Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

The effect of replacing rice straw with wheat straw on growth performance, digestibility, fermentation parameters, and intestinal histomorphometry in Fattening lambs

Saeid Safari[1], Mohammad Ebrahim Nooriyan Soroor[2*], Mohammad Mahdi Moeini[3], Nader Goodarzi[4]

[1]M.Sc student, Animal Department, Agriculture and Natural Resource Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
[2]Assistant Professor of Animal Department, Agriculture and Natural Resource Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: menooriyan@razi.ac.ir
[3]Associate Professor of Animal Department, Agriculture and Natural Resource Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran
[4]Assistant Professor, Department of Basic Sciences and Pathobiology, Faculty of veterinary medicine, Razi University, Kermanshah, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 11/09/2022
Revised: 01/20/2023
Accepted: 01/21/2023

Keywords:
Blood Parameters
Digestibility
Growth Characteristics
Intestinal Histomorphometry
Rice Straw

ABSTRACT

Background and Objectives: Studies have shown that the replacement of % 30 rice straw with alfalfa hay had no adverse effect on lamb performance as well as on goat and cow performance. The use of rice straw decreases the ration costs. In addition, it reduces environmental pollution. The purpose of this study was to indicate the effect of replacing rice straw with wheat straw on the fattening lamb performance, rumen fermentation, protozoa population, and some blood parameters.

Materials and Methods: In this research, the effect of replacing rice straw with wheat straw on the performance of fattening lambs was investigated. The 28 male lambs, with an average weight of 30kg, have been divided into four groups. The treatments were as follows: the control group which fed 70% concentrate and 30% wheat straw; the second group fed 70% concentrate with 30% rice straw; the third group, 70% concentrate with 30% straw (including 15% rice straw and 15% wheat straw); and the fourth group fed 70% concentrate and 30% rice straw enriched with urea. The feedstuffs characteristics, weight gain, feed digestibility, rumen fermentation, and blood parameters of lambs were measured in the fattening period.

Results: The results indicated that replacement of different levels of rice straw has no negative effect on the final weight, daily weight gain, feed conversion coefficient, dry matter intake, and economic coefficient of fattening lambs; Besides, this replacement has led to a significant increase in ruminal gas (digestibility) in lambs. Dry matter percentage, raw fat, protein, and ration consumed NDF of lambs did not affect by the replacement of different levels of rice straw. However, the addition of 30% of treated straw has led to a considerable reduction in the digestibility of the raw protein ration of the lambs. The total protein of serum in lambs increased significantly in rice straw groups. However, no change was

observed in blood urea nitrogen, cholesterol, and triglyceride. The small intestine histomorphometry parameters were improved by the addition of different levels of rice straw. The lambs receiving ration containing 15% rice straw+15% wheat straw, and 30% treated wheat straw, had higher *Dasytricha, Entodiniinae, Diplodiniinae, and Ophrioscolecinae* populations than the control group. Also, the rice straw treatments have led to a significant increase in total rumen Protozoa.

Conclusion: The rice straw can be utilized up to % 30 in fattening lambs' ration without any adverse effects.

Cite this article: Safari, S., Nooriyan Soroor, M.E., Moeini, M.M., Goodarzi, N. (2023). The effect of replacing rice straw with wheat straw on growth performance, digestibility, fermentation parameters, and intestinal histomorphometry in Fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 11 (1), 109-128.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2023.20766.1869
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

تأثیر جایگزینی کاه برنج به جای کاه گندم بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، تخمیر شکمبه و هیستومورفومتری روده بره‌های پرواری

سعید صفری[۱]، محمدابراهیم نوریان سرور[۲*]، محمدمهدی معینی[۳]، نادر گودرزی[۴]

[۱]کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
[۲]استادیار گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: menooriyan@razi.ac.ir
[۳]دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران،
[۴]استادیار گروه علوم پایه و پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱

واژه‌های کلیدی:
صفات رشد
فراسنجه‌های خونی
قابلیت هضم
کاه برنج
هیستومورفومتری روده

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از کاه برنج در تغذیه بره‌های پرواری علاوه بر افزایش حاشیه سود تا حدی به پاک‌سازی محیط‌زیست نیز کمک خواهد کرد. مطالعات نشان داده است که امکان جایگزینی یونجه (۳۰ درصد جیره) با کاه برنج بدون تأثیر سوء بر عملکرد رشد بره وجود دارد. همچنین اثر سطوح مختلف کاه برنج بر تخمیر شکمبه بزهای در حال رشد و گاوهای شیری نیز بررسی‌شده است. با توجه به تولید کافی کاه برنج در برخی از مناطق کشور و گران بودن علوفه، هدف از این مطالعه، بررسی امکان جایگزینی کاه برنج به جای کاه گندم و تأثیر آن بر صفات رشد، تخمیر شکمبه، جمعیت پروتوزآیی، فراسنجه‌های خونی و هیستومورفومتری (اندازه-گیری‌های بافت شناختی) روده بره‌های پرواری بود.

مواد و روش‌ها: به منظور مطالعه جایگزینی کاه برنج به جای کاه گندم بر تغذیه بره‌های پرواری، از تعداد ۲۸ رأس بره‌ی نر سنجابی با میانگین وزن ۳۰ کیلوگرم در چهار تیمار با ۷ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. جیره هر چهار تیمار با نسبت ۳۰ درصد علوفه و ۷۰ درصد کنسانتره بود. تیمارهای آزمایشی به ترتیب گروه شاهد با ۳۰ درصد کاه گندم، گروه دوم با۳۰ درصد کاه برنج، گروه سوم شامل ۱۵ درصد کاه برنج و ۱۵ درصد کاه گندم و گروه چهارم ۳۰ درصد کاه برنج غنی‌شده با اوره مصرف داشتند. صفات عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و تخمیر، جمعیت پروتوزوآیی و هیستومورفومتری روده در طی دوره‌ی ۷۲ روزه پروار اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل شدند.

نتایج: عملکرد رشد سه تیمار دارای کاه برنج تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. در فراسنجه‌های تخمیر تنها باعث افزایش گاز تولیدی (قابلیت هضم) شکمبه شد. تیمار ۳۰ درصد کاه برنج فرآوری شده باعث کاهش میزان قابلیت هضم پروتئین خام جیره شد. در فراسنجه‌های خونی؛ فقط پروتئین کل و گلوکز خون بره‌های دریافت‌کننده همه تیمارهای دارای کاه برنج بهبود یافت. افزودن سطوح مختلف کاه برنج باعث بهبود فراسنجه‌های هیستومورفومتری

(اندازه‌گیری‌های بافت شناختی) روده کوچک شد. جمعیت کل پروتوزوآی شکمبه بره‌های دریافت‌کننده جیره همه سطوح مختلف کاه برنج افزایش نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج کلی نشان داد که کاه برنج را می‌توان تا سی درصد در تغذیه بره‌های پروار بدون هیچ‌گونه تأثیر منفی بر دام استفاده کرد.

استناد: صفری، س.، نوریان سرور، م.ا.، معینی، م.م.، گودرزی، ن. (۱۴۰۲). تأثیر جایگزینی کاه برنج به‌جای کاه گندم بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، تخمیر شکمبه و هیستومورفومتری روده بره‌های پرواری. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۱)، ۱۲۸-۱۰۹

DOI: 10.22069/ejrr.2023.20766.1869

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کاه برنج در مناطقی از کشور تولیدشده و استفاده از آن در تغذیه بره‌های پرواری علاوه بر افزایش حاشیه سود تا حدی به پاک‌سازی محیط‌زیست نیز کمک خواهد کرد. کاه برنج با حدود ۵-۴ درصد پروتئین، دارای قابلیت هضم کل ۴۵ درصد بوده و در مقایسه کاه گندم و کاه جو(به ترتیب ۴۴ و۴۹ درصد قابلیت هضم) تفاوت چندانی ندارد (Tang و همکاران، ۲۰۰۸). برگ برنج دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد سیلیس می‌باشد و ذخیره و افزایش آن در دیواره سلولی گیاه برنج باعث ایستادگی برگ‌ها، افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Tang و همکاران، ۲۰۰۸). بررسی ۷ رقم کاه برنج نشان داد که بین قابلیت هضم ماده آلی در شرایط *in vitro* با محتوای سیلیس همبستگی منفی وجود داشت (Shen و همکاران، ۱۹۹۸). به نظر می‌رسد سیلیس زیاد در کاه برنج، قابلیت هضم مواد آلی را کاهش دهد (Balasta و همکاران، ۱۹۸۹). در بره‌های پرواری؛ سه جیره دارای شبدر(شاهد)، حاوی کاه برنج بدون فرآوری و کاه برنج فرآوری شده موردبررسی قرار گرفت. در این مطالعه مشخص شد که وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی شبدر (۴۹ کیلوگرم و۱۷۵ گرم در روز) و کاه برنج فرآوری شده (۴۸ کیلوگرم و ۱۷۵ گرم در روز) در مقایسه با بره‌های دریافت‌کننده جیره حاوی کاه برنج بدون فرآوری (۴۳ کیلوگرم و ۱۲۲ گرم در روز) بیشتر بود. ضریب تبدیل خوراک در گروه بره‌های دریافت‌کننده شبدر و کاه برنج فرآوری شده به ترتیب ۳۰/۵۸ و ۲۹/۷۰ درصد نسبت به بره‌های دریافت‌کننده جیره حاوی کاه برنج ساده بهبود (کاهش عددی) یافت (Abd El-Razik و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی Salama و همکاران(۲۰۱۱) نشان داد که امکان جایگزینی کاه برنج به‌جای یونجه (۳۰ درصد جیره) بدون تأثیر سوء بر عملکرد رشد بره، وجود دارد. در مطالعهWang و همکاران (۲۰۱۰) اثر سطوح مختلف کاه برنج (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در جیره) بر تخمیر شکمبه بزهای در حال رشد بررسی و مشخص گردید که افزایش سطح کاه برنج در جیره باعث افزایش pH، افزایش نسبت استات به پروپیونات و کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی (NH_3-N) مایع شکمبه شد. همچنین غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه تغییریافته و کمترین مقدار غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه مربوط به تیمار دارای۱۰ درصد کاه برنج بود. مطالعه Tang و همکاران (۲۰۰۵) در بزها نشان داد افزایش سطح کاه برنج در جیره غذایی؛ باعث افزایش استات و ایزووالرات و در مقابل باعث کاهش پروپیونات و نیتروژن آمونیاکی (NH_3-N) شد. از سوی دیگر در بره‌ها کاهش کاه برنج در جیره غذایی باعث افزایش هضم مواد مغذی و فعالیت جویدن آن‌ها شد (Fimbres و همکاران، ۲۰۰۲). محققین اثر یونجه، کاه برنج، کاه گندم و ذرت علوفه‌ای بر گاز تولیدی شکمبه گاوها را بررسی کرده و اعلام نمودند که گاز تولیدی شکمبه گاوهای دریافت‌کننده کاه برنج بیشتر از گاوهای دریافت‌کننده کاه گندم و ذرت علوفه‌ای و کمتر از یونجه بود (Tang و همکاران، ۲۰۰۵). لذا با توجه به تولید کافی کاه برنج در برخی از مناطق کشور و گران بودن علوفه، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر جایگزینی کاه برنج به‌جای کاه گندم بر صفات رشد، تخمیر شکمبه، فراسنجه‌های خونی و هیستومورفومتری (اندازه‌گیری‌های بافت شناختی) روده بره‌های پرواری بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۲۸ رأس بره نر ۵-۴ ماهه‌ی سنجابی بر اساس میانگین وزن اولیه (میانگین وزن ۳۲ کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار

و هر تیمار ۷ تکرار دسته‌بندی شدند. در طی تمام دوره ۸۶ روزه مطالعه (۱۴ روز سازگاری و ۷۲ روز آزمایش اصلی) دام‌ها دسترسی آزاد به آب داشتند و کلیه عملیات بهداشتی تزریق واکسن آنتروتوکسمی(دومرتبه) و انگل تراپی (سه مرتبه) در طی دوره سازگاری انجام گرفت. گروه ۱ (شاهد) دارای ۳۰ درصد کاه گندم، تیمار ۲ شامل ۳۰ درصد کاه برنج، تیمار ۳ شامل ۱۵ درصد کاه برنج و۱۵ درصد کاه گندم و تیمار ۴ شامل ۳۰ درصد کاه برنج فرآوری شده با اوره بود (جدول۱). نیاز بره‌های پرواری بر اساس توصیه‌های NRC 2007 تنظیم و خوراک روزانه موردنیاز بره‌ها به‌صورت در حد اشتها در سه وعده و در ساعات ۸، ۱۴ و ۱۹ توزیع شد.

جدول ۱- اجزای جیره (ماده خشک) و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients (Dry Matter) and chemical composition of experimental diets

تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				
کاه برنج غنی‌شده با اوره treatment Rice Straw with urea	کاه برنج و کاه گندم Rice Straw and Wheat Straw	کاه برنج Rice Straw	کاه گندم Wheat Straw	اجزاء جیره Diet ingredients
0.00	15.00	0.00	30.00	کاه گندم Wheat straw
0.00	15.00	30.00	0.00	کاه برنج Rice Straw
30	0.00	0.00	0.00	کاه برنج فرآوری شده Treated Rice Straw
30.00	30.00	30.00	30.00	ذرت Corn
21.00	21.00	21.00	21.00	جو Barley
10.00	10.00	10.00	10.00	کنجاله سویا Soybean Meal
6.00	6.00	6.00	6.00	پساب ملاس (ویناس) Molasses vinasse
1.50	1.50	1.50	1.50	مکمل بافری Buffer Supplementation
0.25	0.25	0.25	0.25	دی کلسیم فسفات Di-calcium Phosphate
0.25	0.25	0.25	0.25	نمک Salt
1.00	1.00	1.00	1.00	مکمل معدنی و ویتامین Mineral and vitamin Premix
				ترکیب شیمیایی (درصد) Chemical composition %
92.3	91.6	91.7	92.8	ماده خشک Dry Matter
82.2	81.2	81.3	81.6	ماده آلی Organic Matter
10.1	10.4	10.4	11.2	خاکستر Ash
15.2	14.1	14.7	14.1	پروتئین خام Crude Protein
1.03	1.07	1.04	1.80	چربی خام Ether Extract
39.63	39.58	39.58	39.58	NDF
2..48	2.47	2.46	2.48	ME (مگاکالری/کیلوگرم ماده خشک) Mcal/kgDM

ME= انرژی متابولیسمی. بر اساس آنالیز جیره محاسبه‌شده است. ترکیب مکمل معدنی: کلسیم۱۰۰، فسفر ۴۰، منیزیم۲۰ گرم و روی ۴۷۶۵، کبالت ۵۰ ، ید ۷۱/۵ ، سلنیوم ۳۵/۵ ، منگنز ۳۰۰۰، مس ۱۱۹۰،بیوتین ۵۰ ، کولین پوشش‌دار ۷۰۰۰۰. ویتامین E ۳۰۰۰ ، ویتامین A۹۵۵۰۰۰ و ویتامینD_3 ۲۰۰۰۰ واحد بین‌المللی.

ME: Metabolisable Energy. This index calculated by ration analysis. Mineral ingredients: Ca 100, P 40, Mg 20 gr and Zn 4765, Co 50, I 71.5, Se 35.5, Mn 3000, Cu 1190, Biotin 50, protected choline 70000 and. Vitamin E 3000, A 955000 and D_3 20000 IU.

در این بررسی عملکرد رشد و خوراک دام (وزن اولیه، وزن نهایی، افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل) و قابلیت هضم خوراک بررسی شد. وزن بره‌ها هر دو هفته یک بار به‌صورت ناشتا ثبت شد. مدت ۱۲ ساعت قبل از وزن‌کشی دسترسی دام به آب و خوراک گرفته شد. خوراک مصرفی و باقی‌مانده روزانه محاسبه و ثبت شد. افزایش وزن روزانه به دو روش محاسبه شد. در روش اول، بر اساس تفاوت وزن اول و پایان دوره، تقسیم بر کل دوره ۷۲ روز، برحسب گرم در روز محاسبه شد. ضریب تبدیل نیز بر اساس داده‌های همین روش محاسبه شد که برابر است یا حاصل تقسیم افزایش وزن کل دوره بر ماده خشک مصرفی کل دوره. درروش دوم و با هدف حذف اثر زمان بر رشد بره‌ها، افزایش وزن روزانه هر بره بر اساس روش رگرسیون رشد (وزن پایان هر دوره وزن‌کشی: متغیر y) در زمان (روز وزن‌کشی: متغیر x) نیز با نرم‌افزار اکسل محاسبه شد. به همین منظور باید معادله خط رگرسیونی y=a+bx را تشکیل و مقدار عددی b معرف مقدار رشد روزانه برحسب کیلوگرم است.

قابلیت هضم مواد مغذی خوراک با استفاده از جایگاه‌های متابولیکی و به مدت ۱۵ روز و هر تیمار ۳ رأس بررسی شد. آنالیز تعیین درصد مواد مغذی به روش رایج انجمن رسمی شیمی‌دانان کشاورزی (۲۰۰۵) صورت گرفت. در پایان دوره مایع شکمبه از لوله مری اخذ و شاخص اسیدیته مایع شکمبه توسط دستگاه pH متر قلمی سیار- چین (GRAIGAR Shenzhen Graigar Technology Co) در همان لحظه و محل سالن بره‌های پرواری اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های مایع شکمبه همه بره‌ها با استفاده از معرف‌های فنل- هیپوکلریت، استاندارد آمونیاک و با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول‌موج ۶۳۰ نانومتر قرائت گردید (Broderick و Kang، ۱۹۸۰). اسیدهای چرب فرار کل (میلی‌مول بر ۲۰۰ میلی‌گرم) با استفاده از دستگاه مارخام و Barnet و Reid، (۱۹۵۷) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های منجمد شده (در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) از مایع شکمبه بعد از یخ گشایی مورداستفاده قرار گرفت. ابتدا آزمون گاز تست بر اساس روش Menke و Steingass (۱۹۸۸) و روش تغییریافته Vercoe و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد و سپس انرژی قابل متابولیسم بر اساس رابطه زیر برآورد شد.

$$ME_{(MJ/kg\ DM)} = 2.20 + (0.136 \times Gp) + (0.0057 \times CP) + (0.00029 \times EE^2)$$

که در این رابطه:ME= انرژی قابل سوخت ساز، Gp=گاز تولیدی (میلی‌لیتر)، CP= پروتئین خام، EE= چربی خام (عصاره اتری)

شمارش و مطالعه جمعیت پروتوزوآ با استفاده از روش Dehority (۲۰۰۳) و با محلول رقیق‌کننده فرمال‌سالین و رقیق‌سازی نمونه شکمبه به‌وسیله میکروسکوپ نوری (Car ZEISS Standard 20,Germany) و لام هموسیتومتر انجام شد. در این بخش از آزمایش انواع پروتوزوآی *انتودینیه*[1]؛ *دیپلودینیه*[2]؛ *اپی دینیوم*[3] و خانواده *ایزوتریچیدا*[4] و *داسی تریچیدا*[5]، *افریو اسکالس کاوداتوس*[6]، *افریو اسکالکس پورکین جی*[7] شناسایی و شمارش شدند. هر شمارش در شش تکرار انجام شد. نمونه‌های خون تنها در پایان دوره آزمایش و از سیاهرگ وداج گردن توسط لوله‌های ونوجکت (حاوی هپارین) اخذ و برای چندین مرتبه و به آرامی محتویات لوله یکنواخت شد. پس از اتمام فرآیند خون‌گیری با استفاده از سانتریفیوژ معمولی (۳۰۰۰ دور در دقیقه به

1. *Entodiniinae*
2. *Diplodiniinae*
3. *Epidinium*
4. *Isotricha*
5. *Dasitrichia*
6. *Osphrioscalucs caudatosus*
7. *Osphropscalucs porcinje*

مدت ۱۵ دقیقه) پلاسمای خون جدا شد. پلاسمای جداشده توسط لوله‌های اپن دورف ۲ میلی‌لیتری تا زمان اندازه‌گیری هر یک از فراسنجه‌های بیوشیمیایی در دمای ۲۰- نگهداری شد. فراسنجه‌های بیوشیمیایی (گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، اوره خون، آلبومین و پروتئین کل) خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون محاسبه شد.

اندازه‌گیری‌های بافت شناختی (هیستومورفومتری): یک قطعه بافتی از روده کوچک به طول یک سانتی‌متر از ناحیه میانی دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم جدا شد و پس از شستشو با آب در فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. یک هفته بعد، نمونه‌های بافتی مورد پردازش قرارگرفته و مقاطع بافتی به ضخامت ۵ میکرومتر از آن‌ها تهیه و با هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شد. به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای هیستومورفومتریک، مقاطع به‌دست‌آمده در زیر میکروسکوپ نوری موردبررسی قرارگرفته و از هر مقطع، ۵ میدان دید عکس‌برداری شد. در تصاویر حاصل، طول پرزها و عمق کریپت‌ها در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم در محیط نرم‌افزار Image J اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

داده‌های مربوط به صفات موردمطالعه (رشد و عملکرد دام، خوراک مصرفی و قابلیت هضم، تخمیر شکمبه، جمعیت پروتوزوآیی و فراسنجه‌های خونی، صفات روده) با استفاده از برنامه آماری SPSS 23.1 در دو سطح (α=۰/۰۵ و α=۰/۰۱) و مدل آماری زیر مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت (SPSS 23.1). مقایسه میانگین‌های چندگانه توسط آزمون دانکن در دو سطح (α=۰/۰۵ و α=۰/۰۱) انجام گرفت.

$$Y_{ij}= \mu+T_i+e_{ij}$$

که: Y_{ij} = امین مشاهده از j امین تیمار؛ μ = میانگین کل؛ T_i = i امین تیمار و e_{ij} = اثر باقیمانده

نتایج و بحث

نتایج عملکرد رشد (جدول ۲) نشان داد وزن نهایی؛ افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل و ماده خشک مصرفی هر سه تیمار دارای کاه برنج در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در تیمار کاه فرآوری شده با اوره وزن نهایی، افزایش وزن روزانه و همچنین ضریب تبدیل خوراک بهتر از بقیه سطوح کاه برنج و گروه شاهد بود، اما ازنظر آماری معنی‌دار نبود (P =۰/۲۴۹).

محققین نشان دادند که کاه برنج فرآوری شده باعث افزایش رشد می‌شود و امکان جایگزینی کاه برنج به‌جای یونجه (۳۰ درصد جیره) بدون تأثیر سوء بر عملکرد رشد بره وجود دارد (Salama و همکاران، ۲۰۱۱). ضریب تبدیل خوراک در گروه بره‌های دریافت‌کننده یونجه و کاه برنج فرآوری شده ترتیب ۳۰/۵۸ و ۲۹/۷۰ درصد نسبت به بره‌های دریافت‌کننده جیره حاوی کاه برنج بهبود (کاهش عددی) یافت (Abd El-Razik و همکاران، ۲۰۱۲). بره‌های دریافت‌کننده جیره‌های حاوی ۷۲ درصد کاه برنج فرآوری شده (NH_3) در مقایسه با کاه برنج بدون فرآوری، خوراک مصرفی کمتری داشتند (Garrett و همکاران، ۱۹۷۹).

جدول ۲- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر عملکرد رشد بره‌ها

Table 2. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on growth performance of lambs

Statistical index		تیمار(درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				فراسنجه رشد Growth Parameters
P.Value	SEM	کاه برنج غنی‌شده با اوره۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم۳۰ درصد Wheat Straw 30%	کیلوگرم Kg
0.990	0.825	32	31.5	31.83	32.33	وزن اولیه Initial Weight
0.692	0.915	50.67	48.24	47.96	50.26	وزن نهایی Final Weight
0.177	0.589	18.68	16.75	16.13	16.26	افزایش وزن نهایی Final Weight Gain
0.514	7.820	254.74	232.52	224.07	225.92	افزایش وزن روزانه گرم Daily Weight Gain gr
0.989	7.409	209.33	202.67	202.50	204.00	افزایش وزن روزانه گرم (رگرسیون) Daily Weight Gain gr (Reg)
0.361	0.305	7.24	8.45	8.30	8.70	ضریب تبدیل خوراک کل Feed Conversion Ratio
0.565	0.034	1.820	1.852	1.851	1.953	ماده خشک مصرفی روزانه کل (کیلوگرم) Total Dry Matter Intake kg

SEM . خطای معیار میانگین.

تأثیر کاه برنج بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه: نتایج مربوط به فراسنجه‌های تخمیر (جدول ۳) نشان داد هیچ‌کدام از پارامترهای مربوط به تخمیر شکمبه (pH، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار، گاز تولیدی) به‌جز گاز تولیدی و انرژی قابل متابولیسم تحت تأثیر سطوح مختلف کاه برنج قرار نگرفت (P>۰/۰۵) اما تمایل به معنی‌دار بودن (P=۰/۱۶) برای اسیدهای چرب فرار در بره‌های دریافت‌کننده ۳۰ درصد کاه فرآوری شده افزایش داشته در آن مشاهده شد. گاز تولیدی هر سه تیمار آزمایشی به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵) به‌نحوی‌که تیمارهای حاوی کاه گندم (گروه شاهد و تیمار سوم یعنی ۱۵درصد کاه برنج و ۱۵ درصد کاه گندم) نسبت به تیمارهای کاه برنج (تیمار دوم:۳۰ درصد کاه برنج و تیمار چهارم: ۳۰ درصد کاه برنج غنی‌شده) گاز تولیدی کمتری داشتند. بیشترین مقدار گاز تولیدی مربوط به تیمار کاه برنج فرآوری شده بود و به نظر می‌رسد فرآوری با اوره سبب افزایش قابلیت هضم بخش کربوهیدرات است. اندازه‌گیری گاز حاصل از فرایند تخمیر، داده‌ها و اطلاعات مفیدی را برای کینتیک هضم هر دو بخش محلول و نامحلول مواد خوراکی دام ارائه می‌کند. تولید گاز نتیجه‌ی تخمیر کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات است. تولید گاز حاصل از تخمیر پروتئین، در مقایسه با تخمیر کربوهیدرات نسبتاً کم‌تر است. نقش و تأثیر چربی در تولید گاز ناچیز است (Vercoeو همکاران، ۲۰۱۰). و لذا هر چه گاز تولیدی بیشتر باشد درصد قابلیت هضم مواد مغذی بیشتر است. چون انرژی

متابولیسمی بر اساس رابطه آزمون گاز تولید (Menke. و Steingass، ۱۹۸۸؛ Vercoe و همکـــــاران، ۲۰۱۰) برآورد شده است لذا مقدار آن تـابع گـاز تولیـدی در اثر تخمیر است و به همین خـاطر مشـابه مقـدار گـاز تولیدی دو تیمار دارای فقط کـاه بـرنج (تیمـار دوم و چهارم) انرژی متابولیسمی بیشتر از دو تیمار دارای کاه گندم (تیمار اول و سوم) داشت (P =۰/۰۰۱).

جدول ۳- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌ها

Table 2. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on rumen fermentation parameters of lambs

Statistical index		تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				فراسنجه تخمیر شکمبه Rumen Fermentation parameters
p.Value	SEM	کاه برنج غنی-شده با اوره۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم۳۰ درصد Wheat Straw 30%	
0.927	0.620	6.67	6.59	6.94	6.58	pH
0.981	0.981	62.57	57.25	55.68	55.86	نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم/ لیتر) Ammonia Nitrogen (mg/L)
0.160	1.681	108.00	105.00	101.00	98.00	اسیدهای چرب فرار کل (میلی‌مول/ لیتر) VFA (mmol /L)
0.001	2.83	62.67^{a}	39.60^{c}	52.16^{b}	28.83^{d}	گاز کل تولیدی (میلی‌لیتر) Total Gas Production (ml)
0.001	0.452	10.75^{a}	6.72^{c}	9.32^{b}	6.15^{c}	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم) Metabolisable Energy (MJ/Kg)

انرژی قابل متابولیسم بر اساس رابطه زیر برآورد شد.

$$ME_{(MJ/kg\ DM)} = 2.20 + (0.136 \times Gp) + (0.0057 \times CP) + (0.00029 \times EE^2)$$

که در این رابطه:ME= انرژی قابل سوخت ساز، Gp=گاز تولیدی (میلی لیتر)، CP= پروتئین خام، EE= چربی خام (عصاره اتری)

SEM خطای معیار میانگین

$^{a-d}$ وجود حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<۰/۰۵)

$^{a-d}$ Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).

افزایش سطح کاه بـرنج در جیـره باعـث افـزایش pH، نسبت اسـتات بـه پروپیونـات و کـاهش غلظـت نیتروژن آمونیاکی NH_3-N شکمبه بزها شد کـه مغـایر با نتایج تحقیق حاضر بود (Wang و همکـاران، ۲۰۱۰). همچنین نشان دادند که سطوح مختلف کاه برنج در جیره غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه را تحت تأثیر قرارداد، به‌طوری‌که کمتـرین مقـدار غلظـت کـل اسیدهای چرب فرار شـکمبه مربـوط بـه پـایین‌تـرین سطح کاه بـرنج (۱۰ درصـد) بـود. بـا بررسـی بیشـتر اسیدهای چرب فرار، افزایش سطح کاه برنج در جیـره غذایی باعث افزایش اسـتات و ایزووالـرات و کـاهش پروپیونـات شـکمبه بزهـا شـد (Wang و همکـاران،

۲۰۱۰). افـزایش اسـتات نسـبت بـه پروپیونـات در شـکمبه نشـان‌دهنـده کـاهش بـازده انـرژی اسـت. مشخص‌شده است کـه NDF جیـره عملکـرد طبیعـی شکمبه را حفظ می‌کند، که با ترشـح بـزاق کـافی، pH مطلوب برای میکروارگانیسـم‌هـای سـلولزی و تـأمین انرژی همراه است (Lu و همکـاران، ۲۰۰۵). افـزایش سطح کاه بـرنج از ۱۰ بـه ۲۰ درصـد باعـث افـزایش نسبت استات شـکمبه مـی‌شـود، امـا بـر نسـبت‌هـای بـوتیرات تـأثیری نمـی‌گـذارد (Wang و همکـاران، ۲۰۱۰). به‌احتمال‌زیاد افزایش کاه برنج در جیره غذایی باعث افزایش pH شکمبه شده و ازاین‌رو باعث رشـد میکروب‌های سلولولایتیک و در نتیجه افـزایش تولیـد اسـتات مـی‌شـود (Wangو همکـاران، ۲۰۱۰ ؛Lu و همکـاران، ۲۰۰۵). Zhao و همکـاران (۲۰۰۷) نشـان دادند که افزایش سطح کاه برنج جیـره غـذایی باعـث کاهش غلظت NH_3-N در شکمبه شد. کاهش غلظـت NH_3-N شکمبه ممکن است منجر بـه کـاهش کـارایی استفاده از نیتروژن در حیوانات نشخوارکننده شود و با تحقیقات قبلی در مورد تعادل نیتـروژن کـه نشـان داد کاه بـرنج باعـث کـاهش هضـم نیتـروژن در دسـتگاه گوارش بزها به دلیل افزایش مدفوع و ادرار مـی‌شـود، مطابقت داشت (Zhao و همکاران، ۲۰۰۷). عدم تطابق انرژی متابولیسمی محاسبه‌شده به روش آزمون گاز در دو گروه شاهد (۳۰ درصد کاه گنـدم) و تیمـار سـوم (۱۵ درصد کاه گندم و ۱۵ درصد کاه برنج) بـا انـرژی محاسبه‌شده ممکن است ناشی از عدم تطـابق شـرایط آزمایش برون‌تنی بر درون‌تنی و استاتیک بودن شرایط آزمـایش بـرون‌تنـی در آزمـون گـاز باشـد (Vercoeو همکاران، ۲۰۱۰). اثر کاه برنج بر فراسنجه‌های قابلیت هضم: بررسی فراسنجه‌های قابلیت هضم مـاده مغـذی (جدول ۴) نشـان داد سـطوح مختلـف کـاه بـرنج بـر درصد مصرف مـاده خشـک، چربـی خـام، خاکسـتر، پـروتئین خـام، خاکسـتر و NDF مصـرفی بـره‌هـای سـنجابی تـأثیر معنـی‌داری نداشـت (P>۰/۰۵). امـا افزودن ۱۵ درصد کاه برنج (تیمار سوم) و ۳۰ درصـد کاه فرآوری شده برنج (تیمار چهارم) در جیره بره‌های پرواری به ترتیب ۱۷ و ۲۶ درصد میزان قابلیت هضـم پروتئین خـام جیـره بـره‌هـا را کـاهش داد (P<۰/۰۵).

ازآنجایی‌که اثبات‌شـده افـزایش کـاه بـرنج سـبب افزایش شاخص pH شکمبه شده و این شرایط مناسب فعالیـت بـاکتری‌هـای سـلولولایتیک اسـت (Wang و همکـاران، ۲۰۱۰ ؛Lu و همکـاران، ۲۰۰۵) و از سـوی دیگر تأثیر منفی بر باکتری‌های هضم‌کننـده پـروتئین و سبب کاهش پـروتئین و تولیـد آمونیـاک مـی‌شـود (Wangو همکاران، ۲۰۱۰). به نظـر مـی‌رسـد احتمـالاً جمعیت باکتریایی هضم‌کننده پروتئین را متأثر سـاخته است. موافق با نتایج بررسی حاضر محققـین گـزارش کردند که بین ضرایب هضم پروتئین خـام کـاه گنـدم، برنج، جو و ماش تفاوت معنـی‌داری وجـود داشـته و قابلیت هضم پروتئین خام کاه برنج از کاه گندم و جـو بیشتر و از کاه ماش کمتر اسـت (Ayala و همکـاران، ۱۹۹۴). اما بر خلاف نتـایج پـژوهش حاضـر، قابلیـت هضم ماده خشک بین کاه‌های مختلف (گنـدم، بـرنج، جـو و مـاش) را متفـاوت گـزارش کردنـد (Ayala و همکاران، ۱۹۹۴) در حالی که در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری بین قابلیت هضم ماده خشک مشاهده نشد. اثر یونجه، کاه برنج، کاه گندم و ذرت علوفـه‌ای را بـر قابلیت هضم مـاده خشـک بررسـی و اعـلام شـد کـه قابلیت هضم ماده خشک گاوهای دریافـت‌کننـده کـاه برنج بیشتر از گاوهای دریافت‌کننده گاه گنـدم و ذرت علوفه‌ای و کمتر از یونجه و شـبدر بـود (Van Soest، ۲۰۰۶).

جدول ۴- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر فراسنجه‌های قابلیت هضم بره‌ها

Table 4. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on digestibility parameters of lambs

Statistical index		تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				Digestibility parameters
P-Value	SEM	کاه برنج غنی-شده با اوره ۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم ۳۰ درصد Wheat Straw 30%	قابلیت هضم (٪) Digestion Percent
0.246	0.518	62.3	61.5	60.7	61.9	**ماده خشک** Dry matter
0.734	0.489	79.50	79.55	80.24	80.34	**چربی خام** Ether Extract
0.006	0.233	71.4^{c}	72.3^{bc}	73.6^{ab}	74.0^{a}	**پروتئین خام** Crude Protein
0.382	0.249	64.1	62.6	62.3	62.0	**خاکستر** Ash
0.103	0.233	29.13	31.02	30.79	31.34	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF
						Intake gr/day
0.754	0.283	1760.56	2035.84	1883.12	2062.49	ماده خشک مصرفی Dry Matter Intake
0.149	0.233	81.00	82.14	81.10	81.66	چربی خام مصرفی Ether Extract Intake
0.754	0.347	267.60	309.44	286.23	313.49	پروتئین مصرفی Crude protein Intake
0.754	0.293	196.93	227.72	210.64	230.70	خاکستر مصرفی Ash Intake
0.754	0.233	644.89	745.72	689.78	755.49	الیاف نامحلول در شوینده خنثی مصرفی NDF Intake

SEM خطای معیار میانگین

افزایش کاه برنج در جیره، قابلیت هضم بالقوه ماده خشک و الیاف را در بزها کاهش می‌دهد (Gorocica-Buenfil و همکاران، ۲۰۰۵). بااین‌حال، گزارش‌شده است که جایگزین کردن۱۳ درصد کاه برنج به‌جای ذرت علوفه‌ای در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی و NDF در کل دستگاه گوارش تأثیر نمی‌گذارد (Gorocica-Buenfil و همکاران ،۲۰۰۵). عواملی همچون سرعت عبور ماده خوراکی از دستگاه گوارش، مقدار فیبر و اندازه فیبر مؤثر، فرآوری و روش فروآوری علوفه بر قابلیت هضم مؤثر می‌باشند (Zhao و همکاران، ۲۰۰۷). فرآوری کاه برنج با اوره سبب شکستن باندهای استری بین لیگنین و همی‌سلولز و سلولز شده و باعث تورم فیزیکی ساختمان الیاف می‌گردد. همین مسئله میکروارگانیسم‌های شکمبه را قادر می‌سازد به کربوهیدرات‌های ساختمانی به‌آسانی حمله کنند و باعث تجزیه‌پذیری بیشتر کاه می‌شود (Chen و همکاران، ۲۰۰۸). Van Sost (۲۰۰۶) نیز بیان داشته است که اوره از طریق شکستن لایه سیلیسی

و جدا کردن بسیاری از پیوندهای لیگنین-کربوهیدرات باعث افزایش گوارش‌پذیری کاه می‌شود. مطالعه Mousavi و همکاران (۲۰۱۴) با روش کیسه‌های نایلونی نشان داد فرآوری کاه برنج با اوره سبب افزایش قابلیت هضم کاه برنج می‌شود.

اثر کاه برنج بر فراسنجه‌های خونی: طبق نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۵) پروتئین کل خون بره‌های دریافت‌کننده تیمار ۳۰ درصد کاه برنج، تیمار ۱۵درصد کاه گندم و ۱۵درصد کاه برنج، تیمار ۳۰ درصد کاه فرآوری شده به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). گلوکز خون تیمارهای فقط داری کاه برنج (تیمار دوم و چهارم) بیشتر از گروه شاهد بود (P =۰/۰۳). اما نیتروژن اوره‌ای، کلسترول، تری‌گلیسرید خون بره‌ها تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۵- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر فراسنجه‌های خونی بره‌ها

Table 5. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on lamb's blood parameters

Statistical index		تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				
P-Value	SEM	کاه برنج غنی‌شده با اوره۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم۳۰ درصد Wheat Straw 30%	فراسنجه‌های خون Blood parameters
0.072	0.452	34.22	35.33	36.96	38.89	**نیتروژن اوره‌ای (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)** BUN (mg/dl)
0.379	0.777	73.47	68.52	73.77	76.66	**کلسترول (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)** Cholesterol (mg/dl)
0.107	2.63	90.48	94.66	83.57	81.50	**تری گلیسیرید (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)** Triglyceride (mg/dl)
0.030	2.00	77.82^{a}	65.87^{b}	69.40^{ab}	62.89^{b}	**گلوکز (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)** Glucose (mg/dl)
0.131	0.603	7.42^{ab}	7.68^{ab}	7.91^{a}	7.04^{c}	**پروتئین کل (گرم/ دسی‌لیتر)** Total protein (g/dl)

SEM: خطای معیار میانگین

$^{a-c}$ وجود حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<۰/۰۵)

$^{a-c}$Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).

گزارش‌شده است که نیتروژن خون با تراکم انرژی جیره و با سطح یونجه جیره رابطه معکوس دارد (Fimbresو همکاران، ۲۰۰۲). بر این اساس، افزایش احتباس و هضم نیتروژن، که ناشی از جایگزینی نسبی کاه برنج با ذرت است، به دلیل وجود بالاتر انرژی و پروتئین ذرت نسبت به کاه برنج هست (Fimbres و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین سطح کاه برنج جیره بر جریان کل نیتروژن تأثیر نمی‌گذارد. همچنین نشان دادند که نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر جایگزینی علف سودان از ۱۶ به ۸ درصد با ذرت علوفه‌ای قرار نگرفت (Zinn و همکاران، ۱۹۹۴). افزایش واقعی نیتروژن اوره‌ای خون با کاهش سطوح کاه برنج در جیره احتمالاً به دلیل تجزیه کم کاه برنج نسبت به ذرت علوفه‌ای است (Zhao و همکاران، ۲۰۰۷). در

نشخوارکنندگان واکنش‌های گلوکونئوژنسیس در کبد شکل‌گرفته و سرعت تولید و متابولیسم گلوکز پلاسما تحت تأثیر چند مؤلفه مانند نوع جیره، مصرف انرژی و تأمین سوبسترا برای فرایند گلوکونئوژنیک در کبد است (Khairul Alam و همکاران، ۲۰۱۶). یکی از سوبستراهای مهم برای تأمین گلوکز از طریق گلوکونئوژنسیس غلظت پروپیونیک اسید بوده و افزایش غلظت این اسید در مایع شکمبه منجر به افزایش غلظت گلوکز خون خواهد شد (Lu و همکاران، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار (جدول ۳) سبب افزایش غلظت گلوکز خون شده است.اثر کاه برنج بر فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌های بافت شناختی روده کوچک: نتایج به‌دست‌آمده از افزودن سطوح مختلف کاه برنج بر فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌های بافت شناختی روده کوچک (هیستومورفومتری) روده کوچک (طول پرز دئودنوم، طول پرز ژژنوم، طول پرز ایلئوم، عمق کریپت دئودنوم، عمق کریپت ژژنوم و عمق کریپت ایلئوم در جدول۶ نشان داده‌شده است. طول پرزهای دئودنوم در گروه تیمار ۳ (۱۵ درصد کاه برنج) و ۴ (۳۰ درصد کاه برنج فرآوری شده) تفاوت معنی‌داری با گروه‌های شاهد (۳۰ درصد کاه گندم) و تیمار ۲ (۳۰ درصد کاه برنج) داشت (P= ۰/۰۰۱). طول پرزهای ژژنوم در تیمار ۲ (۳۰ درصد کاه برنج) بیشتر از گروه شاهد (۳۰ درصد کاه گندم) بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود. اما طول پرزهای ژژنوم در تیمار ۴ (۳۰ درصد کاه برنج فرآوری شده) به‌طور معنی‌داری (P= ۰/۰۰۸) از سایر تیمارها بیشتر بود. همچنین طول پرزهای ناحیه ایلئوم در همه تیمارها در مقایسه با گروه شاهد (فقط ۳۰ درصد کاه گندم) افزایش داشت و بیشترین طول پرزهای این ناحیه به تیمار ۴ (۳۰ درصد با کاه فرآوری شده با اوره) اختصاص داشت(P= ۰/۰۰۸). اندازه‌گیری عمق کریپت در بخش‌های مختلف روده کوچک نشان داد، در تیمار ۴ (۳۰درصد با کاه فرآوری شده با اوره) عمق کریپت‌های دئودنوم به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر است (P= ۰/۰۰۸). درحالی‌که بیشترین عمق کریپت‌های ژژنوم در تیمار ۳ (تغذیه‌شده با مخلوط کاه گندم و کاه برنج) مشاهده شد. همچنین عمق‌ترین کریپت‌های ایلئوم در تیمار ۴ (تغذیه‌شده با کاه فرآوری شده با اوره) با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها (P= ۰/۰۰۱)، مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، با مقایسه بین تیمار ۲ (فقط ۳۰ درصد کاه برنج) و۳ (مخلوط کاه برنج و کاه گندم)، به نظر می‌رسد جیره مخلوط کاه گندم و کاه برنج (تیمار۳) تأثیر بهتری در ارتقاء شاخص‌های هیستومتریک روده بره‌ها داشته است. این در حالی است که بهترین عملکرد در فراسنجه‌های هیستومتریک روده کوچک مربوط به تیمار ۴ (کاه برنج فرآوری شده با اوره) بود. این نتایج، تأییدکننده نتایج حاصل از فراسنجه‌های رشد (جدول ۲) است. به‌طوری‌که بیشترین افزایش وزن روزانه، بیشترین افزایش وزن نهایی و بیشترین وزن نهایی نیز در تیمار ۴ (کاه برنج فرآوری شده با اوره) مشاهده شد. همچنین در مقایسه بین تیمار ۲ (فقط ۳۰ درصد کاه برنج) و۳ (مخلوط کاه برنج و کاه گندم)، فراسنجه‌های رشد (افزایش وزن روزانه، افزایش وزن نهایی و وزن نهایی) در تیمار ۳ (مخلوط کاه گندم و کاه برنج) بیشتر بود.

جدول ۶- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌های بافت شناختی روده کوچک **بره‌ها**

Table 6. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on Histomorphometric measurement of small intestine of lambs

Statistical index		تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره) Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw)				فراسنجه هیستومورفومتری روده کوچک Histomorphometric measurement of small intestine
P-Value	SEM	کاه برنج غنی‌شده با اوره۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم۳۰ درصد Wheat Straw 30%	میکرومتر Micrometer
0.001	10.11	593.62^{a}	584.62^{a}	516.58^{c}	539.64^{b}	طول پرز دئودنوم Length of duodenal pile
0.008	5.54	885.02^{a}	863.58^{b}	860.79^{cb}	839.94^{c}	طول پرز ژژنوم Length of jejunum pile
0.008	5.54	609.32^{a}	585.37^{b}	547.40^{c}	491.86^{d}	طول پرز ایلئوم Length of pile
0.003	9.11	320.34^{a}	264.54^{b}	249.24^{b}	262.54^{b}	عمق کریپت دئودنوم Duodenal crypt depth
0.001	6.50	324.09^{b}	360.15^{a}	302.59^{c}	326.33^{b}	عمق کریپت ژژنوم Jejunum crypt depth
0.001	10.39	288.22^{a}	271.40^{b}	207.11^{d}	219.17^{c}	عمق کریپت ایلئوم Ileum crypt depth

SEM . خطای معیار میانگین چهار تیمار.

$^{a-c}$ وجود حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<۰/۰۵)

$^{a-c}$ Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).

گرچه بیشترین تغییرات فیزیکی در طول تکامل در مخاط شکمبه نشخوارکنندگان رخ می‌دهد، تغییرات مخاط روده نیز در واکنش به تغییرات جیره غذایی دیده می‌شود (Baldwin و همکاران، ۲۰۰۴). تغییر در تکامل آنتروسیت‌ها و ساختمان پرزهای روده، ظرفیت هضم و جذب روده را تعیین می‌کند (Wang و همکاران، ۲۰۰۹). در دوره پیش از شیر گرفتن، سلول‌های روده‌ای در بره‌های پرواری به‌سرعت تکثیر پیدا می‌کنند تا هضم و جذب مواد مغذی از شیر و خوراک خشبی امکان‌پذیر شود. ارتفاع پرزها و عمق کریپت‌ها شاخصه‌های مهم محیط روده هستند که می‌توانند برای برآورد سلامت روده استفاده شوند. تغییرات مورفولوژیک روده کوچک، مانند افزایش ارتفاع و عرض پرزها و عمق کریپت‌ها، عملکرد جذب آن را بهبود می‌بخشد (Wang و همکاران، ۲۰۰۹ ؛ Baldwin و همکاران، ۲۰۰۴).

در مطالعه حاضر، نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مورفومتریک بخش‌های مختلف روده کوچک نشان داد که تیمار۳ (مخلوط کاه برنج و کاه گندم) و تیمار ۴ (۳۰ درصد با کاه فرآوری شده با اوره) شاخص‌های مورفومتریک (طول پرز و عمق کریپت) بهتری را در مقایسه با گروه‌های دیگر نشان دادند. بر اساس این مشاهدات کاه فرآوری شده با اوره توانسته بود موجب افزایش تکامل پرزها و کریپت‌های روده کوچک شود.

بلوغ دستگاه معدی-روده‌ای به دنبال بیان متمایز تفاوت ژن‌های متعددی است که ویژگی‌های فیزیکی و متابولیکی بافت را تنظیم می‌کنند. IGF-1 یک تنظیم کننده مهم فعالیت روده کوچک است که بر تکثیر بسیاری از انواع سلول ها (ازجمله سلول‌های اپیتلیال مخاط روده) تأثیر داشته و نقش اساسی در رشد ایفا می‌کند (MacDonald، ۱۹۹۹). در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر انواع نشاسته بر روی مورفولوژی مخاط شکمبه و روده کوچک بره‌های ۷ روزه پرداختند و نشان دادند که طول پرز و عمق کریپت دئودنوم و عمق کریپت ژژنوم و ایلئوم در گروه‌های تغذیه‌شده با ذرت و نخودفرنگی نسبت به گروه‌های دیگر که با جیره‌های حاوی نشاسته ذرت، نشاسته گندم و نشاسته تاپیوکا تغذیه‌شده بودند، بیشتر بود. آن‌ها پیشنهاد کردند این اثر ممکن است به دلیل افزایش بیان ژن‌های مؤثر در رشد مانند فاکتور رشد شبه انسولینی-۱ (IGF-1) و گیرنده آن (IGF-1R) باشد. این نظریه نیز می‌تواند برای اثرگذاری مخلوط کاه گندم-کاه برنج و کاه فرآوری شده با اوره مطرح گردد. این نتایج تائیدکننده نتایج حاصل از فراسنجه-های رشد (جدول ۲) است. به‌طوری‌که بیشترین میزان افزایش وزن روزانه، بیشترین افزایش وزن نهایی و بیشترین وزن نهایی در تیمار ۳ (مخلوط کاه گندم-کاه برنج) و تیمار ۴ (کاه فرآوری شده با اوره) مشاهده شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعه آینده میزان بیان این ژن در بافت
روده کوچک توسط تکنیک PCR بررسی گردد.

اثر کاه برنج بر جمعیت پروتوزآ شکمبه: افزودن سطوح مختلف کاه برنج به جیره بره‌ها باعث افزایش معنی‌دار پروتوزآ کل (جدول ۷) شکمبه شد (P<۰/۰۵). همچنین بره‌هایی که مخلوط کاه برنج با کاه گندم (تیمار سوم) و ۳۰ درصد کاه برنج فرآوری شده (تیمار چهارم) دریافت کرده بودند؛ جمعیت انتودینینه شکمبه بالاتری نسبت به گروه شاهد (۳۰ درصد کاه گندم) و تیمار سوم (۳۰ درصد کاه برنج) داشتند (P<۰/۰۵). اما بره‌های دریافت‌کننده ۳۰ درصد کاه برنج (تیمار دوم) اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشتند (P>۰/۰۵). جمعیت *آفریواسکالکس کاوداتوس* شکمبه بره‌های دریافت‌کننده ۳۰ درصد کاه فرآوری شده (تیمار چهارم) به‌طور معنی‌دار بیشتر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵). جمعیت *دیپلودینینه* شکمبه تحت تأثیر سطوح مختلف کاه برنج قرار گرفت به‌طوری‌که سطح ۳۰ درصد کاه برنج باعث کاهش و سطح ۱۵ درصد کاه برنج همراه ۱۵ درصد کاه گندم باعث افزایش معنی‌دار جمعیت *دیپلودینینه* شکمبه نسبت به تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده جمعیت *داسی تریچیدا* شکمبه در بره‌های دریافت‌کننده کاه فرآوری شده بیشتر از سایر تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

محققین گزارش کردند که جمعیت پروتوزوآی شکمبه، تحت تأثیر نوع فرآوری کاه کنجد قرار نگرفت. پروتوزوآی غالب در شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با کاه، الیگوتریش می‌باشد. پروتوزوآی غالب شمارش شده در مایع شکمبه کاه کنجد بدون فرآوری از گونه *پلی‌پلستروم مولتی وستیکولاتوم* و در جیره حاوی کاه کنجد فرآوری شده گونه *ائو دیپلودنیوم مدیوم*، می‌باشد (Banshi و همکاران ۲۰۱۸). همسو با نتایج پژوهش حاضر، محققان در آزمایشی بیان کردند که فرآوری کاه برنج با ملاس، اوره و همچنین پروبیوتیک *ساکرومایسس سرویسیه* و تغذیه آن به همراه یونجه در جیره گوسفندان سبب افزایش تعداد پروتوزوآی شکمبه شد (Ayala و همکاران، ۱۹۹۴).

جدول ۷- اثر تیمارهای سطوح کاه برنج بر فراسنجه‌های جمعیت پروتوزآ ($N\times10^5$) شکمبه بره‌ها

Table 7. The comparison of the effects of dietary levels of rice straw on protozoa population ($N\times10^5$) of lambs

Statistical index		Treatments (Replacement percent of rice straw with wheat straw) تیمار (درصد جایگزینی کاه گندم با کاه برنج در جیره)				
P-Value	SEM	کاه برنج غنی‌شده با اوره۳۰ درصد Urea-treated Rice Straw 30%	کاه برنج ۱۵ درصد و کاه گندم ۱۵ درصد Rice Straw 15% and Wheat Straw 15%	کاه برنج ۳۰ درصد Rice Straw 30%	کاه گندم۳۰ درصد Wheat Straw 30%	جمعیت پروتوزوآ protozoa population
0.208	0.7108	18.9111[a]	19.1778[a]	13.1111[b]	16.0741[ab]	**پروتوزوآ کل** Total protozoa
0.072	0.6813	17.089[a]	17.722[a]	12.514[b]	14.173[b]	***انتودینینه*** *Entodiniinae*
0.0001	0.0209	0.2444[a]	0.0000[b]	0.01388[b]	0.0278[b]	***اُفریو اسکالکس کاوداتوس*** *Osphrioscalucs caudatosus*
0.0001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	***اُفریو اسکالکس پورکین جی*** *Osphropscalucs porcinje*
0.001	0.0501	0.6222[b]	0.9888[a]	0.3194[c]	0.5926[b]	***دیپلودینینه*** *Diplodiniinae,*
0.012	0.0125	0.000[b]	0.1000[a]	0.0000[b]	0.03703[a]	***اپی دینیوم‌ها*** *Epidinium*
0.039	0.0721	0.7889[a]	0.3333[b]	0.2361[b]	0.6111[a]	***ایزوتریچیدا (خانواده)*** *Isotricha*
0.007	0.0180	0.1667[a]	0.0111[b]	0.0000[b]	0.0370[b]	***داسی تریچیدا (خانواده)*** *Dasitrichia*

SEM . خطای معیار میانگین

[a-c]وجود حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<۰/۰۵)

[a-c]Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به عدم تأثیر منفی کاه برنج بر سرعت رشد و قابلیت هضم و بهبود وضعیت هیستومورفومتری روده، می‌توان تا سقف ۳۰ درصد در جیره بره‌های پرواری به‌عنوان جایگزین کاه گندم استفاده کرد.

منابع

Abd El-Razik, M.I., Abd-Elrahman, G.A. and Ayyat, M.S. 2012. Effect of biological and chemical treatments of rice straw on lamb performance. Zagazig Journal Agriculture Research, 39 (4): 655-664.

Ayala, O.J., Mendoza Martinez, J.G., Barcena, G.R. and Gonzalez, M.S. 1994. Effect of addition of Saccharomyces cervisiae and urea-molasses on *in vivo* and *in situ* digestibility in diets for sheep based on sesame straw.Veterinary Mexico, 3: 221-226.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis, 18th ed. AOAC international, Gaithersburg, Maryland, USA.

Balasta, M.L.F.C., Perez, C.M., Villareal, C.P., Lott, J.N.A. and Roxas. D.B. 1989. Effects of silica level on some properties of *Oryza sativa* straw and hull. Canadian Journal Botany, 67: 2356–2363.

Baldwin, R.L., Mcleod, K.R., Klotz, J.L. and Heitmann, R.N. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. Journal Dairy Science, 87 (Suppl): E55–E65.

Baneshi. H., Mohammadabadi, T., Mirzadeh, Kh. and Ghaseminejhad, M. 2018.The effect of processing sesame straw with low steam pressure and chemical materials on digestibility and fermentation, protozoa population, rumination and some blood parameters of Arabi sheep. Animal production, 19(4): 765-775.

Barnet, A.J. G. and Reid, R.L. 1957. Studies on the production of volatile fatty acids from grass by rumen liquor in an artificial rumen. I. The volatile fatty acid production of fresh grass. Journal of Agriculture Science, 48: 315–321.

Broderick, G.A. and Kang, J. H. 1980. Automated simultaneous determinations of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal Dairy Science, 63: 64–75.

Chen, X., Wang, J., Wu, Y. and Liu, J. 2008. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid- and solid-associated ruminal microbes in vitro. Animal Feed Science and Technology. 141: 1-14.

Dehority, B.A. 2003. Rumen Microbiology. Nottingham University Press, Nottingham.UK.

Fimbres, H., Kawas, J.R., Hernandez-Vidal, G., Picon-Rubio, J.F. and Lu, C.D. 2002. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. Small Animal Research, 43:275-281.

Garrett, W.N., Walker, H.G., Kohler, G.O. and Hart, M.R.1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. Journal of Animal Science, 48 (1): 92-103.

Gorocica-Buenfil, M.A. and Loerch, S.C. 2005. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. Journal of Animal Science, 83: 705-714.

Khairul Alam, M., Ogata,Y., Sato,Y. and Sano,H .2016. Effects of rice straw supplemented with urea and molasses on intermediary metabolism of plasma glucose and Leucine in Sheep. Asian Australian Journal Animal Science. 29(4): 523-529.

Lu, C.D., Kawas, J.R. and Mahgoub, O.G. 2005. Fiber digestion and utilization in goats. Small Ruminant Research, 60:45-52.

MacDonald, R.S. 1999. The role of insulin-like growth factors in small intestinal cell growth and development. Hormon Metab. Research, 31(2–3): 103–113.

Menke, K. H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development. 28: 7–55.

Mousavi, G.H., Fatahnia, F., Mohammadzadeh, H. and Doosti, A. 2014. Effect of treating rice straw with urea on chemical composition and degradability using nylon bags method. Journal Animal Science Research. 21(4). 139-151.

NRC.2007. Nutrient Requirements of Small Ruminanants. Sheep, Goats, Cervids, and new world camelids.National Acadrmy Press,Washington,D.C.

Ren, W., Zhao, F.F., Zhang, A.Z., Jiang, N., Wu, Q., Qi, L., Liu, X.M., Yang, K., Liu, W., Zhu, S., Wang, L.X. and Mu, Y. 2016. Gastrointestinal tract development in fattening lambs fed diets with different amylose to amylopectin ratios. Canadian Journal Animal Science. 96: 425–433.

Salama, R., Salman, F.M., Safwat, M.A., Soliman, S.M. and El-Nomeary, Y.A. 2011. Chemical, biological and biochemical treatments to improve the nutritive values of sugarcane bagasse

(SCB): 2- *In vivo* studies to evaluate the nutritive values of untreated and treated SCB. Life Science Journal, 8 (4): 327 -337.

Shen, H. Sh., Ni, D. B. and Sundstøl, F. 1998. Studies on untreated and urea-treated rice straw from three cultivation seasons. 1. Physical and chemical measurements. Animal Feed Science Technology, 73: 243-261.

SPSS Darren George, Paul Mallery .2016. SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference 14th Edition.

Tang, S.X., Jiang, H.L. Zhou, C.S. and Tan, Z.L. 2005. Effects of different forage species on *in vitro* gas production characteristics. Acta Prataculturae Sinica, 14:72-77.

Tang, S.X., Tayo, G.O., Tan, Z.L., Sun, Z.H., Wang, M., Ren, G.P. and Han, X.F. 2008. Use of *in vitro* gas production technique to investigate interactions between rice straw, wheat straw, maize Stover and alfalfa or clover. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 21(9): 1278-1285.

Van Soest, P. J., 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. Animal Feed Science Technology, 130: 137–171.

Vercoe, E.P., Makkar, H.P.S. and Schlink, A.C. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies (Ed.), *In Vitro* Screening of Feed Resources for Efficiency of Microbial Protein Synthesis, (pp. 6-144). New York: Springer.

Wang, M., Zhao, X.G., Tan, Z.L., Tang, S.X., Zhou, C.S., Sun, Z.H., Han, X.F. and Wang, C.W. 2010. Effects of increasing level of dietary rice straw on chewing activity, ruminal fermentation and fibrolytic enzyme activity in growing goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23(8):1022-1027.

Wang, Y.H., Wang, F.N., Yu, Z.P., Yao, J.H., Zan, L.S. and Yang, F.X. 2009. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. Livestock Science, 122(1): 48–52.

Zhao, X.G., Jiang, H.L., Sun, Z.H., Tang S.X., Zhou, C.S. Cong, Z.H., Tayo, G.O. and Tan, Z.L. 2007. Effect of rice straw in the diet for growing goats on site and extent of digestion and N balance. Journal Animal Feed Science and Technololgy, 16:379-388.

Zinn, R.A., Plascencia. A. and Barajas, R. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. Journal of Animal Science,72:2209- 2215.