تاثیر تغذیه ریزجلبک کپسوله شده بر جمعیت میکروبی روده، وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی

متین شکوری[۱] و **حسنا حاجاتی**[۲*]

[۱]پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

[۲]مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۶

چکیده

پژوهش حاضر، برای بررسی اثر تغذیه پودر جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* کپسوله بر جمعیت میکروبی روده، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی انجام شد. این پژوهش، در قالب طرح کاملا تصادفی، بر روی مخلوط دو جنس انجام شد. تعداد ۱۶۰ قطعه جوجه یک روزه گوشتی (مخلوط دو جنس) سویه تجاری راس ۳۰۸ به ۴ تیمار، ۴ تکرار گروه بندی شدند و ۱۰ قطعه جوجه به هر تکرار اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل، جیره پایه (بدون افزودنی)، جیره پایه به‌علاوه ۰/۳، ۰/۶ یا ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینا کپسوله‌شده بود. تغذیه جیره حاوی ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینای کپسوله سبب کاهش جمعیت کلی‌فرم‌ها در ایلئوم جوجه‌های گوشتی شد ($p< 0.05$). تغذیه جیره‌های حاوی ۰/۶ یا ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینای کپسوله سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها در ایلئوم و افزایش فعالیت سوپراکسیددیسموتاز خون جوجه‌های گوشتی شد ($P<۰/۰۵$). استفاده از پودر اسپیرولینای کپسوله در سطح ۰/۹ ٪ سبب کاهش میزان مالون دی‌آلدئید در گوشت ران جوجه‌های گوشتی در طی ۳۰ روز پس از کشتار شد ($p< 0.05$). به‌طورکلی، نتایج این آزمایش نشان داد که تغذیه ریزجلبک اسپیرولینای کپسوله به جوجه‌های گوشتی در سطح ۰/۹ ٪، سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن پرنده، کاهش جمعیت میکروب‌های مضر در روده و کاهش اکسیداسیون گوشت ران جوجه‌های گوشتی در مدت ۳۰ روز پس از کشتار شد.

واژگان کلیدی: اسپیرولینا، آنتی‌اکسیدان، جمعیت میکروبی روده، کیفیت گوشت.

* h.hajati@areeo.ac.ir

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

مقدمه

امروزه متخصصین تغذیه طیور برای بهبود سلامت و رفاه پرنده، از خوراک و افزودنی‌های طبیعی نظیر افزودنی‌های گیاهی، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، ریزجلبک‌ها و سایر ترکیبات با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی در جیره طیور استفاده می‌کنند. با در نظرگرفتن تأثیر مستقیم کیفیت گوشت و تخم طیور بر سلامت انسان، تغذیه اقلام خوراکی طبیعی حاوی ترکیبات فراسودمند در مزارع پرورش طیور به جهت ارتقای سطح سلامت جامعه امری بسیار ارزشمند می‌باشد. ریزجلبک‌ها موجودات تک سلولی با توانایی رشد در شرایط مختلف هستند. از جمله ریزجلبک‌های دارای ارزش تغذیه‌ای بالا گونه‌های *کلرلا ولگاریس*[1] و *اسپیرولینا پلاتنسیس*[2] می‌باشند که امروزه به‌صورت صنعتی تولید می‌شوند و مصارف گوناگونی دارند. جلبک‌های سبزآبی گروهی از ریزجلبک‌ها هستند که به‌دلیل تشابه سلولی با پروکاریوت‌ها، سیانوباکتر نیز نامیده می‌شوند (۱). سیانوباکترهای دارای رنگدانه سبز و جلبک‌های سبزآبی قادر به فتوسنتز هستند و توانایی تبدیل دی‌اکسیدکربن به کربوهیدرات و اکسیژن را دارند. *اسپیرولینا پلاتنسیس*، ریزجلبک سبزآبی، تک سلولی غنی از مواد مغذی مختلف و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. این ریزجلبک منبع مهمی از رنگدانه فایکوسیانین[3] است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی بسیار قوی می‌باشد. به‌علاوه، زیست توده خشک اسپیرولینا حاوی حدود ۷۰-۶۰ ٪ پروتئین و منبع خوبی از اسیدهای چرب ضروری، اسیدآمینه‌های ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد و امکان کشت این ریزجلبک در بسیاری از کشورهای دنیا و از جمله ایران وجود دارد (۲). مشاهدات نشان داده است عصاره اتانولی جلبک اسپیرولینا، حاوی آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، تانن‌ها و ترکیبات فنولیک، استروئیدها و ساپونین‌ها می‌باشد (۳). امروزه استفاده از مواد طبیعی به‌عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک‌ها، رنگ‌های مصنوعی و سایر مواد شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است. طعم نامطلوب برخی از ترکیبات فنلی سبب محدودیت مصرف آن‌ها می‌شود که با استفاده از تکنیک کپسوله کردن می‌توان این محدودیت را کاهش داد (۴). در حقیقت، هدف از کپسوله‌کردن، افزایش حفاظت و پایداری، رهایش کنترل شده، جلوگیری از واکنش‌های نامطلوب و اثربخشی بیشتر ترکیبات زیست فعال است. از آنجا که ممکن است این ترکیبات غذایی در تماس با عوامل محیطی به آسانی اکسید شوند، این روش نسبتا جدید، برای حفاظت و آزاد سازی کنترل شده آنها استفاده می‌شود (۲۵). مواد پوشش دهنده ممکن است از پلیمرهای طبیعی یا سنتتیک باشند و خواص آن‌ها به ویژگی‌های مورد نظر کپسول نهایی بستگی دارد. ریزکپسول‌ها بر اساس اندازه، به سه دسته ماکرو، میکرو و نانو کپسولاسیون تقسیم می‌شوند. سیکلودکسترین‌ها مولکول‌های حلقوی هستند که از اتصال ۶، ۷ یا ۸ گلوکز ایجاد می‌شوند که به‌ترتیب آلفا، بتا و گاما سیکلودکسترین نامیده می‌شوند و توسط سازمان غذا و دارو تایید شده‌اند. به‌طور معمول، فرم بتا سیکلودکسترین برای کپسولاسیون استفاده می‌شود و هزینه کمتری را در بر دارد. مولکول دکسترین به شکل یک مخروط ناقص با یک منطقه هیدروفوب در داخل و سطح هیدروفیل در خارج است و سبب بهبود حل‌شوندگی و محافظت از مولکول‌های فعال زیستی در مقابل عوامل محیطی(دما- نور وpH) می‌شود. سیکلودکسترین‌ها با تاخیر در زمان تحویل، می‌توانند منجر به تغییر رفتار مولکول محصور شده شوند. همچنین، توانایی از بین بردن اثرات محرک یا سمی عامل فعال با تنظیم pH یا جایگزین با حلال‌های آلی را دارند (۵). در صنعت داروسازی از سیکلودکسترین به‌عنوان پوشش و حامل داروها و نیز افزایش زیست فراهمی، ثبات و حلالیت مولکول‌های فعال زیستی استفاده می‌شود. تحقیقات نشان داده است که ریزجلبک‌ها دامنه وسیعی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر بتا-کاروتن، آستازانتین[4]، فیکوسیانین، فیکواریترین، پلی‌ساکاریدهای سولفاته نظیر فاکویدان[5] و هتروفاکن[6] را

1 *Chlorella Vulgaris*
2.*Spirulina Platensis*
3. Phycocyanine

4. Astaxanthin
5. Fucoidan
6. Heterofucan

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

تولید می‌کنند که توانایی جاروب‌کردن رادیکال‌های آزاد را دارند (۲). همچنین، مشخص شده است اسپیرولینا حاوی ترکیباتی با فعالیت ضدمیکروبی است که این ترکیبات شامل گامالینولنیک‌اسید، اثر هم افزایی لائوریک و پالمیتولئیک اسید، فیکوسیانین، فیکوسیانوبیلین و الوفایکوسیانین، آمیدها، آلکالوئیدها، هپتادکان، تترادکان، ترامین، اسپرمین و پیپرازین می‌باشد(۳۰). انصاری و همکاران (۶) گزارش کردند که اسپیرولینا منبعی از ترکیبات فنولی نظیر کافئیک،کلروژنیک، سالیسیلیک، سیناپتیک و ترانس سینامیک اسیدها می‌باشد. ترکیبات فنولی، مواد آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی طبیعی هستند که در آنها حلقه های بنزنیک توسط یک یا تعداد بیشتری گروه‌های هیدروکسیل جایگزین شده‌اند. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر پودر جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* میکروکپسوله‌شده با پوشش سیکلودکسترین بر جمعیت میکروبی روده، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد ۱۶۰ قطعه جوجه یک روزه گوشتی (مخلوط دو جنس) سویه تجاری راس ۳۰۸ با میانگین وزنی ۰/۸۴±۴۱ انتخاب شدند. در قالب طرح کاملا تصادفی، جوجه‌ها به ۴ تیمار با ۴ تکرار گروه‌بندی شدند و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار اختصاص داده شدند. دمای سالن در هنگام ورود جوجه‌ها، ۳۲ ^{o}C– ۳۱ در نظر گرفته شد و با افزایش سن جوجه‌ها به ازای هر هفته، دما ۲ ^{o}C کاهش داده شد. رطوبت در هفته اول ۶۰ تا ۷۰ ٪ تنظیم شد و پس از آن تا آخر دوره این میزان ۵۰ تا ۶۰ ٪ در نظر گرفته شد. برنامه روشنایی سالن به‌صورت ۲۴ h روشنایی در ۳ روز اول پرورش و ۲۳ h روشنایی و ۱ h خاموشی از روز ۴ تا پایان دوره در نظرگرفته شد. برای تغذیه جوجه‌ها از روز اول تا پایان ۲ هفتگی از دان‌خوری‌های سینی و از شروع هفته سوم پرورش از دان‌خوری سطلی استفاده شد. در کل دوره پرورش از آب‌خوری‌های کله‌قندی استفاده شد. اسپیرولینای مورد استفاده در این پژوهش حاوی ۶۴/۴۵ ٪ پروتئین خام، ۴/۴۱ ٪ چربی خام، ۱۲/۳۵ ٪ خاکستر و ۳/۶ ٪ رطوبت بود. برای کپسوله‌کردن پودر جلبک اسپیرولینا از پوشش سیکلودکسترین استفاده شد که میزان آن نسبت به اسپیرولینا ۴ به ۱ بود. ابتدا سوسپانسیونی از جلبک در آب مقطر تهیه شد و با مگنت و بدون حرارت همگن شد. برای پوشش سیکلودکسترین نیز سوسپانسیونی تهیه شد و عمل همگن کردن با حرارت ۴۵ ^{o}C و به مدت ۳۰min انجام شد. سپس، سوسپانسیون‌های مذکور با هم مخلوط شده و با استفاده از دستگاه اولتراهموژنایزر در دور ۹۰۰۰ به مدت ۱۰min هموژنایز شد تا عمل ریزپوشانی به خوبی انجام شود. پس از این مرحله برای پایدار کردن سوسپانسیون تهیه شده، از سورفکتانت توئین ۸۰ استفاده شد. در مرحله نهایی نیز فرایند خشک کردن با استفاده از دستگاه خشک‌کن پاششی[1] با دمای ورودی ۱۱۰ ^{o}Cو دمای خروجی ۸۰ ^{o}C انجام شد. دمای ورودی در خشک‌کن پاششی، ویسکوزیته امولسیون را تغییر می‌دهد و به افزایش جریان‌پذیری امولسیون و پاشش یکنواخت آن منجر می‌شود. با افزایش دمای خوراک، ویسکوزیته کاهش یافته و در نتیجه اندازه قطرات کاهش می یابد. در این پژوهش از خشک‌کن پاششی Buchi Mini Spray dryer مدل B-۱۹۱ استفاده شد. نمونه امولسیون به قسمت پاشنده مایع (اتمایزر) پمپ می‌شود و توسط اتمایزر به ذرات ریز تبدیل می‌شود، مایع در تماس با هوای گرم داخل محفظه به پودر تبدیل می‌شود (۷). خواص چگالی مواد پوشش‌دهنده، قابلیت انحلال، جهت‌گیری، سایز کپسول، ضخامت دیواره، تعداد لایه‌های پوششی، دما، pH، رطوبت، فشار نسبی داخل و خارج پوشش پارامترهای موثر بر سرعت آزاد شدن مواد هسته می‌باشند(۸). جیره‌های آزمایشی مورد استفاده برای سه مرحله آغازین (۱۰-۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) با استفاده از نرم‌افزار WUFFDA و مطابق با احتیاجات غذایی ارایه شده در راهنمای سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد (جدول ۱).

1. Spray dryer

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب مغذی جیره‌های پایه جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش.

اقلام خوراکی (٪)	آغازین (۱۰-۰ روزگی)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)
ذرت (۷/۵۹ ٪ پروتئین خام)	۵۰/۵۹	۵۶/۰۶	۶۱/۲۵
کنجاله سویا (۴۴ ٪ پروتئین)	۴۱/۵۲	۳۶/۶۵	۳۱/۷۸
روغن سویا	۳/۴۵	۳/۲۵	۳/۱۱
دی کلسیم فسفات	۱/۸۸	۱/۶۶	۱/۵۴
سنگ آهک	۱/۰۰	۰/۹۳	۰/۸۶
نمک طعام	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۹
جوش شیرین	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی-ال-متیونین	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۲۰
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۳
ال-ترئونین	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳
پری‌میکس ویتامینه[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
پری‌میکس معدنی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مقادیر محاسبه شده (٪)			
انرژی متابولیسمی (Kg/Kcal)	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۰۵۰
پروتئین خام	۲۲/۶	۲۰/۸	۱۹/۰۶
کلسیم	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۱
فسفر قابل دسترس	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۰
متیونین قابل هضم	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۵
لیزین قابل هضم	۱/۲۸	۱/۱۵	۱/۰۶
ترئونین قابل هضم	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷۱

[۱] پری‌میکس ویتامینه در هر کیلوگرم جیره تأمین‌کننده موارد زیر بود: ویتامین A (رتینیل استات) ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D_3 ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۸۰ mg، ویتامین K ۵ mg، تیامین ۳ mg، ریبوفلاوین ۱۰ mg، پیریدوکسین ۵ mg، ویتامین B_{12} ۰/۰۲ mg، نیاسین ۷۰ mg، کولین کلراید ۱۸۰۰ mg، فولیک اسید ۲ mg، بیوتین ۰/۴ mg، پانتوتنیک اسید ۲۰ mg.

[۲] پری‌میکس معدنی در هر کیلوگرم جیره تأمین‌کننده موارد زیر بود: منگنز ۱۰۰ mg، روی ۶۵ mg، مس ۵ mg، سلنیوم ۰/۲۲ mg، ید ۰/۵ mg و کبالت ۰/۵ mg.

در پایان دوره آزمایش، دو قطعه جوجه با وزن بدن مشابه میانگین در هر واحد آزمایشی انتخاب و پس از کشتار، محتویات ایلئوم آن‌ها (زایده مکل تا ۲ cm مانده به محل اتصال سکوم‌ها) به آرامی به داخل ظروف استریل روی یخ تخلیه شد و بعد از کشت در محیط‌کشت‌های اختصاصی، تعداد کلنی باکتری‌های مورد نظر شمارش شد. برای تعیین فراوانی لاکتوباسیلوس‌ها از محیط‌کشت اختصاصی MRS Agar (مرک آلمان) و برای تعیین فراوانی *اشریشیاکلی* و کلی‌فرم‌ها از محیط کشت اختصاصی ائوزین متیلن بلو (مرک آلمان) استفاده شد. برای شمارش لاکتوباسیلوس‌ها، ۰/۱ ml

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

از رقت تهیه شده از محتویات روده، به‌طور سطحی روی محیط‌کشت پخش شدند و نمونه‌ها در انکوباتور با دمای ۳۰ °C به‌مدت ۴۸ h نگهداری شدند. برای شمارش اشریشیاکلی، ۰/۱ ml از رقت تهیه شده از محتویات روده، به‌طور سطحی روی محیط‌کشت پخش شدند و نمونه‌ها به مدت ۴۸ h در دمای ۳۵ °C قرار داده شدند. ظاهرشدن کلنی های متمایل به آبی به‌عنوان علامت وجود *اشریشیاکلی* در نظر گرفته شد. پس از اتمام زمان انکوباسیون، کلنی‌ها شمارش شدند و سپس، در عکس رقت مورد استفاده ضرب شدند و لگاریتم آن‌ها محاسبه شد. در روز ۴۰ آزمایش، خون‌گیری انجام شد و همولیزات خون تهیه شد. اندازه‌گیری آنزیم سوپراکسید دیسموتاز وگلوتاتیون پراکسیداز با استفاده از کیت‌های ارزیابی مربوطه و بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری انجام شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز توسط درصد نرخ مهار واکنش آنزیم با رنگ ترازولیوم محلول در آب به‌عنوان سوبسترا و گزانتین اکسیداز با استفاده از کیت سنجش آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (سیگما، ۱۹۱۶۰) طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد. پس از واکنش به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۳۷ °C، نقطه پایان با اندازه‌گیری جذب در طول موج ۴۵۰ nm (طول موج جذب برای فرآورده رنگی در اثر واکنش با دیسموتاز) ارزیابی شد. درصد مهار با استفاده از ۰/۵ mg پروتئین نرمال شد و به‌عنوان واحد فعالیت سوپراکسید دیسموتاز معرفی شد. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به‌طور غیرمستقیم و از طریق واکنش جفت شده با آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز سنجیده شد. احیاء گلوتاتیون اکسید حاصل واکنش گلوتاتیون پراکسیداز با مصرف NADPH و در حضور گلوتاتیون ردوکتاز انجام شد (۱۰). فعالیت آنزیم کاتالاز سرم نیز بر اساس میزان تجزیه شدن پراکسیدهیدروژن در طول موج ۲۴۰ nm تعیین شد (۱۱). در پایان دوره پرورش، دو قطعه جوجه به‌صورت تصادفی از هر تکرار کشتار و گوشت ران آن‌ها در روزهای صفر، پانزدهم و سی‌ام جهت بررسی میزان تولید مالون دی‌آلدئید (MDA) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری ارزیابی شد. ترکیب سه کربنه مالون دی‌آلدئید محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدهاست. مالون دی‌آلدئید در شرایط اسیدی و دمای بالا با تیوباربیتوریک اسید واکنش داده و مجموعه‌ای به رنگ ارغوانی تولید می‌کند. شدت رنگ را می‌توان در طول موج ۵۳۲ nm اندازه‌گیری کرد. نمونه گوشت، پس از همگن نمودن به ظرف کجلدال حاوی آب مقطر و اسیدکلریدریک ۶ N منتقل شد و حرارت داده شد. سپس، ۵ ml از ماده تقطیر به ۵ ml اسید تیوباربیتوریک ۰/۰۲ M اضافه شد و در بن‌ماری گذاشته شد و پس از سرد کردن، توسط دستگاه اسپکتروفتومتری خوانده شد (۱۲). مدل آماری این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی و به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Xij: ارزش هر مشاهده

μ: میانگین مشاهدات

Ti: اثر تیمار

eij: خطای آزمایشی

نتایج حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۲۰۰۱ (۱۳) و رویه مدل خطی عمومی (GLM) تجزیه وتحلیل آماری شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده

اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده‌ی جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جمعیت کلی‌فرم‌های روده‌ی جوجه‌های تغذیه شده با هر سه تیمار حاوی پودر اسپیرولینا کپسوله شده نسبت به گروه شاهد کمتر بود و تیمار دریافت‌کننده ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینا کپسوله‌شده با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p< 0.05$). بیشترین جمعیت لاکتوباسیل‌ها در روده جوجه‌های تغذیه شده با تیمارهای حاوی ۰/۶ یا ۰/۹ ٪ پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* کپسوله شده مشاهده شد که نسبت

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p< 0.05$). اما با تیمار دریافت‌کننده ۰/۳ ٪ پودر اسپیرولینا کپسوله شده اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p< 0.05$). عفونت‌های باکتریایی روده به‌دلیل کاهش پتانسیل تولید، افزایش تلفات، کاهش امنیت زیستی طیور و افزایش آلودگی فرآورده‌های طیور به باکتری‌های بیماری‌زا و سموم ناشی از آن‌ها، از اهمیت ویژه‌ای در پرورش طیور برخوردار می‌باشد. شانموگپریا و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس* (۰/۵، ۱ و ۱/۵ ٪) بر باکتری‌های روده جوجه‌های گوشتی گزارش کردند که مصرف جیره‌های حاوی ۱ ٪ پودر جلبک اسپیرولینا در جوجه‌های گوشتی، باکتی‌های لاکتیک اسید و مخمر روده را افزایش داده و اثر منفی بر جمعیت باکتری‌های اشریشیاکلی داشت؛ با افزایش سطح اسپیرولینا، تعداد باکتری اشریشیاکلی در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۱۴). ساوج و زارزیوسکا (۱۹۹۶)گزارش کردند که حذف پاتوژن عوامل بیماری‌زای موجود در لوله گوارش حیوانات در حال رشد ممکن است یک محیط مطلوب برای هضم، جذب و سوخت وساز بدن فراهم کند (۱۵). ماری و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که تغذیه جیره های حاوی پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها و قابلیت جذب ویتامین‌های روده می‌شود (۱۶). باجیانگ (۱۹۹۴) بیان کرد که اسپیرولینا برای فلور مفید روده مناسب است (۱۷) این بهبود ممکن است مربوط به تعادل جمعیت میکروبی در دستگاه گوارش باشد که نقش مهمی در سلامت و عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد (۱۸). محققین گزارش کردند که پس از آنتی‌بیوتیک درمانی، فعالیت پروبیوتیکی برخی از گونه‌های باکتریایی با توانایی تشکیل کلنی در اپی‌تلیال روده که منجر به ثبات در میکروفلور روده می‌شود، مشاهده شده است (۱۹). جانکزیک و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که استفاده از ریزجلبک کلرلا در جیره غذایی مرغ‌های تخمگذار سبب افزایش باکتری لاکتوباسیلوس در چینه‌دان و سکوم پرندگان شد (۲۰). خاصیت ضد میکروبی ترکیبات فنلی شناخته شده اند و از آنجایی‌که بافت هدف آن‌ها دیواره سلولی باکتری است بر ساختار دیواره سلولی اثر می‌گذارند. آن‌ها با تغییر نفوذپذیری برای یون‌هایی مانند هیدروژن و پتاسیم بر غشای سیتوپلاسمی تاثیر می‌گذارند (۲۱). به‌طورکلی فعالیت ضدباکتریایی بیشتر اسانس‌های گیاهی علیه باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی اندکی بیشتر است (۲۲). خصوصیات ضدباکتریایی اسانس‌های گیاهی را عمدتا می‌توان به ترکیبات فنولیک آن‌ها مربوط دانست (۲۳). بنابراین، پیشنهاد می‌شود که مکانیسم عمل آن‌ها شبیه سایر فنولیک‌ها باشد. این ترکیبات به‌طورکلی باعث اختلال در غشای سیتوپلاسمی، قطع نفوذ پروتون‌های محرک، روان شدن جریان الکترون و انتقال فعال و لخته شدن محتویات سلول می‌شوند. همچنین، گزارش شده است که اسپیرولینا دارای ترکیبات محرک رشد به شکل پلی ساکاریدهای منحصر به‌فردی می‌باشد که رشد باکتری‌های اسید لاکتیک را افزایش می‌دهند (۲۴). میکروفلور روده نقش بسیار مهمی در سلامت دستگاه گوارش دارد و اسپیرولینا از طریق تأثیر بر فلور میکروبی روده بر هضم و جذب مواد مغذی توسط جوجه موثر است.

جدول ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (log CFU/g)

تیمارها	کلی‌فرم‌ها	اشریشیاکلی	لاکتوباسیلوس
شاهد(بدون افزودنی)	۷/۵۳^{a}	۶/۴۳	۷/۳۵^{b}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۳ درصد)	۷/۲۱^{ab}	۶/۴۸	۷/۸۵^{ab}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۶ درصد)	۶/۸۴^{abc}	۶/۳۱	۸/۴۱^{a}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۹ درصد)	۶/۱۵^{c}	۶/۱۵	۸/۵۴^{a}
SEM	۰/۳۵۱	۰/۲۱۲	۰/۲۸۸
P- value	۰/۰۴۸	۰/۱۸۵	۰/۰۰۸

$^{a-d}$میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p< 0.05$).

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی(واحد در هر گرم هموگلوبین)

تیمارها	کاتالاز	گلوتاتیون پراکسیداز	سوپراکسید دیسموتاز
شاهد(بدون افزودنی)	۱/۵۵	۱۱۲/۵۶	۲۶۴/۱۴^{c}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۳ ٪)	۱/۷۸	۱۰۸/۱۲	۲۹۰/۳۴^{bc}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۶ ٪)	۱/۷۵	۱۱۵/۱۱	۳۰۵/۱۸^{ab}
اسپیرولینا کپسوله‌شده (۰/۹ ٪)	۱/۸۶	۱۲۱/۷۳	۳۲۱/۴۵^{a}
SEM	۰/۱۵۳	۵/۳۵	۷/۷۶
P- value	۰/۴۵۱	۰/۳۴۲	۰/۰۳۸

$^{a-d}$میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p< 0.05$).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در جدول ۳ ارائه شده است. میزان آنزیم کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز در گروه‌های تغذیه شده با تیمارهای مختلف نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مربوط به تیمار حاوی ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینا کپسوله شده بود که با تیمار دریافت‌کننده ۰/۶ ٪ پودر اسپیرولینا کپسوله اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$)، اما اختلاف معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد ($P<۰/۰۵$). در مطالعات اولیه مانوج و همکاران (۱۹۹۲) گزارش دادند استخراج عصاره الکلی اسپیرولینا با اثرگذاری بیشتری (۶۵ ٪ پیشگیری) نسبت به آنتی‌اکسیدآن‌های شیمیایی مثل آلفا توکوفرول (۳۵ ٪)، BHA (۴۵ ٪) و بتاکاروتن (۴۸ ٪) مانع پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. همچنین، استخراج عصاره آبی اسپیرولینا اثر آنتی‌اکسیدانی بیشتری (۷۶ ٪) نسبت به اسید گالیک (۵۴ ٪) و کلروژنیک اسید (۵۶ ٪) نشان داده است (۲۵). زویل و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که سطوح مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس* و ویتامین E در شرایط تنش گرمایی بر عملکرد، برخی ترکیبات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی خون موثر بود. پاسخ آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱ gr/kg جیره در مقایسه با گروه شاهد، به‌طور معنی‌داری سبب بیشترین مقدار گلوتاتیون پراکسیداز در کبد و گوشت شد. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان یکی از خطوط دفاعی مهم بدن در مقابله با تنش اکسیداتیو می‌باشند. حضور رنگدانه‌های کاروتنوئیدی و فیکوسیانینی به‌همراه ترکیبات فنولی و توکوفرول موجود در اسپیرولینا، موجب می‌شود که این جلبک به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و جاذب رادیکال‌های آزاد نیز عمل کند (۲۶). کاروتنوئیدها به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند و منجر به حفاظت سلول‌ها و بافت‌ها از آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد حفظ می‌شوند (۲۷). در نتیجه آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز نقش مهمی در برداشت رادیکال‌های آزاد دارند و در تیمارهای با سطح بالاتر اسپیرولینا مقادیر آنزیم‌ها و در نهایت خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها بیشتر می‌باشد. ردی و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که مکمل اسپیرولینا موجب افزایش فعالیت سوپراکسیداز دیسموتاز و کاتالاز در گلبول های قرمز و کاهش گلوتاتیون تری پپتید در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۲۸). گرشوین و بیلی (۲۰۰۸) گزارش کردند فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیکوسیانین ۲۰ برابر کارآمدتر از فعالیت ویتامینC است. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به‌طور غیر مستقیم عمل می‌کند و با کاهش میزان اکسیژن بر رادیکال‌های آزاد اثرگذار است. (۲۹). فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسپیرولینا تحت تاثیر میزان چندین فاکتور، از جمله فیکوسیانین، پلی ساکارید، آلفا توکوفرول و بتا کاروتن می‌باشد. فعالیت این ترکیبات به‌صورت انفرادی یا هم افزایی روی رادیکال‌های آزاد است (۳۰). افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ممکن است به مواد معدنی غنی مانند آهن، مس و روی در اسپیرولینا مرتبط باشد (۳۱ و ۳۲). این امر به خوبی درک شده است که آهن نقش مهمی را در بیوسنتز

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

جدول ٤. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مالون دی‌آلدئید گوشت ران (mg/kg)

تیمارها	روز صفر	۱۵روز بعد از کشتار	۳۰ روز بعد از کشتار
شاهد(بدون افزودنی)	۰/۱۵۴	۰/۳۴۲	۱/۴۹[a]
اسپیرولینا کپسوله شده (۰/۳ ٪)	۰/۱۵۸	۰/۳۳۶	۱/۴۱[ab]
اسپیرولینا کپسوله شده (۰/۶ ٪)	۰/۱۴۲	۰/۳۲۱	۱/۲۸[abc]
اسپیرولینا کپسوله شده (۰/۹ ٪)	۰/۱۳۶	۰/۳۰۴	۱/۰۲[c]
SEM	۰/۰۹۲	۰/۰۴۳	۰/۰۹۷
P- value	۰/۲۳۳	۰/۴۵۱	۰/۰۴۶

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

آنزیم‌های متابولیکی از قبیل سیتوکروم، سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون ردوکتاز دارد (۳۵-۳۳). سوپراکسید دیسموتاز نقش حیاتی در توازن اکسیداسیون و احیا در بدن دارد. فعالیت سوپراکسید دیسموتاز سرم، پاسخی در برابر تولید و مصرف رادیکال آزاد است. بنابراین، فعالیت سوپراکسیددیسموتاز نشان‌دهنده توانایی بدن در مهار رادیکال‌های آزاد است (۳۶). در سیستم‌های تولید حیوانات اهلی عوامل تنش‌زا می‌توانند بر پاسخ ایمنی و عملکرد حیوان اثر منفی داشته باشند. سوخت و ساز بالای بدن در زمان تغذیه می‌تواند سبب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد شود. عدم تعادل بین تولید و دفع این مولکول‌ها منجر به تنش اکسیداتیو و آسیب به بافت‌ها و سلول‌ها می‌شود (۳۷). در شرایط تنش اکسیداتیو افزایش تقاضای آنتی‌اکسیدان برای کاهش اثرات زیان‌بار رادیکال‌های آزاد در سیستم ایمنی وجود دارد (۳۸).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان مالون دی آلدئید گوشت ران پرندگان

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان مالون دی‌آلدئید گوشت ران پرندگان در جدول ۴ ارائه شده است. اندازه‌گیری میزان مالون دی آلدئید موجود در گوشت نشان داد که بین تیمارهای مختلف و گروه شاهد ۳۰ روز پس از کشتار تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p< 0.05$). به‌طوری که، کمترین میزان مالون دی‌آلدئید مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۹ ٪ پودر اسپیرولینای ریزپوشانی شده بود ($p< 0.05$). زویل و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند استفاده از مکمل‌های مختلف اسپیرولینا و ویتامین E، مقادیر مالون دی‌آلدئید را در کبد کاهش داد. جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی gr/kg ۱ اسپیرولینا خوراک در مقایسه با گروه شاهد، به‌طور معنی‌داری محتوی کمترین مقدار مالون دی‌آلدئید در گوشت بودند. در حالی‌که، بیشترین میزان مالون دی‌آلدئید در کبد مربوط به گروه تغذیه شده با gr/kg ۰/۵ اسپیرولینا بود(۳۹). پراکسیداسیون لیپیدها شامل تشکیل و انتشار رادیکال‌های چربی، جذب اکسیژن، جابجایی پیوند دوگانه‌ی چربی‌های غیراشباع و در نهایت تخریب لیپیدهای غشا است که طی آن رادیکال‌های زیادی تولید می‌شود (۴۰). رادیکال‌های آزاد با داشتن الکترون تک، بسیار واکنش پذیر هستند و آسیب‌های فراوانی را به مولکول های زیستی مانند پروتئین‌ها، لیپیدها، نوکلئیک اسیدها و کربوهیدرات‌ها وارد می‌کنند. پارک و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند استفاده از اسپیرولینا در جیره جوجه‌های گوشتی در سطوح ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ یا ۱ ٪ به‌صورت خطّی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون (سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز) شد (۴۱). علاوه‌بر این، تحت شرایط تنش گرمایی افزودن اسپیرولینا به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش معنی‌دار آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش سطح مالون دی‌آلدئید سرم پرنده‌ها شد (۴۲ و ۴۳). خوشبختانه در بدن برای مقابله با آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد سیستمی به نام سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی وجود دارد که شامل دو نوع سیستم آنزیمی و غیرآنزیمی است. آنزیم‌هایی چون سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز اجزای تشکیل‌دهنده سیستم دفاعی آنزیمی به‌عنوان مهم‌ترین سیستم آنتی‌اکسیدانی سلولی هستند. در مقابل، ترکیباتی مانند ویتامین E (آلفاتوکوفرول)، کاروتنوئیدها، اسیداسکوربیک،

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

بیلی‌روبین، بتاکاروتن، اسید اوریک، گلوتاتیون و بعضی هورمون‌ها مانند استروژن و آنژیوتانسین سیستم دفاعی غیر آنزیمی را تشکیل می‌دهند و با جلوگیری از تشکیل رادیکال های آزاد، ترمیم صدمات وارده، افزایش دفع مولکول‌های صدمه دیده و به‌حداقل رساندن جهش‌های سلولی، آسیب ناشی از فعالیت رادیکال‌های آزاد را به حداقل می‌رسانند (۴۴).

نتیجه‌گیری کلی این‌که تغذیه ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* کپسوله شده به جوجه‌های گوشتی در سطح ۰/۹ ٪ سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن پرنده، کاهش جمعیت میکروب‌های مضر در روده و کاهش اکسیداسیون گوشت ران جوجه‌های گوشتی در مدت ۳۰ روز پس از کشتار شد. همچنین، نتایج متناقض به‌دست آمده در تحقیقات، می‌تواند ناشی از سطوح متفاوت و کیفیت اسپیرولینا مورد استفاده، باشد. علاوه بر این، پارامترهای ثانویه مانند ترکیب خوراک، شرایط بستر و شرایط تولید نیز ممکن است منجر به تغییر در نتایج شود.

منابع

1-Kovac DJ, Simeunovic JB, Babic OB, Misan AC, Milovanovic IL. Algae in food and feed. Food and Feed Research. 2013; 40: 21-32.

2-Hajati H, Zaghari M. Spirulina Platensis in poultry nutrition. Cambridge Scholars Publishing. 2019.

3-Agustini TW, Suzery M, Sutrisnanto D, Hadiyanto WFM. Comparative study of bioactive substances extracted from fresh and dried Spirulina sp. Procedia Environmental Sciences. 2015; 23: 282 – 289.

4-Marques de Assis L, Machado AR, De Souza A, Costa JAV, Souza LA. Development and characterization of nanovesicles containing phenolic compounds of microalgae spirulina Strain LEB-18 and chlorella pyrenoidosa. Advances in Materials Physics and Chemistry. 2014; 4: 6-12.

5-Pinho E, Grootveld M, Soares G, Henriques M. Cyclodextrins as encapsulation agents for plant bioactive compounds. Carbohydrate polymers. 2014; 101: 121-135.

6-Ansari MA, Anurag A, Fatima Z, Hameed S. Natural phenolic compounds: a potential antifungal agent. Microbial pathogens and strategies for combating them: Science, technology and education. 2013; 1: 1189-1195.

7-Machado AR, Assis LM, Costa JAV, Badiale-Furlong E, Mota AS, Micheletto YMS, Souza-Soares LA. Application of sonication and mixing for nanoencapsulation of the cyanobacterium Spirulina platensis in liposomes. International Food Research Journal. 2014; 21(6):2201-2206.

8-Gouin S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. Trends in Food Science and Technology. 2004; 15(7): 330-347.

9-Dibaji SM, Seidavi A, Asadpour L, Moreira da Silva F. Effect of a synbiotic on the intestinal microflora of chickens. Poultry Science Association. 2014; 23:1-6.

10-Paglia DE, Valentino WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. Journal of Laboratory Clinical Medicine. 1967; 70: 158-169.

11- Claiborne A. Catalase activity. In: Handbook of methods for oxygen radical research (R. A. reenwald, Ed). Boca Raton, Florida. CRC Press. 1985; 283-284.

12- Botosoglou NA, Fletouris DJ, Papageorgiou GE, Vassilopoulous VN, Mantis AJ, Trakatellis AG. A rapid, sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissues, food, and feedstuff samples. Journal Agriculture Food Chemistry. 1994; 42:1931-1937.

13- SAS Institute. SAS User's Guide Statics. SAS Institute Inc., Cary, NC., USA. 2001.

14- Shanmugapriya B, Babu SS, Hariharan T, Sivaneswaran S, Anusha MB. Dietary administration of Spirulina platensis as probiotics on growth performance and chicks histopathology in broiler. International Journal of Recent Scientific Research. 2015; 6: 2650-2653.

15-Savage TF, Zakrzewska EI. The performance of male turkeys fed a starter diet containing a mannanoligosaccharide (BioMos) from day-old to eight weeks of age. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's 12th Annual Symposium. Lyons TP, and Jacques KA (eds.) Nottingham University Press, Nottingham, UK. 1996; 47-54.

16- Mariey YA, Samak HR, Ibrahem MA. Effect of using Spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diet: 1- productive and reproductive performances of local laying hens. Egyptian poultry science journal. 2012; 32: 201-215.

17-Baojiang G. Study on Effect and Mechanism of Polysaccharides on Spirulina platensis on Body Immune Functions Improvement. Second Asia

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

Pacific Conference on Algal Biotechnology. 1994; 24: 25- 27.
18-Thongsong B, Kalandakanond-Thongsong S, Chavananikul V. Effects of the addition of probiotic containing both bacteria and yeast or an antibiotic on performance parameters, mortality rate and antibiotic residue in broilers. The Thai Journal Vetinary Medicine. 2008; 38: 17-26.
19-Gasson MJ. Progress and potential in the biotechnology of lactic acid bacteria. FEMS Microbiol Review.1993; 12: 3-19.
20-Janczyk P, Halle B, Souffrant WB. Microbial community composition of the crop and ceca contents of laying hens fed diets supplemented with Chlorella Vulgaris. Journal of Poultry Science. 2009; 88: 2324-2332.
21-Sikkema J, De Bont JAM, Poolman B. Interactions of cyclic hydrocarbons biological membranes. Journal of Biological Chemistry. 1994; 11:8022-8028.
22-Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. International journal of food microbiology. 2004; 94: 223-253.
23-Si W, Gong J, Tsao R, Zhou Y, Poppe C, Johnson R, Du Z. Antimicrobial activity of essential oils and structally related synthetic food addetives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. Journal of Applied Microbiology. 2006; 100: 296-305.
24-Parada JL, Zulpa de Caire G. Lactic acid bacteria growth promoters from Spirulina platensis. International Journal Food Microbiol. 1998; 45: 225 - 228.
25-Manoj G, Venkataraman LV, Srinivas L. 1992. Antioxidant properties of Spirulina (Spirulina platensis). In Spirulina: National Symposium (India), MCRC, Tharamani, Madras. 1992; 48: 154-158.
26-Miranda MS, Cintra RG, Barros SB, Mancini Filho J. Antioxidant activity of the microalga spirulina maxima. Brazilian Journal Medical Biology Research. 1998; 31:1075–1079.
27-Velu CS, Czeczuga B, Munuswamy N. Carotenoprotein complexes in entomostracan crustaceans (Streptocephalus dichotomus and Moina micrura). Composite Biochemistry and Physics. 2003; 135: 35-42.
28-Reddy BS, Yuvaraj N, Babitha V, Ramnath V, Philomina PT, Sabu MC. Antioxidant and hypolipidemic effects of Spirulina and natural carotenoids in broiler chicken. Indian Vetinary Journal. 2004; 81:383-386.
29-Gershwin ME, Belay A. Spirulina in human nutrition and health. CRC Press- Boca Raton, FL, USA. 2008.
30-Belay A. The potential application of spirulina arthrospira as a nutritional and therapeutic supplement in health management. Journal of the American Nutraceutical Assosiation. 2002; 5: 27-47.
31-Tokuşoglu O, Unal MK. Biomass Nutrient Profiles of three microalgae: Spirulina platensis, Chlorella Vulgaris and Isochrisis Galbana. Journal of Food Science. 2003; 68: 1144-1148.
32-Babadzhanov AS, Abdusamatova N, Yusupova FM, Fayzullavea N, ezhlumyan LG, Mailkova MK. Chemical Composition of Spirulina platensis Cultivated in Uzbekistan. Chemistry of Natural Compounds. 2004; 40: 276-279.
33-Bartove I, Kanner J. Effect of High Levels of Dietary Iron, Iron Injection, and Dietary Vitamin E on the Oxidative Stability of Turkey Meat during Storage. Poultry Science. 1996; 75: 1039-1046.
34-Mohamed FF. Nutrition and Immunity on poultry. Egypt poultry Science Journal. 1998; 18: 443- 448.
35-Badway NA. Nutrition and immune performance in poultry: Role of vitamin and Trace Minerals as Immune Boosters. Review Article. (Personal communication). Veterinary Research. 1998; 21: 66–69.
36-Chen CL, Peng CX, Wei LS, Xia RM, Liu J. 2000. Effects of Vitamin E or in combination with Vitamin C and/or Vitamin B2 on functions of the antioxidant system in mice. Journal of Wuhan University. Science Technology. 2000; 23: 313–315.
37-Lykkesfeldt J, Svendsen O. Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. National Institues of Health. 2007; 173:502-11.
38-Carroll JA, Forsberg NE. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. Vetinary Clinical North American Food Animals Practice. 2007; 23:105-149.
39-Zeweil H, Abaza IM, Zahran SM, Ahmed MH, AboulEla HM, Saad AA. Effect of Spirulina platensis as dietary Supplement on Some Biological Traits for Chickens under Heat Stress Condition. Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences. 2016; 56: 08-13.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

40-Toghyani M, Tohidi M, Ghaisari AA, Tabaidian SA. Performance ad immunity, biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. African Journal of Biotechnology. 2010; 9:6819-6825.

41-Park, J. H., Lee, S. I., & Kim, I. H. Effect of dietary Spirulina (Arthrospira) platensis on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. Poultry science. 2018; 97: 2451-2459.

42-Mirzaie, S., Zirak-Khattab, F., Hosseini, S. A., Donyaei-Darian, H. Effects of dietary Spirulina on antioxidant status, lipid profile, immune response and performance characteristics of broiler chickens reared under high ambient temperature. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2018; 31: 556.

43-Abdel-Moneim, A. M. E., Shehata, A. M., Mohamed, N. G., Elbaz, A. M., & Ibrahim, N. S. Synergistic effect of Spirulina platensis and selenium nanoparticles on growth performance, serum metabolites, immune responses, and antioxidant capacity of heat-stressed broiler chickens. Biological Trace Element Research. 2022; 200: 768-779.

44- Martinez-Cayuela M. Oxygen free radicals and human disease. Biochemie. 1995; 77:147-153.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]

The effect of feeding encapsulated microalgae on intestinal microflora, blood anti-oxidant status, and meat quality of broiler chickens

Matin Shakoori[1], **Hosna Hajati**[2*]

[1]Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Mazandaran, Iran.
[2]East Azerbaijan Agricultural Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tabriz, Iran

Abstract

This study was done to evaluate the microencapsulated *Spirulina platensis* powder on intestinal microflora, blood anti-oxidant status, and meat quality of broiler chickens. A total of 160 one-day old Ross 308 broiler chicks (mixed-sex) were assigned to a completely randomized design with four treatments, 4 replicates, and 10 chicks in each replicate. Experimental treatments included basal diet (without additive), basal diet + 0.3, 0.6 or 0.9 % microencapsulated Spirulina powder. Feeding diet contained 0.9 % encapsulated Spirulina powder decreased *Coliforms* population in the ileum of broiler chickens (P<0.05). Feeding diets contained 0.6 or 0.9 encapsulated Spirulina powder increased ileal *Lactobacillus* population and the activity of super-oxide dismutase in blood of broiler chickens (P<0.05). Using encapsulated Spirulina powder at the level of 0.9% decreased malondialdehyde of the thigh meat at 30 days after slaughter (P<0.05). In general, results of the present study showed that feeding Spirulina micro-algae to broiler chickens at the level of 0.9 % led to improve the birds' anti-oxidant status, decrease the intestinal harmful microbes and oxidation of thigh meat of broiler chickens at 30 days after slaughter.

Keywords: Spirulina, anti-oxidant, intestinal microbial population, meat quality.

* h.hajati@areeo.ac.ir

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-07]