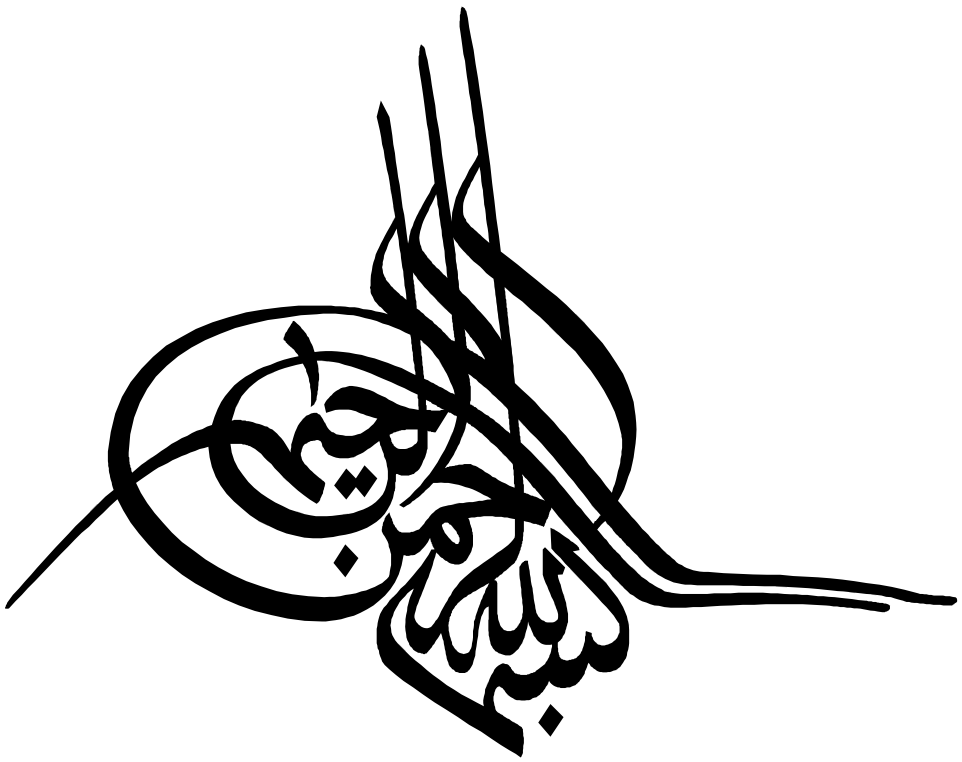
بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است

به نام دوست

این تویی مسبب چشم گشودنم،

رهایی ام از رخوت،

بهانه ام برای برخاستن،

گام برداشتن، رفتن اما نهراسیدن،

درباورم نمی گنجد جاری حضور همیشگی ات...

بی گمان همه زیستنم در پرتوی نگاه آبی ات رنگ زندگی می گیرد.

تو را سپاس...

سپاسگزاری

هم اکنون که به لطف و مدد دیگران این رساله را به پایان رسانده ام، خود را بر سکوی دیگری از موفقیت می بینم بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که در کلیه مراحل پژوهش با حمایت های بی دریغ خود یاور و پشتیبانم بودند صمیمانه قدردانی نمایم.

از اولین آموزگاران زندگی ام پدر و مادر عزیزم به خاطر تمامی الطاف و آرامشی که در زندگی ام جاری داشته اند، خواهران نازنینم سمیرا میس و پردیس عزیز و همسران گرامیشان مهندس بهروز صفرخانی و مهندس محمد فراهانی، به خاطر حمایت های همیشگی و بی وصفشان صمیمانه تشکر می نمایم.

مراتب سپاس و قدردانی خود را به استاد راهنمای بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر فرخ کفیل زاده تقدیم می نمایم که بی شک شاگردی در محضر ایشان را یکی از بزرگترین افتخارات زندگی ام می دانم و به پاس اینکه در طول مراحل تحقیق مرا در سایه عنایت و هدایت حکیمانه خویش قرار دادند کمال امتنان را داشته، برایشان آرزوی سلامتی و توفیق می نمایم.

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر فردین هژبری داور داخلی، دکتر محمد مهدی طباطبائی داور خارجی که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه اینجانب را تقبل فرمودند، آقای دکتر بهرامی نژاد نماینده محترم تحصیلات تکمیلی، مدیر گروه محترم علوم دامی و کلیه اساتید گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی، جناب آقای دکتر قفقایی و پرسنل محترم دانشکده کشاورزی و دامپزشکی دانشگاه رازی به واسطه همکاری صمیمانه در طول انجام طرح بسیار سپاسگزارم.

از دوستان عزیز و مهربانم خانم ها سمیرا ورهزردی، لیلا سلطانی، الهه ملکی، گلناز تاسلی، لیلا زارعی، مریم چوپانی، صبا خاموشی، راضیه حاتمی، گلشن عظیمی، فریبا بیگی پور و آقایان موسوی، مجیدزاده و پناه که و تمامی عزیزانی که وجودشان در طول این دوره مایه امید و دلگرمی ام بود و ذکر نام تک تک آنها میسر نیست بسیار قدردانی کرده، برایشان موفقیت روزافزون و خوشبختی آرزومندم.

پارمیس زاهدی مقدم - مهرماه ۱۳۸۸

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

که سرمایه امروزم رامدیون تلاش دیروز آنها می دانم

چکیده

در این مطالعه ترکیب شیمیایی، کینتیک تخمیر و قابلیت هضم به‌روش آزمایشگاهی ۱۴ واریته مختلف جو و اثرعمل‌آوری‌های فیزیکی و شیمیایی بر فراسنجه‌های تخمیر و قابلیت هضم واریته های مختلف جو و اثرات روش‌ها برتجزیه‌پذیری یکی از واریته ها (ترکمن)، مورد بررسی قرار گرفت. تیمار شیمیایی فرمالدئید و تیمارهای فیزیکی شامل اتوکلاو خشک، اتوکلاو مرطوب و اشعه ماکروویو بود.

واریته های مختلف از نظرماده خشک، پروتئین خام ، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۱$). میانگین ماده خشک، پروتئین خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز ۱۴ واریته به‌ترتیب ۹۱/۷، ۹/۸، ۲۲/۱ و۶/۳ درصد بود.

آزمایش تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی با سه روش عمل‌آوری فیزیکی شامل اتوکلاو خشک و مرطوب (دمای ۱۱۷ و ۱۲۷ درجه)، پرتوافکنی با ماکروویو (زمان ۲ و ۵ دقیقه) و عمل‌آوری شیمیایی با فرمالدئید (در دو غلظت ۳ و ۴/۵ درصد) بر روی ۱۴ واریته صورت گرفت و گاز تولیدی در ساعات ۱،۲ ،۳، ۴، ۵،۶، ۸،۱۲، ۱۸ ،۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ انکوباسیون اندازه‌گیری شد و فراسنجه های تخمیر از روی تولید گاز تجمعی تعیین شدند. تفاوت‌های معنی‌دار در تولید گاز بالقوه (b) ، نرخ تولید گاز (c) و فاز تأخیر (lag) دربین واریته های مختلف، عمل‌آوری‌های مختلف و اثرات متقابل واریته ها و روش های عمل‌آوری دیده شد ($p<۰/۰۱$). بنابراین تیمارهای مختلف اثرات مختلفی بر فراسنجه های تخمیر واریته ها داشتند.

قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی ۱۴ واریته با ۴ روش عمل‌آوری اندازه‌گیری شد. در بین واریته های مختلف از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، تفاوت‌های معنی‌دار مشاهده شد ($p<۰/۰۱$) و واریته های۱۳ (مولار)و ۱۴ (دوپر) بالاترین و کمترین قابلیت هضم ماده آلی را به ترتیب به میزان۸۹/۷ و ۷۳/۳ درصد دارا بودند. روش‌های مختلف عمل‌آوری اثرات گوناگونی بر قابلیت هضم واریته های مختلف داشتند.

آزمایش تجزیه‌پذیری با ۴ روش عمل‌آوری بر روی واریته ترکمن با استفاده از دو رأس گوسفند سنجابی فیستولا-گذاری شده برای تعیین اثرات تیمارها بر فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین انجام شد. همه تیمارها باعث افزایش معنی داری در بخش بالقوه تجزیه شونده ($p<۰/۰۵$) و کاهش معنی داری در بخش محلول و نرخ تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین ($p<۰/۰۵$) واریته ترکمن نسبت به شاهد شدند. همگی آن ها تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین را در نرخ های عبور ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ کاهش دادند بین تیمارها از نظر بخش محلول (a)،کند تجزیه (b) و نرخ تجزیه پذیری (c) تفاوت معنی‌دار دیده شد ($p<۰/۰۵$).تیمار فرمالدئید بهترین روش عمل‌آوری در کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین واریته جو ترکمن شناخته شد.

در این آزمایشات رابطه ای بین ترکیب شیمیایی ارقام با تولید گاز بالقوه آنها و قابلیت هضم آزمایشگاهی دیده شد.

واریته شماره ۱۳ (مولار) بیشترین میزان پروتئین خام، بیشترین قابلیت هضم ماده آلی، بیشترین گاز تولیدی و کمترین محتوای دیواره سلولی را دارا بود. در مقابل واریته ۱۴ (دوپر) کمترین میزان پروتئین خام، کمترین قابلیت هضم ماده آلی، کمترین گاز تولیدی و بیشترین محتوای دیواره سلولی را دارا بود. مطابق نتایج، تیمارها کینتیک تخمیر و قابلیت هضم را به طور متفاوت در واریته های مختلف تحت تأثیر قرار می دهند. اگرچه به نظر می رسد تیمار شیمیایی اثر پایدارتری در کاهش فراسنجه های واریته های مختلف نسبت به تیمارهای حرارتی دارد.

واژه های کلیدی: *واریته های جو ، فرایند ، تولید گاز،کینتیک تخمیر، قابلیت هضم، تجزیه پذیری ، in vitro*

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم : بررسی منابع

۲-۱ دانه های غلات در تغذیه دام ۵

۲-۱-۱ دانه جو ۵

۲-۱-۱-۱ مواد نیتروژنی جو ۷

۲-۱-۱-۲ لیپید جو ۸

۲-۱-۱-۳ آندوسپرم ۹

۲-۲ کربوهیدرات ها در ساختمان غلات ۱۰

۲-۲-۱ نشاسته ۱۰

۲-۲-۱-۱ آمیلوز ۱۱

۲-۲-۱-۲ آمیلوپکتین ۱۲

۲-۲-۱-۳ سایر اجزای گرانول های نشاسته ۱۴

۲-۳ هضم نشاسته غلات در شکمبه و روده ۱۵

۲-۳-۱ مکان هضم نشاسته ۱۵

۲-۳-۲ میکرو ارگانیسم های مؤثر بر هضم نشاسته ۱۶

۲-۳-۳ هضم روده ای نشاسته ۱۸

۲-۴ عمل آوری غلات ۱۹

۲-۴-۱ لزوم و اهمیت عمل آوری ۱۹

۲-۴-۲ معرفی روش های عمل آوری ۲۱

۲-۴-۲-۱ عمل آوری شیمیایی غلات ۲۱

۲-۴-۲-۲ عمل آوری با آنزیم ها ۲۲

۲-۴-۲-۳ عمل آوری های حرارتی ۲۲

۲-۵ استفاده از روش *in situ* و تولید گاز برای پیش بینی تجزیه پذیری ۲۵

فصل سوم : مواد و روش ها

۳-۱ تعیین ترکیب شیمیایی ۳۱

۳-۱-۱ اندازه گیری درصد رطوبت و ماده خشک ۳۱

۳-۱-۲ تعیین دیواره سلولی بدون همی سلولز ۳۱

۳-۱-۳ اندازه گیری دیواره سلولی ۳۲

۳-۱-۴ تعیین میزان نیتروژن و پروتئین خام با استفاده از روش کجلدال ۳۲

۳-۱-۵ تعیین میزان خاکستر نمونه ها ۳۳

۳-۲ تولید گاز به روش آزمایشگاهی ۳۳

۳-۲-۱ آماده سازی و عمل آوری نمونه ها ۳۳

۳-۲-۱-۱ عمل آوری با فرمالدئید ۳۳
۳-۲-۱-۲ عمل آوری با ماکروویو ۳۴
۳-۲-۱-۳ عمل آوری با اتوکلاو ۳۴
۳-۲-۲ تهیه مایع شکمبه ۳۴
۳-۲-۳ تهیه بزاق مصنوعی ۳۴
۳-۲-۴ پر کردن شیشه ها و قرائت گاز ۳۵
۳-۳ تعیین قابلیت هضم به روش آزمایشگاهی دو مرحله ای تیلی و تری ۳۵
۳-۴ تعیین تجزیه پذیری واریته ترکمن عمل آوری شده به روش کیسه نایلونی ۳۶
۳-۴-۱ آماده سازی مواد خوراکی ۳۶
۳-۴-۲ قرار دادن کیسه ها در شکمبه ۳۷
۳-۴-۳ مدت زمان تخمیر مواد خوراکی در شکمبه ۳۷
۳-۴-۴ خارج ساختن کیسه ها از داخل شکمبه ۳۷
۳-۵ طرح آماری مورد استفاده ۳۸

فصل چهارم : نتایج

۴-۱ تعیین ترکیب شیمیایی ۴۰
۴-۲ تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی ۴۱
۴-۲-۱ کینتیک تخمیر در واریته های مختلف جو عمل آوری شده ۴۱
۴-۲-۲ مقایسه کینتیک تخمیر در واریته های مختلف جو بدون عمل آوری ۴۳
۴-۲-۳ مقایسه روش های عمل آوری ۴۴
۴-۳ قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ۴۶
۴-۳-۱ قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی واریته های مختلف جو بدون عمل آوری..... ۴۶
۴-۳-۱ قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی واریته های مختلف جو عمل آوری شده..... ۴۷
۴-۴ تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین(*In-Sacco*) رقم ترکمن ۵۱

فصل پنجم : بحث

۵-۱ ترکیب شیمیایی ۵۳
۵-۲ تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی ۵۳
۵-۲-۱ اثر واریته بر کینتیک تخمیر ۵۴
۵-۲-۲ اثر عمل آوری بر کینتیک تخمیر ۵۶
۵-۳ اندازه گیری قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی ۵۸
۵-۴ تجزیه پذیری ۵۹
۵-۴-۱ اثر عمل آوری شیمیایی بر کینتیک تجزیه پذیری ماده خشک جو ۶۰
۵-۴-۲ اثر عمل آوری حرارتی بر کینتیک تجزیه پذیری ماده خشک جو ۶۱
نتیجه گیری کلی ۶۴
فهرست منابع ۶۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ ویژگی های گرانول های نشاسته غلات ۱۱
جدول ۳-۱ روش های عمل آوری واریته ها ۳۳
جدول۴-۱ ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک) واریته های مختلف جو ۴۰
جدول ۴-۲ میانگین فراسنجه های تخمیر (lag, c, b) هر یک از واریته های جو عمل آوری شده به روش های فیزیکی و شیمیایی ۴۲
جدول ۴-۳ میانگین فراسنجه های تخمیر (lag, c, b) هر یک از روش های عمل آوری فیزیکی و شیمیایی واریته های مختلف جو ۴۳
۴۴
جدول ۴-۴ میانگین فراسنجه های تخمیر (lag, c, b) واریته های جو بدون عمل آوری(شاهد) .....
جدول ۴-۵ میانگین مربعات فراسنجه های تخمیر و مقایسات انجام شده بین روش های عمل آوری ۴۵
جدول ۴-۶ میانگین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی واریته های مختلف جو بدون عمل آوری ۴۶
جدول ۴-۷ میانگین قابلیت هضم ماده خشک واریته های جو با عمل آوری های مختلف به روش دو مرحله ای آزمایشگاهی تیلی و تری ۴۷
جدول ۴-۸ میانگین قابلیت هضم ماده آلی واریته های جو با عمل آوری های مختلف به روش دو مرحله ای آزمایشگاهی تیلی و تری ۴۸
جدول ۴-۹ فراسنجه های مختلف تجزیه پذیری ماده خشک جو ترکمن عمل آوری نشده (شاهد) و عمل آوری شده ۴۹
جدول ۴-۱۰ فراسنجه های مختلف تجزیه پذیری پروتئین جو ترکمن عمل آوری نشده (شاهد) و عمل آوری شده ۴۹
جدول ۴-۱۱ تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک واریته ترکمن عمل آوری نشده در نرخ های عبور متفاوت.. ۵۰
جدول ۴-۱۲ تجزیه پذیری مؤثر پروتئین واریته ترکمن عمل آوری نشده در نرخ های عبور متفاوت ۵۱
جدول ۴-۱۳ آنالیز آماری فراسنجه های تجزیه پذیری واریته ترکمن عمل آوری شده به روش های فیزیکی شیمیایی ۵۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

تولیدات حیوانات نشخوارکننده بستگی به تغذیه کافی و کیفیت خوراک آن‌ها دارد که عمدتاً به مصرف اختیاری خوراک و قابلیت هضم برمی‌گردد. لذا ارزیابی خوراک‌ها از نظر ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم و فراهم کردن مواد مغذی برای تهیه یک جیره متعادل، امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

ارزش انرژی‌زایی یک ماده خوراکی عمدتاً بستگی به ترکیب شیمیایی، هضم ماده آلی آن در شکمبه و به ویژه هضم نشاسته دارد،گرچه این تنها فاکتور تعیین‌کننده نیست و هضم شکمبه‌ای نشاسته بستگی به خصوصیات ذاتی جیره و ماده خوراکی و شدت و زمان فعالیت باکتری‌ها در شکمبه و در مجموع نرخ و حدود هضم ماده خوراکی دارد (کرنیو و همکاران، ۱۹۹۱؛ گتاچیو و همکاران، ۲۰۰۴).

از آن‌جاکه تأمین احتیاجات دام‌های پرتولید به تنهایی با علوفه امکان‌پذیر نمی‌باشد و با توجه به این‌که غلات دارای میزان انرژی قابل هضم بالاتری نسبت به علوفه‌ها هستند، استفاده از غلات که بیشترین ماده خشک را در واحد سطح تولید می‌کنند، به‌عنوان بهترین و کامل‌ترین منبع در سالیان اخیر مورد توجه دامپروران قرار گرفته است. حیوانات نشخوارکننده بخش عمده انرژی جیره را از دانه های غلات با داشتن مقدار زیادی نشاسته تأمین می کنند. مقدار نشاسته در خوراک‌های نشخوارکنندگان از صفر در علوفه سبز تا حدود ۱۰۰ درصد در سیب‌زمینی و ذرت متغیر است (سامر،۲۰۰۰).

بنابراین استفاده از روش‌هایی جهت بالا بردن بازده و استفاده بهینه از دانه‌های غلات یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه در صنعت تغذیه دام است.

نتایج تحقیقات نشان می دهد ترکیب شیمیایی دانه های غلات بسیار متفاوت می باشد. این مسأله در انواع واریته‌های غلات نیز مورد انتظار است و بنابراین ارزش متوسط آنها متفاوت خواهد بود. تنوع موجود ناشی از عواملی نظیر تفاوت واریته‌ای در هر نوع غله ، عملیات زراعی قبل از برداشت ، نوع خاک ، محل کشت، آب و هوا، شرایط نگهداری و برداشت می باشد.

دانه‌های غلات از نظر سرعت تخمیر با هم متفاوتند و عموماً در بین دانه های غلات سرعت تخمیر گندم و جو بیشتر از سورگوم و ذرت می باشد (مک آلیستر و همکاران،۱۹۹۰). همچنین نرخ تخمیر نشاسته و همزمانی آن با تخمیر پروتئین در بازده استفاده از غلات بسیار مورد توجه می باشد.

در میان غلات مورد استفاده در کشور ما دانه جو دانه غالب درکنسانتره گاوهای شیری است و از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (قربانی و همکاران،۱۹۷۱؛اهلی ،۱۹۸۴؛ دی پیترز،۱۹۸۵). دانه جو یک منبع مقرون-به‌صرفه انرژی و پروتئین می‌باشد که حاوی مواد مغذی ارزشمندی است، این دانه یکی از منابع مهم انرژی با قابلیت تخمیر بالای ماده خشک در شکمبه می باشد (زین،۱۹۹۳) و به‌همین دلیل به‌شدت مورد توجه صنعت دامپروری می‌باشد.

دانه جو حاوی میزان بالایی از نشاسته با سرعت تخمیر بالا در شکمبه دام‌ها می‌باشد. والدو و همکاران نشان دادند که ۸۰ تا ۹۰ درصد نشاسته جو در شکمبه به‌سرعت هضم می‌شود. تخمیر سریع نشاسته جو در شکمبه منجر به تولید اسیدهای چرب فرار از نشاسته و افت سریع اسیدیته و ابتلای حیوان به ناهنجاری های گوارشی نظیر اسیدوزیس، آبسه‌های کبدی، لنگش وعوارض دیگر خواهد شد (ارسکو و همکاران، ۱۹۸۶). لذا استفاده از فرایندهایی جهت کاهش سرعت تجزیه نشاسته در شکمبه و محافظت آن تا رسیدن به روده ضروری به نظر می رسد.

مهم‌ترین عواملی که در انتخاب یک روش مناسب عمل‌آوری مورد توجه قرار می‌گیرند، مقرون به صرفه بودن آن و سهولت اجرای عمل‌آوری بدون نیاز به عملیات پیچیده می‌باشد.

. با توجه به تفاوت‌هایی که در نرخ و حدود هضم ارقام مختلف جو وجود دارد (باس و بومن، ۱۹۹۶)، عامل دیگر در کاهش ابتلاء حیوان به عوارض گوارشی قابلیت تجزیه پذیری سریع دانه های جو، انتخاب و توجه به ارقامی است که به آهستگی هضم شده و بدون ایجاد عوارض گوارشی انرژی لازم را در اختیار حیوان قرار می دهند.

امروزه استفاده از تکنیک‌های سریع نظیر تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی خصوصیات هضم واریته‌های مختلف بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

بنابر اهمیت ذکر شده و با توجه به این‌که تاکنون تحقیقی درباره اثرات چندین روش عمل‌آوری بر واریته-های گوناگون جو و مقایسه روش های عمل‌آوری صورت نگرفته و یا احتمالاً مطالعات در این زمینه بسیار اندک می‌باشد، هدف از انجام این تحقیق معرفی چندین روش عمل‌آوری فیزیکی و شیمیایی و مطالعه اثرات آن‌ها بر کینتیک تخمیر و قابلیت هضم ارقام مختلف جو ایرانی و همچنین مقایسه ارقام مختلف از نظر و پارامترهای تخمیر در شکمبه و خصوصیات هضم با استفاده از تکنیک تولید گاز به‌روش آزمایشگاهی و آگاهی از تنوعات ارقام جو ایرانی در جهت استفاده مطلوب از دانه جو برای دام‌ها می‌باشد.

فصل دوم

مروری بر منابع

۲-۱ دانه‌های غلات در تغذیه دام

دانه‌های غلات مهم‌ترین منابع کربوهیدراتی تولید انرژی در تغذیه دام و انسان، می باشند. ۶۵ تا ۷۰ درصد از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و قسمت زیادی از املاح و عناصر کم مقدار جیره غذایی دام‌ها از طریق غلات و فرآورده‌های آن تأمین می‌شود.

دانه‌های غلات گذشته از مواد مغذی فراوانی که دارند به علت پایین بودن مقدار سلولز و بالا بودن نشاسته قابلیت هضم بالایی داشته و تأثیر مناسبی روی اشتها، سلامت حیوان و کیفیت فرآورده‌های دامی دارند و سبب افزایش راندمان انرژی می شوند. به‌طور کلی غلات در حدود ۷۰-۴۰ درصد نشاسته به ازای ماده خشک دارندکه در بین دانه‌های غلات، ذرت و جو بیشترین مصرف را در تغذیه دام به خود اختصاص می-دهند (تومانکو و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۱-۱ دانه جو

جو از گیاهان مهم تیره غلات گرامینه[1] است، گیاهی از جنس هوردئوم[2] وگونه ساتیووم[3] یا ولگار[4] می-باشدکه چهارمین غله تولید شده در جهان است و ترکیب متنوع، آن را به‌عنوان غذایی برتر برای حیوانات، انسان و صنایع مالت‌سازی مناسب نموده است. جو در زمره قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که برخی گیاه-شناسان مبدأ آن‌را آفریقا و عده‌ای آسیا، بخصوص سوریه می‌دانند. قدیمی‌ترین جو از ارقام دو ردیفه وحشی به وجود آمده و معلوم شده که از عصر حجر کشت شده است. این گیاه از شمال سوئد، خاورمیانه تا مصر، همچنین از سطح دریا تا ارتفاع ۴۰۰۰ متری (هیمالیا) کشت می شده است (خدابنده ۱۳۷۷).

---

[1]- Gramineae

[2]- Hordeum

[3] –Sativum

[4] -Vulgare

جو محصولی است که در مناطق پهناوری از دنیا می‌روید زیرا نسبت به سایر محصولات زراعی، سازگاری و مقاومت بیشتری دارد. این گیاه گرچه در مناطق سردسیر رشد بهتری دارد، اما عموماً در آب‌وهوایی که برای سایر غلات مساعد نیست، قادر به رشد است. جو در سراسر جهان به عنوان یکی از غذاهای برتر در تغذیه دام مصرف می شود (فوهلمن، ۱۹۸۵). گرچه در میان دانه‌های مورد استفاده ذرت به طور عمده در بیشتر مناطق کانادا، ایالات متحده و آسیای جنوب شرقی به گاوهای شیرده داده می شود ولی در شمال غرب آمریکا، منطقه خاورمیانه، انگلستان و اروپا، دانه جو با ۶۵-۶۳ درصد نشاسته یک منبع قابل دسترس انرژی و دانه غالب در کنسانتره دام‌های شیرده است(قربانی و همکاران،۱۹۷۱؛ اهلی ،۱۹۸۴؛ دی پیترز،۱۹۸۵). دانه جو یک جایگزین مناسب برای ذرت در جیره گاوهای شیرده محسوب می شود. با توجه به ارزان‌تر بودن جو نسبت به ذرت در بازارهای جهانی، می توان آن را به طور مؤثر به جای ذرت مورد استفاده قرار داد بدون این‌که تغییری در تولید و ترکیب شیر یا مصرف غذا ایجاد شود (هیکلینگ، ۱۹۹۵). ۷۰درصد جو تولیدی در جهان برای تهیه خوراک دام، ۲۰درصد در صنایع مالت سازی، ۵درصد برای خوراک انسان و ۵درصد برای سایر مصارف استفاده می شود (وانگ، ۲۰۰۵). به گزارش فائو[1](۲۰۰۶) از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ تولید جو در جهان ۱۴۳ میلیون تن بوده است و این حاکی از کاربرد و اهمیت این غله در جهان است. قسمت اعظم کشت جو در کشور ایران به صورت دیم بوده که بیشتر به مصرف تغذیه دام می رسد.

انرژی قابل متابولیسم، عمده‌ترین فاکتور قابل توجه در استفاده از جو به عنوان یک ماده خوراکی درکنسانتره‌های دامی است. آزمایش‌های مقدماتی روی انرژی متابولیسمی، تنوع زیادی را در میزان انرژی قابل متابولیسم بین ارقام جو نشان می دهد. همچنین تفاوت‌هایی در ترکیب شیمیایی، ارزش غذایی،تراکم و در نتیجه تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بین واریته‌ها و انواع جو دیده شده است که گزارش های کمالیان و همکاران (۱۹۹۱)، هاتفیلد و همکاران(۱۹۹۳) آن‌را تأیید می کند. نشاسته جو به‌راحتی قابل دسترس برای تجزیه آنزیمی است و در نتیجه انرژی قابل دسترسی برای رشد را فراهم می‌کند. دانه جو غذای بسیار خوشخوراکی برای دام‌ها می باشد و چنانچه برای افزایش قابلیت هضم، با بخار عمل‌آوری شود یا غلطک زده شود ارزش غذایی بالایی خواهد داشت. به طور کلی حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد نشاسته جو در شکمبه هضم می شود (مک آلیستر، ۱۹۹۳).

باتوجه به این نکته که در ایران دانه جو به عنوان ماده اصلی انرژی زا در تهیه کنسانتره استفاده می شود، بدنبال مصرف آن مشکلات عدیده‌ای در صنعت پرورش نشخوارکنندگان ایجاد می شود که از آن جمله می توان به بروز عوارض متابولیکی اسیدوز، کاهش اشتها و جابجایی شیردان، پارکراتوزیس، آبسه‌های کبدی، نفخ، افت تولید شیر ناشی از عدم مصرف خوراک و کاهش درصد چربی شیر به‌دلیل تخمیر شکمبه‌ای بالای نشاسته این دانه اشاره کرد (گیونز و همکاران، ۱۹۹۳). باتوجه به این نکته که در ایران دانه جو به عنوان ماده

[1] . FAO statistic, 2006

اصلی انرژی زا در تهیه کنسانتره استفاده می شود، به‌دنبال مصرف آن مشکلات عدیده‌ای در صنعت پرورش نشخوارکنندگان ایجاد می شود که از آن جمله می توان به بروز عوارض متابولیکی اسیدوز، کاهش اشتها و جابجایی شیردان، پارکراتوزیس، آبسه‌های کبدی، نفخ، افت تولید شیر ناشی از عدم مصرف خوراک و کاهش درصد چربی شیر به‌دلیل تخمیر شکمبه‌ای بالای نشاسته این دانه اشاره کرد (گیونز و همکاران، ۱۹۹۳).

از جمله راه‌های کاهش میزان تجزیه نشاسته در شکمبه برای جو به منظور اجتناب از عوارض گوارشی، انتخاب واریته‌هایی است که مقاومت بیشتری در مقابل تجزیه پذیری داشته باشند و راه دیگر استفاده از روش‌های مختلف عمل‌آوری برای کاستن از میزان تجزیه نشاسته و پروتئین است.

همچنین دانه جو پروتئین بیشتری نسبت به سایر غلات رایج در تغذیه نشخوارکنندگان دارد، که این پروتئین به شدت در شکمبه تجزیه می شود و این امر باعث افت ارزش آن می‌گردد. لذا هر روش عمل‌آوری که بتواند امکان تجزیه پروتئین و نشاسته غلات را از شکمبه به روده تغییر دهد، در افزایش ارزش این غله مؤثر خواهد بود (ارتگاسریلا و همکاران ،۱۹۹۹؛ ماتیسون، ۱۹۹۶).

سلولز ترکیب اصلی دیواره سلولی پوسته دانه‌هایی مثل جو و یولاف است. پوسته دانه‌ها برای افزایش قابلیت هضم دانه‌ها بایستی به روش‌های شیمیایی یا مکانیکی شکسته شود. به منظور افزایش هضم نشاسته و عملکرد حیوانات، دانه‌های غلات غالباً قبل از تغذیه، عمل‌آوری می شوند. آماده‌سازی فیزیکی دانه‌های غلات برای دام‌ها از سالیان پیش اجرا می‌شود. عمل‌آوری هایی نظیر غلطک کردن، فلیک کردن، خرد کردن، آسیاب کردن، سائیدن، استفاده از اسید و قلیا و غیره به صورت متداول برای از بین بردن موانع هضمی جو استفاده می شود.

جو از نظر گیاه‌شناسی به انواع شش ردیفه، دو ردیفه، جو لخت (فاقد پوشینه) و جو واکسی طبقه‌بندی می‌شود. تفاوت بین جو چند ردیفه با جو دو ردیفه در آرایش و طرز قرار گرفتن دانه روی سنبله است. در جو چند ردیفه سه عدد دانه در هر ردیف و مقابل آن نیز سه عدد دانه قرار دارد و در دو ردیفه در هر ردیف دو عدد دانه قرار دارد.

از نظر فصل، کشت جو را به جو پائیزه و بهاره طبقه بندی می کنند. جو دو ردیفه اغلب به صورت بهاره کشت شده و حاوی پوشینه کمتری نسبت به جو پائیزه است. لذا قابلیت هضم آن بالاتر است (خدابنده ۱۳۷۷).

۲-۱-۱-۱ مواد نیتروژنی جو

مواد نیتروژنی جو از نظر کمی نسبت به کربوهیدرات‌ها از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشند. میزان پروتئین دانه جو به طور نرمال در دامنهٔ ۱۰ تا ۱۶درصد (وزن خشک) می‌باشد. مواد پروتئینی عمده دانه جو شامل

آلبومین[1]، گلوبولین[2]، هوردنین[3]، گلوتلین[4] می‌باشد. ۳۶درصد تا ۴۹درصد کل پروتئین جو از پروتئین ذخیره-ای هوردئین تشکیل شده است که غلظت آن به شدت تحت تأثیر نیتروژن موجود در خاک قرار می گیرد (کیرکمن و همکاران۱۹۸۲).

عموماً پروتئین جو سطوح کمتری از اسیدآمینه‌های ضروری لایزین، میتونین، تریپتوفان و تره‌ئونین مورد نیاز حیوانات را دربر می‌گیرد (نیومن و نیومن، ۱۹۹۲).

سطوح پایین لایزین به خاطر فراوانی هوردئین است که کمتر از ۱درصد لایزین را در مقابل پروتئین‌های غیرذخیره‌ای نظیر آلبومین و گلوبولین با ۵درصد تا ۷درصد لایزین در بر می‌گیرد (کیرکمن و همکاران، ۱۹۸۲).

۲-۱-۱-۲ لیپید جو

مقدار لپید در جو غالباً در حدود ۲ تا ۳ درصد می‌باشد، اگر چه مقادیر بالاتر (۵/۳درصد) در برخی ارقام نیز گزارش شده است (بهاتی و رزناگل، ۱۹۸۰). در سطح گرانول های نشاسته و هم در داخل آن‌ها، لیپید قرار دارد. لیپیدهای درونی نشاسته، قطبی بوده و ممکن است که با پلی‌ساکاریدهای موجود، تولید کمپلکس نموده و خواص ژلاتینه شدن گرانول های نشاسته را تغییر دهد. لیپیدهای دانه جو حاوی ۶۵ تا ۷۸ درصد چربی‌های خنثی (عمدتاً تری آسیل گلیسرول)، ۷ تا ۱۳ درصد گلیکولیپیدها، ۱۵ تا۲۶ درصد فسفولیپید می-باشد (خدابنده، ۱۳۷۲).

در دانه جو لایه‌ها به ترتیب از خارج به داخل عبارتند از:

۱- پوسته: پوسته به صورت لایه و قشری اطراف دانه را احاطه کرده و عضو محافظی برای جنین و ذخیره مواد مغذی است. پوسته از دولایه به نام‌های پریکارپ[5] (اولین پوسته) و تستا[6] (دومین پوسته) تشکیل شده است. اولین پوسته یا پریکاپ که از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده در زیر لایه اپیدرمیس به ترتیب سلول-های طولی، سلول های عرضی و سلول های استوانه‌ای قرار می‌گیرد.

۲-تستا یا دومین پوسته از دو قسمت تشکیل شده است.

الف – لایه قهوه‌ای که خود از دو لایه سلولی بسیار متراکم بنا شده است. سلول‌های این لایه حاوی مواد رنگی بوده و بدین جهت به آن لایه قهوه‌ای می‌گویند.

[1] Albumin
[2] Globulin
[3] Hordeine
[4] Glotelin
[5] Pericarp
[6] Testa

ب – لایه هیالین، بین تستا و لایه آلرون قرار می‌گیرد و بی رنگ است. در زیر لایه هیالین، اندوسپرم قرار می‌گیرد.

۳-لایه آلرون[1] حاوی آنزیم های ضروری و ممانعت کننده‌های آنزیمی است. لایه آلرون توسط سلول های خارجی کیسه جنین ساخته می شود، که در اثر تقسیم سلولی ، لایه ای در ساختمان بافت اندوسپرم به وجود می‌آورد. لذا لایه ی آلرون، خارجی ترین لایه سلول‌های اندوسپرم بوده و همانند کمربندی اطراف سلول-های اندوسپرم را احاطه می کند. این لایه کاملاً مجزا و مشخص است. سلول های این لایه نقشی در ساختن ذخیره‌ی نشاسته ای ندارند. ضخامت دیواره سلولی در این لایه، در جو، کمتر از سایر غلات است.

۲-۱-۱-٤ آندوسپرم

آندوسپرم، بافت عمده دانه و نیز منبع ذخیره‌ای عمده آن می‌باشد. آندوسپرم منبع غذای جوانه است و سرتاسر طول دانه را فرا گرفته و درحدود ۸۰ – ۸۵ درصد وزن دانه را تشکیل می دهد. در زیر آلرون، آندوسپرم محیطی حاوی گرانول‌های نشاسته پوشیده شده با شبکه پروتئینی قرار دارد. در زیر آندوسپرم محیطی، آندوسپرم آردی با تراکم بیشتر گرانول‌های نشاسته وجود دارد که توسط شبکه پروتئینی پوشیده نشده است (ویوردینگ و همکاران، ۲۰۰۴). گرانول‌های نشاسته در آندوسپرم سطحی بیشتر از گرانول‌های آندوسپرم آردی هستند که توسط شبکه پروتئینی احاطه شده‌اند و تراکم پروتئین بیشتری دارد. به همین دلیل آندوسپرم محیطی به هضم آنزیمی مقاوم و آندوسپرم آردی حساس می‌باشد. مقدار پروتئین آندوسپرم عامل اصلی محدودکننده هضم نشاسته است (هانتینگتون، ۱۹۹۷). پایداری ماتریکس پروتئینی در انواع مختلف غلات فرق می‌کند. در ذرت، ماتریکس پروتئینی در مقابل تخمیر میکروبی مقاوم است برخلاف جو که در مقابل تخمیر حساس‌تر است.

اندوسپرم از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده که عبارتند از:

– سلول‌های نشاسته‌ای اندوسپرم

– سلول‌های مواد چسبنده اندوسپرم (موریسون ۱۹۸۸، اسویهوس و همکاران، ۲۰۰۵).

اندوسپرم کرنل‌های جو با پریکاپ احاطه شده که با پوسته‌ای فیبری پوشیده شده است و مقاومتی را به تجزیه میکروبی در شکمبه ایجاد می‌کند. فرآیندهای مکانیکی جهت شکستن پوسته، نشاسته را برای میکروب‌ها قابل دسترس‌تر می‌کنند و باعث افزایش نرخ و حدود تجزیه‌پذیری نشاسته در شکمبه می‌شوند. لذا عمل‌آوری برای به حداکثر رساندن قابلیت استفاده از دانه جو توسط گاوهای شیرده ضروری به نظر می‌رسد (دهقان بنادکی و همکاران، ۲۰۰۷).

[1] Aleron

۲-۲ کربوهیدرات‌ها در ساختمان غلات

کربوهیدرات‌ها مهم‌ترین جزء دانه‌های غلات را تشکیل می‌دهند. کرنل‌های جو به طور طبیعی دارای ۸۰ درصد کربوهیدرات براساس وزن خشک هستند که اغلب ۶۵ درصد آنرا نشاسته تشکیل می‌دهد (مک گرگور و فینچر، ۱۹۹۳). پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی دومین بخش بزرگ کربوهیدراتی جو را تشکیل می‌دهد که ۱۰درصد وزن دانه را در بر می‌گیرد که این بخش عمدتاً از پیوندهای (۱و۳) و (۱و۴) β-D گلوکان که عمدتاً در آندوسپرم دیواره سلولی هستند، نشأت می‌گیرد (رجب زاده و همکاران،۱۳۷۵). به‌طور کلی کربو هیدرات‌ها براساس تقسیم‌بندی جدید، به دو بخش ساختمانی و غیرساختمانی طبقه‌بندی می‌شوند.
کربوهیدرات‌های ساختمانی که شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین می‌باشند که در واقع دیوارهٔ سلولی گیاه را تشکیل می‌دهند وامروزه به صورت الیاف حاصل از شویندهٔ خنثی (NDF)[1] و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)[2] طبقه‌بندی می‌شوند. NDF شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین است در حالی که ADF بخش‌های سلولز و لیگنین را شامل می‌شود.
کربوهیدرات‌های غیرساختمانی (NSC)[3] داخل سلول گیاهان بوده و معمولاً نسبت به کربوهیدرات‌های ساختمانی[4] که در دیواره سلولی گیاهان هستند، محلول‌تر و قابل هضم‌ترند و شامل قندها، نشاسته و پکتین می‌باشند (انگستروم[5] و همکاران ۱۹۹۲).

۲-۲-۱ نشاسته

نشاسته یک منبع مهم انرژی ذخیره شده در گیاهان و کربوهیدرات اصلی موجود در آندوسپرم[6] است. مهم‌ترین منابع نشاسته علاوه بر غده‌ها، دانه‌های غلات هستند. جو در همین رابطه، در زمره عمده‌ترین غلات قرار می‌گیرد که میزان آن در دانه غلات مختلف متفاوت است. میانگین نشاسته گندم ۷۷ درصد، ذرت و ذرت خوشه‌ای ۷۲ درصد، جو و یولاف ۵۸-۵۷ درصد می‌باشد.

بیش از ۷۰درصد نشاسته تولید شده برای تأمین خوراک‌های دام و انسان بکار می‌رود (بریگز و همکاران، ۱۹۹۰). به-طور کلی مقدار نشاسته در خوراک‌های نشخوارکنندگان از صفر در علوفه‌های سبز تا تقریباً ۱۰۰درصد در سیب زمینی و ذرت می‌رسد (سامر، ۲۰۰۰). نشاسته در اجزای مجزایی به نام گرانول قرار دارد که سنتز و تشکیل آن‌ها در ارگانل‌هایی به نام آمیلوپلاست صورت می‌گیرد. گرانول‌های نشاسته درآندوسپرم

[1] NDF=Neutral detergent fiber
[2] ADF = Acid detergent fiber
[3] Nonstructural Carbohydrate
[4] - Structural Carbohydrate
[5]- Engstrum
[6]-Endosperm

توسط شبکه‌ای از پروتئین و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای احاطه می‌شود. ماهیت و ترکیب شیمیایی این شبکه پروتئینی اثر چشمگیری بر مشخصات فیزیکی آندوسپرم و طریقه قرار گرفتن گرانول‌های نشاسته قرار گرفته در معرض هضم آنزیمی دارد. حساسیت گرانول‌ها به هیدرولیز آنزیمی بر هضم نشاسته و مقدار انرژی حاصله تأثیر می‌گذارد.

گرانول‌های نشاسته به صورت بزرگ و کوچک یافت می‌شوند و اشکال مختلفی دارند. در جو، همانند گندم، گرانول‌ها در ۲ فرم عدسی مانند بزرگ یا نوع A (۱۵ تا ۲۵ μ) و نوع B شکل یا گرانول‌های کروی کوچک (با قطر کمتر از ۱۰ μ) دیده می‌شوند. گرانول‌های کوچک تا ۹۰ درصد کل گرانول‌های نشاسته را از نظر تعداد شامل می‌شوند، اما تنها ۱۰-۱۵درصد وزن دانه را تشکیل می‌دهند (مک گرگور و مورگان، ۱۹۸۴). گرانول‌های نشاسته ذرت فقط در فرم کروی هستند و اندازه آن‌ها در دامنه بین ۵ تا ۳۰ μ است).

جدول ۲-۱ویژگی‌های گرانول‌های نشاسته غلات

نوع غله	قطر (میکرو متر)	شکل	توضیحات
گندم	بزرگ ۳۰- ۱۵	کروی یا عدسی شکل	در اندوسپرم داخلی گرانول‌های ساده
	کوچک ۱۰- ۱	کروی	
	متوسط ۱۵-۶	کروی	در اندوسپرم زیر آلرون گرانول‌های ساده
جو	بزرگ ۳۰- ۱۰	عدسی شکل	
	کوچک ۵- ۱	کروی یا دوکی	غالباً به صورت گروهی
چاودار	بزرگ ۴۰- ۱۰	کروی یا عدسی شکل	گرانول‌های ساده گاهی علامت‌های متحدالمرکزی قابل رؤیت هستند.

گرانول نشاسته شامل دو جزء اصلی است، آمیلوز و آمیلوپکتین که نسبت این دو پلی ساکارید در بین انواع و واریته‌های مختلف غلات متفاوت است و نسبت این دو، عامل مهمی در تعیین میزان هضم نشاسته است (عبدل–آل و همکاران ۲۰۰۲؛ سایتو و همکاران ۲۰۰۱؛ تاپینگ و همکاران ۱۹۹۷).

۲-۲-۱-۱ آمیلوز

آمیلوز ملکولی طویل و رشته‌ای متشکل از واحدهای α گلوکان با شاخه‌های کم می‌باشد که در حدود ۹۹ درصد پیوندهایش از نوع (۱و۴) α و بیش از ۱ درصد پیوندها از نوع (۱و۶) α می‌باشند. وزن مولکولی