



توليدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۹۱-۳۰۰

DOI: 10.22059/jap.2022.331704.623644

مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتابی شده با پرتو گاما و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های نر پرواری زندی

علیرضا شعبانی‌منظم^۱، محمدعلی نوروزیان^{۲*}، مهدی بهگر^۳، اعظم برزوئی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

۳. دانشیار، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۲۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای و تأثیر سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتابی شده با پرتو گاما بر عملکرد بره‌های نر پرواری زندی انجام شد. ابتدا ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ذرت شاهد و پرتوتابی شده با دزهای ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گری اندازه‌گیری شد. بعد از مشخص شدن دز مناسب، بذرهای مورد استفاده در دز ۲۵ گری با پرتو گاما پرتودهی و در مزرعه کشت شدند. در انتهای دوره رشد، سیلاژ ذرت علوفه‌ای در سیلوهای آزمایشی و مزرعه‌ای تهیه شد. هم‌چنین تأثیر سیلاژ تولیدی بر عملکرد و متابولیت‌های خونی بره‌های پرواری زندی بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره حاوی ۲۰ درصد سیلاژ ذرت شاهد (پرتودهی نشده) و سیلاژ ذرت حاصل از پرتودهی بذر در دز ۲۵ گری با اشعه گاما بود. پرتودهی با دز ۲۵ گری باعث افزایش تعداد ریشه‌های ثانویه، ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط گلخانه و محتوای کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین محلول و کلروفیل گیاه ذرت در شرایط مزرعه شد ($P < 0.05$). سیلاژ حاصل از بذرهای پرتودهی شده با دز ۲۵ گری اشعه گاما، pH کم‌تر و مقدار پروتئین خام بیش‌تری نسبت به گروه شاهد داشت ($P < 0.05$). استفاده از سیلاژ ذرت پرتوتابی شده در جیره پرواری باعث بهبود وزن پایان دوره، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل بره‌ها شد ($P < 0.05$). براساس نتایج این مطالعه، پرتوتابی بذر ذرت با پرتو گاما باعث بهبود کیفیت سیلاژ ذرت و عملکرد بره‌های پرواری می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اشعه گاما، بره پرواری، پرتودهی، ذرت علوفه‌ای، عملکرد.

The study of chemical and nutritional characteristics of corn silage from seed exposed to gamma rays and its effect on the performance of finishing male Zandi lambs

Ali Reza Shabani Monazam¹, Mohammad Ali Norouzian^{2*}, Mehdi Behgar³, Azam Borzoie³

1. M.Sc. Student, Department of Animal and Poultry Science, Faculty of agricultural Technology of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

2. Associate Professor, Department of Animal and Poultry Science, Faculty of agricultural Technology of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

3. Associate Professor, Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran.

Received: October 10, 2021

Accepted: June 14, 2022

Abstract

This study was conducted to investigate the chemical composition and nutritional characteristics of corn seeds exposed to gamma ray and the effect of its silage feeding on performance of finishing male Zandi lambs. First, the germination characteristics of control and irradiated corn seeds with different dosages of gamma ray (25, 50, 100, 150 and 200 gray) were measured. After determining the appropriate dose, corn seeds were irradiated with gamma ray at 25 gray and cultivated in the field. At the end of the growth period, corn forage was harvested and ensiled in experimental and farm silages. In addition, the effects of feeding experimental silages on performance and blood metabolites of finishing Zandi lambs were determined. Experimental treatments were: 1) control; diet containing 20% non-irradiated corn silage and 2) diet containing 20% corn silage irradiated with 25 gray gamma ray. Irradiation with 25 dosage of gamma ray increased secondary roots, plumule and rootlet number in greenhouse condition as compared to other irradiation dosages ($P < 0.01$). Irradiated corn had higher levels of soluble carbohydrates, soluble protein and chlorophyll content in the field condition compared to control group ($P < 0.01$). Silage obtained from irradiated corn had higher crude protein content and lower pH compared to control ($P < 0.05$). Feeding irradiated corn silage increased final body weight and average daily gain and improved feed conversion ratio of fattening lambs ($P < 0.05$). Based on the results of the present study, irradiation of corn seeds with gamma ray improves corn silage quality and performance of fattening lambs.

Keywords: Corn forage, Finishing lamb, Gamma ray, Irradiation, Performance

مقدمه

تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی تأثیر پرتودهی بذر ذرت علوفه‌ای بر کیفیت علوفه و سیلاژ حاصل از آن انجام نشده است. لذا این آزمایش به منظور تعیین اثرات پرتودهی گاما بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ذرت و بررسی ارزش غذایی و تأثیر سیلاژ حاصل از آن بر عملکرد بره‌های پرواری زندی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در چهار مرحله صورت گرفت. در بخش اول، آزمایش جوانه‌زنی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۳ در معرض دزهای مختلف پرتوی گاما شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گری قرار گرفتند. بذرها به مدت یک دقیقه در هیپوکلریت سدیم خیسانده شدند و در هر پتری ۲۰ بذر بر روی کاغذ جوانه‌زنی واتمن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد به مدت ۵ روز در سه تکرار قرار گرفتند. سپس کل جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و تعداد ریشه‌های ثانویه اندازه‌گیری شدند. طول ریشه‌چه معادل دو میلی‌متر یا بیش‌تر به عنوان معیار بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد [۹].

در آزمایش دوم بذرهای ذرت شاهد (پرتوتابی نشده) و پرتوتابی شده در دز ۲۵ گری در پنج تکرار در مزرعه دانشکدگان ابوریحان دانشگاه تهران (واقع در روستای قزلاق پاکدشت) در ۳۰ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۸ کشت شدند. هدایت الکتریکی خاک ۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر، فاصله کاشت ۰/۱۲ سانتی‌متر × ۰/۷۵ سانتی‌متر و مساحت هر کرت ۹۹ مترمربع (۱۲ × ۸/۲۵ متر) بود. آبیاری (هدایت الکتریکی ۳/۹ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای هر هفت روز در طول فصل رشد انجام شد. نمونه‌های گیاهی در مرحله سومین برگ، مرحله ظهور ابریشم بلال و مرحله خمیری شدن دانه از

ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل وجود مواد قندی و نشاسته‌ای و عملکرد سیلویی بالا از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای در تغذیه نشخوارکنندگان به‌شمار می‌رود. این گیاهان در طول فصل رشد با تنش‌های زیستی و غیرزیستی مختلفی مواجه هستند که باعث کاهش عملکرد اقتصادی آن‌ها می‌شود. لذا اتخاذ راه‌کارهایی مانند پرتودهی بذر قبل از کاشت برای کاهش آثار این تنش‌ها و همچنین بهبود عملکرد کیفی و کمی علوفه پیشنهاد شده است.

اشعه گاما از پرتوهای یونیزه‌کننده است که به عنوان عامل محرک، اثرات قابل توجهی بر روند فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارد. اثر بیولوژیکی اشعه گاما از طریق تعامل با اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در سلول است که می‌تواند باعث فعال کردن گروهی از ژن‌ها و متعاقب آن تغییر مسیرهای متابولیکی شود. گزارش شده است که پرتوتابی بذر ذرت با اشعه گاما در دزهای کم‌تر از ۳۰۰ گری، گروهی از آنزیم‌ها را فعال می‌کند که مقاومت به تنش در گیاه را افزایش می‌دهند. بهترین نتایج در وزن گیاهچه و طول ریشه ذرت تحت تابش گاما با دز ۵۰ گری گزارش شده است [۵]. هم‌چنین پرتوتابی بذر گندم در دز ۱۰۰ گری باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌ویژه کلروفیل شده است [۲]. پرتودهی بذر تریتیکاله با دز تابش بین ۲ تا ۳۰ گری باعث بهبود صفات رشد (درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه و هیپوکوتیل) در مقایسه با گیاه شاهد شد [۱۵]. تأثیر پرتوتابی در گونه‌های مختلف بسته به شرایط بذر و شدت و سرعت پرتودهی متغیر است [۵]. برای مثال، در مطالعه‌ای پرتوتابی دزهای بالا (بیش‌تر از ۲۰۰ گری) در بذر ذرت باعث کاهش اندازه ریشه‌چه و ساقه‌چه شد [۷]. هم‌چنین در مطالعه‌ای پرتوتابی گاما با دزهای بالاتر از ۱۵۰ گری در بذر رازیانه کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را نشان داد [۱۷].

تولیدات دامی

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتابی شده با پرتو گاما و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های نر پروراری زندی

کیسه‌های نایلونی (از جنس پلی‌استر و در ابعاد ۱۰×۵ سانتی‌متر و با قطر منافذ ۴۵ میکرون) توزین و در سه تکرار طی زمان‌های صفر، هشت، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه انکوبه شد. برازش داده‌ها با استفاده از معادله ارسکوف-مکدونالد (رابطه ۱) انجام شد.

$$P = a + b(1 - e^{-ct}) \quad (1)$$

در این معادله a بخش محلول در آب؛ b بخش نامحلول و کند تجزیه‌شونده؛ c نرخ تجزیه‌پذیری (درصد در ساعت)؛ P میزان تجزیه‌پذیری در زمان t و e عدد نپرین (۲/۷۱۸) است. هم‌چنین تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک در نرخ عبور شکمبه‌ای دو درصد در ساعت برآورد شد.

جدول ۱. ترکیب مواد خوراکی در جیره آزمایشی

گوسفندان فیستوله‌شده

ماده خوراکی	مقدار (درصد)
جو	۱۲/۵
یونجه	۲۳
کاه گندم	۵۲
سبوس گندم	۱۱/۵
مکمل معدنی ویتامینه	۰/۳
نمک	۰/۲
دی‌کلسیم فسفات	۰/۵

* ترکیب معدنی و ویتامینه شامل ویتامین A (۷۵۰۰۰۰ IU/kg)، ویتامین D3 (۹۰۰۰۰ IU/kg)، ویتامین E (۲۷۵۰ IU/kg)، کلسیم (۱۲۵۰۰۰ mg/kg)، فسفر (۲۵۰۰۰ mg/kg)، منگنز (۳۵۰۰ mg/kg)، روی (۱۲۵۰۰۰ mg/kg)، کبالت (۱۵ mg/kg)، سلنیوم (۲۵ mg/kg)، ید (۴۵ mg/kg)، مس (۴۵۰۰ mg/kg)، آهن (۵۵۰ mg/kg)، آنتی‌اکسیدان (۱۰۰۰ gr).

در مرحله آخر این مطالعه، تأثیر سیلاژ ذرت حاصل از بذر پرتوتابی شده و شاهد (پرتوتابی نشده) بر عملکرد بره‌های پروراری زندی بررسی شد. برای این منظور تعداد ۱۲ راس بره نر از شیرگرفته شده با میانگین سن 10 ± 12 روز و میانگین وزن $1/2 \pm 32/2$ کیلوگرم به صورت

جوان‌ترین برگ کاملاً باز شده برداشت و کلروفیل a ، b ، کلروفیل کل، کربوهیدرات محلول و پروتئین محلول اندازه‌گیری شد. مقدار $0/1$ گرم برگ پودر شده با $1/5$ میلی‌لیتر استون 80 درصد به مدت 10 دقیقه با سرعت 10000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس جذب نور در 663 و 646 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر خوانده و با استفاده از معادلات موجود مقادیر کلروفیل کل، a و b محاسبه شد [۱۳]. قند محلول توسط اتانول 80 درصد و غلظت کربوهیدرات‌های محلول توسط معرف آنترون و دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 620 نانومتر قرائت شد [۱۰]. برای اندازه‌گیری کل پروتئین محلول از روش برادفورد و قرائت جذب در طول موج 595 نانومتر استفاده شد [۶].

در مرحله سوم آزمایش، علوفه ذرت پس از برداشت توسط دستگاه چاپر، خرد و به محل ذخیره سیلو منتقل شد. مقداری از علوفه هر دو تیمار در سیلوهای آزمایشی از جنس لوله پلی‌اتیلن (چهار تکرار به‌ازای هر تیمار) و مابقی علوفه در سیلوی روزمینی در مزرعه سیلو شدند. دو ماه بعد از سیلوکردن ویژگی‌های سیلاژهای آزمایشی شامل میزان ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام [۳]، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی [۱۶]، pH و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری تعیین شدند.

برای تعیین تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژهای آزمایشی از کیسه‌های نایلونی و با استفاده از سه رأس گوسفند نر اخته فیستوله‌گذاری شده (زندی) با میانگین وزن 3 ± 40 کیلوگرم استفاده شد. به گوسفندان در دو نوبت صبح و بعدازظهر و در ساعات هشت و 16 و در هر نوبت جیره‌ای حاوی کاه، یونجه، جو و سبوس و در حد احتیاجات نگهداری داده شد (جدول ۱). برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری، پنج گرم نمونه خشک در

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

خون‌گیری از بره‌ها در روزهای صفر، ۳۷ و ۶۳ آزمایش و از رگ وداج گردنی انجام شد. گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، تری‌گلیسرید، کلسترول، LDL و HDL توسط کیت‌های شرکت پارس آزمون و با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند. وزن‌کشی بره‌ها در ابتدای آزمایش و هر دو هفته یکبار و مصرف خوراک به‌صورت روزانه برای تعیین میانگین افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی انجام شد. در پایان دوره، بره‌ها پس از طی ۲۰ ساعت گرسنگی وزن‌کشی و سپس کشتار شدند. وزن لاشه، دنبه، چربی احشایی، کبد، کلیه، قلب، بیضه و دستگاه گوارش خالی با ترازوی دیجیتال با دقت ۵ گرم اندازه‌گیری شد. قابلیت هضم ظاهری جیره مصرف‌شده به‌روش خاکستر نامحلول در اسید (AIA) تعیین شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شد. آنالیز داده‌های عملکرد و فراسنجه‌های خون با رویه داده‌های تکرار شده در زمان با استفاده از Mixed Model و براساس رابطه (۲) و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \delta_{ij} + t_k + (T \times t)_{ik} + e_{ijk} \quad (2)$$

که در این رابطه Y_{ijk} مقدار هر مشاهده؛ μ میانگین کل؛ T_i اثر تیمار؛ δ_{ij} خطای تصادفی با میانگین صفر و واریانس σ^2 ؛ t_k اثر زمان نمونه‌گیری؛ $(T \times t)_{ik}$ اثر متقابل زمان در تیمار و e_{ijk} خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

در آزمایش جوانه‌زنی، پس از پرتوتابی در سطوح مختلف و با توجه به مشاهدات مستقیم بر روی گیاهان آزمایشی، اثری از جهش در گیاهان مورد مطالعه مشاهده نشد. تأثیر دزهای مختلف پرتوتابی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ذرت در جدول (۳) آورده شده است. با افزایش دزهای پرتوتابی

تصادفی در دو گروه در جایگاه انفرادی قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی حاوی ۲۰ درصد سیلاژ شاهد (پرتوده‌ی نشده) و سیلاژ حاصل از بذر پرتوده‌ی شده بود (جدول ۲). پس از دو هفته دوره عادت‌پذیری، جیره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط و دسترسی آزاد در اختیار حیوانات قرار گرفت. در طول مدت انجام آزمایش (۶۵ روز) جیره‌ها دو نوبت در ساعت‌های ۷ صبح و ۵ بعدازظهر در اختیار دام‌ها قرار گرفت. باقیمانده خوراک نیز روزانه جمع‌آوری و توزین شد.

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

ماده خوراکی	شاهد	پرتوتابی شده
جو	۴۵	۴۵
یونجه	۲۰	۲۰
سیلاژ ذرت	۲۰	۲۰
سبوس گندم	۱۴	۱۴
مکمل معدنی ویتامینه	۰/۳	۰/۳
نمک	۰/۲	۰/۲
سنگ آهک	۰/۵	۰/۵
ترکیب شیمیایی (درصد، محاسبه شده)		
ماده خشک	۶۶/۹	۶۷/۵
پروتئین خام	۱۳/۷	۱۳/۵
ماده آلی	۹۲/۷	۹۲/۵
NDF	۳۶/۶	۳۶/۲
ADF	۲۲/۱	۲۲/۱
عصاره اتری	۶/۶	۶/۴

* ترکیب معدنی و ویتامینه شامل: ویتامین A (۷۵۰۰۰۰ IU/kg)، ویتامین D3 (۹۰۰۰۰ IU/kg)، ویتامین E (۲۷۵۰ IU/kg)، کلسیم (۱۲۵۰۰۰ mg/kg)، فسفر (۲۵۰۰۰ mg/kg)، منگنز (۳۵۰۰ mg/kg)، روی (۳۵۰۰ mg/kg)، مس (۴۵۰۰ mg/kg)، کبالت (۱۵ mg/kg)، سلنیوم (۲۵ mg/kg)، ید (۴۵ mg/kg)، آهن (۵۵۰ mg/kg)، آنتی‌اکسیدان (۱۰۰۰ gr).

- شاهد: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتوده‌ی و پرتوتابی‌شده: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتوده‌ی شده.

تولیدات دامی

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتابی شده با پرتو گاما و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های نر پروراری زندی

اثر پرتوتابی گاما (با دز ۲۵ گری) بر غلظت مواد محلول برگ ذرت کشت‌شده در مزرعه در جدول (۴) آورده شده است. پرتوتابی باعث افزایش غلظت مواد محلول در برگ ذرت شد به طوری که شاخص‌های کلروفیل، میزان کربوهیدرات و پروتئین محلول در تیمار پرتوتابی شده بیش‌تر بود ($P < 0.05$). گزارش شده است که پرتوتابی گاما باعث تغییر در ساختار سلولی و متابولیسم گیاه از طریق اتساع تیلاکوئید غشا، تغییر در فتوسنتز، تعدیل سیستم ضد اکسیداتیو و تجمع ترکیبات فنلی ساختاری سلول‌های گیاهی تحت تابش می‌شود [۱۱]. در مطالعه‌ای محتوای بیوشیمیایی سلولی با افزایش دز پرتو گاما تا ۵۰ گری در گونه گیاهی *B. inermis* افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a و b در تیمار ۲۰ گری مشاهده شد. این نتایج نشان‌دهنده افزایش رنگدانه‌های کلروفیل در دزهای پایین است که باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌شود. بالاتر بودن نرخ و ظرفیت فتوسنتزی در پرتودهی با دز پایین می‌تواند باعث افزایش سرعت رشد و تولید بیوماس بیش‌تر در کشت گونه‌های مختلف گیاهی شود. هم‌چنین، بهبود متغیرهای بیوشیمیایی مانند میزان پرولین، پروتئین و کربوهیدرات محلول می‌تواند در جهت افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقاومت بیش‌تر گیاه برای رشد در شرایط ناپایدار محیطی عمل کند [۱].

تعداد ریشه‌های ثانویه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت ($P < 0.01$). درصد جوانه‌زنی، تعداد ریشه‌های ثانویه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در تیمار ۲۵ گری تفاوتی با گروه شاهد نداشت. تأثیر پرتو به ویژگی‌های گیاه (رقم، مرحله رشد، ساختار بافت و سازمان ژنوم) و ویژگی‌های تابش (کیفیت، دز، مدت قرارگرفتن در معرض) مربوط است. در مطالعه‌ای پرتوتابی گاما در دزهای بالا (بیش‌تر از ۲۰۰ گری) در ذرت باعث کاهش اندازه ریشه‌چه و ساقه‌چه شد [۷]. هم‌چنین، پرتوتابی گاما با دزهای بالاتر از ۱۵۰ گری در رازیانه کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را نشان داد [۱۷]. که نتایج مطالعه حاضر این مطلب را تأیید می‌کند. دلیل کاهش شاخص‌های ریشه در اثر پرتودهی با دز بالا، افزایش تولید هورمون (ایندول ۲، استیک‌اسید) پس از پرتودهی ذکر شده است [۸]. در عین حال مشابه نتایج این مطالعه پرتودهی با دز تابش بین ۲ تا ۳۰ گری باعث افزایش صفات رشد (درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه و هیپوکوتیل) در گیاه تریتیکاله در مقایسه با گیاه شاهد شد [۱۵]. نتایج این مطالعه و سایر گزارش‌ها نشان می‌دهد که تیمار بذر پرتوتابی شده با اشعه گاما کم‌تر از ۲۵ تا ۳۰ گری محرک رشدونمو گیاه و در دز بالاتر از ۱۰۰-۷۰ گری، منجر به کاهش شدید شاخص‌های رشد ریشه می‌شود. لذا با توجه به نتایج به‌دست‌آمده طول موج ۲۵ گری برای پرتودهی ذرت در مراحل بعد آزمایش انتخاب شد.

جدول ۳. تأثیر پرتوتابی گاما بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ذرت

P value	SEM	دزهای پرتوتابی						
		۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	صفر	
۰/۹	۱/۸۸	۹۵/۲	۹۷/۲	۹۵/۸	۹۸/۶	۹۵/۸	۹۷/۲	درصد جوانه‌زنی
<۰/۰۱	۰/۱۳	۲/۹۰ ^c	۲/۸۵ ^c	۳/۱۷ ^{bc}	۳/۵۰ ^b	۴/۳۷ ^a	۴/۲۷ ^a	تعداد ریشه‌های ثانویه
<۰/۰۱	۰/۰۲	۶/۱۰ ^d	۶/۲۳ ^{cd}	۶/۸۹ ^{bc}	۷/۳۷ ^{ab}	۸/۰۸ ^a	۸/۳۲ ^a	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)
۰/۰۳	۰/۱۵	۳/۶۸ ^b	۳/۷۴ ^{ab}	۳/۸۶ ^b	۴/۰۵ ^{ab}	۴/۳۰ ^a	۴/۱۴ ^{ab}	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

جدول ۴. تأثیر پرتوتابی بذر بر صفات شیمیایی گیاه ذرت (میلی گرم/ گرم وزن خشک)

متغیر	شاهد	پرتوتابی شده	SEM	P value
کلروفیل a	۱۶/۴۳ ^b	۱۸/۷۳ ^a	۰/۴۰	۰/۰۱
کلروفیل b	۱۳/۰۹ ^b	۱۶/۰۱ ^a	۰/۶۵	۰/۰۱
کلروفیل کل	۲۹/۷۰ ^b	۳۴/۷۰ ^a	۰/۸۳	۰/۰۱
کربوهیدرات‌های محلول در آب	۴۴۹/۶ ^b	۶۱۶/۰ ^a	۲۱/۵۴	۰/۰۱
پروتئین محلول	۱۲/۲۵ ^b	۱۴/۴۳ ^a	۰/۷۳	۰/۰۴

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: گیاه ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتودهی و پرتوتابی‌شده: گیاه ذرت حاصل از کاشت بذر پرتودهی‌شده.

دزهای ۱۰۰ تا ۳۰۰ گری را افزایش مقدار کربوهیدرات محلول و ترکیبات معدنی و ویتامینی علوفه سورگوم گزارش کردند. اما در آزمایشی پرتوتابی بذور ارزن، سورگوم و سه هیبرید ذرت با سطوح مختلف پرتو گاما تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک سیلاژ آن‌ها به روش آزمایشگاهی نداشت [۴]. در این آزمایش به‌نظر می‌رسد که فراهمی بیش‌تر ترکیبات کربوهیدراته و پروتئین محلول در تیمار پرتوتابی‌شده (جدول‌های ۴ و ۵) باعث افزایش میزان بخش سریع تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک سیلاژ شده است.

طبق جدول (۷)، به‌جز گلوکز سایر متابولیت‌های خونی بره‌های آزمایشی تحت تأثیر جیره‌های مورد مطالعه قرار نگرفت. مقدار گلوکز در گروه تیمار کم‌تر از گروه شاهد بود ($P < 0/05$).

مقدار قابلیت هضم مواد مغذی جیره در جدول (۸) نشان داده شده است. قابلیت هضم ماده خشک جیره بره‌های تیمار آزمایشی بالاتر از بره‌های تیمار شاهد بود ($P = 0/04$). در عین حال، قابلیت هضم سایر مواد مغذی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. احتمالاً بهبود دسترسی به مواد مغذی جیره‌های حاوی سیلاژ پرتودهی‌شده باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک جیره به‌دنبال افزایش تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک سیلاژ (جدول ۶) شده است.

اثر تیمار آزمایشی بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت به‌جز پروتئین خام معنی‌دار نبود (جدول ۵). سیلاژ ذرت حاصل از بذور پرتوتابی‌شده مقدار pH کم‌تری نسبت به تیمار شاهد داشت ($P < 0/05$). کم‌تر بودن pH در سیلاژ ذرت حاصل از بذور پرتوتابی‌شده را می‌توان با بالابودن کربوهیدرات‌های محلول و در نتیجه تخمیر شدیدتر در آن‌ها و در نتیجه افزایش اسیدهای آلی نسبت داد [۴].

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود پرتوتابی باعث افزایش بخش سریع تجزیه (a) سیلاژ شد ($P = 0/05$), اما تأثیری بر بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) نداشت. هم‌چنین مقدار تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک در نرخ عبور شکمبه‌ای دو درصد در ساعت در سیلاژ حاصل از بذور پرتوتابی‌شده بیش‌تر از شاهد بود ($P < 0/05$). مطالعات نشان داده است که بخش سریع تجزیه همبستگی بالایی با مقدار پروتئین دارد [۱۴]، لذا بیش‌تر بودن بخش‌های محلول در سیلاژ پرتوتابی‌شده می‌تواند باعث افزایش بخش a سیلاژ تیمار شود. در آزمایشی [۱۵] در مقایسه فراسنجه‌های تولید گاز علوفه سورگوم حاصل از پرتوتابی بذر با دزهای ۱۰۰ تا ۲۰۰ گری با گروه شاهد، افزایش در فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم ماده خشک مشاهده شد. این پژوهش‌گران دلیل این افزایش در فراسنجه‌های تخمیر پس از پرتوتابی با

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتایی‌شده با پرتو گاما و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های نر پرواری زندی

جدول ۵. اثر پرتوتایی بذر بر ترکیب شیمیایی و pH سیلاژ ذرت

P value	SEM	سیلاژ ذرت		متغیر
		پرتوتایی‌شده	شاهد	
۰/۹۳	۲/۹	۲۶/۶۰	۲۶/۹۴	ماده خشک (درصد)
۰/۱۷	۱/۴	۹۸/۹۶	۹۶/۰۰	ماده آلی (درصد)
۰/۶۵	۵/۴	۴۹/۵۱	۴۹/۸۸	NDF (درصد)
۰/۳۸	۱/۴۶	۳۲/۲۴	۳۵/۵۱	ADF (درصد)
۰/۰۱	۰/۱۸	۱۰/۴۴ ^a	۹/۲۳ ^b	پروتئین خام (درصد)
۰/۴۸	۰/۷۳	۵/۳۲	۴/۵۷	عصاره اتری (درصد)
۰/۰۱	۰/۰۵	۴/۵۱ ^b	۴/۷۶ ^a	pH

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتو دهی و پرتوتایی شده: سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتو دهی شده.

جدول ۶. اثر پرتوتایی بذر بر فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک سیلاژ ذرت

P value	SEM	سیلاژ ذرت		فراسنجه
		پرتوتایی‌شده	شاهد	
۰/۰۵	۰/۰۲۸	۱۸/۴ ^a	۱۳/۲ ^b	a
۰/۱۳	۰/۰۸	۶۴/۲	۶۲/۳	b
۰/۳۱	۰/۰۱	۸/۵	۷/۱	c (در ساعت)
۰/۰۴	۰/۰۶	۷۰/۳ ^a	۶۱/۴ ^b	تجزیه پذیری مؤثر (درصد)

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتو دهی و پرتوتایی شده: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتو دهی شده.

جدول ۷. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر متابولیت‌های خونی (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) بره‌ها

P value				SEM	پرتوتایی‌شده	شاهد	متغیر
	تیمار × زمان	زمان	تیمار				
۰/۶۴	۰/۰۱	۰/۰۲	۲/۶۵	۷۱/۸۳ ^b	۸۳/۵ ^a	گلوکز	
۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۴۰	۲/۵۲	۳۶/۰۰	۳۹/۳۳	کلسترول	
۰/۹۳	۰/۰۷	۰/۵۴	۲/۶۰	۲۱/۰۸	۱۸/۶۷	تری‌گلیسرید	
۰/۶۲	۰/۱۹	۰/۲۴	۲/۲۳	۳۱/۳۷	۲۷/۲۱	نیترژن اوره‌ای	
۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۲۹	۱/۶۰	۹/۲۰	۱۱/۸۵	لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)	
۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۳۵	۰/۸۰	۲۲/۵۸	۲۳/۷۵	لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)	
۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۴۰	۰/۴۵	نسبت HDL به LDL	
۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۴۰	۱/۰۷	۱/۵۹	۱/۶۴	نسبت کلسترول به HDL	

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتو دهی و پرتوتایی شده: سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتو دهی شده.

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

جدول ۸. قابلیت هضم ظاهری جیره‌های آزمایشی در

بره‌های پرواری

P value	SEM	گروه آزمایشی		صفت
		تیمار	شاهد	
۰/۰۴	۱/۴	۶۹/۷ ^a	۶۴/۳ ^b	ماده خشک (درصد)
۰/۴۱	۱/۱	۵۸/۱	۵۹/۷	پروتئین خام (درصد)
۰/۹۶	۱/۴	۴۸/۳	۴۸/۲	NDF (درصد)
۰/۵۴	۱/۶	۳۸/۱	۳۹/۷	ADF (درصد)
۰/۰۳	۲/۱	۵۰/۸	۵۲/۱	عصاره اتری (درصد)

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتودهی و پرتوتابی‌شده: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتودهی‌شده.

سایر گیاهان بر عملکرد دام‌های پرواری توسط نگارندگان یافت نشد. با توجه به این‌که تفاوت معنی‌داری در مصرف ماده خشک بین گوسفندان گروه شاهد و تیمار وجود نداشت می‌توان افزایش وزن نهایی، بهبود میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی را به افزایش تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک (جدول ۶) و تفاوت کیفی دو سیلاژ نسبت داد که در نهایت باعث بهبود قابلیت هضم ماده خشک کل جیره آزمایشی (جدول ۸) شده است. هم‌چنین در مطالعه حاضر تنها تفاوت ترکیبات شیمیایی در دو سیلاژ شاهد و سیلاژ حاصل از بذور پرتوتابی‌شده مربوط به پروتئین خام بود و تفاوتی در محتوای الیاف آن‌ها مشاهده نشد. همبستگی مثبتی بین مقدار پروتئین علوفه و مقدار انرژی خام و قابل هضم در گوسفند گزارش شده است [۱۸]. طبق نظر ارسکوف و همکاران [۱۲] که معتقدند افزایش پروتئین و میزان مواد محلول در ماده خشک گیاه سبب افزایش تجزیه‌پذیری جیره خواهد شد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که سیلاژ حاصل از بذر پرتوتابی‌شده به‌دلیل قابلیت هضم بیشتر باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک جیره آزمایشی و در نهایت بهبود عملکرد تولیدی بره‌های پرواری شده است.

مطابق جدول (۹)، میانگین وزن پایان پروار و افزایش وزن روزانه در بره‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی سیلاژ حاصل از بذر پرتوتابی‌شده بیش‌تر از شاهد بود ($P < 0.05$). هم‌چنین ضریب تبدیل غذایی برای بره‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی سیلاژ حاصل از بذور پرتوتابی‌شده در مقایسه با شاهد تمایل به کاهش داشت ($P = 0.07$). وزن لاشه و اجزای آن تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نداشت (جدول ۱۰). گزارشی از تأثیر سیلاژ حاصل از پرتوتابی بذور ذرت یا

جدول ۹. اثر جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از بذر پرتوتابی‌شده بر صفات عملکردی بره‌های آزمایشی

P value	SEM	گروه آزمایشی		متغیر
		پرتوتابی‌شده	شاهد	
۰/۹۴	۱/۱۹	۳۳/۳	۳۳/۸	وزن اولیه (کیلوگرم)
۰/۰۵	۱/۰۶	۴۶/۵	۴۲/۸	وزن پایانی (کیلوگرم)
۰/۳۹	۶۰/۲	۱۷۹۰/۱	۱۷۴۰/۰	مصرف خوراک روزانه (گرم)
۰/۰۴	۱۴/۱	۲۰۱/۲	۱۴۶/۵	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم)
۰/۰۷	۰/۶۸	۸/۸	۱۰/۲	ضریب تبدیل غذایی

a-d: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتودهی و پرتوتابی‌شده: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتودهی‌شده.

تولیدات دامی

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و تغذیه‌ای سیلاژ ذرت علوفه‌ای حاصل از بذر پرتوتایی شده با پرتو گاما و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های نر پرواری زندی

جدول ۱۰. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر وزن و برخی اجزای لاشه (کیلوگرم) بره‌های پرواری

P value	SEM	پرتوتایی شده	شاهد	متغیر
۰/۴۵	۰/۸۴	۱۸/۱۷	۱۷/۱۹	لاشه (بدون دنبه)
۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۱۶	چربی احشایی
۰/۳۶	۰/۴۰	۲/۷۹	۳/۳۴	دنبه
۰/۵۳	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۲۸	بیضه
۰/۹۱	۰/۰۳	۰/۶۰	۰/۶۰	کبد
۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۱	کلیه
۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۲۰	قلب
۰/۵۴	۰/۰۲	۰/۴۷	۰/۴۵	شش
۰/۷۲	۰/۳۹	۴/۸۸	۴/۷۳	دستگاه گوارش خالی

d-t: تفاوت اعداد با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شاهد: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر بدون پرتو دهی و پرتوتایی شده: جیره حاوی سیلاژ ذرت حاصل از کاشت بذر پرتو دهی شده.

and biochemical parameters of plants in two species of *Bromus inermis* and *B. tomentellus*. Marta, 8(2): 137-147.

- Aly AA, Maraai RW and Ayadi S (2018) Some biochemical changes in two Egyptian bread wheat cultivars in response to gamma irradiation and salt stress. *Bulgarian Journal of Agriculture Science*, 24(1): 50-59.
- AOAC International (1990) Official Methods of Analysis. (15th ed.) AOAC International, Arlington, VA.
- Bal MA, Coors JG and Shaver RD (1997) Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on Intake, Digestion, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 80: 2497-2503.
- Beyaz R, Kahramanogullari CT, Yildiz C, Darcin ES and Yildiz M (2016) The effect of gamma radiation on seed germination and seedling growth of *Lathyrus chrysanthus* Boiss. Under in vitro conditions. *Journal of Environmental Radioactivity*, 162: 129-133.
- Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Delia M, Damian G, Cosma C and Cristea V (2013) Gamma radiation effects on seed germination, growth and pigment content, and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). *Journal of Biological Physics*, 39: 625-634.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پرتوتایی بذر ذرت در دزهای پایین (۲۵ گری) باعث بهبود صفات کیفی علوفه (میزان کلروفیل، کربوهیدرات و پروتئین محلول) و سیلوی ذرت (کاهش pH و افزایش پروتئین خام) می‌شود. لذا توصیه می‌شود از علوفه یا سیلوی حاصل از علوفه بذر ذرت پرتوتایی شده در تغذیه بره‌های پرواری استفاده شود.

تشکر قدردانی

از مدیریت پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج به‌خاطر همکاری و هم‌چنین پرسنل مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده‌گان ابوریحان دانشگاه تهران، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh A, Dianati G and Naseryan Khyabani B (2014) Effect of seed irradiation with gamma ray on some physiological properties

8. Jan S, Parween T, Siddiqi TO and Zafar M (2010) Gamma radiation effects on growth and yield attributes of *Psoralea corylifolia* L. with reference to enhanced production of psoralen. *Plant Growth Regulation*, 64: 163-171.
9. Karimzadeh Soureshjani H, Bahador M, Tadayon M and Ghorbani Dehkordi A (2019) Modelling seed germination and seedling emergence of flax and sesame as affected by temperature, soil bulk density, and sowing depth. *Industrial Crops and Products*, 141: 111770.
10. Kerepesi I, Toth M and Boross L (1996) Water-soluble carbohydrates in dried plant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(10): 3235-3239.
11. Marcu D (2013) Gamma radiation effects on seed germination, growth and pigment content, and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). *Journal of biological physics*, 39: 625-634.
12. Ørskov ER, Reid GW and Kay M (1988) Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Animal Production*, 46: 29-34.
13. Porra RJ (2002) The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, 73(1): 149-156.
14. Repetto J, Gonzalez J, Cajarville C, Alvir M and Rodriguez C (2003) Relationship between ruminal degradability and chemical composition of dehydrated lucerne. *Animal Research*, 52: 27-36.
15. Teguh W, Nugrahini S, Hardani W and Sugoro I (2018) Low Irradiation Dose for Sorghum Seed Sterilization: Hydroponic Fodder System and In Vitro Study. *Buletin Peternakan*, 42 (3): 215-221.
16. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
17. Verma AK, Sharma S, Kakani RK, Meena RD and Choudhary S (2017) Gamma Radiation Effects Seed Germination, Plant Growth and Yield Attributing Characters of Fennel (*Foeniculum vulgare*) Mill. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5): 2448-2458.
18. Yang C, Gao P, Hou F, Yan T, Chang S, Chen X and Wang Z (2018) Relationship between chemical composition of native forage and nutrient digestibility by Tibetan sheep on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Journal of Animal Science*, 96: 140-1149.