Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 14, Issue 4, 2023 p: 51- 61

OPEN ACCESS

Research Paper

Impact of Replacing Different Levels of Potato Waste Silage with Barley on Growth Performance, Digestibility, Rumen and Blood Parameters of Fattening Lambs

Mehdi Babaei[1], Taghi Ghoorchi[2], and Abdolhakim Toghdory[3]

1-Ph.D. Students of Animal Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2 -Professor of Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, Iran, (Corresponding author: ghoorchi@gau.ac.ir)
3- Assistant Professor of Animal Animal Nutrition and Poultry, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, Iran

Recieved: 7 June, 2023 Accepted: 4 September, 2023

Extended Abstract

Background: The use of agricultural by-products instead of grain seeds in livestock diets has become an important topic for scientific study. One such product is potato waste, which, if properly processed through methods such as ensiling, can replace cereal seeds like barley in the diet. This is due to the favorable nutritional value of potato waste, which can improve animal growth performance, reduce feed costs, and prevent food waste. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of replacing different levels of potato waste silage with barley on the growth performance, digestibility, and rumen and blood parameters of fattening lambs.

Methods: In this study, 30 mixed male lambs of the Zell and Afshar breeds, with a mean weight of 26±2 kg and a mean age of 5.5±0.4 months, were used in a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 6 replications for 90 days. The experimental treatments included a control treatment (without potato waste silage) and treatments containing 25%, 50%, 75%, and 100% potato waste silage replacing barley seeds (based on dry matter).

Results: The results of performance traits showed significant differences in fattening weight, daily weight gain, dry matter intake, and feed conversion ratio among the experimental treatments ($p<0.05$). The highest and lowest final weights, daily weight gains, and dry matter intakes were observed in the treatment containing 50% potato waste silage and the control treatment, respectively. The apparent digestibility of nutrients in the experimental diets also showed significant differences, particularly in the apparent digestibility of crude protein and neutral detergent fiber (NDF) ($p<0.05$). The highest apparent digestibility of crude protein (CP) was observed in the treatment containing 50% potato waste silage, while the control treatment had the lowest. The results of some blood serum parameters indicated significant differences in the concentrations of glucose, triglycerides, low-density lipoprotein (LDL), and blood urea nitrogen (BUN) among the experimental treatments ($p<0.05$). Rumen fermentation parameters showed significant differences in the populations of lactic acid bacteria, coliforms, protozoa, rumen liquid ammonia nitrogen, total volatile fatty acids (VFAs), acetic acid, propionic acid, butyric acid, valeric acid, and isovaleric acid among the experimental treatments ($p<0.05$). The highest population of lactic acid bacteria (100%), the lowest coliform population (70%), the highest population of protozoa, and the highest concentration of VFAs were observed in the treatments containing 100%, 70%, 100%, and 50% potato waste silage, respectively.

Conclusion: The overall results of the present study indicate that growth performance, crude protein digestibility, total concentration of rumen fluid fatty acids, and the populations of bacteria and protozoa improved with the consumption of 50% potato waste silage.

Keywords: Apparent digestibility, Fattening lambs, Growth performance, Potato waste, Ruminal fermentation

How to Cite This Article: Babaei, M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2023). Impact of Replacing Different Levels of Potato Waste Silage with Barley on Growth Performance, Digestibility, Rumen and Blood Parameters of Fattening Lambs. *Res Anim Prod*, 14(4), 51-61. https://doi.org/10.61186/rap.14.42.51

Copyright ©2023 Babaei et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]

[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]

[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

مقاله پژوهشی

اثر جایگزینی سطوح مختلف سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی با جو بر عملکرد رشد، قابلیت هضم و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های نر پرواری

مهدی بابایی[۱]، تقی قورچی[۲] و عبدالحکیم توغدری[۳]

۱- دانشجو دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- استاد تمام گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، (نویسنده مسوول: ghoorchi@gau.ac.ir)
۳- استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۳
صفحه ۵۱ تا ۶۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از فرآورده‌های کشاورزی به‌جای دانه غلات در جیره دام‌های پرواری همواره به‌عنوان یک موضوع مهم و جذاب برای پژوهش‌های علمی بوده است. یکی از این فرآورده‌ها، ضایعات سیب‌زمینی است که اگر به‌درستی با روش‌هایی مانند سیلو کردن عمل‌آوری شود می‌تواند با جایگزینی به‌جای دانه غلات مانند جو در جیره، با توجه به ارزش تغذیه‌ای مناسب این فرآورده، سبب بهبود عملکرد رشد دام، کاهش هزینه خوراک و جلوگیری از هدر رفت منابع خوراکی شود. لذا هدف از این پژوهش، بررسی اثر جایگزینی سطوح مختلف سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی با جو بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های نر پرواری بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از تعداد ۳۰ رأس بره نر آمیخته زل و افشار با میانگین وزن ۲±۲۶ کیلوگرم و میانگین سن ۴/۵±۰/۴ ماه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار به مدت ۹۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (بدون ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی) و تیمارهای حاوی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی جایگزین دانه جو (بر اساس ماده خشک) بودند.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری در وزن پایان پروار (p=۰/۰۲۵)، افزایش وزن روزانه (p=۰/۰۳۲)، ماده خشک مصرفی (p=۰/۰۲۱) و ضریب تبدیل خوراک (p=۰/۰۲۰) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. بالاترین وزن پایانی، افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی به‌ترتیب در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب زمینی مشاهده شد. نتایج قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام (p=۰/۰۱۱) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (p=۰/۰۲۴) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. بیشترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی مشاهده شد. نتایج برخی فراسنجه‌های سرم خون نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت گلوکز (p=۰/۰۲۶)، تری‌گلیسرید (p=۰/۰۱۰)، لیپوپروتئین با دانسیته پایین (p=۰/۰۱۰) و نیتروژن اوره‌ای خون (p=۰/۰۲۱) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. نتایج فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای نشان داد که تفاوت معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک (p=۰/۰۳۹)، کلی‌فرم (p=۰/۰۱۸)، پروتوزوآ (p=۰/۰۱۵)، نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه (p=۰/۰۳۶)، کل اسیدهای چرب فرار (p=۰/۰۴۶)، اسید استیک (p=۰/۰۱۵)، پروپیونیک (p=۰/۰۲۳)، بوتیریک (p=۰/۰۱۶)، والریک (p=۰/۰۲۰) و ایزووالریک (p=۰/۰۱۱) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. بالاترین جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد، پایین‌ترین جمعیت کلی فرم در تیمار حاوی ۷۵ درصد، بالاترین جمعیت پروتوزوآ در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد و بالاترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمار حاوی ۵۰ درصد سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج کلی پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری، غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه و جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآ با مصرف سطح ۱۰۰ درصد سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، ضایعات سیب‌زمینی، عملکرد رشد، فراسنجه تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم ظاهری

مقدمه

فرآوری و تبدیل فراورده‌های جانبی، پسماندها و ضایعات کشاورزی و استفاده مجدد از آن‌ها در چرخه تولید، راه‌حلی مناسب برای استفاده اقتصادی از این نوع فراورده‌های به‌ویژه در تغذیه دام است. سیب‌زمینی یکی از فراورده‌های مهم جهان بعد از برنج، گندم و ذرت است. مقدار تولید سیب‌زمینی در جهان بالغ بر ۳۰۰ میلیون تن در سال است و در ایران سالیانه حدود ۴۵۶۰ تن سیب‌زمینی برداشت می‌شود (Kalantar, 2017). ضایعات سیب‌زمینی دارای ارزش تغذیه‌ای بالا و سرشار از پکتین هستند که قابلیت مصرف در جیره مصرفی نشخوارکنندگان رادارند (Mayer & Hillebrandt, 1997). سیب‌زمینی منبع خوبی از انرژی برای نشخوارکنندگان است (Mehrani et al., 2021). معمولاً استفاده از ضایعات سیب‌زمینی مرطوب به دلیل فصلی بودن و ماده خشک کم در حدود ۸ الی ۲۰ درصد، نامناسب است؛ ازاین‌رو، بهترین روش نگهداری ضایعات سیب‌زمینی، سیلو کردن آن‌ها است (Mayer & Hillebrandt. 1997). سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی می‌تواند به‌عنوان بخشی از جیره نشخوارکنندگان استفاده شود (Sugimoto et al., 2009). بقایای سیب‌زمینی می‌توانند جایگزین جو به‌عنوان منبع انرژی در دام‌های پرواری استفاده شوند (Gebrechristos & Chen, 2018). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سیلو کردن ضایعات سیب‌زمینی با افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و شوینده اسیدی و بهبود خوش‌خوراکی، قابلیت استفاده در تغذیه دام‌های نشخوارکننده را دارد (Kanengoni et al., 2015). سیلو کردن ضایعات سیب‌زمینی در کیسه‌های نایلونی و رعایت اصول سیلاژ، می‌تواند در تولید خوراک باقابلیت هضم مناسب برای دام‌های نشخوارکننده کمک نماید (Cao et al., 2009). نتایج پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که مصرف سیلاژ سیب‌زمینی جایگزین جو در جیره تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد بره‌های پرواری داشت (Sadri et al., 2018). همچنین چندین پژوهش اثرات مثبت مصرف

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

ضایعات سیب‌زمینی در بهبود قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی (Franco et al., 2021) و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای (Zhao et al., 2018) در دام‌های نشخوارکننده را گزارش دادند. با توجه به بررسی منابع مختلف در خصوص اثرات مفید سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی در تغذیه دام‌های پرواری، هدف از این پژوهش، بررسی اثر جایگزینی سطوح مختلف سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی با جو بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های نر پرواری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از فروردین الی خردادماه ۱۴۰۱، در یک مزرعه خصوصی پرورش گوسفند داشتی واقع در استان مازندران، شهرستان قائم‌شهر، روستای لاله‌زار کتی انجام شد. در این پژوهش تعداد ۳۰ رأس بره نر آمیخته زل و افشار با میانگین وزن ۲±۲۷ کیلوگرم و میانگین سن ۴/۵±۰/۴ ماه به مدت ۹۰ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل، تیمار شاهد (بدون ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی) و تیمارهای حاوی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی جایگزین دانه جو (بر اساس ماده خشک) بودند. دام‌ها در هر تیمار بعد از گذراندن دوره عادت‌پذیری دوهفته‌ای، در قفس‌های انفرادی (با ابعاد ۱/۵×۱/۲ مترمربع) جهت شروع یک دورهٔ پرواربندی ۹۰ روزه نگهداری شدند. جیره‌ها ازنظر انرژی قابل متابولیسم و پروتئین قابل متابولیسم مشابه بودند. جیره دام‌ها با نرم‌افزار سیستم تغذیه نشخوارکنندگان کوچک[1] (SRNS) تنظیم شد. خوراک مصرفی بره‌ها به‌صورت جیره کاملاً مخلوط و در حد اشتها در دو نوبت (۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) با ۵ الی ۱۰ درصد باقی‌مانده در اختیار دام‌ها قرار گرفت. آب به‌صورت آزاد در اختیار بره‌ها قرار داشت. پس از دورهٔ عادت‌پذیری، ماده خشک مصرفی بره‌ها اندازه‌گیری شد. مقدار ماده خشک مصرفی به‌صورت انفرادی تعیین شد. بره‌ها هر ۱۴ روز یک‌بار پیش از نوبت خوراک دادن صبح، جهت تعیین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه با ترازوی دیجیتال وزن‌کشی و اطلاعات ثبت شد.

ضایعات سیب‌زمینی مورداستفاده در این تحقیق، به‌صورت اسلایس و نیم‌پز شده از کارخانه تولید سیب‌زمینی واقع در شهرستان بندرگز استان گلستان خریداری شدند. برای تهیه نمونه‌های سیلاژ در این تحقیق ضایعات سیب‌زمینی با ماده خشک ۲۳/۷ درصد (با نسبت ۸۵ درصد) با کاه گندم خردشده با ماده خشک ۸۸ درصد (با نسبت ۱۵ درصد) مخلوط و در کیسه‌های نایلونی کاملاً فشرده و هواگیری شده به ظرفیت ۴۰ کیلوگرم قرار داده شدند. کیسه‌های پلاستیکی حاوی سیلاژ در اتاقی خشک، خنک و دور از نور آفتاب به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. پس از ۳۰ روز، درب نمونه‌های سیلاژ باز و نمونه‌گیری از نقاط مختلف انجام شد، مقداری از نمونه به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل شد و باقی‌مانده برحسب سطوح تعیین‌شده در تیمارهای آزمایشی به‌صورت جیره کاملاً مخلوط مورداستفاده قرار گرفتند. تعیین ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام نمونه‌های ماده سیلویی بر اساس روش استاندارد AOAC انجام شد. همچنین مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نیز بر اساس روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۴) اندازه‌گیری شدند (Van Soest , 1994). نتایج ترکیب شیمیایی سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی در جدول ۱ نشان داده‌شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی سیلاژ سیب زمینی مورداستفاده (درصد ماده خشک)

Table 1. Chemical composition of used potato silage (% dry matter)

Chemical composition	ماده خشک (Dry matter)	پروتئین خام (Crude protein)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral detergent fiber)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Acid detergent fiber)	عصاره اتری (Ether-extract)	خاکستر(ASH)
مقدار	33.34	7.80	22.43	15.20	0.37	9.63

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام نمونه‌های خوراک و مدفوع بره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های AOAC و مقادیر و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش ون سوست (۱۹۹۴) در روزهای ۸۵ الی ۹ آزمایش تعیین شد (Van Soest, 1994). به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری خوراک آزمایشی، از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان یک نشانگر داخلی استفاده شد. جمع‌آوری مدفوع در روزهای موردنظر، ۲ نوبت در روز بافاصله ۳ ساعت انجام شد. اولین نوبت ۴ ساعت پس از مصرف خوراک انجام شد. نمونه مدفوع جمع‌آوری‌شده روزانه هر بره باهم مخلوط و به‌صورت مجزا و به تفکیک روز در داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته و بلافاصله به داخل فریزر و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر نگهداری شد. قابلیت هضم مواد مغذی و ماده خشک با استفاده از روش مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید محاسبه گردید. غلظت مواد مغذی و مارکر در نمونه‌های خوراک و مدفوع تعیین و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Van Keulen & Young, 1977)

$$\text{درصد قابلیت هضم ظاهری} = 100 - \left(100 \times \frac{\text{درصد AIA در خوراک}}{\text{درصد AIA در مدفوع}} \times \frac{\text{درصد ماده مغذی در مدفوع}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}}\right) \quad (1)$$

1- Small Ruminant Nutrition System (SRNS)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]

[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]

[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

جدول ۲- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورداستفاده (درصد ماده خشک)

Table 2. Ingredients and chemical composition of used experimental diets (% dry matter)

ماده خوراکی	سطوح مختلف ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی				
	0	25	50	75	100
علف خشک یونجه (Alfalfa hay)	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32
کاه گندم (Wheat straw)	9.43	8.11	6.79	5.46	4.14
سیلاژ ذرت (Corn silage)	9.34	9.34	9.34	9.34	9.34
دانه ذرت (Corn grain)	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
دانه جو (Barley grain)	30.00	22.50	15.00	7.50	0.00
سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی (potato waste silage)	0.00	8.82	17.64	26.47	35.29
سبوس گندم (Wheat bran)	9.91	9.91	9.91	9.91	9.91
کنجاله سویا (Soy bean meal)	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02
اوره (Urea)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
مکمل معدنی-ویتامینی (Vitamin & mineral mix1)۱	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
نمک (Salt)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
ترکیبات شیمیایی (%) Chemical composition					
انرژی قابل متابولیسم (ME (Mcal/Kg))	1.66	1.65	1.65	1.65	1.64
ماده خشک (Dry matter)	83.00	80.00	79.00	77.00	69.00
پروتئین خام (Crude protein)	14.09	14.03	13.98	13.93	13.88
عصاره اتری (Ether-extract)	2.78	2.58	2.39	2.20	2.01
کربوهیدرات غیر الیافی (Non-fibrous carbohydrate)	46.30	47.75	48.12	48.70	48.88
الیاف نامحلول درشوینده‌خنثی (Neutral detergent fiber)	33.35	33.65	33.95	34.25	34.55
کلسیم (Ca)	0.62	0.63	0.62	0.63	0.62
فسفر (P)	0.34	0.34	0.33	0.33	0.34

[1] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینه شامل :۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ،100000 واحد بین‌المللی ویتامین د ۳ و 100 واحد بین‌المللی ویتامین ای. هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل ۱۹۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم،۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۵۰۰ میلی‌گرم مس، ۳ گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱ میلی گرم سلنیوم، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۳ گرم آنتی‌اکسیدانت.

Vitamin and mineral premix provided per kilogram of diet: vitamin A: 500000 U, vitamin D3: 100000U, vitamin E:100000U, Ca 190 g; P, 90 g; Mg, 19 g; Na, 60 g; Mn, 2 g; Fe, 500 mg; Cu, 500 mg; Zn, 100 mg; Co, 1 mg; Se, 1mg, I, 100 mg; antioxidant, 3 g.

خون‌گیری از بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش برای تعیین مقادیر گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین با دانسیته پایین، لیپوپروتئین با دانسیته بالا و نیتروژن اوره‌ای خون، قبل از مصرف خوراک با اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از مصرف خوراک انجام شد. زمان خون‌گیری صبح بود و با استفاده از لوله ونوجکت ۵ میلی‌لیتری حاوی ماده ضد انعقاد EDTA[1] از سیاهرگ گردن اخذ شد. پلاسمای نمونه‌های خون توسط سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور، به‌مدت ۱۵ دقیقه) جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Relling et al., 2009). فراسنجه‌های خونی با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Mandray BS- 200) اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های شکمبه‌ای (pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار) مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش چهار ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از لوله مری، از شکمبه گرفته شد. با استفاده از دستگاه pHمتر دیجیتال قابل‌حمل (مدل CD 500-WPA) اندازه‌گیری pH مایع شکمبه بلافاصله بعد از گرفتن نمونه مایع شکمبه بره‌ها انجام شد. سپس نمونه مایع شکمبه با پارچه چهار لایه پارچه تمیز مخصوص صاف شد و نمونه‌ای از آن برای تعیین نیتروژن آمونیاکی و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه به‌طور جداگانه برداشته (۱۰ میلی‌لیتر) شد. پس از افزودن ۱ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد به ازای هر ۴ میلی‌لیتر مایع شکمبه، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Broderick & Kang, 1980). اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش تیتراسیون (Conway, 1950) و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه شامل استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC-PU4410-PHILIPS) انجام شد (Ottenstein & Bartley,1971).

برای اندازه‌گیری جمعیت کل باکتری‌های موجود در مایع شکمبه، در روز ۹۰، چهار ساعت پس از مصرف وعده خوراک صبح، نمونه‌ای از مایع شکمبه گرفته شد و در فلاسک حاوی آب گرم قرار داده شد. سپس بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد.

در آزمایشگاه، با استفاده از محیط کشتی با pH ۷/۵۸، مقداری از مایع شکمبه با محلول رقیق‌کننده‌ای به نسبت‌های ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ ترکیب‌شده و سپس از هر ترکیب، سه تکرار با تلقیح ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رقیق‌شده در محیط کشت تهیه شد. سپس لوله‌های کشت با گاز CO_2 به مدت ۳۰ ثانیه گاز دهی شدند و درنهایت، با در نظر گرفتن تغییرات pH و تغییر رنگ به کدر و خاکستری در ته هر لوله، رشد باکتری پس از ۱۴ روز شمرده و با استفاده از جداول MPN (Most Probable Number) محاسبه شد. به‌علاوه، در این فرآیند، pH محیط کشت نیز قرائت شد. به‌منظور کشت باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک یک میلی‌لیتر از

1- Ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA)

رقت‌های مختلف تهیه‌شده به‌وسیله سمپلر در داخل پتری دیش ریخته و سپس از محیط کشت MRS[1] در داخل پتری دیش ریخته و به‌صورت عدد ۸ انگلیسی (8) حرکت داده شد تا نمونه و محیط کشت کاملاً مخلوط شود. پس از بستن محیط کشت، شرایط گرم‌خانه‌گذاری بی‌هوازی با استفاده از جار بی‌هوازی و گازپک (شرکت مرک آلمان و مدل A) فراهم شد و سپس پتری دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان ۴۸ ساعت، کلیه کلنی‌های رشد کرده در سطح پتری دیش شمارش شدند. به‌منظور کشت کلی‌فرم‌ها، یک میلی‌لیتر از رقت‌های مختلف تهیه به‌وسیله سمپلر در داخل پتری دیش استریل ریخته شد. سپس از محیط کشت VRB[2] به میزان ۲۰ میلی‌لیتر در داخل پتری دیش ریخته و به‌صورت عدد ۸ انگلیسی حرکت داده شد تا نمونه و محیط کشت کاملاً مخلوط شود. پس از بستن محیط کشت، به مقدار ۵ میلی‌لیتر دیگر از محیط کشت VRB روی پتری‌دیش ریخته شد تا ببندد، سپس پتری‌دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان ۴۸ ساعت، کلیه کلنی‌های قرمز متمایل به بنفش شمارش و سپس ۱۰ عدد از کلنی‌ها که نماینده کلیه کلنی‌های رشد کرده در سطح پتری دیش باشد انتخاب شدند و هرکدام به لوله‌های حاوی محیط کشت BGB[3] که دارای لوله دورهام بود، منتقل شدند و برای ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از ۴۸ ساعت چنانچه در لوله‌ها کلنی ایجاد نشود پرگنه‌های قرمزرنگ ازنظر کلی‌فرم تائید نمی‌شوند (Ghoorchi & Ghorbani, 2012). برای محاسبه تعداد کلنی‌های کلی‌فرمی در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه از رابطه ۲ استفاده شد.

$$N= (\log10CFU) \times D \qquad (۲)$$

در این رابطه N =جمعیت میکروارگانیسم‌های هوازی و بی‌هوازی، یا اسیدلاکتیک و یا کلی فرم موجود در هر میلی‌لیتر شکمبه،CFU= تعداد کلنی‌های تشکیل‌شده در پلت و D= عکس رقت می‌باشد.

برای اندازه‌گیری جمعیت پروتوزوآ مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش، تعداد ۳ رأس بره از هر تیمار انتخاب شد. ۲۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با استفاده از لوله پلاستیکی از شکمبه حیوان در چهار ساعت قبل از وعده خوراک صبح از شکمبه حیوانات اخذ شد. با استفاده از پارچه کنفی چهار لایه صاف و با حجم مساوی از فرمالین ۱۸ درصد مخلوط و پس از رنگ‌آمیزی بارنگ متیلن بلو، بریلیانت گرین و لوگول در تاریکی و در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. برای شمارش یک میلی‌لیتر از نمونه رنگ‌آمیزی شده و با ۹ میلی‌لیتر گلیسرول ۳۰ درصد رقیق و سپس شمارش مژکداران با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی X40 انجام شد. هر نمونه ۴ بار با لام نئوبار مورد شمارش قرار گرفت. نتایج شمارش به‌صورت غلظت (تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه) با استفاده از رابطه زیر گزارش شد (Dehority, 2003). در رابطه زیر N تعداد پروتوزوآ در یک میلی‌لیتر از مایع شکمبه، a تعداد پروتوزوآ در ۴ بخش در لام نئوبار و d نرخ رقت نمونه است.

$$N= 10.4 \times a \times d$$

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار روی ۳۰ رأس بره نر آمیخته زل و افشار انجام شد. داده‌های حاصل از تحقیق با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و با استفاده از تجزیه کواریانس برای ارزیابی عملکرد آزمایش‌های داده‌ها استفاده شد در این تجزیه‌وتحلیل، متغیر وزن اولیه به‌عنوان متغیر کوواریت در نظر گرفته شد و بر اساس مدل زیر تحلیل شد (SAS, 2001):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (x_i - \bar{x}) + E_{ij}$$

در این رابطه Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین جامعه، β تابعیت فراسنجه مورد اندازه‌گیری از متغیر کمکی، x_i متغیر کمکی، $\bar{x}$ میانگین متغیر کمکی، Ti اثر تیمار و Eij خطای آزمایش است.

مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد (Duncan,1995).

نتایج و بحث

مقایسه میانگین صفات عملکرد رشد بره‌های پرواری (جدول ۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در وزن پایان پروار (P=۰/۰۲۵)، افزایش وزن روزانه (P=۰/۰۳۲)، ماده خشک مصرفی (P=۰/۰۲۱) و ضریب تبدیل خوراک (P=۰/۰۲۰) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. بالاترین وزن پایانی، افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی به‌ترتیب در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی مشاهده شد. بالاترین و پایین‌ترین وزن پایانی، افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی به‌ترتیب در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و گروه شاهد مشاهده شد. همچنین پایین‌ترین و بالاترین ضریب تبدیل خوراک به‌ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و گروه شاهد وجود داشت.

1- DeMan Rogosa Sharpe
2- Violet Red Bile Agar (VRB)
3- Brilliant Green Bile Broth (BGB)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

جدول ۳- اثر تیمارهای ازمایشی بر صفات عملکرد رشد بره‌های پرواری

Table 3. The effect of experimental treatments on growth performance of fattening lambs

صفات	سطوح ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی (Levels of potato waste silage(%))					خطای استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-Value)
	0	25	50	75	100		
وزن اولیه پروار Initial weight (Kg)	26.62	26.72	27.11	26.65	25.65	0.620	0.640
وزن پایان پروار Final weight(Kg)	43.17[b]	46.00[a]	47.87[a]	45.35[ab]	46.22[ab]	0.660	0.025
افزایش وزن روزانه Daily weight gain(g)	184.80[b]	225.30[a]	230.60[a]	207.70[ab]	228.50[a]	3.890	0.032
ماده خشک مصرفی Dry matter intake(Kg)	1.58[a]	1.62[b]	1.73[a]	1.62[b]	1.72[a]	31.450	0.021
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion rate	8.56[a]	7.22[b]	7.51[b]	7.81[b]	7.53[b]	0.230	0.020

a-b میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<0.05).

a-b The mean of each row with different letters have significant difference (p<0.05)

همسو با این نتایج، چندین پژوهش روی بره‌های پرواری نشان دادند که مصرف سیلاژ سیب‌زمینی سبب بهبود ماده خشک مصرفی (Nkosi & Nkosi, 2010)، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در بره‌های پرواری (Taasoli & Kafilzadeh, 2008) شد. گزارش‌شده است که تغذیه بره‌های پرواری با منابع غنی نشاسته سبب بهبود ماده خشک مصرفی و ارتقاء افزایش وزن روزانه می‌شود (Jiriaei et al., 2017). از دلایل احتمالی بهبود ماده خشک مصرفی و نیز به‌دنبال آن بهبود وزن پایانی در اثر مصرف سیلاژ سیب‌زمینی می‌تواند خوش‌طعم بودن محتوی سیب‌زمینی و تمایل حیوان به مصرف بیشتر خوراک و نیز انرژی خام مناسب و تقریباً نزدیک به دانه جو (به‌دلیل محتوی نشاسته مناسب) باشد (Salem et al, 2013). سوگیموتو و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند با افزایش سطح تغذیه سیب‌زمینی در جیره مصرفی، مصرف ماده خشک نیز افزایش یافت. در پژوهش انجام‌گرفته، بهبود ماده خشک مصرفی در اثر مصرف سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی مشاهده شد (Okine et al., 2005). نتیجه یک پژوهش نشان داد که بره‌های دریافت کننده ۳۰ و ۴۵ درصد ضایعات سیب‌زمینی پخته‌شده در جیره وزن پایان پروار بالاتری داشتند (Chashnidel et al., 2019). پن و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که افزایش سطح ضایعات سیب‌زمینی تا سطح ۶۰ درصد ماده خشک در جیره به‌طور معنی‌داری ماده خشک مصرفی در گوساله‌ها را کاهش داد (Pen et al., 2006). بقایای سیب‌زمینی می‌توانند جایگزین جو به‌عنوان منبع انرژی برای گاو گوشتی شوند (Gebrechristos & Chen, 2018). عمر و تاویلا (۲۰۰۸) بیان کردند که مصرف ضایعات سیب‌زمینی در جیره بزها در سطح ۵۰ درصد جایگزین جو سبب بهبود عملکرد رشد شد (Omer & Tawila, 2008). دینگرا و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که مصرف سطح ۳۰ درصد ضایعات عمل‌آوری شده سیب‌زمینی به‌عنوان یک منبع انرژی به‌جای غلات در جیره سبب بهبود ماده خشک مصرفی گاوهای شیری شد (Dhingra et al., 2013). به‌طورکلی سرعت و مقدار تخمیر کربوهیدرات‌های جیره به‌ویژه نشاسته در شکمبه از مهم‌ترین عواملی است که تأمین مواد مغذی برای حیوان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Zhang et al., 2015).

نتایج قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول ۴ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام (P=۰/۰۱۱) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (P=۰/۰۲۴) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. بیشترین و کمترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام به‌ترتیب در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و گروه شاهد مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین قابلیت هضم ظاهری الیاف نامحلول در شوینده خنثی به‌ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و گروه شاهد وجود داشت.

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 4. The effect of experimental treatments on the apparent digestibility of nutrients of the experimental diets (%)

	سطوح ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی (Levels of potato waste silage(%))					خطای استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-Value)
	0	25	50	75	100		
ماده خشک Dry matter	71.19	72.02	74.14	73.02	73.17	0.920	0.412
ماده آلی Organic matter	70.67	71.18	72.55	73.18	73.02	0.950	0.305
پروتئین خام Crude protein	69.99b	72.47ab	75.18a	72.65ab	73.14ab	0.740	0.011
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	60.17b	63.68a	61.97b	62.15b	60.66b	0.710	0.024

a-b میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<0.05).

a-b The mean of each row with different letters have significant difference (p<0.05)

چاشنی‌دل و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که افزودن سطح ۴۵ درصد ضایعات سیب‌زمینی پخته‌شده در جیره بره‌های پرواری سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک شد (Chashnidel et al., 2019). مهرانی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که افزودن سیب‌زمینی خام به جیره در سطح ۱۵ درصد سبب افزایش معنی‌دار در قابلیت هضم ماده

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

خشک و ماده آلی گردید (Mehrani et al., 2021). مالکی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند که مصرف سطوح مختلف سیلاژ سیب‌زمینی سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام در بره‌های پرواری شد (Malecky et al., 2017). کانگونی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که سیلو کردن سیب‌زمینی قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را بهبود می‌بخشد. همچنین این محققین بیان کردند که سیلو کردن می‌تواند ساختار اجزای الیافی موجود در خوراک را در طول تخمیر اصلاح کند و استفاده از آن‌ها را بهبود ببخشد (Kanengoni et al., 2015). فرانکو و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که مصرف ضایعات سیب‌زمینی جایگزین دانه غلات در جیره سبب افزایش قابلیت هضم ماده آلی در گاوهای شیری شد (Franco et al., 2021). مهرانی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش دادند که جایگزینی ضایعات سیب‌زمینی در سطح ۱۵درصد ماده خشک در جیره به‌طور معنی‌داری قابلیت هضم ماده خشک را افزایش داد (Mehrani et al, 2021). در یک پژوهش بیان شد که قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر تیمارهای حاوی سیب‌زمینی قرار نگرفت (Omer et al., 2010) که با نتایج جدول ۴ مطابقت داشت.

عمر و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام در تیمار حاوی ۵۰ درصد ضایعات سیب‌زمینی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Omer et al., 2010).

نتایج برخی فراسنجه‌های سرم خون بره‌های پرواری در جدول ۵ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته پایین و نیتروژن اوره‌ای خون بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین غلظت گلوکز خون به‌ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و گروه شاهد مشاهده شد. بالاترین و پایین‌ترین غلظت تری‌گلیسرید خون به‌ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و تیمار حاوی ۷۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی وجود داشت. بالاترین و پایین‌ترین غلظت لیپوپروتئین با دانسیته پایین به‌ترتیب در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و تیمار ۷۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی مشاهده شد. همچنین تیمار حاوی ۷۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی دارای بالاترین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون و تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی دارای پایین‌ترین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بود.

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری در پایان آزمایش (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

Table 5. The effect of experimental treatments on some blood parameters of fattening lambs at the end of study (mg/dL)

فراسنجه‌های خونی	سطوح ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی(Levels of potato waste silage(%)					خطای استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-Value)
	0	25	50	75	100		
گلوکز Glucose	71.96^{b}	83.12^{a}	72.69^{b}	75.33^{b}	77.09^{b}	1.620	0.026
تری‌گلیسرید Triglyceride	18.61^{ab}	22.34^{a}	20.00^{ab}	17.84^{b}	19.50^{ab}	0.550	0.010
لیپوپروتئین با دانسیته بالا HDL	28.59	30.04	30.95	30.06	29.84	0.640	0.842
لیپوپروتئین با دانسیته پایین LDL	10.16^{a}	10.55^{a}	8.96^{b}	8.91^{b}	9.99^{ab}	0.350	0.010
نیتروژن اوره‌ای خون Blood urea nitrogen	11.08^{ab}	9.85^{b}	11.41^{ab}	13.64^{a}	11.85^{ab}	0.280	0.021

a-b میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<0.05).

$^{a-b}$ The mean of each row with different letters have significant difference (P<0.05)

همسو با این نتایج، چاشنی دل و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که غلظت گلوکز خون در تیمار ضایعات سیب‌زمینی پخته‌شده نسبت به گروه شاهد در بره‌های پرواری بالاتر بود (Chashnidel et al., 2018). همچنین نتیجه یک پژوهش نشان داد که غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید خون در بره‌های پرواری تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سیلاژ سیب‌زمینی کاهش یافت، اما غلظت گلوکز کاهش یافت (Malecky et al., 2017). گزارش شد که غلظت گلوکز پلاسما در بزهای تغذیه‌شده با جیره‌های نشاسته بالا، به‌جای اینکه دچار تقلیل شوند، سطحش ارتقاء یافت و این امر اشاره به آن دارد که جیره حاوی نشاسته بالا موجب بهبود گلوکز خالص هپاتیک و افزایش قابلیت دسترسی نشاسته هضم‌شده در روده باریک حیوان می‌شود (Wang et al., 2016). غلظت گلوکز خون بره‌های پرواری به مقدار ماده خشک مصرفی روزانه بستگی دارد (Przemyslaw et al., 2015) و ازآنجایی‌که مقدار ماده خشک مصرفی روزانه در تیمار حاوی ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی به‌خصوص تیمار حاوی ۵۰ درصد سیلاژ سیب‌زمینی نسبت به سایر تیمارها افزایش‌یافته بود، از این‌رو غلظت گلوکز خون نیز افزایش معنی‌داری نشان داد.

همچنین بیان‌شده است که وجود مقادیر بالای کربوهیدرات غیر الیافی در جیره سبب افزایش سطح انرژی قابل‌هضم و قابل تخمیر در شکمبه شده و متابولیسم شکمبه را ازنظر تجزیه میکروبی کربوهیدرات‌ها، در جهت تولید هر چه بیشتر پروپیونات سوق می‌دهد. پروپیونات نیز به‌عنوان پیش ساز اصلی گلوکوژنیک، ساخت گلوکز را در کبد و کلیه‌ها تحریک کرده و سطح گلوکز خون را از این راه افزایش می‌دهد (Borja et al., 2014). همچنین بیان‌شده است که احتمالاً کاهش سطح کلسترول خون را می‌توان به نقش کربوهیدرات و نشاسته موجود سیب‌زمینی، در بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و افزایش شمار لاکتوباسیلوس‌ها نسبت داد (De Smet et al., 2004). در پژوهشی افزودن سطوح مختلف سیلاژ سیب‌زمینی و کاه گندم به جیره، سبب کاهش کلسترول خون بره‌های پرواری شد (Sadri et al., 2018).

نتایج فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در جدول ۶ نشان داد که تفاوت معنی‌داری در جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک (P=۰/۰۳۹)، کلی‌فرم (P=۰/۰۱۸)، پروتوزوآ (P=۰/۰۱۵)، نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه (P=۰/۰۳۶)، کل اسیدهای چرب فرار (P=۰/۰۴۶)، اسید استیک (P=۰/۰۱۵)، پروپیونیک

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

(P=۰/۰۲۳)، بوتیریک (P=۰/۰۱۶)، والریک (P=۰/۰۲۰) و ایزووالریک (P=۰/۰۱۱) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک و پروتوزوآ با مصرف تیمار ۱۰۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی مشاهده شد. افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه به‌ترتیب با مصرف سطح ۲۵ و ۵۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی مشاهده شد. بالاترین غلظت اسید استیک در تیمار حاوی ۷۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی و بالاترین غلظت اسید پروپیونیک در تیمار حاوی ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی وجود داشت.

جدول ۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر کل باکتری‌های مایع شکمبه Log 10(cfu/ml)، جمعیت پروتوزوآها و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای

Table 6. The effect of experimental treatments on total bacteria rumen fluid Log 10(cfu/ml), population of protozoa and parameters of rumen fermentation

	سطوح ضایعات سیلو شده سیب‌زمینی (Levels of potato waste silage(%))					خطای استاندارد میانگین (SEM)	احتمال معنی‌داری (P-Value)
	0	25	50	75	100		
کل باکتری‌ها Total bacteria	10.47	10.60	10.73	10.56	10.60	0.090	0.895
باکتری‌های اسیدلاکتیک Lactic acid bacteria	4.71^{b}	4.94^{a}	4.87^{a}	43.89^{a}	4.97^{a}	0.050	0.039
کلی‌فرم Coliform	3.46^{ab}	3.74^{a}	3.64^{a}	3.32^{b}	3.59^{ab}	0.090	0.018
پروتوزوآ Protozoa	6.43^{ab}	7.28^{a}	6.42^{b}	7.06^{ab}	7.68^{a}	0.180	0.015
pH	6.26	6.25	6.36	6.37	6.26	0.050	0.897
نیتروژن آمونیاکی (NH 3-N (mg/dl))	12.84^{b}	14.41^{a}	13.05^{b}	13.41^{b}	13.17^{b}	0.410	0.036
کل اسیدهای چرب فرار (Volataile fatty Acids (Mmol/L))	96.45^{b}	98.95a	99.96^{a}	99.01^{a}	97.95^{a}	0.820	0.046
اسید استیک (Acetate) (% of VFA)	52.62^{b}	57.83^{ab}	60.57^{a}	61.98^{a}	59.01^{a}	0.470	0.015
اسید پروپیونیک (Propionate) (% of VFA)	21.05^{a}	21.91^{a}	17.04^{ab}	14.66^{a}	14.60^{b}	0.520	0.023
اسید بوتیریک (Butyrate) (% of VFA)	14.12^{a}	12.32^{b}	10.83^{b}	12.85^{b}	12.60^{b}	0.960	0.016
اسید والریک (Valerate)(% of VFA)	6.77^{a}	4.43^{b}	8.37^{a}	6.52^{a}	7.87^{a}	0.670	0.020
اسید ایزو والریک (Isovalerate) (% of VFA)	1.91^{b}	2.48^{b}	3.15^{ab}	3.01^{ab}	3.88^{a}	0.220	0.011

a-b میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (p<0.05).

a-b The mean of each row with different letters have significant difference (p<0.05

براساس گزارش هانتینگتون (۱۹۹۷)، بهترین میزان استفاده از نشاسته وقتی صورت می‌گیرد که بیشترین تخمیر در شکمبه انجام شود (Huntington, 1997). تغذیه با منابع سریع‌التخمیر پروتئین و نشاسته در بره‌ها با افزایش ابقاء نیتروژن همراه بود. به‌طورکلی افزایش فراهمی نشاسته با تخمیرپذیری بالا در شکمبه، افزایش اسیدهای آلی و ساخت پروتئین میکروبی و در مقابل کاهش هضم الیاف، نسبت استات به پروپیونات و تراکم آمونیاک شکمبه‌ای را در پی خواهد داشت (Harmon et al., 2004). همسو با نتایج جدول ۶ در مورد نیتروژن آمونیاکی، ژاوو و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که جیره حاوی نشاسته به‌طور معنی‌داری غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه را افزایش داد. غلظت پروپیونات و بوتیرات مایع در گروه نشاسته نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بود (Zhao et al., 2018). نشاسته‌های غنی از آمیلوپکتین در مقایسه با نشاسته‌های غنی از آمیلوز، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بیشتری دارند که می‌تواند منجر به در دسترس قرار گرفتن بیشتر نشاسته برای تخمیر توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه شود. در پژوهش روکه و همکاران (۱۹۹۷) گزارش شد که غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه گوسفندان با افزایش سطوح ضایعات سیب‌زمینی روند کاهشی داشت. همچنین در این پژوهش با افزایش سطح تغذیه ضایعات سیب‌زمینی، جمعیت پروتوزآ مایع شکمبه و نسبت مولار بوتیرات در مایع شکمبه افزایش یافت (Rooke et al., 1997). عواملی مانند ترکیب جیره مصرفی، خصوصیات فیزیکی جیره مصرفی و فاصله زمانی بین وعده‌های خوراک‌دهی می‌توانند بر جمعیت پروتوزوآ مؤثر باشند (Ivan et al., 2000). پروتوزوآ گرانول‌های نشاسته را با سرعت بیشتری بلع نموده و در مصرف این سوبسترا با باکتری‌های آمیلولایتیک رقابت دارند (Ghoorchi & Ghorbani, 2012).

وانگ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با افزایش سطح سیلاژ تفاله سیب‌زمینی و کاه ذرت در جیره گاوهای گوشتی، کاهش یافت (Wang et al., 2012). سوگیموتو و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که غلظت نیتروژن آمونیاکی برای گوساله‌های تغذیه‌شده با سیلاژ تفاله سیب‌زمینی به‌همراه کنسانتره بیشتر بود (Sugimoto et al., 2007). آیبیبولا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، سه ساعت پس از مصرف خوراک در گوساله‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد سیلاژ تفاله سیب‌زمینی به‌جای ذرت نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (Aibibula et al., 2007). احتمالاً افزایش نیتروژن آمونیاکی نشان‌دهنده فعالیت بیشتر شکمبه‌ای یا ناشی از هضم مناسب پروتئین خام سیب‌زمینی بوده است (Stanhope et al., 1980). در یک تحقیق گزارش شد که مصرف سطوح مختلف سیلاژ تفاله سیب‌زمینی، اثر معنی‌داری روی pH مایع شکمبه ایجاد نکرد (Sugimoto et al., 2007) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. مقدار pH مایع شکمبه تحت تأثیر میزان تخمیر و گوارش جیره، سرعت تخمیر کربوهیدرات‌ها، تولید اسیدهای چرب تخمیری و الیاف در شکمبه قرار دارد (Allen,

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

2000). نتیجه یک پژوهش نشان داد که pH مایع شکمبه در بره‌های پرواری تغذیه‌شده با منبع نشاسته حاصل از غلات کاهش و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نیز افزایش داشت (Jiriaei et al., 2017). محصولات فرآیند تخمیر در شکمبه بستگی به ترکیب جیره دارد. در کل، تخمیر کربوهیدرات‌های ساختاری باعث افزایش تولید استات و کاهش تولید پروپیونات می‌شود ولی این در حالی است که در مقایسه با آن، تخمیر نشاسته باعث تولید مقدار بیشتری پروپیونات می‌شود (Mohammed et al., 2010). رادونز و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که افزایش سطح ضایعات سیب زمینی غلظت کل اسیدهای چرب فرار را افزایش می‌دهد (Radunz et al., 2003). احتمالاً افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار به‌علت استفاده بهتر از کربوهیدرات‌های جیره است (Fadel et al., 1987).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی تحقیق حاضر نشان داد که با مصرف سطح ۵۰ درصد سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی بهبود در ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و وزن پایان پروار حاصل شد. قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به‌ترتیب با مصرف سطوح ۵۰ و ۲۵ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی بهبود یافت. با مصرف ۱۰۰ درصد ضایعات سیلاژ سیب‌زمینی، افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک و نیز پروتوزوآ مایع شکمبه مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش می‌توان تا ۱۰۰ درصد سیلاژ ضایعات سیب‌زمینی را جایگزین جو کرد

References

Aibibula, Y., Okine, A., Hanada, M., Murata, S., Okamoto, M., & Goto, M. (2007). Effect of replacing rolled corn with potato pulp silage in grass silage-based diets on nitrogen utilization by steers. *Asian-australasian journal of animal sciences*, *20*(8), 1215-1221.

Allen, M.S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of dairy science*, *83*(7), 1598-1624.

AOAC International. (2003). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th edition.2nd revision. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Borja, M.S., Oliveira, R.L., Bagaldo, A.R., Pereira, L.A., Portela, R.W., Barbosa, A.M., & Carvalho, G.G.P. (2014). Microbial protein and blood parameters of goats fed with licury cake. *Semina: Ciências Agrárias*, *35*(1), 519-529.

Broderick, G.A., & Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of dairy science*, *63*(1), 64-75.

Cao, Y., Takahashi, T., & Horiguchi, K.I. (2009). Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. *Animal feed science and technology*, *151*(1-2), 1-11.

Chashnidel, Y.H., Kolarestaghi, Jafari, A.R.S., & Bahari, M. (2018). The effects of substituting barley grain with waste potatoes cooked on ruminal degradation and some blood metabolites of fattening Zell lambs. *Animal Science Journal* (Pajouhesh & Sazandegi), 118: 23-32 (In Persian).

Chashnidel, Y., Kolarestaghi, H., & Jafari, A.R.S. (2019). Replacing barley with different levels of cooked potato wastes in diet on growth performance, apparent digestibility of nutrients and qualitative and quantitative characteristics of carcasses of fattened Zell male lambs. *Journal of Ruminant Research*, 7(3): 13-26 (In Persian).

Conway, W.J. (1950). *Micro diffusion analysis and volumetric error*. (2th ed) Crosby Lock Wood and Son. London, U.K.

Dehority, B.A. (2003). *Rumen Microbiology*. Academic Press, London.

De Smet, S., Raes, K., & Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53(2): 81-98.

Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Chopra, S., (2013). Utilization of potato processing waste for compound cattle feed. *Agricultural Engineering Today*, 37: 40-45.

Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics,* 1: 1-42.

Fadel, J.G., Uden, P., & Robinson, P.H. (1987). Effect of nitrogen and energy supplements on intake and digestion of oat straw by non-lactating dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*, 109(3): 503-511.

Franco, M., Stefański, T., Jalava, T., Lehto, M., Kahala, M., Järvenpää, E., & Rinne, M. (2021). Effect of potato by-product on production responses of dairy cows and total mixed ration stability. *Dairy*, 2(2): 218-230.

Gebrechristos, H.Y., & Chen, W. (2018). Utilization of potato peel as eco- friendly products: *A review. Food science & nutrition,* 6(6): 1352-1356.

Ghoorchi, T. & Ghorbani, B. (2012). *Rumen Microbiology*. Publications of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 169 p (In Persian).

Harmon, D., Yamka, R., & Elam, N. (2004). Factors affecting intestinal starch digestion in ruminants: a review. *Canadian Journal Animal Science,* 84(3): 309-318.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

Huntington, G.B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science,* 5: 852-867.

Ivan, M., Neill, L., Forster, R., Alimon, R., Rode, L. M., & Entz, T. (2000). Effects of Isotricha, Dasytricha, Entodinium, and total fauna on ruminal fermentation and duodenal flow in wethers fed different diets. Journal of Dairy Science, 83(4), 776-787. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)74940-x

Jiriaei, F., Kazemi Bonchenar, M., Moradi M.H., & Mirmohammadi, D. (2017). Effect of starch source in diets contained corn steep liquor on performance, blood metabolites, and ruminal enzymes activities of fattening lambs. *Journal of Ruminant Research,* 5(1): 152-168.(In Persian). https://doi.org/10.22069/ejrr.2017.12884.1531

Kalantar, M. (2017). Use of processed agricultural wastes and residues in feeding livestock, poultry and aquatic animals. *Qom, research plan,* agricultural promotion coordination management of Qom Province Agricultural Jihad Organization (In Persian).

Kanengoni, A. T., Chimonyo, M., Ndimba, B. K., & Dzama, K. (2015). Feed preference, nutrient digestibility and colon volatile fatty acid production in growing South African Windsnyer-type indigenous pigs and Large White× Landrace crosses fed diets containing ensiled maize cobs. *Livestock Science*, 171, 28-35. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.10.018

Malecky, M., Ghadbeigi, M., Aliarabi, H., Bahari, A. A., & Zaboli, K. (2017). Effect of replacing alfalfa with processed potato vines on growth performance, ruminal and total tract digestibility and blood metabolites in fattening lambs. *Small Ruminant Research*, 146, 13-22.http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.11.005

Mayer, F., & Hillebrandt, J. O. (1997). Potato pulp: microbiological characterization, physical modification, and application of this agricultural waste product. *Applied microbiology and biotechnology,* 48, 435-440. https://doi.org/10.1007/s002530051076

Mehrani, K., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & RajabiAliAbadi, R. (2021). Effect of different levels of potato on nutrient digestibility, fibrolytic enzyme and ruminal characteristics in Dalagh ewe. *Research on Animal Production*, 11(30): 49-56. (In persian). http://dx.doi.org/10.52547/rap.11.30.49

Mohammed, R., Kennelly, J. J., Kramer, J. K. G., Beauchemin, K. A., Stanton, C. S., & Murphy, J. J. (2010). Effect of grain type and processing method on rumen fermentation and milk rumenic acid production. *Animal,* 4(8), 1425-1444 https://doi.org/10.1017/S175173111000039X

Nkosi, B. D., & Nkosi, R. (2010). Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. *South African Journal of Animal Science,* 40(3), 229-237. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v40i3.7

Okine, A., Hanada, M., Aibibula, Y., & Okamoto, M. (2005). Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. *Animal feed science and technology*, 121(3-4), 329-343. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.032

Omer, H. A. A., & Tawila, M. A. (2008). Growth performance of growing Baladi goats fed diets containing different levels of sun dried peel potato waste. *Egyptian Journal of Nutrition and feeds*, 11(3), 453-468.

Omer, H. A., S. S. Abdel-Magid, S. M. Ahmed, M. I. Mohamed and I. M. Awadalla. 2010. Response to partial replacement of yellow corn with potato processing waste as non-traditional source of energy on the productive performance of Ossimi lambs. Tropical Animal Health and Production, 42(6): 1195-1202. https://doi.org/10.1007/s11250-010-9548-8

Ottenstein, D. M., & Bartley, D. A. (1971). Separation of free acids C2–C5 in dilute aqueous solution column technology. *Journal of Chromatographic Science,* 9(11), 673-681. https://doi.org/10.1093/chromsci/9.11.673

Pen, B., Oyabu, T., Hidaka, S., & Hidari, H. (2006). Effect of potato by-products based silage on growth performance, carcass characteristics and fatty acid composition of carcass fats in Holstein steers. Asian-australasian *journal of animal sciences,* 18(4), 490-496.http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2005.490

Przemysław, S., Cezary, P., Stanisław, M., Krzysztof, L., Barbara, P., Zofia, A., ... & Ząbek, K. (2014). The effect of nutritional and fermentational characteristics of grass and legume silages on feed intake, growth performance and blood indices of lambs. *Small Ruminant Research,* 123(1), 1-7. http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.008

Radunz, A. E., Lardy, G. P., Bauer, M. L., Marchello, M. J., Loe, E. R., & Berg, P. T. (2003). Influence of steam-peeled potato-processing waste inclusion level in beef finishing diets: effects on digestion, feedlot performance, and meat quality. *Journal of animal science,* 81(11), 2675-2685.https://doi.org/10.2527/2003.81112675x

Relling, A. E., Crompton, L. A., Loerch, S. C., & Reynolds, C. K. (2009). Plasma concentration of glucose-dependent insulinotropic polypeptide is negatively correlated with respiratory quotient in lactating dairy cows. *J Dairy Sci,* 92, 470-471.

Rooke, J. A., Moss, A. R., Mathers, A. I., & Crawshaw, R. (1997). Assessment using sheep of the nutritive value of liquid potato feed and partially fried potato chips (French fries). *Animal feed science and technology,* 64(2-4), 243-256.https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01051-6

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]

Sadri, K., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H., & Rezaei, J. (2018). Influence of dietary feeding different levels of mixed potato-wheat straw silage on the diet digestibility and the performance of growing lambs. *Small Ruminant Research,* 159, 84-89. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.002

SAS. (2001). Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Salem, A. Z., Kholif, A. E., Olivares, M., Elghandour, M. M., Mellado, M., & Arece, J. (2013). Influence of S. babylonica extract on feed intake, growth performance and diet in vitro gas production profile in young lambs. *Tropical Animal Health and Production,* 46, 213-219. http://dx.doi.org/10.1007/s11250-013-0478-0

Schneider, P. L., Stokes, M. R., Bull, L. S., & Walker, C. K. (1985). Evaluation of potato meal as a feedstuff for lactating dairy cows. *Journal of dairy science,* 68(7), 1738-1743.https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)81020-1

Stanhope, D. L., Hinman, D. D., Everson, D. O., & Bull, R. C. (1980). Digestibility of potato processing residue in beef cattle finishing diets. *Journal of animal science,* 51(1), 202-206.https://doi.org/10.2527/jas1980.511202x

Sugimoto, M., Chiba, T., Kanamoto, M., Hidari, H., Kida, K., Saito, W., ... & Saito, T. (2007). Effects of urea treatment of potato pulp and inclusion levels of potato pulp silage in supplements on digestibility and ruminal fermentation in beef steers. *Animal science journal,* 78(6), 587-595. http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-0929.2007.00479.x

Sugimoto, M., Saito, W., Ooi, M., Sato, Y., & Saito, T. (2009). The effects of inclusion levels of urea- treated potato pulp silage in concentrate and roughage sources on finishing performance and carcass quality in cull beef cows. *Animal science journal,* 80(3), 280-285. https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00629.x

Taasoli, G., & Kafilzadeh, F. (2008). Effects of dried and ensiled apple pomace from puree making on performance of finishing lambs. *Pakistan Journal of Biological Sciences,* 11(2), 294-297. http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2008.294.297

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornel University Press, Ithaca, New York, 374 pp.

Van Keulen, J. Y. B. A., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science,* 44(2), 282-287. https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x

Wang, D., Li, F., Zhang, Y., Bu, D., Sun, P., & Zhou, L. (2012). Mixed silage of potato pulp and corn straw affects rumen environment and serum biochemical parameters of beef cattle. *Chinese Journal of Animal Nutrition,* 24(7), 1361-1367.

Wang, S. P., Wang, W. J., & Tan, Z. L. (2016). Effects of dietary starch types on rumen fermentation and blood profile in goats. *Czech J Anim Sci,* 61(1), 32-41. https://doi.org/10.17221/8666-CJAS

Zhao, F., Ren, W., Zhang, A., Jiang, N., Liu, W., & Wang, F. (2018). Effects of different amylose to amylopectin ratios on rumen fermentation and development in fattening lambs. Asian-Australasian *Journal of Animal Sciences,* 31(10), 1611. https://doi.org/10.5713%2Fajas.17.0833

Zhang, X., Zhang, H., Wang, Z., Zhang, X., Zou, H., Tan, C., & Peng, Q. (2015). Effects of dietary carbohydrate composition on rumen fermentation characteristics and microbial population in vitro. *Italian Journal of Animal Science*, 14(3), 3366. http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2015.3366

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-01-07]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.42.6.3]
[DOI: 10.61186/rap.14.42.51]