Archive of SID

مجله پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۰/۴ شماره ۱/ سال ۱۳۸۹

مقایسه اندازه‌گیری pH شکمبه گاو با استفاده از سیستم سیار ثبت پیوسته و روش معمول نمونه‌گیری از مایع شکمبه

محمد حسن فتحی نسری*[1] و احمد ریاسی[2]

تاریخ دریافت : 87/7/6 تاریخ پذیرش : 88/3/7

1- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند
2- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه صنعتی اصفهان
* مسئول مکاتبه: mhfathi@gmail.com

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، طراحی یک سیستم سیار ثبت پیوسته pH شکمبه و مقایسه مقادیر ثبت شده pH با داده‌های pH حاصل از نمونه‌گیری از مایع شکمبه بود. سیستم ثبت پیوسته متشکل از یک الکترود مقاوم و یک دستگاه ثبت داده بود. یک وزنه 0/5 کیلوگرمی به الکترود متصل شد تا آن را در موقعیت کیسه شکمی شکمبه نگه دارد. الکترود از طریق کابل به دستگاه ثبت داده متصل بود و این دستگاه توسط یک کمربند روی جدوگاه گاو نصب شده بود. دستگاه ثبت داده که با یک باطری کار می‌کرد امکان ثبت حدود 13000 داده (pH و دما) را داشت. pH شکمبه یک راس گاو شیرده به مدت 3 روز بطور پیوسته (هر 10 ثانیه) ثبت شد تا عملکرد سیستم ثبت پیوسته pH با نمونه‌های جمع‌آوری شده از کیسه شکمی شکمبه و از همان محلی که الکترود قرار داشت مقایسه شود. نمونه‌گیری از مایع شکمبه در 3 زمان مختلف در روز (ساعت‌های 9/0، 12/0 و 15/0) در طی 3 روز آزمایش صورت گرفت. در هر نوبت، 3 نمونه مایع شکمبه جمع‌آوری شد، pH هر نمونه بلافاصله با استفاده از یک pH متر سیار تعیین شد و میانگین آنها با میانگین حاصل از 3 رکورد ثبت شده توسط سیستم ثبت پیوسته در همان زمان مقایسه شد. pH حاصل از نمونه‌گیری از مایع شکمبه (0/05 ± 6/12) بزرگتر (P< 0/05) از pH حاصل از سیستم ثبت پیوسته (0/04 ± 5/94) بود اما همبستگی بین دو روش برابر 0/82 (P< 0/05) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که با سیستم ثبت پیوسته می‌توان pH شکمبه را بطور دقیق و در حالیکه گاو می‌تواند بطور طبیعی فعالیت‌های روزانه خود را انجام دهد تعیین نمود.

واژه‌های کلیدی: سیستم سیار ثبت پیوسته، گاو شیری، pH شکمبه

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison Between Cattle Rruminal pH Determination Using Mobile Continuous Recording System and Regular Ruminal Spot Sampling

MH Fathi Nasri[1] and A Riasi[2]

Received: September 28, 2009 Accepted: February 26, 2010
[1]Assistance professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Iran
[2]Assistance professor, Department of Animal Science, Isfahan University of Technology, Iran
Corresponding Author: mhfathi@gmail.com

Abstract

The objective of this study was to develop a continuous rumen pH data acquisition system that permitted animal mobility during data acquisition. A further objective was to compare pH readings obtained using the continuous recording system to readings obtained at the same time using spot sampling. The continuous recording system was composed of a heavy-duty electrode and a data logger. The electrode was attached to a 0.5-kg weight to help maintain the electrode in the ventral sac of rumen. The electrode was connected via a cable to a lightweight data logger that was mounted on the animal's back using a belt wrapped around the girth. The data logger was battery powered and could hold over 13,000 pH data values. Ruminal pH was continuously recorded (every 10 s) using a lactating Holstein cow to compare the performance of the continuous system to spot samples taken from the ventral sac of the rumen, the same location as the continuous electrode. The spot samples were collected 3 times per d for 3 d. At every sampling time, 3 replicate samples were collected, pH was determined immediately using a handheld pH meter, and readings were averaged (n = 3) and compared with the average of the 3 pH readings recorded using the continuous system at the same time. The pH recorded by spot sampling (6.06 ± 0.05) was greater (P<0.05) than that of the continuous system (5.87 ± 0.04), with a correlation of r = 0.82 (P<0.05). The continuous recording system may has the potential to facilitate measurement of ruminal pH in free-roaming cattle.

Key words: Mobile continuous pH recording system, Dairy cow, Ruminal pH

مقدمه

اندازه‌گیری pH و تعیین تغییرات آن برای مطالعه متابولیسم شکمبه در نشخوارکنندگان از اهمیت خاصی برخوردار است. معمولا برای تعیین pH شکمبه گاو، از مایع شکمبه نمونه یا نمونه‌هایی تهیه شده و pH آن بلافاصله تعیین می‌شود. نمونه‌گیری ممکن است با استفاده از لوله مری یا فرو کردن سوزن در شکمبه (رومنوسنتزیس[1]) و یا جمع‌آوری نمونه از راه کانولای نصب شده در شکمبه صورت گیرد که هر یک از این روش‌ها با خطاهایی همراه است. روش دقیق‌تر تعیین pH شکمبه، ثبت پیوسته آن با کار گذاشتن یک الکترود اندازه‌گیری pH در شکمبه از طریق مجرای کانولا است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و جایگزین

[1]- Rumenocentesis

www.SID.ir

Archive of SID

روش نمونه‌گیری از مایع شکمبه شده است اما در اکثر سیستم‌های ثبت پیوسته pH، امکان حرکت و فعالیت طبیعی گاو در طی دوره رکوردگیری وجود ندارد (الزهل و همکاران 2007).

اندازه‌گیری pH شکمبه گاو به روش درون‌تنی[1] اولین بار توسط اسمیت (1941) گزارش شد ولی دستیابی به روش ثبت پیوسته pH شکمبه تا سال 1968 میسر نشد (جانسون و ساتون 1968 و مک‌آرتور و میلتی‌مور 1968). دادو و آلن (1993) ثبت پیوسته pH را با سیستم جامع‌تری که مصرف آب و خوراک، فعالیت جویدن و حرکات نگاری را نیز ثبت می‌نمود تلفیق کردند. این روش رهیافتی برای مطالعه اثرات متقابل بین متغیرهای مختلف گاو بود. علاوه بر این، با ثبت پیوسته pH شکمبه می‌توان نوسانات سریع برخی متغیرها که اندازه‌گیری آنها از راه نمونه‌گیری از شکمبه مشکل است را تعیین نمود (دادو و آلن 1993). سیستم ثبت پیوسته pH شکمبه در تحقیقات مربوط به بررسی استراتژی‌های تغذیه‌ای کاهش شدت اسیدوز شکمبه‌ای تحت حاد در گاوهای شیری (کونن و همکاران 2002، کوتی و همکاران 2004 و روستومو و همکاران 2006) و بررسی تاثیر مصرف خوراک و مدیریت تغذیه‌ای بر اسیدوز و عملکرد گاوهای گوشتی (کوپر و همکاران 1999) مورد استفاده قرار گرفته است. شدت اسیدوز را می‌توان بجای استفاده از میانگین روزانه pH شکمبه، از طریق ثبت مدت زمانی که pH شکمبه کمتر از مقدار معینی است بطور دقیق تعیین نمود (کونن و همکاران 2002).

اکثر سیستم‌های ثبت پیوسته pH شکمبه از یک کابل رابط برای انتقال داده‌های pH شکمبه به دستگاه اندازه‌گیری مرکزی pH استفاده نموده‌اند که این موضوع مانع حرکات آزادانه حیوان در مدت جمع‌آوری داده‌ها می‌شود. بنابراین هدف از مطالعه حاضر طراحی و معرفی یک سیستم جدید ثبت پیوسته pH بود، به گونه‌ای که امکان حرکات عادی روزانه برای حیوان مهیا باشد. از سوی دیگر داده‌های بدست آمده از این سیستم با داده‌های حاصل از روش معمول نمونه‌گیری از مایع شکمبه مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

سیستم ثبت پیوسته pH: این سیستم از دو بخش اصلی تشکیل شده است؛ یک الکترود اندازه‌گیری pH و یک دستگاه قابل حمل ثبت داده‌ها (شکل 1). الکترود (PHE-7352-6-PT100, Omega Engineering Inc., Stamford, CT) از نوع بسیار مقاوم بوده و در زیردریایی‌ها کاربرد دارد (شکل 1، ه). حسگر الکترود بصورت دو جداره و با پوشش کامل بود و در مقابل محلول‌های سمی کاملا مقاوم بود و در هر جهتی می‌توانست مورد استفاده قرار گیرد. پوشش خارجی الکترود از سولفید پلی فنیلن مستحکم ساخته شده بود و در مقابل مواد شیمیایی مقاوم بود. الکترود قادر به تحمل فشاری معادل 689 کیلو پاسکال بوده و به یک حسگر حرارتی مجهز بود تا امکان تنظیم دمایی خودکار pH را فراهم نماید.

قسمت جلویی الکترود به یک رابط پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن مولکولی زیاد (شکل 1، ج) پیچ شد تا حباب الکترود را از هر ضربه‌ای در حالت غوطه‌ور در شکمبه محافظت نماید و یک وزنه استیل 0/5 کیلوگرمی (شکل 1، د) به آن متصل شد تا الکترود را در کیسه شکمی شکمبه به حالت شناور نگه دارد. کابل الکترود با استفاده از یک شیلنگ (با قطر خارجی 2/5 سانتیمتر، قطر داخلی 1/9 سانتیمتر و طول تقریبی 60 سانتیمتر؛ شکل 1، و) که توسط یک رابط پلاستیکی از یک سمت به انتهای الکترود و از سمت دیگر به درپوش لاستیکی روی فیستولا متصل شده بود از محتویات شکمبه محافظت شد تا مانع از آسیب دیدگی آن در شکمبه گردد. علاوه بر آن، استفاده از این شیلنگ پلاستیکی سبب شد موقعیت الکترود در شکمبه حفظ شود. طول

[1]- In vivo

www.SID.ir

Archive of SID

کل سیستم در داخل شکمبه حدود 60 سانتیمتر بود که اجازه می‌داد نوک الکترود به ته کیسه شکمی شکمبه برسد. البته بسته به اندازه گاو و محل کانولا ممکن است نیاز به تصحیح این طول باشد. کابل الکترود (182 سانتیمتر) به دستگاه ثبت داده (pHTemp 101, Monarch Instrument, Amherst, NH) متصل شد (شکل 1، ز) تا داده‌ها را ثبت نماید. وزن دستگاه ثبت داده 120 گرم بود و در هر کانال می‌توانست 13107 داده را ثبت نماید (pH و دما). دستگاه در داخل یک جعبه پلاستیکی ضد آب (شکل 1، ح) قرار داده شد و با استفاده از یک کمربند قابل تنظیم (شکل 1، ط) که دور سینه بسته می‌شد روی جدوگاه گاو قرار گرفت. داده-های دستگاه از طریق یک کابل رابط به رایانه منتقل می-شد. رایانه مجهز به نرم افزار ثبت داده (Version 2.0, Monarch Instrument) بود و قادر به کالیبراسیون الکترود، گرفتن داده از دستگاه‌های ثبت داده بطور همزمان، نشان دادن داده‌ها بصورت نمودار و آنالیز داده‌ها بود.

برای اطمینان از کارکرد صحیح الکترود، pH و دمای آن با اتصال به رایانه روزانه کالیبره می‌شد. بعد از کالیبراسیون، الکترود مجددا با استفاده از بافرهای استاندارد و دما آزمون می‌شد و درصورتی که اختلافی بیش از 0/03 واحد برای pH یا 0/2 درجه سانتیگراد برای دما وجود داشت کالیبراسیون دوباره انجام می-شد.

حیوان مورد استفاده و ارزیابی اعتبار نتایج: در این آزمایش از یک راس گاو شیرده هلشتاین مجهز به فیستولای شکمبه‌ای به وزن 500 کیلوگرم، تولید شیر روزانه 2 ± 22 کیلوگرم و روز شیردهی برابر با 187 روز که روزانه با 20/85 کیلوگرم جیره‌ای متشکل از 26 درصد یونجه خشک، ، 18 درصد سیلاژ ذرت و 56 درصد مواد متراکم (بر اساس ماده خشک، جدول 1) در ساعت‌های 10/0، 17/0 و 23/0 تغذیه می‌شد استفاده گردید. سیستم ثبت پیوسته pH بر روی بدن گاو نصب شد و pH شکمبه برای مدت 3 روز و هر 10 ثانیه یکبار ثبت شد. نمونه‌های مایع شکمبه از راه یک شیلنگ باریک (به قطر 3 میلیمتر) که انتهای آن دقیقا در مجاورت نوک الکترود قرار داشت به کمک یک سرنگ تخلیه شد. نمونه‌گیری از مایع شکمبه برای مدت 3 روز متوالی و در هر روز 3 نوبت در ساعت‌های 9/0، 12/0 و 15/0 صورت پذیرفت. در هر نوبت نمونه‌گیری، 3 نمونه 50 میلی‌لیتری مایع شکمبه جمع‌آوری شد و pH نمونه‌ها بلافاصله با استفاده از یک pH متر سیار (pH 350 Meter, JENWAY) تعیین شد. مقادیر pH ثبت شده در ساعت‌های نمونه‌گیری توسط سیستم پیوسته نیز استخراج شد. میانگین مقادیر pH نمونه‌های جمع‌آوری شده از مایع شکمبه با میانگین pH مایع شکمبه حاصل از سیستم ثبت پیوسته در هر زمان نمونه‌گیری در هر روز (حاصل از 3 تکرار) و در کل دوره‌ی 3 روزه (حاصل از 9 تکرار) و نیز میانگین 3 زمان نمونه‌گیری در کل دوره (حاصل از 27 تکرار) مقایسه شدند.

آزمون معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر pH ثبت شده توسط سیستم ثبت پیوسته و مقادیر pH حاصل از نمونه‌های مایع شکمبه، با استفاده از آزمون تی جفت شده‌ی[1] PROC MEANS نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. همبستگی بین داده‌های حاصل از دو روش نیز با استفاده از PROC CORR نرم‌افزار آماری SAS محاسبه شد. اثرات در سطح احتمال کمتر از 0/05 معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

جعبه حاوی دستگاه ثبت داده که بر روی جدوگاه گاو سوار شده بود در طول آزمایش در جای خود قرار داشت و حیوان هیچ علامتی از ناراحتی ناشی از وجود

[1] - Paired *t*-test

www.SID.ir

Archive of SID

جعبه یا کمربند نشان نداد. موقعیت الکترود در شکمبه نیز در طول آزمایش با توجه به اتصال وزنه 0/5 کیلوگرمی استیل به انتهای آن در داخل کیسه شکمی تغییری نکرد و بدون چسبیدن به دیواره شکمبه در داخل کیسه شکمی بصورت معلق قرار داشت. دادو و آلن (1993) گزارش نمودند pH در مجاورت دیواره شکمبه تقریبا 0/7 واحد بیشتر از داخل کیسه شکمی است که علت آن جذب سریع اسیدهای چرب فرار یا افزایش غلظت آمونیاک در مجاورت دیواره شکمبه عنوان شد. pH شیرابه داخل کیسه شکمی برای پی بردن به ویژگی‌های تخمیر شکمبه‌ای احتمالا مهمتر از pH مجاور دیواره شکمبه است. میانگین pH حاصل از نمونه‌گیری از مایع شکمبه و ثبت شده توسط سیستم ثبت پیوسته در ساعت‌های مختلف و روزهای مختلف آزمایش در جدول 2 گزارش شده است. اعداد جدول نشان می‌دهد کمترین مقدار pH مایع شکمبه در روز اول آزمایش مربوط به ساعت 15/0، در روز دوم مربوط به ساعت 12/0، در روز سوم مربوط به ساعت-های 12/0 و 15/0 و در کل سه روز مربوط به ساعت 12/0 بود اما اگر به داده‌های پیوسته pH که توسط سیستم برای یک دوره 24 ساعته ثبت شده است (برای مثال در روز اول آزمایش، منحنی شکل 2) توجه شود ملاحظه می‌گردد که حتی در یک فاصله زمانی چند دقیقه‌ای، نوسانات زیادی در pH شکمبه ایجاد شده است و تعیین pH در یک نقطه زمانی خاص (که معمولا در روش نمونه‌گیری از مایع شکمبه صورت می‌گیرد) در آزمایشات تغذیه‌ای از اعتبار زیادی برخوردار نیست بلکه بررسی نمودار تغییرات pH حایز اهمیت است. به همین دلیل توصیه شده است برای مطالعه متابولیسم شکمبه، بعنوان مثال بروز اسیدوز، باید نمودار تغییرات pH بررسی و تعداد ساعت‌هایی که pH در محدوده یا مرز خاصی قرار دارد محاسبه شود (کوتی و همکاران 2004 و کونن و همکاران 2002). علی رغم اینکه در روزهای مختلف آزمایش از نظر بیشترین و کمترین مقدار pH در ساعت‌های 9/0، 12/0 و 15/0 اختلاف وجود داشت ولی pH اندازه‌گیری شده به 2 روش در هر ساعت نمونه‌گیری از اختلاف کمی برخوردار بود و این موضوع در هر 3 روز آزمایش دیده شد که نشان دهنده‌ی تکرارپذیری بالا و یکنواختی نتایج است. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد pH ثبت شده توسط سیستم پیوسته 0/02 ± 0/18 واحد کمتر از pH حاصل از نمونه‌گیری از مایع شکمبه بود ($P<0/05$) اما همبستگی بین دو روش برابر با 0/82 بود ($P<0/05$). گرچه تفاوت بین pH ثبت شده توسط سیستم پیوسته و pH حاصل از نمونه‌گیری از مایع شکمبه معنی‌دار بود اما این تفاوت زیاد نبود و همانگونه که جانسون و ساتون (1968) مقدار این تفاوت را تا 0/2 واحد قابل قبول دانسته‌اند در تحقیق حاضر نیز در اکثر موارد، تفاوت کمتر از 0/2 واحد و همانگونه که گفته شد میانگین این تفاوت 0/18 واحد بود. جانسون و ساتون (1968)، مک‌آرتور و میلتی‌مور (1968)، دادو و آلن (1993) و الزهل و همکاران (2007) نیز گزارش نمودند که مقادیر pH اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه به ترتیب 0/20، 0/10، 0/11 و 0/07 واحد بیشتر از مقادیر pH اندازه‌گیری شده بصورت درون‌تنی بود. این تفاوت ممکن است بدلیل هدرروی گاز دی‌اکسید کربن (اسمیت 1941) یا سایر ترکیبات فرار در طی مراحل جمع‌آوری نمونه از شکمبه باشد.

همانگونه که در منحنی شکل 2 نشان داده شده است در ثبت pH توسط سیستم به فاصله هر 10 ثانیه در طول 3 روز آزمایش هیچگونه اختلالی مشاهده نشد. مک‌آرتور و میلتی‌مور (1968) در آزمایشی که طی آن pH مایع شکمبه یک راس گاو شیری را پس از تغذیه با علوفه‌های تازه، انواع مختلف مواد پلت شده، علوفه سیلو شده و علف خشک بطور پیوسته ثبت نمودند بیان داشتند که هنگام تغذیه حیوان با علف خشک، بدلیل تغییر مکان الکترود pH متر توسط خوراک خشک مصرفی مشکلاتی در تعیین pH بروز نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

مزیت استفاده از سیستم مستقل ثبت پیوسته pH شکمبه (ترکیب الکترود و دستگاه ثبت داده) برای هر گاو بدون نیاز به استفاده از کابل‌های طویل این است که به گاو اجازه می‌دهد در طی جمع‌آوری داده بطور عادی حرکت داشته باشد و از اینرو امکان انجام فعالیت‌های روزانه و شیردوشی برای حیوان فراهم است. مشخص است که میزان فعالیت و راحتی حیوان بر اشتها و هضم و متابولیسم مواد خوراکی تاثیر دارد بنابراین داده‌های حاصل از سیستم سیار ثبت پیوسته pH مایع شکمبه بسیار دقیق‌تر از روش‌های دیگر خواهد بود. همچنین در این روش احتمال از دست رفتن اطلاعات بدلیل قطع برق دستگاه مرکزی یا هر گونه کارکرد ناصحیح آن به حداقل می‌رسد. با کمک سیستم ثبت پیوسته pH و استفاده از یک سیستم ثبت مصرف خوراک، محققین قادر خواهند بود pH شکمبه را تحت شرایط مدیریتی مختلف اندازه‌گیری و بررسی نمایند.

نتیجه‌گیری و کاربرد

سیستم جدید سیار ثبت پیوسته pH که ویژگی‌های آن در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت ابزاری معتبر و دقیق برای اندازه‌گیری pH شکمبه گاو است که طرز کار به نسبت ساده‌ای داشته و سیار بودن آن امکان استفاده از آن را در هر شرایطی مقدور می‌سازد. به کمک این سیستم محققین قادر خواهند بود نوسانات pH شکمبه را بطور دقیق در حالی که گاو بطور عادی فعالیت‌های روزمره خود را انجام می‌دهد بررسی نمایند.

جدول 1- اجزاء مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره مورد استفاده در آزمایش.

ماده خوراکی	درصد ماده خشک
یونجه خشک	26/0
سیلاژ ذرت	18/0
دانه جو	15/7
دانه ذرت	7/8
کنجاله سویا	3/9
کنجاله تخم پنبه	8/4
سبوس گندم	17/2
ملاس چغندر	1/7
کربنات کلیسم	0/55
مکمل معدنی ویتامینه[1]	0/55
نمک طعام	0/20
ترکیب شیمیایی	**بر اساس ماده خشک**
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)	1/61
پروتئین خام (درصد)	15/2
چربی خام (درصد)	3/4
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	35/2
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	22/1
کربوهیدرات غیر فیبری (درصد)	41/1
خاکستر (درصد)	7/4
کلسیم (درصد)	0/85
فسفر (درصد)	0/50

[1] هر کیلوگرم مکمل حاوی: 19/6% کلسیم، 9/6% فسفر، 1/9% منیزیم، 0/3% آهن، 7/1% سدیم، 0/03% مس، 0/2% منگنز، 0/3% روی، 0/01% کبالت، 0/01% ید، 0/001% سلنیوم و 500 هزار واحد ویتامین A، 100 هزار واحد ویتامین D و 100 واحد ویتامین E است.

www.SID.ir

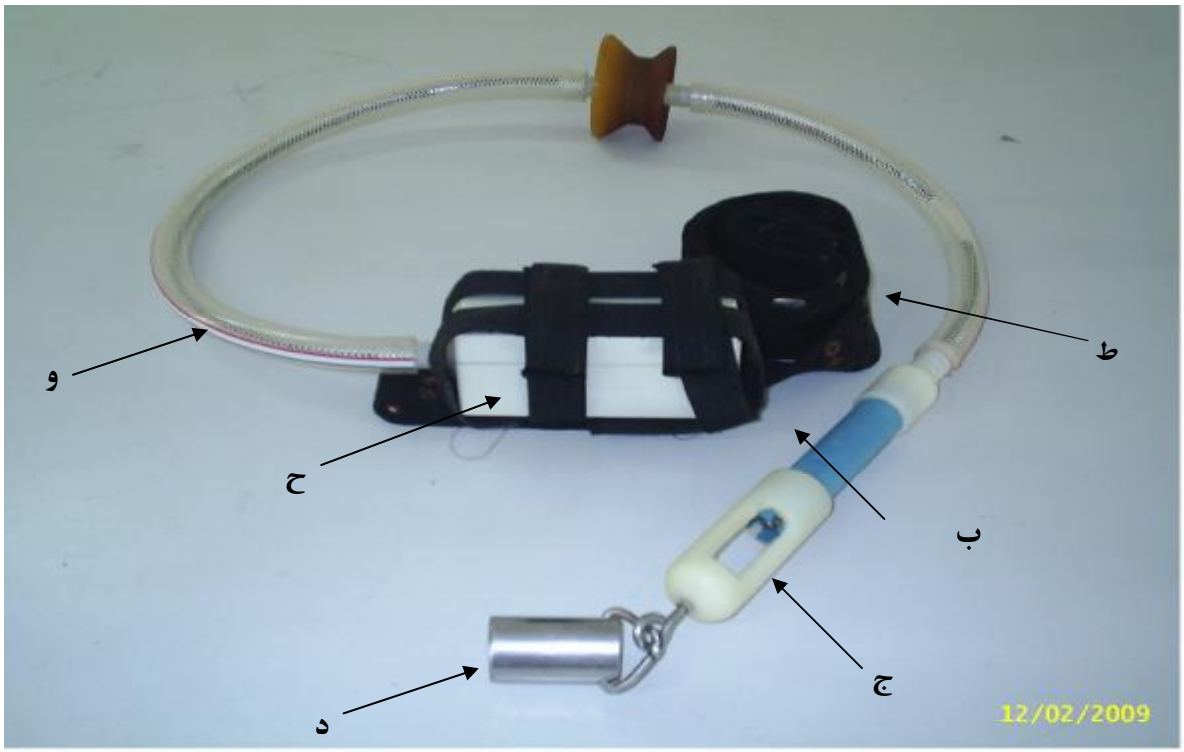
Archive of SID

جدول 2- مقایسه pH حاصل از روش نمونه‌گیری از مایع شکمبه و روش ثبت پیوسته توسط سیستم سیار در 3 روز مختلف آزمایش و کل دوره آزمایش.

زمان نمونه‌گیری یا قرائت دستگاه (3 تکرار)	نمونه‌گیری از مایع شکمبه	ثبت پیوسته	سطح معنی داری
	روز اول		
ساعت 9/0	6/01 ± 0/05	5/94 ± 0/05	NS
ساعت 12/0	6/18 ± 0/04	5/90 ± 0/04	< 0/05
ساعت 15/0	6/0 ± 0/05	5/76 ± 0/04	< 0/05
	روز دوم		
ساعت 9/0	6/35 ± 0/05	6/10 ± 0/05	< 0/05
ساعت 12/0	6/01 ± 0/04	5/81 ± 0/04	< 0/05
ساعت 15/0	6/32 ± 0/05	6/15 ± 0/04	< 0/05
	روز سوم		
ساعت 9/0	6/29 ± 0/05	6/18 ± 0/05	< 0/05
ساعت 12/0	5/99 ± 0/04	5/80 ± 0/04	< 0/05
ساعت 15/0	5/93 ± 0/05	5/80 ± 0/04	< 0/05
	کل دوره (3 روزه)		
ساعت 9/0 (9 تکرار)	6/22 ± 0/05	6/07 ± 0/05	< 0/05
ساعت 12/0 (9 تکرار)	6/06 ± 0/04	5/84 ± 0/04	< 0/05
ساعت 15/0 (9 تکرار)	6/09 ± 0/05	5/90 ± 0/04	< 0/05
میانگین 3 زمان فوق (27 تکرار)	6/12 ± 0/05	5/94 ± 0/04	< 0/05

www.SID.ir

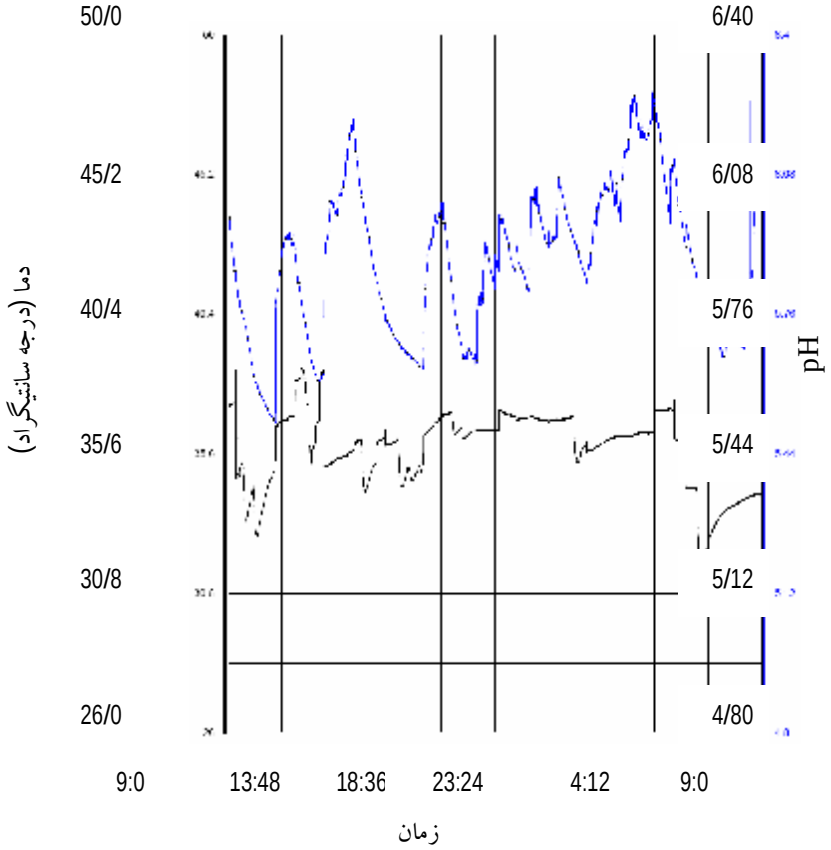
Archive of SID



شکل 1- بخش‌های مختلف سیستم سیار ثبت پیوسته pH شکمبه: الف) سیستم سیار روی بدن گاو؛ ب) الکترود pH متر همراه با اتصالات؛ ج) رابط اتصال وزنه به الکترود؛ د) وزنه استیل؛ ه) الکترود pH متر؛ و) شیلنگ محافظ کابل الکترود؛ ز) دستگاه ثبت داده؛ ح) جعبه محافظ دستگاه ثبت داده؛ ط) کمربند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- منحنی ثبت داده‌های pH (خط بالایی) و دما (خط پایینی) توسط سیستم در روز اول آزمایش (دوره 24 ساعته).

منابع مورد استفاده

AlZahal O, Rustomo B, Odongo NE, Duffield TF and McBride BW, 2007. A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. J Anim Sci 85:213–217.

Cooper RJ, Klopfenstein TJ, Stock RA, Milton CT, Herold DW and Parrott JC, 1999. Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. J Anim Sci 77:1093–1099.

Cottee G, Kyriazakis I, Widowski TM, Lindinger MI, Cant JP, Duffield TF, Osborne VR and McBride BW, 2004. The effects of subacute ruminal acidosis on sodium bicarbonate supplemented water intake for lactating cows. J Dairy Sci 87:2248–2253.

Dado RG and Allen MS, 1993. Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. J Dairy Sci 76:1589–1600.

www.SID.ir

Archive of SID

Johnson VW and Sutton JD, 1968. The continuous recording of the pH in the bovine rumen. Br J Nutr 22:303–307.

Keunen JE, Plaizier JC, Kyriazakis L, Duffield TF, Widowski TM, Lindinger MI and McBride BW, 2002. Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. J Dairy Sci 12:3304–3313.

McArthur JM, and Miltimore JE, 1968. Continuous recording of the in vivo rumen pH in fistulated cattle. Can J Anim Sci 48:237–240.

Rustomo B, AlZahal O, Cant JP, Fan MZ, Duffield TF, Odongo NE and McBride BW, 2006. Acidogenic value of feeds. II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fiber degradability and milk production in the lactating dairy cow. Can J Anim Sci 86:119–126.

Smith VR, 1941. In vivo studies of hydrogen ion concentrations in the rumen of the dairy cow. J Dairy Sci 24:659–665.

www.SID.ir