



تأثیر تغذیه پودر جلبک اسپیرولینا ریزپوشانی شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی

متین شکوری^۱، منصور رضایی^۲ و بداله چاشنی دل^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: matin.shakoori@yahoo.com)
۲ و ۳- استاد و استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۰

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر تغذیه پودر جلبک اسپیرولینا ریزپوشانی شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی انجام شد. در این آزمایش تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه یک‌روزه گوشتی (جنس نر) سویه تجاری راس ۳۰۸ به ۹ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه، جیره پایه + آنتی بیوتیک، جیره پایه + ویتامین E، جیره پایه + ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا، جیره پایه + ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا و جیره پایه + یک درصد اسپیرولینا بود. نتایج نشان داد که در دوره رشد، گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا مصرف خوراک بیشتری نسبت به گروه شاهد داشت ($p < 0/05$). گروه شاهد کمترین افزایش وزن را نسبت به گروه‌های آزمایشی دیگر داشت ($p < 0/05$). گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۰/۳۳ درصد و ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد دارا بودند ($p < 0/05$). در دوره پایانی و نیز کل دوره پرورش، گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا، ۰/۳۳ درصد و ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد را دارا بودند ($p < 0/05$). راندمان لاشه در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای حاوی سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا و جیره حاوی یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده بالاتر از بقیه گروه‌ها بود ($p < 0/05$). تغذیه با تیمارهای حاوی اسپیرولینای ریزپوشانی شده در سطوح ۰/۳۳، ۰/۶۶ درصد و تیمار حاوی اسپیرولینا در سطح یک درصد جیره سبب افزایش درصد سینه جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد شد ($p < 0/05$). جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و یک درصد اسپیرولینا چربی محوطه بطنی کمتری داشتند ($p < 0/05$). جمعیت کلی فرم‌های جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی آنتی بیوتیک، یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و یک درصد اسپیرولینا نسبت به گروه شاهد کمتر بود ($p < 0/05$). بیشترین جمعیت لاکتوباسیل‌ها در جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی ۰/۶۶ درصد و یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۶۶ درصد و یک درصد پودر اسپیرولینا مشاهده شد ($p < 0/05$).

واژه‌های کلیدی: آنتی بیوتیک، اسپیرولینا، جمعیت میکروبی، جوجه گوشتی، عملکرد

مقدمه

امروزه به‌منظور تأمین رفاه و ارتقاء سطح سلامت مصرف‌کننده، پرورش جوجه‌های گوشتی بدون استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها (پرنده سبز) مطرح می‌باشد. افزودنی‌های گیاهی به عنوان یکی از جایگزین‌های آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت طیور مطرح هستند که اثرات سودمندی بر سلامت و عملکرد پرنده دارند (۱۹). ریزجلبک‌ها منابع مغذی طبیعی با ارزشی هستند که می‌توانند در توسعه مواد غذایی جدید مورد استفاده در صنعت دام و طیور مورد توجه قرار گیرند. فعالیت‌های بیولوژیکی بسیاری از متابولیت‌های جدا شده از جلبک‌های دریایی و تأثیر آن‌ها بر سلامتی نشان داده شده است (۳۱). فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیاد در جلبک‌ها و همچنین عملکرد مفید جلبک در بهبود و تقویت سیستم ایمنی، دفع فلزات سنگین از بدن، حفاظت از کلیه و کبد، کاهش آلرژی، کند شدن روند رشد تومورهای سرطانی و کاهش عملکرد ویروس‌ها، به اثبات رسیده است (۱۸). ترکیب شیمیایی جلبک‌ها با توجه به فصل، سن، اقلیم و شرایط جغرافیایی متغیر می‌باشد. در میان گونه‌های شناخته شده جلبک‌ها، کلرلا ولگاریس^۱ و اسپیرولینا پلاتنسیس^۲ ریزجلبک‌های خوراکی رایج و بدون عوارض جانبی می‌باشند. اسپیرولینا بعد از تأیید سازمان غذا و دارو^۳ به‌عنوان یک غذای سالم ایمن (GRAS)^۴

معرفی گردید (۴۴). اسپیرولینا پلاتنسیس غنی از مواد مغذی مثل پروتئین، ویتامین‌ها و مواد معدنی، کربوهیدرات، گاما لینولئیک اسید، فیکوسیانین، کلروفیل، کاروتنوئید است (۱). اسپیرولینا همچنین حاوی طیف وسیعی از ترکیبات فلاونوئیدی و فنولیک است. ترکیبات فنولی آن شامل اسیدهای آلی (کافیک، کلروژنیک، کویمیک، سالیسیلیک، سیناپتیک و ترانس سینامیک) است که می‌توانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی طبیعی را نشان دهند (۳۱). جلبک اسپیرولینا به دلیل دارا بودن فیکوسیانین، ویتامین B₁₂، فنویک اسیدها و توکوفرول‌ها موجب افزایش هضم چربی‌ها و جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها می‌شود (۳۳). از این رو جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به‌عنوان یک پروبیوتیک و تقویت‌کننده سیستم ایمنی می‌باشد (۲۱). حضور رنگدانه‌های کاروتنوئیدی و فیکوسیانینی به همراه ترکیبات فنولی و توکوفرول موجود در اسپیرولینا، موجب می‌شود که این جلبک به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و جاذب رادیکال‌های آزاد نیز عمل نماید (۳۱). کاروتنوئیدها همچنین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند که موجب می‌شوند سلول‌ها و بافت‌ها از آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد حفظ شوند (۴۴). خرد و همکاران (۲۴) و شموگپریا و ساراوانابابو (۴۱) گزارش کردند افزودن جلبک اسپیرولینا به جیره غذایی به‌طور معنی‌داری سبب بهبود

1- *Chlorella Vulgaris*

2- *Spirulina Platensis*

3- Food and drug administration (FDA)

4- Generally Recognized as Safe

درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا، جیره پایه + ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا و جیره پایه + یک درصد اسپیرولینا بود. ترکیب جیره‌های پایه در جدول ۱ نشان داده شد. آنالیز ترکیب شیمیایی نمونه خشک شده جلبک مورد استفاده شامل اندازه‌گیری پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر بر اساس روش AOAC (۲۰۰۵) در آزمایشگاه آنالیز مواد غذایی پژوهشگاه اکتولوژی دریای خزر انجام شد. به‌منظور ریزپوشانی کردن پودر ریزجلبک اسپیرولینا از پوشش سیکلودکسترین استفاده شده که میزان آن نسبت به هسته (اسپیرولینا) ۴ به ۱ می‌باشد. ابتدا سوسپانسیونی از جلبک در آب مقطر تهیه شده و با هیتر مگنت و بدون حرارت همگن شد. برای پوشش سیکلودکسترین نیز سوسپانسیونی تهیه شده و عمل همگن کردن با حرارت ۴۵ درجه و به مدت ۳۰ دقیقه انجام گردید. پس از این مرحله، سوسپانسیون‌های مذکور با هم مخلوط شده و با استفاده از دستگاه اولتراهموژنایزر در دور ۹۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه همگن شده تا عمل ریزپوشانی به‌خوبی انجام گیرد. بعد از این مرحله جهت پایدار نمودن سوسپانسیون تهیه شده از سورفکتانت توپین ۸۰ استفاده شد. در مرحله نهایی نیز از دستگاه خشک‌کن پاششی^۵ با دمای ورودی ۱۱۰ درجه سانتیگراد و دمای خروجی ۸۰ درجه سانتیگراد عمل خشک کردن هسته به همراه پوشش انجام شد (۲۸).

در طول دوره آزمایش، جوجه‌های گوشتی دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. دمای سالن در هفته اول ۳۲ تا ۳۳ درجه سانتیگراد حفظ شد و در هفته‌های بعد هر هفته حدود ۲ درجه سانتیگراد دما کاهش داده شد. به‌طوری که در هفته آخر دوره پرورشی (هفته ۶) دمای سالن ۲۰-۱۸ درجه سانتیگراد بود. میزان رطوبت هوای سالن در هفته اول ۶۰ تا ۷۰ درصد و در هفته‌های بعد ۵۰ تا ۶۰ درصد بود. ساعات روشنایی سالن از ۲۴ ساعت در روز اول به تدریج کم شد تا به ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی رسید. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی به‌صورت دوره‌ای محاسبه شد. برای بررسی خصوصیات لاشه در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار دو قطعه جوجه با وزن بدن نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه انتخاب و کشتار، راندامن لاشه محاسبه شد. وزن سینه، ران‌ها، کبد و چربی محوطه شکمی پرنده‌ها اندازه‌گیری و به‌صورت درصدی از وزن زنده گزارش شد. ایلئوم روده جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی جدا شد و محتویات آن با فشار انگشت به آرامی به داخل ظرف‌های استریل منتقل گردید و روی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای رقیق کردن نمونه‌ها از روش رقیق کردن پی‌درپی (به نسبت ۱ به ۱۰) در محلول سرم فیزیولوژیکی استفاده شد. با استفاده از سمپلر، ۱۰۰ میکرولیتر از رقت‌های مناسب محتویات ایلئوم روی محیط کشت MRSA^۶ (محیط اختصاصی کشت باکتری‌های اسید لاکتیک) در شرایط بی‌هوازی و برای شمارش کلنی‌های کلی‌فرم و اشریشیاکلی روی محیط کشت کروم آگار ای سی سی^۷ در شرایط هوازی به مدت ۴۸ ساعت کشت داده شد. پس از شمارش تعداد پرگنه‌های ظاهر شده در هر پلیت، عدد حاصل در عکس رقت

افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با جیره شاهد شد. همچنین بلوف و الارکن (۵) گزارش کردند که در شرایط پرورش ارگانیک، افزودن مکمل اسپیرولینا به‌طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد رشد و صفات لاشه شد.

محققان، اثر ضد میکروبی اسپیرولینا پلاتنسیس را بر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی در محیط کشت‌های مختلف را گزارش کرده‌اند (۳۴۶). اثرات ضد میکروبی اسپیرولینا پلاتنسیس بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی بیان شده و می‌تواند به این دلیل باشد که دیواره باکتری‌های گرم مثبت دو لایه ای است در صورتی که دیواره باکتری‌های گرم منفی از چند لایه تشکیل شده است. اثر ضد میکروبی عصاره پودر خشک شده اسپیرولینا در شرایط برون تنی علیه میکروارگانیسم‌های سالمونلا تیفی^۱، اشریشیاکلی^۲، استافیلوکوکوس آرتوس^۳ و باسیلوس سرئوس^۴ گزارش شده است (۲). فعالیت ضد میکروبی اسپیرولینا می‌تواند ناشی از وجود اسید گاما لینولینیک، اسیدهای چرب فعال و اثرات سینرجیستیک بین اسید لوریک و پالمیتولریک باشد. عصاره اسپیرولینا می‌تواند باعث تخریب غشاء خارج سلولی باکتری و خروج محتویات آن شود و از این طریق اثر ضد میکروبی خود را اعمال و جمعیت آن‌ها را کاهش می‌دهد (۲۷). از طرفی دیگر، ریزپوشانی یا کپسوله کردن روشی برای حفاظت از ترکیبات زیست فعال و پایداری در مقابل فرآوری، ذخیره و جلوگیری از واکنش‌های نامطلوب است، زیرا ممکن است این ترکیبات در تماس با عوامل محیطی به آسانی مورد اکسیداسیون قرار گیرند و یا حتی دناتوره شوند (۲۰). کپسول‌ها از نظر ریخت شناسی، مخزن‌های بسیار کوچکی هستند که معمولاً به‌شکل کروی تهیه می‌شوند و می‌توانند مواد به شکل گاز، مایع و جامد را در خود ذخیره کنند. این پوشش‌ها حفاظت از ترکیبات بیواکتیو نظیر ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، کاروتنوئیدها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها را بر عهده دارند. در واقع کپسوله کردن روشی برای افزایش حفاظت، پایداری، رهاش کنترل شده، جلوگیری از واکنش‌های نامطلوب و اثربخشی بیشتر ترکیبات زیست فعال است. این روش نسبتاً جدید، برای حفاظت و آزاد سازی کنترل شده ترکیبات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۵). بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تغذیه پودر جلبک ریزپوشانی شده اسپیرولینا بر عملکرد، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن پرورشی مرغداری خصوصی در روستای چمازکنی شهرستان قائم‌شهر انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه یک‌روزه گوشتی (جنس نر) سویه تجاری راس ۳۰۸ در سن ۱ روزگی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی به ۹ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه + بدون هیچ افزودنی، جیره پایه + آنتی‌بیوتیک ویرجینامایسین، جیره پایه + ویتامین E، جیره پایه + ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، جیره پایه + یک

آنالیز ترکیب شیمیایی نمونه خشک شده پودر جلبک مورد استفاده به صورت ۶۶/۶ درصد پروتئین خام، ۴/۴۸ درصد چربی خام، ۱۲/۵۱ درصد خاکستر و ۳/۵ درصد رطوبت بود. **عملکرد رشد پرند**
صفات مربوط به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شامل مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ نشان داده شده است.

ضرب و نتیجه به عنوان تعداد واحد تشکیل کلنی^۱ در گرم نمونه ذکر شد (۳۹،۱۷). کلیه داده‌های آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۴۰) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (۱۱) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. **نتایج و بحث**

جدول ۱- درصد مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه در دوره‌های مختلف آزمایش (%)
Table 1. Composition of basal diets in different period of the experiment (%)

پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)	رشد (۱۱-۲۴ روزگی)	آغازین (۱-۱۰ روزگی)	مواد خوراکی (محاسبه شده)
۵۵/۵۹	۵۲/۷۹	۵۵/۴۳	دانه ذرت
۳۵/۲۱	۳۹/۹۰	۳۸/۴۹	کنجاله سویا
۱/۳۴	۱/۶۸	۱/۸۹	دی کلسیم فسفات
۵/۶۲	۳/۲۸	۱/۳۱	روغن سویا
۱/۰۰	۱/۰۷	۱/۱۷	سنگ آهک
۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۳۷	دی ال_متیونین
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۳۴	ال لیزین هیدروکلراید
۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۳	ال ترئونین
۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۶	نمک
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینه ^۱
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ^۲
۳۱۰۰	۳۰۰۰	۲۹۰۰	انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)
۱۸/۹۲	۲۰/۸	۲۲/۲	پروتئین خام
۰/۷۸	۰/۸۴	۰/۹۲	کلسیم
۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۶	فسفر قابل دسترس
۰/۵۱	۰/۵۸	۰/۶۷	متیونین
۰/۸۸	۰/۹۶	۱/۰۴	متیونین + سیستین
۱/۱۳	۱/۲۵	۱/۳۹	لیزین

(۱) پیش مخلوط ویتامینی افزوده شده به جیره شامل: ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₁₂، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین در هر کیلوگرم جیره بود. (۲) پیش مخلوط معدنی افزوده شده به جیره شامل: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم جیره بود.

جدول ۲- آنالیز ترکیبات شیمیایی پودر جلبک اسپیرولینا (درصد ماده خشک)
Table 2. Chemical composition analysis of *Spirulina* Algae Powder (% DM)

رطوبت	خاکستر	چربی خام	پروتئین خام
۳/۵±۰/۱۴	۱۲/۵۱±۰/۷	۴/۴۸±۰/۵	۶۶/۶±۰/۲۲

مصرف خوراک
در دوره رشد، با توجه به جدول ۳ تیمار حاوی ۰/۳۳ درصد جلبک اسپیرولینا سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد ($p < 0.05$)، اما در دیگر دوره‌های پرورش تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد.
این نتایج با یافته‌های ماری و همکاران (۳۰) مطابقت دارد اما با نتایج گنگنت و همکاران (۱۵) و شنموگپریا و همکاران (۴۲) مطابقت ندارد. ماری و همکاران (۲۹) گزارش دادند که استفاده از ۰/۲ و ۰/۳ گرم اسپیرولینا در هر کیلوگرم جیره سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد. نوکو و همکاران (۳۲) گزارش دادند که فقدان سلولز در ساختار سلولی اسپیرولینا سبب می‌شود که به‌راحتی هضم شود، بنابراین اشتهای پرند را افزایش و بهبود

مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود که می‌تواند دلیل افزایش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره رشد باشد.
گنگنت و همکاران (۱۵) گزارش دادند که استفاده از جلبک اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش مصرف خوراک شد. شنموگپریا و همکاران (۴۲) گزارش دادند که تغذیه جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در سطح یک درصد سبب کاهش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد (۳۲۰۷ در برابر ۳۴۹۷ گرم).
نتایج متناقض بدست آمده در تحقیقات احتمالاً ناشی از سطوح متفاوت و کیفیت اسپیرولینا می‌باشد، علاوه بر این پارامترهای دیگر مانند ترکیب خوراک، شرایط بستر و شرایط تولید نیز ممکن است منجر به تغییر در نتایج شود.

افزایش وزن بدن

نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در دوره رشد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳)، به طوری که تغذیه سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا و نیز سطوح مختلف جلبک اسپیرولینای ریزپوشانی شده سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن جوجه‌ها شد ($p < 0/05$). این نتایج با نتایج خرد و همکاران (۲۴) و شنموگپریا و همکاران (۴۱) مطابقت داشت، اما با نتایج راس و دمینی (۳۸)، ایوانز و همکاران (۱۳) مطابقت نداشت. خرد و همکاران (۲۴) و شنموگپریا و همکاران (۴۱) بیان داشتند که افزودن اسپیرولینا به جیره غذایی به طور معنی‌داری سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با جیره شاهد شد. همچنین بلوف و الارکن (۵) گزارش کردند که در شرایط پرورش، ارگانیک، افزودن مکمل اسپیرولینا به طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد رشد و صفات لاشه شد. ایوانز و همکاران (۱۳) تحقیقی را به منظور بررسی جیره‌های حاوی سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی به مدت ۲۱ روز با ۵ تیمار آزمایشی انجام دادند. طی این بررسی مشاهده شد که پرنده‌های تغذیه شده با سطح ۲۱ درصد جلبک پایین‌ترین وزن بدن را داشتند. راس و دمینی (۳۸) گزارش کردند که افزودن مکمل اسپیرولینا به جیره غذایی بیش از ۱۰۰ گرم در کیلوگرم، رشد پرنده‌گان را کاهش می‌دهد. بنوس و همکاران (۷) در آزمایشی از جلبک اسپیرولینا در سطح ۵ و ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره استفاده و گزارش دادند که تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی نداشت. که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. از آنجایی که اسپیرولینا غنی از مواد مغذی نظیر اسید آمینه‌ها، گاما لینولئیک اسید، فیتوسیانیین‌ها، توکوفرول‌ها، کلروفیل و بتاکاروتن‌ها و ویتامین‌ها (نظیر تیامین، ریبوفلاوین، پیریدوکسین، ویتامین B₁₂، ویتامین C) است (۳۷، ۲۳) می‌تواند دلیل بهبود وزن مشاهده شده در این پژوهش باشد. اسپیرولینا یک منبع غنی از اسید چرب ضروری گاما لینولئیک اسید است که سبب بهبود عملکرد می‌شود. همچنین اسپیرولینا حاوی یک پلی‌ساکارید جدید به نام اسپیرولن کلسیم^۱ است که فعالیت ضد ویروس، و ضد لخته دارد. گروزاسکاس و همکاران (۱۶) گزارش دادند که اسپیرولینا جذب مواد معدنی را بهبود داده و پروسه جذب مواد مغذی را بهینه می‌کند. فعالیت‌های حفاظت از کبد (اندام متابولیک اصلی بدن)، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی اسپیرولینا نیز مشخص شده است (۱۰، ۹).

ضریب تبدیل غذایی

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، ضریب تبدیل غذایی پرنده‌ها در دوره‌های رشد و پایدانی و نیز کل دوره پرورش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. در دوره رشد، گروه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد داشتند. در دوره پایدانی، گروه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی مکمل ویتامین E، ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و یک درصد اسپیرولینا ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد داشتند. در کل دوره پرورش (۱-۴۲ روزگی)، تیمارهای حاوی مکمل ویتامین E، ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا، ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا و یک درصد اسپیرولینا ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه شاهد را نشان دادند ($p < 0/05$). عارف نیای فومنی و همکاران (۳) گزارش کردند که از جلبک اسپیرولینا می‌توان تا سطح ۵ درصد بدون بروز اثرات سوء بر عملکرد استفاده کرد اما گنجاندن سطوح بالای جلبک اسپیرولینا در جیره، مصرف خوراک روزانه را کاهش و ضریب تبدیل غذایی را افزایش می‌دهد. رچمجاهد و همکاران (۳۶)، تأثیر تغذیه جلبک اسپیرولینا بر عملکرد و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی را بررسی و مشاهده کردند که استفاده از جلبک اسپیرولینا در سطح ۲/۵ درصد سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و بازده لاشه شد. شنموگپریا و همکاران (۴۱) گزارش کردند که افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی به طور معنی‌داری با افزودن یک درصد اسپیرولینا تحت تأثیر قرار گرفت، به طوری که کمترین ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های تغذیه شده با یک درصد اسپیرولینا مشاهده شد. جمیل و همکاران (۲۲) اثر پروبیوتیکی اسپیرولینا را به عنوان محرک رشد و ایمنی در جوجه‌های گوشتی در سطوح صفر، ۲، ۴ و ۸ گرم اسپیرولینا در کیلوگرم جیره به مدت ۴ هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که وزن بدن به طور معنی‌داری در گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی اسپیرولینا از سن ۷ تا ۲۸ روزگی افزایش یافت. همچنین ضریب تبدیل غذایی نیز به طور معنی‌داری با افزودن اسپیرولینا به جیره بهبود یافت.

جدول ۳- تأثیر پودر جلبک اسپیرولینا بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش.

Table 3. The effect of Spirulina algae powder on growth performance of broiler chicken in different periods of rearing

P-value	SEM	اسپیرولینا (%)		اسپیرولینا ریزپوشانی شده (%)		ویتامین E		کنترل مثبت	کنترل	تیمارها	
		۱	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۳۳				
۰/۴۰۶۰	۸/۲۹	۲۹۱/۰۰	۲۷۹/۹۸	۲۸۹/۵۳	۲۸۴/۰۰	۲۶۶/۷۰	۲۹۱/۰۰	۲۷۵/۱۸	۲۸۸/۷۵	۲۹۱/۶۰	دوره آغازین مصرف خوراک (گرم)
۰/۵۲۸۰	۷/۱۱	۲۲۱/۷۵	۲۱۴/۲۷	۲۲۱/۸۰	۲۱۷/۰۰	۲۱۰/۵۰	۲۳۴/۴۷	۲۲۲/۷۰	۲۱۹/۹۷	۲۱۶/۸۰	افزایش وزن بدن (گرم)
۰/۵۵۶۹	۰/۰۴	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۰	۱/۳۱	۱/۲۶	۱/۲۴	۱/۲۳	۱/۳۲	۱/۳۴	ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم)
۰/۰۴۸	۱۸/۷۰	۱۰۳۳/۵۰ ^{ab}	۱۰۶۲/۱۵ ^{ab}	۱۰۷۲/۴۳ ^a	۱۰۳۵/۶۳ ^{ab}	۱۰۵۶/۸۳ ^{ab}	۱۰۱۵/۵۵ ^{ab}	۱۰۷۰/۲۵ ^a	۱۰۰۰/۶۰ ^b	۱۰۰۳/۲۰ ^b	دوره رشد مصرف خوراک (گرم)
۰/۰۰۰۱	۱۰/۶۸	۶۶۰/۱۰ ^d	۶۹۷/۴۰ ^{bc}	۶۹۰/۱۵ ^{cd}	۶۶۴/۲۰ ^d	۷۲۳/۲۰ ^{ab}	۶۹۵/۲۳ ^{bc}	۷۳۹/۸۰ ^a	۶۸۴/۰۵ ^{cd}	۶۲۵/۱۰ ^e	افزایش وزن بدن (گرم)
۰/۰۰۵۶	۰/۰۴	۱/۵۵ ^{abc}	۱/۵۲ ^{abc}	۱/۵۵ ^{ab}	۱/۵۶ ^a	۱/۴۶ ^{bc}	۱/۴۶ ^c	۱/۴۶ ^{bc}	۱/۴۶ ^{bc}	۱/۶۰ ^a	ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم)
۰/۶۴۶۰	۱۰۶/۱۸	۳۰۷۳/۵۰	۳۰۴۸/۵۰	۳۰۹۳/۸۰	۳۲۰۲/۳۰	۳۱۰۸/۹۰	۳۲۳۱/۴۰	۳۹۹۴/۸۰	۳۰۹۱/۷۰	۳۹۱۳/۸۰	دوره پایانی مصرف خوراک (گرم)
۰/۲۵۶۰	۶۶/۵۶	۱۶۵۱/۰۵	۱۵۹۴/۹۸	۱۵۵۹/۸۰	۱۵۶۴/۸۸	۱۶۹۱/۹۸	۱۵۴۷/۰۵	۱۵۹۰/۰۵	۱۵۴۰/۶۸	۱۴۱۳/۷۰	افزایش وزن بدن (گرم)
۰/۰۲۷	۰/۰۴۷	۱/۸۷ ^{cd}	۱/۹۱ ^{abcd}	۱/۹۱ ^{abcd}	۲/۰۴ ^{ab}	۱/۸۴ ^d	۱/۸۹ ^{bcd}	۱/۸۸ ^{dc}	۲/۰۰ ^{abc}	۲/۰۵ ^a	ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم)
۰/۶۹۷۱	۱۱۴/۲۵	۴۳۸۸/۰۰	۴۳۹۰/۶۰	۴۳۴۵/۷۰	۴۵۲۲/۰۰	۴۴۳۲/۴۰	۴۲۳۷/۹۵	۴۳۴۰/۲۰	۴۳۸۰/۰۰	۴۲۰۸/۶۰	کل دوره پرورش مصرف خوراک (گرم)
۰/۰۹۴۱	۷۱/۹۷	۲۵۳۲/۹۰	۲۵۰۶/۷۰	۲۴۷۱/۸۰	۲۴۴۶/۱۰	۲۶۲۵/۷۰	۲۴۳۹/۵۰	۲۵۴۲/۶۰	۲۴۴۴/۷۰	۲۲۵۵/۶۰	افزایش وزن بدن (گرم)
۰/۰۰۳۲	۰/۰۳۰	۱/۷۳ ^c	۱/۷۵ ^c	۱/۷۶ ^{bc}	۱/۸۵ ^{ab}	۱/۶۹ ^c	۱/۷۱ ^c	۱/۷۰ ^c	۱/۷۹ ^{abc}	۱/۸۶ ^a	ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم)

a-d: میانگین‌های موجود در هر ردیف که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

خصوصیات لاشه

راندمان لاشه در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای حاوی یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۳۳ درصد اسپیرولینا، ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا و یک درصد اسپیرولینا نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. تغذیه با تیمارهای حاوی اسپیرولینای ریزپوشانی شده در سطوح ۰/۶۶، یک درصد و تیمار حاوی اسپیرولینا در سطح یک درصد جیره سبب افزایش درصد سینه پرنده‌ها نسبت به گروه شاهد شد. جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای حاوی یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و یک درصد اسپیرولینا چربی محوطه بطنی کمتری داشتند ($p < 0.05$). مطابق با یافته‌های این پژوهش، رچمجاهد و همکاران (۳۵) گزارش دادند تغذیه اسپیرولینا در سطح ۲/۵ درصد به جوجه‌های گوشتی سبب بهبود بازده لاشه شد. راضافایندراجانا و همکاران (۳۶) گزارش دادند که استفاده از جلبک اسپیرولینا در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن سبب بهبود بازده لاشه و توسعه بهتر سینه و ران جوجه‌های گوشتی شد.

دادگر و همکاران (۸) تأثیر استفاده از جلبک اسپیرولینا (سطوح ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد) را بر عملکرد، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون جوجه‌های گوشتی بررسی و گزارش کردند که تیمارهای آزمایشی تأثیری بر اجزای لاشه نداشتند به جز در مورد چربی حفره شکمی و رنگ لاشه که با افزایش سطح جلبک، چربی حفره شکمی کاهش و رنگ زرد لاشه بهبود یافت. بهبود بازده لاشه و سینه می‌تواند به علت حضور پپتیدهای زیست فعال در جلبک باشد.

پپتیدهای زیست فعال اثرات مفید زیادی دارند که شامل فعالیت‌های ضد فشار خون، آنتی‌اکسیدان، ضد لخته، کاهشدهنده کلسترول، ضد میکروب و تنظیم سیستم ایمنی می‌باشد (۱۴، ۲۵). همچنین بهبود پروفایل مواد مغذی در جیره حاوی جلبک (۱۲) و سلامت روده مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با جلبک (۲۶) گزارش شده است که می‌تواند دلیل افزایش راندمان لاشه و سینه جوجه‌های گوشتی در این آزمایش باشد. خان و همکاران (۲۳) گزارش دادند که اسپیرولینا نقش تنظیمی در متابولیسم چربی و کربوهیدرات و فعالیت تصحیح‌کنندگی^۱ پروفایل گلوکز و چربی در حیوانات دارد.

جمعیت میکروبی روده

طبق جدول ۵، جمعیت کلی فرم‌های جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی آنتی‌بیوتیک، یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده و یک درصد اسپیرولینا نسبت به گروه شاهد کمتر بود ($p < 0.05$). بیشترین جمعیت لاکتوباسیل‌ها در روده جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، یک درصد اسپیرولینا ریزپوشانی شده، ۰/۶۶ درصد اسپیرولینا و یک درصد اسپیرولینا مشاهده شد. شنموگپریا و همکاران (۴۱) در بررسی اثر استفاده از سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم اسپیرولینا پلاتنسیس بر باکتری‌های روده جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸، گزارش کردند که مصرف جیره‌های حاوی ۱۰ گرم جلبک اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی لاکتیک اسید باکتری‌ها و مخمر روده را افزایش و اثر منفی بر باکتری اشریشیاکلی داشت.

جدول ۴ - تأثیر پودر جلبک اسپیرولینا بر خصوصیات لاشه (%) در سن ۴۲ روزگی

Table 4. The effect of Spirulina algae powder on carcass characteristics (%BW*, %CW**) on 42 d

P-value	SEM	اسپیرولینا (%)			اسپیرولینا ریزپوشانی شده (%)			E	کنترل مثبت	کنترل	تیمارها
		۱	۰/۶۶	۰/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۳۳				
۰/۰۰۲	۷۴/۸۹	۲۴۶۴/۱۰ ^{abc}	۲۵۶۹/۹۰ ^{ab}	۲۶۶۹/۴۰ ^a	۲۶۷۰/۵۰ ^a	۲۵۷۵/۸۰ ^{ab}	۲۵۸۷/۴۰ ^{ab}	۲۳۶۱/۰ ^{bc}	۲۴۰۷/۴۰ ^{bc}	۲۲۸۵/۰ ^c	وزن زنده
۰/۰۰۰۱	۰/۴۱۰	۷۰/۵۹ ^a	۷۰/۴۷ ^a	۷۰/۴۹ ^a	۷۱/۱۱ ^a	۶۹/۰۶ ^b	۶۹/۰۴ ^b	۶۸/۶۷ ^b	۶۸/۸۶ ^b	۶۸/۷۸ ^b	لاشه*
۰/۰۰۰۱	۰/۶۶۸	۳۵/۷۳ ^a	۳۴/۰۹ ^{ab}	۳۳/۰۸ ^{ab}	۳۵/۲۳ ^a	۳۵/۴۸ ^a	۳۲/۰۹ ^b	۳۳/۱۱ ^{ab}	۳۳/۱۳ ^b	۳۲/۲۸ ^b	سینه**
۰/۲۲۶	۱/۰۰۶	۲۴/۷۵	۲۴/۶۱	۲۲/۶۹	۲۳/۲۶	۲۴/۳۸	۲۳/۵۲	۲۶/۹۰	۲۵/۳۵	۲۶/۲۵	ران**
۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۵	۱/۳۰ ^d	۱/۶۵ ^{bc}	۱/۶۸ ^{abc}	۱/۴۹ ^{cd}	۱/۸۷ ^{ab}	۱/۹۴ ^{ab}	۱/۷۲ ^{abc}	۱/۷۰ ^{abc}	۱/۹۵ ^a	چربی محوطه**
۰/۰۷۱	۰/۱۱۲	۲/۸۳	۲/۶۸	۲/۵۰	۲/۴۲	۲/۵۲	۲/۴۰	۲/۷۵	۲/۵۰	۲/۶۳	بطنی**
۰/۳۱۶	۰/۰۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۹۲	۰/۱۰	۰/۱۰	کبد*
۰/۳۳۵۸	۰/۰۱	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۴	طحال*
۰/۲۲۳	۰/۰۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸	پانکراس*
											بورس فایر سیوس*

a-c: میانگین‌های موجود در هر ردیف که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < 0.05$). *: درصد وزن زنده **: درصد لاشه بدون امعا و احشا

تغذیه جیره‌های حاوی اسپیرولینا سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل و قابلیت جذب ویتامین‌های روده می‌شود. باجیانگ (۴) گزارش داد که اسپیرولینا برای فلور مفید روده مناسب است.

با افزودن اسپیرولینا به جیره تعداد لاکتوباسیل‌ها افزایش، در حالیکه تعداد باکتری‌های اشریشیاکلی نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. افزودن یک درصد اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش جمعیت مخمر در روده و سکوم جوجه‌های گوشتی شد. ماری و همکاران (۳۰) بیان کردند که

جدول ۵ - تأثیر پودر جلبک اسپیرولینا بر جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (log CFU/g)

Table 5. The effect of Spirulina algae powder on intestinal microbial population of broiler chickens on 42 d. (log CFU/g)

P-value	SEM	اسپیرولینا (%)			اسپیرولینا ریزپوشانی شده (%)			E	کنترل مثبت	کنترل	تیمارها
		۱	۰/۶۶	۰/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۳۳				
۰/۰۵۲	۰/۳۹۰	۶/۴۰ ^{bc}	۶/۷۷ ^{abc}	۷/۲۷ ^{abc}	۶/۳۳ ^{bc}	۶/۹۹ ^{abc}	۷/۵۹ ^{ab}	۷/۳۵ ^{abc}	۶/۱۱ ^c	۷/۷۸ ^a	کلی‌فرم‌ها
۰/۲۳۴	۰/۱۷۴	۶/۰۱ ^b	۶/۱۷ ^{ab}	۶/۱۲ ^b	۶/۱۵ ^b	۶/۲۲ ^{ab}	۶/۳۱ ^{ab}	۶/۴۳ ^{ab}	۵/۹۹ ^b	۶/۹۶ ^a	اشریشیاکلی
۰/۰۰۵	۰/۲۸۸	۸/۶۳ ^a	۸/۴۹ ^a	۸/۰۷ ^{ab}	۸/۷۳ ^a	۸/۵۳ ^a	۷/۷۸ ^{ab}	۷/۳۰ ^b	۸/۰۵ ^{ab}	۷/۲۶ ^b	لاکتوباسیلوس

a-c: میانگین‌های موجود در هر ردیف که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < 0.05$).

مورد مکانیسم تأثیر و سطح بهینه این ماده خوراکی در شرایط مختلف پرورش طیور لازم است در آینده مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود.

با توجه به تأثیر مثبت جلبک اسپیرولینا بر ضریب تبدیل غذایی، درصد سینه و جمعیت باکتریایی روده جوجه‌های گوشتی، استفاده از این ریز جلبک در جیره جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود. البته با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در

منابع

- Agustini, T.W., M. Suzery, D. Sutrisnanto and W.F.M. Hadiyanto. 2015. Comparative study of bioactive substances extracted from fresh and dried *Spirulina sp.* Procedia Environmental Sciences, 23: 282-289.
- Akhtar, N., M.M. Ahmed, N. Sarker, R.K. Mahbub and A.M. Sarker. 2012. Growth response of *Spirulina platensis* in papaya skin extract and antimicrobial activities of spirulina extracts in different culture media. Bangladesh Journal Science Research. 47(2): 147-152.
- Arefnia fumani. AR.. M. Mottaahitalab and N. Ghavi Hossein-zadeh. 2014. The effect of soybean meal and corn substitution with a mixture of green-blue algae on the performance of broiler chickens. MSc Thesis. University of Guilan.
- Baojiang, G. 1994. Study on Effect and Mechanism of Polysaccharides on *Spirulina platensis* on Body Immune Functions Improvement. Second Asia Pacific Conference on Algal Biotechnology, 24: 25-27.
- Bellof, G. and S.C. Alarcon. 2013. Effect of *Spirulina platensis* in organic broiler production Archiv. Geflug, 77: 73-80.
- Bhowmik, D., J. Dubey and S. Mehra. 2009. Probiotic efficiency of *Spirulina platensis*-stimulating growth of lactic acid bacteria. World Journal of Dairy and Food Sciences, 4(2): 160-163.
- Bonos, E., E. Kasapidou, A. Kargopoulos, A. Karampampas, E. Christaki, P. Florou Paneri and P.I. Nikolakakis. 2016. Spirulina as a functional ingredient in broiler chicken diets. South African Journal of Animal Science, 46: 1.

8. Dadgar, H., M. Tooghvani and M. Dadgar. 2011. Effect of dietary Blue-Green-Alga (*Spirulina Platensis*) as a food supplement on cholesterol, HDL, LDL cholesterol and triglyceride of broiler chicken. *European Journal of Pharmacology*, 668, e37.
9. Dartsch, P.C. 2008. Antioxidant potential of selected *Spirulina platensis* preparations. *Phytotherapy Research*, 22: 627-33.
10. Deng R. and T. Chow. 2010. Hypolipidemic, Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Microalgae *Spirulina*. *Cardiovascular Therapy*, 28: 33-45.
11. Duncan, D.B. 1955. Multiple ranges and multiple F-test *Biometrics*, 11: 1-42.
12. El-Deek, A. and M.A. Brikaa. 2009. Nutritional and biological evaluation of marine seaweed as a feedstuff and as a pellet binder in poultry diet. *International journal of poultry science*, 8: 875-881.
13. Evans, A.M., D.L. Smith and J.S. Moritz. 2015. Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. *Journal of applied poultry research*, 24: 206-214.
14. Fan, X., L. Bai, L. Zhu, L. Yang and X. Zhang. 2014. Marine algae derived bioactive peptides for human nutrition and health. *Journal of agriculture and food chemistry*, 62: 9211-9222.
15. Gongnet, G.P., E. Niess, M. Rodehutsord and E. Pfeffer. 2001. Algae meal (*Spirulina platensis*) from lake Chad replacing soybean-meal in broiler diets. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 65(6): 265-268.
16. Gruzauskas, R., R. Lekavicius, R. Raceviciut-Stupelien, V.T. Sasyt and G.J. Svirnickas. 2004. Visiuk broileriu virskinimo procesu optimizavimas simbiotiniiais preparatais *Veterinarija ir Zootechnika*, 28: 51-56.
17. Guban, J., D.R. Korver, G.E. Allison and G.W. Tannock. 2006. Relationship of dietary antimicrobial drug administration with broiler performance, decreased population levels of *Lactobacillus salivarius*, and reduced bile salt deconjugation in the ileum of broiler chickens. *Poultry science*, 85: 2186-2194.
18. Gupta, M., U.N. Dwivedi and S. Khandelwal. 2011. C-Phycocyanin: An effective protective agent against thymic atrophy by tributyltin. *Toxicology Letters*, 204: 2-11.
19. Hajati, H., A. Hassanabadi., R. Negarandeh and I. Safaei. 2016. The effect of Medicinal Plant (*Mentha Pulegium*, *Thymus Vulgaris*, *Mentha piperita*, *Oryzganum vulgare*) on growth performance of *Japanese Quail*. *National Symposium of researches and applicable finding in domesticated animals, poultry and aqua industries*, 1-5.
20. Isailovic, B., A. Kalusevic, N. Zurzul, M.T. Coelho, V. Dor evic, V. Alves, I. Sousa, M.M. Martins, B. Bugarski and V. Nedovic. 2012. Microencapsulation of natural antioxidants from *Pterospartum tridentatum* in different alginate and inulin systems. In 6th Central European Congress on Food (pp: 1075-1081). *CEFood*.
21. James, R., K. Sampath, R. Nagarajan, P. Vellaisamy and M.M. Manikandan. 2009. Effect of dietary *Spirulina* on reduction of copper toxicity and improvement of growth, blood parameters and phosphatases in carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822). *Indian Journal of Experimental Biology*, 47: 754-759.
22. Jamil, A.R., M.R. Akanda, M.M. Rahman, M.A. Hossain and M.S. Islam. 2015. Prebiotic competence of spirulina on the production performance of broiler chickens. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2(3): 304-309.
23. Khan, M., J.C. Shobha, I.K. Mohan, M.U.R. Naidu, C. Sundaram, P.K. Singh and V.K. Kutala. 2005 "Protective effect of *Spirulina* against doxorubicin-induced cardiotoxicity" *Phytotherapy Research*, 19(12): 1030-1037.
24. Kharde, S.D., R.N. Shirbhate, K.B. Bahiram and S.F. Nipane. 2012. Effect of spirulina supplementation on growth performance of broilers. *Indian Journal Veterinary Research*, 21: 66-69.
25. Korhonen, H and A. Pihlanto. 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*, 16: 945-960.
26. Kulshreshtha, G., B. Rathgeber, G. Stratton, N. Thomas, F. Evans, A. Critchley, J. Hafting and B. Prithiviraj. 2014. Feed supplementation with red seaweeds, *Chondrus crispus* and *Sarcoditheca gaudichaudii*, affects performance, egg quality, and gut microbiota of layer hens. *Poultry Science*, 93: 2991-3001.
27. Kumar, V., A.K. Bhatnagar and J.N. Srivastava. 2011. Antibacterial activity of crude extracts of *Spirulina platensis* and its structural elucidation of bioactive compound. *Journal of Medicinal Plants Research*, 32: 7043-7048.
28. Machado, A.R., L.M. Assis, J.A.V. Costa, E. Badiale- Furlong, A.S. Mota, Y.M.S. Micheletto and L.A. Souza-Soares. 2014. Application of sonication and mixing for nanoen capsulation of the cyanobacterium *Spirulina platensis* in liposomes. *International Food Research Journal*, 21(6): 2201-2206.
29. Mariey, Y.A., H.R. Samak and M.A. Ibrahim. 2012. Effect of using *Spirulina platensis* algae as a feed additive for poultry diets: 1- productive and reproductive performances of local laying hens. *Egyptian Poultry Science Journal*, 32: 201-215.
30. Mariey, Y.A., H.R. Samak and M.A. Ibrahim. 2012. Effect of using *Spirulina platensis* algae as a feed additive for poultry diets: 1-productive and reproductive performances of local laying hens. *Poultry Science*, 32(1): 201-215.
31. Marques de Assis, L., A.R. Machado, A. De Souza, J.A.V. Costa and L.A. Souza. 2014. Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae spirulina Strain LEB-18 and chlorella pyrenoidosa. *Advances in Materials Physics and Chemistry*, 4: 6-12.
32. Miranda, M.S., R.G. Cintra, S.B. Barros and J. Mancini Filh. 1998. Antioxidant activity of the microalga *spirulina maxima*. *Brazilian Journal of Medical Biological Research*, 31: 1075-1079.
33. Nakono, T., T. Yamaguchi, M. Sato and G. Iwama. 2003. Biological effects of carotenoids in fish. *International Seminar Effective Utilization of Marine Food Resource*, Songkhla, Thailand, 1-15.

34. Oh, S.H., J. Ahn and H.Y. Lee. 2011. The effect of ultrasonificated extracts of *Spirulina maxima* on the anticancer activity. *Marine Biotechnology*, 13: 205-214.
35. Ozdemir, G., N.U. Karabay, M.C. Dalay and B. Pazarbasi. 2002. Antibacterial activity of volatile component and various extracts of *Spirulina platensis*. *Phytotherapy Research*. 18: 754-757.
36. Raach-Mouiahed. A., S. Hassani. S. Zairi. M. Bouallegue. C. Darei. B. Haddad and C. Damergi. 2011. Effect of dehydrated *Spirulina platensis* on performances and meat quality of broilers. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 1(8): 505-509.
37. Razafindrajaona, J.M., J.N. Rakotozandriny, R. Rakotozandrindrainy, A. Tsivingaina, K.D. Ramapiherika and J.N. Randria. 2008. Influence de l'incorporation dans les provendes de la spiruline de Madagascar (*Spirulina platensis* var. *toliaensis*) sur la croissance des poulets de chair. *International Symposium on Spirulina-Toliara Sud-Ouest de MADAGASCAR*. Avril.
38. Ross, E. and W. Dominy. 1990. The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. *Poultry Science*, 69: 794-800.
39. Ross, E. and W. Dominy. 1985. The effect of dehydrated *Spirulina platensis* on poultry. *Poultry Science*, 64(S.1): 173.
40. Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18: 566-575.
41. SAS Institute. 2008. *SAS User's Guide Statics*. SAS Institute Inc., Cary, NC., USA.
42. Shanmugapriya, S. and S. Saravana Babu. 2014. Supplementary effect of *Spirulina platensis* on performance, hematology and carcass yield of broiler chicken. *Indian Streams Research Journal*, 4: 1-7.
43. Shanmugapriya, B., S. Saravana Babu, T. Hariharan, S. Sivaneswaran and M.B. Anusha. 2015. Dietary administration of spirulina platensis as probiotics on growth performance and histopathology in broiler chicks. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(2): 2650-2653.
44. Shetty, K., G. Paliyath, A. Pometto and R.E. Levin. 2006. *Food biotechnology*, CRC Press. 498 pp.
45. Velu, C.S., B. Czeczuga and N. Munuswamy. 2003. Carotenoprotein complexes in entomostracan crustaceans (*Streptocephalus dichotomus* and *Moina micrura*). *Composite Biochemistry and Physics*, B., 135, 35-42.
46. Wilson, N. and N.P. Shah. 2007. Microencapsulation of vitamins. *Asean Food Journal*, 14: 1-14.

Effect of Microencapsulated of *Spirulina* (*Spirulina Platensis*) Algae Powder on Performance, Carcass Characteristics and Intestinal Microflora of Broiler Chickens

Matin Shakoori¹, Mansour Rezaei² and Yadolah Chashnidel³

1- PhD. Student, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: matin.shakoori@yahoo.com)

2 and 3- Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: July 22, 2017

Accepted: December 11, 2017

Abstract

This research was conducted to evaluate the effect of microencapsulated *Spirulina* (*Spirulina platensis*) powder on performance, carcass characteristics and intestinal microflora of broiler chicken. A total of 360 one-day old broiler chicks (male sex) Ross 308 strain was divided in 9 treatments, 4 replicates and 10 chicks in each replicate in a completely randomized design. Experimental treatments include: basal diet, basal diet + antibiotic, basal diet + vitamin E, basal diet + 0.33 % *Spirulina*, basal diet + 0.66 % *Spirulina*, basal diet + 1 % *Spirulina*, basal diet + 0.33 % microencapsulated *Spirulina*, basal diet + 0.66 % microencapsulated *Spirulina*, basal diet + 1 % microencapsulated *Spirulina*. Results showed that during grower period the feed intake of group fed with 0.33 percent *Spirulina* was higher than control group ($P < 0.05$). The control group had the lowest weight gain among other groups ($P < 0.05$). The groups fed with microencapsulated *Spirulina* at the levels of 0.33 and 0.66 percent had lower feed conversion ratio compared to control group ($P < 0.05$). During finisher and also whole period of rearing, groups fed with diets containing different levels of *Spirulina* algae and micro-encapsulated *Spirulina* at the levels of 0.33 and 0.66 percent had lower FCR compared to control group ($P < 0.05$). Carcass yield of broilers fed with different levels of *Spirulina* algae and 1 percent of microencapsulated *Spirulina* were higher than other groups ($P < 0.05$). Feeding treatments contain microencapsulated *Spirulina* at the levels of 0.66 and 1 percent and treatment contained 1 percent *Spirulina* caused higher breast yield ($P < 0.05$). Broilers fed with treatments contained 1 percent *Spirulina* or microencapsulated *Spirulina* had lower abdominal fat pad ($P < 0.05$). Coliforms population of broilers fed with treatments contained antibiotic, 1 percent *Spirulina* or microencapsulated *Spirulina* was lower than control group ($P < 0.05$). The highest lactobacillus population was related to broilers fed with diets contained 0.66 and 1 percent of *Spirulina* or microencapsulated *Spirulina* ($P < 0.05$).

Keywords: Antibiotic, Broiler Chicken, Microbial Population, Performance, *Spirulina*