مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

کاربرد فناوری هسته ای غیر ایزوتوپی در صنعت دامپروری

ربیع رهبر*
دستیار علمی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران
نویسنده مسئول: rahbarrabie@gmail.com

چکیده: تکنیک های هسته ای نقش مهمی را در صنعت، غذا، کشاورزی و بهداشت ایفا می کنند. در این مقاله سعی شده است به مطالعه مروری کاربرد تکنیک های هسته ای غیر ایزوتوپی در تولیدات دامی پرداخته شود. انواع تکنیک های مورد بحث و نوع کاربرد آن ها شامل سنجش میزان جذب اشعه ایکس با انرژی مضاعف (DEXA) و توموگرافی کامپیوتری برای تعیین ترکیبات بدن؛ تکنیک های رزونانس مغناطیس هسته ای، طیف سنج جرمی بمباران اتم سریع و طیف سنج یونیزاسیون جرمی برای شناسایی و تعیین ساختار زیستی گیاهانِ موثر بر تغییرات شکمبه و کنترل کننده پارازیت های داخلی؛ اشعه گاما برای غیرفعال سازی مواد ضدتغذیه ای مانند مهارکننده های پروتئاز، لکتین، اسید فیتیک، الیگوساکاریدها و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای در تغذیه؛ جهش های القایی توسط اشعه گاما، پرتو الکترونی و نوترون های سریع برای تولید جهش های مفید در جهت بهبود عملکرد گیاهان علوفه ای، پروفایل تغذیه ای و میزان جذب آن ها می باشند.

واژگان کلیدی: تکنیک های هسته ای، صنعت، تولیدات دامی

The Application of Non-Isotopic Nuclear Technique in Livestock Industry

Rabie Rahbar*
Department of Agriculture, Payame Noor University, PO BOX 19395-3697 Tehran, IRAN

rahbarrabie@gmail.com

Abstract: Nuclear techniques play an important role in the industry, food, agriculture and health. In this paper, it has been tried to review the application of non-isotopic nuclear techniques in animal products. Types of discussed techniques and their applications include dual energy X-ray absorptiometry and computer tomography for body composition determination; nuclear magnetic resonance techniques, fast atom bombardment mass spectroscopy, and mass ionization spectroscopy for identification and structure determination of biology of plant affecting rumen manipulation and controlling internal parasites; gamma irradiation for inactivating antinutrients such as protease inhibitors, lectin, phytic acid, oligosaccharides and non-starch polysaccharides in feeds; induced mutations with gamma radiation, electron beam and fast neutrons for producing useful mutants for improving of forage plants yield, nutrient profiles and their uptake.
Key words: Nuclear techniques- industry- animal products

مقدمه

امروزه هر کشوری که از لحاظ تولیدات کشاورزی و دامپروری جایگاه مناسبی داشته باشد، در بسیاری از جنبه‌ها، قدرت و موفقیت بین المللی کسب می کند. روند روز افزون جمعیت در دنیا، نیاز بشر به مواد غذایی را افزایش داده و تولید بیشتر محصولات کشاورزی و دامی را موجب شده است؛ در نتیجه منابع آبی و جمعیت دامی به تدریج کاهش و فرسایش خاک

افزایش می‌یابد و در صورت ادامه ی این روند، نابودی منابع حاضر اتفاق می افتد. از طرفی ما نمی‌توانیم تولید را به دلیل از دست دادن منابع متوقف کنیم؛ بلکه باید بین این دو، رابطه‌ای برقرار سازیم که در آن روش‌های تولید و نیز روش‌های حفاظت از منابع در تعادل باشند. در ایران برای رهایی از اقتصاد تک محصولی و کاهش میزان وابستگی به درآمدهای نفتی، باید با استفاده از فناوری‌های نوین به توسعه‌ی هر چه بیشتر کشاورزی و دامداری به عنوان بخش های درآمدزا پرداخته شود. بنابراین یکی از راه های تحقق این اهداف، استفاده از تکنیک های هسته ای می باشد. این تکنیک ها به دو بخش روش های ایزوتوپی و روش های هسته ای غیرایزوتوپی تقسیم می شوند. مطالعات نشان داده است که تکنیک های هسته ای غیرایزوتوپی نقش مهمی را در بهبود بهره وری دام ایفا می کنند. به همین منظور در این مقاله سعی شده است به مطالعه مروری کاربرد فناوری هسته ای غیر ایزوتوپی در صنعت دامپروری پرداخته شود.

تکنیک های هسته ای غیر ایزوتوپی

۱- اشعه گاما برای افزایش قابلیت استفاده از مواد مغذی

بسیاری از گیاهان به عنوان منابع خوب پروتئینی، کربوهیدراتی و دیگر موادمغذی در جیره غذایی دام ها استفاده می شوند. اما این منابع تغذیه ای مقادیر قابل توجهی از متابولیت های ثانویه گیاهی را دارند که براساس سطح و مقدار، می توانند اثرات مفید و غیرمفید داشته باشند. از جمله متابولیت های ثانویه گیاهی می توان به مهارکننده های پروتئاز ، تانن ها، ساپونین ها، لکتین ها، فیتات ها، اگزالات ها و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای اشاره کرد [۳]. سطوح بالای این متابولیت ها، کاهش قابلیت استفاده مواد مغذی گیاهان را به همراه دارد. روش های فیزیکی و شیمیایی زیادی جهت حذف این متابولیت ها یا غیرفعال کردن اثرات سوء آنها وجود دارد. یکی از روش های غیرفعال سازی این ترکیبات، قرارگیری گیاهان در معرض اشعه یونیزه می باشد. آزمایشات نشان داده است که سطوح تابش گاما تا ۱۰ کیلوگری می تواند در غیرفعال سازی مواد ضد تغذیه ای مانند مهارکننده های پروتئاز، لکتین، اسید فیتیک، الیگوساکاریدها و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای بدون تغییر در ارزش غذایی خوراک موثر باشد. همچنین سطوح بالاتر تابش تا ۶۰۰ کیلوگری می تواند در بهبود قابلیت تجزیه پذیری ماده خشک و فیبر خام علوفه در شکمبه موثر باشد [۶]. کنجاله سویا که به طور گسترده در تغذیه دام کاربرد دارد، برای غیرفعال سازی مهارکننده های پروتئاز و لکتین موجود در آن، از عملیات حرارت دهی تحت بخار استفاده می شود. مقایسه اقتصادی بین تحت تیمار قرارگیری کنجاله سویا توسط بخار و یا تابش اشعه گاما و نیز بررسی امکان صنعتی سازی روش تابشی می تواند از موضوعات قابل تامل باشد.

۲- ایجاد جهش برای تولید خوراک باکیفیت

جهش های القایی توسط اشعه گاما، پرتو الکترونی و نوترون های سریع، تغییرات تصادفی در DNA هسته یا DNA اندامک های سیتوپلاسمی ایجاد می کنند. انتخاب جهش های کروموزومی یا ژنومی مفید می تواند برای پرورش دهندگان گیاهان علفی سودمند باشد [۱]. به عنوان مثال می توان به انتخاب گیاهان با عملکرد بالا، مقاوم در برابر بیماری ها، مقاوم در برابر شوری و خشکسالی، بلوغ زودرس، تغییر میزان لیگنین جهت افزایش قابلیت هضم ماده خشک، سرعت عبور بالاتر، میزان بیشتر کربوهیدرات های محلول، پروتئین های غیرقابل تجزیه در شکمبه و اسید آمینه های گوگرددار اشاره کرد. برای

محصولات دانه های روغنی مورد استفاده دام، می توان با کمک جهش موادی را تولید کرد که میزان مواد ضد تغذیه ای کم و پروتئین با ارزش تغذیه ای بالاتری داشته باشند [۵]. ترکیب مزایای جهش های القایی با تکنیک های اخیر مولکولی نظیر RFLP، RAPD، AFLP، انگشت نگاری DNA، الکتروفورز روی ژل، توالی یابی DNA و تکنیک ریزآرایه که همگی برای مشخص کردن خصوصیات ژنوم و جهش های القایی مورد استفاده قرار می گیرند، می توانند در انتخاب صفات مهم کاربرد داشته باشند.

۳- تکنیک های هسته ای پیشرفته و کاربرد آن ها

یکی دیگر از کاربردهای تکنیک های هسته ای، تعیین ترکیبات بدن و لاشه حیوانات از طریق اندازه گیری میزان جذب انرژی اشعه X می باشد. این تکنیک بر مبنای مدلی که براساس آن بدن به سه بخش مواد معدنی، توده نرم بدون چربی و بافت چربی تقسیم می شود، پایه گذاری شده است. اندازه گیری میزان جذب انرژی اشعه X به کمک تصویربرداری از کل بدن که به طور همزمان مقدار بافت نرم و استخوان نیز بررسی می شود، انجام می گیرد. مقدار دز مصرفی این اشعه بسیار کم و در حدود ۰/۶ میلی رم است و استفاده از آن در حیوانات آبستن نیاز به بررسی دقیق تری دارد هرچند در دیگر حیوانات بی خطر است. همچنین برای تعیین ترکیبات بدن از تکنیک های مبتنی بر توموگرافی کامپیوتری و ماگنتیک رزونانس اسپکتروسکوپی نیز استفاده می شود [۱۱]. این تکنیک ها به طور گسترده در انسان یا در حیوانات کوچکی مانند خرگوش و ماهی؛ پرندگانی مانند مرغ و بوقلمون؛ خوک؛ بره و گوسفند جهت تعیین ترکیب و ارزش لاشه استفاده می شوند. به کارگیری این تکنیک ها در مورد نشخوارکنندگان بزرگ و بیان مزایای نسبی این روش ها در مقایسه با دیگر روش ها، نیازمند تحقیقات بیشتر می باشد. از کاربردهای دیگر این تکنیک ها می توان به ایجاد تغییرات تغذیه ای و هورمونی (مانند سوماتوتروپین) روی ترکیب بدن و کیفیت گوشت اشاره کرد. چنین تکنیک های سودمندی با ایجاد فرصت های جدیدی برای پرورش دهندگان در جهت تعیین ترکیب بدن و ارزش گوشت، زمینه ی پیشرفت برنامه های اصلاحی را فراهم می کنند. در دهه های اخیر، از یون های پرانرژی شتاب دهنده ها و تشعشعات نوترونی راکتورها در جهت آنالیز ترکیب و ساختار مواد استفاده شده است. اخیراً شتاب دهنده های الکترواستاتیکی به ابزارهای تخصصی برای تکنیک های طیف سنج جرمی شتاب دهنده و آنالیز پرتو یونی تبدیل شده اند. طیف سنج جرمی شتاب دهنده در اندازه گیری رادیونوکلئیدهای با عمر طولانی (مانند ^{14}C و تریتیوم) جهت حساسیت های ایزوتوپی کارایی دارد. این روش از یک دستگاه طیف سنج جرمی نسبت ایزوتوپی (IR-MS) با انرژی بالا استفاده می کند. نوع قدیمی این دستگاه نمی تواند بین یون های با نسبت مساوی بار به جرم تمایز قائل شود، اما طیف سنج جرمی شتاب دهنده می تواند از طریق شتاب دادن یون ها به سطوح انرژی مگا الکترون ولت (MeV)، یون های با نسبت بار به جرم مساوی را با اندازه گیری اختلاف اتلاف انرژی در ردیاب شناسایی کند. این روش مانع از کاهش بازدهی شمارش در اندازه گیری رادیونوکلئید می شود، به طوری که افزایش بازده اندازه گیری را از طریق شمارش مستقیم یون های خاصی از ایزوتوپ اندازه گیری شده انجام می دهد. بنابراین این روش امکان آنالیز سریع با حساسیت بیشتر را از طریق نمونه های کوچک تر در مقایسه با دیگر تکنیک ها از جمله تکنیک شمارنده درخششی مایع فراهم می کند. به طور مشابه شتاب دهنده های سینکروترون و میکروردیاب های اشعه X حساسیت بالایی دارند به طوری که امکان بررسی خصوصیات میکروسکوپی مواد را فراهم می

کنند. ویژگی های میکروساختاری نمونه های زیستی با ابعاد حدود ۱۰ تا ۱۰۰۰ آنگستروم را می توان با استفاده از تشعشعات نوترونی مطالعه کرد. اطلاعات بدست آمده از این تکنیک ها تایید کننده اطلاعات حاصل از تکنیک های میکروسکوپ نوری، الکترونی و طیف سنج های جرمی می باشند [۹]. سیستم های میکروردیاب پروتونی مانند گسیل القایی پرتو ایکس با پروتون و گسیل القایی پرتو گاما با پروتون امکان تعیین همزمان و غیر مخرب از عناصر را فراهم می کنند. این روش ها موجب آنالیز مستقیم نمونه های جامد می شوند [۴]. همچنین عناصر کمیاب در نمونه های زیستی با استفاده از طیف سنج جرمی یونیزاسیون حرارتی و طیف سنج جرمی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-MS) تعیین می شوند. البته تکنیک طیف سنج جرمی یونیزاسیون حرارتی از روش ICP-MS دقیق تر است [۱۰]. آنالیز به روش فعال سازی نوترونی با گاماهای آنی، یک تکنیک آنالیز هسته ای با کارایی مهم در مطالعات invivo ترکیب بدن انسان می باشد. تشعشعات نوترونی از شتاب دهنده های نوترونی رادیونوکلئید، برای پرتوافکنی بخش هایی از بدن حیوانات استفاده می شوند. پرتوهای گامای سریع که از طریق واکنش های جذب نوترون با عناصر بافتی تولید می شوند، با دارا بودن پیک های تفرق برای نیتروژن، هیدروژن، کلر و غیره از طریق ردیاب های مناسب پرتو گاما شناسایی می شوند. همچنین در مورد حیوانات کوچکی مانند خرگوش، موش و مرغ[۷] امکان مطالعات روی آنالیز invivo ترکیبات پروتئینی بدن، فضای داخل و خارج سلولی با استفاده از این تکنیک فراهم می شود. در دو دهه گذشته، پیشرفت زیادی در مورد طیف سنج فلوروسنس اشعه X با پراش انرژی صورت گرفته است. اخیراً تحولات چشمگیری در فن آوری دیجیتال، سیستم های ردیاب، پردازش تصاویر و آنالیز داده ها انجام گرفته است. چنین تحولاتی، کاربرد این تکنیک را از طریق طیف سنج های نوری کم هزینه و قابل اعتماد برای تعیین عناصر کمیاب ضروری در نمونه های زیستی گسترش داده است [۲]. تابش سینکروترون بر پایه تکنیک میکرو طیف سنج تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR)، جستجو در شیمی مولکولی میکروساختارهای بافت زیستی را بدون تخریب ساختارهای فضایی درون سلولی فراهم می کند. با استفاده از این تکنیک می توان میزان قابلیت دسترسی مواد مغذی به حیوانات از منابع غذایی را بررسی نمود. این تکنیک می تواند تصویری از مقدار و نحوه توزیع اجزای زیستی مانند پروتئین، لیپید، لیگنین، کربوهیدرات های ساختاری و غیرساختاری و نسبت آن ها در میکروساختارهای درون سلول گیاهی فراهم کند. همچنین این روش امکان بررسی ساختار خوراک را از لحاظ شیمیایی ایجاد می کند و خوراک ها را با توجه به خصوصیات طیف نما، گروه های عاملی، توزیع فضایی و غلظت شیمیایی مقایسه می کند. این اطلاعات در مورد ترکیب شیمیایی فراساختاری برخی از پارامترهای معمول تغذیه ای مانند تجزیه پذیری شکمبه، تجزیه پذیری مواد مغذی پس از عبور از شکمبه و همچنین برای پیش بینی ارزش تغذیه ای خوراک یا قابلیت دسترسی آنزیم های مختلف برای هضم مواد مغذی می تواند استفاده شود [۱۲]. از رزونانس مغناطیس هسته ای ^{13}C، ^{3}H و ^{1}H ، طیف سنج جرمی بمباران اتم سریع و طیف سنج یونیزاسیون جرمی جهت آنالیز ساختار و خصوصیات ترکیبات مواد زیستی، بالینی و محیطی استفاده می شوند [۸]. کاربرد تکنیک های اخیر در تحقیقات تغذیه ای، زیست محیطی و سم شناسی به خصوص در مورد مسائل پیچیده سیستم های زیستی بسیار زیاد است.

نتیجه گیری

با توجه به تحقیقات انجام شده می توان نتیجه گرفت که فناوری هسته ای غیرایزوتوپی از ابزارهای مهم در پژوهش های تولیدات دامی می باشد. اگر چه ممکن است هزینه های اجرای این تکنیک ها در مقایسه با دیگر تکنیک های معمول بیشتر باشد اما تکنیک های هسته ای از دقت و حساسیت بالاتری برخوردار بوده و اختصاصی تر عمل می کنند. این تکنیک ها به همراه روش های مولکولی، زمینه مناسبی را در درک فرآیندهای پیچیده زیستی فراهم کرده و با افزایش بازده تولیدات دامی و کاهش صدمات زیست محیطی، به پایداری زنجیره غذایی در جهان کمک می کنند.

مراجع

1. Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M., Nichterlein, K., 2004. Global impact of mutation-derived varieties. Euphytica 135, 187–204.
2. Bamford, S.A., Wegrzynek, D., Chinea-Cano, E., Markowicz, A., 2004. Application of X-ray fluorescence techniques for the determination of hazardous and essential trace elements in environmental and biological materials. Nukleonika 49, 87–95.
3. Francis, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture 199, 197–227.
4. Kumar, S., Raju, V.S., 2003. Application of nuclear microprobe techniques in the analysis of biological materials. In: International Conference on Isotopic and Nuclear Analytical Techniques for Health and Environment, IAEA-CN-103/039. IAEA, Vienna, Austria.
5. McSweeney, C.S., Denman, S.E., Mackie, R.I., 2005. Rumen bacteria. In: Makkar, H.P.S., McSweeney, C.S. (Eds.), Methods in Gut Microbial Ecology. Springer Publishers, The Netherlands, pp. 23–37.
6. Siddhuraju, P., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2002. The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food: a review. Food Chem. 78, 187–205.
7. Stamatelatos, I.E., Kasvikli, K., Green, S., Gainey, M., Kalef-Ezra, J., Beddoe, A., 2003. International Conference on Isotopic and Nuclear AnalyticalTechniques for Health and Environment IAEA-CN-103/074. IAEA,Vienna, Austria.
8. Stobiecki, M., Makkar, H.P.S., 2004. Recent advances in analytical methods for identification and quantification of phenolic compounds. In: Muzquiz, M., Hill, G.D., Burbano, C., Cuadrado, C., Pedrosa, M.M. (Eds.), Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Oilseeds. Wageningen Press, The Netherlands, pp. 11–28.
9. Tuniz, C., 2003. Advanced nuclear techniques for health and environment. In: International Conference on Isotopic and Nuclear Analytical Techniques for Health and Environment, IAEA-CN-103/123. IAEA, Vienna, Austria.
10. Turnlund, J.R., Keyes, W.R., 2002. Isotope ratios of trace elements in samples from human nutrition studies determined by TIMS and ICP-MS: precision and accuracy compared. Food Nutr. Bullet. 23, 129–132.

11. Tylavsky, F.A., Lohman, T.G., Dockrell, M., Lang, T., Schoeller, D.A., Wan, J.Y., Fuerst, T., Cauley, J.A., Nevitt, M., Harris, T.B., 2003. Comparison of the effectiveness of 2 dual-energy X-ray absorptiometers with that of total body water and computed tomography in assessing changes in body composition during weight change. Am. J. Clin. Nutr. 77, 356–363.

12. Yu, P., 2004. Applications of advances synchrotron radiation-based Fourier transform infrared (SR-FTIR) microspectroscopy to animal nutrition and feed science: a novel approach. Br. J. Nutr. 92, 869–885.