بسم الله الرحمن الرحيم

٤٦٥٠١

مجتمع آموزش عالی علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده علوم دامی و شیلات
گروه علوم دامی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی علوم دامی – تغذیه دام

عنوان:

تاثیر سطوح مختلف آهک و اوره بر ارزش تغذیه‌ای کاه برنج

استاد راهنما:
دکتر اسد الله تیموری

استاد مشاور:
دکتر منصور رضایی

نگارش:
بهمن شوقی

شهریور ۱۳۸۶

۱۳۸۷ /۲/ ۲۱

۴۶۰۵

تقدیم:
به مادر عزیز وبزرگوارم

تقدیم:
به برادرم که با صبر وبردباری
مشکلات دوران تحصیلم را تحمل
نمودند

وتقدیم:
به روح پدر عزیزم

تشکر و قدردانی:

حمد و ستایش ایزد یکتا را سزد که قلم را وسیله عزت رهپویان عرصه ی علم و عمل قرار داد. اکنون که نگارش و تدوین مجموعه حاضر که حاصل پژوهش حقیر در دوره کارشناسی ارشد است به پایان رسید، بر خود واجب می دانم از همه عزیزانی که در انجام این پایان‌نامه به هر طریق، مرا یاری رسانده‌اند، سپاسگزاری نمایم و از خداوند منان برای آنان آرزوی توفیق داشته باشم.

از استاد راهنمای عزیز و ارجمندم جناب آقای دکتر اسدالله تیموری که در مراحل مختلف اجرای این پایان‌نامه، با راهنمایی‌های ارزنده خود، بنده را در اجرای هرچه بهتر و کاملتر این پژوهش یاری نموده‌اند، کمال تشکر و سپاس را دارم.

از استاد مشاور ارجمندم، آقای دکتر منصور رضایی به پاس زحمات فراوان و راهنمایی‌های دلسوزانه و ارزنده‌شان، که مشاورت این پژوهش را بر عهده داشتند، سپاسگزاری می نمایم. از اساتید گرامی، آقایان دکتر قدرت الله رحیمی و دکتر سید حسن حافظیان و مهندس انصاری که قبول زحمت داوری این پایان‌نامه را پذیرفتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از آقای مهندس یعقوب‌زاده، مسئول محترم آزمایشگاه تغذیه‌دام، و سرکار خانم مهندس نوروزی، کارشناس تحصیلات تکمیلی، که در این رابطه متحمل زحمت شدند، قدردانی و تشکر می‌نمایم.

از دوستان و همکلاسی‌های عزیزم، آقایان: هادی محمدزاده که در امر تجزیه و تحلیل داده ها نهایت همکاری را با بنده داشتند، وآقای سعید بنی یعقوب وخانم مه عالم قیاسی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. از آقای مهندس امین عطار به خاطر کمکهایشان کمال تشکر را دارم.

بهمن شوقی

شهریور ۸۶

چکیده: تاثیر سطوح مختلف آهک و اوره بر ارزش تغذیه‌ای کاه برنج

به منظور بررسی اثر فرآوری کاه برنج با درصدهای مختلف آهک واوره و تاثیر آن بر روی ارش تغذیه‌ای ونیز فراسنجه های تجزیه‌پذیری ماده خشک،پروتئین خام وNDF کاه برنج آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش فاکتوریل انجام شد.سه راس میش نژاد زل فیستوله شده مورد استفاده قرارگرفت.در طول دوره آزمایش دامها با جیره پایه حاوی ۶۰درصد علوفه خشک یونجه و ۴۰ درصد دانه جو به صورت کاملا مخلوط در دو وعده صبح وعصر تغذیه شدند. فرآوری فرآوری کاه با درصدهای مختلف آهک و اوره در سه سطح ۰، ۲/۵ و ۵ درصد انجام شد. بدین صورت که مقدار ۲ کیلوگرم کاه برنج آسیاب شده را با ۲ لیتر آب که درصدهای خاص آهک و اوره در آن خوب حل شده بودند کاملاً مخلوط شدند و داخل کیسه های نایلونی مخصوص به مدت ۱ ماه سیلو شدند. تیمار ۱ سیلوی شاهد، تیمار ۲ حاوی ۲/۵ درصد اوره، تیمار ۳ حاوی ۵ درصد اوره، تیمار ۴ حاوی ۲/۵ درصد آهک، تیمار ۵ حاوی ۲/۵ درصد اوره و ۲/۵ درصد آهک، تیمار۶ حاوی ۵ درصد اوره و ۲/۵ درصد آهک، تیمار ۷ حاوی ۵ درصد آهک، تیمار ۸ حاوی ۲/۵ درصد اوره و ۵ درصد آهک، تیمار ۹ حاوی ۵ درصد اوره و ۵ درصد آهک و تیمار ۱۰ کاه فرآوری نشده بود. فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام کاه وNDFکاه برنج فرآوری شده به طور معنی داری تحت تأثیر نوع تیمار و سطوح مورد استفاده قرار گرفت. بخش سریع‌التجزیه، کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه ماده خشک، پروتئین خام وNDF کاه تیمارهای ۲،۳،۹،۸،۷،۶،۵،۴با تیمار شاهد تفاوت معنی داری داشتند. به صورت کلی اغلب فراسنجه های هضمی کاه برنج فرآوری شده با اوره و آهک تحت تاثیر فرآوری قرار گرفته و بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: کاه برنج، اوره، هیدروکسید کلسیم ، روش کیسه های نایلونی و ارزش تغذیه‌ای

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱. مقدمه ۲
فصل دوم: کلیات و بررسی منابع ٤
۲-۱. تاریخچه کشت برنج ٥
۲-۲. مشخصات گیاه شناسی برنج ٥
۲-۳. شرایط زراعت برنج ٦
۲-۴. سطح زیر کشت برنج ۷
۲-۵. تولید برنج ۷
۲-۶. ترکیبات لیگنوسلولزی ۷
۲-۷. دیواره سلولی ۸
۲-۸. ترکیبات شیمیایی دیواره سلولی ۹
۲-۸-۱. سلولز ۹
۲-۸-۲. همی سلولز ۹
۲-۸-۳. پکتین ۱۰
۲-۸- ۴. لیگنین ۱۰
۲- ۸-۵. سیلیس ۱۳
۲-۹. اهمیت کاه و مواد لیگنو سلولزی در تغذیه نشخوارکنندگان ۱۳
۲-۱۰. روش های بهبود ارزش تغذیه‌ای مواد لیگنوسلولزی و کاه ها ۱۵
۲-۱۰-۱. فرآوری شیمیایی ۱۵
۲-۱۰-۲. فرآوری فیزیکی ۱۶
۲-۱۰-۳. فرآوری بیولوژیکی ۱۶
۲-۱۱. اهمیت فرآوری مواد خوراکی در تغذیه دام ۱۶
۲-۱۲. ارزیابی خوراک در نشخوارکنندگان ۱۹
۲-۱۲-۱. روش شیمیایی ۲۱
۲-۱۲-۱-۱. روش تجزیه تقریبی ۲۱
۲-۱۲-۱-۲. روش ون سوست ۲۲
۲-۱۲-۲. روش های بیولوژیکی ۲۲
۲- ۱۳. اهمیت تجزیه پذیری مواد خوراکی و کاربرد آن ۲۳
۲-۱۴. روش های اندازه گیری تجزیه پذیری شکمبه ای مواد مغذی موادخوراکی ۲٤
۲-۱۴-۱. روش تیلی و تری ۲۵
۲-۱۴-۲. روش تولید گاز ۲۷
۲-۱۴-۳. روش محیط کشت تخمیری دائم ۲۸
۲-۱۴-۴. روش های آنزیمی ۲۹
۲-۱۴-۵. روش استفاده از حیوان زنده ۳۰
۲-۱۴-۶. روش کیسه های نایلونی ۳۰

۲- ۱۴-۷. عوامل مؤثر بر تجزیه پذیری مواد خوراکی در شکمبه به روش کیسه های نایلونی ۳۱
۲-۱۴-۷-۱. اندازه منافذ کیسه های نایلونی ۳۱
۲-۱۴-۷-۲. اندازه ذرات نمونه مورد آزمایش ۳۲
۲-۱۴-۷-۳. نسبت مقدار نمونه به سطح کیسه ۳۳
۲-۱۴-۷-۴. نحوه قرار گرفتن و موقعیت کیسه ها در داخل شکمبه ۳۵
۲-۱۴-۷-۵. زمان قرار گرفتن کیسه ها و زمان نگهداری کیسه ها در داخل شکمبه ۳۵
۲-۱۴-۷-۶. تعداد تکرار ۳۶
۲-۱۴-۷-۷. اثرات جیره مصرفی دام ۳۷
۲- ۱۴- ۷- ۸. اثر حیوان در نتایج آزمایش ۴۰
۲-۱۴-۷-۹. اثر آلودگی میکروبی در نتایج آزمایش ۴۱
۲-۱۴-۷-۱۰. روش های شستشو و تصحیح میکروبی ۴۲
۲-۱۵. پیش بینی مصرف خوراک بوسیله فراسنجه های تجزیه پذیری ۴۵
۲-۱۵. تحقیقات انجام شده در زمینه فرآوری کاه ها ۴۶
۲- ۱۶. بررسی اثر عمل آوری بر تجزیه پذیری کاه ها ۵۰
فصل سوم: مواد و روش ها ۵۷
۳-۱. محل و زمان انجام آزمایش ۵۸
۳-۲. جایگاه دام ۵۸
۳-۳. دام مورد استفاده و نحوه آماده سازی دام ۵۸
۳-۴. جیره خوراکی و نحوه خوراک دادن به دام ۵۹
۳-۵. آماده سازی نمونه های خوراکی جهت آزمایش ۵۹
۳-۶. اندازه گیری ترکیبات شیمیایی نمونه ها ۶۰
۳-۶-۱. تعیین درصد ماده خشک ۶۰
۳-۶-۲. تعیین درصد پروتئین خام ۶۱
۳-۶-۳. تعیین فیبر نامحلول در شوینده خنثی ۶۱
۳-۶-۳-۱. مواد مورد نیاز ۶۱
۳-۶-۳-۲. آماده نمودن محلول NDF ۶۲
۳-۶-۳-۳. روش کار ۶۲
۳-۷. آماده سازی کیسه های نایلونی و مواد خوراکی جهت آزمایش ۶۳
۳-۸. آماده سازی کیسه ها و شکمبه گذاری ۶۴
۳-۹. شستشوی کیسه های شکمبه گذاری شده ۶۴
۳-۱۰. تفسیر نتایج ۶۵
۳-۱۱. محاسبه تجزیه پذیری مؤثر ۶۶
۳-۱۲. تجزیه و تحلیل آماری داده ها ۶۷
فصل چهارم: نتایج و بحث ۶۹
۴-۱. تجزیه پذیری شکمبه ای ماده خشک کاه برنج فرآوری شده با اوره و آهک ۷۰
۴-۱-۲ بخش کند تجزیه(b) ۷۰
۴-۱-۳ بخش بالقوه قابل تجزیه (a+b) ۷۱

۴-۱-۴ بخش غیر قابل تجزیه(ID) ۷۱
۴-۱-۵ ثابت نرخ تجزیه پذیری (C)..... ۷۲
۴-۱-۶ تجزیه پذیری مؤثردر سطوح مختلف نرخ عبور (ED)..... ۷۳
4-1-6-1 درسطح نرخ عبور ۲ درصد بر ساعت ۷۳
۴-۱-۶-۲ در سطح نرخ عبور ۳ درصد بر ساعت ۷۳
۴-۱-۶-۳ در سطح نرخ عبور ۴درصد بر ساعت ۷۴
۴-۲ تجزیه پذیری شکمبه ای پروتئین خام کاه برنج فرآوری شده با اوره و آهک..... ۷۷
۴-۲-۱ بخش سریع التجزیه(a) ۷۷
۴-۲-۲ بخش کند تجزیه(b) ۷۷
۴-۲-۳ بخش بالقوه قابل تجزیه (a+b)..... ۷۸
۴-۲-۴ بخش غیر قابل تجزیه(ID)..... ۷۸
۴-۲-۵ ثابت نرخ تجزیه پذیریc ۷۹
۴-۲-۶ تجزیه پذیری مؤثر در سطوح مختلف نرخ عبور (ED)..... ۷۹
۴-۲-۶-۱ در سطح نرخ عبور ۲ درصد بر ساعت ۷۹
۴-۲-۶-۲ در سطح نرخ عبور ۳ درصد بر ساعت ۸۰
۴-۲-۶-۳ در سطح نرخ عبور ۴ درصد بر ساعت ۸۱
۴-۳ تجزیه پذیری NDF کاه برنج فرآوری شده با اوره و آهک ۸۴
۴-۳-۱ بخش سریع التجزیه (a)..... ۸۴
۴-۳-۲ بخش کند تجزیه (b)..... ۸۴
۴-۳-۳ بخش بالقوه قابل تجزیه (a+b) ۸۵
۴-۳-۴ بخش غیر قابل تجزیه (Id)..... ۸۶
۴-۳-۵ ثابت نرخ تجزیه پذیری (c)..... ۸۶
۴-۳-۶ تجزیه پذیری موثر در سطوح مختلف نرخ عبور(ED) ۸۷
۴-۳-۶-۱ در سطح نرخ عبور ۲ درصد بر ساعت ۸۷
۴-۳-۶-۲ در سطح نرخ عبور ۳ درصد بر ساعت ۸۷
۴-۳-۶-۳ در سطح نرخ عبور ۴ درصد بر ساعت ۸۸
پیشنهادات ۹۱
منابع و ماخذ ۹۴
ضمائم:..... ۱۰۲

فصل اول: مقدمه

۱-۱. مقدمه

کاه یکی از محصولات فرعی غلات و بقولات می باشد. که بیشتر برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز دام در حالت نگهداری نشخوارکنندگان به ویژه در فصول سرد سال به کار می رود و در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری تقریباً تمام کاه تولیدی به مصرف تغذیه حیوانات می رسد. مصرف کاه در تغذیه دام از قدیم الایام انجام می گرفت و نیز از همان آغاز دامداران به طور تجربی به کیفیت پایین آن نسبت به موادی چون علوفه تازه پی برده بودند، ولی دلیل اصلی آن تنها پس از پیدایش علم تغذیه دام و پی بردن به ترکیبات شیمیایی و ساختمان دیواره سلولی آن مشخص گردید. مشکلات تغذیه‌ای کاه عبارت از قابلیت هضم پایین، مصرف کم بوسیله دام، فقر مواد نیتروژن دار (پروتئین خام)، کمبود مواد معدنی ضروری، قابلیت هضم پایین سلولز و همی سلولز به دلیل اتصال به لیگنین و وجود سیلیس زیاد می باشد.

افزایش جمعیت انسانی، به ویژه در قرن حاضر و نیاز روز افزون به منابع پروتئینی به خصوص پروتئین حیوانی، اهمیت مسأله تأمین پروتئین مورد نیاز جمعیت موجود را روشن می سازد. در حال حاضر، تنها ۲۵ درصد جمعیت کره زمین روزانه بیش از ۳۰ گرم پروتئین حیوانی مصرف می کنند، ۲۵درصد از آن‌ها روزانه ۲۵ تا۳۰ گرم پروتئین مصرف می کنند و ۵ درصد از آن‌ها نیز روزانه کمتر از ۱۵ گرم پروتئین حیوانی مصرف می کنند. بنابراین، با توجه به مشکل تأمین خوراک، محدودیت زمین های مستعد برای کشت و رقابت مستقیم و غیر مستقیم بین انسان و دام در مصرف منابع خوراکی و همچنین، هزینه بالای خوراک در دامپروری ها، حل مسأله تغذیه انسان در گرو حل مسأله تغذیه و تعلیف دام است. به همین دلیل است که امروزه به تغذیه به عنوان یک مسأله حیاتی و اساسی نگریسته می شود و همه روزه دانشمندان علوم تغذیه و پرورش دام در صدد یافتن روش های جدید در تغذیه دام هستند تا با استفاده از فرآورده های فرعی زراعی، از جمله کاه ها و مواد لیگنوسلولزی در تغذیه دام، مشکلات موجود را تا حد امکان مرتفع سازند. استفاده مؤثر از ضایعات و محصولات فرعی

کشاورزی، به علت ایجاد فشارهای اکولوژیکی و اقتصادی اجتناب ناپذیر است. در حقیقت، استفاده از ضایعات و فرآورده های فرعی، در حال تبدیل به یک تکلیف اقتصادی برای رفع کمبود مواد خام و انرژی از یک طرف و رفع مسائل اکولوژیکی از طرف دیگر است.

کاه برنج به عنوان یکی از پس مانده های زراعی برنج به مقدار فراوانی در استآن‌های شمالی کشور (گیلان، مازندران و گلستان) و به صورت پراکنده در نقاط زیادی از کشور تولید می شود که به دلیل عدم خوشخوراکی و داشتن لیگنین و سیلیس بالا و پایین بودن قابلیت هضم ومحتوی پروتئین خام استفاده از آن در تغذیه دام اندک است. که می توان با روش های فرآوری آن را به فرآورده ای با ارزش تبدیل نمود. از مهمترین روش های مورد استفاده برای فرآوری کاه، استفاده از مواد شیمیایی از جمله آهک، هیدروکسید سدیم، آمونیاک و اوره می باشد که منجر به تغییراتی در دیواره سلولی و ارتباط بین لیگنین با همی سلولز و سلولز شده و در نهایت دسترسی دیواره سلولی برای میکروب های شکمبه ای بیشتر و قابلیت هضم آن افزایش می یابد. افزایش ارزش تغذیه‌ای کاه برنج و کاهش هزینه جیره مصرفی، دامدار را به استفاده از آن به عنوان یک منبع فیبری مناسب در جیره روزانه برای افزایش ارزش تغذیه‌ای آن و اثرات آن‌ها بر قابلیت هضم، میزان مصرف خوراکی و عملکرد نشخوارکنندگان ترغیب می کند. به این جهت تحقیق حاضر باهدف بررسی تأثیر روش های مختلف فرآوری شیمیایی بر میزان تجربه پذیری دیواره سلولی کاه برنج در گوسفندان نژاد زل مازندران انجام گرفت تا بتوان این پس مانده زراعی را به ماده خوراکی با ارزش در تغذیه دام تبدیل نمود.

فصل دوم: کلیات و بررسی منابع

۲-۱. تاریخچه کشت برنج

کشت برنج در جهان سابقه طولانی دارد و به درستی نمی توان قدمت آن را مشخص نمود. انستیتو بین المللی تحقیقات برنج در فیلیپین، مبدأ کشت برنج را ابر قاره قدیم به نام گندوانا دانسته که پس از تجزیه به قاره های آفریقا، قطب جنوب، استرالیا، مالاگاسی، آمریکای جنوبی و جنوب و جنوب شرقی آسیا، موجب توزیع مشخص جغرافیایی گونه های برنج «Oriza» نیز گردیده است (فهیمی فر، ۱۳۷۰).

طبق بررسی های انجام شده به طور مشخص مبدأ اولیه برنج، قاره آسیا و کشور هندوستان بوده است که حدود ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد نیز برنج در شرق چین و شمال هند بصورت دیم زراعت می شده و پس از آن که زراعت آن گسترش یافت، به تدریج ارقامی بوجود آمد که در دلتای رودخانه ها و دره ها به صورت آبی کشت گردیدند. گیاه مزبور از طریق هندوستان به سایر نواحی مستعد آسیا مانند ژاپن برده شد و پس از آنکه به دیگر کشورهای آسیا منتقل گردید، به آفریقا نیز برده شد و زراعت در آن جا نیز توسعه پیدا کرد (فهیمی فر، ۱۳۷۰).

۲-۲. مشخصات گیاه شناسی برنج

برنج یکی از گیاهان مهم تیره غلات می باشد و دارای جنس و گونه های زیادی است که مهمترین گونه زراعی «Oriza sativa» است. برنج گیاهی است یک ساله و علفی با ریشه های افشان و قوی. این ریشه ها در عمق زیاد خاک نفوذ نمی کنند. بلکه در لایه فوقانی خاک و در عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی متری قرار می گیرند. ریشه برنج بیشتر با خاک هایی سازگاری دارد که اکسیژن آنها به حالت طبیعی کم باشد، چرا که ریشه این گیاه به اکسیژن هوا نیاز چندانی نداشته بلکه از اکسیژن محلول در آب استفاده می نماید. ریشه برنج تا زمان تشکیل پاتیکول حداکثر رشد را می نماید و سپس رشد آن کم می شود. ساقه برنج مانند اغلب غلات توخالی و استوانه ای صاف است.

در روی ساقه تعدادی گره که ممکن است بین ۱۰ تا ۲۰ عدد تغییر یابد، وجود دارد. انواع زودرس برنج نسبت به ارقام دیررس آن دارای گره کمتری روی ساقه می باشد. برگ های برنج مانند تمام گیاهان تیره غلات، یک در میان و به طور متناوب در روی ساقه قرار دارند و نیز هر برگ دارای پهنک باریک و بلند بوده و در بعضی از انواع O.sativa کرک دار و در O.glaberrima بدون کرک می باشد (فهیمی فر، ۱۳۷۰).

۲-۳. شرایط زراعت برنج

برنج از گیاهان ویژه نواحی مرطوب استوایی و مناطق نسبتا گرم و یا معتدل است و تحت شرایط بارندگی سالانه حدود ۱۰۰۰ میلی متر به خوبی رشد کرده و محصول مرغوبی را ارائه می دهد و تنها عامل محدود کننده کشت برنج، سرما می باشد. درجه حرارت مناسب جهت رشد برنج ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتی گراد است. درجه حرارت آب داخل کرت ها نیز همانند درجه حرارت محیط در رشد و نمو برنج اهمیت به سزایی دارد.. بهترین درجه حرارت آب ۳۰ تا ۳۴ درجه سانتی گراد و حداکثر آن ۴۰ درجه سانتی گراد است و هیچگاه درجه حرارت آب نباید کمتر از ۱۳ تا ۱۴ درجه سانتی گراد باشد.

نور زیاد یکی از عوامل مهم باروری برنج می باشد. به همین دلیل در مناطق استوایی که نور کمتری به برنج می رسد. مقدار محصول و کیفیت برنج کمتر از مناطقی است که از نور بیشتری برخوردار می باشند. رطوبت محیط در رشد برنج به خصوص در زمان گلدهی بسیار مؤثر است به طوریکه مناسب ترین رطوبت هوا برای گل دهی حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد می باشد (فهیمی فر، ۱۳۷۰).

۲-۴. سطح زیر کشت برنج

براساس اطلاعات آمار نامه کشاورزی در سال ۱۳۸۳ سطح زیر کشت برنج در ایران ۶۱۵۳۴۷ هکتار و در مازندران ۲۰۱۷۹۳ هکتار بوده است، که حدود ۳۳ درصد از سطح زیر کشت کل کشور را در بر می گیرد (آمار نامه کشاورزی ۸۳-۸۴).

۲-۵. تولید برنج

بر اساس آخرین اطلاعات منتشر شده از سوی آمار نامه کشاورزی در سال ۱۳۸۳ تولید محصول برنج در ایران ۲۹۳۱۳۴۶ تن در کشور و در مازندران ۱۰۱۷۳۳۸ تن بوده است. و در هر هکتار ۴ تن کاه تولید می شود که در ایران حدود ۲۴۶۱۳۸۸ تن و در مازندران ۸۰۷۱۷۲ تن می باشد (آمار نامه کشاورزی، ۸۳-۸۴).

۲-۶. ترکیبات لیگنوسلولزی

مواد لیگنوسلولزی حاوی منابعی از انرژی با هیدروکربن های فراوان و مقادیر اندکی از مواد معدنی و ویتامین ها هستند. کاه ها به عنوان محصول فرعی زراعت غلات و ضایعات حاصل از صنایع چوب، مهمترین ترکیبات لیگنوسلولزی هستند که در دسته مواد خوراکی غیر متداول در جیره غذایی دام ها قرار دارند. مواد لیگنوسلولزی از حدود ۷۰ درصد ترکیبات پلی ساکاریدی که عمده آنها سلولز و همی سلولز است تشکیل می شوند (پریگ[1]، ۱۹۸۴).

نشخوارکنندگان به گونه ای خاص در مورد استفاده قرار دادن ضایعات لیگنوسلولزی مفید بوده و می توانند مانند پلی انسان را به این منبع عظیم متصل سازند، زیرا در صورت وجود یک رابطه متقابل اکولوژیکی پویا و سالم بین موجود و محیط زیست است که حالت تعادل در جهان برقرار می گردد (داوودی، ۱۳۸۲). اما ایجاد اتصالات قوی فیزیکی و شیمیایی ارزش تغذیه‌ای بین لیگنین و ترکیبات

[1] - Prigg

سلولزی و تشکیل مواد لیگنوسلولزی، قابلیت هضم وارزش تغذیه‌ای این مواد را کاهش می دهد. لیگنین نه تنها به عنوان عامل رقیق کننده انرژی در جیره غذایی عمل می کند، همچنین، به صورت مانعی، سلولز را در برابر تجزیه میکروبی محفوظ نگه می دارد. ارزش تغذیه‌ای و همچنین، مورد استفاده قرار گرفتن ترکیبات لیگنوسلولزی، به درجه تجزیه پذیری کمپلکس لیگنو پلی ساکاریدی محتوی آن‌ها بستگی دارد و تنها پس از انجام این تجزیه است که پلی ساکاریدها در دسترس میکروارگانیسم های موجود در شکمبه نشخوارکنندگان قرار گرفته و به همراه مکمل های مناسب به تولیداتی مانند گوشت و شیر تبدیل می شود همچنین، مواد حاصل از تجزیه کامل ضایعات لیگنوسلولزی می توانند صرف تولید پروتئین تخمیری برای حیوانات تک معده ای شود و یا به عنوان منبع انرژی به صورت مستقیم در تغذیه نشخوارکنندگان به کار روند (داوودی، ۱۳۸۲)

۲-۷. دیواره سلولی

ضخامت دیواره سلولی گیاهی به عواملی چون سن گیاه، زمان و فصل رویش و بسیاری از عوامل دیگر که در هضم علوفه و گیاه مؤثر هستند بستگی دارد. یک برش عرضی از کاه نشان می دهد که آن از سه لایه (اسکلرانشیم، پارانشیم و مغز درونی) تشکیل شده است (داوودی، ۱۳۸۲)

اسکلرانشیم بافتی است که از یک لایه لیگنینی شده و یک دیواره ضخیم از سلول های مرده تشکیل شده است. پارانشیم از یک دیواره سلولی زنده تشکیل شده است و مغز درونی یک بافت سلولی اسفنجی دارد. با نگاهی دقیق تر به ساختار دیواره سلولی ابتدا یک مجرای سلولی می توان دید و سپس دیواره ثانویه سلولی، لاملای میانی و دیواره سلولی اولیه دیده می شود (کینگ زینانگ[1]، ۲۰۰۰).

یک سلول لیگنینی شده کاه، توسط دیواره اولیه احاطه می شود. بین دیواره سلول های مجاور، توده بین سلولی وجود دارد. دیواره اولیه از تعداد اندکی فیبریل های سلولزی تشکیل شده است که اغلب

[1] - Qingxinang

فاقد آرایش منظم اند و پیوندهای ضعیفی با پلیمر پکتین دارد. مولکول های سلولز و همی سلولز در داخل لاملای میانی، یک دیواره ثانویه با لایه های بیشتر و یک ساختمان متفاوت لیفی تشکیل می دهند. پس از متوقف شدن افزایش ضخامت دیواره سلولی، تشکیل لیگنین بسیار شدید می باشد. لیگنین ابتدا در گوشه های سلول های دیواره اولیه و سپس در دیواره ثانویه انباشته می شود. وقتی تجمع لیگنین تکمیل می شود سلول می میرد (کینگ زینانگ، ۲۰۰۰).

۲-۸. ترکیبات شیمیایی دیواره سلولی

ترکیبات اصلی موجود در دیواره سلولی گیاهان، سلولز، همی سلولز، پکتین، لیگنین و غیره می باشند (کینگ زینانگ، ۲۰۰۰).

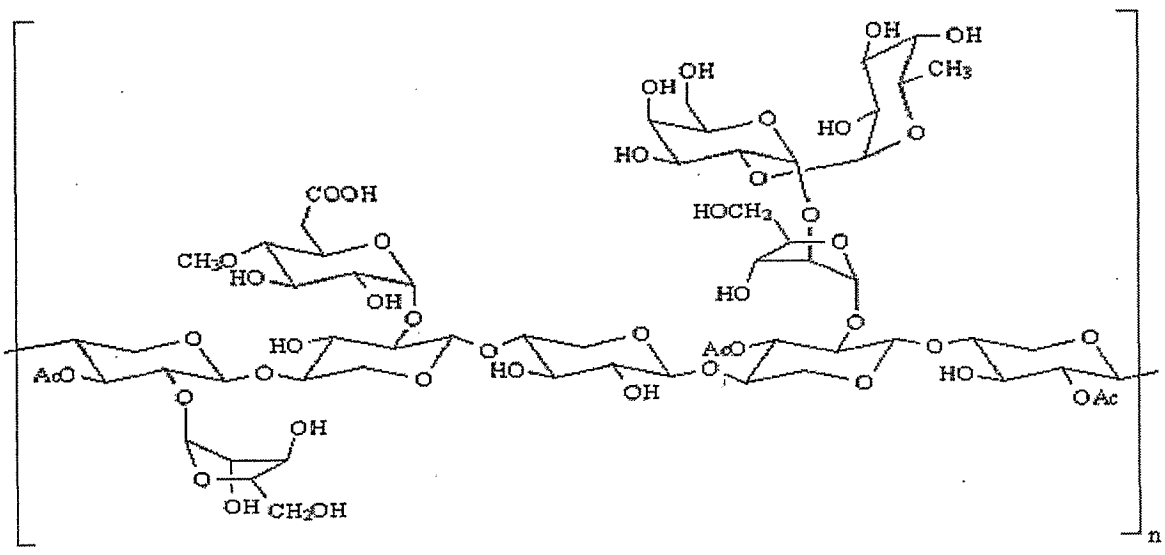
۲-۸-۱. سلولز

سلولز فراوانترین مولکول در طبیعت است و جزء اصلی ساختمان گیاهان، به ویژه قسمت های چوبی و فیبری آن‌هاست این مولکول یک هوموپلی ساکارید خطی است که بیش از ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ واحد بتا- دی- گلوکز با پیوند بتا (۴ ⟵ ۱) تشکیل شده است. رشته های منفرد سلولز با یکدیگر به صورت جانبی پیوندهای هیدروژنی متعددی برقرار می نماید که این حالت باعث ایجاد میکروفیبریل ها می شود که نهایتاً به استحکام گیاه کمک می کند (کینگ زینانگ، ۲۰۰۰).

۲-۸-۲. همی سلولز

همی سلولز در دیواره سلولی ارتباط تنگاتنگی با سلولز دارد و اجزای اصلی آن شامل D- گلوکز، D- گالاکتوز، D- زایلوز و L- آرابینوز هستند که با پیوندهای مختلف با یکدیگر در ارتباطند. معمولاً همی سلولز در پیرامون میکروفیبریل های سلولز تشکیل می شود. لایه زاینده همی سلولز عمدتاً شامل زایلان است. زایلان‌ها از حدود ۵۰ تا ۲۰۰ واحد زایلو پیرانوز با پیوند بتا (۴⟵ ۱) تشکیل

شده اند. به طور عمده ترکیبات همی سلولز شامل ۲ تا ۴ درصد اسید یورونیک، حدود ۸۰ درصد زایلوز، حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد آرابینوز، ۳ تا ۴ درصد گالاکتوز و ۰/۵ تا ۱ درصد مانوز هستند (کینگ زینانگ، ۲۰۰۰).



شکل.1. ساختمان شیمیایی همی سلولز

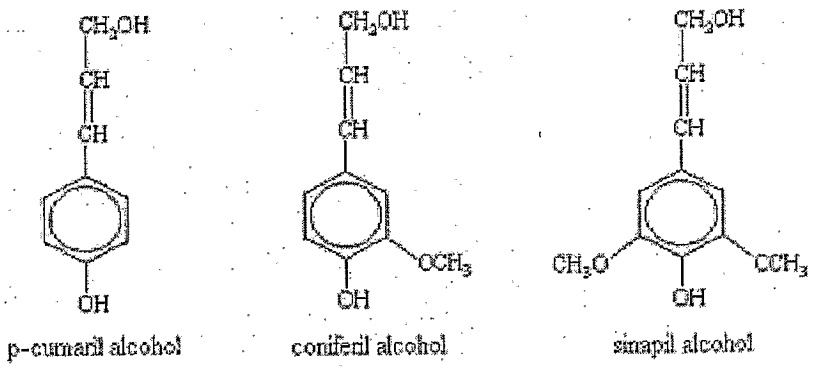
۲-۸-۳. پکتین

پکتین ها گروهی از پلی ساکاریدهای عمده در بافت نرم گیاهان هستند. پکتین زنجیره خطی از واحدهای D- گالاکتورونیک اسید همراه با مقداری استر متیل است. پکتین به علت اهمیت تجاری در صنعت تهیه فرآورده های غذایی به عنوان عامل ژله سازی در کنسرو میوه، مربا، ژله ها و ... از گیاهان استخراج می گردد (کینگ زینانگ، ۲۰۰۰).

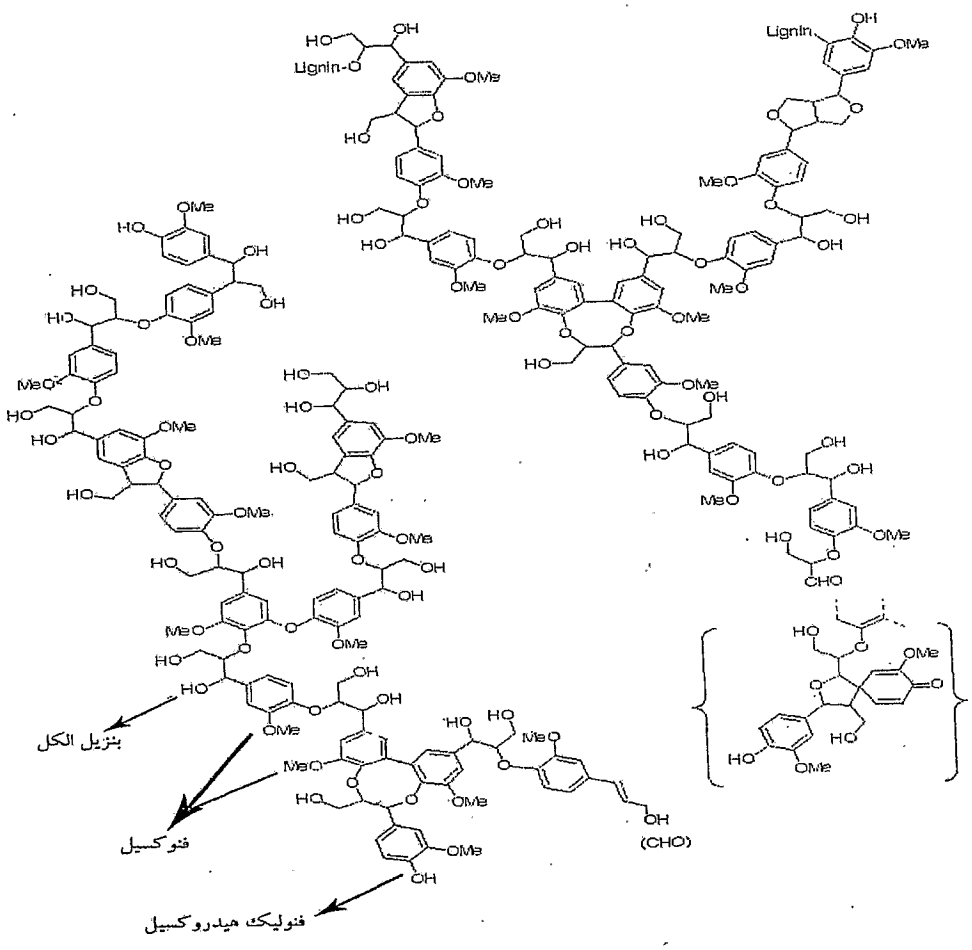
۲-۸- ۴. لیگنین

لیگنین یک نوع ترکیب شیمیایی در دیواره سلولی علوفه ها محسوب می شود که معمولاً حضور آن همراه با کاهش قابلیت هضم الیاف می باشد و حدود ۵۰ سال پیش، این همبستگی منفی مشاهده شد و لیگنین همانند حائلی میان کربوهیدرات ها و آنزیم های گوارشی از هضم کربوهیدرات ها ممانعت به

عمل می آورد و حدود ۵ تا ۲۰ درصد پس مانده های زراعی را براساس ماده خشک تشکیل می دهد. لیگنین، به عنوان جزئی از کمپلکس لیگنوسلولز (ترکیب لیگنین، سلولز و همی سلولز) می باشد که نه تنها خود غیر قابل هضم می باشد، بلکه با ممانعت نسبی از آغشته شدن سلولز و همی سلولز به آنزیم سلولاز از هضم این دو ترکیب نیز جلوگیری می کند (ون سوست، ۱۳۷۷). و از لحاظ شیمیایی متعلق به گروه پلیمرهایی با ساختمان ۳ بعدی است که از واحدهای فنیل پروپان شاخته شده است که شامل سه واحد پارا- کوماریل الکل، کونیفریل الکل و سیناپیل الکل می باشد.



شکل .2. ساختار شیمیایی کوماریل الکل، کونیفریل الکل و سیناپیل الکل موجود در لیگنین



شکل.3. ساختمان لیگنین چوب

اسیدهای فنلی پارا-کوماریک و فرولیک نیز هر دو به مقدار جزئی در دیواره سلولی موجود می باشند که از طریق گروه های فنلی خود با پیوند اتری به لیگنین متصل می باشند و با استفاده از مواد قلیایی می توان آن‌ها را استخراج نمود (پورا[1]، ۱۹۸۴).

لیگنین یک سری اعمالی انجام می دهد که برای گیاه لازم است به عنوان مثال در دیواره سلولی همراه با سایر اجزا ساختمان پیچیده ای را بوجود می آورد که سبب مقاومت زیاد دیواره سلولی در مقابل حمله میکروبی می گردد. از طرف دیگر، از طریق اتصال سلول های مجاور به همدیگر، عامل

[1] - Purra