

اثر منابع اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۶ و امگا-۳ جیره بر کیفیت و پروفایل اسید چرب ماهیچه راسته بزغاله‌های نر

میرحسین نجفی^۱، سعید زین الدینی^{۲*}، مهدی گنج خانلو^۳ و حسین محمدی^۴
۱، ۴، دانش‌آموختگان دوره کارشناسی ارشد ۲، ۳، استادیاران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۸ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۳۰)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تغذیه روغن سویا (غنی از لینولئیک اسید، منبع امگا-۶) و روغن ماهی (غنی از EPA 20:5 n-3 و DHA 22:6 n-3، منبع امگا-۳) بر کیفیت گوشت و ترکیب اسید چرب داخل ماهیچه‌ای بزغاله‌ها بود. ۲۴ رأس بزغاله نر با میانگین وزن اولیه $19/43 \pm 1/2$ کیلوگرم به طور تصادفی به سه گروه مساوی اختصاص داده شدند و یکی از سه جیره شاهد (CO)، روغن سویا (SO) یا روغن ماهی (FO) را دریافت کردند. نسبت علوفه به کنسانتره در این جیره‌ها ۳۰:۷۰ بود و جیره‌ها از لحاظ انرژی و پروتئین یکسان بودند، ولی از لحاظ منبع چربی با هم متفاوت بودند. روغن پالم (غنی از پالمیتیک اسید، اسید چرب اشباع)، روغن سویا و روغن ماهی به ترتیب در سطح ۲٪ ماده خشک جیره به جیره CO، SO و FO اضافه گردید. پس از ۱۲ هفته تغذیه انفرادی بزغاله‌ها کشتار شدند و عضله راسته آن‌ها جدا گردید و فاکتورهای مرتبط با کیفیت گوشت و پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای اندازه‌گیری شد. تغذیه روغن سویا یا روغن ماهی تأثیر معنی‌داری بر pH، ظرفیت نگهداری آب، رنگ، تردی و خصوصیات حسی-چشایی گوشت نداشت. افزودن روغن سویا به جیره به طور معنی‌داری سبب افزایش اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و نسبت کل چربی‌های اشباع به چربی‌های غیر اشباع چربی داخل ماهیچه‌ای گردید ($p < 0/001$). تغذیه روغن ماهی سبب افزایش ایکوزاپنتانویک اسید و دکوزاهگزانویک اسید و کاهش آراشیدونیک و نسبت امگا-۶ به امگا-۳ چربی داخل ماهیچه‌ای گردید ($p < 0/001$). نتایج این پژوهش نشان داد که تغذیه ۲٪ روغن سویا یا روغن ماهی می‌تواند پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: پروفایل اسید چرب، کیفیت گوشت، روغن سویا، روغن ماهی

مقدمه

انسان دارد. گوشت همچنین بخش قابل توجهی از اسیدهای چرب ضروری رژیم غذایی انسان را تأمین می‌نماید. پژوهش‌ها در زمینه ترکیب اسید چرب گوشت در سال‌های اخیر به دلیل اهمیت آن بر سلامت انسان مورد توجه خاصی قرار گرفته است. روغن‌ها و چربی‌ها حدود

از آنجایی که گوشت تأمین‌کننده پروتئین با توازن مناسب اسید آمینه (خصوصاً اسیدهای آمینه ضروری)، آهن به شکل قابل دسترس، ویتامین‌ها و دیگر عناصر ضروری مثل روی می‌باشد، جایگاه مهمی در رژیم غذایی

چرب امگا-۶ و امگا-۳ بر پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای و همچنین فاکتورهای مرتبط با کیفیت گوشت (ظرفیت نگهداری آب، pH، تردی، رنگ و خصوصیات حسی-چشایی گوشت) بزغاله‌های نر مهابادی بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد ۲۴ رأس بزغاله نر مهابادی با میانگین وزن $1/2 \pm 19/43$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه گروه هشت رأسی به مدت ۱۲ هفته تحت آزمایش قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی بر اساس NRC (2007) تهیه شد (جدول ۱). عادت دهی به جیره (با نسبت علوفه به کنسانتره ۷۰:۳۰) در طی دو هفته صورت پذیرفت. سپس بزغاله‌ها در یکی از سه جیره شاهد، روغن سویا یا روغن ماهی قرار گرفتند. در طی دوره آزمایش خوراک و آب به صورت آزاد در اختیار بزغاله‌ها قرار داشت و خوراک دهی در طول مدت پروار در دو وعده (۸ صبح و ۵ عصر) انجام شد. در پایان دوره و پس از ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک، بزغاله‌ها کشتار شدند و به منظور اندازه‌گیری فاکتورهای مرتبط با کیفیت گوشت، عضله راسته لاشه سمت چپ از ناحیه دنده ۶ تا ۱۳ جدا گردید.

۲۴ ساعت پس از کشتار، pH گوشت هر یک از بزغاله‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال مترون (Metrohm, Switzerland) با ۳ بار تکرار اندازه‌گیری گردید که میانگین این سه تکرار به عنوان pH گوشت آن دام تلقی گردید. جهت اندازه‌گیری میزان تولید شیرابه^۷ که یکی از معیارهای ارزیابی ظرفیت نگهداری آب در گوشت خام می‌باشد از روش Huff- (2005) Lonergan & Lonergan استفاده شد. طبق این روش ۸۰ تا ۱۰۰ گرم از نمونه عضله راسته درون کیسه‌های توری مانند به صورت آویزان در دمای یخچال (۴ °C) به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت.

۳۰٪ از انرژی مصرفی روزانه غذای جوامع انسانی را تشکیل می‌دهند، که شامل اسیدهای چرب اشباع^۱ (SFA)، اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه^۲ (MUFA) و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه^۳ (PUFA) می‌باشند (Wathes et al., 2007). اسیدهای چرب بلند زنجیر غیر اشباع، به خصوص ایکوزاپنتانوئیک اسید^۴ (EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید^۵ (DHA) نقش بسزایی در سلامت جوامع انسانی دارند (Conquer and Holub, 1998).

عمده اسیدهای چرب بلند زنجیر غیر اشباع امگا-۳ از لینولنیک اسید حاصل می‌شود که منبع آن کلر و پلاست علوفه‌های سبز می‌باشد (Wathes et al., 2007). پرورش دام در سیستم بسته و با دسترسی کم به علوفه مرتع سبب کاهش این اسیدهای چرب مفید در فرآورده‌های دامی گردیده و موجب شده که نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ فرآورده‌های دامی از نسبت توصیه شده بالاتر رود (Wathes et al., 2007). مطالعات نشان داده است که پروفایل اسیدهای چرب گوشت تا حدی از طریق عوامل پرورشی مثل جیره قابل تغییر است (Warner et al., 2010) که این تغییر در پروفایل اسید چرب غشاهای سلولی خصوصیات غشاء و سایر عملکردهای فیزیولوژیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Raes et al., 2004). از طرفی اکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع گوشت بعد از کشتار تأثیر بسزایی بر رنگ، بو، کیفیت و همچنین ارزش غذایی گوشت دارد (Karami et al., 2011). در رابطه با مزه که یکی از عوامل موثر بر کیفیت گوشت می‌باشد، چربی‌ها از طریق تجزیه شدن و تولید آلدئیدها، الکل‌ها و کتون‌ها و سهمیم شدن در واکنش‌های شبه مایلارد^۶ در مزه گوشت نقش دارند (Mottram and Salter, 1998). هم راستا با ارتقاء سلامت جوامع انسانی، پژوهش‌هایی به منظور افزایش اسیدهای چرب چند غیر اشباع به خصوص اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ در چربی داخل ماهیچه‌ای گوساله پرواری و بره صورت گرفته است (Scollan et al., 2001; Manso et al., 2009).

با این حال در این زمینه پژوهشی در بز صورت نگرفته است؛ لذا با توجه به موارد ذکر شده، هدف این پژوهش بررسی تأثیر تغذیه منابع مختلف اسیدهای

1. Saturated Fatty Acids
2. Monounsaturated Fatty Acids
3. Polyunsaturated Fatty Acids
4. Eicosapentanoic acid
5. Docosahexanoic acid
6. Maillard-like reactions
7. Drip loss

جدول ۱- اقلام و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

جیره‌ها			
FO	SO	CO	
ترکیبات (بر حسب درصدی از ماده خشک)			
۱۳/۳۲	۱۳/۳۲	۱۳/۳۲	یونجه
۱۴/۳۴	۱۴/۳۴	۱۴/۳۴	سیلوی ذرت
۲/۰۵	۲/۰۵	۲/۰۵	کاه گندم
۴۹/۱۸	۴۹/۱۸	۴۹/۱۸	جو
۴/۱۰	۴/۱۰	۴/۱۰	کنجاله کلزا
۵/۱۲	۵/۱۲	۵/۱۲	ذرت
۲/۵۸	۲/۵۸	۲/۵۸	سیوس گندم
۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	سیوس برنج
۲/۵۶	۲/۵۶	۲/۵۶	کنجاله سویا
-	-	۲/۰۰	روغن پالم
-	۲/۰۰	-	روغن سویا
۲/۰۰	-	-	روغن ماهی
۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	مکمل معدنی- ویتامینی
۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳	کربنات کلسیم
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	نمک
۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	بیکربنات سدیم
۱۴	۱۴	۱۴	پروتئین خام
۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹	عصاره اتری
۲۸/۸۰	۲۸/۸۰	۲۸/۸	NDF
۴۸/۱۰	۴۸/۱۰	۴۸/۱	NFC
۲/۷۶	۲/۷۶	۲/۷۶	انرژی متابولیسمی (Mcal/kgDM)

۱۰۰* وزن اولیه / (وزن نهایی - وزن اولیه) = (%)

افت حاصل از پخت (فرمول ۲)

پس از اندازه‌گیری افت حاصل از پخت، از نمونه‌های پخته شده به منظور اندازه‌گیری نیروی برش (تست برش وارنر براتسلیر^۳) که یک شاخص تردی گوشت می‌باشد استفاده گردید. سنجش نیروی برش با استفاده از دستگاه بافت سنج^۴ (H5KS-Hounsfield, Redhill, England) صورت پذیرفت.

رنگ گوشت بر اساس سامانه L* (روشنایی)، a* (قرمزی) و b* (زردی) با استفاده از دستگاه رنگ سنج (Hunter Lab, D25, optical sensor, Model DP-9000, USA) با سه تکرار اندازه‌گیری شد (CIE, 1986). زاویه هیو^۵ از طریق فرمول $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ و اشباع رنگی^۶

سپس نمونه‌ها خارج شده و پس از وزن‌کشی میزان

تولید شیرابه طبق فرمول ۱ محاسبه شد:

۱۰۰* وزن اولیه / (وزن نهایی - وزن اولیه) = (%)

تولید شیرابه (فرمول ۱)

به منظور اندازه‌گیری افت حاصل از پخت^۱ و تردی^۲ از ماهیچه راسته ناحیه دنده ۶ تا ۱۰ استفاده شد. افت حاصل از پخت و تردی، ۷۲ ساعت پس از کشتار اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری افت حاصل از پخت، نمونه‌های گوشت وزن‌کشی شده و در کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد و در طی یک ساعت پخته شدند. پس از خنک شدن و خشک کردن نمونه‌ها با دستمال کاغذی، نمونه‌های پخته شده دوباره وزن‌کشی شده و افت حاصل از پخت به عنوان شاخصی از ظرفیت نگهداری آب طبق فرمول ۲ محاسبه شد:

3. Warner Bratzler Shear force

4. Texture analyzer

5. Lightness

6. Redness

7. Yellowness

8. Hue angle

9. chroma or saturation (a measure of colour vividness)

1. Cooking loss

2. Tenderness

نداشت ($p > 0.05$; جدول ۲) که با نتایج بدست آمده توسط Manso et al. (2009) در بره‌های تغذیه شده با روغن پالم هیدروژنه شده یا روغن آفتابگردان مطابقت داشت. از مهم‌ترین عوامل موثر بر تردی گوشت، حفظ آب ماهیچه‌ای و pH نهایی گوشت می‌باشد. همچنین روند کاهش pH و میزان نهایی آن بر کیفیت گوشت تأثیر گذار است. علت تولید شیرابه در گوشت خام تغییرات در حجم میو فیبریل‌ها می‌باشد که به دلیل افت pH قبل از جمود نعشی و چسبیدن سرهای میوزین به فیلامنت‌های اکتین هنگام جمود نعشی رخ می‌دهد. در پی تولید اسید و فعالیت آنزیم‌های درونی، ساختار پروتئینی دچار دگرگونی می‌شود. این امر نیز می‌تواند در ظرفیت نگهداری آب نقش داشته باشد. Priolo (2001) et al. در یک مقاله مروری در نشخوارکنندگان گزارش کردند که تغییر pH، ظرفیت نگهداری آب، تردی و رنگ گوشت معمولاً مرتبط با تغییر در مقدار چربی گوشت، درجه چاقی لاشه و pH نهایی گوشت می‌باشد، و با توجه به اینکه عوامل مذکور در پژوهش حاضر تحت تأثیر تغذیه منابع مختلف چربی قرار نگرفته‌اند، لذا تغییر معنی‌داری در مورد صفات مرتبط با کیفیت گوشت مورد انتظار نبوده است. مزه یکی از عوامل موثر بر کیفیت گوشت می‌باشد. چربی‌ها از طریق تجزیه شدن و تولید آلدئیدها، الکل‌ها و کتون‌ها و سهیم شدن در واکنش‌های شبه مایلارد^۲ در مزه گوشت نقش دارند Mottram and (Salter, 1998). در مطالعه حاضر از تجزیه و تحلیل آماری مربوط به صفات حسی-چشایی گوشت تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0.05$; جدول ۲). در یک مطالعه دیگر نیز پنلیست‌ها^۳ نتوانستند تفاوتی در گوشت گاوهای تغذیه شده با منابع مختلف چربی تشخیص دهند (Scheeder, et al., 2001). روغن ماهی حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیر EPA و DHA می‌باشد که مستعد به اکسیداسیون بوده و تولید بو و مزه ماهی می‌گردد. در یک مطالعه با اینکه در تیمار روغن ماهی-کتان اکسیداسیون گوشت افزایش یافت، تأثیر ناخوشایندی توسط پنلیست‌ها بر روی گوشت در

با استفاده از فرمول $(a^2 + b^2)^{1/2}$ محاسبه گردید (Hunter & Harold, 1987).

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی-چشایی گوشت (تست پانل^۱)، نمونه‌های گوشت عضله راسته که در دمای ۱۸- سانتی‌گراد و بدون هوا در کیسه‌های خلأ نگهداری می‌شد، ۲۴ ساعت قبل از انجام این آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یخ‌گشائی و به صورت جداگانه در مایکروفر (Daewoo company, model KOC-1BOK, Korea) طبخ شدند. خصوصیات حسی و چشایی گوشت توسط یک گروه ۶ نفره و با استفاده از مقیاس ۸ اسکوری روش Sañudo et al., (1998) اندازه-گیری شد. این آزمایش در ۴ جلسه انجام شد و در هر جلسه ۶ نمونه توسط هر نفر مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای، از نمونه همگن شده عضله راسته استفاده گردید. در ابتدا چربی نمونه گوشت با روش (1957) Folch et al. استخراج شد و سپس متیل استر اسیدهای چرب طبق روش Metcalfe & Schmitz, (1961) تهیه گردید. متیل استر اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی (Ion Path, Winford, Cheshire, CW7 3GA, United Kingdom) که دکتور آن از نوع یونیزاسیون شعله‌ای و ستون آن مویرگی (ستون BPX70 به طول ۳۰ متر، سطح مقطع ۰/۲۵ میکرومتر، قطر ۰/۲۲ میلی‌متر) بود، تجزیه شد. پس از بدست آمدن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS (2002) انجام شد. قبل از تجزیه و تحلیل آماری، داده‌ها از نظر نرمال بودن بررسی شد و سپس تجزیه و تحلیل صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی و با سطح احتمال ($p < 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

کیفیت گوشت

در مطالعه حاضر استفاده از منابع مختلف چربی تأثیر معنی‌داری بر pH، ظرفیت نگهداری آب (تولید شیرابه و افت حاصل از پخت)، تردی و رنگ گوشت

2. Maillard-like reactions
3. Panellist

1. panel test

1999). سایر محققین نیز گزارش کرده‌اند که مکمل سازی چربی تأثیر اندکی می‌تواند بر مقبولیت کلی گوشت داشته باشد (Santos-Silva et al., 2003; Santos-Silva et al., 2004).

بین تیمارها دیده نشد و محققین نتیجه گرفتند که بسیاری از این مواد حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها آستانه تحریک^۱ بالایی دارند، که این می‌تواند توجیهی باشد برای اینکه چرا مزه گوشت حاوی اسیده‌های چرب غیر اشباع تغییر نکرده است (Vatansever, et al.,)

جدول ۲- تأثیر تغذیه منابع مختلف چربی بر کیفیت گوشت ماهیچه راسته بزغاله‌های پرواری

P-value	SEM	جیره‌ها			پارامتر
		FO	SO	CO	
ns	۰/۰۶۲	۵/۷۰	۵/۸۰	۵/۷۰	pH نهایی
ns	۰/۲۳	۲/۳۰	۲/۲۰	۲/۱۰	تولید شیرابه (/)
ns	۰/۱۸۶	۲۷/۲۰	۲۶/۳۰	۲۷/۱۰	افت حاصل از پخت (/)
ns	۰/۲۹	۴/۶۰	۴/۳۰	۴/۳۰	نیروی برش (کیلوگرم)
ns	۰/۷۴	۴۳/۱۰	۴۳/۳۰	۴۲/۹۰	شاخص روشنایی (L*)
ns	۰/۲۹	۱۴/۴۰	۱۴/۹۰	۱۴/۶۰	شاخص قرمزی (a*)
ns	۰/۴۷	۱۱/۱۰	۱۱/۶۰	۱۱/۳۰	شاخص زردی (b*)
ns	۰/۱۸۴	۳۷/۴۰	۳۷/۹۰	۳۷/۸۰	Hue زاویه
ns	۰/۴۹	۱۸/۲۰	۱۸/۸۰	۱۸/۵۰	اشباع رنگی
					اسکورهای حسی چشایی ^a
ns	۰/۲۱	۵/۹۰	۵/۹۰	۵/۶۰	شدت رایحه (odour intensity)
ns	۰/۴۵	۵/۲۰	۵/۴۰	۵/۶۰	آبداری (Juiciness)
ns	۰/۲۹	۵/۰۰	۵/۱۰	۵/۴۰	کیفیت مزه (Flavour quality)
ns	۰/۴۴	۴/۹۰	۵/۰۰	۵/۱۰	مقبولیت کلی (Overall acceptability)

^a بر حسب مقیاس ۱ تا ۸ (مقیاس ۱= بدون بو، خشک، مزه ناخوشایند و مطلوب واقع نشده؛ مقیاس ۸ = حاوی رایحه گوشت کباب شده، خیلی آبدار، خوشمزه و مطلوب واقع شده) تفاوت غیر معنی دار ($p > 0.05$)

al. (2005) در بره مطابقت دارد. در تحقیقی که روی تلیسه‌های تغذیه شده با روغن سویا انجام گرفت نیز افزایش غلظت اسید لینولنیک گوشت گزارش شده است (Beaulieu et al., 2002).

در مطالعه حاضر تغذیه روغن ماهی تأثیر بسیار معنی‌داری ($p < 0.001$) بر افزایش غلظت EPA و DHA چربی داخل ماهیچه‌ای داشت که با سایر مطالعات در گوساله و بره هم‌خوانی دارد (Scollan et al., 2001; Cooper et al., 2004). اسیده‌های چرب بلند زنجیر امگا-۳ (EPA و DHA) دارای اثرات بیولوژیکی وسیعی بوده و برای سلامت انسان مفید می‌باشند. اسیده‌های چرب مذکور در مقادیر قابل توجهی در روغن ماهی، پودر ماهی و برخی محصولات دریایی یافت می‌شود. محققین افزایش اسیده‌های چرب امگا-۳ چربی داخل ماهیچه‌ای به دنبال تغذیه روغن ماهی را به بیوهیدروژناسیون

پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای

پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای بزغاله‌های تغذیه شده با تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. تغذیه روغن سویا به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) سبب کاهش نسبت اسید پالمیتیک و اسید استئاریک گردید که با سایر مطالعات هم‌خوانی دارد (Santos-Silva et al., 2004; Bessa et al., 2005). گزارش شده است که کاهش این دو اسید چرب احتمالاً می‌تواند به دلیل مهار ساخت دنوو^۲ این اسیده‌های چرب توسط اسیده‌های چرب غیر اشباع باشد (Santos-Silva et al., 2004). همچنین در مطالعه حاضر تغذیه روغن سویا به طور معنی‌داری ($p < 0.001$) سبب افزایش غلظت اسید لینولنیک و اسید لینولنیک گردید که با نتایج Bessa et

1. Threshold
2. de novo

محدود این اسیدهای چرب بلند زنجیر غیر اشباع در شکمبه نسبت داده‌اند که با نتایج آزمایشگاهی نیز مطابقت دارد (Dohme et al., 2003).

جدول ۳- تأثیر تغذیه منابع مختلف چربی بر پروفایل اسید چرب^۱ ماهیچه راسته بزغاله‌های پرواری

P-value	SEM	جیره‌ها			اسید چرب
		FO	SO	CO	
ns	۰/۱۹	۱/۹۹	۱/۸۰	۱/۸۷	C14:0
*	۰/۶۰	۲۱/۷۳ ^a	۱۹/۰۵ ^b	۲۱/۹۰ ^a	C16:0
ns	۰/۴۳	۴/۰۷	۴/۰۴	۴/۵۱	C16:1
ns	۰/۳۰	۳/۶۳	۳/۵۸	۳/۹۹	C17:0
ns	۰/۲۴	۱/۶۸	۱/۸۷	۲/۱۳	C17:1
*	۰/۴۵	۱۲/۸۲ ^a	۱۱/۳۷ ^b	۱۳/۳۷ ^a	C18:0
ns	۱/۵۷	۴۸/۶۱	۵۰/۸۴	۴۷/۴۱	C18:1
***	۰/۳۲	۳/۵۷ ^b	۵/۴۴ ^a	۳/۳۸ ^b	C18:2 n-6
***	۰/۰۳	۰/۴۹ ^b	۰/۹۱ ^a	۰/۴۰ ^b	C18:3 n-3
***	۰/۰۲	۰/۲۷ ^b	۰/۷۳ ^a	۰/۶۷ ^a	C 20:4 n-6
***	۰/۰۲	۰/۵۸ ^a	۰/۱۹ ^b	۰/۱۸ ^b	C20:5 n-3 (EPA)
***	۰/۰۱	۰/۵۰ ^a	۰/۱۹ ^b	۰/۱۶ ^b	C22:6 n-3 (DHA)
*	۱/۰۳	۴۰/۱۹ ^a	۳۵/۷۶ ^b	۴۱/۱۳ ^a	اسیدهای چرب اشباع
ns	۱/۲۹	۵۴/۳۸	۵۶/۷۷	۵۴/۰۶	اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه
***	۰/۳۶	۵/۴۳ ^b	۷/۴۶ ^a	۴/۷۹ ^b	اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه
*	۱/۰۳	۵۹/۸۱ ^b	۶۴/۲۳ ^a	۵۸/۸۶ ^b	مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع
***	۰/۰۰۷	۰/۱۳ ^b	۰/۲۱ ^a	۰/۱۱ ^b	نسبت اشباع به غیر اشباع
***	۰/۳۴	۳/۸۴ ^b	۶/۱۷ ^a	۴/۰۶ ^b	مجموع اسیدهای چرب امگا-۶
***	۰/۰۴	۱/۵۸ ^a	۱/۲۸ ^b	۰/۷۴ ^c	مجموع اسیدهای چرب امگا-۳
***	۰/۲۹	۲/۴۷ ^b	۴/۸۰ ^a	۵/۵۳ ^a	نسبت امگا-۶ به امگا-۳

^۱ بر حسب درصد وزنی از اسیدهای چرب تشخیص داده شده

^{a,b,c} حروف غیر مشابه در هر ردیف، تفاوت معنی‌دار در آزمون توکی ($p < 0.05$)

* ($p < 0.05$); ** ($p < 0.01$); *** ($p < 0.001$); ns، تفاوت غیر معنی‌دار ($p > 0.05$)

حاضر از مقدار توصیه شده پایین‌تر می‌باشد، تغذیه روغن سویا به طور معنی‌داری ($p < 0.001$) این نسبت را افزایش داد (جدول ۳). نسبت P/S بیشتر تحت تأثیر ژنتیک و چربی ذخیره‌ای حیوان بوده و کمتر تحت تأثیر تغذیه می‌باشد در صورتی که نسبت n-6/n-3 رابطه تنگاتنگی با ترکیب اسید چرب جیره مصرفی در دام دارد (De Smet et al., 2004). تأثیر کمتر تغذیه بر نسبت P/S در گوشت نشخوارکنندگان در مقایسه با تک معده‌ایها می‌تواند به دلیل بیوهیدروژنه شدن بخشی از اسیدهای چرب غیراشباع جیره در شکمبه باشد (Chilliard, 1993).

در مطالعه حاضر افزودن روغن ماهی به جیره به طور معنی‌داری ($p < 0.001$) سبب کاهش نسبت n-6/n-3 چربی داخل ماهیچه‌ای گردید (جدول ۳)، که کاهش

همچنین در پژوهش حاضر تغذیه روغن ماهی به طور معنی‌داری ($p < 0.001$) سبب کاهش غلظت آراشیدونیک اسید گردید. که با مطالعه انجام شده در گوساله‌های گوشتی هم‌خوانی دارد (Mandell et al., 1997). از آنجایی که مقدار فسفولیپید بافت ثابت می‌باشد، افزایش ذخیره اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ در بافت تنها با جایگزینی اسیدهای چرب امگا-۶ امکان‌پذیر می‌باشد.

ارزش غذایی چربی‌ها برای مصرف انسانی معمولاً با دو نسبت اشباع به غیر اشباع (P/S) و امگا-۶ به امگا-۳ (n-6/n-3) ارزیابی می‌شود. بر اساس توصیه کارشناسان علوم تغذیه نسبت توصیه شده P/S باید بالای ۰/۴۵ و نسبت n-6/n-3 باید زیر ۴ باشد (Department of Health, 1994). در حالی که نسبت P/S در پژوهش

سلامت انسان مؤثر باشد. تغذیه روغن سویا سبب افزایش لینولئیک اسید، لینولنیک اسید و نسبت P/S چربی داخل ماهیچه‌های گردید. در حالی که افزودن روغن سویا به جیره سبب افزایش نسبت P/S گردیده است ولی نسبت n-6/n-3 که فاکتور مهم‌تری در ارزیابی ارزش غذایی چربی می‌باشد، در این تیمار بالاتر از مقدار توصیه شده بود. با توجه به اینکه افزودن روغن ماهی به جیره سبب افزایش ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید و کاهش نسبت n-6/n-3 به کمتر از ۴ در چربی داخل ماهیچه‌های گردید، استفاده از روغن ماهی در جیره بزغاله‌های پروراری به منظور بهبود کیفیت چربی داخل ماهیچه‌های گوشت و همچنین ارتقاء سلامت جامعه توصیه می‌شود.

این نسبت با افزایش ذخیره داخل ماهیچه‌های اسیدهای چرب امگا-۳ (ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید) توجیه می‌شود. افزودن منابع n-3 به جیره سبب افزایش ذخیره اسیدهای چرب n-3 داخل ماهیچه‌های همراه با کاهش ذخیره اسیدهای چرب n-6 می‌گردد، که این امر منجر به کاهش نسبت n-6/n-3 می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد که تغذیه ۲٪ روغن سویا یا روغن ماهی بدون اثرات منفی بر کیفیت گوشت، می‌تواند پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌های را تحت تأثیر قرار دهد. چربی داخل ماهیچه‌های برخلاف چربی پستی یا چربی زیر پوستی که قابل جدا شدن از گوشت می‌باشند، همراه با گوشت می‌باشد و از این لحاظ بهبود کیفیت آن می‌تواند بر

REFERENCES

1. Beaulieu, A., Drackley, J. & Merchen, N. (2002). Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *Journal of Animal Science*, 80, 847-861.
2. Bessa, R.J.B., Portugal, P., Mendes, I. & Santos-Silva, J. (2005). Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate. *Livestock Production Science*, 96, 185-194.
3. Chilliard Y. (1993). Dietary Fat and Adipose Tissue Metabolism in Ruminant, Pigs, and Rodents: A Review. *Journal of Dairy Science*, 76, 3897-3931.
4. CIE, (1986). Colorimetry (2nd ed.). *CIE Publications No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna*.
5. Conquer, J.A. & Holub, B.J. (1998). Effect of supplementation with different doses of DHA on the levels of circulating DHA as non-esterified fatty acid in subjects of Asian Indian background. *Journal Lipid Research*, 39, 286-292.
6. Cooper, S., Sinclair, L., Wilkinson, R., Hallett, K., Enser, M. & Wood, J. (2004). Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. *Journal of animal science*, 82, 1461-1470.
7. De Smet, S., Raes, K. & Demeyer, D., (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53, 81-98.
8. Department of Health, (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. *Report on health and social subjects no. 46. H.M. Stationery Office, London*.
9. Dohme, F., Fievez, V., Raes, K. & Demeyer, D.I. (2003). Increasing levels of two different fish oils lower ruminal biohydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in vitro. *Animal Research*, 52, 309-320.
10. Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The journal of biological chemistry*, 226, 497-509.
11. Hunter, R., & Harold, R. (1987). Uniform color scales. The measurement of appearance (pp. 135-148). (2nd ed.). Reston, VA: Hunter Associates Laboratory.
12. Huff-Lonergan, E. & Lonergan, S.M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat science*, 71, 194-204.
13. Mandell, I., Buchanan-Smith, J., Holub, B. & Campbell, C. (1997). Effects of fish meal in beef cattle diets on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 75, 910-919.
14. Karami, M., Alimon, A. R., Sazili, A. Q., Goh, Y. M., & Ivan, M. (2011). Effects of dietary antioxidants on the quality, fatty acid profile, and lipid oxidation of longissimus muscle in Kacang goat with aging

- time. *Meat science*, 88, 102-108.
15. Manso, T., Bodas, R., Castro, T., Jimeno, V., & Mantecon, A.R. (2009). Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat science*, 83, 511-516.
 16. Metcalfe, L. & Schmitz, A. (1961). The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33, 363-364.
 17. Mottram, D. S., & Salter, L. J. (1988). Flavor formation in meat-related Maillard systems containing phospholipids. In (pp. 442-451): ACS Publications
 18. NRC (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Natl Academy Pr.
 19. Priolo, A., Micol, D. & Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on uminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50, 185-200.
 20. Raes K, Smet D.S., Demeyer D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 199-221.
 21. Santos-Silva, J., Bessa, R. & Mendes, I. (2003). The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. *Meat science*, 65, 1301-1308.
 22. Santos-Silva, J., Mendes, I., Portugal, P. & Bessa, R. (2004). Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. *Livestock Production Science*, 90, 79-88.
 23. Sañudo, C., Nute, G.R., Campo, M.M., María, G., Baker, A., Sierra, I., Enser, M.E. & Wood, J.D. (1998). Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat science*, 48, 91-100.
 24. SAS Institute, (2002). STAT User's Guide: Statistics. Version 9.1. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute. Inc.
 25. Scheeder, M. R. L., Casutt, M. M., Roulin, M., Escher, F., Dufey, P. A., & Kreuzer, M. (2001). Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. *Meat science*, 58, 321-328
 26. Scollan, N.D., Choi, N.J., Kurt, E., Fisher, A.V., Enser, M. & Wood, J.D. (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85, 115-124.
 27. Simopoulos, A. P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, 21, 495-505.
 28. Vatansever, L., Kurt, E., Richardson, R., Nute, G., Enser, M., Scollan, N., & Wood, J. (1999). Phospholipid fatty acids and meat quality in cattle breeds fed different diets. *Proceedings British Soc. Anim. Sci*, 57.
 29. Warner, R. D., Greenwood, P.L., Pethick, D.W. & Ferguson, D.M. (2010). Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat science*, 86, 171-183.
 30. Wathes, D. C., Abayasekara, D.R. & Aitken, R.J. (2007). Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biology of Reproduction*, 77, 190-201.