



اثرات زیلیاترول هیدروکلرید بر برخی از ترکیبات شیمیایی، شاخص های رنگ و خصوصیات چشایی در ماهیچه راسته بزغاله های نر اخته شده

علی هاتفی^۱، آرمن توحیدی^۲، ابولفضل زالی^۳، سعید زین الدینی^۳ و مهدی گنج خانلو^۳

۱- دانشجوی دکتری و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲- استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، (نویسنده مسول: atowhidi@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۴

چکیده

در این پژوهش، اثر به کارگیری بتا-۲ آگونیست زیلیاترول هیدروکلرید به عنوان یک محرک رشد بر شاخص های رنگ، ویژگی های شیمیایی (محتوای پروتئین، چربی، خاکستر و ماده خشک) و برخی از خصوصیات کیفی برای مصرف کننده (افت پخت، تردی، آبداری، طعم، شدت بد طعمی و پذیرش کلی) ماهیچه راسته در بزغاله های نر اخته شده نژاد مهابادی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق از ۱۶ بزغاله نر اخته شده مهابادی با میانگین وزنی و سنی به ترتیب $23 \pm 1/84$ کیلوگرم و ۶ ماهه برای دوره پرورار ۹۳ روزه در دو گروه (n=8) مورد استفاده قرار گرفتند. بزغاله ها با جیره ای بر پایه ۱۵/۲ درصد پروتئین و ۲/۳۵ مگا کالری انرژی متابولیسمی تغذیه شدند. در روز ۶۰ دوره پرورار، این بتا آگونیست در سطح ۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن زنده به بزغاله های مورد نظر به مدت ۳۰ روز خوراندند. بزغاله ها بعد از سپری کردن ۳ روز دوره محرومیت از مصرف زیلیاترول هیدروکلرید، در کشتارگاه صنعتی کشتار شدند و لاشه های حاصل در دمای ۴°C به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. بعد از این مدت و پس از ارزیابی رنگ، ماهیچه راسته از ناحیه دنده ۱۱ تا ۱۳ جدا و در دمای ۱۸°C- نگهداری شد. استفاده از زیلیاترول هیدروکلرید سبب افزایش محتوای پروتئین ($P < 0/01$)، خاکستر ($P < 0/08$)، رطوبت ($P < 0/05$) و کاهش چربی ($P < 0/05$) ماهیچه شد. اما سبب افزایش درصد اتلاف ($P < 0/05$) پخت و کاهش پذیرش گوشت ($P < 0/01$) از طرف مصرف کنندگان ارزیاب شد. همچنین، زیلیاترول موجب کاهش شاخص های رنگی اشباعیت، a^* و b^* و افزایش L^* ($P < 0/01$) و زاویه رنگ ($P < 0/05$) شد. بر اساس یافته های این پژوهش، بتا آگونیست زیلیاترول هیدروکلرید سبب بهبود ترکیب شیمیایی و شاخص های رنگ، ولی کاهش خصوصیات چشایی گوشت در بزغاله های نر اخته شد.

واژه های کلیدی: بتا-۲ آگونیست، بزغاله، پذیرش گوشت، رنگ، زیلیاترول هیدروکلرید

مقدمه

عوامل محیطی به عنوان یک عامل مهم در تولیدات حیوان های اهلی به همراه عوامل ژنتیکی به حساب می آیند (۳۳). این موضوع در نشخوارکنندگان کوچکی چون بز اهمیت ویژه ای پیدا می کند (۱۶،۲۸). به همین دلیل استفاده از اصلاح کننده های متابولیسمی می تواند بر بهبود فراسنجه های پروراری چون نرخ رشد، بازده غذایی، آرایش لاشه و کیفیت گوشت موثر باشد (۱۳). بتا آگونیست ها به عنوان آنالوگ ترکیبات کاتکول آمینی، توانسته در طی دو دهه پیشین کاربرد زیادی در صنعت پروراری ایفا کند. این ترکیبات به عنوان عوامل ایجادکننده تغییر در توزیع انرژی توانسته اند سبب افزایش بافت ماهیچه ای و کاهش بافت چربی شوند (۲۵،۳۲). این اثرات موجب افزایش عملکرد پرورار و بهبود بازده لاشه در خوک و نشخوارکنندگانی چون گاو (۲۷)، گوسفند (۱۴،۲۴) و بز (۱۸) شده است. با این وجود استفاده از این ترکیبات در طی این سال ها عوارض مختلف بهداشتی را در حیوان و مصرف کننده نهایی یعنی انسان به جا نهاده است، به طوری که استفاده از ترکیباتی چون سیماترول، کلن بوترول، ایزوپروپانول و سالیوتامول در ایالات متحده آمریکا ممنوع شناخته شده است (۵). در طی سال های اخیر، ترکیب بتا آگونیست نوینی با نام زیلیاترول هیدروکلرید در صنعت پرورار بندی مورد استفاده قرار گرفته است. این ترکیب برخلاف دیگر بتا آگونیست ها در بدن مصرف کننده به سرعت متابولیزه شده و از بدن زدوده

می شود (۴). این ترکیب به طور معمول به میزان ۱۵ تا ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن زنده حیوان در طول ۲۰ تا ۴۰ روز پایانی دوره پرورار بندی مورد استفاده قرار می گیرد و سبب بهبود عملکرد در طول پرورار و افزایش بازده لاشه آرایش شده در گاو (۳۲) و گوسفند (۱۴،۲۴) و بز (۱۸) شد. با این وجود یافته ها نشان می دهد که زیلیاترول هیدروکلرید به همراه دیگر ترکیبات بتا آگونیستی سبب کاهش برخی از شاخص های کیفی گوشت می شود. به طوری که پژوهش های مختلف، نشان داد که این ترکیب سبب کاهش پذیرش گوشت توسط مصرف کنندگان ارزیاب و افزایش اتلاف پخت (۱،۲۱،۳۴) و تغییرات مختلفی در شاخص های رنگ a^* ((سرخی))، b^* ((زردی))، L^* (سیکی)، زاویه رنگ^۲ و شاخص اشباعیت^۳ در گاو شده است (۱۸،۴،۳۷). با این حال گزارشی مبنی بر اثر زیلیاترول هیدروکلرید بر شاخص های کمی و کیفی گوشت در بزغاله های نر اخته شده یافت نشده است که هدف انجام این پژوهش می باشد.

مواد و روش ها

پژوهش یاد شده در ایستگاه آموزشی- پژوهشی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جنوب شهر کرج و در پاییز ماه ۱۳۸۸ انجام گرفت. این آزمایش در ۳۰ روز پایانی پرورار بندی انجام شد که با احتساب دوران محرومیت حیوان از مکمل سازی زیلیاترول هیدروکلرید

1- Meat palatability

2- Hue Angle

3- saturation index

گرفت. پس از ۳ روز دوره محرومیت از مصرف زیلیاترول هیدروکلرید و در روز ۹۴ام، کلیه حیوانات هادر کشتارگاه صنعتی راک کرج کشتار شدند. بعد از آلیش لاشه در کشتارگاه، کلیه لاشه‌های آلیش شده در دمای ۴°C به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. در پایان این مدت، لاشه‌ها به دو نیم لاشه تقسیم شده و کلیه آنالیزهای لازم از نیم لاشه چپ صورت پذیرفت. همچنین در این بازه زمانی به منظور ارزیابی شاخص‌های رنگ، ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های چشایی، نمونه‌ای از ماهیچه راسته از بین مهره‌های دنده ۱۱ تا ۱۳ گرفته شد و بعد بسته‌بندی در فیلم‌های پلی‌ونیل در دمای ۱۸-°C برای ارزیابی‌های ذکر شده نگهداری شدند.

(۳ روز) و دوران پروار بندی قبلی (۶۰ روز) به مدت ۹۳ روز صورت پذیرفت. تعداد ۱۶ رأس بزغاله نر اخته شده با میانگین وزنی ۱/۸۴ ± ۰/۲۳ کیلوگرم و ۶ ماهه برای ۹۳ روز دوره پروار مورد استفاده قرار گرفتند. جیره بزغاله‌ها در این مطالعه توسط نرم‌افزار NRC (2007) تهیه و آماده سازی شد (جدول ۱). خوراک دهی بزغاله‌ها در طول مدت پروار در دو وعده غذایی انجام شد. وعده غذایی غذایی صبح در ساعت ۸ صبح و وعده غذایی غذایی عصر در ساعت ۴ عصر در اختیار حیوان قرار گرفتند. زیلیاترول هیدروکلرید با نام تجاری زیلمکس (شرکت اینترت، آفریقای جنوبی) در سطح ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن زنده بدن به صورت روزانه در روز ۶۰ پروار بندی و به مدت ۳۰ روز در اختیار حیوانات تحت تیمار (n=۸) قرار

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی بر حسب ماده خشک

Table 1. Dietary ingredients and chemical compositions based on dry matter

ملاحظات خوراک	درصد	اقدام خوراک
انرژی متابولیسمی	۲۵	یونجه
پروتئین	۵	سیلو ذرت
چربی	۴۵	جو
NDF	۵	سبوس گندم
ADF	۶	کنجاله سویا
ماده خشک	۷/۰۵	کنجاله کلزا
خاکستر	۵/۱	ذرت
	۱	کربنات کلسیم
	۰/۴	پیش مخلوط ویتامینه
	۰/۴	نمک
	۰/۰۵	جوش شیرین

همچنین محتوای چربی ماهیچه راسته با استفاده از ۴ گرم نمونه نرم شده از روش عصاره اتری تعیین شد.

تعیین ویژگی‌های چشایی گوشت

برای تعیین خصوصیات کیفی گوشت از روش ارزیابی حسی و چشایی گوشت بر اساس روش کراس ۱۹۷۸ (۱۲) استفاده شد. در این روش یک گروه ۷ نفره با تجربه انتخاب و پس از یادگیری اولیه خصوصیات کیفی گوشت نمونه گوشت‌های عضله راسته را مورد ارزیابی قرار دادند. این افراد به لحاظ سلامت عمومی و گوارشی هیچ گونه مشکلی نداشتند و در دامنه سنی ۲۵ تا ۳۰ سال قرار داشتند. افراد فوق طی یک هفته از انواع گوشت تغذیه شدند و برای تعیین مقدار تردی، آبداری، طعم و مزه، بد طعمی و پذیرش کلی آموزش دیده بودند. هر یک از این فراسنجه‌ها در دامنه امتیازی ۱ (کمترین ارزش) تا ۸ (بیشترین ارزش) مورد قضاوت افراد یاد شده قرار گرفتند. جهت آماده‌سازی نمونه‌های ماهیچه جهت ارزیابی افراد یادشده از روش مندرج در راهنمای انجمن علوم گوشتی آمریکا (۲) استفاده شد. نمونه‌های گوشت عضله راسته نگهداری شده که در دمای ۱۸-°C به صورت بدون هوا در کیسه‌های خلأ نگهداری می‌شدند، برای انجام ارزیابی خصوصیات تردی، طعم و مزه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴°C به در همان کیسه‌های خلأ یخ‌گشائی شدند. پس از این مرحله تکه گوشت‌هایی به قطر ۲/۱۶ سانتی‌متر تهیه شده و درون کاغذهای آلومینیومی قرار گرفته و در آونی با دامنه دمایی ۱۶۵-۱۶۰°C در مدت ۵ دقیقه و ۴۰ ثانیه قرار گرفتند و سپس تا زمان ارزیابی در دمای ۷۱°C قرار گرفتند. لازم به

رنگ

به منظور ارزیابی شاخص‌های رنگ در ماهیچه راسته، نمونه‌ها پیش از بسته‌بندی در دمای ۲-۳°C، در بازه زمانی ۲۴ ساعت پس از کشتار توسط روش نورسنجی با استفاده از دستگاه هانتزلپ مینی اسکن (Minolta CR 300 Series, Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) در زاویه دید ۱۰ درجه و قطر روزنه ۲۵ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفتند. داده‌های حاصل از این دستگاه شامل a* (شاخص قرمزی، سرخ = اعداد مثبت، سبز = اعداد منفی)، b* (شاخص زردی، زرد = اعداد مثبت، آبی = اعداد منفی) و L* (شاخص روشنی، سفید = ۱۰۰، سیاه = ۰) بودند که برای بدست آمدن روابطی چون $(a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ برای شاخص اشباعیت (Chroma) و $(\tan^{-1} b^*/a^*)$ برای زاویه رنگ مورد استفاده قرار گرفتند.

ترکیبات شیمیایی

به منظور ارزیابی برخی از ترکیبات شیمیایی ماهیچه راسته شامل محتوای پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از روش‌های استاندارد (۳) استفاده شد. با این وجود کلیه نمونه‌های ماهیچه با استفاده از آسیاب به صورت کاملاً نرم تبدیل شدند. بر طبق روش‌های مذکور، برای تعیین محتوای پروتئین مقدار ۱ گرم از نمونه نرم شده استفاده شد. برای تعیین محتوای رطوبت از ۱۰ گرم نمونه نرم شده استفاده شد که در آونی در دمای ۱۰۰°C به مدت ۱۶-۲۰ ساعت قرار گرفتند و پس از این مرحله برای تعیین محتوای خاکستر نمونه‌های فاقد رطوبت در کوره‌ای با دمای ۵۵۰°C در مدت چهار ساعت قرار گرفتند.

فعالیت لیپاز حساس به هورمون به‌عنوان آنزیم تجزیه کننده تری گلیسرید و کاهش فعالیت استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز به‌عنوان آنزیم کلیدی در ساخت اسید چرب (۲۵) از یک سو موجب کاهش تعداد و حجم سلول‌های چربی داخل ماهیچه‌ای (۲۶) و از سوی دیگر سبب کاهش محتوای چربی ماهیچه و لاشه می‌شود. همچنین بتا‌آگونیست‌ها از طریق افزایش بیان ژن MHC II، زمینه را برای افزایش نسبت فیبرهای ماهیچه‌ای گلوکولایتیک فراهم می‌کنند. این افزایش نسبت، سبب افزایش تراکم گلیکوژن موجود در ماهیچه‌های اسکلتی می‌شود (۶،۲۹). این افزایش گلیکوژن می‌تواند یکی از دلایل افزایش رطوبت در ماهیچه‌های اسکلتی باشد، زیرا از یک طرف مقدار تولید آب توسط تارهای ماهیچه‌ای گلوکولایتیک افزایش پیدا می‌کند که دارای نرخ متابولیسم بالای گلیکوژن هستند. از سوی دیگر مقدار تولید آب از گلیکوژن موجود در ماهیچه اثر گرمای ناشی از فرایند آزمایشگاهی تعیین ماده خشک افزایش پیدا می‌کند (۱۶،۳۴). عوامل یادشده زمینه را برای افزایش رطوبت لاشه و اتلاف پخت فراهم می‌کند. افزایش غیرمعنی دار خاکستر موجود در ماهیچه راسته می‌تواند به دلیل افزایش نسبت سلول‌های ماهیچه‌ای گلایکولایتیک تند به ماهیچه‌های کند اکسیداتیو دانست، به طوری که گمان می‌رود که بیشتر شدن این نسبت، سبب افزایش نیاز ماهیچه برای انقباض بیشتر به ترکیبات معدنی به خصوص کلسیم و پتاسیم (۳۰) دانست. این نتایج با دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در مورد اثر زیلیپاترول هیدروکلرید روی ترکیبات شیمیایی گوشت مطابقت دارد، به طوری که هیلتون و همکاران (۱۹) با مکمل‌سازی ۸/۳ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک خوراک زیلیپاترول هیدروکلرید نشان دادند که زیلیپاترول هیدروکلرید سبب افزایش رطوبت و پروتین گوشت و کاهش مقدار چربی لاشه می‌شود. نتایج مشابهی نیز در پژوهش‌های استرادیم و همکاران (۳۴)، شوک و همکاران (۳۲)، راتمن و همکاران (۲۹) و بولر و همکاران (۱۰) مشاهده شد.

ذکر است که هر یک از این نمونه‌ها به‌منظور ارزیابی میزان اتلاف پخت قبل و بعد از قرار گرفتن در آن توزین شدند. سپس از هر نمونه گوشت به تکه‌های مکعبی شکل ۱/۵ سانتی‌متری تقسیم شدند و به هر ارزیاب ۸ تکه از هر نمونه داده شد. زمان ارزیابی این فراسنجه‌ها بعد از نهار پس حصول سیر بودن ارزیاب‌ها به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر در ساعت ۳ عصر صورت گرفت. محیط ارزیابی در اتاقی با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و در زیر نور قرمز رنگ صورت پذیرفت (۹،۱۲،۳۵). (۸)

تجزیه آماری

این پژوهش بر اساس یک طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار شاهد و زیلیپاترول هیدروکلرید انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ بهره گرفته شد. در این نرم‌افزار، کلیه فراسنجه‌های مورد ارزیابی توسط رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی ماهیچه راسته

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود مکمل‌سازی زیلیپاترول هیدروکلرید سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتین ($P < 0/01$)، افزایش غیرمعنی‌داری درصد خاکستر ($P = 0/081$) و کاهش معنی‌دار در چربی ($P < 0/05$) و ماده خشک ($P < 0/05$) گوشت شد. یافته‌های محققین در طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد که مکمل‌سازی زیلیپاترول هیدروکلرید به مانند اکثر بتا‌آگونیست‌ها در حیواناتی چون گاو، خوک و گوسفند سبب افزایش توده ماهیچه‌ای می‌شود که به‌طور عمده به دلیل افزایش رشد سلول‌های ماهیچه‌ای است (۵،۲۵،۲۰،۷،۲۷،۲۹). این پدیده به دلیل اختلال در متابولیسم پروتین در پی افزایش ساخت و کاهش تجزیه پروتین ایجاد می‌شود (۲۰). از این رو تراکم پروتین در ماهیچه افزایش پیدا می‌کند. همچنین بتا‌آگونیست‌هایی چون زیلیپاترول هیدروکلرید اثرات بسزایی در متابولیسم چربی دارند، به طوری که با افزایش

جدول ۲- تاثیر زیلیپاترول هیدروکلرید روی میانگین (\pm خطای استاندارد) ترکیب شیمیایی در بزغاله‌های اخته تحت تیمار با زیلیپاترول هیدروکلرید

Table 2. Effect of Zilpaterol hydrochloride on chemical compositions mean (\pm standard error) in castrated goats treated with Zilpaterol hydrochloride

P-value	SEM	زیلیپاترول	شاهد	فراسنجه
$<0/01$	۰/۲۷	$25/33^a \pm 0/84$	$22/35^b \pm 0/35$	پروتین (%)
۰/۰۲	۰/۰۹	$1/92^b \pm 0/36$	$2/31^a \pm 0/10$	چربی (%)
۰/۰۳	۰/۴۶	$27/27^b \pm 1/05$	$29/37^a \pm 0/74$	ماده خشک (%)
۰/۰۹	۰/۰۴	$1/41^a \pm 0/07$	$1/57^a \pm 0/16$	خاکستر (%)

حروف آماری لاتین یکسان نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

اتلاف پخت

در یافته‌ها ($P < 0/02$) در بره‌های تیمار شد. گیسینک و همکاران (۱۵) دریافتند که مکمل‌سازی کلن‌بوترول به عنوان یک بتا‌آگونیست سبب افزایش این شاخص در گوساله شیرپرور شد. نتیجه مشابهی نیز در پژوهش هولمر و همکاران (۲۱) در گوساله‌های نر اخته شده هلشتاین مشاهده شد. با این حال پژوهشگرانی چون کلویمیر و همکاران (۲۲)، هیلتون و همکاران (۱۹) لهاسکا و همکاران (۲۳) و منتگومری و

همان‌طور که در نگاره ۱ پیداست، استفاده از زیلیپاترول هیدروکلرید سبب اتلاف پخت بیشتر (۳۸/۸٪) در برابر (۳۶/۷٪) ($P < 0/05$) در بزغاله‌های نر تحت تیمار زیلیپاترول هیدروکلرید شد. این نتیجه در مقایسه با دیگر پژوهش‌های انجام شده قابل تامل می‌باشد. آگیلرستو و همکاران (۱) گزارش کردند که استفاده از این بتا‌آگونیست سبب افزایش اتلاف پخت

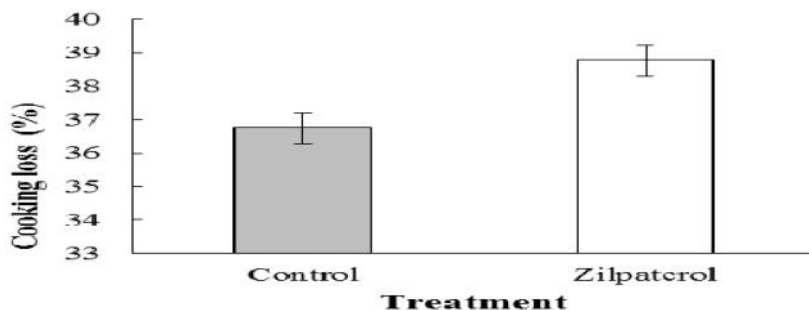
سبب افزایش فعالیت ژن MHC II می‌شود که سبب افزایش نسبت‌های ماهیچه‌های گلیکولولیتیک می‌شود. افزایش نسبت این دو عامل در ماهیچه اسکلتی را می‌توان از دلایل کاهش شاخص‌هایی چون تردی و پذیرش کلی دانست (۳۹،۶). کاهش مقدار چربی ناشی از افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون و کاهش فعالیت آنزیم استیل کوانزیم A کربوکسیلاز را می‌توان یکی از دلایل کاهش مقدار طعم گوشت حاصل از بزغاله‌های تحت تیمار زیلیپاترول هیدروکلرید دانست (۲۵). از آنجا که محتوای گلیکوژن موجود در گوشت حاصل از بزغاله‌های مورد نظر بیشتر از محتوای گلیکوژن موجود در تیمار شاهد می‌باشد، در نتیجه مقدار بیشتری از این گلیکوژن در اثر حرارت پختن تبدیل به آب می‌شود. این امر خود می‌تواند سبب افزایش اتلاف آب ناشی از حرارت و در نتیجه افزایش درصد اتلاف پخت شود. از سوی دیگر این اتلاف آب می‌تواند سبب کاهش مقدار آب موجود در گوشت پخته شده و در نتیجه سفت و خشک شدن بیشتر آن در اثر حرارت شود (۳۴،۱۵). از پژوهش‌های انجام شده توسط محققینی چون گیسینک و همکاران (۱۵) می‌توان دریافت که استفاده از بتاگونیست‌ها سبب ایجاد تغییراتی در شکل سلول‌های ماهیچه‌ای می‌شود، به طوری که سبب بزرگتر شدن این سلول‌ها و ضعیف شدن غشای سلولی این سلول‌ها (ناشی از کاهش محتوای چربی ماهیچه) می‌شود. این تغییرات می‌تواند سهم بسزایی در افزایش اتلاف رطوبت در سلول‌های ماهیچه‌ای تحت تیمار بتاگونیست‌ها داشته باشند.

همکاران (۲۷) اعلام داشتند که زیلیپاترول هیدروکلرید افزایش معنی‌داری در اتلاف پخت در گوساله‌های نر اخته شده نداشتند است.

ویژگی‌های چشایی

همان‌طور که در این جدول (۳) مشاهده می‌شود استفاده از زیلیپاترول هیدروکلرید در بزغاله تحت این تیمار تأثیر منفی بر کیفیت حسی و چشایی گوشت از نظر افراد ارزیاب داشت. به طوری که اکثر میانگین امتیازات نمره‌های ارزیاب‌ها برای فراسنجه‌های یاد شده در حیوان‌های تحت تیمار زیلیپاترول هیدروکلرید به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) کمتر از تیمار شاهد گزارش شدند. این نتایج با برخی از مطالعه‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر هم‌خوانی دارد، به طوری که بروک و همکاران (۱۱) با مکمل‌سازی ۶/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خوراک زیلیپاترول هیدروکلرید دریافتند که مکمل‌سازی این ترکیب سبب کاهش نمره طعم و مزه، تردی، آب‌داری و همچنین کاهش مقبولیت و دل‌پذیری گوشت از طرف اعضای منتخب شد (۱۱). نتایج مشابهی نیز توسط راتمن و همکاران (۲۹)، و هولمر و همکاران (۲۱) گزارش شدند. این تغییر در ویژگی‌های حسی و چشایی به‌طور مسلم با افزایش مقدار پروتئین و رطوبت و کاهش مقدار چربی در ماهیچه راسته ارتباط دارد که به‌طور کلی این دلایل را به صورت زیر توان اعلام کرد:

۱) افزایش مقدار کالپاستاتین ناشی از اثر زیلیپاترول هیدروکلرید سبب افزایش انباشت پروتئین در ماهیچه راسته می‌شود (۲۵). این عامل سبب افزایش قطر فیبر در کلیه سلول‌های ماهیچه‌ای می‌شود. همچنین این مکمل‌سازی



شکل ۱- تأثیر زیلیپاترول هیدروکلرید بر میانگین اتلاف پخت گوشت در بزغاله‌های اخته تحت تیمار با زیلیپاترول
 Figure 1. Effect of Zilpaterol hydrochloride on cooking loss mean in castrated goats treated with Zilpaterol hydrochloride

جدول ۳- تاثیر زیلیپاترول هیدروکلرید روی میانگین (\pm خطای استاندارد) خصوصیات کیفی چشایی ماهیچه راسته در بزغاله‌های اخته تحت تیمار با زیلیپاترول هیدروکلرید

Table 2. Effect of Zilpaterol hydrochloride on consumer palatability means (\pm standard error) of longissimus muscle in castrated goats treated with Zilpaterol hydrochloride

P-value	SEM	زیلیپاترول	شاهد	فراسنجه
<0.01	0.09	4/54 ^b \pm 0.13	6/07 \pm 0.23 ^b	تردی
<0.01	0.16	4/85 ^d \pm 0.45	6/21 \pm 0.42 ^a	آبداری
<0.01	0.11	4/69 \pm 0.34 ^b	5/61 \pm 0.23 ^a	طعم
0.18	0.07	6/35 ^a \pm 0.24	6/4 \pm 0.18 ^a	شدت بد طعمی
<0.01	0.09	5/41 ^b \pm 0.12	6/28 \pm 0.14 ^b	پذیرش کلی
0.02	1/64	26/23 ^a \pm 5/18	19/51 \pm 2/34 ^b	تعداد جویدن

حروف آماری لاتین یکسان نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

اعتقاد دارند که کاهش معنی‌دار شاخص زردی را می‌توان به کاهش محتوای اکسیژنی و میوگلوبینی ماهیچه ناشی از افزایش نسبت فیبرهای گلاکولیک دانست. این کاهش محتوای میوگلوبینی می‌تواند سبب کاهش فساد مت میوگلوبینی (سبب ایجاد رنگی در دامنه زرد تا قهوه‌ای) در ماهیچه شود. نتایج بدست آمده در این پژوهش تا حدی شبیه به دیگر پژوهشگران بود. هیلتون و همکاران (۱۹) با مکمل‌سازی زیلیپاترول هیدروکلرید روی گوساله‌های نر اخته شده دریافتند که این بتا‌گونیست سبب کاهش سرخی، زردی و درجه اشباعیت در حیوان‌های تحت تیمار می‌شود. گاندرسون و همکاران (۱۷) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۷/۵۶ گرم بر تن زیلیپاترول هیدروکلرید سبب افزایش معنی‌دار در افزایش شاخص درخشش و زردی شد، بدون آنکه بر افزایش سرخی ماهیچه راسته تاثیر معنی‌داری داشته باشد. با این وجود آوندانو ریر و همکاران (۴) اعلام کردند که مکمل‌سازی ۶۰ میلی‌گرم از این بتا‌گونیست توانست سبب کاهش کمی (P=0.065) در میزان زردی ماهیچه راسته بگذارد. با این وجود سبب افزایش معنی‌داری در روشنی و کاهش شاخص سرخی در این ماهیچه شد.

جدول ۴- تاثیر زیلیپاترول هیدروکلرید بر میانگین (\pm میانگین خطای استاندارد) بر ویژگی‌های رنگ (hue و L*, a*, b*, chroma) ماهیچه راسته در بزغاله‌های اخته تحت تیمار با زیلیپاترول هیدروکلرید.

Table 4. Effect of Zilpaterol hydrochloride on consumer color traits means (\pm standard error) (L*, a*, b*, chroma and hue^a) of longissimus muscle in castrated goats treated with Zilpaterol hydrochloride

P-value	SEM	زیلیپاترول	شاهد	فراسنجه
<0.01	0.14	13/41 ^b \pm 0.35	14/9 ^a \pm 0.43	a* (شاخص سرخی)
<0.01	0.13	11/51 ^b \pm 0.28	12/53 ^a \pm 0.4	b* (شاخص زردی)
<0.01	0.14	46/16 ^a \pm 0.35	45/26 ^b \pm 0.42	L* (شاخص روشنی) (100-0)
<0.01	0.11	40/5 ^a \pm 0.40	40/06 ^b \pm 0.12	زاویه رنگ (Hue Angle) (180 \pm)
<0.01	0.19	17/73 ^b \pm 0.43	19/47 ^a \pm 0.59	شاخص اشباعیت (saturation index) (60-0)

حروف آماری لاتین متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

روشایی و کاهش شاخص زردی و سرخی ماهیچه راسته شد. در مجموع به نظر می‌رسد که استفاده از زیلیپاترول هیدروکلرید با وجود بهبود ترکیب شیمیایی گوشت و شاخص‌های رنگ، بر خصوصیات چشایی گوشت در بزغاله‌های نر اخته شده مهابادی اثر نامطلوب بر جای گذاشت.

تشکر و قدردانی:

این تحقیق تحت حمایت مالی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با شماره طرح پژوهشی نوع ششم دانشجویی به شماره ۱۲/۶/۷۱۰۸۰۱۷ انجام شده است که بدین وسیله از این بابت تشکر و قدردانی می‌شود.

رنگ

نتایج حاصل از آنالیز رنگ در جدول (۴) بیان شده است. در این پژوهش، مکمل‌سازی زیلیپاترول هیدروکلرید سبب تاثیرات معنی‌داری در شاخص‌های ارزیابی رنگ در حیوان‌های تحت تیمار شد. به‌طوری سبب کاهش شاخص سرخی ($P < 0.01$) (a*), زردی ($P < 0.01$) (b*) و شاخص اشباعیت ($P < 0.01$) و افزایش شاخص درخشش ($P < 0.01$) (L*) و زاویه رنگ ($P < 0.01$) شد. تغییرات ایجاد شده فوق در حیوان‌های تحت تیمار زیلیپاترول هیدروکلرید را می‌توان به تاثیر بتا‌گونیست به افزایش نسبت فیبرهای نوع II (گلاکولیک) به فیبرهای نوع I اکسیداتیو ذکر کرد که پیشاپیش در بخش‌های قبل به آن اشاره شد. این فیبرها به واسطه نوع متفاوت متابولیسم نسبت به نوع اکسیداتیو خود دارای میزان کمتری از رنگدانه‌های "هم" چون میوگلوبین می‌باشند (۳۸،۱۵،۷۰،۴). از سوی دیگر مکمل‌سازی بتا‌گونیست‌هایی چون زیلیپاترول هیدروکلرید سبب کاهش تولید رنگدانه‌های هم (شامل هموگلوبین و میوگلوبین) در بدن می‌شود (۳۰). این دو عامل سبب کاهش مقدار سرخی و افزایش درخشش ماهیچه راسته می‌شود. همچنین نویسندگان

در این پژوهش که با به کارگیری ۰/۲ میلی‌گرم زیلیپاترول هیدروکلرید بر کیلوگرم وزن زنده بدن در هر روز در مدت ۳۰ روز روی ۱۴ بزغاله نر اخته شده صورت پذیرفت، سبب تغییرات محسوس‌تری در ویژگی‌های کمی و کیفی ماهیچه راسته شد؛ به‌طوری که سبب افزایش معنی‌دار در محتوای پروتئین و رطوبت و کاهش معنی‌دار در محتوای چربی این ماهیچه شد. استفاده از این بتا‌گونیست اثر محسوس‌تری در شاخص‌های ارزیابی چشایی ماهیچه راسته داشت به طوری که سبب افزایش اتلاف پخت و کاهش آبداری، تردی، طعم، پذیرش کلی و افزایش تعداد جویدن در این ماهیچه شد. همچنین مکمل‌سازی فوق به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص

منابع

1. Aguilera-Soto, J.I., R.G. Ramirez, C.F. Arechiga, F. Mendez-Llorente, M.A. Lopez-Carlos, J.M. Silva-Ramos, R.M. Rincon-Delgado and F.M. Duran-Roldan. 2008. Zilpaterol hydrochloride on performance and sperm quality of lambs fed wet brewers grains. *Journal of Applied Animal Research*, 34: 17-21.
2. AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness Measurements of fresh meat. Chicago, IL: American Meat Science Association.
3. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
4. Avendano-Reyes, L., V. Torres-Rodriguez, F.J. Meraz-Murillo, C. Perez-Linares, F. igueroa-Saavedra and P.H. Robinson. 2006. Effects of two beta-adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 84: 3259-3265.
5. Baxa, T.J., J.P. Hutcheson, M.F. Miller, J.C. Brooks, W.T. Nichols, M.N. Streeter, D.A. Yates and B.J. Johnson. 2010. Additive effects of a steroidal implant and zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass characteristics, and skeletal muscle messenger ribonucleic acid abundance in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 88: 330-337.
6. Baxa, T.J., J.P. Hutcheson, M.F. Miller, J.C. Brooks, W.T. Nichols, M.N. Streeter, D.A. Yates and B.J. Johnson. 2010. Additive effects of a steroidal implant and zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass characteristics, and skeletal muscle messenger ribonucleic acid abundance in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 88: 330-337.
7. Beerman, D.H., W.R. Butler, D.E. Hogue, V.K. Fishell, R.H. Dalrymple, C.A. Ricks and C.G. Scanes. 1987. Cimaterol- induced muscle hypertrophy and altered endocrine status in lambs. *Journal of Animal Science*, 65:1514-1524.
8. Beriain, M.J., C. Gorraiz, A. Horcada and A. Purroy. 2000. Sensory quality of fresh lamb meat. *CIHEAM*, 125-12.
9. Berry, B.W. and H.C. Abraham. 1996. Sensory, shear force and cooking properties of commercially processed ground beef patties . *Food quality and preference*, 7: 55-59.
10. Boler, D.D., S.F. Holmer, F.K. McKeith, J. Killefer, D.L. VanOverbeke, G.G. Hilton, R.J. Delmore, J.L. Beckett, J.C. Brooks, R.K. Miller, D.B. Griffin, J.W. Savell, T.E. Lawrence, N.A. Elam, M.N. Streeter, W.T. Nichols, J.P. Hutcheson, D.A. Yates and D.M. Allen. 2009. Effects of feeding zilpaterol hydrochloride for twenty to forty days on carcass cutability and subprimal yield of calf-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science*, 87: 3722-3729.
11. Brooks, J.C., J.M. Mehaffey, J.A. Collins, H.R. Rogers, J. Legako, B.J. Johnson, T. Lawrence, D.M. Allen, M.N. Streeter, W.T. Nichols, J.P. Hutcheson, D.A. Yates and M.F. Miller. 2009. Moisture enhancement and blade tenderization effects on the shear force and palatability of strip loin steaks from beef cattle fed zilpaterol hydrochloride. *Journal of Animal Science*, 88: 1809-1816.
12. Cross, H.R. and M.S. Stanfeeld. 1978. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Journal of Food Technology*, 32: 48-53.
13. Dikeman, M.E. 2007. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Science*, 77: 121-135.
14. Estrada-Angulo, A., A. Barreras-Serrano, J.F. Contreras, G. Obregon, J.C. Robles-Estrada, A. Plascencia and R.A. Zinn. 2008. Influence of level of zilpaterol chlorhydrate supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs. *Small Ruminant Research*, 80: 107-110.
15. Geesink, G.H., F.J.M. Smulders, H.L.J.M. Van Laack, J.H. Vander, K. Wensing and H.J. Breukink. 1993. Effects on meat quality of the use of clenbuterol in veal calves. . *Journal of Animal Science*, 71: 1161-1170.
16. Gonzalez, J.M., J.N. Carter, D.D. Johnson, S.E. Ouellette and S.E. Johnson. 2007. Effect of ractopamine-hydrochloride and trenbolone acetate on longissimus muscle fiber area, diameter, and satellite cell numbers in cull beef cows. *Journal of Animal Science*, 85: 1893-1901.
17. Gunderson, J.A., M.C. Hunt, T.A. Houser, E.A.E. Boyle, M.E. Dikeman, D.E. Johnson, T.D.L. VanOverbeke, G.G. Hilton, C. Brooks, J. Killefer, D.M. Allen, M.N. Streeter, W. Nichols, J.P. Hutcheson and D.A. Yate. 2009. Feeding zilpaterol hydrochloride to calf-fed Holsteins has minimal effects on semimembranosus steak color. *Journal of Animal Science*, 87: 3751-3763.
18. Hatefi, A., A. Towhidi, A. Zali, S. Zeineddini and M. Ganjkhanelou. 2011. Effect of beta agonist zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass traits and some blood parameters in castrated mahabadi male kid goats. *Research on Animal Production*, 2: 23-35 (In Persian).
19. Hilton, G.G., A.J. Garmyn, T.E. Lawrence, M.F. Miller, J.C. Brooks, T.H. Montgomery, D.B. Griffin, DL. VanOverbeke, NA. Elam, WT. Nichols, MN. Streeter, JP. Hutcheson, D.M. Allen and D.A. Yates. 2009. Effect of zilpaterol hydrochloride supplementation on cutability and subprimal yield of beef steer carcasses. *Journal of Animal Science*, 88: 1817-1822.
20. Hossner, K.L. 2005. Hormonal regulation of farm animal growth. CABI Publishing. Cambridge, 191-201.

21. Holmer, S.F., D.M. Fernández-Dueñas, S.M. Scramlin, C.M. Souza, D.D. Boler, F.K. McKeith, J. Killefer, R.J. Delmore, J.L. Beckett, T.E. Lawrence, D.L. VanOverbeke, G.G. Hilton, M.E. Dikeman, J.C. Brooks, R.A. Zinn, M.N. Streeter, J.P. Hutcheson, W.T. Nichols, D.M. Allen and D.A. Yates. 2009. The effect of zilpaterol hydrochloride on meat quality of calf-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science*, 87: 3730-3738.
22. Kellermeier, J.D., A.W. Tittor, J.C. Brooks, M.L. Galyean, D.A. Yates, J.P. Hutcheson, W.T. Nichols, M.N. Streeter, B.J. Johnson and M.F. Miller. 2009. Effects of zilpaterol hydrochloride with or without an estrogen-trenbolone acetate terminal implant on carcass traits, retail cutout, tenderness, and muscle fiber diameter in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 87: 3702-3711.
23. Leheska, J.M., J.L. Montgomery, C.R. Krehbiel, D.A. Yates, J.P. Hutcheson, W.T. Nichols, M. Streeter, J.R. Blanton and M.F. Miller. 2009. Dietary zilpaterol hydrochloride. II. Carcass composition and meat palatability of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 87: 1384-1393.
24. López-Carlos, M.A., R.G. Ramírez, J.I. Aguilera-Soto, C.F. Aréchiga, F. Méndez-Llorente, H. Rodríguez, J.M. Silva. 2010. Effect of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth, diet digestibility, intake and carcass characteristics of feedlot lambs. *Livestock Science*, 131: 23-30.
25. Mersmann, H.J. 1998. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal of Animal Science*, 76: 160-172.
26. Mohammadi, M., M. Abazari and M. Nourozi. 2006. Effects of two beta-adrenergic agonists on adipose tissue, plasma hormones and metabolites of Moghani ewes. *Small Ruminant Research*, 63: 84-90.
27. Montgomery, J.L., C.R. Krehbiel, J.J. Cranston, D.A. Yates, J.P. Hutcheson, W.T. Nichols, M.N. Streeter, R.S. Swingle and T.H. Montgomery. 2009. Effects of dietary zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of beef steers fed with and without monensin and tylosin. *Journal of Animal Science*, 87: 1013-1023.
28. P. ibyl, J., J. P. ibylová, H. Krej ová and N. Mielenz. 2008. Comparison of different traits to evaluate the growth of bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 53: 273-283.
29. Rathmann, R.J., J.M. Mehaffey, T.J. Baxa, W.T. Nichols, D.A. Yates, J.P. Hutcheson, J.C. Brooks, B.J. Johnson and M.F. Miller. 2009. Effects of duration of zilpaterol hydrochloride and days on the finishing diet on carcass cutability, composition, tenderness, and skeletal muscle gene expression in feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 87: 3686-3701.
30. Wagner, A., S. Michelle, J. Mostrom, F. Hammer, J.T. Thorson and J. David. 2008. Adverse effects of zilpaterol administration in horses: three cases. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28. 4. 238-243.
31. Sears, M.R. 2002. Adverse effects of [beta]-agonists. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110: 322-328.
32. Shook, J.N., S.F. Holmer, D.M. Fernández-Dueñas, S.M. Scramlin, C.M. Souza, G.G. Boler, D.D. McKeith, F.K. Killefer, J. Delmore, R.J. Beckett, J.L. Lawrence, T.E. Van Overbeke, D.L. Hilton, M.E. Dikeman, J.C. Brooks, R.A. Zinn, M.N. Streeter, J.P. Hutcheson, W.T. Nichols, D.M. Allen and D.A. Yates. 2009. Effects of zilpaterol hydrochloride and zilpaterol hydrochloride withdrawal time on beef carcass cutability, composition, and tenderness. *Journal of Animal Science*, 87: 3677-3685.
33. Štercova, E., A. Krasa, R. Lepkova and J. Šterc. 2008. The evaluation of growth and selected carcass and meat quality parameters in fattening bulls fed a diet based on concentrates or maize silage. *Czech Journal of Animal Science*, 53: 368-376.
34. Strydom, P.E., L. Frylinck, J.L. Montgomery and M.F. Smith. 2009. The comparison of three [beta]-agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*, 81: 557-564.
35. USDA. 1997. United States standards for grades of carcass beef. Washington DC: USDA
36. Wheeler T.L., J.W. Savell, H.R. Cross, D.K. Lunt and S.B. Smith. 1990. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman, and Brahman-cross beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68, 3677-3686.
37. VanOverbeke, T.D.L. Hilton, C. Brooks, J. Killefer, D.M. Allen, M.N. Streeter, W.J.A. Gunderson, Hunt, M.C. Houser, T.A. Boyle, E.A.E. Dikeman, M.E. Johnson, D.E. Nichols, J.P. Hutcheson and D.A. Yates. 2009. Effects of zilpaterol hydrochloride feeding duration on crossbred beef semimembranosus steak color in aerobic or modified atmosphere packaging. *Journal of Animal Science*, 87: 3669-3676.
38. Wheeler, T.L., S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 1999. Tenderness classification of beef. IV. Effect of USDA quality grade on the palatability of "tender" beef longissimus when cooked well done. *Journal of Animal Science*, 77: 882-888.

Effects of Beta-agonist Zilpaterol Hydrochloride Supplementation on some Chemical Compounds, Color Attributes and Consumer Palatability of *Longissimus Muscle* In Castrated Male Kids

Ali Hatefi¹, Armin Towhidi², Abolfazl Zali³, Saeid Zeinoddini³ and Mahdi Ganj khanluo³

1 and 3- Ph.D. Student and Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

2- Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

(Corresponding author: atowhidi@ut.ac.ir)

Received: April 20, 2015

Accepted: February 13, 2016

Abstract

In this research, effects of Zilpaterol hydrochloride as a beta-2 agonist were investigated on color traits, chemical compounds (protein, fat, ash and dry matter contents) and some of consumer palatability ratings (cooking loss, tenderness, flavor, meat off flavor and general acceptability) of *longissimus* muscle (LM) in Mahabadi castrated male kids. In this study 16 kids with 23 ± 1.84 kg live body weight and 6 months old were used for 93 days as feedlot period. Goats were fed diet including 15.2% crude protein and 2.3 Mcal/kgDM ME. On day 60, kids fed 0.2 mg/kg live body weight of Zilpaterol hydrochloride during 30 finishing period with 3 days withdrawal from feedlot period. All of goats were slaughtered in industrial slaughterhouse and the carcass was chilled on 4°C for 24h. After chilling muscle, the color attributes was determined. A sample from area 11th to 13th ribs of LM was prepared and immediately vacuum sealed and freighted at -18 °C. Zilpaterol hydrochloride increased protein ($P < 0.01$), moisture ($P < 0.05$) and ash ($P < 0.081$), while decreased fat ($P < 0.05$) contents. This beta agonist caused an increase in cooking loss, but a decrease in palatability specifications ($P < 0.01$) by consumer panelist in treated group compared to control. Zilpaterol hydrochloride decreased a^* ($P < 0.01$), b^* ($P < 0.01$), saturation index ($P < 0.01$), while increased L^* ($P < 0.01$) and Hue Angle ($P < 0.05$). Results showed that Zilpaterol hydrochloride supplementation improved chemical composition and color attributes, but decreased consumer palatability of meat in castrated male kids.

Keywords: Beta-2 agonist, Color, Kid, Meat acceptability, Zilpaterol hydrochloride