

تعیین ویسکوزیته مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور

اکبر یعقوبفر^۱

چکیده

در این مطالعه ویسکوزیته کاربردی بالقوه تعداد ۲۵ نمونه مواد خام خوراکی اندازه‌گیری شد که نسبت به هم تفاوت داشتند. کمترین مقادیر ویسکوزیته کاربردی بالقوه در مورد ذرت خوشه‌ای، نخودفرنگی و ذرت بود و بیشترین مقدار برای جو و چاودار مشاهده گردید. درجه حرارت صفحه پلت کننده با قطر ۲/۵ میلی‌متر روی مقدار ویسکوزیته کاربردی واقعی تاثیر داشت، که مقادیر زیاد آن فقط موقعی دیده می‌شود که ویسکوزیته کاربردی بالقوه بالا و درجه حرارت هم بیشتر از ۹۰°C باشد. اندازه ذره‌های آردی شکل (بلغور) استخراج شده به‌میزان زیادی مقادیر ویسکوزیته کاربردی واقعی را تغییر می‌دهد و ریز کردن ذرات درشت نیز باعث تغییرات کمتر ویسکوزیته کاربردی واقعی می‌شود. اندازه ذرات در فعالیت آنزیمی تاثیری ندارد و دفع فضولات و مصرف آب مربوط به مقدار جذب مواد غذایی در جوجه بوقلمون‌های گوشتی در سن ۵ هفتگی با استفاده از ۲۵ ماده خام خوراکی اندازه‌گیری شد. رگرسیون خطی محاسبه شده با داده‌های مربوط به پرندگان (برای هر ماده خوراک) به‌صورت متغییر وابسته محاسبه گردید و نیز پارامترهای غذایی به‌صورت متغییرهای مستقل غیر وابسته‌اند. موثرترین معادلات ویسکوزیته کاربردی واقعی و پتاسیم بر مبنای ویسکوزیته کاربردی بالقوه، درجه حرارت پلت‌زدن و پتاسیم می‌باشد با ضریب همبستگی ۰/۷۵ که متغییرهای وابسته افزایش نخواهد یافت.

کلید واژه: ویسکوزیته کاربردی واقعی (RAV)، ویسکوزیته کاربردی بالقوه (PAV)، آنزیم‌های آندوژن، غلات

۱- مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج.

مقدمه

در فضولات شناخته شده‌اند (Smith 1973, Smith & Teeter, 1989) و به راحتی قابل کنترل می‌باشند. عامل دیگر تغذیه ویسکوزیته بخش قابل محلول مواد غذایی است که دارای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای قابل حل در آب است که مکانیزم تاثیرات منفی ویسکوزیته بر فرآیند هضم مواد مغذی می‌باشد (Moran 1969, Carre 1992, Gohl 1978) یکی از راه‌های تطبیق یافتن حیوان با این مشکلات درحقیقت با افزایش مصرف آب است که باعث حل شدن پلی ساکاریدها در آب و کاهش ویسکوزیته داخل روده‌ای می‌شود. علیرغم شناخت قبلی راجع به این اثر ویسکوزیته، تاکنون از هیچ راه منطقی و صحیح شناخته نشده است. از طریق فرمول غذایی، همچنین با اطلاعاتی که تاکنون موجود است هیچ مطلب تجربی در مورد مقدار ویسکوزیته و دفع فضولات آبکی پرندگان پرورشی در حال رشد جمع‌آوری نشده است. پرنده انتخاب شده برای این آزمایش جوجه بوقلمون‌های گوشتی در سن ۵ هفته‌گی و در ارتباط با مشکلات بستر خواهد بود (Carre 1990, 1994).

دو روش که برای اندازه‌گیری مقدار ویسکوزیته مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل ویسکوزیته‌ی بالقوه اندازه گرفته شده پس از عمل‌آوری با اتانول ۸۰٪ جوش و مقدار ویسکوزیته‌ی واقعی اندازه‌گیری شده بدون انجام عمل‌آوری است که در روش اول آنزیم‌ها با منشاء داخلی (اندوژن) بدون غیر فعال شدن و به صورت آبکی دفع می‌گردد. در روش دوم آنزیم‌ها غیرفعال شده و می‌توانند در عصاره آبکی فعال باشند. انجام عمل‌آوری با اتانول به منظور دستیابی به ویسکوزیته بالقوه به این منظور بوده است که برای کلیه مواد اولیه و جیره‌های غذایی قابل اجراء باشد علاوه بر این یک متغیر جهت

تعیین ویسکوزیته مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور در پیش‌بینی مقدار آب مصرفی و فضولات دفعی (آبکی) کاربرد دارد. در پرورش طیور مسئله مهم و مشکل مربوط به ویسکوزیته مواد غذایی است که تقریباً مربوط به سی سال پیش می‌باشد. با توجه به پیچیدگی‌ها و کنترل ویسکوزیته تاکنون نتوانسته مورد بررسی جامع و کامل قرار بگیرد. در این مقاله روش و نتایج داده‌ها برای کنترل جنبه‌های منفی حاصله از ویسکوزیته آمده است. دفع فضولات آبکی در طیور، عامل اصلی در تفاوت کیفیت فضولات در دوره پرورش طیور می‌باشد که تابع عوامل متعددی خواهد بود که بستگی به اجرای عوامل اساسی از قبیل تراشه چوب، پر، کاغذهای خرد شده، نوع حیوان، طول زمان پرورش، درجه حرارت، تهویه، توزیع مواد غذایی و آشامیدنی‌ها در بین حیوان دارد. مقدار و کیفیت فضولات در مدت زمان پرورش نتایجی مشتمل بر تهیه و نگهداری مواد غذایی، خطرات آلودگی، وضعیت بهداشتی حیوانات و رشد و کیفیت استخوان‌بندی دارد که میزان رطوبت عامل تعیین کننده است. در حقیقت رطوبت بالا از یک سو به رشد و توسعه میکروب‌ها کمک می‌کند از سوی دیگر با ازدیاد تشنگی (عطش‌دار کردن) سینه حیوانات منجر به کاهش یافتن کیفیت استخوان‌بندی می‌شود و از طریق تماس با بستر پرورش بوجود می‌آید. آنچه که در اینجا بیشتر مورد نظر می‌باشد عامل رطوبت در مرغداری‌ها است. همان‌طور که در بالا ذکر شد تغذیه می‌تواند از عوامل مورد توجه باشد. در واقع تفاوت در دفع فضولات می‌تواند به مشخصات فیزیولوژیکی پرنده بستگی داشته باشد که آن نیز به عوامل سازنده و دربرگیرنده رژیم غذایی مربوط است. یون‌هایی مانند پتاسیم، سدیم و کلر به‌عنوان عوامل تفاوت

- استخراج ساده با آب با بی‌اثرسازی آنزیم با منشاء داخل بدن (Endogenous glycanases)

۱- مقدار ۲ گرم نمونه به‌طور دقیق وزن سپس ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن اضافه گردد.
۲- به مدت ۱۵ دقیقه برای بی‌اثر نمودن فعالیت آنزیم‌های اندوژن، ۸۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شود.

۳- سانتریفوژ (g ۳۵۰۰) گردد سپس مایع سطحی (supernatant) جدا شود.

۴- مقدار ۳ میلی‌لیتر آب به باقیمانده گلوله شکل اضافه شود.

۵- قرار دادن در داخل انکوباتور برای ۴۰ درجه به مدت ۲ ساعت و هر ۱۵ دقیقه یکبار تکان چرخشی (حلقوی) داده شود.

۶- نمونه‌ها با دور (g ۳۵۰۰) برای ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شود.

۷- مقدار ۱۵ میلی‌لیتر مایع سطحی را برداشته سپس وزیسکوزیته نسبی با فرمول زیر محاسبه شود.

۸- بعد از سانتریفوژ کردن حجم معینی از مایع سطحی (V_1) که در این آزمایش، ۱۵ میلی‌لیتر می‌باشد را بر داشته و مقدار آب نمونه را محاسبه نموده:

$$V_0 = V_1 - 15 \text{ (ml)} \quad 9-$$

حجم نهایی که با اضافه نمودن آب به‌دست می‌آید برای نسبت V_0 به V_1 ثابت است. T_x زمان است که برای تعادل مساوی (۲ میلی‌لیتر) از مایع سطحی به دست می‌آید. T_w زمان انجام شده است که برای اندازه‌گیری تقطیر آب استفاده میشود. وزیسکوزیته نسبی توسط معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$= T_x - T_w \text{ وزیسکوزیته نسبی}$$

ب- عصاره‌گیری ساده با آب بدون بی‌اثرسازی آنزیم با منشأ داخل بدن

ساده سازی برای غلات پیشنهاد شده است که بوسیله آن می‌توان به مقادیر ویسکوزیته بالقوه بدون آنکه عمل‌آوری اولیه استفاده از اتانول انجام شود نزدیک است و در این حالت عصاره آبی در pH=۱/۵ تحقق پیدا خواهد نمود. روش‌های مورد نظر در نمودارهای زیر شرح شده است.

مقادیر ویسکوزیته نسبی به‌دست آمده به‌صورت لگاریتمی تبدیل به میزان غلظت نمونه در شیرابه غلیظ مبدل می‌شوند با این عمل می‌توان با آنها محاسبه افزایشی را اعمال کرد که می‌توان از آن در طرح‌های افزودنی استفاده کرد (Bhatty, 1991). ویسکوزیته عملی بالقوه^۱ (PAV) صرفاً موضوع مورد توجه در طرح‌های افزودنی است. ویسکوزیته عملی واقعی^۲ (RAV) نمی‌تواند به‌عنوان یک افزایش واقعی فعالیت‌های آنزیمی در نظر گرفته شود، علت آن بدلیل فعالیت زیاد آنزیمی است که می‌تواند از یک ماده بر ماده دیگر تاثیر بگذارد. ماهیت افزایشی مقادیر ویسکوزیته عملی واقعی در حالت مخلوط شدن با باقیمانده اتانول اولین ماده، متفاوت است که با بررسی تعداد ۲۵ ماده خوراکی برای جوجه بوقلمون‌ها این موضوع را مورد تائید قرار گرفت. اندازه‌گیری ویسکوزیته واقعی بالقوه بر روی ۵۴ نمونه ماده خوراکی مختلف مورد استفاده در جیره غذایی طیور انجام شده است (جدول شماره ۱). تغییر پذیری بین مواد اولیه بسیار مهم است بطوریکه این تغییر پذیری در داخل یک نوع ماده اولیه مانند گندم وجود دارد. ویسکوزیته مواد خوراکی به‌علت داشتن پلی ساکاریدهای غیر آمیلاز محلول در آب عصاره با آمیلاز پانکراس یا پپسین در pH=۷ تحت تاثیر مقادیر ویسکوزیته عملی بالقوه نمی‌باشد (Carre, 1994).

مواد و روش‌ها

الف- روش‌های تعیین ویسکوزیته عصاره دانه غلات

اضافه نمودن ۸/۸۲ میلی‌لیتر HCl و ۷/۴۶ گرم KCl در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در PH= ۱/۵.

۲- عصاره‌گیری:

۱-۲- آسیاب کردن دانه جو با استفاده از صفحه ۰/۵ میلی‌متر دقیقاً قبل از عصاره‌گیری. از نمونه‌های آسیاب شده که بیشتر از ۲۴ ساعت در درجه حرارت اتاق و یا به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شده استفاده نکنید.

۲-۲- به ۰/۳ گرم نمونه آسیاب شده مقدار ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه کنید. در ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت دهید. سپس سانتریفوژ نموده و مایع سطحی آنرا حذف کنید.

۲-۳- به قسمت باقی‌مانده مقدار ۲ میلی‌لیتر بافر اضافه کنید. در ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ دقیقه حرارت داده سپس سانتریفوژ کنید (g) ۳۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت اتاق).

۲-۴- مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از مایع سطحی جدا سپس ویسکوزیته نسبی محاسبه گردد. امتحان نمودن آزمایش:

الف) مراحل آزمایش را بدون مرحله ۲-۲ انجام دهید.

ب) آزمایش در مدت زمان حرارت: ۱۵ دقیقه، ۳۰ دقیقه، ۶۰ دقیقه، و ۱۲۰ دقیقه با ۵ نمونه جو و ۵ نمونه سورگوم که دارای ویسکوزیته در محدوده نرمال کار مورد نظر می‌باشد (با آنزیم اندوژنوس غیر فعال) و مراحل کار فوق را کنترل کنید.

ویسکوزیته بالقوه

- انجام روش اولیه اتانولی و استخراج عصاره

آبکی

در این آزمایش ابتدا نمونه آزمایش را (۳/۵ گرم) با استفاده از غربال نیم میلی متری آسیاب و در معرض مقدار ۳۰ میلی لیتر اتانول ۸۰٪ در

۱- وزن کردن مقدار دقیق ۲ گرم نمونه آزمایشی و اضافه نمودن ۳ میلی‌لیتر آب.

۲- حرارت دادن نمونه‌ها (۴۰ درجه سانتیگراد) به مدت ۲ ساعت و بهم زدن در هر ۱۵ دقیقه.

۳- سانتریفوژ نمودن نمونه‌ها با دور (g) ۳۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه.

۴- مقدار ۱۵ میلی‌لیتر مایع سطحی را برداشته سپس ویسکوزیته نسبی محاسبه می‌گردد.

ج- ویسکوزیته کربوهیدرات‌های غیر نشاسته‌ای دانه غلات

۱- وزن مقدار دقیق ۲ گرم نمونه آزمایش و اضافه کردن ۵ میلی‌لیتر استات بافر (pH = ۵) با استفاده از مگنت.

۲- اضافه کردن مقدار ۵۰ μL آنزیم الف-آمیلاز با دوام در مقابل حرارت و خوب مخلوط نمودن در حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه.

۳- خنک شدن تا ۵۵ درجه سانتیگراد و اضافه کردن ۵۰ μL Amyloglucosidase و نگهداشتن در ۵۵ دقیقه و اعمال حرارت توسط heating-block تا ۴ ساعت همراه با تکان دادن.

۴- جدا کردن تمام مایع سطحی و تصفیه نمودن با ۸۰ درصد اتانول.

۵- برداشتن مایع سطحی در ۴ درجه سانتیگراد حداقل برای ۱ ساعت و سانتریفوژ نمودن در ۳۵۰۰g برای ۳۰ دقیقه.

۶- حذف مایع سطحی و حل کردن با شدت در ۱ میلی‌لیتر آب.

۷- گرفتن ۰/۵ میلی‌لیتر و اندازه‌گیری ویسکوزیته نسبی.

د - ویسکوزیته عصاره جو

۱- تهیه بافر برای عصاره‌گیری :

$10-400S^{-1}$:

برای ویسکوزیته‌های معادل 2 تا 5 mPa.s
 $0.1-40 S^{-1}$

برای ویسکوزیته‌های بزرگتر از 5 mPa.s

برای مراحل بین ۲۵ - ۸۰۰ ویسکوزیته مساوی شیب خط رگرسیون است برای مراحل دیگر منحنی توسط خط رگرسیون و رگرسیون چند متغیره (X, X^2) آزمون می‌شود. چنانچه از لحاظ آماری برای ضریب X^2 معنی‌دار باشد ($P < 0.05$) در آن صورت ضریب X معرف ویسکوزیته خواهد بود. در صورتیکه رگرسیون برای ضریب X^2 معنی‌دار نباشد در آن صورت شیب رگرسیون خطی معرف ویسکوزیته است. مراحل مختلف گرادیان سرعت و محاسبات به‌نحوی انجام می‌شود که ارقام ویسکوزیته به‌دست آمده در حد اعلا می‌تواند مربوط به شرایط نیوتونی است. شرایط نیوتونی ضامن یک‌دست بودن و بهترین چسبندگی در محاسبات در اعداد ویسکوزیته می‌باشد.

ویسکوزیته واقعی

عصاره آبکی در $pH = 4/5$ همانند روش قبل عمل می‌شود اما بدون استفاده از اتانول می‌باشد وجود آنزیم‌های آندوژن نمونه بیانگر این حالت است. عصاره را به‌صورت ساده طی ۶۰-۱۰ دقیقه پس از عمل فیلتر کردن قابل اندازه‌گیری است. عصاره قبل از اندازه‌گیری ویسکوزیته می‌تواند منجمد که به حالت عادی بر می‌گردد و قبل از اندازه‌گیری ویسکوزیته مجدداً فیلتر نمود. اندازه‌گیری ویسکوزیته دوباره به همان حالت که برای ویسکوزیته پتانسیل بکار می‌رود انجام می‌شود.

ویسکوزیته نسبی (η_r) = ویسکوزیته (دفع شده) / ویسکوزیته (مصرف شده)

حال جوشش به مدت یک ساعت قرار می‌گیرد. پس از سرد شدن سوسپانسیون به‌دست آمده را به مدت ۱۶ ساعت به‌صورت ساکن قرار داده سپس به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ (۵۰۰ g) شده و لخته به‌دست آمده را توسط عمل سانتریفوژ با اتانول ۸۰ درصد و با استون آبکشی می‌شود. لخته مذکور را از هم جدا و به مدت ۲۰ ساعت برای خشک شدن نگهداشته سپس در حرارت محیطی (۱۹ تا ۲۴ سانتیگراد) در ۳۰ میلی‌لیتر تامپون استات $M = 0/2$ در $pH = 2/5$ به مدت یک ساعت در معرض تکان دادن مغناطیسی (300 rpm) قرار داده تا اینکه استخراج شود. سوسپانسیون حاصله بلافاصله سانتریفوژ (۱۰۰۰ g، ۱۵ دقیقه) و با غوطه‌وری فیلتر می‌گردد که از طریق یک پارچه نایلونی که اندازه سوراخ آن ۵ میلی‌متر می‌باشد (Nytrel Ti, 5SP-UGB 42360) ماده شناور را آبکش و به‌صورت ساده از نظر ویسکوزیته در یک مدت تاخیری ۱۰ تا ۱۲۰ دقیقه‌ای فیلتر می‌شود. ماده شناور سطح بالا می‌تواند از حالت انجماد خارج و دوباره فیلتر شود که با استفاده از پرده نایلونی و قبل از تعیین ویسکوزیته می‌توان فیلتر گردد.

تعیین ویسکوزیته عصاره آبکی

ویسکوزیته عصاره در درجه حرارت محیط ($19-24^{\circ}C$) با استفاده از ویسکومتر چرخشی از طریق گرادیان با سرعت (S^{-1}) به‌دست می‌آید (Rheomat 15A). ویسکوزیته پس از منحنی جریان (کشش عمل برش (mPa) بر حسب گرادیان سرعت انجام می‌شود که با ۱۳۰ درجه در موقع فاز شروع گرادیان سرعت ابتدا بطرف بالا تغییر و سپس به سمت پایین خواهد آمد.

مراحل اندازه‌گیری گرادیان سرعت بدین

ترتیب است:

$25-800S^{-1}$

برای ویسکوزیته‌های معادل 0.95 تا 2 mPa.s

شد. ماده اولیه خوراکی بطور متفاوت مورد استفاده قرار گرفت (جدول شماره ۲). جیره‌های غذایی از لحاظ ویسکوزیته بالقوه، مواد نگهدارنده، پتاسیم، دیوار سلولی گیاهی و لیپیدها مورد بررسی قرار گرفت. در بین این ۲۷ جیره غذایی روش آسیاب کردن هم مورد بحث است و در ماده خوراکی مخصوص نیز این موضوع مطرح است. در این روش‌ها، علاوه بر دماهای پایین (بین ۶۸ تا ۷۴ درجه سانتیگراد) درجه حرارت‌های بالا (بین ۹۴ تا ۹۸ درجه سانتیگراد) نیز در چهار ماده خوراکی آسیاب شده مورد توجه قرار گرفت. تعداد ۲۵ ماده خوراکی با استفاده از بخار ۱۴۰ درجه سانتیگراد به دستگاه آسیاب و درجه حرارت مواد خوراکی قبل از مراحل مقدماتی بین ۶۰°C تا ۶۵°C سانتیگراد تنظیم شده است. مرحله مقدماتی از دانه‌هایی با قطر ۲/۵ میلی متر و ضخامت ۵۰ میلی متر شروع می‌شود، ولی در مواد خوراکی ضخامت شماره ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶ و ۲۵ میلی متر در نظر گرفته شده است. دما در زمان خروج از دستگاه به کمک یک میله (Sond) مجهز به تر مو کوپ تحت کنترل قرار گرفت. به محض خروج از دستگاه گرانول درجه حرارت در یک ظرف مخصوص از نوع Dewar اندازه‌گیری می‌شود. پتا سیم و سدیم از طریق طیفسنجی شعله‌ای (Flame Spectrophotometry) روی بقایای محلول در اسید کلریدریک ۱۰٪ ویسکوزیته و آب دیوار سلولی گیاهی همانطور که در بالا اشاره شد، اندازه گرفته می‌شود. مقدار دیواره سلولی بر طبق روش Carre (۱۹۸۹) و لیپیدها براساس روش اروپایی بدون پیش عمل‌آوری با اسید (Afnor, 1985) به دست می‌آید. همچنانکه در روش Delort-Laval و Drevet (سال ۱۹۷۰) ذکر شده، مدت زمان آسیاب مشخص می‌گردد. انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت (AMEn) بر اساس

ویسکوزیته عملی (VA) = ویسکوزیته نسبی (I_r) / Log (غلظت از ماده مصرف شده در ماده دفعی (g/ml)

غلظت عملی بالقوه مواد اولیه (تعداد ۴ نمونه و ۵ تکرار) بین ۲ تا ۲۷ متغیر که تقریباً ۵ درصد تخمین زده می‌شود. غلظت عملی واقعی با استفاده از جیره‌های غذایی (۴ نمونه و ۱۳ تکرار) ارزیابی گردید که از ۱/۳ تا ۳/۲ متغیر که تقریباً ۶ درصد محاسبه می‌شود.

اثر ویسکوزیته مواد خوراکی بر مصرف و دفع فضولات آبکی در جوجه بوقلمون‌ها

اثر ویسکوزیته در جیره غذایی بر روی جوجه بوقلمون‌های گوشتی (جنس نر) آزمایش گردید. در این آزمایش جوجه بوقلمون‌ها تا پنج هفته در قفس‌های انفرادی نگهداری و درجه حرارت سالن پرورش ۲۱ درجه سانتیگراد و مدت نور دهی سالن ۱۶ ساعت در روز (سن پرورش ۲۹ تا ۳۷ روزگی) بود. تعداد ۲۷ جیره غذای آسیاب شده (۲۵ میلی متر) برای سن ۲۹ روزگی پرورش مورد به‌عنوان تیمارهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار خوراک مصرفی، آب و فضولات در مدت زمان آزمایش به صورت انفرادی جمع آوری گردید. فضولات آبکی بطور کامل دو بار در روز جمع آوری و اندازه‌گیری می‌شود. فضولات آبکی وزن شده و سپس سریعاً منجمد می‌گردد. در مدفوع دفع شده با اندازه‌گیری مقدار آب از دست رفته در زمان انجماد سریع در درجه حرارت پایین از فضولات به دست می‌آید. ترکیب مواد مغذی در ۲۷ جیره غذایی آسیاب شده (خرد شده به اندازه‌های ۲/۵ میلی متر) شامل: ۲۴/۲٪ پروتئین خام، ۲۹۰۰ kcal/kg انرژی قابل سوخت و ساز تصحیح شده برای ازت (AMEn)، لیزین ۱/۵٪، متیونین و سیستئین ۰/۹۵٪، کلسیم ۱/۴٪ و فسفر ۰/۶٪ بود. به تمام جیره‌های غذایی ویتامین و آنتی‌اکسیدان (Robenz تا ۰/۵۰٪) افزوده

ویسکوزیته عملی با ۴/۸۱ واحد نشان دهنده تنها ۶٪ ارزش گندم می‌باشد. هر چند که در pH اسیدی ممکن است یک هیدرولیز جزئی از انشعابات جانبی مانند Arabinose را باعث شود اما تغییر محسوسی در ویسکوزیته بوجود نمی‌آید. این موضوع بر روی رسوبات اتانلیکی چو دار و گندم بررسی شده که عصاره‌اش با pH=۱/۵ ویسکوزیته‌های عملی ۲/۷ و ۲۱/۲۶ و pH=۴/۵ ویسکوزیته عملی ۲/۶۳ و ۲۱/۴۸ به ترتیب خواهند بود. این نتایج مطابق با کار (MC 1981) Cleary می‌باشند. تخلیه مستقیم اسید یک شیوه کلاسیک برای اندازه‌گیری ویسکوزیته جو می‌باشد (Bhatly 1987 و Aastrup 1979).

روش محاسبه معادلات AR₂ که برای لپیدهای پایه گذاری شده است، بقایا، دیواره سلولی و مواد خشک مورد تایید قرار گرفته می‌گیرد (۱۹۹۰ Carre).

نتایج

اندازه‌گیری ویسکوزیته دانه غلات

با روش‌های پیشنهادی برای ویسکوزیته بالقوه مواد اولیه و جیره غذایی می‌توان به صورت ساده در مورد غلات بیان نمود. چون ویسکوزیته بالقوه را با عصاره گیری مستقیم در یک ساعت با pH=۱/۵ برای HCl و حرارت محیطی بدست آورد، و بدون بکار بردن اتانول pH اسیدی فعالیت آنزیم‌های آندوزن را محدود میکند. به عنوان مثال گندم ویسکوزیته بالقوه با ۴/۵۴ واحد در pH = ۱/۵ (یک ساعت درجه حرارت محیط) بدون پیش استفاده اتانول منجر به یک

جدول ۱: مواد خوراکی مورد استفاده در جیره غذایی

تعداد نمونه	محدوده درصد تغییرات	مواد خوراکی
۱۴	۴۲/۵-۱۱/۲	ذرت
۱۲	۴۲/۵-۹/۵	گندم
۵	۵۱-۴/۸	سورگوم بدون تانن
۹	۴۷/۴-۱/۹	تریتیکال
۱۶	۱-۱/۹	جو
۲	۲۰/۱-۴/۸	جو سیاه
۹	۳۳/۲-۴/۴۰	چاودار
۳	۱۹/۴-۵/۳۰	نخود
۱	۳۱/۳۰	نشاسته ذرت
۲۶	۳۲/۱-۵	کنجاله سویا ۴۸٪
۱۱	۷-۴/۹۰	کنجاله کلزا
۸	۸-۶/۵۰	کنجاله آفتابگردان
۲۱	۱۰-۰/۶۰	دانه سالم سویا
۶	۶-۱/۹۰	دانه سالم کلزا
۱۰	۱۰/۱-۱/۹۰	دانه آفتابگردان
۵	۷/۵-۱/۴۰	یونجه (۱۹ درصد ازت × ۶،۲۵)
۴	۸-۲/۷۰	سبوس گندم
۱	۱/۹	گلوتن خوراکی ذرت
۳	۴-۱/۹	ذرت تقطیر شده
۲۳	۱۰-۰/۲	گلوتن ذرت
۱۸	۹/۷-۲	سویای ایزوله شده
۷	۷-۴/۸	آرد گوشت ۵۵ G
۱۸	۷-۲/۹	آرد گوشت ۶۰ D
۱۵	۶/۳-۰/۳	کاه
۱	۰/۲۴	صمغ
۲۶	۴/۹-۱/۵	روغن کلزا

جدول ۲ : ویسکوزیته عملی بالقوه (PAV: Log (n_r).g¹. ml) بر اساس ماده خشک حاصل از مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور (Carre 1994).

ویسکوزیته عملی بالقوه	مواد خوراکی
۰/۶۰	ذرت
۰/۲۶	سورگوم
۵/۱۶ - ۱/۶۴ (۶)	گندم
۲۰/۳۹ - ۱۸/۴۵ (۲)	جو
۱۳/۲۲	جو سیاه صحرائی
۷/۲۷ - ۲/۷۷ (۴)	تریتیکال
۲۷/۲۱	چاودار
۰/۳۶	فرفیون دارای نشاسته
۱/۵۴ - ۰/۳۳ (۱۹)	نخود
۱/۴۷	باقلا
۲/۳۵	یونجه (۱۹٪ × ۶،۲۵ N)
۰/۲۵	گلوتن ذرت خمیره ای
۲/۰۵	کنجاله سویا ۴۸٪
۱/۳۳	کنجاله گلزآ
۱/۴۴	کنجاله آفتابگردان
۱/۴۲	دانه سالم سویا
۰/۷۵	دانه سالم گلزآ
۰/۶۰	دانه سالم آفتابگردان
۵/۸۸	پوسته سویا
۱/۰۲	پوسته آفتابگردان
۱/۶۴	پوسته منداب
۴/۵۲	گندم بدون پوشینه
۳/۶۶ - ۲/۹۴ (۲)	سیوس گندم
۱/۳۰	گلوتن خوراکی ذرت
۳/۷۴	ذرت تفتیر شده

تفاوت بین نمونه‌ها در داخل پرانتز نشان داده شده است.

واقعی ۲/۱ تا ۳ ایجاد می‌کند. این بررسی در نمودار شماره ۳ به طور واضح نشان داده شده است. و درجه حرارت 91°C (حاصل از حالت فشار) بر اثرات ویسکوزیته بالقوه بر ویسکوزیته واقعی را بوضوح بیان می‌کند.

اثر درجه حرارت حاصل از حالت فشار در ۴ ماده خوراکی آسیاب شده تحت ۲ شرایط مشخص گردید. در حالت اول درجه حرارت بین $68-74^{\circ}\text{C}$ سانتیگراد و در حالت دیگر بین $94-98^{\circ}\text{C}$ متغییر بود. ویسکوزیته واقعی در درجه حرارت کم در محدوده $0.083, 0.087, 0.162$ و $1/51$ قرار گرفت و در درجه حرارت بالا به ترتیب بین $1/28, 1/29, 3/70$ و $2/53$ بود.

احتمال دارد که درجه حرارت به دست آمده از حالت فشار بستگی به قطر دایره بخش آسیاب باشد. برای دانه‌های درشت‌تر، درجه حرارت مرکز نسبت به درجه حرارت متوسط خیلی کمتر خواهد بود، هر چند که این مسئله مستلزم درجه حرارت متوسط بالاتری است بخاطر آنکه مرکز گرانول آسیاب به پایین ترین درجه حرارت میرسد. بنابراین ویسکوزیته عملی واقعی نمی‌تواند افزایش یابد مگر هنگامی که در یک درجه حرارت کار بردی که از لحاظ فنی به اندازه کافی گرما داشته باشد آنزیم‌های اندوژن ماده غذایی را دچار تغییر می‌سازند.

اثرات تکنولوژی کاربردی عملی بر روی مواد غذایی در ویسکوزیته عصاره خام آنها ما را از لحاظ نتایج به دست آمده در مورد آسیاب کردن بر روی ویسکوزیته عصاره‌ها وادار به اندیشیدن می‌کند. با این تفکر که یک آزمایش *In vitro* آیا می‌تواند افکار جدیدی را راجع به روش عملی آزمایشگاه بر روی ماده غذایی ارائه کند. همچنین مبحث ویسکوزیته واقعی با غلات آسیاب شده بر روی یک خرد کن با قطر سوراخ 0.5 یا 3

ویسکوزیته بالای جو و چاودار با داده‌های Nymaneta (۱۹۸۴) مطابقت دارد که علت آن مقدار بسیار بالای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای قابل حل در آب در جو و چاودار است که مقدار آن بیشتر از دانه ذرت است.

پارامترهای فنی که در ویسکوزیته واقعی تاثیر می‌گذارند

بدلیل فعالیت آنزیم‌های اندوژن Endogaine ویسکوزیته واقعی می‌تواند بسیار کمتر از ویسکوزیته بالقوه باشد. بدین ترتیب ویسکوزیته بالقوه گندم، جو و سایر غلات به ترتیب $2/013, 4/21$ و $16/24$ درصد می‌باشند که ویسکوزیته واقعی $1/19, 3/11$ و $3/74$ درصد خواهد بود. مواد خوراکی مورد استفاده در آزمایش به صورت غیر فعال شدند آنزیم‌های اندوژن انجام می‌شود چون این مسئله در مورد دانه‌های ریز مواد خوراکی (Inberr and Bedford ۱۹۹۴) بوجود می‌آید و میتوان حدس زد که مقدار ویسکوزیته واقعی نسبت به ویسکوزیته بالقوه نزدیک است. این مسئله در ارتباط با ۲۵ ماده خوراکی که در جیره غذای بوقلمون ایجاد مشکل می‌کرد مورد آزمایش قرار گرفت که گرانوله ($2/5$ میلی‌متر) با درجه حرارت تحت فشار (68°C تا 100°C سانتیگراد) به دست آمده برای مواد خوراکی نسبت به هم تفاوت داشتند. ویسکوزیته بالقوه از $1/91$ تا $5/52$ ویسکوزیته واقعی از $1/83$ تا $4/49$ متغیر بود. ملاحظه می‌شود که از درجه حرارت 91°C -۹۰ ارزش‌های افزوده شده ویسکوزیته واقعی بیشتر می‌کند. در واقع در درجه حرارت پایین‌تر از 91°C ویسکوزیته واقعی از $1/81$ تجاوز نمی‌کند هر چند که ممکن است ویسکوزیته بالقوه به $3/8$ برسد. از طرف دیگر برای درجه حرارت‌های مساوی یا بیش از 91°C ویسکوزیته بالقوه بین 3 تا $3/5$ ویسکوزیته

که قسمت خرد شده به نرمی سایش یافته در عین حال بطور مرتب خارج می‌گردد و نهایتاً ویسکوزیته متوسطی به دست خواهد آمد که از سنگدان با خرد شدن حاصل می‌گردد. این ویسکوزیته ثابت و کامل حاصل خواهد شد زیرا بطور منظم از طریق سایش ماده غذایی در سنگدان خارج شده است (Carre 1994).

اندازه‌گیری آب موجود در دیواره سلولی گیاهی

روش کار برای اندازه‌گیری استخراج آب احاطه شده در دیوار سلولی گیاهی تابع نیروی جاذبه است. دیوار سلولی گیاهی با استفاده از روش Carre (۱۹۸۹) استخراج می‌گردد. تعیین مقدار رطوبت و یا خشک نمودن نمونه‌های آزمایش در ۱۰۴ درجه سانتیگراد انجام می‌شود. دیوار سلولی گیاهی جدا شده و رطوبت بر روی یک فیلتر پارچه‌ای نایلونی با برشهای حلقه‌ای ۵ میکرونی قرار گرفته و این برشها با آب مقطر فیلتر شده شسته میشوند و به مدت یک دقیقه تحت فیلتراسیون واقع می‌گردد. آب چسبیده روی پارچه با چهار بار کشیده شدن پارچه روی یک سطح صاف شیشه‌ای حذف می‌گردد. سپس مقدار آب باقیمانده در جدارهای مرطوب با خشک کردن در دمای ۱۰۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت مشخص و تعیین می‌شود. تکرار پذیری در این شیوه تا ۳٪ می‌باشد. مقدار آب باقیمانده توسط دیوار سلولی گیاهی (بر حسب g/kg) با اضافه کردن میزان آب ذخیره دیوار سلولی توسط اندازه‌گیری آن دیوار سلولی گیاهی به دست می‌آید.

اثرات مواد خوراکی

آزمایش بدون در نظر گرفتن تاثیر مواد خوراکی و وزن متوسط پرندگان (۱۷۳۷ گرم)

میلی متر عملی گردیده است. نمونه‌های خرد شده دارای ضخامت ۳ میلی متر و عصاره حاصله در مدت ۳۰ دقیقه تعیین گردید سپس نمونه‌های خرد شده به صورت گلوله (نمونه در عصاره) به مدت ۵ دقیقه آزمایش شدند. نتایج حاصل از آزمایش مبحث سرعت مشخص نمود که ویسکوزیته واقعی عصاره‌ها همیشه ضعیف تر از آن است که بتواند بیشتر سبوس یا بقایای را خرد کند. حتی پس از ۴ ساعت که از عمل استخراج گذشته بود مقایسه آسیاب نمودن نمونه‌ها مانند سبوس یا بقایای حاصل از آسیاب دوباره خرد شده نشان داد که ارزش پایین مشاهده شده همراه با سبوس یا بقایا از کاهش ویسکوزیته (بر اثر فعالیت احتمالی آنزیم‌ها) ناشی نشده است. بلکه بسادگی می‌توان گفت از به جریان نیافتن ویسکوزیته حاصل شده است. در اصطلاح علم تغذیه اثر مفید خرد کردن دانه‌ها یا سبوس و بقایای نادیده گرفته شود، ممکن است این مسئله با توجه به حل شدن در زمان پخش ویسکوزیته در روده کوچک بستگی داشته باشد و ربطی به کاهش سهم کامل ویسکوزیته نباشد. در واقع اگر پرندگان به صورت نا پیوسته به سیر کردن خود بپردازند بطوریکه چینه دان و سنگدان مرغ سریع پر شود، بر اساس آسیاب کردن مواد خوراکی دو طرح قابل پیش بینی است: اگر آسیاب نمودن به صورت آرد نرم باشد ویسکوزیته در سنگدان بطور کامل و سریع به جریان می‌افتد و در حالی که مواد غذایی در حال عبور از روده کوچک ویسکوزیته زیادی در ابتدای تخلیه معده‌ای آشکار می‌سازد. اگر به صورت آرد زبر باشد، ویسکوزیته هم از قسمت‌های شکستگی که هنوز خرد نشده (با ویسکوزیته ضعیف) و هم از آسیاب شده به صورت آرد نرمی در سنگدان (با ویسکوزیته بالا) با مقدار محدود ایجاد می‌شود

مصرف یا دفع آب است مورد بررسی قرار میدهد و در عین حال با افزودن مواد غذایی بر مقدار افزایش ویسکوزیته واقعی نیز تاثیر می‌گذارد. این رگرسیون که بعد از مقادیر ویسکوزیته واقعی از ۱/۸ تا ۲/۵ مشاهده می‌شوند، معنی دار گردید ($P < 0.05$). این مقادیر نسبتاً ضعیف، تا ئید کننده حساسیت جوجه بوقلمون‌ها به ویسکو زیته بخش محلول در آب است. اثر متقابل چهار تایی که در معادلات جدول شماره ۵ ملاحظه می‌شود، غیر افزایشی بودن عوامل تشریح شده را روشن می‌سازد و این موضوع بیانگر آن است که این عوامل در رابطه با یکدیگر مثل عوامل محدود کننده عمل می‌نمایند و این عبارت را میتوان با عبارت^۲ (درجه حرارت × ویسکوزیته بالقوه (PAV) نشان داد (جدول شماره ۵). همانگونه که در بالا ذکر گردید این عبارت خود پیش بینی کننده وضعیت ویسکوزیته واقعی است. همچنین حالت پتاسیم که مانند یک مدولاتور شبیه‌های مشابه ویسکوزیته واقعی یا^۲ (درجه حرارت × PAV) عمل می‌کند. همچنین در اینجا باید یادآوری کرد که افزایشی نبودن اثرات یونها و همچنین ویسکوزیته بر روی دفع آب در گذشته نیز مورد بررسی قرار گرفته بود (Lee ۱۹۸۳). از این رگرسیونها می‌توان نتیجه گرفت که ویسکوزیته عملی واقعی عامل اصلی توضیح دهنده وضعیت است و غیر مستقیم از طرق ویسکوزیته عملی بالقوه و درجه حرارت کاربردی می‌توان توضیح و تعریف شود. پتاسیم مانند عامل دوم دخالت می‌کند، ویسکوزیته مفید واقعی وقتی اهمیت دارد که مقدار پتاسیم نیز کم تاثیر است.

انجام گردید. و در نتایج یک اثر ضعیف از مواد خوراکی بر مصرف روزانه مواد خوراکی مشاهده شد (انحراف معیار نمونه ۲۰/۶ گرم). آخرین نمونه مصرف شده بر اساس مواد خوراکی از ۱۴۷ تا ۱۸۴ گرم تفاوت داشت. نسبت بین آب مصرفی به غذای مصرف شده (انحراف نمونه ۰/۴۷۸) میزان Pvalue متفاوتی را برای این رژیمها ارائه می‌دهد ($P = 0.0001$) و این تفاوت بین ۱/۶۸ و ۲/۹۷ گرم است (جدول شماره ۳). نسبت آب دفع شده به غذای مصرف شده (انحراف معیار نمونه اصلی ۰/۳۱۰) همچنان می‌تواند مترادف ($P = 0.0001$) تاثیر پذیری از این مواد باشد که شامل تفاوتی بین ۰/۸۶ تا ۰/۷۴ است (جدول شماره ۳).

معادلات پیش بینی برآورد متغیرها

میانگین نسبت آب مصرفی به غذای مصرف شده و نیز نسبت آب دفع شده به غذای مصرفی با ترکیبات مواد خوراکی دارای ارتباط رگرسیون خطی هستند (جدول شماره ۳). در این محاسبات تاثیر متغیرهای پیش بینی کننده ویسکوزیته واقعی و ویسکوزیته حقیقی (جدول شماره ۴) بطور سیستماتیک مورد آزمایش قرار گرفته است. معادلات بسیار مهم در جدول شماره ۵ نشان داده شده است. تمامی معادلات شامل ویسکوزیته واقعی یا ویسکوزیته بالقوه قابل تغییر می‌باشد و هر دو معادله بوضوح ازبقیه معادلات قابل تفکیک است زیرا شامل پیش بینی‌های مؤثری می‌باشند (جدول شماره ۴). معادلات مبتنی بر ویسکوزیته واقعی قابل تغییر و بیشتر از ویسکوزیته بالقوه مؤثر است (جدول شماره ۵) و این موضوع ثابت می‌کند که آنزیم‌های آندوژن ماده غذایی احتمالاً در دستگاه هاضمه پرندگان فعال هستند.

رگرسیون ساده (مبتنی بر مقادیر انفرادی)، تغییرات ویسکوزیته واقعی که بیانگر

جدول ۳: ترکیب مواد خوراکی (آسیاب شده با ۲/۵ میلی‌متر)، مصرف و استخراج آب گزارش شده در مصرف مواد خوراکی (جوچه بوقلمون‌های ۵ هفته‌ای)

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	
آرت/ (۶.۲۵)	۲۴.۶	۲۵	۲۴.۹	۲۵	۲۳.۱	۲۳.۸	۲۵.۳	۲۴.۹	۲۶.۱	۲۴.۴	۲۴.۹	۲۴.۲	۲۴.۲	۲۴	۲۴.۷	۲۴.۶	۲۴.۲	۲۴.۷	۲۴.۳	۲۴.۹	۲۴.۷	۲۴.۵	۲۴.۵	۲۴.۵	۲۴.۹	۲۴.۵	۲۴.۴	۲۴.۴
چربی %	۶.۳	۶.۵	۶.۹	۷.۶	۴.۵	۸.۲	۶.۸	۸.۱	۹.۱	۶.۱	۸.۵	۶.۱	۶.۶	۵.۶	۷.۱	۷.۷	۷.۷	۷.۷	۶.۴	۶.۳	۶.۱	۶	۷.۱	۷.۱	۶.۹	۵.۹	۸.۲	۵.۹
آب PAR	۱۰۰.۵	۱۰۴.۱	۱۰۴.۳	۱۱۷.۳	۱۰۹.۰	۱۱۲.۶	۱۰۶.۶	۱۲۷.۸	۱۱۵.۴	۷۸.۳	۱۲۱.۸	۸۵.۹	۱۰۶.۶	۸۷.۶	۱۱۵.۸	۱۱۹.۳	۱۲۰.۰	۱۱۷.۸	۱۰۵.۹	۱۱۹.۳	۱۰۰.۱	۱۱۵.۵	۱۱۲.۵	۱۱۲.۵	۱۱۳.۶	۱۰۵.۴	۱۰۸.۳	۱۰۸.۳
خاکستر	۷.۳	۷.۳	۸.۱	۷.۷	۷.۴	۷.۲	۷	۷.۳	۷.۴	۷.۳	۷.۵	۸.۴	۸.۹	۷.۶	۷.۷	۷.۲	۷.۴	۷.۴	۶.۵	۷.۳	۷.۲	۷.۲	۶.۸	۶.۸	۶.۷	۷.۰	۶.۹	۷.۰
سدیم %	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۶	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۸	۰.۱۸	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۱۷
پتاسیم %	۰.۸۹	۰.۸۹	۱.۰۴	۱.۰۴	۰.۷۸	۰.۶۸	۰.۷۱	۰.۸۸	۰.۹۱	۰.۸۴	۰.۹۲	۱.۰۲	۱.۰۶	۰.۸۹	۰.۸	۰.۶۷	۰.۸۹	۰.۶۶	۰.۵۹	۰.۶۸	۰.۶۸	۰.۶۸	۰.۶۹	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۶۷
ویسکوزیته بالقوه) g/ml	۳.۱	۴.۸	۱.۳	۱.۸	۲.۵	۱.۴	۳	۲.۶	۲.۸	۱.۸	۱.۵	۳.۵	۳	۳.۳	۱.۹	۱.۱	۲.۸	۵.۵	۱.۳	۰.۹	۱.۱	۰.۹	۴.۹	۳.۴	۳.۴	۳.۸	۱.۴	۱.۴
ویسکوزیته واقعی) g/ml	۳	۳.۵	۱.۳	۱.۲	۲.۲	۱.۱	۱.۲	۱.۱	۱.۳	۱.۶	۱.۳	۲.۵	۲.۱	۲.۴	۱.۲	۱.۲	۱.۸	۴.۵	۱.۳	۰.۸	۱.۳	۰.۹	۳.۷	۱.۶	۱.۶	۱.۵	۱.۰	۱.۰
ماده خشک %	۸۱.۸	۹۰.۲	۹۰.۷	۸۸.۷	۹۰.۲	۸۹.۹	۸۹.۵	۸۸.۹	۹۰.۶	۹۰.۰	۸۸.۶	۹۰.۰	۸۵.۶	۸۵.۶	۸۹.۱	۸۹.۹	۹۰.۱	۹۰.۲	۷۸.۸	۷۸.۸	۹۰.۰	۸۸.۳	۹۰.۴	۹۰.۴	۸۱.۸	۸۸.۹	۸۸.۹	۸۸.۹
AMEn kcal/kg	۲۸۷.۵	۲۹۱.۷	۲۹۶.۷	۲۸۳	۲۸۱.۳	۲۶۹	۲۸۲.۳	۲۶۷.۱	۲۸۸.۲	۲۶۸.۸	۲۶۶.۱	۲۶۲.۰	۲۸۳	۲۸۵.۳	۲۸۱.۱	۲۸۶.۲	۲۸۷.۲	۲۸۰.۵	۲۸۲.۸	۲۸۷.۸	۲۸۲.۶	۲۸۶.۵	۲۸۰.۶	۲۸۰.۶	۲۸۰.۶	۲۸۵.۴	۲۸۵.۴	۲۸۵.۴
مدت زمان آسیاب کردن	۴۴.۰	۲۷.۴	۳۶.۶	۲۱.۵	۴۱.۲	۲۹	۴۱.۲	۱۷.۷	۱۳.۷	۳۱.۶	۰.۹۷	۷.۹	۲.۲۹	۲.۷۸	۲.۱۸	۱.۹۸	۱.۸۲	۱.۸۱	۱.۷۹	۱.۶۲	۰.۶۲	۷.۳	۰.۶۹	۲.۱۷	۰.۵۸	۱.۶۶	۱.۶۶	۱.۶۶
درجه حرارت خروج شده از آسیاب کردن	۹۳	۹۸	۹۹	۸۶	۱۰۰	۹۰	۹۱	۸۴	۸۴	۱۰۰	۸۴	۹۵	۹۷	۹۶	۹۸	۸۹	۸۸	۹۱	۹۸	۹۸	۹۸	۷۱	۹۶	۹۶	۹۸	۸۶	۸۶	۸۶
نسبت آب مصرف شده به مواد خوراکی مصرف شده	۲۱.۲	۰.۳۶	۲.۲۲	۱.۹۵	۲.۳۳	۱.۹۶	۱.۸۳	۱.۹۵	۱.۸۶	۱.۹۶	۱.۷۱	۲.۲۶	۲.۴۱	۱.۹۶	۱.۸۹	۱.۹۲	۲.۲۳	۲.۵۳	۱.۶۸	۱.۷۲	۲.۲۳	۱.۷۳	۲.۹۷	۲.۹۷	۲.۱۵	۱.۹۵	۱.۹۵	۱.۹۵
نسبت آب دفع شده به مواد خوراکی مصرف شده	۱.۱۶	۱.۲۷	۱.۲۲	۱.۰۵	۱.۲۶	۱.۰۲	۱.۸۹	۱.۰۱	۰.۸۶	۰.۹۲	۰.۸۶	۱.۲۵	۱.۳۳	۱.۰۱	۰.۹۶	۰.۹۳	۱.۱۴	۱.۳۳	۰.۹۵	۰.۹۹	۱.۲۸	۰.۸۸	۱.۷۴	۱.۷۴	۱.۲۵	۱.۰۵	۱.۰۵	۱.۰۵

جدول ۴: ماتریکس ضریب همبستگی

	۱Y	۲Y	۱X	۲X	۳X	۴X	۵X	۶X	۷X	۸X	۹X	۱۰X	۱۱X	۱۲X	۱۳X
آب مصرف شده به خوراک مصرفی Y1	۱	.۹۴	.۱۷-	.۱۵-	.۰۸-	-.۱۴	.۲۷	-.۱۰۶	.۲۲	.۶۸	.۷۸	.۴۴	.۰۱	.۲۸	.۴۱
آب دفع شده به خوراک مصرفی Y2	.۹۴	۱	-.۲۲	-.۲۴	.۰۹-	.۶۷-	.۰۷-	.۰۷-	.۰۴	.۵۹	.۷۱	.۲۸	.۰۴	.۲۳	.۰۳۰
X ₁ ۶.۲۵N*	-.۱۷	-.۲۱	۱	.۵۲	.۱۹	.۱۶	-.۱۰۰۵	-.۴۰	.۲۵	.۰۰۱	-.۱۹	.۰۴	.۲۷	-.۲۸	-.۱۱
X ₂ چربی	-.۱۵	-.۲۴	.۵۲	۱	.۶۱	.۵۵	-.۱۰۲	-.۲۱	.۱۹	-.۱۸	-.۲۸	.۰۱	.۱۳	-.۳۴	-.۲۱
X ₃ چربی معادله	.۷۹	-.۱۰۹	.۱۹	.۶۰	۱	.۵۷	-.۳۹	.۲۷	-.۳۴	.۰۶	-.۱۰۸	.۱۴	-.۵۴	-.۲۳	-.۲۰
X ₄ معادله آب	-.۱۴	-.۱۰۷	.۱۴	.۵۵	.۵۷	۱	-.۳۰	.۱۱	-.۱۷	-.۱۰۷	-.۲۲	-.۴۶	-.۴۱	-.۱۶	-.۶۱
X ₅ خاکستر	.۲۷	.۰۷	-.۱۰۰۵	-.۱۰۲	-.۳۹	-.۳۰	۱	-.۱۳	.۱۸	.۰۹	.۱۵	.۳۳	.۱۹	.۳۴	.۴۲
X ₆ سدیم	-.۱۰۶	-.۱۰۷	-.۱۰۴	-.۲۱	.۲۷	.۱۱	-.۱۳	۱	-.۵۴	.۱-	.۱۱-	.۰۲-	.۵۵-	.۲۱-	.۰۳-
X ₇ پتاسیم	.۲۲	.۰۳	.۲۵	.۱۹	.۳۴-	.۱۷-	.۸۱	-.۵۴	۱	.۲۳	.۲۴	.۲۸	.۴۱	.۳۲	.۳۲
X ₈ ویسکوزیته بالقوه	.۶۸	.۵۹	.۰۰۱	-.۱۸	.۰۶	-.۱۰۷	.۰۹	-.۱	.۲۳	۱	.۸۵	.۳۱	-.۴۱	.۱۵	.۱۹
X ₉ ویسکوزیته واقعی	.۷۸	.۷۱	.۱۹-	.۲۸-	.۰۸-	.۲۲-	.۱۵	-.۱۱	.۲۴	.۸۵	۱	.۴۳	.۰۴	.۳۹	.۴۲
X ₁₀ ماده خشک	.۴۴	.۲۸	.۰۴	.۰۱	.۱۴	-.۴۶	.۳۳	-.۱۰۲	.۲۸	.۳۱	.۱۴	۱	.۲۹	.۶۸	.۸۳
AMEn X ₁₁	.۰۹	.۰۴	.۲۷	.۱۳	.۵۴-	.۰۴۰-	.۱۹	.۵۵-	.۴۱	.۱۱-	.۰۴	.۲۹	۱	.۲۵	.۹۳
X ₁₂ مدت زمان آسیاب	.۲۸	.۲۳	.۲۸-	.۳۴-	.۲۳-	.۶۱-	.۳۴	.۲۱-	.۳۲	.۱۵	.۳۹	.۶۸	.۲۵	۱	.۸۲
مدت زمان خروج حرارت X ₁₃	.۰۴	.۳	.۱۱-	.۲۱-	.۲۰-	.۶۱-	.۴۲	.۰۳-	.۳۲	.۱۹	.۴۲	.۸۳	.۳۹	.۸۱	۱

جدول ۵: معادلات نسبت مواد غذایی مصرف شده/آب مصرفی (Y_1) و مواد خوراکی مصرف شده/آب دفع شده (Y_2) که وابسته به تغییرات ویسکوزیته عملی واقعی (X_1) و بالقوه (X_2) در درجه حرارت آسیاب (۲،۵ میلی متر) کردند (X_3) و مقدار پتاسیم مواد خوراکی (X_4) برای جوجه بوقلمون‌ها را نشان می‌دهد.

$Y_1 = 0.23 X_1 + 1.64$	$R^2 = 0.59$
$Y_1 = 2.91 X_1 10^{-6} X_2^2 X_3^2 = 1.86$	$R^2 = 0.54$
$Y_1 = (3.41 X_4^2 - 6.36 X_4 + 3.14) X_1 + 1.16 X_4 + 0.63$	$R^2 = 0.76$
$Y_1 = (9.50 * 10^{-5} X_4^2 - 1.60 * 10^{-4} X_4 + 6.89 * 10^{-5}) X_2^2 X_3^3 + 1.83$	$R^2 = 0.69$
$Y_2 = 0.146 X_1 + 0.84$	$R^2 = 0.49$
$Y_2 = 1.74 * 10^{-6} X_2^2 X_3^2 + 0.98$	$R^2 = 0.41$
$Y_2 = (2.78 X_4^2 - 5.16 X_4 + 2.50) X_1 + 0.66 X_4 + 0.23$	$R^2 = 0.76$
$Y_2 = (6.53 * 120^{-5} X_4^2 - 1.12 * 10^{-4} X_4 + 4.92 * 10^{-5}) X_2^2 X_3^2 + 0.96$	$R^2 = 0.62$

$0.83 \leq X_1 \leq 4.49$ (Log. (ηr). g^{-1} . ml) ; $0.91 X_2 \leq 5.52$ (Log (ηr). g^{-1} . ml); $68 < X_3 \leq 100$ °C; $0.59 \leq X_4 \leq 0.06$ %

نتیجه

مطالعات نشان داد که بطور تجربی بخشی از مصرف و دفع آب بدن جوجه بوقلمون‌های در حال رشد با فرمولا سیون و بکارگیری مواد خوراکی در جیره غذایی قابل کنترل می‌باشد. عامل اصلی که بیانگر این مطلب است ویسکوزیته عصاره آبکی مواد غذایی می‌باشد، پتاسیم در این مورد نیز مؤثر است اما به‌عنوان عامل ثانوی که در درجه حرارت بالا با غیر فعال کردن آنزیم‌های آندوژن مداخله می‌کند. درجه حرارت بالا برای عمل‌آوری می‌تواند ضررهای با غیر فعال کردن آنزیم‌های آندوژن مواد غذایی را نمایان سازد همچنین مزایای این عمل‌آوری نیز زمانی بروز می‌کند که با دماهای بالا می‌توان عوامل مضر به مواد غذایی مانند پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب را مرطوب نگهدارد، که آنها وظیفه ویسکوزیته بخش محلول را برعهده دارند. غالباً غلاتی که در بطن

خود از ویسکوزیته بالایی برخوردار باشند نیز نمی‌توانند تحمل عمل‌آوری را داشته باشند. بنابراین غلات وضعیتی برعکس با آنچه که در مورد مواد اولیه دیگر مانند نخود فرنگی مشاهده شده، اتفاق می‌افتد و در مورد غلات باید از روش‌های ترمودینامیکی استفاده گردد (Carre ۱۹۸۷، Carre ۱۹۸۹، Carre ۱۹۹۱). چنین به نظر می‌رسد مصرف بهینه مواد اولیه خوراکی گاهی اوقات از فرآوری اختصاصی نیز گامی جلوتر خواهد بود و بدیهی است که یک عمل‌آوری منحصر بفرد که در یک ماده غذایی بطور کامل بکار رود نیز گاهی مورد انطباق نیست. یک عمل‌آوری جدا از بخش‌های دیگر قبل از آنکه بطور کامل با بقیه مخلوط شود، می‌تواند در بعضی مواقع بطور مؤثرتری قابل تحقق باشد مثل حالت همبستگی که بین نخود و گندم وجود دارد.

منابع

- 1-Aastrup, S. 1979. The relationship between the viscosity of an acid flour extract of larley and its B-glucan content. *Carlsberg res Commun*, 44: 289-304.
- 2-AFNOR, 1985. *Aliments des animaux: methods d'analyse francaises et communnautaires*. Paris-la Defense.
- 3-AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*.
- 4-ASBC: *Proceedings* 29 (1974); 86 (1975).
- 5-Bhatty, R.S. 1987. Relationship between acid extract viscosity and total, soluble, and insoluble b-glucan contents of hulled and hullless barley. *Canada Journal Plant Science*, 67: 997-1008.
- 6-Bhatty, R.S; Mac gregor, A.W. and Rossnagel, B.G. 1991. Total and acid-soluble beta-glucan content of hullless barley and its relationship to acid-extract viscosity. *Cereal Chemical*, 68: 221-227.
- 7-Carre, B. 1992. Les polysaccharides non-amylases hydrosolubles. In : les contaminants et facteurs antinutritionnels dans les aliments des volailles: vrais ou faux problemes. *Comptes rendus de la Conference Avicole W.P.S.A.-S.I.M.A.V.I.P.*, 3 mars 1992. Page 51-58. W.P.S.A.- France, 37380 Nouzilly.
- 8-Carre, B. Rozo E. 1990. La prediction de la valeur energetique des matireres premieres destinees a l'aviculture. *INRA Production Animal*, 3:163-169.
- 9-Carre, B. and Brillouet, J.M. 1989. Determination of water insoluble cell walls in feeds: interlaboratory study. *Journal Association official Analysis Chemical*, 72: 463-467.
- 10-Carre, B. Beaufils, E. and Melction, J.P. 1991. Evaluation of protein and starch digestibility and energy value of pelleted or unpelleted pea seeds from winter or spring cultivars in adult and young chickens. *Journal Agriculture Food Chemical*, 39: 468-472.
- 11-Carre, B. Escartin, R Melcion; J.P., Champ, M. Roux, G. and Leclercq, B. 1987. Effect of pelleting and associations with maize or wheat on the nutritive value of smooth pea (*Pisum sativum*) seeds in adult cockerels. *British Poultry Science*, 28: 219-229.
- 12-Conan, L. and Carre, B. 1989. Effect of autoclaving on metabolizable energy value of smooth pea seed (*Pisum sativum*) in growing chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 26: 337-345.
- 13-Deort-Laval J., and Drevet, S. 1970. Methode d'appréciation de durete des aliments agglomerés ind. *Alimal Annim*, 213: 43-54.
- 14-Gohl, B; Alden, S. Elwinger, K and Thomks, S. 1978. Influence of b-glucanase on feeding value of barley for poultry and moisture content of excreta. *British Poultry Science*, 19: 41-47.
- 15-Inbarr, J; and Bedford, M.R. 1994. Stability of feed enzymes to steam pelleting during feed processing. *Animal Feed Science and Technology*, 46: 179-196.
- 16-Lee, B.D; and Campbell, L.D. 1983. Influence of rye and dietary salt level on water and sodium metabolism in intact and colostomized roosters. *Poultry Science*, 62: 472-479.

- 17-Mc Cleary, B.V; Amado, R. Waihel R; and Neukom, H. 1981. Effect of galactose content on the solution and interaction properties of guar and carob galactomannans. *Carbohydrate Research*, 92: 269-285.
- 18-Moran, E.T; Lall, S.P. and Sumers, J.D. 1969. The feeding value of rye for the growing chick: effect of enzyme supplements, antibiotics, autoclaving and geographical area of production. *Poultry Science*, 48: 939-949.
- 19-Nyman, M; M. Siljestrom, B. Pedersen, K.E. Bach Knudsen, Asp N.G; Johansson, C.G., and Eggum, O. 1984. Dietary fiber content and composition in six cereals at different extraction rates. *Cereal Chemical* 61: 14-19.
- 20-Smith, J.D; Burke, W.H., and Speers, G.M. 1973. The response of starting turkeys to moderate differences in dietary potassium concentration. *Poultry Science*, 52: 1344-1348.
- 21-Smith, M.O; and Teeter, R.G. 1989. Effects of sodium and potassium and potassium salts on gain, water consumption, and body temperature of 4 to 7 week-old heats stressed broilers. *Nutrition Report International*, 40: 161-169.

Determine of Feedstuffs Viscosity in Poultry Diet

A. Yaghobfar¹

ABSTRACT

In this study, the Potential Applied Viscosity additive. Potential Applied Viscosity measured on 26 type of raw material varies widely (1:100, minimum: maximum). The lowest Potential Applied Viscosity values are observed for sorghum, tapioca roots, peas and maize, and the highest for barley and rye. For cereals, Potential Applied Viscosity can be properly estimated using an extraction at pH 1/5 without prior ethanolic treatment. Outlet temperature of pelleting (2/5 mm diameter) affects the values of Real Applied Viscosity, high Applied Viscosity values being observed only if Potential Applied Viscosity is high and if temperature is above 90°C. Particle size of extracted flours greatly changes the Applied Viscosity values, coarse grinding resulting in low Applied Viscosity values. It is demonstrated that the particle size effect is not due to an enzyme activity. Excretion and consumption of water relative to feed intake are measured in 5 week-old meat-turkey poults using 27 diets. Regression lines are calculated with the data (means per diet) as the dependant variables, and the diet parameters as the independent variables. The most efficient equations are based on Applied Viscosity and potassium or on Potential Applied Viscosity, outlet temperature of pelleting and potassium. The highest R² values reach 0/758. According to the expressions of equations, the effects of dependant variables are not additive respectively.

Key word: Viscosity, Poultry feed, Extraction, and Endogenous enzyme.