دوفصلنامه ترویجی
علوم و فنون دامپروری
شماره ٤٥، بهار و تابستان ١٤٠٣
ص‌ص: ٣٩~٤٤

ارزیابی میکسرهای عمودی خوراک دام در زمان‌های مختلف میکس

• رضا وکیلی*[1] ، سروش ایروانی[2]
۱- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر، کاشمر،ایران
۲- تحقیق و توسعه ماکیان مکمل ، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت : اردیبهشت ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۴۰۱
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۵۱۳۸۴۴۳۳۴۸
Email: rezavakili2010@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ AASRJ.2023.362806.1273

چکیده

برای مخلوط کردن خوراک دام از مخلوط‌کن های مکانیکی زیادی استفاده می‌شود که انتخاب آن‌ها عمدتاً به نوع ماده‌ای که باید مخلوط شود و راندمان مخلوط کردن بستگی دارد. این مطالعه با هدف مقایسه درصد یکنواختی کنسانتره‌ها در مخلوط‌کن‌های عمودی یک، دو و سه تنی در زمان‌های مختلف انجام شد. برای این منظور مخلوط‌کن‌های عمودی مورد مطالعه در سطح گاوداری‌های شهرستان‌های گناباد، فردوس، خضری و تربت‌حیدریه شناسایی و عملیات مخلوط کردن جیره‌ها روی آن‌ها صورت گرفت. تمامی مخلوط‌کن‌های مورد استفاده در این مطالعه مخلوط‌کن‌های ساخته شده توسط شرکت‌های معتبر ایرانی بودند. اجزای خوراک جیره آزمایشی با نسبت جو (٤٤/٧ درصد)، ذرت (١٣/٥ درصد)، سبوس گندم (١٦ درصد)، کنجاله سویا (١٠/٥ درصد)، کنجاله تخم پنبه (٩ درصد)، کنجاله کلزا (٥ درصد)، نمک (٠/٣ درصد) و پرمیکس مواد معدنی (٠/٥ درصد) و ویتامینی (٠/٥ درصد) بودند. تعداد تکرارهای مخلوط کردن برای هر مخلوط‌کن (با حجم یک، دو و سه تنی) ٣٠ بار و زمان در نظر گرفته شده ١٥، ٣٠ و ٤٥ دقیقه برای هر حجم مخلوط در نظر گرفته شد. برای محاسبه ضریب یکنواختی مخلوط‌کن از نمک به عنوان مارکر استفاده شد. با افزایش زمان مخلوط کردن کاهش در ضریب یکنواختی ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و دیواره سلولی مشاهده شد که معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج بهترین مخلوط‌کن جهت تهیه خوراک، مخلوط‌کن‌های دو تنی و در زمان ٣٠ دقیقه است.

واژه‌های کلیدی: خوراک دام، ضریب یکنواختی، عمودی، مخلوط‌کن.

بیان مسأله

برای مخلوط کردن خوراک دام از مخلوط‌کن‌های مکانیکی زیادی استفاده می‌شود که انتخاب آن‌ها عمدتاً به نوع ماده‌ای که باید مخلوط شود و راندمان مخلوط کردن بستگی دارد (Adusei-Bonsu و همکاران، ۲۰۲۱). هدف اصلی در مخلوط کردن خوراک، تولید جیره‌هایی است که در آن مواد مغذی و افزودنی ها به‌طور یکنواخت توزیع شوند. اگر مواد تشکیل دهنده خوراک به درستی ترکیب نشوند، روی عملکرد حیوان تأثیر منفی می‌گذارد (Dimaiwat و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، هزینه‌های خوراک ۶۵ تا ۷۵ درصد از هزینه تولیدات صنعت دام و طیور را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین، استفاده بهینه از خوراک یک عامل مهم در تعیین سودآوری است.

انواع مخلوط‌کن‌های مزرعه‌ای که برای مخلوط کردن خوراک استفاده می‌شود عبارت‌اند از سه نوع مخلوط‌کن عمودی، افقی و استوانه‌ای چرخشی. مخلوط‌کن‌های عمودی کمترین فضای موردنیاز را اشغال کرده و بیشترین ارتفاع را نیاز دارند. زمان مخلوط کردن در مخلوط‌کن‌های عمودی حداقل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه می‌باشد. مخلوط‌کن‌های افقی و استوانه‌ای چرخشی در مدت زمان حداقل ۵ تا ۱۰ دقیقه مخلوط کردن را انجام می‌دهند. هرکدام مخلوط مناسبی را با توجه نوع استفاده در مزرعه انجام می‌دهند. مخلوط‌کن عمودی از یک مخزن عمودی معمولاً استوانه‌ای با یک میله عمودی که در مرکز مخلوط خوراک قرار دارد، تشکیل‌شده است. مخلوط‌کن‌های عمودی معمولاً قیمت کمتری دارند. مخلوط‌کن‌های عمودی معمولاً در مدل‌های متفاوتی از اندازه ۰/۵ تن با قدرت موتور ۳ اسب بخار تا ۴ تن با قدرت موتور ۲۵ اسب بخار تولید می‌شوند (Dimaiwat و همکاران، ۲۰۱۸).

موضوع اصلی در مخلوط کردن خوراک دام برآورد این مطلب است که آیا حیوان کل مواد مغذی موردنیاز روزانه را که در دسترس دارد دریافت کرده است یا نه؟ اغلب تولیدکنندگان خوراک از ضریب یکنواختی یا (CV[1]) برای برآورد عملکرد مخلوط‌کن و یکنواختی مخلوط استفاده می‌کنند. ضریب تغییرات معمولاً در تعیین راندمان مخلوط‌کن استفاده می‌شود. CV کمتر از ۱۰ درصد برای راندمان مخلوط‌کن نشان دهنده مخلوط شدن عالی، CV۱۰ تا ۱۵ درصد خوب، CV۲۰ تا ۲۰ درصد نسبتا خوب و CV۲۰ درصدیا بیشتر به معنی مخلوط شدن ناکافی است (Groesbeck و همکاران، ۲۰۰۴). بسیاری از کارخانه‌های تهیه خوراک، افزایش تولید را از طریق پر کردن بیش از حد مجاز و یا کاهش زمان مخلوط کردن، انجام می‌دهند. در صورتی که غافل از این موضوع هستند که این امر می‌تواند منجر به کاهش یکنواختی مخلوط شود. مشخص شده است که در یک مخلوط‌کن ۵ تنی با افزایش زمان مخلوط کردن، یکنواختی افزایش یافت (Wicker و همکاران، ۱۹۹۱). در یک مطالعه که مخلوط کردن در زمان‌های صفر، ۰/۵، ۲ و ۴ دقیقه‌ای با یک مخلوط‌کن افقی دو نواره، انجام شد، مشخص شد که زمان مخلوط کردن از صفر تا ۰/۵ دقیقه ضریب یکنواختی را برای مارکر اکسید کرومیک کاهش می‌دهد، بعلاوه با افزایش زمان مخلوط کردن تا ۴ دقیقه، یکنواختی جیره از ۱۰/۷ تا ۲۸ درصد بهبود می‌یابد (Dimaiwat و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین، این مطالعه با هدف مقایسه درصد یکنواختی کنسانتره‌ها در مخلوط‌کن‌های عمودی یک، دو و سه تنی موجود در فارم های منطقه انجام شد.

معرفی دستاورد یا راهکار

این تحقیق در بخش تحقیق و توسعه شرکت ماکیان مکمل کیمیا و با همکاری گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر انجام پذیرفت و مخلوط‌کن‌های عمودی مورد مطالعه در سطح گاوداری‌های شهرستان‌های گناباد، فردوس، خضری و تربت‌حیدریه شناسایی و عملیات مخلوط کردن جیره‌ها روی آن‌ها صورت گرفت. تمامی مخلوط‌کن‌های مورد استفاده در این مطالعه مخلوط‌کن‌های ساخته شده توسط شرکت‌های معتبر ایرانی بودند. تمامی مخلوط‌کن‌ها دارای شتاب (سرعت چرخش میله عمودی دستگاه) و گشتاور نیرو (میزان نیروی وارد شده بر مخلوط حین چرخش میله عمودی دستگاه) مساوی و موتور الکتریکی مورد

[1] Coefficient Variation

استفاده در تمامی آن‌ها دارای قدرت ۲۰ اسب بخار بود که یکی از عوامل فنی است که می‌تواند بر نتایج یکنواختی خوراک‌های بدست آمده از هر نوع مطالعه این‌چنینی تأثیرگذار باشد.

اجزای خوراک جیره آزمایشی با نسبت جو (۴۴/۷ درصد)، ذرت (۱۳/۵ درصد)، سبوس گندم (۱۶ درصد)، کنجاله سویا (۱۰/۵ درصد)، کنجاله تخم پنبه (۹ درصد)، کنجاله کلزا (۵ درصد)، نمک (۰/۳ درصد) و پرمیکس مواد معدنی (۰/۵ درصد) و ویتامینی (۰/۵ درصد) بودند. ابتدا بخش‌های دانه‌ای جیره و سپس کنجاله ها به چاله مخلوط‌کن ریخته شدند. پیش مخلوط خوراک‌های میکرو مانند داروها، ویتامین‌ها و مواد معدنی کم مصرف با یک رقیق کننده مناسب با گنجایش آن‌ها در مکمل، مخلوط می‌گردند. از نمک به عنوان مارکر مورد استفاده قرار گرفت.

تعداد تکرارهای مخلوط کردن برای هر مخلوط‌کن (با حجم یک، دو و سه تنی) ۳۰ بار و زمان در نظر گرفته شده ۱۵، ۳۰ و ۴۵ دقیقه برای هر حجم مخلوط در نظر گرفته شد. دستگاه‌ها خاموش شده و در حین تخلیه خوراک از مخلوط‌کن عمل نمونه‌برداری گرفت. نمونه خوراک پایانی تقریباً ۱۰ کیلوگرم (به صورت ۱۰ نمونه یک کیلوگرمی) از هر مخلوط‌کن در زمان‌های متفاوت مخلوط کردن بود. مواد مغذی اندازه‌گیری شده شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، دیواره سلولی و نمک می‌باشد.

تست یکنواختی

نمک (مارکر) به میزان ۰/۳ درصد از وزن کل ماده (برحسب کیلوگرم) در طول مخلوط کردن به ماده خوراک اضافه شد. اندازه ذرات نمک طبق دستور (Stark و سانسکوجوفل، ۲۰۱۷) کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر بود. این استاندارد برای انجام آزمایش یکنواختی مخلوط‌کن با استفاده از روش تیتراتور کوانتاب کلرید بود. ضریب تغییرات برای تعیین یکنواختی مخلوط شدن با استفاده از نتایج ۱۰ نمونه از هر مخلوط‌کن استفاده شد. از ضریب تغییرات (عالی (CV ۱۰٪)، خوب (۱۵-۱۰%=CV)، مناسب (۲۰-۱۵ %=CV) و ضعیف (CV۲۰٪)) توصیف شد و با فرمول زیر محاسبه گردید (آداسی و همکاران، ۲۰۲۱).

$$CV= (S/M)*100$$

که در آن CV= ضریب تغییرات، S= انحراف معیار و M= میانگین می‌باشد.

آنالیز آماری

نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی و مارکر مورد مطالعه (نمک) در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی چند مشاهده‌ای با استفاده از مدل آماری زیر:

$$Yij= \mu + Ti + Bj+ eij$$

مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت که در مدل مذکور *Yij* مقدار عددی هر مشاهده، μ میانگین، Ti اثر مخلوط‌کن یا مخلوط‌کن، Bj اثر مدت زمان مخلوط کردن و eij خطای آزمایشی بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت پذیرفت.

نتایج حاصل از ضریب یکنواختی ترکیبات شیمیایی خوراک در مخلوط‌کن‌های یک، دو و سه تنی در زمان‌های متفاوت مخلوط کردن در جدول ۱ گزارش شده است. با افزایش زمان مخلوط کردن از ۱۵ به ۳۰ دقیقه کاهش در ضریب یکنواختی تمامی اجزای اندازه گیری شده ترکیب شیمیایی مشاهده شده است که این کاهش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

با افزایش زمان مخلوط کردن از ۱۵ به ۳۰ دقیقه کاهش در ضریب یکنواختی تمامی اجزای اندازه گیری شده ترکیب شیمیایی در مخلوط‌کن یک تنی مشاهده شده است که این کاهش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

در مخلوط‌کن یک تنی مقادیر اندازه گیری شده ضریب یکنواختی برای پروتئین خام، چربی خام، دیواره سلولی و نمک بین ۰ تا ۱۰ قرار داشتند که در سطح بسیار مطلوب ازلحاظ یکنواختی قرار داشتند. مقدار ضریب یکنواختی اندازه گیری شده برای مارکر یا نمک در این آزمایش VC< ۱۰٪ یا در سطح بسیار مطلوب (کمتر از ۱ درصد) مشاهده شد که نشان دهنده یکنواختی بسیار مطلوب این مخلوط‌کن بود و در زمان ۳۰ دقیقه بهترین یکنواختی مشاهده شد.

با افزایش زمان مخلوط کردن در مخلوط‌کن دو تنی از ۱۵ به ۳۰ دقیقه در مخلوط‌کن دو تنی ضریب یکنواختی تمامی اجزای اندازه گیری شده ترکیب شیمیایی به‌جز چربی خام کاهش یافتند که این کاهش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). مقادیر ضریب یکنواختی ترکیب شیمیایی به‌جز چربی خام کمتر از ۱۲ درصد اندازه گیری شدند که در سطح مطلوب یکنواختی قرار داشتند. مقدار ضریب یکنواختی اندازه گیری شده برای مارکر یا نمک در این آزمایش با CV< ۱۰٪ یا در سطح بسیار مطلوب (کمتر از ۱ درصد) مشاهده شد که نشان دهنده یکنواختی بسیار مطلوب این مخلوط‌کن بود و در زمان ۳۰ دقیقه بهترین یکنواختی مشاهده شد که حتی نسبت به مخلوط‌کن یک تنی در سطح مطلوب‌تری قرار داشت به‌طوری‌که در صنعت تهیه خوراک، مخلوط‌کن دو تنی در زمان مخلوط کردن ۳۰ دقیقه قابل توصیه می‌باشد.

مقادیر ضریب یکنواختی ترکیب شیمیایی به‌جز چربی خام در مخلوط‌کن سه تنی کمتر از ۱۲ درصد اندازه گیری شدند که در سطح مطلوب یکنواختی قرار داشتند. مقدار ضریب یکنواختی اندازه گیری شده برای مارکر یا نمک در این آزمایش CV< ۱۰٪ یا در سطح بسیار مطلوب (کمتر از ۱ درصد) مشاهده شد. ضریب یکنواختی مارکر یا نمک در این مخلوط‌کن نسبت به مخلوط‌کن یک تنی در سطح مطلوب‌تر بوده ولی بهترین ضریب یکنواختی نمک (مارکر) را مخلوط‌کن دو تنی در زمان مخلوط کردن ۳۰ دقیقه نشان داد که نشان دهنده زمان مناسب توصیه‌شده برای جیره‌های مشابه با ترکیبات این آزمایش در تغذیه گاوهای شیری می‌باشد.

جدول ۱. ضریب یکنواختی ترکیب شیمیایی خوراک در مخلوط‌کن‌های یک، دو و سه تنی در زمان‌های متفاوت مخلوط کردن

زمان مخلوط کردن		۴۵ دقیقه					۳۰ دقیقه					۱۵ دقیقه				
ترکیبات		ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	دیواره سلولی	نمک	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	دیواره سلولی	نمک	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	دیواره سلولی	نمک
حجم مخلوط‌کن	۱ تنی	۰/۵	۵/۷۰	۸/۴۲	۲/۷۲	۳۲/۳۳	۰/۲۷	۶/۷۶	۷/۶۰	۲/۲۳	۲۹/۸۱	۰/۶۵	۷/۲۱	۱۳/۷۴	۳/۳۰	۳۳/۴۲
	۲ تنی	۰/۴۱	۴/۵۹	۱۶/۸۸	۴/۰۶	۱۲/۰۲	۰/۲۲	۴/۳۷	۱۹/۹۵	۲/۲۹	۱۰/۶۶	۰/۱۸	۴/۵۴	۵/۳۷	۱/۹۴	۱۰/۶۸
	۳ تنی	۰/۳۰	۳/۵۳	۲۲/۴۱	۴/۸۷	۷/۵۴	۰/۲۹	۲/۶۲	۲۷/۱۲	۲/۰۱	۱۱/۸۹	۰/۲۹	۳/۱۶	۱۷/۱۷	۴/۳۱	۱۲/۱۴
		۰/۰۱۴	۱/۱۷۷	۴۹/۶۴	۱/۱۷۹	۱۷۴/۵	۰/۰۰۱	۴/۳۱۹	۹۷/۴۹	۰/۰۲۱	۱۱۴/۹	۰/۰۶	۴/۲۳	۳۶/۸۴	۱/۴۱۴	۱۰/۱۶
		۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۵۲	۰/۰۶	۰/۱	۰/۸	۰/۱۲	۰/۹۸	۰/۳۲	۰/۰۸

فرآیند مخلوط کردن تحت تأثیر فاکتورهای زیادی از قبیل اندازه ذرات اجزای جیره، شکل، چگالی اجزای جیره، نیروی جاذبه، اجزای مواد افزودنی جیره، مقدار خوراک مخلوط شده، اندازه هر بچ (مقدار خوراک وارد شده به مخلوط‌کن)، زمان مخلوط کردن و نوع مواد حامل دارد. از آنجا که انواع مخلوط‌کن (عمودی و افقی) و سیستم‌های مرتبط با آن مانند آسیاب و ترکیب مواد افزودنی جیره بسیار متفاوت هستند، از این رو هر نوع مخلوط‌کن باید با اجزای خودش مورد ارزیابی قرار گیرد. مخلوط‌کن‌های عمودی برای همگنی بهینه خوراک تقریباً به ۱۵ دقیقه زمان نیاز دارند (Dimaiwat و همکاران، ۲۰۱۸).

درصد CV مقدار اندازه گیری شده نمک (۰/۳ درصد) در نمونه خوراک مخلوط یک روش شناخته شده بین المللی برای تعیین یکنواختی مخلوط شدن خوراک است. در کمتر CV از ۱۰٪، هیچ اقدام اصلاحی نباید روی مخلوط کن انجام شود و در CV

۱۰ تا ۱۵٪، زمان اختلاط باید ۲۵ تا ۳۰٪ افزایش یابد. در CV ۱۵ تا ۲۰ درصد، زمان اختلاط باید ۵۰ درصد افزایش یابد و از نظر تجهیزات فرسوده، پر شدن بیش از حد یا افزودن مواد بررسی شود؛ در CV بیش از ۲۰٪، ترکیب احتمالی همه اقدامات اصلاحی پیشنهادی و مشاوره با سازنده تجهیزات باید انجام شود (Dimaiwat و همکاران، ۲۰۱۸). وقتی CV یک مخلوط‌کن بالاتر از ۱۰٪ باشد، به این معنی است که مخلوط‌کن با توجه به شرایط کاری خود و همه عوامل دیگر قادر به پراکندگی یکنواخت مواد تشکیل دهنده نیست (Adusei-Bonsu و همکاران، ۲۰۲۱).

توصیه ترویجی

در این پژوهش با اینکه نتایج حاصل از آنالیز آماری معنی‌دار نبودند اما مشخص شد با افزایش زمان مخلوط کردن ضریب یکنواختی نیز بهبود می‌یابد. با بررسی مطالعات گذاشته و مشابه با دو مخلوط‌کن یک و دو تنی، با افزایش زمان مخلوط کردن به ۴۵ دقیقه الگوی افزایش مقادیر ضریب یکنواختی و همگنی دراین مخلوط‌کن نیز تکرار شد (Clark و همکاران، ۲۰۰۷). در یک مطالعه که دو نوع مخلوط‌کن افقی و عمودی را در زمان‌های ۱۵ تا ۱۰ دقیقه مخلوط‌کن‌های عمودی ضریب یکنواختی ۱۰/۳۰ تا ۱۸ را نشان دادند (Adusei-Bonsu و همکاران، ۲۰۲۱). در پژوهشی دیگر که برای ارزیابی دستگاه از زمان های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دقیقه استفاده شد؛ مشخص شد که زمان اختلاط ۶ و ۸ دقیقه بهترین زمان مخلوط شدن است (Adedeji و همکاران، ۲۰۲۱). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، مشخص شد با افزایش زمان مخلوط کردن از ۵ به دقیقه بهبود چشمگیر حدود ۶/۵٪ کاهش عدم یکنواختی مواد در بین نمونه ها مشاهده شد (Mangngi و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به این که در هیچ یک از پارامترهای اندازه گیری شده تفاوت معنی دار نداشتیم ولی با توجه به مقادیر اندازه گیری شده ضرایب یکنواختی ترکیب شیمیایی و مارکر انتخابی ؛ بهترین مخلوط‌کن در مطالعه حاضر جهت تهیه جیره‌های گاو شیری، مخلوط‌کن دو تنی، بهترین زمان قابل استفاده برای یک نواخت کردن جیره، زمان ۳۰ دقیقه و نمک می‌تواند به عنوان مارکر قابل دسترس به منظور اندازه گیری یکنواختی مخلوط‌کن‌ها باشد.

سپاسگزاری

از شرکت ماکیان مکمل وتمامی افرادی که به نحوی ما را در انجام این طرح یاری کردند بسیار سپاسگزاریم.

منابع

Adedeji, M. A., Adegboye, T. A., Adesina, I. K., Ajayi, O. O., & Azeez, N. A. (2021). Construction and evaluation of a vertical motorized feed mixer. *Advanced Journal of Science, Technology and Engineering*, *1*(1), 27-41. DOI: 10.52589/AJSTE-UIXXE0N2.

Adusei-Bonsu, M. Amanor, I. N., Obeng, G. Y., & Mensah, E. (2021). Performance evaluation of mechanical feed mixers using machine parameters, operational parameters and feed characteristics in Ashanti and Brong-Ahafo regions, Ghana. *Alexandria Engineering Journal*, *60*(5), 4905-4918. https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.061.

Clark, P. M., Behnke, K. C. and Poole, D. R. (2007). Effects of Marker Selection and Mix Time on the Coefficient of Variation (Mix Uniformity) of Broiler Feed. *Journal of Applied Poultry Research*. 16: 464–470. https://doi.org/10.1093/japr/16.3.464.

Dimaiwat, M. I., Belen, G. C. C., Angeles, E. P., Reyes, F. C. C., & Angeles, A. A. (2018). Analysis of feed mixer efficiencies of commercial feed manufacturers in the philippines from 2012 to 2016. *Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *44*(2), 103-110.

Groesbeck CN, Goodband RD, Tokach MD, Nelssen JL and Dritz SS. (2004). Using mixer efficiency testing to evaluate feed segregation in feed lines. Kansas *Agricultural Experiment Station Research Reports* 0 (10): 172-176. https://doi.org/10.4148/2378-5977.6870.

Mangngi, F., Mado, R., & Aryana, M. I. (2021, November). Design, Fabrication and Performance Evaluation of Screw Conveyor Type of Pig feed Mixing Machine. In International Conference on Innovation in Science and Technology (ICIST 2020) (pp. 428-434. https://doi.org/10.2991/aer.k.211129.087

Stark, M. Saensukjaroenphon, (2017). Testing Mixer Performance, Kansas State University, K-State *Research and Estension Service*, Manhattan.

Wicker, D. L. and Poole, D. R. (1991). How is your mixer performing?, *Feed Management*. 42(9):40-44