Iranian Journal of Animal Science
Vol 52, No 3, Autumn 2021 (153-162)
DOI: 10.22059/ijas.2021.320545.653817

علوم دامی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰ (ص ۱۶۲-۱۵۳)

مقاله پژوهشی:

اثر جایگزینی کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود بر عملکرد و وضعیت متابولیکی گاوهای تازه‌زای هلشتاین

مصطفی شامی[۱]، حمید امانلو[۲]، طاهره امیرآبادی فراهانی[۳*] و نجمه اسلامیان فارسونی[٤]
۱ و ۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
٤. استادیار، گروه علوم دامی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد، شهرکرد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲٤ - تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۳/۲)

چکیده

هدف از اجرای این پژوهش مقایسه کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود شده در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد بر روی عملکرد و وضعیت متابولیکی گاوهای تازه‌زای هلشتاین بود. ۲٤ راس گاو هلشتاین (وزن بدن ± SD؛ ۲۸/۳۳ ± ٦۱٤/٤٥) به طور تصادفی به دو جیره از روز زایش تا ۲۱ روز پس از زایش اختصاص یافتند: ۱- شاهد (حاوی کنجاله سویای حلالی؛ SSBM) و ۲- آزمایشی (حاوی کنجاله سویای اکسترود شده؛ ESBM). گاوها به طور انفرادی نگهداری و با جیره‌های کاملاً مخلوط تغذیه شدند و خوراک مصرفی و بقایا به طور روزانه ثبت شدند. تولید شیر هر گاو به طور روزانه ثبت شد و نمونه‌گیری از شیر به طور هفتگی جهت تعیین ترکیبات شیر انجام شد. وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی گاوها بلافاصله پس از زایش و ۲۱ روز پس از زایش تعیین شدند. ماده خشک مصرفی در گاوهای ESBM در مقایسه با گاوهای SSBM بالاتر بود ($P < ۰/۰۱$). گاوهای تغذیه‌شده با ESBM، ۳/۷۱ کیلوگرم در روز شیر بیشتری نسبت به گاوهای SSBM تولید کردند ($P<۰/۰۵$). درصد چربی شیر در گاوهای ESBM کم‌تر از گاوهای SSBM بود ($P<۰/۰۵$). گاوهای ESBM غلظت گلوکز خون کمتر ($P<۰/۰۱$) و کلسترول خون بیشتری ($P < ۰/۰۱$) نسبت به گاوهای SSBM داشتند. میانگین دمای راست روده‌ای، تغییرات امتیاز وضعیت بدنی و وزن بدن و بازده خوراک بین تیمارها متفاوت نبود ($P>۰/۱$). در کل، نتایج این پژوهش نشان داد که جایگزین کردن کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود، DMI و تولید شیر را در گاوهای تازه‌زا افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تولید شیر، کنجاله سویای اکسترود شده، گاو تازه‌زا، ماده خشک مصرفی.

Effect of replacing solvent soybean meal with extruded soybean meal on performance and metabolic status of Holstein fresh cows

Mostafa Shami[1], Hamid Amanlou[2], Tahere Amirabadi Farahani[3*] and Najme Eslamian Farsuni[4]
1, 2. M. Sc. Graduate and Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3.Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
4. Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Agriculture and Natural Resources Research Center, Shahrekord, Iran
(Received: Mar. 14, 2021 - Accepted: May 23, 2021)

ABSTRACT

The objective of this study was to compare solvent soybean meal with extruded soybean meal at 135°C on performance and metabolic status of fresh Holstein cows. Twenty-four Holstein cows (BW± SD; 614.45± 28.33) were randomly assigned to 1 of 2 experimental treatments from caving until 21 days in milk: 1- control (containing solvent soybean meal; SSBM) and 2- experimental (containing extruded soybean meal; ESBM). Cows were housed in individual stalls, fed with total mixed ration, and feed offered and ort were recorded daily. Milk yield was recorded daily and milk sampls were taken weekly to determine its composition. Body weight and body condition score of cows were determined at immediately after calving and 21 DIM. Dry matter intake in ESBM cows was greater than SSBM cows ($P< 0.01$). Cows fed ESBM produced 3.71 kg/d more milk than SSBM cows ($P< 0.05$). Milk fat content in ESBM cows was lower than SSBM cows ($P<0.05$). The ESBM cows had lower serum glucose concentration ($P<0.01$) and higher cholesterol ($P<0.01$) than SSBM cows. Rectal temperature, BCS and BW changes, and feed efficiency were not different between treatments ($P>0.1$). Overall, the results of this study showed that replacing solvent soybean meal with extruded soybean meal increased DMI and milk yield of fresh cows.

Keywords: Dry matter intake, extruded soybean meal, fresh cow, milk yield.

* Corresponding author E-mail: Amirabadi@sku.ac.ir

مقدمه

طی دوره انتقال، گاوها توازن منفی مواد مغذی به ویژه پروتئین را، در نتیجه کاهش اشتها و خوراک مصرفی پایین تجربه می‌کنند. در توازن منفی پروتئین، گاوها سهم قابل توجهی از پروتئین عضلات اسکلتی خود را به منظور تأمین آمینو اسیدها و گلوکز غدد پستانی طی چند هفته پس از زایش تجزیه می‌کنند (Komaragiri *et al*., 1997)، اما تجزیه بیش از حد این منابع، منجر به افزایش احتمال وقوع ناهنجاری‌های متابولیکی، ضعف در سیستم ایمنی و تولیدمثلی و کاهش تولید شیر می‌شود (Ji & Dann, 2013). بنابراین توجه به تأمین نیاز پروتئینی دام از طریق جیره غذایی طی دوره انتقال ضروری است. Amanlou *et al*. (2017) گزارش کردند که افزایش‌دادن پروتئین خام با استفاده از مکمل‌های غیرقابل تجزیه در شکمبه[1] در گاوهای تازه‌زا، موجب افزایش ماده خشک مصرفی و تولید شیر طی ۲۱ روز اول پس از زایش در گاوها با توازن منفی پروتئین شد. افزون بر آن، Larsen *et al*. (2014) گزارش کردند که تأمین مقدار اضافی پروتئین قابل متابولیسم پس از زایش با استفاده از تزریق شیردانی کازئین، تولید شیر را به طور معنی‌دار افزایش داد و منجر به بهبود غلظت پروتئین پلاسما و وضعیت ایمنی گاوها در دوره پس از زایش شد.

کنجاله سویا یک مکمل پروتئینی در جیره گاوهای شیرده است که از آن به‌طور گسترده‌ای در تغذیه دام استفاده می‌شود (NRC, 2001). اما بخش عمده‌ای از پروتئین کنجاله سویا (حدود ۷۵ درصد) قابل تجزیه در شکمبه بوده و برای افزایش بخش عبوری پروتئین آن چندین روش توسعه یافته است (Schwab & Broderick, 2017). فرایند حرارتی یکی از روش‌های اصلی جهت کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین‌های خوراک است و به طور وسیع برای بهبود RUP در کنجاله سویا (Broderick *et al*., 1990)، دانه کامل سویا (Faldet & Satter, 1991) و دیگر مکمل‌های پروتئینی تغذیه‌شده به گاوهای شیری استفاده می‌شود (Schwab & Broderick, 2017). چندین کنجاله سویای فرایند شده با حرارت با هدف فراهم کردن یک منبع RUP قابل هضم در جیره توسعه یافته است. اما، پاسخ های تولیدی متغیر بوده است (Broderick, 1986; Broderick *et al*., 1990; Flis & Wattiaux, 2005). بیش‌تر فرآورده‌های تجاری کنجاله سویای فرایند شده با حرارت مقدار چربی ۱/۲ تا ۲/۲ درصد (Amino Plus, AGP, Omaha, NE; Soy Pass, Ligno Tech USA, Overland Park, KS) تا ۶/۶ درصد (SoyPLUS, West Central Cooperative, Ralston, IA; Soy Best, Grain States Soya Inc., West Point, NE) دارند. در یک آزمایش اولیه (Isenberg *et al*., 2012) بر روی آنالیز کنجاله سویای اکسترود، افزایش خطی در مقدار RUP آن با افزایش درجه اکسترود کردن از ۱۴۹ به ۱۶۰ و ۱۷۱ درجه سانتی گراد مشاهده شد. کنجاله سویای اکسترود حاوی ۱۰ درصد چربی است (Giallongo *et al*., 2015) که ممکن است انرژی اضافی را افزون بر پروتئین برای گاوهای پرتولید که در توازن منفی انرژی و پروتئین بلافاصله پس از زایش هستند، فراهم کند. در یک پژوهش که اثر استفاده از سه جیره (کنجاله سویا روغن‌گیری شده با حلال، کنجاله سویای اکسترود شده در دمای ۱۴۹ درجه سانتی‌گراد و ۱۷۱ درجه سانتی‌گراد) بر روی خوراک مصرفی و تولید شیر در گاوهای شیری با میانگین روزهای شیردهی ۱۴۱ روز مورد بررسی قرار گرفت، گزارش شد که استفاده از کنجاله سویای اکسترود نسبت به کنجاله سویای حلالی منجر به افزایش ۱/۲۵ کیلوگرم در ماده خشک مصرفی و ۳/۲۵ کیلوگرم در تولید شیر شد (Giallongo *et al*., 2015). اما، Harper *et al*. (2019) هیچ اثری از جایگزینی کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود بر روی ماده خشک مصرفی و تولید شیر گاوها طی ۶۰ روز اول دوره شیردهی مشاهده نکردند. با توجه به اینکه تاکنون تنها یک مطالعه اثر جایگزینی کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود را در گاوهای بلافاصله پس از زایش مورد بررسی قرار داده است؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثر جایگزینی کنجاله سویای حلالی با

1. RUP

کنجاله سویای اکسترود بر روی خوراک مصرفی، تولید شیر و فراسنجه‌های خونی در گاوهای شیری تازه‌زا بود.

مواد و روش‌ها

تغذیه، مدیریت گاوها و طرح آزمایشی

پژوهش حاضر در تابستان و پاییز ۱۳۹۷ در فارم گاو شیری زیر نظر مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه زنجان انجام گرفت. ۲۴ رأس گاو هلشتاین تازه‌زا با وزن بدن ۲۸/۳۳±۶۱۴/۴۵ کیلوگرم براساس دوره شیردهی (۸ راس دوره شیردهی اول و ۱۶ راس دوره شیردهی دوم و بالاتر) بلوک بندی شدند و به طور تصادفی به دو جیره شاهد (حاوی کنجاله سویای حلالی؛ SSBM) و آزمایشی (حاوی کنجاله سویای اکسترود شده؛ ESBM) از روز زایش تا ۲۱ روز پس از زایش اختصاص یافتند. گاوها پس از مشاهده علایم زایش به غرفه‌های زایشگاه منتقل شدند، پس از زایش در جایگاه‌های انفرادی (۳×۴ متر مربع) دارای آبشخور و آخور جداگانه نگهداری شدند. در طول آزمایش آب در آبخوری‌ها به طور جداگانه برای هر گاو در ۲۴ ساعت قابل دسترس بود. خوراک به‌صورت جیره کاملاً مخلوط (TMR) دو بار در روز در ساعات ۱۱ و ۲۱ در حد اشتها با هدف باقی ماندن ۵ تا ۱۰ درصد خوراک عرضه شد. گاوها در ۳ وعده در ساعت‌های ۶، ۱۴ و ۲۲ شیردوشی شدند و میزان تولید هر سه وعده تا ۲۱ روز پس از زایش ثبت گردید. در پیش از زایش پستان گاوها از نظر ورم پستان و هر نوع حالت غیر طبیعی مورد بررسی قرار گرفتند تا در صورت داشتن هر نوع مشکل وارد طرح نشوند. هم‌چنین گاوها اگر پس از زایش جفت ماندگی یا سخت زایی و هر نوع حالت غیر طبیعی نشان دادند وارد طرح نشدند.

مقدار یک تن کنجاله سویا حلالی جهت اکسترود کردن در کارخانه خوراک آذربایجان واقع در شهرستان بناب استان آذربایجان‌شرقی اکسترود شد. اکسترود کردن در دمای ۱۳۵ درجه سانتی گراد با افزودن ۱۰ درصد روغن جهت سهولت در اکسترود کردن توسط دستگاه اکسترودر (MUYANG TPH135 Series High Efficient Extruder, China) انجام شد. جهت آنالیز و تعیین بخش‌بندی‌های پروتئین، نمونه‌هایی از کنجاله سویای حلالی و اکسترود شده به آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان ارسال شد که نتیجه آنالیز کنجاله سویای حلالی و کنجاله سویای اکسترود شده در جدول ۱ گزارش شده است. برای متوازن‌کردن جیره‌ها از نرم‌افزار جیره‌نویسی شورای تحقیقات ملی (NRC, 2001) استفاده شده که اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی و بخش‌بندی‌های پروتئین کنجاله سویای حلالی (SSBM) و کنجاله سویای اکسترودشده (ESBM)

Table 1. Chemical composition and protein fractionations of solvent soybean meal (SSBM) and extruded soybean meal (ESBM)

	SSBM	ESBM
DM, %	89.8	90.6
CP, % DM	45.8	42.9
True protein, % CP	44.5	40.6
Insoluble protein, % CP	43.3	40.3
Fraction A, % CP	7.3	5.36
Fraction B1, % CP	2.5	0.7
Fraction B2, % CP	79.7	75.29
Fraction B3, % CP	5.0	11.31
Fraction C, % CP	5.5	7.34
RUP, % CP	44	50.1
EE, % DM	5.18	11.1

جدول ۲. اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایشی تغذیه‌شده طی دوره تازه‌زا (درصد ماده خشک)

Table 2. Feed ingredients of experimental diets fed during fresh period (% of DM)

Ingredient	SSBM	ESBM
Legume forage hay, mature	19.08	19.08
Corn silage, 20% DM	23.57	23.57
Barley grain, rolled	5.87	5.87
Corn grain, ground, dry	22.47	22.47
Canola meal, mechanical extraction	4.03	4.03
Corn gluten meal	2.20	2.20
Cottonseed, whole with lint	2.80	2.80
Solvent soybean meal	11.36	-
Extruded soybean meal	-	11.36
Poultry meal	4.79	4.79
Calcium carbonate	0.70	0.70
Dicalcium phosphate	0.19	0.19
Magnesium oxide	0.26	0.26
Salt	0.32	0.32
NaHCO3	1.08	1.08
Vitamin premix[1]	0.64	0.64
Mineral premix[2]	0.64	0.64

1. Premix contained 750,000 IU of vitamin A/kg, 210,000 IU of vitamin D/kg, and 5,500 IU of vitamin E/kg.
2. Premix contained 30 mg of Co/kg, 2500 mg of Cu/kg, 120 mg of I/kg, 3500 mg of Mn/kg, 60 mg of Se/kg, and 10000 mg of Zn/kg.

جدول ۳. ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی تغذیه‌شده طی دوره تازه‌زا (درصد ماده خشک، به غیر از موارد بیان‌شده)

Table 3. Chemical composition of experimental diets fed during fresh period (% of DM, unless otherwise stated)

Component	SSBM	ESBM
NEL (Mcal/kg of DM)	1.70	1.71
CP	18.5	18.2
RDP	11.7	11.2
RUP	6.8	7.0
NFC	42.1	41.8
Ether extract	4	4.7
NDF	28.2	28.2
ADF	18.6	18.6
Forage NDF	20.3	20.3
DCAD (mEq/kg of DM)	+256	+251
Ca	1.2	1.2
P	0.6	0.6
Mg	0.39	0.39

نمونه‌گیری و ثبت داده‌ها

خوراک عرضه شده به گاوها و بقایای خوراک به طور انفرادی از روز زایش تا ۲۱ روز پس از زایش ثبت شد. هم‌چنین، نمونه‌هایی از جیره‌های کاملاً مخلوط (TMR) و بقایا دو بار در هفته برای اندازه‌گیری DM گرفته شدند و در ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و سپس توسط هفته و تیمار ترکیب شدند. نمونه‌های خوراک از طریق یک غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند و برای نیتروژن کلدال (AOAC, 1990; method 984.13)، عصاره اتری (AOAC, 1990; method 920.39)، ADF (AOAC, 1990; method 973.18) و NDF (Van Soest *et al*., 1991) آنالیز شدند. شیردوشی سه بار در روز در ساعت‌های ۶، ۱۴ و ۲۲ انجام شد و میزان شیر تولیدی گاوها به‌صورت جداگانه در هر وعده ثبت گردید. جهت تعیین ترکیبات شیر، نمونه‌گیری از شیر به نسبت شیر تولیدی در هر سه وعده به‌صورت هفتگی انجام شد. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه زنجان ترکیبات شیر (چربی، پروتئین، لاکتوز و نیتروژن اوره‌ای شیر) با استفاده از دستگاه میلکواسکن (EKOMILK-MILKANA KAM 98-2A) اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین فراسنجه‌های خونی، نمونه‌گیری از خون در روز زایش و روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از زایش، چهار ساعت پس از خوراک دهی صبح از سیاهرگ دمی توسط لوله‌های تحت خلأ انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله جهت جداسازی سرم با ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ (SIGMA 101 GERMANI) شدند و سرم حاصل جهت تعیین فراسنجه‌های خونی از قبیل گلوکز، کلسیم، فسفر، منیزیوم، پروتئین تام، آلبومین، اوره، کلسترول، بتاهیدروکسی بوتیریک اسید (BHBA) و اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیزهای آزمایشگاهی نگهداری شدند. جهت تعیین فراسنجه‌های خونی از قبیل گلوکز، کلسیم، فسفر، منیزیم، پروتئین تام، آلبومین، کلسترول و اوره از دستگاه اسپکتوفتومتری (Perkin-Elmer) و کیت‌های پارس‌آزمون استفاده شد. هم‌چنین جهت اندازه‌گیری BHBA و NEFA از دستگاه اسپکتوفتومتری (Perkin-Elmer) و کیت‌های تجاری RANDOX استفاده شد. مقدار گلوبولین از کسر مقدار آلبومین از پروتئین کل به دست آمد.

در روز زایش و ۲۱ روز پس از زایش، گاوها پس از شیردوشی و پیش از خوراک‌دهی صبح، توسط باسکول (Ogawa Seiki CO., Japan) توزین شدند. هم‌چنین گاوها در آغاز و پایان آزمایش جهت تعیین امتیاز وضعیت بدنی بر اساس مقیاس ۱ تا ۵ (Wildman *et al*., 1982) امتیازدهی شدند و از میانگین‌های نمره وضعیت بدنی جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. اندازه گیری درجه حرارت رکتومی پس از شیردوشی صبح برای هر گاو به مدت ۲۱ روز صورت گرفت و اطلاعات به‌صورت روزانه ثبت گردید. برای اندازه‌گیری درجه حرارت رکتومی از داماسنج دیجیتال (Microlife, Switzerland) استفاده شد، که دقت این دماسنج ±۰/۱ درجه سانتی‌گراد بود.

آزمایش در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار (جیره‌های آزمایشی) و ۱۲ تکرار در هر تیمار انجام شد. همه داده‌ها با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار SAS (2004) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز شدند. داده‌هایی از قبیل ماده خشک مصرفی، تولید شیر و ترکیبات آن، بازده خوراک، فراسنجه‌های خونی به‌صورت اندازه‌های تکرارشده آنالیز شدند و مدل آماری به شرح زیر می‌باشد:

$Y_{ijkl} = \mu + Treat_i + Block_j + Time_k + (Treat \times Block)_{ij} + (Treat \times Time)_{ik} + (Block \times Time)_{jk} + (Treat \times Block \times Time)_{ijk} + Cow_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$

که در آن، Y_{ijkl}= متغیر وابسته، μ= میانگین کل مشاهدات، $Treat_i$= اثر ثابت تیمار آزمایشی، $Block_j$= اثر ثابت بلوک (دوره شیردهی)، $Time_k$= اثر ثابت زمان، $Block_k$= اثر ثابت بلوک، $(Treat\times Block)_{ij}$= اثر متقابل تیمار در بلوک، $(Treat\times Time)_{ik}$= اثر متقابل تیمار در زمان، $(Block\times Time)_{jk}$= اثر متقابل بلوک در زمان، $(Treat\times Block\times Time)_{ijk}$= اثر متقابل تیمار در بلوک در زمان، Cow_{ijl}= اثر تصادفی گاو، ε_{ijkl}= اثر اشتباه آزمایشی.

برای آنالیز تغییرات وزن بدن، اثر زمان و اثر متقابل آن‌ها از مدل بالا حذف شد. برای آنالیز فراسنجه‌های خونی، فراسنجه‌های خونی در روز زایش به عنوان عامل کوواریت در مدل آماری وارد شدند و در صورت عدم معنی‌داری (P>۰/۱) از مدل نهایی حذف شدند. داده‌ها به‌صورت میانگین حداقل مربعات (LSM) گزارش شدند و تفاوت‌های آماری در P≤۰/۰۵ و تمایل به معنی‌داری در ۰/۰۵ < P <۰/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی

میانگین ماده خشک مصرفی در گاوهای تغذیه‌شده با جیره ESBM در مقایسه با گاوهای تغذیه‌شده با جیره SSBM طی ۲۱ روز اول پس از زایش بالاتر (P<۰/۰۱؛ ۱۶/۰۱ در مقابل ۱۴/۳۷ کیلوگرم در روز؛ جدول ۴) بود. در راستا با افزایش ماده خشک مصرفی، دیگر مواد مغذی مصرفی (NEL، CP، RDP و RUP) در گاوهای تغذیه‌شده با ESBM در مقایسه با SSBM بالاتر بود.

هم‌سو با یافته‌های این پژوهش Wu & Satter (2000) و Broderick *et al.* (2004) زمانی که از کنجاله سویای اکسپلر شده به عنوان منبع RUP در مقایسه با کنجاله سویای حلالی به عنوان منبع عمده پروتئین استفاده کردند، DMI بالاتری را گزارش کردند. افزون بر آن، در پژوهش دیگر که اثر استفاده از سه جیره (کنجاله سویا روغن‌گیری‌شده با حلال (SSBM)، کنجاله سویای اکسترود شده در دمای ۱۴۹ درجه سانتی‌گراد و ۱۷۱ درجه سانتی‌گراد بر روی خوراک مصرفی و تولید شیر در گاوهای شیرده با میانگین روزهای شیردهی ۱۴۱ روز مورد بررسی قرار گرفت، گزارش شد که استفاده از کنجاله سویای اکسترود نسبت به کنجاله سویای حلالی منجر به افزایش ۱/۲۵ کیلوگرم در ماده خشک مصرفی شد (Giallongo *et al.*, 2015). در یک مقاله مروری Ipharraguerre & Clark (2005) کاهش ماده خشک مصرفی را در جایگزینی کنجاله سویای حلالی با منابع RUP (کنجاله گلوتن ذرت، پودر ماهی) گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مغایرت داشت. البته در مطالعه آنها، میانگین روزهای شیردهی ۱۱۱ روز گزارش شده است که نیاز حیوان در این دوره با دوره تازه‌زا کاملاً متفاوت می‌باشد. برخلاف نتایج این پژوهش Fathi Nasri *et al.* (2007) هیچ تفاوت معنی‌داری در ماده خشک مصرفی بین کنجاله سویای حلالی و سویای برشته شده در گاوهای چندبار زایش با میانگین روزهای شیردهی ۵۰ روز مشاهده نکردند و نشان دادند که سویای خام، برشته شده و کنجاله سویای حلالی تفاوت معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی نداشتند.

جدول ۴. اثر سطوح مختلف کنجاله سویای اکسترود بر روی مصرف مواد مغذی و توازن انرژی در گاوهای تازه‌زای هلشتاین

Table 4. The effect of different levels of extruded soybean meal on nutrient intake and energy balance in Holstein fresh cows

Item	Treat		SEM	P-Value			
	SSBM	ESBM		Treat	Parity	Time	Treat* Parity
DMI, kg/d	14.37	16.01	0.41	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.78
Net energy intake, Mcal/d	24.01	27.22	0.49	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.76
CP intake, kg/d	2.66	2.91	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.80
Milk NEL, Mcal/d	20.73	22.06	0.99	0.35	0.15	< 0.01	0.80
Energy balance, Mcal/d	-6.31	-4.61	1.16	0.31	0.90	0.12	0.70

تولید شیر و ترکیبات آن

میانگین تولید شیر در جیره SSBM و ESBM به ترتیب ۲۷/۸۲ و ۳۱/۵۳ کیلوگرم در روز بود (جدول ۵). گاوهای تغذیه‌شده با ESBM، ۳/۷۱ کیلوگرم در روز، شیر بیشتری در مقایسه با گاوهای تغذیه‌شده با SSBM تولید کردند (P=۰/۰۲)، اما به دلیل کاهش درصد چربی شیر در گاوهای تغذیه‌شده با ESBM نسبت به گاوهای SSBM، تفاوت شیر تصحیح‌شده براساس ۳/۵ درصد چربی و شیر تصحیح‌شده براساس انرژی (ECM) بین تیمارها معنی‌دار بود. Schwab & Foster (2009) در پژوهشی در دانشگاه کرنل گزارش کردند که در هفته‌های اول دوره شیردهی، عامل محدودکننده برای تولید شیر پروتئین قابل متابولیسم است و نه انرژی خالص شیردهی، در نتیجه افزایش دادن سطوح RUP به نفع افزایش تولید شیر است.

برخی مطالعات افزایش تولید شیر را با فرآوری سویا به روش اکسترود گزارش کردند؛ Giallongo *et al.* (2015) گزارش کردند که در مقایسه با کنجاله سویای حلالی، کنجاله سویای اکسترود شده در درجه حرارت ۱۷۱ درجه سانتی‌گراد منجر به افزایش ۳/۲۵ کیلوگرم در تولید شیر روزانه گاوهای اواسط دوره شیردهی شد. افزون بر آن، Faldet & Satter *et al.* (1991) گزارش کردند که گاوهای تغذیه‌شده با دانه سویای حرارت داده شده ۴/۵ و ۴ کیلوگرم در روز شیر خام و شیر تصحیح‌شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی بیشتری در مقایسه با دانه سویای خام تولید کردند. Fathi Nasri *et al.* (2007) نیز گزارش کردند که مصرف سویای برشته‌شده به عنوان مکمل پروتئینی در جیره گاوهای شیرده در مقایسه با سویای خام موجب افزایش تولید شیر به میزان ۱/۶ تا ۱/۸ کیلوگرم در روز شد که دلیل آن را دسترسی بیشتر پروتئین برای هضم روده‌ای و جذب بیشتر آمینواسیدها در روده دانستند. در مقابل، Palmquist *et al.* (1978) گزارش کردند که در گاوهای تغذیه‌شده با سویای برشته‌شده و کنجاله سویا، تولید شیر و ترکیبات آن مشابه بود. هم‌چنین Chouinard *et al.* (1997) اثری از سویای فرآوری شده به‌صورت اکسترود، برشته و میکرونیزه شده در مقایسه با سویای خام بر تولید شیر مشاهده نکردند. Arhami *et al.* (2015) گزارش کردند جایگزینی دانه سویای اکسترود شده و برشته شده در جیره گاوهای شیری با میانگین روزهای شیردهی ۱۱۳ روز اثر معنی‌داری بر تولید شیر و ترکیبات آن نداشت. در پژوهش حاضر، افزایش تولید شیر در گاوهای تازه‌زای تغذیه‌شده با کنجاله سویای اکسترود نسبت به گاوهای تغذیه‌شده با کنجاله سویای حلالی ممکن است به دلیل افزایش ماده خشک مصرفی و عرضه بیشتر آمینواسیدهای قابل هضم به روده کوچک باشد.

جدول ۵. اثر سطوح مختلف کنجاله سویای اکسترود بر تولید شیر و ترکیبات آن و بازده خوراک در گاوهای تازه‌زای هلشتاین

Table 5. The effect of different levels of extruded soybean meal on milk production and composition and feed efficiency in Holstein fresh cows

Item	Treat		SEM	P-Value			
	SSBM	ESBM		Treat	Parity	Time	Treat* Parity
Milk yield (kg/d)							
Actual	27.82	31.53	1.03	0.02	0.07	< 0.01	0.80
3.5% FCM[1]	29.91	31.67	1.49	0.41	0.14	< 0.01	0.75
ECM[2]	30.03	32.15	1.42	0.30	0.13	< 0.01	0.82
Milk fat							
%	3.98	3.53	0.12	0.02	0.81	< 0.01	0.81
kg/d	1.10	1.11	0.06	0.91	0.20	0.03	0.60
Milk protein							
%	3.31	3.27	0.026	0.20	0.28	< 0.01	0.96
kg/d	0.92	1.03	0.03	0.04	0.12	< 0.01	0.83
Lactose							
%	4.80	4.76	0.025	0.20	0.32	0.01	0.96
kg/d	1.33	1.49	0.05	0.03	0.09	< 0.01	0.84
MUN (mg/dL)	15.52	15.18	0.24	0.32	0.45	< 0.01	0.95
Feed efficiency[3]	1.97	1.94	0.08	0.80	0.82	0.03	0.96
BW change (kg/21 d)	-33.68	-28.25	3.40	0.27	0.28	-	0.71
BCS change per 21 d	-0.31	-0.27	0.03	0.46	0.80	-	0.47

1. 3.5% FCM = (0.432 × kg mlik) + (16.216 × kg milk fat)
2. ECM= (0.327 × kg milk) + (12.95 × kg milk fat) + (7.2 × kg milk protein)
3. Actual milk/DMI

میانگین درصد چربی شیر در گاوهای تازه‌زای تغذیه‌شده با SSBM و ESBM به‌ترتیب ۳/۹۸ و ۳/۵۳ درصد بود (*P*=۰/۰۲؛ جدول ۵). اما مقدار چربی شیر بین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود (*P*=۰/۹۱). بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، Reynal & Broderick (2003) و Henson *et al.* (1997) تفاوتی در درصد چربی شیر بین گاوهایی که کنجاله سویای حلالی و کنجاله سویای اکسپلر مصرف کردند، مشاهده نکردند. در توافق با یافته‌های پژوهش حاضر، Mathew *et al.* (2011) گزارش کردند که استفاده از سویای برشته شده در جیره منجر به کاهش درصد چربی شیر شد که دلیل آن را افزایش سهم اسیدهای چرب غیر اشباع در جیره بیان کردند. هم‌چنین، Block *et al.* (1981) با مصرف سویای حرارت دیده در مقایسه با سویای خام، کاهش درصد چربی شیر را گزارش کردند. در پژوهش حاضر، کاهش درصد چربی شیر در گروه ESBM نسبت به گروه SSBM می‌تواند به علت افزایش تولید شیر و اثر رقیق‌کنندگی آن بر روی درصد چربی شیر باشد.

درصد پروتئین و لاکتوز شیر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند (*P*=۰/۲)، اما در راستا با افزایش تولید شیر مقدار پروتئین (*P*=۰/۰۴) و لاکتوز شیر (*P*=۰/۰۳) در تیمار ESBM در مقایسه با SSBM بالاتر بود (جدول ۵). حجم شیر با ساخت لاکتوز تنظیم می‌شود و درصد لاکتوز به‌طور نسبی مقدار ثابتی است و افزایش ساخت لاکتوز، تولید شیر را افزایش خواهد داد. نتایج درصد لاکتوز شیر همسو با نتایج Giallongo *et al.* (2015) بود که هیچ تفاوت معنی‌داری بین کنجاله سویای اکسترود شده با کنجاله سویای حلالی مشاهده نکردند.

با وجود افزایش در پروتئین خام مصرفی، نیتروژن اوره‌ای شیر (MUN) تحت تأثیر اکسترودکردن کنجاله سویا قرار نگرفت و بین تیمارهای آزمایشی مشابه بود (*P*=۰/۳۲؛ جدول ۵). نیتروژن اوره‌ای شیر به عنوان ابزاری در جهت تعیین کیفیت پروتئین جیره استفاده می‌شود و مطالعات نشان دادند که با کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما و نیتروژن اوره‌ای شیر، بازده استفاده از پروتئین جیره افزایش می‌یابد (Ferguson *et al.*, 1993). Harris *et al.* (1995) بیان کردند که نیتروژن اوره‌ای شیر بیشتر از ۱۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بیان کننده مازاد پروتئین خام در جیره است و غلظت زیاد آن نشان دهنده از دست رفتن نیتروژن جیره می‌باشد.

بازده مصرف خوراک

بازده خوراک در گاوهای تازه‌زای تغذیه‌شده با SSBM و ESBM به‌ترتیب ۱/۹۷ و ۱/۹۴ بود و تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (*P*=۰/۸؛ جدول ۵). در راستا با نتایج پژوهش حاضر، Giallongo *et al.* (2015) تغییری در بازده خوراک گاوهای اواسط دوره شیردهی تغذیه‌شده با کنجاله سویای حلالی در مقایسه با کنجاله سویای اکسترودشده مشاهده نکردند و بیان کردند که جایگزینی کنجاله سویای حلالی با کنجاله سویای اکسترود احتمالاً با افزایش خوش‌خوراکی منجر به افزایش خوراک مصرفی و در نتیجه افزایش تولید شیر شد.

وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی

تغییرات وزن بدن (*P*=۰/۲۷) و امتیاز وضعیت بدنی (*P*=۰/۴۶) طی ۲۱ روز اول دوره شیردهی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۵). عدم تفاوت در تغییرات وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی در راستا با عدم تغییر در توازن انرژی بین تیمارهای آزمایشی بود (جدول ۴).

فراسنجه‌های خونی

به‌استثنای غلظت گلوکز (*P*=۰/۰۱) و کلسترول سرمی (*P*<۰/۰۱)، دیگر فراسنجه‌های خونی شامل آلبومین، گلوبولین، BUN، منیزیم، فسفر، NEFA و BHBA تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (*P*>۰/۰۵). عدم تفاوت در شاخص‌های انرژی از قبیل NEFA و BHBA در بین تیمارهای آزمایشی در راستا با عدم تغییر در توازن انرژی و تغییرات امتیاز وضعیت بدنی در بین تیمارهای آزمایشی بود (جدول‌های ۴ و ۵).

جدول ۶. اثر سطوح مختلف کنجاله سویای اکسترود بر فراسنجه‌های سرمی و درجه حرارت رکتومی در گاوهای تازه‌زای هلشتاین
Table 6. The effect of different levels of extruded soybean meal on serum metabolites in Holstein fresh cows

Item	Treat		SEM	P-Value			
	SSBM	ESBM		Treat	Parity	Time	Treat* Parity
Glucose, mg/dL	71.44	67.41	1.09	0.01	< 0.01	< 0.01	0.58
Cholesterol, mg/dL	116.67	130.51	2.53	< 0.01	0.35	< 0.01	0.28
Total protein, g/dL	7.12	7.29	0.05	0.07	< 0.01	< 0.01	0.45
Albumin, g/dL	3.53	3.51	0.02	0.61	0.34	< 0.01	0.36
Globulin, g/dL	3.63	3.75	0.06	0.27	< 0.01	< 0.01	0.51
BUN, mg/dL	17.27	16.82	0.37	0.32	0.46	< 0.01	0.95
Ca, mg/dL	9.43	9.75	0.10	0.06	0.50	< 0.01	0.68
P, mg/dL	6.51	6.29	0.07	0.23	0.02	< 0.01	0.20
Mg, mg/dL	2.52	2.58	0.06	0.57	0.26	0.17	0.40
NEFA, mmol/L	0.98	0.96	0.07	0.87	< 0.01	< 0.01	0.94
BHB, mmol/L	0.70	0.74	0.08	0.73	0.01	0.64	0.90
Rectal temperature, ^{0}C	38.60	38.70	0.06	0.18	0.70	< 0.01	0.32

گاوهای تغذیه‌شده با ESBM در مقایسه با تیمار SSBM غلظت گلوکز سرمی پایین‌تری داشتند (۷۱/۴۴ در برابر ۶۷/۴۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛ P=۰/۰۱). نتایج بر روی غلظت گلوکز سرمی مغایر با نتایج سایر پژوهش‌ها (Ruegsegger *et al*., 1985; Sadr Erhami *et al*., 2015) بود. در پژوهش حاضر، اگر چه با توجه به افزایش DMI و به دنبال آن عرضه سایر مواد مغذی در تیمار ESBM در مقایسه با تیمار SSBM انتظار می‌رفت سطح گلوکز خون در تیمار ESBM بالاتر باشد، اما به نظر می‌رسد که گاوها در تیمار ESBM با تولید ۳/۷۱ کیلوگرم در روز شیر بیشتر و ۰/۱۶ کیلوگرم در روز لاکتوز بیشتر با عرضه بیشتر گلوکز به سمت بافت پستان و افزایش مقدار لاکتوز شیر و در نتیجه افزایش تولید شیر غلظت‌های پایین‌تری از گلوکز سرمی داشتند. افزون بر این، Fathi Nasri *et al*. (2007) گزارش کردند فرایند کردن سویا با حرارت منجر به افزایش عرضه چربی و در نتیجه مقاومت به انسولین می‌شود که منجر به افزایش سطح گلوکز خون می‌گردد. درحالی‌که به نظر می‌رسد تولید شیر بیشتر در تیمار ESBM منجر به برداشت بیشتر گلوکز از سرم خون شده است.

غلظت کلسترول سرمی در تیمار ESBM در مقایسه با تیمار SSBM بالاتر بود (۱۳۰/۵۱ در برابر ۱۱۶/۶۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛ P<۰/۰۱). در نشخوارکنندگان برای خروج چربی‌ها از کبد به شکل لیپوپروتئین‌هایی با چگالی پایین (VLDL)، به پروتئین نیاز است (Bobe *et al*., 2004). همراه با چربی در ساختار VLDL مقادیر بیشتری از کلسترول وجود دارد. بنابراین، کل کلسترول پلاسما به طور غیر مستقیم، حضور VLDL در خون و در نتیجه توانایی کبد را در تولید VLDL اندازه‌گیری می‌کند. اگر تولید VLDL دچار مشکل شود تجمع چربی در کبد اتفاق می‌افتد. بنابراین، مقادیر پایین کلسترول در خون شرایطی را نشان می‌دهد که در آن تولید VLDL محدود شده و احتمال تجمع چربی در کبد وجود دارد (Bobe *et al*., 2004). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش میزان پروتئین مصرفی سبب می‌شود چربی کم‌تری به سمت کبد حمل شود و مقادیر زیاد چربی از کبد خارج شود.

پروتئین تام تمایل به افزایش در تیمار ESBM در مقایسه با SSBM داشت (P=۰/۰۷؛ جدول ۶). به نظر می‌رسد گاوهای تغذیه‌شده با ESBM در نتیجه پروتئین مصرفی بالاتر تمایل به داشتن پروتئین تام بیشتر در مقایسه با تیمار SSBM داشتند. در حالی که عدم تفاوت در BUN بین تیمارهای آزمایشی ممکن است در نتیجه تجزیه بیشتر بافت ماهیچه‌ای در تیمار SSBM ایجاد شده باشد (Wheelock *et al*., 2010). هم‌چنین یک تمایل به افزایش در غلظت کلسیم سرم در تیمار ESBM در مقایسه با تیمار SSBM (P=۰/۰۶) مشاهده شده که ممکن است در نتیجه افزایش ماده خشک مصرفی در این گروه و عرضه بالاتر کلسیم از طریق دستگاه گوارش باشد.

میانگین درجه حرارت راست‌روده‌ای بین دو تیمار شاهد و آزمایشی به ترتیب ۳۸/۶۰ و ۳۸/۷۰ بود (جدول ۶) و هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت (P= ۰/۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کنجاله سویای اکسترود به جای کنجاله سویای حلالی در گاوهای تازه‌زا ماده خشک مصرفی و تولید شیر را افزایش و درصد چربی شیر را کاهش داد، اما اثری بر روی شاخص‌های متابولیسم انرژی نداشت.

REFERENCES

1. Amanlou, H., Farahani, T.A. & Farsuni, N.E. (2017). Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3628-3640.
2. Arhami, I.S., Ghorbani, G.R., Karegar, S., Sefidmazgi, A.S. & Naderi, N. (2015). Processed soybean as a replacement for soybean meal on N retention in milk of Holstein cows. *Iranian Journal of Veterinary Clinical Sciences*, 9(1), 41-50.
3. Block, E., Muller, L. D., Griel Jr, L. C. & Garwood, D. L. (1981). Brown midrib-3 corn silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 64(9), 1813-1825.
4. Bobe, G., Young, J. W. & Beitz, D. C. (2004). Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3105-3124.
5. Broderick, G. A. (1986). Relative value of solvent and expeller soybean meal for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 69(11), 2948-2958.
6. Broderick, G. A., Ricker, D. B. & Driver, L. S. (1990). Expeller soybean meal and corn by-products versus solvent soybean meal for lactating dairy cows fed alfalfa silage as sole forage. *Journal of Dairy Science*, 73(2), 453-462.
7. Broderick, G. A., Uden, P., Murphy, M. L. & Lapins, A. (2004). Sources of variation in rates of in vitro ruminal protein degradation. *Journal of Dairy Science*, 87(5), 1345-1359.
8. Chouinard, P. Y., Girard, V. & Brisson, G. J. (1997). Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 334-342.
9. Faldet, M. A. & Satter, L. D. (1991). Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3047-3054.
10. Fathi Nasri, M. H., Danesh Mesgaran, M., Kebreab, E. & France, J. (2007). Past peak lactational performance of Iranian Holstein cows fed raw or roasted whole soybeans. *Canadian Journal of Animal Science*, 87(3), 441-447.
11. Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Blanchard, T. & Reeves, M. (1993). Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal of Dairy Science*, 76(12), 3742-3746.
12. Flis, S.A. & Wattiaux, M.A. (2005). Effects of parity and supply of rumen-degraded and undegraded protein on production and nitrogen balance in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2096-2106.
13. Giallongo, F., Oh, J., Frederick, T., Isenberg, B., Kniffen, D. M., Fabin, R. A. & Hristov, A. N. (2015). Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 6471-6485.
14. Harper, M. T., Oh, J., Melgar, A., Nedelkov, K., Räisänen, S., Chen, X., Martins, C. M. M. R., Young, M., Ott, T. L., Kniffen, D. M., Fabin, R. A. & Hristov, A. N. (2019). Production effects of feeding extruded soybean meal to early-lactation dairy cows. *Journal of dairy science*, 102(10), 8999-9016.
15. Harris, B., Jr. (1995). MUN and BUN values can be valuablemanagement tools. *Feedstuffs*, 67(42):14.
16. Henson, J.E., Schingoethe, D.J. & Maiga, H.A. (1997). Lactational evaluation of protein supplements of varying ruminal degradabilities. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 385-392.
17. Ipharraguerre, I. R. & Clark, J. H. (2005). Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of nitrogen fractions and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, E22-E37.
18. Isenberg, B. J., Hristov, A. N., Kniffen, D. M., Lee, C., Heyler, K. S., Cassidy, T. W. & Fabin, R. A. (2012). Effect of temperature during drying and mechanical extrusion on soybean meal protein in situ degradability and in vitro digestibility. *Journal of Dairy Science*, 95(Suppl. 2):216.
19. Ji, P. & Dann, H.M. (2013). Negative protein balance: Implications for transition cows. In Proceedings *Cornell Nutrition Conference*, 14-19 Oct, Cornell University, Ithaca, New York, pp: 101-112.
20. Komaragiri, M.V. & Erdman, R.A. (1997). Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 1. Effect of dietary protein on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 929-937.
21. Larsen, M., Lapierre, H. & Kristensen, N.B. (2014). Abomasal protein infusion in postpartum transition dairy cows: Effect on performance and mammary metabolism. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5608-5622.
22. Mathew, B., Eastridge, M. L., Oelker, E. R., Firkins, J. L. & Karnati, S. K. R. (2011). Interactions of monensin with dietary fat and carbohydrate components on ruminal fermentation and production responses by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 396-409.

23. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Nati. Acad. Sci., Washington, DC.
24. Palmquist, D. L. & Conrad, H. R. (1978). High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. *Journal of Dairy science*, 61(7), 890-901.
25. Reynal, S. M. & Broderick, G. A. (2003). Effects of feeding dairy cows protein supplements of varying ruminal degradability. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 835-843.
26. Ruegsegger, G. J. & Schultz, L. H. (1985). Response of high producing dairy cows in early lactation to the feeding of heat-treated whole soybeans. *Journal of Dairy Science*, 68(12), 3272-3279.
27. Sadr Erhami, E., Ghorbani, G., Kargar, S. & Sadeghi sefid Mazgi, A. (2015). Effect of feeding processed soybean as replacement for soybean meal on performance, physically effective fiber of diet, feed intake, and chewing behavior of mid-lactating Holstein dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Clinical Science*, 2: 87-102. (In Persian).
28. Schwab, C. & G. Foster. (2009). Maximizing milk components and metabolizable protein utilization through amino acid formulation. In Proceedings *Cornell Nutrition Conference*, 14-19 Oct, Cornell University, Ithaca, New York, pp: 1-15.
29. Schwab, C. G. & Broderick, G. A. (2017). A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10094-10112.
30. Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, 74(10), 3583-3597.
31. Wheelock, J. B., Rhoads, R. P., Vanbaale, M. J., Sanders, S. R. & Baumgard, L.H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 644-655.
32. Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt Jr, H. F. & Lesch, T. N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65(3), 495-501.
33. Wu, Z. & Satter, L. D. (2000). Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of protein. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1042-1051.

.