



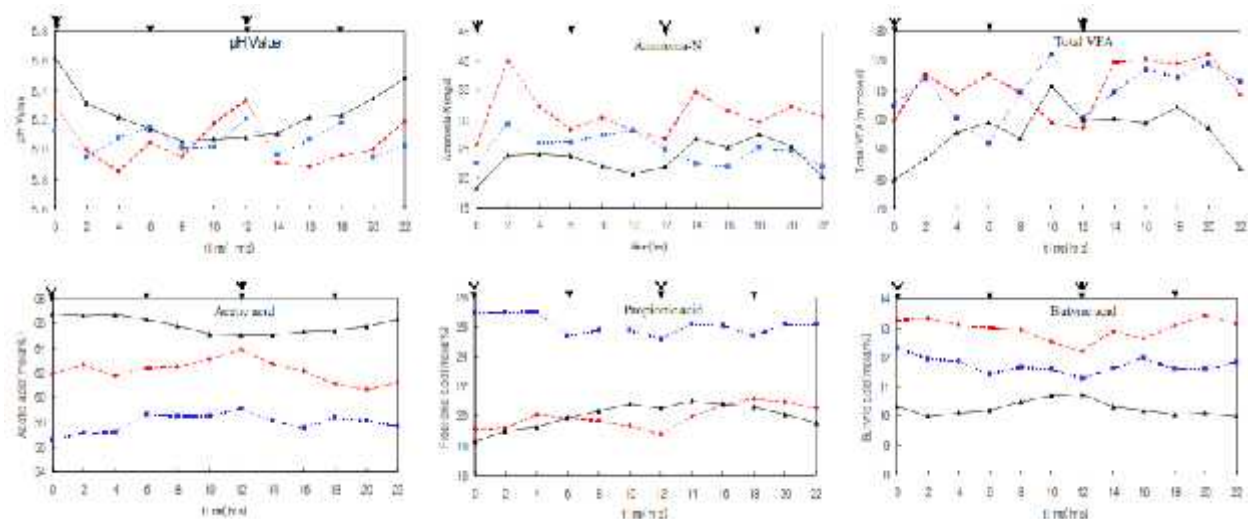
دفعات خوراک دهی و عملکرد گاوهای شیری (عملکرد شکمبه)



دفعات خوراک دهی و عملکرد شکمبه

مطالعات پیشین نشان داده اند تغذیه گاوهای شیری برای ۶ بار در روز در مقایسه با ۲ بار در روز مصرف ماده خشک روزانه مصرف پروتئین خام و pH شکمبه را افزایش می دهد، در حالی که نسبت پروپونات به استات شکمبه کم می شود (French and Kennelly 1994, Robinson and McQueen, 1994, Robinson and Mcniven, 1990). کاهش در pH شکمبه به دلیل مصرف کربوهیدرات های سهل الهضم و در نتیجه فعالیت باکتری های سلولیتیک کم می شود، در حالی که رشد باکتری های آمیلولیتیک افزایش می یابد و از این رو نسبت پروپونات به استات در شکمبه افزایش می یابد (Bauman et al, 1971; Kauffman, 1976).

آنیسون و لوئیس (۱۹۵۹) توضیح داده اند که تحت شرایط طبیعی، به طور کلی تحت چرای متناوب نشخوار کنندگان در روز و شب تغییرات قابل توجهی در شرایط شکمبه رخ نداد. تریب (۱۹۴۹) مویر و سومر (۱۹۵۷) مشاهده کردند که قابلیت هضم ماده خشک و ابقاء نیتروژن وقتی جیره ی روزانه یک بار نسبت به جیره ی که ۲ یا تعداد بیشتری در روز تغذیه شده بود، کاهش یافت و مشاهده شد میانگین تعداد پروتوزوآ و باکتری ها وقتی که جیره یک بار در روز تغذیه شد کاهش یافت. در آزمایش ساتر و بالوم گاروت (۱۹۶۲)،



شکل ۱: اثرات دفعات خوراک دهی کنسانتره ۲ و ۴ بار به طور روزانه در مقابل جیره کاملا مخلوط بر شاخص pH شکمبه، غلظت N آمونیاکی، غلظت VFA کل

همچنین درصد مولار استات، پروپونات و بوتیریک اسید. ▽ بیان کننده زمان خوراک دهی بترتیب در گروه های ۲C و ۴C، ◆، ■، ▲ بترتیب

آنها ۴ بار در روز تغذیه انجام دادند و تفاوت معنی داری در ابقاء نیتروژن بواسطه ۲ بار در روز مشاهده نکردند. اندک تغییر روزانه در pH شکمبه بوسیله هر یک از دفعات خوراک دهی مشاهده شد.

نوسان در مورد میانگین pH، هر چند معنی داری اندک برای حیواناتی که ۴ یا ۸ بار در روز نسبت به زمانیکه ۲ بار در روز تغذیه شدند وجود داشت میانگین نسبت های pH، ۶/۷۷، ۶/۷۶، ۶/۷۶، ۶/۷۶ به ترتیب ۲، ۴، ۸ بار در روز تغذیه انجام گرفت بدست آمد، همبستگی معنی دار با دفعات خوراک دهی داشت. افزایش دفعات خوراک دهی تغییر معنی داری در میانگین کل غلظت VFA مایع شکمبه یا در مقادیر نسبی استیک، پروپونیک، بوتیریک و والریک اسید نشان نداد (Satter and Baumgardt, 1962).

مصرف خوراک با ارائه جیره های مخلوط نسبت به یک بار در روز تحریک کننده نسبت (Burt et al, 1967; Smith et al, 1978; Stanley et al, 1967) و تمام هضم دارد و مواد خوراکی نیز تحت تاثیر واقع نشده است (Honing et al, 1976; Rakes et al, 1957).

هرچند افزایش تعداد دفعات خوراک‌دهی منجر به تغییر اندکی در خصوصیات شکمبه‌ای خواهد شد (Kwan et al,1977) و این ممکن است از لحاظ نظری موجب شود راندمان هضم مواد خوراکی در شکمبه افزایش یابد (Baldwin et al,1979; Johnson et al,1976). به علاوه وقتی گاوها با کنجاله‌ها تغذیه شوند، مصرف متمایل در جهت استفاده از کنجاله‌های درشت بلافاصله بعد از خوراک دادن به صورت تصاعدی استفاده از کنجاله‌های ریز و مدت زمان بیشتری بین استفاده از کنجاله‌ها بطوریکه زمان در جهت افزایش عرضه‌ی خوراک است (Vasilatos et al,1980). پیشنهاد شده است که خصوصیت کنجاله‌ها می‌تواند در افزایش رهایی شکمبه در قابلیت هضم بالقوه مواد خوراکی شرکت کند، زیرا باکتری‌های تجزیه‌کننده بلافاصله بعد از خوراک دادن کاهش (Krishnamoorthy,1982) و سرعت‌های سریع متفاوت برای عبور اجزاء کنسانتره می‌شود (Colucci et al,1982).

یک شکل مهم از ثابت نگه داشتن و موثر جمعیت میکروبی شکمبه، نگهداری کافی و پیوسته از سوسبترای ورودی در طول روز است. جیره کاملاً مخلوط (TMR) یک راه بهینه برای تعادل مواد مغذی مورد نیاز میکروب‌هاست. هرچند، قابلیت در دسترس بودن بوسیله‌ی زمان و توزیع در ۲۴ ساعت بیشتر ممکن است نقش موثرتری داشته باشد. وقتی خوراک برای مصرف تا حد اشتها در تمام روز عرضه شده، گاوها بین ۹ و ۱۳ ماده خوراکی برای هر روز با یک میانگین اندازه خوراک ۳ تا ۵/۴ کیلوگرم به طور ثابت بین ۱۶ تا ۳۶ دقیقه برای هر خوراک را مصرف می‌کنند (Stokes,1981; Vasilatos and Wangness,1980).

هنوز مطالعاتی که کدام نسبت از خوراک مصرف شده در همبستگی با زمان بعد از عرضه‌ی خوراک می‌باشد و تاثیر دفعات خوراک‌دهی بر کمیت خوراک مصرف شده با زمان بعد از خوراک دادن معین نشده است و افزایش دفعات خوراک‌دهی با نوسان روزانه در نمونه‌های تخمیر شکمبه‌ای ثابت شده است (Jensen and Walstrup,1977).

کافمن (۱۹۷۶) گاوها را ۲ یا ۱۴ بار در روز با علوفه و یک روز در میان با کنسانتره تغذیه کرد. دامنه‌ی pH شکمبه فقط از ۶/۲ تا ۶/۴ با ۱۴ بار در روز خوراک دادن با دامنه‌ی ۵/۸ تا ۶/۷ برای ۲ بار در روز خوراک دادن مقایسه شد. pH ثابت منجر به فعالیت زیاد باکتری‌های سلولولیتیک با خوراک‌های با غلات زیاد شد، بنابراین درصد چربی شیر با افزایش دفعات خوراک‌دهی افزایش یافت. همچنین (Goings et al,1975) تغذیه گاوها، ۲ یا ۳ بار در روز با جیره‌ی کاملاً مخلوط در زمانی که مصرف تا حد اشتها بود در شرایط گروهی تاثیری بر مصرف ماده خشک، تولید شیر با درصد چربی نداشت. میزان ترن‌آور مایع حداقل دو برابر میزان ترن‌آور مواد جامد در شکمبه است (Evans,1981a; Evans,1981b; Grovum and Williams,1973). رقیق‌سازی سریع میزان رشد میکروب‌ها و فراورده‌های (Cole et al,1976; Harrison et al,1975) آنها افزایش یافت که این در افزایش عبور پروتئین میکروبی به قسمت‌های پایین دستگاه گوارش مورد انتظار خواهد بود (Russell and Hespell,1981).

هرچند در مورد دفعات خوراک‌دهی اندک شناختی وجود دارد بطوریکه این گزارش‌ها در میزان رقیق‌سازی مایع و مصرف اختیاری آب است. چون پیش از این اشاره شد که با افزایش دفعات خوراک‌دهی pH شکمبه افزایش یافته و اشاره شده که نسبت استات به پروپیونات افزایش می‌یابد، با این حال، تغییرات روزانه در این پارامترها زمانیکه حیوانات دفعات بیشتری تغذیه شوند، کاهش قابل ملاحظه‌ای دارد.

نبودن یا کاهش پروتوزوآی مژده دار شکمبه بوسیله‌ی آزمایش با کاهش چربی شیر وابسته است (Chalupa et al,1976; Engvall,1980). لاندکوئیست و همکاران (۱۹۸۵) گزارش کردند که DL - میتونین تعداد پروتوزوآ شکمبه را در گاوهای شیری تغذیه شده با جیره‌های با کنسانتره بالا افزایش داده، بدون اینکه تغییری در نسبت استات به پروپیونات دیده شود. افزایش در تعداد پروتوزوآی شکمبه در نتایج حاصل از دفعات خوراک‌دهی جیره‌های کامل در گوسفند (Moir and Michalowski and Muszynski,1978; Somers,1957) و گوساله‌ها (Putnam et al,1961) مشاهده است. هرچند تاثیر دفعات خوراک‌دهی کنسانتره در پروتوزوآی شکمبه در

گاوهای شیری هنوز گزارش نشده است. دفعات خوراک‌دهی TMR در گاوهای شیری بر نرخ ترن‌آور قسمت مایع (Goetsh et al, 1983; Nocek and Braund, 1985) و جامد (Robinson and Sniffen, 1985) شکمبه تاثیر گذار است. تغییر در ترن‌آور در شکمبه می‌تواند بر میزان رشد میکروب‌ها و فرآورده‌های آنها و حتی تخمیر تاثیر گذارد (Cole et al, 1976; Harrison et al, 1975).

تغییر در تخمیر شکمبه ای برای گاوهای تغذیه شده با یونجه ی پلیت شده ممکن است منجر به کاهش زمان جویدن شود که این ممکن است جریان بزاق در شکمبه و بافرینگ در فرآورده ی نهایی تخمیر شکمبه ای را کاهش دهد (Shaver et al, 1986; Woodford et al, 1986). تخمیر شکمبه ای بوسیله ی افزایش دفعات خوراک دهی جیره در نشخوار کنندگان بهبود داده شده است. (Goetsch and Galyean, 1983; Jensen and Wolstrup, 1977; Kaufmann, 1976). گیسون (۱۹۸۴) پیشنهاد کرد که دفعات خوراک دهی جیره های با کنسانتره بالا درصد چربی شیر را بهبود داد. بنابراین، هدف از این آزمایشها بررسی تاثیر فرآیند خوراک و دفعات خوراک دهی در تخمیر شکمبه ای، تولید شیر و ترکیبات شیر بود.

ظرفیت نگهداری آب (WHC^۱) یک خاصیت فیزیکی فیبر وابسته به عبور دایجستا از کولون است (McConnell et al, 1974; Stephen and Cummings, 1979; Robertson and Eastwood, 1981). در نشخوار کنندگان، WHC ممکن است با اندازه ی مخزن-مایع شکمبه و سرعت و میزان هضم شکمبه ای موثر باشد (Mertens, 1977; Owens and Goetsch, 1986; Allen and Mertens, 1988). ظرفیت نگهداری آب مواد هضمی، ممکن است تحت تاثیر وسعت و اندازه ی هر کدام از ترشحات بزاقی داخل شکمبه ای نگه داشته شده باشد و بدین وسیله در رابطه بین تولید بزاق و جریان مایع شکمبه موثر باشد (Froetschel et al, 1989a). تاثیر WHC بر عملکرد دستگاه گوارش مربوط به قابلیت تخمیر فیبر است (McBurney et al., 1985). بنابراین، تاثیر WHC بر محیط مایع شکمبه ای ممکن است به میزان کسر جابجایی (FTR_۲) مواد هضمی وابسته باشد. علائم FTR ترکیب هضم و عبور است. تغذیه ی نشخوار کنندگان در مدت های مکرر برقراری شرایط ثابت برای هضم و متابولیسم است. کاهش دفعات تغذیه، تغییراتی در اندازه گیری های شکمبه ای، به حداقل رساندن تغییر در تولید VFA و جریان دایجستا و افزایش تولید استات در مایع شکمبه حتی بوسیله ی جیره های کنسانتره ای دارد (Herbein et al., 1978; Froetschel et al., 1983).

افزایش دفعات مصرف خوراک بوسیله ی نشخوار کنندگان ممکن است کامل کننده ی تاثیر فیبر وابسته به این شکل فیزیکی (پلت شده) بر تخمیر شکمبه ای بوسیله ی نگهداری بیشتر WHC شکمبه ای ثابت باشد. بنابراین حتی سبوس غلات که حاوی بیشترین فیبر قابل هضم است، ممکن است بر محیط مایع شکمبه اگر بصورت مکرر تغذیه شود موثر باشد. افزایش دفعات خوراک دهی از ۲ بار تا ۶ بار در روز منجر به افزایش میانگین pH مایع شکمبه، کاهش در تغییر pH، بهبود دادن در نسبت استات/ پروپیونات و آزمون های چربی شیر بالا شده است (Kaufmann, 1976). اگرچه، اقدامات آزمایشی نشان داده که تغذیه ی کنسانتره ها با دفعات بیشتر با نتایج حاصل که با عث افزایش تولید شیر شده سازگار نیست (Gibson, 1984).

ترتیب تغذیه یا در نوع خوراک های مختلف عرضه شده به حیوانات پیشنهاد شده که بر محیط شکمبه و تولید شیر موثر است. مثلا، تغذیه علوفه قبل از غلات راهکار سفارش شده در بهتر کردن یا جلوگیری از کاهش آزمون چربی شیر است. دلیل برای تغذیه علوفه قبل از کنسانتره ها این است که علوفه افزایش دهنده بزاق است و باعث می شود که ظرفیت بافری شکمبه افزایش می یابد و بنابراین ممانعت کننده تغییر ناگهانی در pH شکمبه با بافر و عبور خوراک های تخمیر شونده وابسته است. (Voight et al, 1978; Johnson, 1980; Giacomini et al, 1985).

۱ - Water-holding capacity
۲ - Fractional Turnover Rate

رشد موثر در باکتری شکمبه نیازمند قابلیت فراهمی همزمان انرژی و N شامل پروتئین و نیتروژن پپتیدی یا هردو است (Russell and Hespell, 1981). راسل و همکار (۱۹۸۱) پیشنهاد کردند که قطع همزمان منابع انرژی و پروتئین جیره ی غذایی برای قابلیت دسترسی شکمبه، راندمان رشد باکتری را کاهش داده، (حداقل در قسمتی)، زیرا استفاده از سوبسترا بوسیله باکتری شکمبه ناپیوسته است. هر چند هاور و استوک (۱۹۹۱) مبنی بر یک بررسی در مطالعات *invivo* و *invitro* نتیجه گرفتند که میزان هضم کربوهیدرات ها عامل اصلی کنترل کننده رشد میکروب هاست. این نظریه ظاهرا بوسیله هینینگ و همکاران (۱۹۹۱) بیان شده است که مبنی بر نتایج *invitro*، نتیجه گرفته شد که در سطوح (NRC, 1989) پذیرفته شده عرضه N همزمانی بین میزان در دسترس بودن انرژی و N ممکن است کمترین اهمیت در راندمان رشد باکتری نسبت به الگوی عرضه ی انرژی باشد.

نیوبولد و راست (۱۹۹۲) با یک سیستم بسته ی *invitro* کار کردند و نشان داده شد که عرضه غیر همزمان مقادیر ثابت انرژی اثرات ثابتی بر رشد باکتری نداشت. اگرچه آنها پیشنهاد کردند که غیر همزمانی در *invivo* توانایی راندمان رشد میکروب ها را کاهش دهد. تلاش ها برای اثبات استفاده از عرضه همزمان انرژی و N در میکروارگانسیم های شکمبه و سودمندی حیوان نامعلوم است. این سودمندی ها در برخی مطالعات مشاهده شده (Herrera-Saldana et al, 1990; Herrera-Saldana and Huber, 1989; McCarthy et al, 1989)، اما در برخی از آنها وجود ندارد. (Herrera-Saldana et al, 1990; Herrera-Saldana and Huber, 1989; Judkins et al, 1991; McCarthy et al, 1989).

چربی های حفاظت شده شکمبه ای با فرآیند رشد میکروب های مضر و تخریب شکمبه پیشرفت داشته، بدان وسیله کاهش بالقوه اثرات منفی در سرعت تخمیر نشاسته در رشد میکروب های شکمبه دارد (Russell and Hespell, 1981) و افزایش عبور نشاسته از شکمبه، بدون کاهش اندازه ی هضم، در نتیجه حفظ بالای قابلیت هضم روده ای است. یک چنین فرآیندی می تواند اثرات سودمندی در پذیرش اهمیت نشاسته جیره ی غذایی در افزایش، همراه با عبور نشاسته از شکمبه افزایش یافته و بدون کاهش مورد انتظار در مصرف خوراک و بیشترین مصرف نشاسته جیره ی غذایی وابسته است. به علاوه، عملکرد شکمبه و ترکیبات شیر حفظ خواهد شد و تراکم NFL در غلات می تواند بوسیله تغییر جایگاه تجزیه نشاسته در روده افزایش شود (Robinson and Mcniven, 1994). کربوهیدرات های غیر ساختمانی (NSC³) یک منبع انرژی اولیه برای گاوهای شیری است. جایگاه هضم NSC در دستگاه گوارش را می توان از طریق فرآوری غلات و راهبردهای تغذیه ای دستکاری کرد. (Theurer, 1986). ورقه ورقه کردن همراه با بخار، غلطک کردن خشک و غلطک کردن همراه با بخار آب قابلیت هضم دانه های سورگوم و ذرت را در شکمبه افزایش می دهد (Nocek and Tamminga, 1991). اگرچه افزایش قابلیت هضم کربوهیدرات ها در شکمبه ممکن است با مورد استفاده قرار دادن نیتروژن در شکمبه بهبود یابد (Klusmeyer et al, 1990) افزایش در تجزیه شکمبه ای NSC ممکن است منجر به کاهش pH شکمبه ای و کاهش قابلیت هضم فیبر شود که موجب کاهش درصد چربی شیر شود (Macleod et al, 1994). افزایش دفعات خوراک دهی ممکن است، اثرات منفی از تخمیر شدید NSC در شکمبه را کاهش دهد. کاهش تغییرات در VFA شکمبه، pH و آمونیاک بوسیله افزایش دفعات خوراک دهی ممکن است سنتز میکروب های شکمبه (Robinson, 1989)، تولید شیر و ترکیبات شیر را بهبود بخشد (Robinson and Mcniven, 1994; Yang and Varga, 1989). آسیاب کردن علوفه ها افزایش سطح قابل دسترس برای حمله میکروبی و بنابراین می توان پذیرفت که به مراتب بیشترین سرعت سریع تجزیه انجام پذیرد. (Chesson et al., 1995). زمان جویدن (Journet and Hoden, 1973; Grant et al, 1990) و از این رو، مقادیر ماده اصلی بافر توسط بزاق در شکمبه را کاهش می دهد. از این رو پاسخ دستگاه گوارش به کاهش در اندازه ذرات علوفه توانایی تغییر دادن مطابق دفعات خوراک دهی است. در این زمینه کلاسمیر و همکاران (۱۹۹۰)، تنها محققانی هستند که اثر اندازه ی ذرات خوراک، چنانچه

عملکرد این اثر متقابل با دفعات خوراک دهی را ارزیابی کرده‌اند. آنها هیچگونه تفاوت در نسبت اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای (VFA) در نتیجه پاسخ به آسیاب کردن علوفه‌ها، زمانیکه گاوها هر یک دو یا چهار بار در روز تغذیه شدند گزارش نکردند. از این گذشته، بررسی ارائه شده‌ای از داده‌هایی مربوط به قابلیت هضم کل یا شکمبه‌ای کربوهیدرات‌ها و نیتروژن ندارد از این رو، اثر متقابل اندازه ذرات علوفه و دفعات خوراک‌دهی در هضم شکمبه‌ای و همچنین الگوی تخمیر باقیمانده توضیح داده است.

بارمیکروبی در شکمبه وابستگی وسیعی به قابلیت دسترسی کربوهیدرات‌ها و نیتروژن در شکمبه دارد. همزمانی در میزان تخمیر کربوهیدرات و قابلیت هضم پروتئین به منظور توانایی رشد بهینه میکروبی در شکمبه پیشنهاد شده است (Hoover and Stokes, 1991). اگرچه در برخی مطالعات *in vitro* (Newbold and Rust, 1992)، تولید باکتری بوسیله‌ی همزمانی عرضه‌ی نیتروژن و کربوهیدرات افزایش یافته است و در دیگر مطالعات (Henning et al, 1991) بر روی گاوهای شیری تغییراتی در تخمیر میکروبی در شکمبه نشان داده است که غلظت متابولیت‌های شکمبه‌ای تغییر یافته است (Arieli et al, 1996; Stokes et al, 1991) یا تولید و ترکیبات نیز تحت تاثیر واقع شده (Aharoni et al, 1993; Aldrich et al, 1993; Casper and Schingoethe, 1989; Herrera-Saldana et al, 1990) مربوط به جیره‌ی غذایی در تجزیه‌ی شکمبه‌ای کربوهیدرات‌ها و پروتئین متنوع بوده است. رایبسون و مک کوئین (1994) یافتند که همزمانی تخمیر شکمبه‌ای کربوهیدرات و نیتروژن در جیره بر غلظت VFA شکمبه‌ای یا کل تولید شیر اثر نداشت. جیره‌های همزمان شده در روز بر پایه استفاده از تجزیه‌ی حقیقی شکمبه‌ای پروتئین و کربوهیدرات کل است که یک عدم تعادل بین نیتروژن و کربوهیدرات قابل تخمیر عرضه شده بر ساعت به ساعت پایه داشته باشد. تعادل بین کربوهیدرات و پروتئین قابل دسترس در شکمبه بوسیله تکنیک‌های *in situ* شناسایی شده است (Ørskov and McDonald, 1979). سیکل ایر و همکاران (1995 و 1993)، داده‌های استفاده شده برای تجزیه *in situ* در بهبود راندمان سنتز میکروبی شکمبه بوسیله نگهداری مطلوب ساعت به ساعت از مقادیر و نسبت‌های در دسترس نیتروژن و کربوهیدرات عرضه شده در شکمبه استفاده کرد. (مقادیر زیادی از خوراک‌های قابل تخمیر در شکمبه ممکن است علت تغییرات زیادی در متابولیسم کنسانتره‌ها باشد، با وجود این، قابلیت دسترسی همزمان شده مواد آلی (OM4) و پروتئین خام (CP5) منجر به کاهش pH شکمبه‌ای (Satter and Baumgardt, 1962) و کاهش سنتز میکروبی شد (Sinclair et al, 1993). افزایش در دفعات خوراک‌دهی می‌تواند این اثرات را خنثی کرده و استفاده از جیره را بالا ببرد (Robinson, 1989). افزایش در دفعات خوراک‌دهی کنسانتره‌ها بوسیله تولید شیر و چربی شیر یا پروتئین را افزایش داده پیروی کند (Robinson and McNiven, 1994; Yang and Varga, 1989)). مطابق مطالعات رایبسون و مک کوئین، پاسخ منفی در دفعات خوراک‌دهی همراه با یک مکمل پروتئینی، به علت عرضه اضافی یک پروتئین خام می‌باشد (Robinson and McQueen, 1994). گزارش‌ها درباره تاثیر ترکیب جیره همزمان شده با دفعات خوراک‌دهی در متابولیسم شکمبه‌ای در گاوهای شیری اندک است. اطلاعات زیادی از آزمایش‌های اثر متقابل بین همزمان‌سازی جیره غذایی از مواد آلی و پروتئین خام و دفعات خوراک‌دهی مورد نیاز است.

افزایش دفعات خوراک‌دهی، بطوریکه میانگین‌ها در افزایش سنتز پروتئین میکروبی بوسیله تامین مداوم تجزیه‌ی پیش ماده‌های نیتروژن و انرژی شکمبه در بالابردن مصرف بیشتر نشاسته در ذرت فرآوری شده تولید پروتئین شیر بهبود یافته و انتقال و جذب پروتئین در پروتئین شیر است. (Shabi et al., 1998; Dhiman et al., 2002). این اثر ویژه دفعات خوراک‌دهی بر هضم کربوهیدرات، وقتی جیره‌ها در اندازه‌ی ذرات علوفه‌ی استفاده شده فرق داشتند، مشاهده نشد (Le Liboux and Peyraud., 1999). بطوریکه تثبیت شرایط شکمبه با افزایش دفعات خوراک‌دهی همواره عملکرد گاوهای شیری را بهبود نداده است (French and Kennelly 1990; Klusmeyer et al.).

1990). این با توانایی اکوسیستم شکمبه در ظرفیت های متفاوت بافر در تجزیه ی شکمبه ای مواد مغذی توضیح داده شده است (Robinson, 1989). همزمان سازی پیش ماده های انرژی و نیتروژن بوسیله عرضه ی سوپسترا، در زمانیکه احتیاجات میکروبی شکمبه از طریق جیره مورد استفاده تامین نشود، می تواند مفید واقع شود (Ørskov, 1992). استفاده ی مجدد از نیتروژن اوره ای پلاسما در شکمبه زمانیکه پروتئین جیره های تغذیه شده اندک است و زمانیکه انرژی در شکمبه محدود کننده نیست، افزایش یافته است. (Bunting et al., 1996; Rémond et al., 1988)، این کار می تواند سنتز پروتئین میکروبی شکمبه را مخصوصا وقتی محدود کردن پروتئین سودمند می باشد، بهبود دهد. بنابراین، بواسطه ی همزمان سازی بهتر در قابلیت دسترسی پیش ماده های مغذی استفاده مجدد یا استفاده نشده و انرژی برای رشد میکروبی، افزایش دفعات خوراک دهی، عرضه ی پروتئین در سطح دوازدهه، مخصوصا در گاوهای تغذیه شده با جیره های دارای کمبود پروتئین می تواند بهبود یابد. در این چنین شرایط، پاسخ گاوها به مکمل غیر تجزیه ی پروتئین یا در تزریق اسیدهای آمینه می تواند بوسیله دفعات خوراک دهی، جیره ی پایه دارای کمبود پروتئین تحت تاثیر قرار می گیرد. چندین مطالعه در اثرات دفعات خوراک دهی بر غلظت های پروتوزوآ شکمبه منتشر شده است.

کلارکنال و همکاران (1982) و مویر و سامرز (1956) گزارش کردند، افزایش در غلظت های پروتوزوآ در نتیجه ی دفعات خوراک دهی در هر روز افزایش یافته است، در حالیکه یانگ و وارگا (1989) و براگ و همکاران (1986) اختلاف هایی مشاهده نکردند.)) در مقابل، اختلافات بسیار اندکی در دسترس است در غلظت های باکتری و قارچ های شکمبه در حیوانات تغذیه شده با مقدار یکسان جیره در چندین تغذیه با 1 یا 2 بار در روز تغذیه کردن مقایسه شده است. وارنر (1966a,b) و مویر و سامرز (1957) اساسا یافتند که در غلظت های باکتری شکمبه بین گوسفند های تغذیه شده با مقدار خوراک یکسان با مواد فیبری بالا 1 بار یا چندین بار در روز تغذیه کردن (2 یا 8 بار) اختلاف هایی وجود نداشت. اوبیس پو و دیهوریتی (1992) غلظت های قارچ های شکمبه در سه گاو نر فیستوله گذاری شده و تغذیه شده با خوراک کاملا فیبری 1، 2 یا 3 بار در هر روز را اندازه گیری کردند و اختلافی مربوط به دفعات خوراک دهی مشاهده نکردند. در مطالعه ی ذکر شده، تنها یک گوسفند با یونجه ی پلیت شده 1، 6 یا 24 بار در روز تغذیه شد و غلظت های قارچ ها وقتی حیوان 6 بار در روز تغذیه شد، بیشتر ($P < 0/01$) بود (Obispo and Dehority, 1998). نوسک و براند (1985) مشاهده کردند، افزایش در جریان مایع از شکمبه وقتی گاوها با جیره های حاوی 60 درصد کنسانتره، 4 بار در روز تغذیه شدند با 1، 2 یا 8 بار در روز تغذیه کردن را مقایسه کردند. در مقابل یانگ و وارگا (1989) هیچ نوع تغییری در حجم شکمبه یا میزان ترن آور مایع شکمبه در گاوهای شیری زمانیکه سهم کنسانتره در جیره 45 درصد بود و هر یک، 1، 2 یا 4 بار در روز تغذیه شدند مشاهده نکردند.

زمانیکه پروتئین های جیره غذایی بوسیله پروتوزوآ های میکروبی در داخل شکمبه تجزیه شد، پپتیدها یا اسیدهای آمینه تولید می شوند. پپتیدها می تواند بوسیله ی میکروارگانیزم های شکمبه برداشت شود و برای سنتز پروتئین با یک منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد (Allison, 1970; Russell et al, 1983). اگر میزان پپتید آزاد متجاوز از میزان هیدرولیز یا مصرف توسط میکروارگانیزم ها باشد، پپتیدها در شکمبه انباشته می شوند. مقادیر بسیاری از پپتیدها در مایع شکمبه یافت شده است (Chen et al, 1985). پپتیدهای انباشته شده فرضی برای گریختن از شکمبه و جذب شدن در روده ی کوچک را دارند، در نتیجه یک منبع اسیدهای آمینه برای حیوان است. بنابراین، جریان پپتیدها از شکمبه بر میزان هیدرولیز پروتئین، مصرف پپتید بوسیله ی میکروب های شکمبه و میزان رقیق سازی مایع شکمبه وابسته است. (متخصصین تغذیه ی نشخوارکنندگان راههای موثر کاهش تخمیر پروتئین مربوط به جیره ی غذایی (Satter and Roffler, 1975; Tamminga, 1979) و اطلاعات مربوط به پویایی پپتیدها در شکمبه حاصل راه های جدید کنترل متابولیسم پروتئین شکمبه ای ممکن خواهد بود. هر چند حرکت های ساختمان پپتید و جریان از شکمبه هنوز با روش معینی آزمایش نشده است.

- Aharoni, Y., Arieli, A. and Tagari, H. 1993. Lactational response of dairy cows to change of degradability of dietary protein and organic matter. *J. Dairy Sci.* 76:3514–3522.
- Aldrich, J. M., Muller, L. D., Varga, G. A. and Griel, L. C. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:1091–1105.
- Allen, M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physical effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80:1447–1462.
- Allison, M. J. 1970. Nitrogen metabolism of ruminal microorganisms. Pages 456–473 in *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. A. T. Phillipson, ed. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, England.
- Annisson, E. F., and Lowis, D. 1959. *Metabolism in the rumen*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Arieli, A., Z. Shabi, I. Bruckental, H. Tagari, Y. Aharoni, S. Zamwell, and H. Voet. 1996. Effect of the degradation of organic matter and crude protein on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1774–1780.
- Baldwin, R. L., and Denham, S. C. 1979. Quantitative and dynamic aspects of nitrogen metabolism in the rumen: a modelling analysis. *J. Anim. Sci.* 49:1631.
- Bauman, D. E., Davis, C. L., Bucholtz, H. F. 1971. Propionate production in the rumen of cow fed either a control or high grain, low fiber diet. *J. Dairy Sci.* 54:1282.
- Bauman, D. E., and Cmrie, W. B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation. A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514.
- Bragg, D. St. A., Murphy, M. R. and Davis, C. L. 1986. Effect of source of carbohydrate and frequency of feeding on rumen parameters in dairy steers. *J. Dairy Sci.* 69:392–402.
- Bunting, L. D., Boiling, J. A. and MacKown, C. T. 1988. Effect of dietary protein level on nitrogen metabolism in the growing bovine: 1. Nitrogen recycling and intestinal protein supply in calves. *J. Anim. Sci.* 67: 810–819.
- Burt, A. W. A. and Dunton, C. R. 1967. Effect of frequency of feeding upon food utilization by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 26: 181–190.
- Casper, D. P., and Schingoethe, J. 1989. Lactational response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.* 72:928–941.
- Chalupa, W., o'Dell, G. D., Kutches, A. J. and Larker, R. 1976. Changes in rumen chemical characteristics and protozoa populations of animals with depressed milk fat test. *J. Dairy Sci.* 50:1002. (abstr.)
- Chen, G., Russell, J. B. and Sniffen, C. J. 1987. A procedure for measuring peptides in rumen fluid and data suggesting that peptide uptake is a rate limiting step in ruminal protein degradation. *J. Dairy Sci.* 70:1211–1219.
- Chen, K. H., Huber, J. T., Theurer, C. B., Swingle, R. S., Simas, J., Chan, S. C., Wu, Z. and Sullivan, J. L. 1994. Effect of steam-flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77:1038–1043.
- Chesson, A., Forsberg, C. W., Grenet, E., 1995. Improving the digestion of plant cell walls and fibrous feeds. In: Journet, M., Grenet, E., Farce, M. H., Theriez, M., Demarquilly, C. (Eds.), *Recent Developments in the Nutrition of Herbivores, Proceedings of the 5th International Symposium on the Nutrition of Herbivores*, INRA, Paris. pp. 249±277.
- Cole, N. A., Johnson, R. R., Owens, R. N. and Males, J. R. 1976. Influence of roughage level and corn processing methods on microbial protein synthesis by steers. *J. Anim. Sci.* 43:497.
- Colucci, P. O., Chase, L. E. and Van Soest, P. J. 1982. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 65:1445.
- Dhiman, T. R., Zaman, M. S., MacQueen, I. S. and Boman, R. L. 2002. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *J. Dairy Sci.* 85: 217–226.
- Engvall, A. 1980. Low milk fat syndrome in Swedish dairy cows. *Acta. vet. Scand.* 72(suppl.):1.
- Evans, E. 1981. An evaluation of the relationships between dietary parameters and liquid turnover rate. *Can. J. Anim. Sci.* 61:91.
- Fan, Y. K., Line, Y. L., Chen, K. J., Chou, P. W. S. 2002. Effect of feeding frequency versus total mixed ration on lactational performance and ruminal characteristics of Holstein cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15:652–664.
- French, N. and Kennelly, J. J. 1990. Effects of feeding frequency on ruminal parameters, plasma insulin, milk yield, and milk composition in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 73: 1857–1863.
- Froetschel, M. A., Amos, H. E., Evans, J. J., Croom, W. J. and Hagler, W. M. 1989a. Effects of a salivary stimulant, slaframine, on ruminal fermentation, bacterial protein synthesis and digestion in frequently fed steers. *J. Anim. Sci.* 67:827.
- Giacomini, D. G., Clark, J. H. and Vicini, J. L. 1985. Effect of sequence of feeding on ruminal fermentation, milk yield and milk composition. *J. Dairy Sci.* 68: (suppl. 1): 1342 (abstr.).
- Gibson, J. P. 1981. The effect of feeding frequency on the growth and efficiency of food utilization of ruminants: An analysis of published results. *Anim. Prod.* 32: 275–283.
- Gibson, J. P. 1984. The effects of frequency on milk production of dairy cattle: an analysis of published results. *Anim. Prod.* 38:181–189.
- Goetsch, A. L., and Galyean, M. L. 1983. Influence of feeding frequency on passage of fluid and particulate markers in steers fed a concentrate diet. *Can. J. Anim. Sci.* 63:727.



- Goings, R. L. Braund, D. G. Dodge, K. L. and Steele, R. L. 1975. Effect of TMR feeding frequency on performance of lactating cows. *Coop. Res. Farms Trial*, Charlottesville, NY. (Agway Inc. Syracuse, NY.). Cited in Nocek and Braund (1985).
- Grant, R. J., and Albright, J. L. 2000. Feeding behaviour. Pages 365–382 in *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. J. P. F. D'Mello, ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
- Grant, R. J., Colenbrander, V. F., Mertens, D. R. 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. *J. Dairy Sci.* 73, 1823±1833.
- Grovum, W. L. and Williams, V. J. 1973. Rate of passage of digesta in sheep. 3. Differential rates of passage of water and dry matter from the reticulo-rumen, abomasum and caecum and proximal colon. *Br. J. Nutr.* 30:231.
- Harrison, D. D. Beever, d. E. Thomson, D. J. and Osbourn, d. G. 1975. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 85:93.
- Henning, P. H. Steyn, D. G. and Meissner, H. H. 1991. The effect of energy and nitrogen supply pattern on rumen bacterial growth in vitro. *Anim. Prod.* 53:165.
- Henning, P. H., D. J. Steyn, and H. H. Meissner. 1991. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J. Anim. Sci.* 71:2516-2528.
- Herrera-Saldana, R. and J. T. Huber. 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 72:1477.
- Herrera-Saldana, R. Gomez-Alarcon, R. Torabi, M. and Huber, L. T. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.* 73:142-148.
- Honing, Y. V. D. Bangma, G. A. Homan, G. W. Terluin, R. Thieler, B. and Voigt, J. E. 1976. Effect of methane production and energy balance of increased feeding frequency of concentrates to lactating cows. Page 77 in *proc. 7th eur. assoc. Anim. Prod. Symp. vichy, france.*
- Hoover, W. H., and S. R. Stokes. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:363.
- Jensen, K. and Wolstrup, L. 1977. Effect of feeding frequency on fermentation pattern and microbial activity in bovine rumen. *Acta vet. Scand.* 18:108.
- Johannesson, T., and J. Ladewig. 2000. The effect of irregular feeding times on the behavior and growth of dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69:103–111.
- Johnson, C. L. 1979. The effect of level and frequency of concentrate feeding on the performance of dairy cows of different yield potential. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 92: 743-751.
- Johnson, H. D. and Vanjonack, W. J. 1976. Effects of environmental and other stressor on blood patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci.* 59:1603-1617.
- Johnson, R. R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on nonprotein nitrogen utilization in the ruminant. *J. Anim. Sci.* 43:184-191.
- Johnson, U. 1980. Feeding routines for dairy cows: the influence of the feeding sequence and frequency on milk production, rumen fermentation pattern and eating behaviour. Ph.d. Thesis, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden. 152 pp.
- Journet, M. Hoden, A. 1973. Utilisation des luzernes et des graminées déshydratées comme unique fourrage de la ration des vaches laitières, et étude de leur digestion dans le rumen. *Ann. Zootech.* 22, 37±54.
- Judkins, M. B. Krysl, K. J. Barton, R. K. Holcombe, D. W. Gunter, S. A. and Broesder, J. T. 1991. Effects of cottonseed meal supplementation time on ruminal fermentation and forage intake by Holstein steers fed fescue hay. *J. Anim. Sci.* 69:3789.
- Kauffman, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 3: 103.
- Kaufmann, W., 1973. Zum Einfluss höherer Fütterungsfrequenz auf die Fermentation in den Vormägen und die Leistung bei Milchkuhen. *Kiel. Milchwirtsch. Forschungsber.* 25:245±250.
- Kaufmann, W., Hagemester, H. and Dirksen, G. 1980. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. Pages 587-602 in Ruckebusch, Y. and Thivend, P., eds., *digestive physiology and metabolism in ruminants*. MTP press ltd., Lancaster, U.K.
- Kaufmann, W., Rohr, K. Daenicke, R. and Hagemester, H. 1975. Experiments on the influence of the frequency of feeding on rumen fermentation, food intake and milk yield. *Sonderheft der Berichte über Landwirtschaft.* 191, 269-295.
- Knowlton, K. F. Glenn, B. P. and Erdman, R. A. 1998. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. *J. Dairy Sci.* 81:1972–1984.
- Krishnamoorthy, U. 1982. Development of an in vitro technique to estimate rumen escape nitrogen in feedstuffs. Ph.d. Thesis, Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Le Liboux, S. and J. L. Peyraud. 1999. Effects of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76: 297–319.
- Leonardi, C. and Armentano, L. E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 557-564.



- Lundquist, R. G. Stem, M. D. Otterby, D. D. and Linn, J. G. 1985. Influence of methionine hydroxy analog and dl-methionine on rumen protozoa and volatile fatty acids. *J. Dairy sci.* 68:3055.
- Macleod, G. K. Colucci, P. E. Moore, A. D. Grieve, D. G. and Lewis, N. 1994. The effects of feeding frequency of concentrates and feeding sequence of hay on eating behavior, ruminal environment and milk production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 74:103–113.
- McBurney, M. I. Horvath, P. J. Jeraci, J. L. and Van Soest, P. J. 1985. Effect of in vitro fermentation using human faecal inoculum on the water-holding capacity of dietary fibre. *Br. J. Nutr.* 53:17.
- McCarthy, R. D. Klusmeyer, T. H. Vicini, J. L. Clark, J. H. and Nelson, D. R. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 72:2002.
- McConnell, A. A. Eastwood, M. A. and Mitchell, W. D. 1974. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. sci. Food agric.* 25:1457.
- Mertens, D. R. 1977. Dietary fiber components: relationship in the rate and extent of ruminant Digestion. *Fed. Proc.* 36:187.
- Michalowski, T. and Muszynski, P. 1978. Diurnal variations in number of ciliate protozoa in the rumen of sheep fed once and twice daily. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 90:1.
- Moir, R. J. and Somers, M. 1957. Ruminal flora studies. VIII. The influence of rate and method of feeding a ration upon its digestibility, upon ruminal function, and upon the ruminal population. *Aust. J. Agric. Res.* 8:253–265.
- Newbold, J. R. and S. R. Rust. 1992. Effect of asynchronous nitrogen and energy supply on growth of ruminal bacterial in batch culture. *J. Anim. Sci.* 70:538–546.
- Nocek, J. E. and Braund, D. G. 1985. Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate and milk yield in first lactation. *J. Dairy Sci.* 68:2238–2247.
- Nocek, J. E., and Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598–3629.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements for Dairy Cattle. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.
- Obispo, N. E., and B. A. Dehority. 1998. Efecto de la frecuencia de alimentacion sobre el numero de los hongos del rumen en ovinos (Estudio preliminar). *Zootecnia (Sao Paulo)* 16:229–240.
- Obispo, N. E. and Dehority, B. A. 1992. A most probable number method for enumeration of rumen fungi with studies on factors affecting their concentration in the rumen. *J. Microbiol. Methods.* 16:259–270.
- Ørskov, E. R. 1992. Dynamics of nitrogen in the rumen. Pages 43–93 in Protein nutrition in ruminants. 2nd ed. Academic Press, Toronto, ON.
- Ørskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 92:499–504.
- Owen, R. W. and Coleman, G. S. 1977. The uptake and utilization of bacteria, amino acids and carbohydrate by the rumen ciliate *Entodinium longinucleatum* in relation to sources of amino acids for protein synthesis. *J. Appl. Bacteriol.* 43,67-74.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76:275–286.
- Purman, P. A., Gutierrez, J. and Devis, R. E. 1961. Effect of frequency of feeding upon rumen volatile acids, protozoal population and weight gains in angus heifer calves. *J. Dairy sci.* 44: 1364-1365.
- Rakes, A. H. Hardison, W. A. Albert, J. Moore, W. E. C. and Graf, G. C. 1957. Effect of frequency of feeding on animal response, feed digestibility and rumen activity: *J. Dairy sci.* 40:633.
- Rémond, D. Meschy, F. and Boivin, R. 1996. Metabolites, water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanism and regulation. *Ann. Zootech.* 45: 97–119.
- Robertson, L. A. and Eastwood, M. A. 1981. An examination of factors which may affect the water holding capacity of dietary fibre. *Br. J. Nutr.* 45:83.
- Robinson, P. H., and McQueen, R. E. 1994. Influence of supplemental protein source and feeding frequency on rumen fermentation and performance in dairy cows. *J. Dairy sci.* 77:1340–1353.
- Robinson, P. H. and Sniffen, C. J. 1985. Forestomach and whole tract digestibility for lactating dairy cows as influenced by feeding frequency. *J. Dairy Sci.* 68:857–867.
- Robinson, P. H., and McNiven, M. A. 1994. Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. *J. Dairy sci.* 77:3631–3643.
- Robinson, P. H. 1989. Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:1197–1209.
- Russell, J. B. and Hespell, R. B. 1981. Microbial rumen fermentation. *J. Dairy sci.* 64:1153.
- Russell, J. B. Sniffen, C. J. and Van Soest, P. J. 1983. Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 66:763.
- Satter, L. D. and Baumgardt, B. R. 1962. Changes in digestive physiology of the bovine associated with various feeding frequencies. *J. Anim. Sci.* 21: 897-900.
- Satter, L. D. and Roffler, R. E. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 1178.



- Shabi, Z. Bruckental, I. Zamwell, S. Tagari, H. Arieli, A. 1999. Effects of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation, Nutrient digestibility and milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1252-1260.
- Shabi, Z., Arieli, A., Bruckental, I., Aharoni, Y., Zamwell, S., Bor, A. and Tagari, H. 1998. Effect of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation and flow of digesta in the abomasum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1991-2000.
- Shaver, R. D. 2002. Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations. *Adv. Dairy Technol.* 14:241-249. University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.
- Shaver, R. D. Nytes, A. J. Satter, L. D. and Jorgensen, N. A. 1986. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69:1545-1559.
- Shaver, R. D. Nytes, A. J. Satter, L. D. and Jorgensen, N. A. 1986. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in dairy cows. *J. Dairy sci.* 69:1545.
- Sinclair, L. A. Garnsworthy, P. C. Newbold, J. R. and Buttery, P. J. 1995. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* 124:463-472.
- Sinclair, L. A. Garnsworthy, P. C. Newbold, J. R. and Buttery, P. J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* 120:251-263.
- Stanley, R. W. and Morita, K. 1967. Effect of frequency and method of feeding on performance of lactating dairy cattle. *J. Dairy sci.* 50:585-586.
- Stephen, A. M. and Cummings, J. H. 1979. Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. *Gut.* 20:722.
- Stokes, M. R. 1981. Feeding behavior and fermentation. *Proc. Agway college conf.* 1981. Syracuse, NY.
- Stokes, S. R., Hoover, W. H. Miller, T. K. and Blauweikel, R. 1991. Ruminal digestion and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. *J. Dairy Sci.* 74:871-881.
- Stone, W. C. 2004. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *J. Dairy sci.* 87:(e. Suppl.):e13-e26.
- Stone, J. B. Trimberger, G. W. Henderson, C. R. Reid, J. T. Turk, K. L. and Loosli, J. K. 1960. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. *J. Dairy sci.* 43:1275.
- Tamminga, S. van Vuuren, A. M. van der Koelen, C. J. Khattab, H. M. and von Gils, L. G. M. 1983. Further studies on the effect of fat supplementation of concentrates fed to lactating dairy cows. 3. Effect on rumen fermentation and the site of digestion of dietary components. *Neth. J. Agric. Sci.* 31:249.
- Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *J. Anim. Sci.* 49:1615.
- Tribe, O. E. 1949. Some seasonal observations on the grazing habits of sheep, *Empire j. Exptl. Agr.*, 17: 105.
- Vasilatos, R., and Wangsness, P. J. 1980. Feeding behavior of lactating dairy cows as measured by time-lapse photography. *J. Dairy sci.* 63:412.
- Warner, A. C. I. 1966b. Periodic changes in the concentration of micro-organisms in the rumen of sheep fed a limited ration every three hours. *J. Gen. Microbiol.* 45:237-241.
- Warner, A. C. I. 1966a. Diurnal changes in the concentrations of micro-organisms in the rumens of sheep fed limited diets once daily. *J. Gen. Microbiol.* 45:213-235.
- Woodford, J. A. Lorgensen, N. A. and Barrington, G. P. 1986. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy sci.* 69:1035.
- Woodford, S. T. and Murphy, M. R. 1988. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 71: 674-686.
- Yang, C. M. and Varga, G. A. 1989. Effect of three concentration feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta, and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:950-957.