

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 140 (1998)

Heft: 3

Artikel: Bestimmung von -Hydroxybutyrat in der Milch mit Teststreifen : ein neues Hilfsmittel zur Diagnose der subklinischen und klinischen Ketose der Kuh

Autor: Gutzwiller, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-589090>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bestimmung von β -Hydroxybutyrat in der Milch mit Teststreifen: ein neues Hilfsmittel zur Diagnose der subklinischen und klinischen Ketose der Kuh

A. Gutzwiller

Zusammenfassung

Zur Evaluation eines Teststreifens zur halbquantitativen Bestimmung von β -Hydroxybutyrat (BHB) in der Milch wurde die Konzentration an BHB bei klinisch gesunden und bei an Ketose erkrankten Kühen mit den Teststreifen bestimmt. Eine quantitative BHB-Bestimmung auf einem Analysegerät erfolgte in 39 dieser Milchproben sowie in 88 Blutproben, die gleichzeitig wie die Milchproben genommen wurden. Die Resultate der mit beiden Untersuchungsmethoden bestimmten BHB-Konzentration in der Milch stimmen gut überein ($r = 0.92$; BHB quantitativ = $-9.9 + 1.25 \times$ BHB halbquantitativ). Auch zwischen der BHB-Konzentration im Plasma und der mit Teststreifen bestimmten BHB-Konzentration in der Milch besteht ein starker Zusammenhang, obwohl BHB im Plasma in viel höherer Konzentration vorkommt als in der Milch ($r = 0.84$; Plasma-BHB in mmol/l = $0.23 + 0.009 \times$ Milch-BHB halbquantitativ in $\mu\text{mol/l}$). Der Schnelltest eignet sich zur Diagnose sowohl von klinisch manifester Ketose als auch zur Überprüfung der Energiestoffwechsellage von Hochleistungskühen.

Schlüsselwörter: Hydroxybutyrat – Milch – Ketose – Teststreifen – Kuh

Einleitung

An Ketose erkrankte Kühe haben einen erhöhten Gehalt an Ketonkörpern (Aceton, Acetoacetat und β -Hydroxybutyrat) im Blutplasma, während die Glukosekonzentra-

A dipstick test for the determination of β -hydroxybutyrate in milk: a new tool for the diagnosis of clinical and subclinical bovine ketosis

In order to evaluate a dipstick test for the semi-quantitative determination of β -hydroxybutyrate (BHB) in milk, we determined the BHB content in milk samples of healthy and ketotic high yielding dairy cows with the dipsticks. BHB was analysed on an analyser in 39 of these milk samples as well as in 88 blood samples which were drawn when milk samples were obtained. There was a strong correlation between milk BHB values which were determined with the two methods ($r = 0.92$; BHB quantitative = $-9.9 + 1.25 \times$ BHB dipstick value). Although BHB concentration in plasma is much higher than in milk, the correlation between plasma BHB, determined on an analyser, and the dipstick test results in the corresponding milk samples was also quite strong ($r = 0.84$; plasma BHB in mmol/l = $0.23 + 0.009 \times$ milk BHB in $\mu\text{mol/l}$, determined with dipsticks). The dipstick test is suitable for the diagnosis of clinical ketosis and for monitoring the energy status of high yielding dairy cows.

Key words: hydroxybutyrate – milk – ketosis – test strip – cow

tion meist erniedrigt ist. Zur klinisch-chemischen Erfassung der Energiestoffwechsellage der Kuh werden deshalb häufig β -Hydroxybutyrat (BHB) und Glukose im Blutplasma analysiert (Blowey, 1992). Da die Ketonkörper im Harn und mit der Milch ausgeschieden werden, ist

die Ketonkörperbestimmung im Harn und in der Milch ebenfalls zur Ketosediagnostik geeignet.

In Deutschland sind seit einiger Zeit Teststreifen zur halbquantitativen Bestimmung von BHB in der Milch (Ketolac BHB, Hoechst Veterinär GmbH) im Handel erhältlich. Dieser Test soll als Diagnosehilfsmittel bei klinisch manifesten Ketosefällen und auf Herdenbasis zur Bestimmung der Inzidenz an subklinischen Ketosefällen dienen. In einer Untersuchung an klinisch gesunden Hochleistungskühen zu Beginn der Laktation und an Kühen mit klinisch manifeste Ketose wollten wir die Zuverlässigkeit der halbquantitativen Messmethode prüfen und BHB-Werte in der Milch ermitteln, welche bei gesunden Hochleistungskühen gefunden werden, die unter schweizerischen Bedingungen gefüttert werden.

Tiere, Material und Methoden

Die untersuchten Milch- und Blutproben stammten von Milchkühen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere, Posieux, sowie von verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben (Tab. 1). Die untersuchten Kühe befanden sich in den ersten vier Laktationsmonaten. Bei acht Kühen der Forschungsanstalt, welche in einem Fütterungsversuch standen, untersuchten wir in den Laktationswochen 1, 4, 8 und 12 je eine Milch- und eine Blutprobe. Die Ration dieser Versuchstiere bestand, auf die Trockensubstanz bezogen, aus rund 50% Maissilage, 20% Heu, 5% Futterrüben und 15% Kraftfutter (Jans, 1994). Um die Wiederholbarkeit der Teststreifenmethode zu prüfen, wurden zusätzlich mit Teststreifen Doppelbestimmungen in Milchproben von weiteren 30 Kühen durchgeführt, die vor weniger als vier Monaten abgekalbt hatten.

Tabelle 1: Übersicht über die Probenahmen und die Vergleiche der Untersuchungsresultate

untersuchte Kühe	Anzahl der miteinander verglichenen Proben	
	Milch-Teststreifen/ Plasma quantitativ	Milch-Teststreifen/ Milch quantitativ
klinisch gesunde Kühe	45	31
Kühe mit klinischer Ketose	11	8
8 Versuchskühe	32	0
Anzahl Vergleiche	88	39

Die Blutproben wurden aus der V. jugularis entnommen, und 20 ml Milch wurden unmittelbar vor bzw. nach der Blutentnahme in ein Proberöhrchen gemolken. Innerhalb einer Stunde nach der Probenahme erfolgte die BHB-Bestimmung in den Milchproben mit den Teststreifen (im folgenden als halbquantitative Bestimmung bezeichnet). Die Farbintensität auf den Teststreifen wurde visuell mit den Farben einer Skala verglichen, welche BHB-Konzentrationen von 0, 50, 100, 200, 500 und 1000 $\mu\text{mol/l}$ entsprechen. Wenn die Farbintensität auf dem Teststreifen zwischen zwei Farbstufen der Skala lag, nahmen wir an, dass die BHB-Konzentration der Milchprobe

dem Mittel der beiden auf der Skala aufgeführten Konzentrationen entsprach. Die quantitative Bestimmung der BHB-Konzentration in den Milch- und Plasmaproben wurde im Labor mit einem Kit (Kit 310-A, Sigma) auf einem Analysengerät (Cobas-Mira, Roche) durchgeführt. Für die quantitative Milchanalyse im Labor wurde die Molke verwendet, welche durch Labzugabe zur Milchprobe und anschliessende Zentrifugation gewonnen wurde.

In einer ersten Untersuchungsperiode verglichen wir den mit den Teststreifen bestimmten BHB-Gehalt der Milch mit dem quantitativ bestimmten BHB-Gehalt im Blutplasma; in einer anschliessenden Untersuchung bestimmten wir den BHB-Gehalt in den Milchproben sowohl quantitativ als auch mit den Teststreifen (Tab. 1). Die Korrelation zwischen den Messwerten, die mit den Teststreifen und mit der quantitativen Methode bestimmt worden waren, wurde als Mass für die Präzision des geprüften Tests verwendet.

Resultate und Diskussion

Die Abbildung 1 zeigt die sowohl quantitativ als auch semiquantitativ bestimmten BHB-Werte in 39 Milchproben. Acht der 39 Kühe hatten eine klinisch manifeste Ketose. In der Milch der kranken Tiere wurden mittels der Teststreifen BHB-Gehalte von über 200 $\mu\text{mol/l}$ bestimmt, während bei den klinisch unauffälligen Tieren Werte bis 200 $\mu\text{mol/l}$ gefunden wurden. Wir fanden eine hohe Korrelation zwischen den quantitativen und semiquantitativen bestimmten Gehaltswerten ($r = 0.92$; BHB quantitativ = $-9.9 + 1.25 \times \text{BHB halbquantitativ}$). Die hohe Korrelation zeigt, dass die Teststreifenmethode recht präzis ist. Die Wiederholbarkeit der Messresultate, ein weiteres Mass für die Präzision einer Messmethode, war ebenfalls gut: Bei allen Doppelbestimmungen in 30

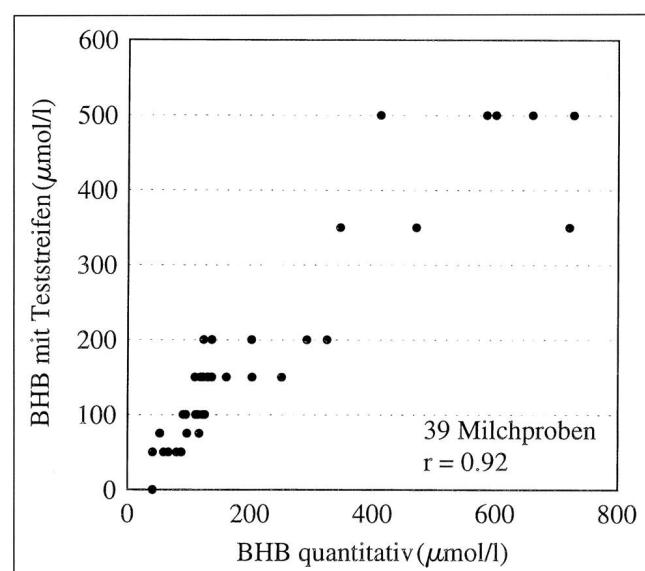


Abbildung 1: BHB in der Milch. Bestimmung quantitativ und mit Teststreifen

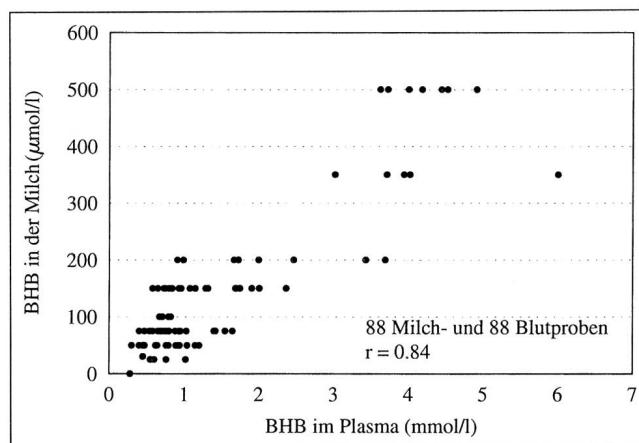


Abbildung 2: BHB im Plasma (quantitative Bestimmung) und in der Milch (Teststreifen)

Milchproben, die zwischen 0 und 200 $\mu\text{mol/l}$ BHB enthielten, wies der Farbumschlag auf beiden Teststreifen jeweils auf die gleiche BHB-Konzentration (0, 50, 100 bzw. 200 $\mu\text{mol/l}$).

Die Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang zwischen der quantitativ bestimmten BHB-Konzentration im Plasma und dem halbquantitativ bestimmten BHB-Gehalt in der Milch. Obwohl die BHB-Konzentration im Plasma rund 10mal so hoch ist wie in der Milch, fanden wir eine hohe Korrelation zwischen der BHB-Konzentration im Plasma und der mit Teststreifen gemessenen BHB-Konzentration in der Milch ($r = 0.84$; Plasma-BHB in $\text{mmol/l} = 0.23 + 0.009 \times$ Milch-BHB halbquantitativ in $\mu\text{mol/l}$). In den Milchproben der 11 an klinischer Ketose erkrankten Kühe sowie einer klinisch unauffälligen Kuh, welche im Rahmen dieses Vergleichs untersucht wurden, fanden wir über 200 $\mu\text{mol/l}$ BHB.

Die Abbildungen 3 und 4 sowie die Tabelle 2 zeigen die Milchleistung und die Energiebilanz der acht untersuchten Versuchskühe in der 1., 4., 8. und 12. Laktationswoche sowie die Resultate der BHB-Bestimmungen im Blutplasma und in der Milch. Das Energiedefizit der Kühe war in der 4. Woche signifikant höher als in der 1. und 12. Woche ($P < 0.05$) und tendenziell höher als in der 8. Woche ($P < 0.15$). Die BHB-Konzentration im Plasma (Abbildung 4) war in der 4. Laktationswoche, d.h. zum Zeitpunkt des höchsten Energiedefizits, tendenziell höher als zu den Zeitpunkten der anderen Probenahmen ($P < 0.15$). Keine der acht Versuchskühe wurde wegen einer klinisch manifesten Ketose behandelt. Wir fanden keine signifikante Korrelation zwischen der BHB-Konzentration im Plasma der einzelnen Kühe in der 1., 4., 8. und 12. Woche und der Höhe des Energiedefizits in der Woche vor der Entnahme der Blutproben. Aus den Resultaten der semiquantitativen Milchuntersuchungen geht

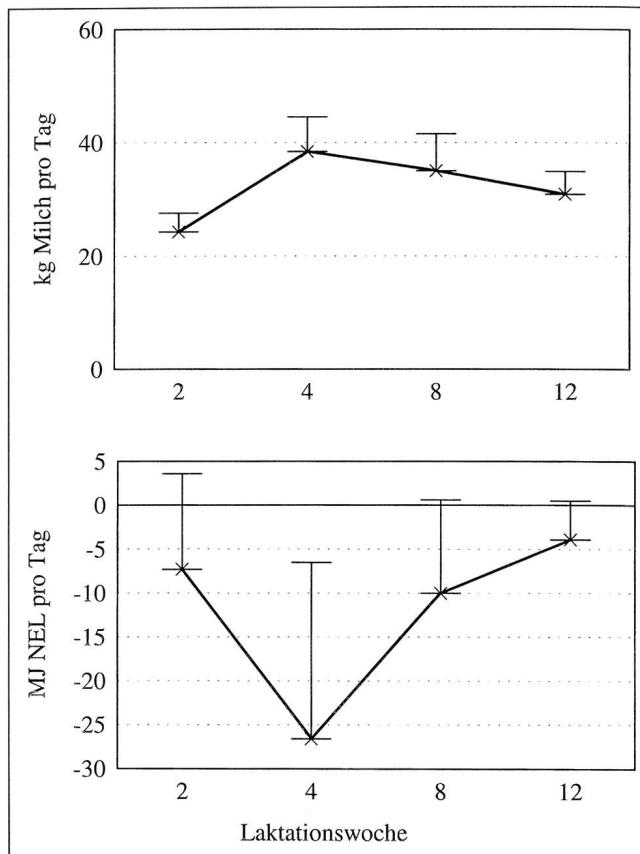


Abbildung 3: Milchleistung und Energiebilanz von acht Versuchskühen. Mittelwerte und Standardabweichungen

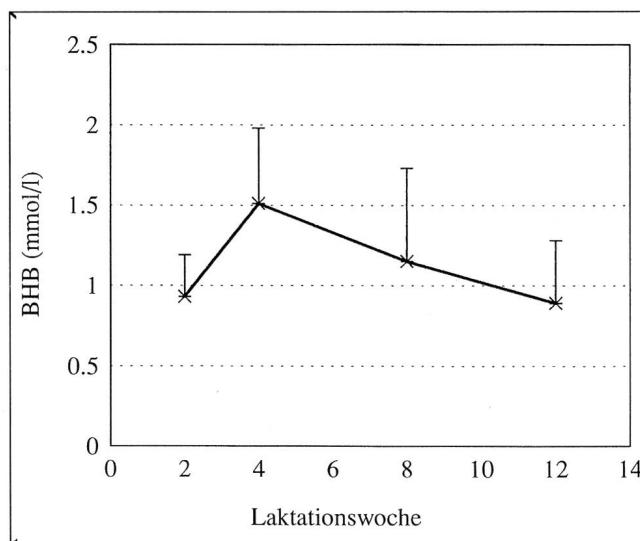


Abbildung 4: BHB im Plasma von acht Versuchskühen. Mittelwerte und Standardabweichungen

Tabelle 2: BHB in der Milch der acht Versuchskühe (semiquantitative Bestimmungen). Anzahl Proben mit negativem bzw. fraglichem Befund

Befund ($\mu\text{mol/l}$)	1. Woche	4. Woche	8. Woche	12. Woche
< 100 (negativ)	7	6	3	5
100–200 (fraglich)	1	2	5	3
200–500 (positiv)	0	0	0	0
> 500 (stark positiv)	0	0	0	0

nicht hervor, dass das Energiedefizit der Kühle in der 4. Laktationswoche höher war als zu den Zeitpunkten der anderen Probenahmen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass der BHB-Gehalt der Kuhmilch mit den Teststreifen zuverlässig bestimmt werden kann. Die untere Nachweisgrenze dürfte nach unseren Erfahrungen im Bereich 50–75 μmol BHB/l Milch liegen: In 10 Milchproben, welche aufgrund des Teststreifenresultats kein BHB (d.h. < 50 μmol /l) enthielten, wurden mit der quantitativen Analysemethode bis maximal 75 μmol BHB/l gemessen (6 Werte < 50 μmol /l, 4 Werte zwischen 50 und 75 μmol /l). Unsere Beobachtung, dass BHB-Gehalte von über 200 μmol /l in der Milch praktisch ausnahmslos bei Kühen gefunden werden, welche an einer klinisch manifesten Ketose erkrankt sind, deckt sich mit den Erfahrungen von Dirksen et al. (1995). Mit den Teststreifen bestimmte BHB-Gehalte von über 200 μmol /l Milch zeigen in der Regel eine behandlungsbedürftige Ketose an.

Über ein Viertel der von uns untersuchten klinisch unauffälligen Hochleistungskühe hatte BHB-Gehalte zwischen 100 und 200 μmol /l Milch; laut Angaben in der Gebrauchsanweisung zu den Teststreifen liegen diese Werte im fraglichen Bereich. Dirksen et al. (1995) untersuchten die Milch von 49 Hochleistungskühen (Jahresmilchleistung > 6000 kg) während der ersten 12 Laktationswochen mit Teststreifen. Sie fanden bei 14 Kühen (= 29%) Werte von 100 μmol /l und mussten 6 dieser

Kühe wegen Ketose behandeln. Der Anteil an Kühen mit BHB-Werten im fraglichen Bereich war im Untersuchungsgut von Dirksen et al. (1995) etwa gleich hoch wie in unserer Untersuchung. Nach Dirksen et al. (1995) beginnt ab 100 μmol BHB pro Liter Milch der Risikobereich für klinisch manifeste Ketose, wohingegen unsere auf ein kleines Untersuchungsgut basierende Erfahrung zeigt, dass viele Hochleistungskühe BHB-Werte zwischen 100 und 200 μmol /l Milch haben, ohne zu erkranken. In der Schweiz erhalten die Milchkühe weniger Kraftfutter als im benachbarten Ausland (Morel, 1989). Es ist bekannt, dass eine Reduktion des Kraftfutteranteils in der Ration zu einer Erhöhung der BHB-Konzentration im Plasma führt, selbst wenn die Energiebilanz der Kühle durch die Reduktion des Kraftfutters nicht beeinflusst wird (Herdt et al., 1981). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die im Kraftfutter enthaltene Stärke im Pansen vorwiegend zu Propionsäure abgebaut wird, welche in der Leber zur Synthese von Glukose verwendet werden kann. Die verbesserte Glukoseversorgungslage bewirkt eine Reduktion der Ketonkörperkonzentration. Es stellt sich die Frage, ob erhöhte Ketonkörperkonzentrationen bei Kühen, die Rationen mit viel Rauhfutter guter Qualität erhalten, prognostisch günstiger zu beurteilen sind als bei Kühen, die viel Kraftfutter erhalten. Kühe verweigern zu Beginn einer Acetonämie häufig zuerst das Kraftfutter, nicht aber Dürrfutter (Radostits et al., 1994). Dieses Verhalten könnte dazu führen, dass sich bei Kühen,

L'analyse du β -hydroxybutyrate dans le lait à l'aide d'un test à bandelette: une aide pour le diagnostic de l'acétonémie subclinique et clinique de la vache laitière

Pour évaluer un test à bandelette pour la détermination semiquantitative du β -hydroxybutyrate (BHB) dans le lait, la teneur en BHB du lait de vaches saines et de vaches souffrant d'acétonémie a été déterminée avec des bandelettes. Dans 39 des échantillons de lait et dans 88 échantillons de sang prélevés en même temps que le lait, le BHB a été analysé de manière quantitative sur un analyseur. Une bonne corrélation est constatée entre les teneurs en BHB du lait obtenues avec les deux méthodes ($r = 0.92$; BHB quantitatif = $-9.9 + 1.25 \times$ BHB semiquantitatif). La corrélation entre la teneur dans le lait déterminée avec les bandelettes et la teneur dans le plasma sanguin analysée de manière quantitative est également bonne, malgré la concentration sanguine plus élevée ($r = 0.84$; BHB sanguin en mmol/l = $0.23 + 0.009 \times$ BHB semiquantitatif du lait en μmol /l). Le test évalué est valable pour le diagnostic de l'acétonémie clinique et pour la surveillance de l'état nutritionnel des vaches laitières à haute production.

La determinazione del β -idroxibutirato nel latte con un test a strisce: un aiuto per la diagnosi dell'acetonemia subclinica e clinica della vacca lattifera

Per fare una valutazione del test a strisce, abbiamo determinato il β -idroxibutirato (BHB) nel latte di vacche sane e di vacche affette da acetonemia con tale metodo. Il BHB è stato determinato con un test quantitativo in laboratorio per 39 campioni di latte e 88 campioni di sangue prelevati al momento della mungitura. Esiste una buona correlazione tra i tenori di BHB ottenuti con i due metodi nei 39 campioni di latte ($r = 0.92$; BHB quantitativo = $-9.9 + 1.25 \times$ BHB semiquantitativo). La correlazione tra il BHB nel latte, determinato con strisce, e la concentrazione del BHB plasmatico, analizzato in laboratorio, è ugualmente buona, malgrado la concentrazione più elevata del BHB nel sangue ($r = 0.84$; BHB plasmatico in mmol/l = $0.23 + 0.009 \times$ BHB semiquantitativo nel latte in μmol /l). Il test a strisce è valido per fare la diagnosi dell'acetonemia clinica e per controllare lo stato metabolico delle vacche lattifere ad alta produzione.

die kraftfutterbetonte Rationen mit Rauhfutter mässiger Qualität erhalten, eine subklinische Ketose eher zu einer klinisch manifesten Erkrankung entwickelt als bei Kühen, die primär Rauhfutter mit einem hohen Nährstoffgehalt fressen.

Dank

Ich danke Herrn F. Jans für die Angaben zu den Versuchskühen und den Tierärzten C. Perritaz und B. Fragnière, dass sie mir für die Untersuchung Blut- und Milchproben von an Ketose erkrankten Kühen zur Verfügung gestellt haben.

Literatur

- Blowey R.W. (1992): Metabolic profiles. In Bovine medicine, A.H. Andrews, R.W. Blowey, H. Boyd, R.G. Eddy (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, S. 601-606.*
- Dirksen G., Breitner W., Berger A. (1995): Ketosediagnostik: Semiquantitative Bestimmung von Beta-Hydroxybutyrat in Kuhmilch mit einem neuen Trockentest. Tierärztliche Umschau 50, 239-244.*
- Herdt T.H., Stevens J.B., Linn J., Larson V. (1981): Influence of ration composition and energy balance on blood β -hydroxybutyrate (ketone) and plasma glucose concentrations of dairy cows in early lactation. Am. J. Vet. Res. 42, 1177-1180.*
- Jans F. (1994): Milchsäurebakterien in Maissilage für Milchkühe. Agrarforschung 1, 141-144.*
- Morel J. (1989): Milchleistung und Einsatz von Handelsfuttermitteln für Milchkühe: Entwicklung in der Schweiz im Vergleich mit der EG. Landwirtschaft Schweiz 2, 527-529.*
- Radostits O.M., Blood D.C., Gay C.C. (1994): Veterinary medicine. 8th edition, Baillière Tindall, London, S. 1343-1354.*

Korrespondenzadresse: Dr. A. Gutzwiller, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, CH-1725 Posieux

Manuskripteingang: 4. Juni 1996
in vorliegender Form angenommen: 24. Januar 1997