</sup>, DVM, MSc, Ν. Πανούσης<sup>1</sup>, DVM, PhD, DipECBHM, Γ.Ε. Βαλεργάκης<sup>2,†</sup>, DVM, PhD,  
Χ. Καρατζιάς<sup>1</sup>, DVM, PhD, DipECBHM

<sup>1</sup> Κλινική Παραγωγικών Ζώων, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

<sup>2,†</sup> Εργαστήριο Ζωοτεχνίας, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

**ABSTRACT.** Subacute or subclinical ruminal acidosis (SARA) is one of the most important metabolic diseases of dairy cows, characterized by a decrease in pH of rumen fluid below 5.5 (up to 5), certain hours after feeding. SARA is commonly found in intensive livestock production systems; so far, its prevalence has been studied only in few countries and was found to be particularly high. The disease is caused by a decrease in rumen pH below normal level, due to an excessive increase of rumen volatile fatty acids (VFA) concentration. The increased concentration of VFA could be due to diets rich in easily fermentable carbohydrates or slow absorption of the VFA by the rumen wall, due to maladjustment in high energy diets. Finely chopped feeds that do not adequately stimulate mastication and rumination, resulting in less production of saliva that acts as a buffer of the rumen fluid pH, seem to play an important role in the etiology of the disease. The diagnosis of SARA, based on its definition, is established by rumen pH determination, at specific time intervals after feeding. Continuous pH data acquisition can be obtained, for research purposes only, by rumen cannulation and immersion in rumen fluid of a pH-meter that continuously transmits pH data to a computer. Alternatively, the pH-measuring device can be inserted orally into the rumen in a bolus form, which is also a transmitter sending the pH data continuously to a computer. The latter method is very promising for clinical practice, but, unfortunately, is currently too expensive. It is easier and more affordable for practitioners to obtain a rumen fluid sample by either using a rumen tube or, preferably, by performing rumenocentesis, by which rumen fluid free of “contaminating” saliva is collected. Rumenocentesis is safe, easy to perform and more accurate than rumen tubing. The impact of SARA in dairy cows includes, amongst others, reduction of milk production, milk fat content depression, laminitis and, therefore, lameness, liver abscesses formation and, therefore, caudal vena cava syndrome, increased culling rate without any obvious cause etc. SARA treatment and prevention is mainly based on management and dietary measures that eliminate the causes of the disease.

**Keywords:** subacute ruminal acidosis, diagnosis, prevention, dairy cows

*Correspondence:* Panousis N.

Clinic for Farm Animals, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki  
11, St. Voutyra str., 546 27, Thessaloniki  
Tel.: 0030 2310 994501, Fax: 0030 2310 994470, E-mail: panousis@vet.auth.gr

*Αλληλογραφία:* Ν. Πανούσης

Κλινική Παραγωγικών Ζώων, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Στ. Βουτυρά 11, 546 27, Θεσσαλονίκη  
Τηλ: 2310 994501, Fax: 2310 994470, E-mail: panousis@vet.auth.gr

*Submission date:* 15.07.2011

*Approval date:* 21.10.2011

*Ημερομηνία υποβολής:* 15.07.2011

*Ημερομηνία εγκρίσεως:* 21.10.2011

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ.** Η υποξεία ή υποκλινική δυσπεπτική οξέωση (Subacute Ruminant Acidosis, SARA) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεταβολικές νόσους των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων και χαρακτηρίζεται από πτώση του pH του περιεχομένου της μεγάλης κοιλίας (MK), λίγες ώρες μετά τη χορήγηση τροφής, κάτω από 5,5 (έως και 5). Από τη μελέτη της επιδημιολογίας της προκύπτει ότι η SARA απαντάται συχνότερα σε εντατικές εκτροφές και η εμφάνισή της, αν και έχει μελετηθεί μόνο σε λίγες χώρες, είναι ιδιαίτερα αυξημένη. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της νόσου αποτελεί η πτώση του pH του περιεχομένου της MK κάτω από τα φυσιολογικά όρια, λόγω της υπέρμετρης αύξησης της συγκέντρωσης των πτητικών λιπαρών οξέων (ΠΛΟ) σε αυτό. Η αύξηση της συγκέντρωσης των ΠΛΟ μπορεί να οφείλεται είτε στην υπέρμετρη παραγωγή τους από τη χορήγηση σιτηρεσίων πλούσιων σε ταχέως ζυμώμενους υδατάνθρακες είτε σε βραδεία απορρόφηση των ΠΛΟ από το τοίχωμα της MK είτε λόγω ελλιπούς προσαρμογής του σε υπιενεργειακά σιτηρέσια είτε λόγω βλάβης του. Σημαντικό ρόλο στην πρόκληση της νόσου φαίνεται να διαδραματίζουν και οι λεπτοτεμαχισμένες ζωοτροφές, οι οποίες δεν διεγείρουν επαρκώς τη μάσηση κατά την πρόσληψη της τροφής και τον μηρυκασμό, με συνέπεια τη μικρή παραγωγή σιέλου, ο οποίος δρα ρυθμιστικά στο pH της MK. Η διάγνωση της SARA, σύμφωνα με τον ορισμό της, στηρίζεται στη μέτρηση του pH της MK σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μετά την παράθεση τροφής. Η συνεχής μέτρηση του pH για ερευνητικούς λόγους γίνεται είτε με τη δημιουργία μόνιμου συριγγίου στη MK, απ' όπου εισάγεται συσκευή μέτρησης pH, είτε με τη χορήγηση από το στόμα ειδικού βόλου-πομπού μέτρησης του pH, ο οποίος καταγράφει και αποστέλλει τις μετρήσεις σε υπολογιστή-δέκτη. Η δεύτερη μέθοδος, λόγω του απαιτούμενου εξοπλισμού, προς το παρόν είναι ιδιαίτερα δαπανηρή, ταυτόχρονα όμως, πολλά υποσχόμενη. Στην κλινική πράξη η συλλογή δείγματος περιεχομένου MK γίνεται είτε με τη χρήση στομαχικού καθετήρα είτε, ακόμη καλύτερα, μετά από παρακέντηση της MK. Οι επιπτώσεις της νόσου στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη μείωση της γαλακτοπαραγωγής, την πτώση της λιποπερικτικότητας του παραγόμενου γάλακτος, την πρόκληση ενδονυχίτιδας και, κατά συνέπεια, χλωρότητας κ.ά. Η αντιμετώπιση της SARA βασίζεται σε διαχειριστικά και διατροφικά μέτρα που στόχο έχουν την εξάλειψη των αιτιών της νόσου.

**Λέξεις ευρετηρίασης:** υποξεία δυσπεπτική οξέωση, διάγνωση, πρόληψη, γαλακτοπαραγωγές αγελάδες

## Εισαγωγή

Η υποξεία δυσπεπτική οξέωση (Subacute Ruminant Acidosis, SARA), γνωστή και ως υποκλινική οξέωση (Subclinical Ruminant Acidosis, SRA), αποτελεί διαταραχή του πεπτικού συστήματος των βοοειδών στην οποία το pH του περιεχομένου της μεγάλης κοιλίας (MK) εμφανίζει πτώση, λίγες ώρες μετά τη χορήγηση τροφής, κάτω από 5,5 και έως 5 (Kleen 2003). Παρά το γεγονός ότι ο παραπάνω ορισμός γίνεται ευρύτερα αποδεκτός στη διεθνή βιβλιογραφία, υφίστανται ακόμη αποκλίνουσες απόψεις τόσο για την κατώτερη φυσιολογική τιμή pH του περιεχομένου της MK (Garrett 1996, Keunen et al. 2002, Plaizier et al. 2008), όσο και για το εάν η εξέλιξη της νόσου είναι υποκλινική, υποξεία ή ακόμη και χρόνια (Slyter 1976, Garrett 1996, Nocek 1997).

Στις ΗΠΑ και τον Καναδά θεωρείται νόσος μεγάλης οικονομικής σημασίας. Υπολογίζεται ότι επιφέρει ζημία 1,12 δολάρια την ημέρα ανά προσβεβλημένη αγελάδα και συνολικά 0,5-1 δισεκατομμύριο δολάρια ετησίως στη γαλακτοπαραγωγό αγελαδοτροφία των ΗΠΑ (Enemark 2008). Η νόσος θεωρείται μεγάλης σπουδαιότητας, όχι μόνο λόγω των οικονομικών επιπτώσεων, αλλά και της σύνδεσής της άμεσα με το επίπεδο ευζωίας των αγελάδων, εξαιτίας της χλωρότητας που προκαλεί μέσω της ενδονυχίτιδας (Nocek

1997, NRC 2001).

Η SARA αποτελεί σημαντικότερο πρόβλημα σε επίπεδο εκτροφής παρά σε ατομικό επίπεδο. Στο Ουισκόνσιν των ΗΠΑ διαπιστώθηκε ότι έπασχαν από υποξεία δυσπεπτική οξέωση το 19% και 26% των αγελάδων που βρισκόνταν στην αρχή και στο μέσο της γαλακτικής περιόδου, αντίστοιχα (Garrett et al. 1997). Στην Ιταλία, 3 από τις 10 εκτροφές που εξετάστηκαν είχαν περισσότερες από το 33% των αγελάδων με pH MK  $\leq 5,5$ , ενώ 5 εκτροφές είχαν περισσότερες από το 33% των αγελάδων τους με pH MK  $\leq 5,8$  (Morgante et al. 2007). Στην Ιρλανδία, σε ομαδικό επίπεδο, SARA ανευρέθηκε σε 3 από τις 12 εκτροφές (25%) που εξετάστηκαν, ενώ άλλες 6 από τις 12 (50%) είχαν περισσότερα από το 33% των ζώων με pH MK  $\leq 5,8$  (O'Grady et al. 2008). Στο Ιράν, 54 από τις 196 (27,6%) συνολικά αγελάδες που ελέγχθηκαν, από 10 διαφορετικές εκτροφές, έπασχαν από SARA. Οι 22 από αυτές βρισκόνταν στην αρχή και οι υπόλοιπες 32 στο μέσο της γαλακτικής περιόδου (Tajik et al. 2009). Τέλος, στην Ολλανδία, το 13,7% από το σύνολο των 196 αγελάδων που εξετάστηκαν από 18 εκτροφές εμφάνιζαν pH  $\leq 5,5$ , ενώ το 16,8% είχε pH 5,6 - 5,7 (Kleen et al. 2009). Στην Ελλάδα έγινε παρακέντηση της MK σε 153 αγελάδες, από 12 εκτροφές, και ανευρέθηκε η νόσος σε 24 ζώα (15,7%). Από τις 12 εκτροφές, οι 4 (25%) ήταν SARA-θετικές (Kitkas 2011).

### Αιτιοπαθογένεια της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης

Το pH του περιεχομένου της ΜΚ των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων κυμαίνεται φυσιολογικά μεταξύ 5,5 και 7 (Krause and Oetzel 2006). Το pH μειώνεται όταν συγκεντρώνονται στη ΜΚ οργανικά οξέα, όπως τα πτητικά λιπαρά οξέα (οξικό, βουτυρικό και προπιονικό) και το γαλακτικό οξύ. Υπέρετρη αύξηση της παραγωγής των πτητικών λιπαρών οξέων, και κατά συνέπεια πτώση του pH, προκαλείται όταν το σιτηρέσιο των αγελάδων περιλαμβάνει μεγάλη ποσότητα συμπυκνωμένων ζωοτροφών και μικρή αναλογία χονδροειδών προς τις συμπυκνωμένες (Oetzel 1999). Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές (κατά κύριο λόγο δημητριακοί καρποί, αλλά και κάποια υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών) περιέχουν κατά κανόνα υψηλό ποσοστό υδατανθράκων που ζυμώνονται με ταχύ ρυθμό από τους μικροοργανισμούς της ΜΚ, γεγονός το οποίο προκαλεί ταχεία ανάπτυξη των βακτηρίων του περιεχομένου της ΜΚ που παράγουν τα παραπάνω οξέα και συνεχόμενη επιδείνωση του προβλήματος (NRC 2001).

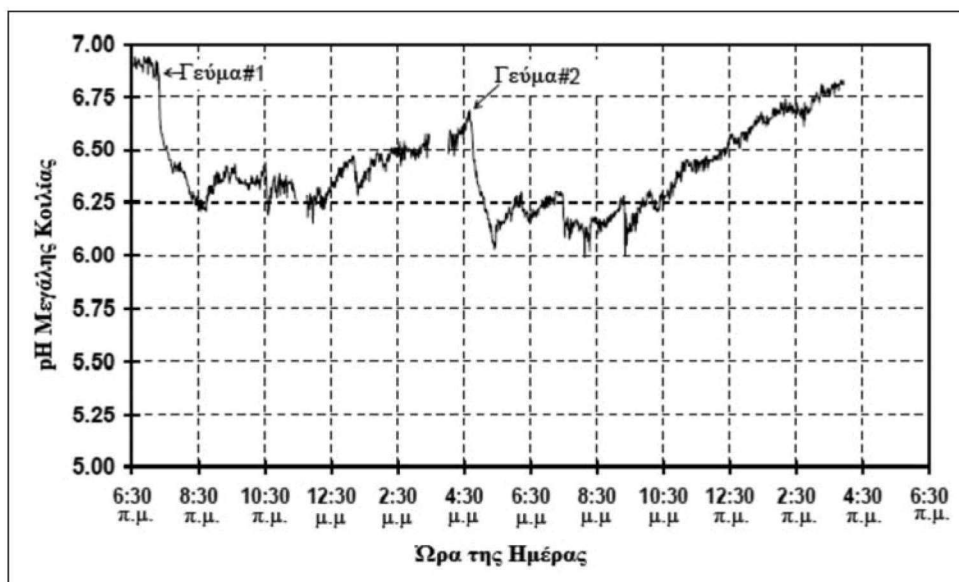
Το pH του περιεχομένου της ΜΚ μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μεταβολές από 0,5 έως 1 μονάδας pH είναι συχνές και εξαρτώνται από την ποσότητα των υδατανθράκων που προσλαμβάνονται κατά τη διάρκεια κάθε γεύματος (Nocek et al. 2002). Χαρακτηριστικό παράδειγμα των παραπάνω μεταβολών μετά από τα γεύματα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1. Μεγαλύτερες πιθανότητες εμφάνισης SARA υπάρχουν στο αρχικό και στο

μεσαίο στάδιο της γαλακτικής περιόδου (Kleen 2003).

Η ταχεία μετάβαση από το σιτηρέσιο της ξηρής περιόδου σε αυτό της γαλακτοπαραγωγής αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης SARA (Nocek 1997). Κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου η ΜΚ προσαρμόζεται σε ένα σιτηρέσιο βασισμένο σε χονδροειδείς ζωοτροφές, γεγονός που προκαλεί μείωση του μήκους των θηλών της, ενώ οι μικροοργανισμοί που κυριαρχούν είναι κυτταρολυτικοί, ικανοί να διασπούν κυρίως χονδροειδείς τροφές. Κατά τη μετάβαση στο σιτηρέσιο της γαλακτικής περιόδου, το οποίο περιέχει συνήθως υψηλό ποσοστό υδατανθράκων που ζυμώνονται ταχέως, οι θηλές επιμηκύνονται και η απορροφητική τους επιφάνεια αυξάνει. Για την προσαρμογή των θηλών της ΜΚ στο σιτηρέσιο της γαλακτικής περιόδου, όμως, απαιτούνται 4 έως 6 εβδομάδες (Dirksen et al. 1985). Εάν δεν υπάρχει αυτή η μεταβατική περίοδος προσαρμογής, οι θηλές της ΜΚ δεν αποκτούν το απαραίτητο λειτουργικό μήκος, με αποτέλεσμα την ελάττωση της ταχύτητας απορρόφησης των παραγόμενων πτητικών λιπαρών οξέων, γεγονός που προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσής τους στη ΜΚ και πτώση του pH του περιεχομένου της. Όταν το pH του περιεχομένου της ΜΚ κυμαίνεται μεταξύ 5,6 και 6, τα βακτήρια που παράγουν γαλακτικό οξύ, όπως ο *Streptococcus bovis*, και τα βακτήρια που χρησιμοποιούν το παραγόμενο γαλακτικό οξύ, όπως το *Megasphaera elsdenii*, βρίσκονται σε ισορροπία, εμποδίζοντας έτσι την αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος που προκαλεί πτώση του pH της ΜΚ

**Figure 1.** Changes in ruminal pH after feeding; early lactation cow fed a total mixed ration twice daily (Oetzel 2007)

**Διάγραμμα 1.** Μεταβολές του pH του περιεχομένου της ΜΚ μετά τη χορήγηση τροφής σε αγελάδες που βρίσκονται στην αρχή της γαλακτικής περιόδου και στις οποίες χορηγείται ενιαίο σιτηρέσιο 2 φορές την ημέρα (Oetzel 2007)



(Goad και συν., 1998). Η προσαρμογή των μικροοργανισμών της ΜΚ σε σιτηρέσιο με αυξημένο ποσοστό συμπυκνωμένων ζωοτροφών διαρκεί περίπου 3 εβδομάδες (Mackie and Gilchrist 1979). Ο χρόνος των 3 εβδομάδων είναι απαραίτητος για την αύξηση του πληθυσμού των *Megasphaera elsdenii* και *Selenomonas ruminantium*, βακτηρίων τα οποία μεταβολίζουν το γαλακτικό οξύ, όταν παράγεται σε μικρές ποσότητες στη ΜΚ, και το μετατρέπουν σε πτητικά λιπαρά οξέα.

Η ΜΚ των αγελάδων που βρίσκονται στο μεσαίο στάδιο της γαλακτικής περιόδου είναι καλά προσαρμοσμένη σε σιτηρέσια πλούσια σε συμπυκνωμένες ζωοτροφές, οπότε ο κίνδυνος εμφάνισης SARA πρόκειται μόνο από σφάλματα στον καταρτισμό και στην προετοιμασία του σιτηρεσίου. Η χορήγηση αυξημένης ποσότητας υδατανθράκων που ζυμώνονται με ταχύ ρυθμό αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης δυσπεπτικής οξέωσης. Η προσλαμβανόμενη ποσότητα υδατανθράκων που ζυμώνονται ταχέως εξαρτάται από την ποσότητα της προσλαμβανόμενης ξηρής ουσίας. Έτσι, οι αγελάδες που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ξηράς ουσίας παρουσιάζουν μεγαλύτερες πιθανότητες εμφάνισης SARA (Krause and Oetzel 2006). Άλλοι παράγοντες που ευνοούν την εμφάνιση της νόσου αποτελούν η υγρασία και ο τρόπος επεξεργασίας των δημητριακών καρπών. Αν οι καρποί είναι αλεσμένοι, νιφάδοποιημένοι ή περιέχουν υψηλά ποσοστά υγρασίας, ο κίνδυνος πρόκλησης SARA είναι μεγαλύτερος, αφού οι συνθήκες αυτές ευνοούν την ταχύτερη ζύμωση των υδατανθράκων που περιέχονται σε αυτούς (Owens et al. 1998).

Ο σιέλος των μηρυκαστικών αποτελεί σημαντικό ρυθμιστικό παράγοντα του pH της ΜΚ, αφού περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις νατρίου, καλίου και διττανθρακικών και φωσφορικών αλάτων (Van Soest 1994). Η ποσότητα του παραγόμενου σιέλου εξαρτάται άμεσα από το χρόνο που δαπανά η αγελάδα για τη μάσηση της τροφής της κατά την πρόσληψη και το μηρυκασμό (Maekawa et al. 2002). Ο λεπτοτεμαχισμός των χονδροειδών ζωοτροφών ελαττώνει σημαντικά τη διάρκεια της μάσησης κατά την πρόσληψη της τροφής και τον μηρυκασμό, γεγονός που οδηγεί στην παραγωγή μικρότερης ποσότητας σιέλου, με αποτέλεσμα την πτώση του pH της ΜΚ, λόγω της μείωσης της ρυθμιστικής επίδρασης του σιέλου (Nordlund et al. 1995). Αυτός ο λεπτοτεμαχισμός συνήθως παρατηρείται στην πράξη όταν ο αναμικτήρας-ενσιρωδιανομέας αναμειγνύει τις ζωοτροφές για μεγαλύτερο

από τον απαιτούμενο χρόνο. Αν το σιτηρέσιο περιέχει λιγότερο από 7% μακρόκλιωνα τεμάχια τροφής (όπως αυτά διαχωρίζονται με τους ηθμούς διήθησης της συσκευής Penn State Particle Separator), υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης SARA (Grant et al. 1990). Στον αντίποδα, αν το σιτηρέσιο έχει μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ποσοστό μακρόκλιωνων τεμαχίων τροφής (>15%), τότε είναι εύκολο για τα ζώα να τα διαχωρίσουν, καταναλώνοντας έτσι μεγαλύτερο ποσοστό συμπυκνωμένων τροφών από εκείνο που υπολογίστηκε κατά τον καταρτισμό του σιτηρεσίου (Martin 1999, 2000), προκαλώντας τελικά πάλι SARA.

### Διάγνωση της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης

Η διάγνωση της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης με βάση μόνο τα κλινικά συμπτώματα είναι αδύνατη, επειδή αυτά δεν είναι παθογνωμονικά και, επιπλέον, εμφανίζονται ημέρες ή εβδομάδες μετά την πτώση του pH της ΜΚ (Kleen et al. 2003). Έτσι, μόνο υποψία της νόσου μπορεί να υπάρξει. Η ακριβής διάγνωση της SARA γίνεται με τη μέτρηση του pH του περιεχομένου της ΜΚ. Εκτός αυτού, υπάρχουν και άλλα διαγνωστικά κριτήρια που παρουσιάζουν διαφορετικού βαθμού συσχέτιση με τη νόσο, όπως χαρακτηριστικά του γάλακτος, του αίματος, των κοπράνων, του ούρου κ.ά.

### Μέτρηση του pH του περιεχομένου της μεγάλης κοιλίας

Για τη μέτρηση του pH του στομαχικού περιεχομένου των αγελάδων περιγράφονται δύο μέθοδοι στη διεθνή βιβλιογραφία: 1) Στιγμαία μέτρηση, μετά από λήψη περιεχομένου με στομαχικό καθετήρα ή, προτιμότερα, με παρακέντηση της μεγάλης κοιλίας και μέτρηση του pH με κατάλληλη συσκευή και 2) συνεχής (μακροχρόνια) μέτρηση, με τοποθέτηση ειδικής συσκευής-πομπού στη μεγάλη κοιλία (μετά από χειρουργική επέμβαση και δημιουργία μόνιμου συριγγίου) που αποστέλλει τις μετρήσεις του pH του περιεχομένου της σε ειδικό δέκτη, συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή, καταγράφοντας έτσι τις τιμές του pH ολόκληρο το 24ωρο (Duffield et al. 2004). Η τελευταία μέθοδος βρίσκει εφαρμογή για ερευνητικούς σκοπούς και όχι στην κλινική πράξη. Τα τελευταία χρόνια διατίθενται στο εμπόριο πομποί σε μορφή βώλων (Smactec<sup>®</sup>, SMAXTEC GmbH, Austria) που χορηγούνται από το στόμα και καταγράφουν συνεχώς (έως 50 ημέρες) το pH της ΜΚ. Η μέθοδος αυτή είναι ακριβής και εύκολα εφαρμόσιμη, αλλά έχει αυξημένο

**Table 1.** Interpretation of pH value on the presence or absence of SARA, according to the sampling method (Duffield et al. 2004, Enemark 2008).**Πίνακας 1.** Ερμηνεία της τιμής του pH για την παρουσία ή όχι SARA ανάλογα με τη μέθοδο δειγματοληψίας (Duffield et al. 2004, Enemark 2008).

Αντιστοίχιση τιμής pH με την παρουσία SARA			
Μέθοδος λήψης στομαχικού περιεχομένου	SARA αρνητικό	Οριακά φυσιολογικό	SARA θετικό
Παρακέντηση MK	>5,8	>5,5 έως 5,8	≤5,5
Στομαχικός καθετήρας	>6,2	>5,9 έως 6,2	≤5,9

κόστος. Σχετικά με την αξιοπιστία των δύο μεθόδων, η συνεχής μέτρηση του pH της MK είναι ακριβέστερη, αλλά η στιγμιαία μέτρηση είναι εύκολα εφαρμόσιμη στην κλινική πράξη και πολύ χαμηλού κόστους.

Οι Duffield και συν. (2004) σύγκριναν τις τιμές του pH του στομαχικού περιεχομένου που λάμβαναν με στομαχικό καθετήρα ή με παρακέντηση της MK με την τιμή pH που λάμβαναν απευθείας από το περιεχόμενο της MK, μετά από τη δημιουργία μόνιμου συριγγίου. Διαπίστωσαν ότι οι μετρήσεις από τα δείγματα που λήφθηκαν με παρακέντηση ήταν ακριβέστερες από εκείνες που λήφθηκαν με καθετήρα και είχαν κατά μέσο όρο τιμή pH μικρότερη κατά 0,44 μονάδες. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην πρόσμειξη του δείγματος με σίελο κατά τον οισοφαγικό καθετηριασμό, γεγονός που αυξάνει την τιμή του pH. Σε ανάλογη μελέτη των Enemark και συν. (2004) η μέση διαφορά ήταν 0,76. Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται οι τιμές του pH του περιεχομένου της MK και η ερμηνεία τους, σε συνάρτηση με τη μέθοδο λήψης του.

Η λήψη στομαχικού περιεχομένου με παρακέντηση της MK μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί στην κλινική πράξη και δεν προκαλεί ιδιαίτερες επιπλοκές. Οι Kleen et al. (2004) διαπίστωσαν ότι επιπλοκές εμφανίζονται σε ποσοστό 5,5% (9/164 αγελάδες) και αφορούν κυρίως στη δημιουργία υποδόριων αποστημάτων και αιματωμάτων.

Η διάγνωση της SARA έχει μεγαλύτερη σημασία όταν γίνεται σε επίπεδο εκτροφής παρά σε ατομικό. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να λαμβάνεται στομαχικό περιεχόμενο από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού της εκτροφής. Το δείγμα που χρειάζεται στην κλινική πράξη (διάστημα εμπιστοσύνης του μέσου 75%) για να διαπιστωθεί η ύπαρξη SARA σε μία εκτροφή είναι μικρότερο από αυτό που απαιτείται για ερευνητικούς σκοπούς (διάστημα εμπιστοσύνης

του μέσου 95%) (Oetzel 2004). Έτσι, για την κλινική πράξη, η μέτρηση του pH του περιεχομένου της MK τουλάχιστον 12 ζώων θεωρείται αντιπροσωπευτική για ολόκληρη την ομάδα ζώων (π.χ. ομάδα υψηλής γαλακτοπαραγωγής) ή εάν δεν υπάρχουν ομάδες, για την εκτροφή (Oetzel 2004). Εάν σε 3 ή περισσότερες από τις 12 αγελάδες ( $\geq 25\%$ ), από τις οποίες λήφθηκαν δείγματα με παρακέντηση, το pH της MK είναι ίσο ή μικρότερο του 5,5, τότε θεωρείται ότι η εκτροφή αντιμετωπίζει πρόβλημα SARA. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται 5-8 ώρες μετά την παράθεση της τροφής όταν χορηγείται ενιαίο σιτηρέσιο (TMR), χρόνος που αντιστοιχεί στη χαμηλότερη τιμή του pH του περιεχομένου της MK. Όταν, όμως, χορηγείται βασικό και συμπληρωματικό σιτηρέσιο, ο αντίστοιχος χρόνος δειγματοληψίας είναι 2-4 ώρες μετά τη χορήγηση του συμπληρωματικού σιτηρέσιου (Oetzel 2004).

Στις εκτροφές που χορηγείται βασικό και συμπληρωματικό σιτηρέσιο, μεγαλύτερη περίοδος κινδύνου για την εμφάνιση της SARA θεωρούνται οι πρώτες 50 ημέρες της γαλακτικής περιόδου, ενώ σε όσες χορηγείται ενιαίο σιτηρέσιο μεγαλύτερη περίοδος κινδύνου είναι το διάστημα μεταξύ 50 και 150 DIM (Days-In-Milk) (Oetzel 2004). Οι Nordlund et al. (1995) υποστηρίζουν ότι η εξέταση τουλάχιστον 12 αγελάδων σε κάθε ένα από τα δύο παραπάνω χρονικά διαστήματα, εφόσον καταναλώνουν το ίδιο σιτηρέσιο, θα έχει μεγαλύτερη διαγνωστική αξία. Οι Kleen et al. (2003) προτείνουν οι εξεταζόμενες αγελάδες να ευρίσκονται μεταξύ 2 και 180 DIM.

#### Άλλες παράμετροι του περιεχομένου της MK

Εκτός από την τιμή του pH του περιεχομένου της MK, στοιχεία για τη μεταβολή της κατάστασης του περιεχομένου της στις διάφορες δυσπεψίες, συμπεριλαμβανομένης και της SARA, αποτελούν το χρώμα,

η οσμή, το ξώδες, η καθίζηση, ο αριθμός πρωτοζώων κ.ά. (Enemark 2008, Kleen et al. 2009). Η συγκέντρωση του βαλερικού οξέος στην Μ.Κ. έχει, επίσης, συσχετιστεί πρόσφατα με την παρουσία υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης (Enemark et al. 2004, Bramley et al. 2005, Morgante et al. 2007), κάτι που αποδίδεται στην αυξημένη παραγωγή του οξέος αυτού από γαλακτολυτικά βακτήρια, η ανάπτυξη των οποίων προϋποθέτει την ύπαρξη γαλακτικού οξέος στη ΜΚ. Επομένως, η αυξημένη συγκέντρωση βαλερικού οξέος στη μεγάλη κοιλία μπορεί να υποδεικνύει την παρουσία SARA, με προηγούμενη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος.

#### *Παράμετροι στο γάλα*

Γενικά, η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος διαφέρει μεταξύ διαφορετικών φυλών αγελάδων (π.χ. Holstein και Jersey), ενώ μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχές του έτους (π.χ. χειμώνας - καλοκαίρι) και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Η ελάττωση της περιεκτικότητας του γάλακτος σε λίπος προκαλείται κυρίως από διατροφικά αίτια, όπως: 1) διατροφή των ζώων με υψιενεργειακό σιτηρέσιο, φτωχό σε χονδροειδείς ζωοτροφές, 2) διατροφή με επεξεργασμένες χονδροειδείς ζωοτροφές (π.χ. πελλετοποιημένες), 3) προσθήκη ιοντοφόρων (π.χ. μονενσίνη) στο σιτηρέσιο και 4) προσθήκη αυξημένης ποσότητας ακόρεστων λιπαρών οξέων στο σιτηρέσιο (Gürtler and Schweigert 2000, Oetzel 2007). Τα δύο πρώτα, εκτός από την ελάττωση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος, αποτελούν και αίτια πρόκλησης SARA. Έχει ήδη αποδειχθεί από πολλές μελέτες ότι η SARA προκαλεί πτώση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος (Dirksen 1985, Nordlund et al. 1995, Stone 1999, Chalupa et al. 2000, Oetzel 2000), όμως, όπως συμπεραίνεται από τα προαναφερόμενα, η SARA αποτελεί ικανή, αλλά όχι απαραίτητα αναγκαία συνθήκη της μειωμένης λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος (Kleen et al. 2003).

Η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος στις εκτροφές υπολογίζεται από την εξέταση δείγματος που λαμβάνεται: 1) από τη δεξαμενή ψύξης γάλακτος σε καθημερινή βάση και 2) ατομικά, σε μηνιαία συνήθως βάση. Η SARA ελαττώνει τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος ατομικά στις πάσχουσες αγελάδες, με αποτέλεσμα να απαιτείται προσβολή αρκετών αγελάδων ώστε να επηρεαστεί η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος της δεξαμενής ψύξης (Garrett 1996, Nocek 1997). Η ατομική μέτρηση της λιποπεριεκτικότητας είναι καλύτερο να γίνεται σε εβδομαδιαία βάση, ούτως ώστε να μπορεί να γίνει αντιληπτή η μείωση της λιπο-

περιεκτικότητας του γάλακτος ακόμα και για μικρές χρονικές περιόδους (Enemark et al. 2004). Θεωρείται ως ένδειξη παρουσίας SARA στην εκτροφή όταν, κατά την ημέρα της μηνιαίας δειγματοληψίας γάλακτος, περισσότερες από το 10% των αγελάδων έχουν λιποπεριεκτικότητα μικρότερη κατά 1% από το μέσο όρο της αγέλης (Hutjens 2008).

#### *Χαρακτηριστικά των κόπρανων*

Η υποξεία δυσπεπτική οξέωση των αγελάδων συνοδεύεται από διάφορες μεταβολές των χαρακτηριστικών των κόπρανων. Τέτοιες μεταβολές παρατηρούνται στο χρώμα, στην οσμή και στο μέγεθος των άπεπτων σωματιδίων στα κόπρανα. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση που μία αγελάδα πάσχει από SARA παράγει κόπρανα τα οποία είναι χρώματος ανοιχτού κίτρινου (Kleen 2003). Η οσμή τους αναφέρεται ως «γλυκόξινη» (Oetzel 2000), ενώ παρουσιάζουν αφρώδη σύσταση (Hall 2002). Εξαιτίας του ότι τα πάσχοντα ζώα σχηματίζουν μικρή στοιβάδα ή «στρώμα» χονδροειδών τροφών στη ΜΚ, η πεπτικότητα των κυτταρινούχων τροφών μειώνεται, διότι δεν κατακρατούνται αρκετό χρονικό διάστημα στη ΜΚ για να ζυμωθούν και περνούν ταχύτερα στα κόπρανα, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται σε αυτά σωματίδια μήκους 1-2 εκατοστών αντί του φυσιολογικού του 0,5 εκατοστού (Hall 2002). Ανάλογα, μειωμένη μπορεί να είναι και η πεπτικότητα των συμπυκνωμένων ζωοτροφών, αφού στα κόπρανα των ζώων με SARA παρατηρούνται ακόμη και ολόκληροι δημητριακοί καρποί. Το pH των κόπρανων δεν σχετίζεται με την παρουσία SARA (Enemark 2004).

#### *Παράμετροι στο ούρο*

Είναι γνωστό ότι η διαφορά ανιόντων-κατιόντων στο σιτηρέσιο επηρεάζει το pH των ούρων (Oetzel 2004). Με βάση αυτό και προσπαθώντας να βρουν μία λιγότερο επεμβατική μέθοδο από την παρακέντηση της ΜΚ για τη διάγνωση της SARA, οι Cowles και Murphy (2008) μελέτησαν τη συσχέτιση του pH του ούρου με το pH της ΜΚ. Τα αποτελέσματα έδειξαν κάποια συσχέτιση, όμως η ειδικότητα της μεθόδου ήταν χαμηλή. Συνεπώς, προτείνεται ο προσδιορισμός της καθαρής νεφρικής απέκκρισης οξέων-βάσεων (NABE) ως ένδειξη της SARA (Enemark 2008).

#### *Αιματολογικές και βιοχημικές παράμετροι*

Έχουν παρατηρηθεί μεταβολές στο αιματολογικό και βιοχημικό προφίλ ζώων που πάσχουν από SARA, χωρίς όμως οι μεταβολές αυτές να μπορούν να χρη-

σιμοποιηθούν αξιόπιστα για τη διάγνωση της SARA. Οι Brown et al. (2000) διαπίστωσαν σε παχυνόμενα αρσενικά μοσχάρια με SARA ότι το pH και τα διττανθρακικά του αίματος ήταν μειωμένα, ενώ ταυτόχρονα υπήρχε και έλλειμμα βάσεων (μεταβολική οξέωση). Σε διδακτορική έρευνα που πραγματοποιήθηκε πρόσφατα στην Κλινική Παραγωγικών Ζώων της Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ., αποδείχθηκε ότι η υποξεία δυσπεπτική οξέωση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αιματοκρίτη, της αιμοσφαιρίνης, των λευκών αιμοσφαιρίων και της εκατοστιαίας αναλογίας των ουδετερόφιλων λευκοκυττάρων, ενώ προκαλεί μείωση της εκατοστιαίας αναλογίας των λεμφοκυττάρων (Karatzia 2010). Στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι αυξάνεται η τιμή της γλυκόζης, του β-υδροξυβουτυρικού και του ακετοξικού οξέος στον ορό του αίματος. Ακόμη, διαγνωστικά στοιχεία ενδεχομένως να προσφέρει ο έλεγχος των πρωτεϊνών οξείας φάσης στο αίμα (απτοσφαιρίνη και αμυλοειδές-A), οι οποίες αυξάνονται λόγω της φλεγμονής της MK από την SARA (Gozho et al. 2005, 2006).

### Επιπτώσεις της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης

#### *Μείωση της πρόσληψης ξηρής ουσίας*

Μία από τις πρώτες επιπτώσεις της SARA είναι η μείωση της όρεξης (Garrett 1996, Stock 2000, Garry 2002), λόγω αύξησης της οσμωτικότητας του περιεχομένου της MK (Enemark 2008). Ο Allen (2000) αποδίδει τον περιορισμό της κατανάλωσης τροφής στη μειωμένη πέψη των κυτταρινών, στην αύξηση των πτητικών λιπαρών οξέων, ειδικά του προπιονικού, καθώς και στην αύξηση της οσμωτικής πίεσης. Τέλος, αρκετές μελέτες συνδέουν τη SARA με φλεγμονή του βλεννογόνου της MK, μέσω της αύξησης των πρωτεϊνών οξείας φάσης στο αίμα (Gozho et al. 2005, 2006, 2007). Είναι γνωστό ότι η φλεγμονή διαφόρων οργάνων μειώνει την πρόσληψη ξηρής ουσίας (Weingarten 1996, Andersen et al. 2000).

#### *Μεταβολές της γαλακτοπαραγωγής*

Η SARA προκαλεί μείωση της γαλακτοπαραγωγής και της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος κατά 2,7 kg/ημέρα και 0,3%, αντίστοιχα (Stone 1999). Η μείωση της γαλακτοπαραγωγής εξηγείται από τη μειωμένη πρόσληψη τροφής, ενώ ο μηχανισμός με τον οποίο προκαλείται η μείωση της λιποπεριεκτικότητας έχει ήδη αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Πιθανή είναι ακόμη η ελάττωση της εκατοστιαίας περιεκτι-

κότητας του γάλακτος σε πρωτεΐνες κατά 0,12% (Stone 1999).

#### *Ενδονυχίτιδα και χολόλητα*

Η ενδονυχίτιδα και η χολόλητα, που αυτή προκαλεί, αποτελεί τη σημαντικότερη επιπλοκή της SARA (Oetzel 2000, Cook et al. 2004). Η συχνότητα εμφάνισης ενδονυχίτιδας σε μία εκτροφή σε ποσοστό >10% αποτελεί ένδειξη παρουσίας SARA (Nordlund και Garrett 1994, Garrett 1996). Η ενδονυχίτιδα θεωρείται μία πολυπαραγοντική νόσος, χωρίς να έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως τα αίτια της (Nocek 1997). Η πτώση της τιμής του pH της MK προκαλεί την απελευθέρωση ουσιών, όπως η βακτηριακής προέλευσης λιποπολυσακχαριδική ενδοτοξίνη (LPS) και η ισταμίνη, οι οποίες προκαλούν αλλοιώσεις στα τριχοειδή του χορίου των χηλών που οδηγούν σε κακή αιμάτωση, αιμορραγία και έλκη του πέλματος και, τελικά, σε χολόλητα (Nocek 1997). Στον αντίποδα, οι Gozho et al. (2007) διαπίστωσαν ότι σε συνθήκες SARA η LPS εντοπίζεται μόνο στο περιβάλλον της MK και όχι στο περιφερικό αίμα. Η νόσος εμφανίζεται κλινικά με οξεία και, συχνότερα, υποξεία - χρόνια μορφή. Η οξεία μορφή προκαλεί χολόλητα σε περισσότερα του ενός άκρα ταυτόχρονα, ενώ η υποξεία - χρόνια μορφή εκδηλώνεται κυρίως με αιμορραγίες και έλκη πέλματος, καθώς και με παραμόρφωση του σχήματος των χηλών (Panousis and Karatzias 1999).

#### *Φλεγμονή - παρακεράτωση του βλεννογόνου της μεγάλης κοιλίας*

Η φλεγμονή της MK είναι συχνό επακόλουθο της SARA. Η παθοφυσιολογία της συγκεκριμένης διεργασίας δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως, θεωρείται όμως ότι ευθύνονται για την εμφάνισή της η αυξημένη συγκέντρωση πτητικών λιπαρών οξέων στη MK, κυρίως του βουτυρικού και του προπιονικού, καθώς και οι μεταβολές της οσμωτικής πίεσης (Dirksen 1985). Ο βλεννογόνος της MK είναι ευαίσθητος στο χαμηλό pH, το οποίο οδηγεί σε φλεγμονή, διαβρώσεις και έλκη, επειδή τα επιθηλιακά κύτταρα της MK δεν προστατεύονται από βλέννη, όπως του ηνύστρου. Οι αλλοιώσεις που προκαλούνται στο βλεννογόνο της MK λειτουργούν ως πύλες εισόδου βακτηρίων στην αιματική κυκλοφορία, όπως του *Fusobacterium necrophorum* και του *Arcanobacterium pyogenes*, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρο-αποστημάτων σε όργανα όπως το ήπαρ, η καρδιά, οι πνεύμονες και οι νεφροί (Dirksen et al. 1985, Nocek 1997, Kleen et al.



2003, Oetzel 2003). Η δημιουργία αποστημάτων στο ήπαρ μπορεί να προκαλέσει το σύνδρομο της οπίσθιας κοίλης φλέβας, το οποίο παρουσιάζεται κλινικά με επίσταξη, αιμόπτυση και, μερικές φορές, ξαφνικό θάνατο (Nordlund et al. 1995, Radostits et al. 2007).

#### Μεταβολική οξέωση

Η υποξεία δυσπεπτική οξέωση προκαλεί μεταξύ άλλων και μεταβολική οξέωση στον οργανισμό (Owens et al. 1998). Η χρόνια μεταβολική οξέωση προκαλεί βλάβη με διάφορους μηχανισμούς, όπως: 1) μειώνοντας την εξαρτώμενη από τη γλυκόζη έκκριση της ινσουλίνης (Bigner et al. 1996), 2) αυξάνοντας την έκκριση κορτιζόλης (Ras et al. 1996), 3) μειώνοντας τη φαγοκυτταρική δραστηριότητα των λευκοκυττάρων (Rossow and Horvath, 1988) και 4) μειώνοντας τη μεταναστευτική ικανότητα των ουδετερόφιλων (Hofirek et al. 1995). Συμπερασματικά, η SARA, μέσω της χρόνιας μεταβολικής οξέωσης, μπορεί να ελαττώσει την ανοσολογική ικανότητα και, κατά συνέπεια, να μειώσει την αντίσταση του οργανισμού ενάντια σε διάφορα λοιμώδη νοσήματα (Mwansa et al. 1992).

#### Πρόληψη της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης

Η υποκλινική φύση της νόσου, σε συνδυασμό με την καθυστέρηση της εμφάνισης των κλινικών συμπτωμάτων μετά το οξεωτικό επεισόδιο, καθιστά πιο σημαντική την πρόληψή της παρά τη θεραπεία (Ene-mark 2008). Η αντιμετώπιση της νόσου βασίζεται στα παρακάτω διατροφικά και διαχειριστικά μέτρα (Kleen et al. 2003):

1. Σημαντικό ρόλο για την αντιμετώπιση της SARA παίζει η χορήγηση με τη τροφή ρυθμιστικών ουσιών και καλλιέργειών ευεργετικών βακτηρίων (Chiquette 2009). Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ρυθμιστική ουσία για την αντιμετώπιση της SARA είναι το διττανθρακικό νάτριο, σε ποσότητα 110-225 g/αγελάδα/ημέρα (Hutjens 1991), ένα μέσο το οποίο χρησιμοποιείται ουσιαστικά ως υποκατάστατο του σιέλου (Kleen et al. 2003). Άλλη ρυθμιστική ουσία, με πολύ καλά αποτελέσματα σε γαλακτοπαραγωγές αγελάδες, είναι το οξειδίο του μαγνησίου (Erdman et al. 1982), σε ποσότητα 50-90 g/αγελάδα/ημέρα (Hutjens 1991). Ακόμη, η προσθήκη στο σιτηρέσιο ενός φυσικού ζεόλιθου, του κλινοπιλλόλιθου, σε ποσότητα 200 g/αγελάδα/ημέρα προλαμβάνει την εμφάνιση της SARA, όπως αποδείχθηκε με βάση τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου της MK (pH κ.α.) και με ιστολογική

**Table 2.** Recommended dosage of various substances that are added to dairy rations in order to prevent subacute ruminal acidosis (Hutjens 1991).

**Πίνακας 2.** Προτεινόμενες δόσεις διαφόρων ουσιών που προστίθενται στα σιτηρέσια των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων για την πρόληψη της υποξείας δυσπεπτικής οξέωσης (Hutjens 1991).

Ουσία	Ποσότητα (g/ημέρα)
Sodium sesquicarbonate (διττανθρακικό και ανθρακικό νάτριο)	110-225
Νατριούχος μπεντονίτης	110-454
Ανθρακικό ασβέστιο	115-180
Ανθρακικό κάλιο	270-410

εξέταση παρασκευασμάτων της MK (Karatzia 2010). Στον Πίνακα 2 παρατίθενται κάποιες επιπλέον ουσίες που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη της SARA.

2. Η διάρκεια της προσαρμογής σε υπιμενεργειακό σιτηρέσιο θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 4 και 6 εβδομάδων, ώστε να υπάρξει κατάλληλη ανάπτυξη του βλεννογόνου και ισορροπία του πληθυσμού των μικροοργανισμών της MK (Nordlund et al. 1995).

3. Η αύξηση της χορηγούμενης ποσότητας των συμπυκνωμένων ζωοτροφών, όταν αυτές χορηγούνται χωριστά από τις χονδροειδείς, πρέπει να είναι σταδιακή και η μέγιστη αύξηση να είναι 0,25 kg την ημέρα, ώστε η MK να μπορεί να απορροφά/εξουδετερώνει τα παραγόμενα πτητικά λιπαρά οξέα και το γαλακτικό οξύ (Oetzel 2003).

4. Ο καταρτισμός διαφορετικών σιτηρεσίων για κάθε μία από τις ομάδες των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων, προσαρμοζόμενα στο στάδιο και το ύψος της γαλακτοπαραγωγής, ώστε η ενέργεια της τροφής να αντιστοιχεί στις δυνατότητες μεταβολισμού της MK (Nordlund et al. 1995).

5. Να αποτρέπονται λάθη στην προετοιμασία του σιτηρεσίου. Αυτά θα πρέπει να εντοπίζονται με τον έλεγχο των ζυγιστικών μηχανών, με δειγματοληψίες από τα σιλό και τις ταίστρες, καθώς και με τον προσδιορισμό της ξηρής ουσίας των τροφών (Stone 2004). Τέλος, θα πρέπει να ελέγχεται αν γίνεται με τη σωστή σειρά η εισαγωγή των ζωοτροφών στον αναμικτήρα – ενσιρωδιανομέα. Ως κατάλληλη σειρά θεωρείται η προσθήκη πρώτα των σανών και του αχύρου, έπειτα των συμπυκνωμένων και τέλος, του ενσιρώματος (Oelberg 2009).

6. Η υπερβολική επεξεργασία των δημητριακών καρπών, όπως η άλεση, θα πρέπει να αποφεύγεται. Πρέπει να ελέγχεται το μέγεθός τους, ώστε να μειωθεί η ταχύτητα ζύμωσης του αμύλου στη MK (Oetzel 2003).

7. Θα πρέπει να γίνεται τακτικά εξέταση του τεμαχισμού των ζωοτροφών με κατάλληλο διαχωριστή (όπως ο Penn State Particle Separator). Η παρουσία μακρόκλωνων σωματιδίων ζωοτροφών σε ποσοστό μεγαλύτερο από 15% θα πρέπει να αποφεύγεται, ώστε να εμποδίζεται η διαλογή των τροφών από τα ζώα και η λήψη μεγαλύτερης ποσότητας συμπυκνωμένων, η οποία οδηγεί στην εμφάνιση SARA (Oetzel 2003).

8. Η υπερβολική ανάμιξη του ενιαίου σιτηρεσίου στον αναμικτήρα-ενσιρωδιανομέα πρέπει να αποφεύγεται, γιατί οδηγεί στο λεπτοτεμαχισμό των χονδροειδών ζωοτροφών και, κατά συνέπεια, στη SARA (Oetzel 2003).

9. Τέλος, η ενεργητική ανοσοποίηση ίσως στο μέλλον χρησιμοποιηθεί ως μέσο πρόληψης της SARA. Συγκεκριμένα, οι Shu et al. (2000) μείωσαν την πιθανότητα εμφάνισης SARA σε πρόβατα με τη χορήγηση ζωντανού εμβολίου κατά του *Streptococcus bovis*, του βακτηρίου της MK που κυρίως ευθύνεται για την παραγωγή πτητικών λιπαρών οξέων (σε pH >5,5) και γαλακτικού οξέος (σε pH ≤5,5), τα οποία ελαττώνουν το pH. Οι ίδιοι ερευνητές το 1999 διαπίστωσαν παρόμοια αποτελέσματα σε παχυνόμενα βοοειδή.

## REFERENCES - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen MS (2000) Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 83:1598–1624.
- Andersen PH (2000) Bovine endotoxemia: aspects of relevance to ruminal acidosis. Dr. Veterinary Science Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Bergman EN (1990) Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol Rev* 70:1580–1588.
- Bigner DR, Goff JP, Faust MA, Burton JL, Tyler HD, Horst RL (1996) Acidosis effects on insulin response during glucose tolerance tests in jersey cows. *J Dairy Sci* 79:2182–2188.
- Bramley E, Lean IJ, Costa ND, Fulkerson WJ (2005) Acidosis in dairy cows. *J Anim Sci* 83 (Suppl. 1):251 (abstract).
- Brown MS, Krehbiel CR, Galyean ML, Remmenga, Peters JP, Hibbard B, Robinson J, Moseley WM (2000) Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. *J Anim Sci* 78:3155–3168.
- Carter RR, Grovum WL (1990) A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. *J Anim Sci* 68:2811–2832.
- Chalupa W, Sniffen CJ, Stone GM (2000) Balancing rations for milk components Asian-Australasian. *J Anim Sci* 13 (Suppl.):388–396.
- Chiquette J (2009) Evaluation of the protective effect of probiotics fed to dairy cows during a subacute ruminal acidosis challenge. *Anim Feed Sci Tech* 153:278–291.
- Cook NB, Nordlund KV, Oetzel GR (2004) Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci* 87 (Suppl.):E36–E46.
- Cowles KE, Murphy MR (2008) Urine pH: Potential diagnostic criterion for subacute ruminal acidosis (SARA) in lactating dairy cows. <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/uploads/dairy/papers/Urine%20pH%20Lactating%20Dairy%20Cows%20DD%202008.pdf>. [Accessed 12 October 2011].
- Dirksen G (1979) “Digestive system. In: Rosenberger, G. (Ed.), *Clinical Examination of Cattle*, second edition Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg, Germany, p. 186.
- Dirksen G, Liebich H, Mayer H (1985) Adaptive changes of the ruminal mucosa and functional and clinical significance. *Bovine Practitioner* 20:116–120.
- Duffield T, Plaizier JC, Fairfield A, Bagg R, Vessie G, Dick P, Wilson J, Aramini P, McBride BW (2004) Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 87: 59–66.
- Enemark JMD, Jørgensen RJ, Kristensen NB (2004) An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. *Vet Res Commun* 28:687–709.
- Enemark JMD (2008) The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *Vet J* 176:32–43.
- Garret E (1996) Subacute rumen acidosis – clinical signs and diagnosis in dairy herds. *Large Animal Veterinarian* 11:6–10.
- Garret EF, Nordlund KV, Goodger, Oetzel GR (1997) A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in early lactation dairy cows. *J Dairy Sci*, (Suppl. 1), 80:169.
- Garry FB (2002) Indigestion in ruminants. In: Smith, B.P. (Ed.), *Large Animal Internal Medicine*, 3rd edition Mosby, St. Louis and Baltimore, pp. 722–747.
- Goad DW, Goad CL, Nagaraja TG (1998). Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *J Anim Sci* 76:234–241.
- Gozho G et al. (2005) Subacute Ruminal Acidosis Induces Ruminal Lipopolysaccharide Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. *J Dairy Sci* 88:1399–1403.
- Gozho GN, Krause DO, Plaizier JC (2006) Rumen lipopolysaccharide and inflammation during grain adaption and subacute ruminal acidosis in steers. *J Dairy Sci* 89:4404–4413.
- Gozho GN, Krause DO, Plaizier JC (2007) Ruminal lipopolysaccharide concentration and inflammatory response during grain induced subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci* 90:856–866.
- Grant RJ, Colenbrander VF, Mertens DR (1990) Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. *J Dairy Sci* 73:1834–1842.
- Gurtler H, Schweigert FJ (2000) *Physiologie der Laktation*. In:

- Engelhardt, W. and V.U.G. Breves (eds), *Physiologie der Haustiere*, pp. 572–593. Enke-Verlag, Stuttgart.
- Hall MB (2002) Ruminal acidosis: Carbohydrate feeding considerations. Pages 51–61 in Proc. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. J. K. Shearer, ed. Orlando, FL.
- Hofirek B, Slosarkova S, Ondrova J (1995) Effect of chronic metabolic acidosis on migration activity of polymorphonuclear leukocytes in sheep. *Veterinari Medicina* 40: 171–175.
- Hutjens MF (1991) Feed additives. *Vet Clin N Am – Food A* 7: 525–540.
- Hutjens (2008) Optimized rumen and gut health in dairy cattle: the US approach. In: *Gut efficiency; the key ingredient in ruminant production. Elevating animal performance and health*, S. Andrieu and D. Wilde (eds). Wageningen Academic Publishers.
- Keunen JE, Plaizier JC, Kyriazakis L, Duffield TF, Widowski TM, Lindinger MI, McBride BW (2002) Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *J Dairy Sci* 85:3304–3313.
- Karatzia MA (2010) Effect of dietary inclusion of clinoptilolite on the prevention of rumen acidosis in dairy cows. PhD Thesis. School of Veterinary Medicine. AUTH. (In Greek/with English abstract).
- Kitkas GC (2011) Study of the prevalence of subacute ruminal acidosis in dairy farms. MSc Thesis. School of Veterinary Medicine. AUTH. (In Greek/with English abstract).
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPT (2003) Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J Vet Med A*, 50:406–414.
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPTM (2004) Rumenocentesis (rumen puncture): a viable instrument in herd health diagnosis. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 111:458–462.
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPTM (2009) Subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds. *Vet Rec* 164:681–684.
- Krause M, Oetzel G (2005) Inducing Subacute Ruminal Acidosis in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 88:3633–3639.
- Krause M, Oetzel G (2006) Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Anim Feed Sci Tech* 126:215–236.
- Mackie RI, Gilchrist FMC (1979) Changes in lactate-producing and lactate utilising bacteria in relation to pH hydrogen-ion concentration in the rumen of sheep during stepwise adaptation to a high-concentrate diet. *Appl Environ Microb* 67:422–430.
- Maekawa M, Beauchemin KA, Christensen DA (2002) Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva secretion, and ruminal pH of lactating cows. *J Dairy Sci* 85:1165–1175.
- Markusfeld O (1987) Periparturient traits in seven high dairy herds. Incidence rates, association with parity, and interrelationships among traits. *J Dairy Sci* 70:158.
- Martin R (1999) TMR particle distribution analysis at six hour time intervals. In: *Proceedings of the UW Arlington Dairy Day*, Dairy Science Department, University of Wisconsin-Madison, pp. 7–16.
- Martin R (2000) Evaluating TMR particle distribution: a series of on-farm case studies. In: *Proceedings of the Four-State Professional Dairy Management Seminar*, MWPS-4SD8, Midwest Plan Service, Ames, Iowa, pp. 75–88.
- Morgante M, Stelletta C, Berzaghi P, Gianesella M, Andrighetto I (2007) Subacute rumen acidosis in lactating cows: an investigation in intensive Italian dairy herds. *J Anim Physiol An N* 91:226–234.
- Mwansa P, Makarechian M, Berg RT (1992) The effect of level of concentrate in feedlot diets on the health status of beef calves. *Can Vet J* 33:665–668.
- Nocek JE (1997) Bovine acidosis: implications on laminitis. *J Dairy Sci* 80:1005–1028.
- Nocek JE, Kautz WP, Leedle JAZ, Allman JG (2002) Ruminal supplementation of direct-fed microbials on diurnal pH variation and in situ digestion in dairy cattle. *J Dairy Sci* 85:429–433.
- Nordlund KV, Garrett EF (1994) Rumenocentesis – a technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. *Bov Pract* 28:109–112.
- Nordlund KV, Garrett EF, Oetzel GR (1995) Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian – Food Animal* 17: S48–S56.
- NRC (2001) *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7<sup>th</sup> Edition National Academy Press. Washington DC. USA.
- Oelberg T (2009) Tips for improving TMR consistency. *Hoard's West W*: 174–175, December 2009.
- Oetzel GR, Nordlund KV (1998) Effect of dry matter intake and feeding frequency on ruminal pH in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 81(Suppl. 1):297.
- Oetzel GR, Nordlund KV, Garrett EF (1999) Effect of ruminal pH and stage of lactation on ruminal lactate concentrations in dairy cows. *J Dairy Sci* 82 (Suppl. 1):38.
- Oetzel GR (2000) Clinical aspects of ruminal acidosis in dairy cattle. In: *Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners*, Rapid City, USA, pp. 46–53.
- Oetzel GR (2004) Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet Clin N Am – Food A* 20 (2004):651–674.
- Oetzel GR (2007) Subacute ruminal acidosis in dairy herds: Physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management. In: *Pre-conference Seminar 7A: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Lameness, cow comfort, and ruminal acidosis*, 40th Annual Conference of the American Association of Bovine Practitioners, (Vancouver - BC), Canada, pp. 89–119.
- O'Grady L, Doherty ML, Mulligan FJ (2008) Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. *Vet J* 176, Issue 1: 44–49.
- Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR (1998) Acidosis in cattle: a review. *J Anim Sci* 76:275–286.
- Panousis N, Karatzias Ch (1999) The laminitis in dairy cows. *Journal of the hellenic veterinary medical society* 50 (3):206–211. (In Greek/with English abstract).
- Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW (2008) Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Vet J* 176:21–31.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD (2007) *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Elsevier.
- Ras A, Janowski T, Zdunczyk S (1996) Einfluss subklinischer und acuter Azidose ante partum bei Kuhen auf den Graviditätsverlauf unter Berücksichtigung der Steroidhormonprofile. *Tierärztliche Praxis* 24: 347–352.
- Rossov N, Horvath Z (1988) In: *Rossov, N., Horvath, Z. (Eds.), Innere Krankheiten der Haustiere, Band II, Funktionelle Störungen*. Jena: Fischer, p. 246.
- Shu Q, Gill HS, Hennessy DW, Leng RA, Bird SH, Rowe JB (1999) Immunization against lactic acidosis in cattle. *Res Vet Sci* 67:65–71.
- Shu Q, Gill HS, Leng RA, Rowe JB (2000) Immunization with a *Streptococcus bovis* vaccine administered by different route against lactic acidosis in sheep. *Vet J* 159:262–269.
- Slyter LL (1976) Influence of acidosis on rumen function. *J Anim Sci* 43:910–929

- Stock R (2000) Acidosis in cattle: an overview. In: Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, Rapid City, USA, pp. 30–37.
- Stone WC (1999) The effect of subclinical rumen acidosis on milk components. Pages 40–46 in Proc. Cornell Nutrition Conference Feed Manufacturers Cornell University, Ithaca, NY.
- Stone WC (2004) Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J Dairy Sci* (suppl.) E13-E26
- Tajik J, Nadalian MG, Raoofi A, Mohammadi GR, Bahonar AR (2009) Prevalence of subacute ruminal acidosis in some dairy herds of Khorasan Razavi province, northeast of Iran. *Iran J Vet Res*, Shiraz University, Vol. 10, No. 1, Ser. No. 26.
- Van Soest PJ (1994) *Nutritional Ecology of the Ruminant*, Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Weingarten HP (1996) Cytokines and food intake: the relevance of the immune system to the student of ingestive behavior. [Neurosci Biobehav R 20:163–170.](#)

