



موسسه تحقیقات علوم دامی کشور



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

استفاده از افزودنی نوین جالبک تک سلولی در تغذیه بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار تحت تنش گرمایی

نویسنده: حسنا حاجاتی

همکار: مجید توکلی

۱۴۰۱

سرشناسه	حاجاتی، حسنا، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	استفاده از افزودنی نوین جلبک تک سلولی در تغذیه بلدرچین ژاپنی تخم گذار تحت تنش گرمایی / نویسنده حسنا حاجاتی؛ همکار مجید توکلی؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	۲۶ ص: جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۷۹۴۹-۸۴-۱
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	جلبک های دریایی به منزله خوراک حیوانی Marine algae as feed بلدرچین ژاپنی -- خوراک و خوراک رسانی Japanese quail -- Feeding and feeds
شناسه افزوده	توکلی، مجید، ۱۳۵۷-
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	موسسه تحقیقات علوم دامی کشور. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	SF۹۹
رده بندی دیویی	۶۳۶/۰۸۵۵۶
شماره کتابشناسی ملی	۸۸۱۵۷۱۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا	

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۹۴۹-۸۴-۱

ISBN: 978-622-7949-84-1

عنوان: استفاده از افزودنی نوین جلبک تک سلولی در تغذیه بلدرچین ژاپنی

تخم گذار تحت تنش گرمایی

نویسنده: حسنا حاجاتی

همکار: مجید توکلی

طراح روی جلد: مجید توکلی

مدیر داخلی: ویدا همتی

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور- دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول / ۱۴۰۱

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۶۰۵۴۸ به تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۱۸ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

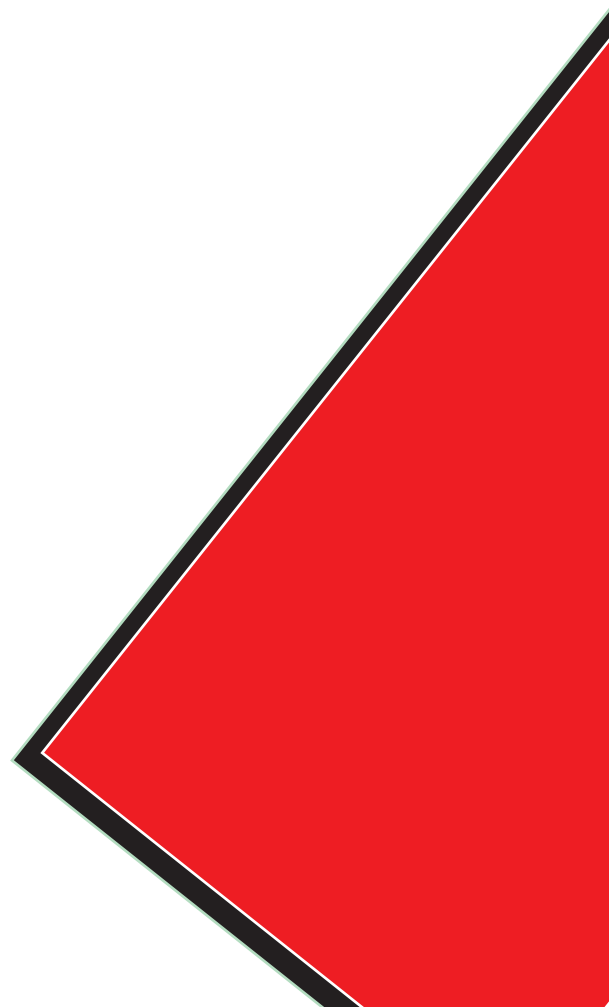
صندوق پستی: ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳-۰۲۱

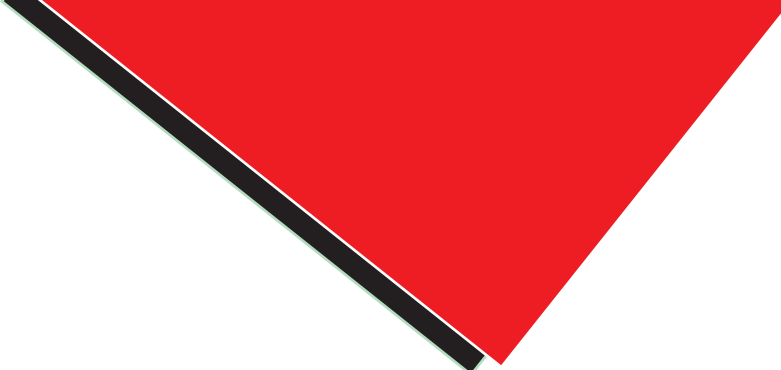
مخاطبان نشریه:

محققان، کارشناسان، مروجان و بهره‌برداران بخش طیور

اهداف آموزشی:

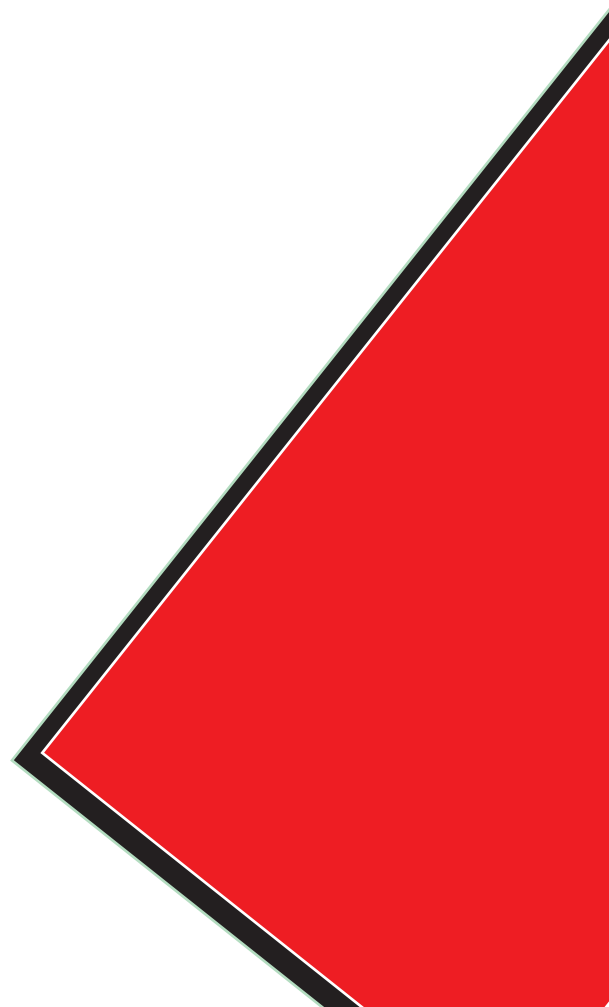
آشنایی با خصوصیات جلبک تک سلولی اسپیرولینا پلاتنسیس و مصرف آن در تغذیه بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار در شرایط تنش گرمایی





فهرست مطالب

مقدمه	۷
اهمیت جلبک‌ها در تغذیه طیور	۸
معرفی جلبک اسپیرولینا	۹
کشت آزمایشگاهی جلبک اسپیرولینا	۱۱
کشت صنعتی جلبک اسپیرولینا	۱۲
ارزش تغذیه‌ای جلبک اسپیرولینا	۱۲
اثر اسپیرولینا بر عملکرد رشد بلدرچین‌های تحت تنش گرمایی	۱۶
اثر اسپیرولینا بر میزان تولید تخم و صفات کیفی تخم بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی	۱۶
اثر اسپیرولینا بر وضعیت سیستم ایمنی بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی	۱۸
اثر اسپیرولینا بر جمعیت میکروبی روده بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی ...	۲۰
توصیه ترویجی	۲۱
خلاصه	۲۲
منابع	۲۳



تنش گرمایی یکی از چالش‌های مهم تهدیدکننده تولیدات طیور و سودآوری اقتصادی مزرعه در روزهای گرم تابستان در بسیاری از مناطق جهان می‌باشد. دمای آسایش برای بلدرچین‌های بالغ بین ۲۳-۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، بنابراین دماهای بالاتر از این محدوده سبب القای تنش گرمایی در بلدرچین‌های بالغ می‌شود. در حقیقت، تنش سبب تغییر رفتار طبیعی، تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی پرندگان شده و هموستاز بدن را مختل می‌کند. تنش اکسیداتیو که تحت تأثیر شرایط تنش گرمایی القا می‌شود، تأثیر منفی بر تولید تخم‌مرغ دارد و با فعال کردن محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال سبب تغییر پروفایل نورواندوکراین پرنده شده و مصرف خوراک را کاهش می‌دهد. تنش گرمایی ممکن است منجر به اختلالات میکروفلورای روده در پرندگان تخم‌گذار شود. مشخص شده است که بیان ژن‌های مرتبط با تنش گرمایی نظیر پروتئین شوک حرارتی ۷۰ در شرایط تنش گرمایی افزایش می‌یابد. با توجه به بعضی اثرات منفی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در بدن مصرف‌کننده، متخصصین تغذیه طیور به دنبال ترکیبات طبیعی هستند که بتوانند سلامت و رفاه پرنده را تحت شرایط تنش گرمایی بهبود دهند. از طرفی، امروزه متخصصین تغذیه طیور به منظور بهبود سلامت و رفاه پرنده، از خوراک و افزودنی‌های طبیعی نظیر افزودنی‌های گیاهی، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، میکروجلبک‌ها و سایر

ترکیبات با خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال در جیره طیور استفاده می‌کنند. با در نظر گرفتن تأثیر مثبت کیفیت تخم بر سلامت انسان، تغذیه اقلام خوراکی طبیعی در پرندگان تخم‌گذار به جهت ارتقای سطح سلامت جامعه امری بسیار ارزشمند می‌باشد. اسپیرولینا پلاتنسیس، ریز جلبک سبز-آبی تک سلولی غنی از مواد مغذی مختلف و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. این ریز جلبک منبع مهمی از رنگدانه فایکوسیانین^۲ است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی بسیار قوی می‌باشد. به علاوه زیست توده خشک اسپیرولینا حاوی حدود ۷۰-۶۰ درصد پروتئین و منبع خوبی از اسیدهای چرب ضروری، اسیدآمین‌های ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد و امکان کشت این ریزجلبک در بسیاری از کشورهای دنیا و از جمله ایران وجود دارد.

اهمیت جلبک‌ها در تغذیه طیور

جلبک‌ها از نظر اندازه به دو گروه ماکرو جلبک‌ها و میکرو جلبک‌ها تقسیم می‌شوند. میکرو جلبک‌ها ارگانیسم‌های تک سلولی هستند که توانایی رشد در شرایط محیطی مختلف را دارند، درحالی‌که ماکرو جلبک‌ها یا جلبک‌های دریایی ارگانیسم‌های چندسلولی پیچیده‌ای هستند که در محیط‌های دریایی رشد می‌کنند. تاکنون بیش از ۳۰۰۰۰ گونه میکرو جلبک شناخته شده است، هرچند تنها کمتر از ۱۰ گونه میکرو جلبک به طور اقتصادی تولید شده است. جلبک‌های سبز-آبی در گروه میکرو جلبک‌ها هستند. آن‌ها همچنین به علت ساختار سلولی پروکاریوتی، سیانوباکتر نامیده می‌شوند. سیانوباکترها ارگانیسم‌هایی هستند که برخی از خصوصیات باکتری‌ها و

برخی از خصوصیات جلبک‌ها را دارند. سیانوباکترها حاوی رنگدانه‌های سبز و سبز-آبی هستند و توانایی استفاده از نور خورشید برای تبدیل دی‌اکسیدکربن به قندها و اکسیژن در طی فرایند فتوسنتز را دارند. این جلبک‌های میکروسکوپی به عنوان یک منبع غنی از مواد مغذی، مواد زیستی فعال از جمله پروتئین‌ها، اسید آمینه‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی، ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و کاروتنوئیدها در تغذیه انسان کاربرد دارند. مطالعات اخیر در صنعت طیور نشان می‌دهد که از زیست توده ریزجلبک‌ها می‌توان در تولید تخم‌مرغ‌های غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع به طور موثر استفاده نمود. یک روش قدیمی غنی‌سازی تخم‌مرغ با اسیدهای چرب امگا-۳، استفاده از روغن ماهی در جیره غذایی می‌باشد که این روش با خطر آلودگی با فلزات سنگین همراه است. به همین دلیل استفاده از گونه‌های ریزجلبک‌ها مانند *Spirulina*، *Chlorella*، *Nannochloropsis gaditana*، *Schizochytrium limacinum*، *Phaeodactylum tricornutum* و *Isochrysis galbana* در تغذیه طیور به عنوان جایگزین مناسبی برای غنی‌سازی تخم‌مرغ‌ها مورد توجه قرار گرفت. ریزجلبک‌ها خصوصاً کلرلا و اسپیرولینا اثرات مفیدی بر کیفیت گوشت و تخم‌مرغ دارند. آن‌ها موجب افزایش رنگدانه و ارزش غذایی گوشت و تخم‌مرغ شده و به عنوان جایگزین بخشی از منابع پروتئینی در جیره غذایی طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

معرفی جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

اسپیرولینا (جلبک سبز - آبی) یک جلبک تک‌سلولی میکروسکوپی است که در آب شیرین رشد می‌کند و ساختاری ساده، اما ترکیب پیچیده‌ای دارد.

این جلبک دارای ساختار مارپیچ است که دارای قطر مارپیچ ۱۰ میکرومتر و طول حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرومتر است. این جلبک منبع انواع مواد مغذی می باشد. علاوه بر این، منبع مهمی از رنگیزه های فتوسنتزی به نام فیکوسیانین است که دارای خواص بسیار قوی آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی می باشد. غربالگری فیتوشیمیایی عصاره اتانولی جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، وجود آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، تانن ها، ترکیبات فنولی، استروئیدها و ساپونین ها را نشان می دهد. همچنین این جلبک به دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع قابل توجه است، زیرا بخش بزرگی از آن، از گاما-لینولنیک اسید تشکیل شده است. اسپیرولینا میکروجلبکی با ارزش اقتصادی بالاست و یکی از معدود جلبک هایی است که به دلیل عملکرد بالای فتوسنتزی، سرعت رشد سریع و سازگاری با محیط زیست، برای کشت در مقیاس بالا مناسب است (ژو و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۱: جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

کشت آزمایشگاهی جلبک اسپیرولینا

اسپیرولینا پلاتنسیس در محیط قلیایی رشد می کند. pH مناسب برای رشد اسپیرولینا حدود ۱۰-۱۲ می باشد و دمای بهینه برای رشد آن در حدود ۳۰-۳۵ درجه سانتی گراد است. محیط کشت ایده آل برای رشد جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس محیط کشت زاروک است و با توجه به گران بودن این محیط کشت می توان محیط کشت های ارزان تری را طرح ریزی و استفاده نمود. گزارش شده است که اسپیرولینا شوری آب را تا ۳ برابر شوری آب دریا تحمل می کند.



شکل ۲- کشت جلبک اسپیرولینا در آزمایشگاه بیوتکنولوژی بخش علوم دامی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی تبریز

کشت صنعتی جلبک اسپیرولینا

کشور چین به عنوان بزرگترین تولیدکننده زیست توده ریزجلبک‌ها در جهان می‌باشد. امروزه سه جلبک کلرلا، اسپیرولینا و دونالیا به صورت تجاری تولید می‌شوند. بر اساس ارزیابی انجام شده، کشور چین حدود دو سوم بیومس ریزجلبکی جهان را تولید می‌کند که تقریباً ۹۰ درصد آن برای مصرف انسان و بقیه به عنوان خوراک حیوانات و عمدتاً در آبی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحقیقات در چین مانند سایر کشورهای جهان، به منظور تولید محصولات با ارزش بالا و همچنین تولید فراورده‌های حاصل از ریزجلبک‌ها، از داروها گرفته تا سوخت‌های زیستی در حال پیشرفت است و استفاده از ریزجلبک‌ها به عنوان منبع غذای انسان در حال افزایش است.

ارزش تغذیه‌ای جلبک اسپیرولینا

به طور کلی جلبک‌های سبز-آبی، خصوصاً اسپیرولینا دارای ساختار ابتدایی با سلول‌های ذخیره‌ای کشیده هستند. آرایش اختصاصی ترکیبات سلولی اجازه فتوسنتز سریع و سنتز پروتئین را می‌دهد. فقدان دیواره‌های سلولی سخت باعث جذب راحت و سریع پروتئین اسپیرولینا در موجودات مصرف کننده می‌شود. ترکیب بیوشیمیایی اصلی اسپیرولینا را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد: این جلبک غنی از پروتئین می‌باشد و هضم‌پذیری بالایی نیز دارد و میزان آن بین ۵۵ تا ۷۰ درصد وزن خشک اسپیرولینا بسته به منبع آن می‌باشد. ترکیب اسید آمینه‌های پروتئین اسپیرولینا مشابه سایر میکروارگانیسم‌ها است و زمانی که با پروتئین تخم‌مرغ یا شیر مقایسه می‌شود دارای کمبود متیونین، سیستئین و لیزین است، اما نسبت به همه پروتئین‌های گیاهی برتر است. پروفایل مواد مغذی اسپیرولینا در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- پروفایل تغذیه‌ای پودر اسپیرولینا (۱۰۰ گرم)

کالری	۳۷۳	ویتامین‌ها	
کل چربی (گرم)	۴/۳	ویتامین A	۳۵۲ واحد بین‌المللی
چربی اشباع	۱/۹۵	ویتامین K	۱۰۹۰ میکروگرم
چربی غیراشباع با چند باند ۲ گانه	۱/۹۳	تیامین HCL	۰/۵ میلی گرم
چربی غیر اشباع با یک باند دو گانه	۰/۲۶	ریبوفلاوین	۴/۵۳ میلی گرم
کلسترول	کمتر از ۰/۱	نیاسین	۱۴/۹ میلی گرم
کربوهیدرات کل (کل)		ویتامین B _۶	۰/۹۶ میلی گرم
فیبر خوراکی	۷/۷	ویتامین B _{۱۲}	۱۶۲ میکروگرم
قندها	۱/۳	مواد معدنی	
لاکتوز	کمتر از ۰/۱	کلسیم	۴۶۸ میلی گرم
پروتئین خام (%)	۷۱/۹۰±۳/۳۵		
اسید آمینه های ضروری (mg)		آهن	۸۷/۴ میلی گرم
هیستیدین	۱۰۰۰	فسفر	۹۶۱ میلی گرم
ایزولوسین	۳۵۰۰	ید	۱۴۲ میکروگرم
لوسین	۵۳۸۰	منیزیم	۳۱۹ میلی گرم
لیزین	۲۹۶۰	روی	۱/۴۵ میلی گرم
متیونین	۱۱۷۰	سلنیوم	۲۵/۵ میکروگرم
فنیل آلانین	۲۷۵۰	مس	۰/۴۷ میلی گرم
ترونین	۲۸۶۰	منگنز	۳/۲۶ میلی گرم
تریپتوفان	۱۰۹۰	کروم	کمتر از ۴۰۰ میکروگرم
والین	۳۹۴۰	پتاسیم	۱۶۶۰ میلی گرم
اسید آمینه های غیرضروری (mg)		سدیم	۶۴۱ میلی گرم
		خاکستر (%)	۳/۵±۰/۳۶
آلانین	۴۵۹۰	رنگدانه‌ها	
آرژنین	۴۳۱۰	فایکوسیانین	۱۷/۲ درصد ماده خشک
آسپارتیک اسید	۵۹۹۰	کلروفیل	۱/۲ درصد ماده خشک
سیستین	۵۹۰	کاروتنوئیدها	۵۰۴ میلی گرم
گلوتامیک اسید	۹۱۳۰	بتا-کاروتن	۲۱۱ میلی گرم
گلیسین	۳۱۳۰	زی-زانتین	۱۰۱ میلی گرم
پرولین	۲۳۸۰		
سرین	۲۷۶۰		
تیروزین	۲۵۰۰		

منبع: (سهاران و جود، ۲۰۱۷؛ سالمین و همکاران، ۲۰۱۵).

بخش مهم رنگدانه‌های فتوسنتزی این جلبک‌ها را فیکوبیلی پروتئین‌ها تشکیل می‌دهند. فیکوبیلی پروتئین‌ها اولین دریافت کنندگان انرژی نورانی بوده و آن را پس از جذب به کلروفیل a منتقل می‌کنند. چهار نوع فیکوبیلی پروتئین در سیانوفیتا یافت می‌شود: C- فیکوسیانین، آلفو فیکوسیانین، C- فیکواریترین و فیکواریتروسیانین. تمام جلبک‌های سبز-آبی دو رنگدانه اول را دارند، ولی دو رنگدانه آخر را فقط تعدادی از آنها دارا هستند. آرتروسپیرا به‌طور گسترده‌ای با نام "اسپیرولینا" به عنوان مکمل غذایی برای انسان و حیوانات به فروش می‌رسد. جلبک‌ها قادرند در زیستگاه‌های متفاوتی زندگی کنند. این زیستگاه‌ها آن‌ها را در معرض تنش‌های زیستی مانند سطح pH بالا، فلزات سنگین و شوری قرار دهد. این شرایط منجر به تولید اکسیژن بسیار واکنش‌پذیر خطرناک (ROS^3) می‌شود. در صورتی که این ترکیبات مهار نشوند موجب عواقب شدیدی مانند تخریب متابولیسم سلولی و آسیب به اجزای سلولی شود. جلبک‌ها دارای چندین مکانیسم برای کاهش اثرات مضر ROS از جمله آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند کلروفیل، کاروتنوئیدها، فیکوبیلی پروتئین‌ها، فنول‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی هستند. درک بهتر مکانیسم‌هایی که جلبک‌ها از آن استفاده می‌کنند در نهایت ممکن است منجر به تولید این آنتی‌اکسیدان‌ها برای صنعت داروسازی شود. اسپیرولینا، منبع ارزشمندی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند رنگدانه‌های فایکوسیانین محلول در آب، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنلی است. همچنین دارای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد. مشخص شده است که اسپیرولینا حاوی ترکیباتی است که می‌توانند اثرات ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی داشته باشند.

فعالیت ضد میکروبی اسپیرولینا پلاتنسیس ممکن است به علت محتوای گاما-لینولنیک اسید، اسیدهای چرب فعال، تأثیر سینرژتیک لائوریک اسید و پالمیتولئیک اسید، فایکوسیانین، فایکوسیآنوبیلین و الوفایکوسیانین، آمیدها، آلکالوئیدها، هیتادکان و تترادکان، تترامین، اسپرمین و پپرازین باشد. هم‌چنین، کلسیم اسپیرولن یک پلی ساکارید سولفات در اسپیرولینا پلاتنسیس می‌باشد که در پیشگیری از بیماری‌های ویروسی موثر است. در شرایط کنونی که یکی از دغدغه‌های مهم محققان دنیا بحث مقاومت آنتی‌بیوتیکی می‌باشد، استفاده از ترکیبات طبیعی نظیر میکرو جلبک‌ها می‌تواند در کاهش این معضل موثر باشد (اواگیان، ۲۰۰۸). تاکنون مطالعات مختلفی بر روی ارزش تغذیه‌ای اسپیرولینا در تغذیه طیور انجام شده است. مشخص شده است که افزودن سطوح ۰/۱-۰/۲ درصد اسپیرولینا پلاتنسیس به جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب بهبود تولید تخم‌مرغ در آن‌ها شد (ماری و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین، نتایج تحقیقات نشان داد که افزودن اسپیرولینا پلاتنسیس (۱، ۱/۵ و ۲ گرم در هر کیلوگرم جیره) سبب بهبود عملکرد رشد، افزایش ارتفاع پرزهای روده و گلبول سفید خون، کاهش مالون دی آلدئید سرم جوجه‌های گوشتی شد.

جدول ۲- تأثیر افزودن پودر اسپیرولینا پلاتنسیس بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سنین ۱-۴۲ روزگی.

Pvalue	SEM	گروه شاهد			
		۲/۰	۱/۵	۱	
۰/۰۰۱	۲۶/۰۰	۴۶۰۸/۵۸ ^a	۴۵۳۱/۴۸ ^b	۴۴۳۴/۵۱ ^c	۴۴۰۱/۱۶ ^d مصرف خوراک (گرم)
۰/۰۰۱۱	۲۰/۸	۲۸۷۸/۹۳ ^a	۲۷۷۱/۱ ^b	۲۷۴۶/۴۲ ^c	۲۷۱۵/۴۳ ^d افزایش وزن بدن (گرم)
۰/۰۷۹	۰/۰۱	۱/۶۳	۱/۶۳	۱/۶۱	۱/۶۲ ضریب تبدیل غذایی
۰/۰۰۲	۴/۰۱	۳۱۵/۷ ^a	۲۹۲/۴ ^b	۲۷۴/۱ ^c	۲۷۲/۴ ^c شاخص کارایی تولید

منبع: (حاجاتی و زاغری، ۲۰۱۹).

اعدادی که در یک ردیف با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵)

جلبک اسپیرولینا حاوی رنگدانه بتاکاروتن و مواد محرک ایمنی مانند فیکوسیانین، پلی‌ساکاریدها، آهن و روی می‌باشد. بتاکاروتن یکی از رنگدانه‌های طبیعی با خاصیت آنتی اکسیدانی قوی است و به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی که این رنگدانه دارد، از آن در تهیه مکمل‌های غذایی و مواد دارویی استفاده می‌شود.

اثر اسپیرولینا بر عملکرد رشد بلدرچین‌های تحت تنش گرمایی

تأثیر استفاده از چهار سطح (۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلوگرم جیره) جلبک اسپیرولینا بر عملکرد رشد بلدرچین‌های ژاپنی نشان داد که افزودن ۵ گرم پودر جلبک اسپیرولینا در هر کیلوگرم جیره باعث افزایش مصرف خوراک، افزایش وزن بدن، شاخص کارایی تولید و درصد سینه بلدرچین‌های ژاپنی تحت تنش گرمایی شد. هرچند بلدرچین‌هایی که ۲۰ گرم پودر جلبک اسپیرولینا به ازای هر کیلوگرم جیره دریافت کرده بودند خوراک بیشتری مصرف کردند، اما بازده لاشه کمتری داشتند.

اثر اسپیرولینا بر میزان تولید تخم و صفات کیفی تخم بلدرچین‌های

تخم‌گذار تحت تنش گرمایی

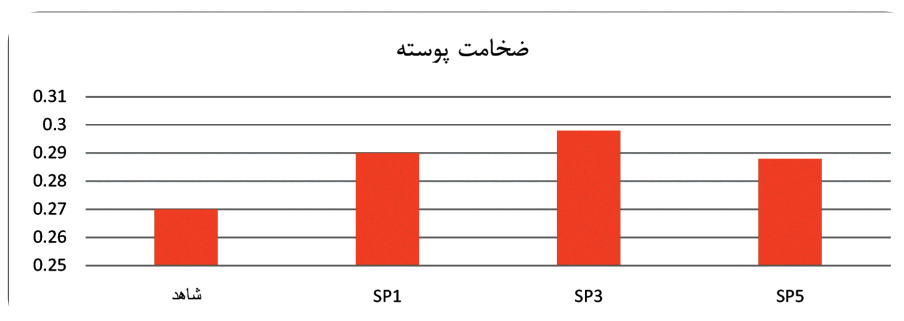
استفاده از پودر جلبک در سطوح ۱، ۳ یا ۵ کیلوگرم در تن خوراک آردی تأثیری بر عملکرد تخم‌گذاری بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار تحت تنش گرمایی ندارد. جدول ۳، اثر تغذیه سطوح مختلف پودر جلبک بر عملکرد تخم‌گذاری بلدرچین‌های ژاپنی تحت تنش گرمایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- اثر تغذیه سطوح مختلف پودر اسپیرولینا بر عملکرد تخم گذاری بلدرچین های ژاپنی تحت تنش گرمایی

شاهد	SP _۱ *	SP _۳ *	SP _۵ *	SEM	p-value
مصرف خوراک (گرم/ پرنده/ روز)	۳۳/۲۱	۳۳/۸۹	۳۳/۸۱	۱/۷۱	۰/۵۱۶
ضریب تبدیل غذایی	۳/۱۱	۳/۲۰	۳/۱۵	۰/۰۷۳	۰/۰۶۸
وزن تخم (گرم)	۱۲/۳۲	۱۲/۴۴	۱۲/۴۸	۰/۳۹۸	۰/۶۰۷
درصد تولید تخم	۸۶/۴۹	۸۵/۰۵	۸۵/۸۴	۲/۹۳۸	۰/۹۸۸

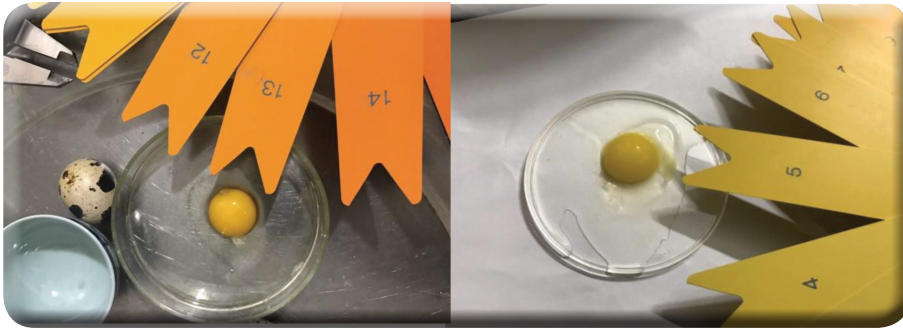
SP_۱*, SP_۳ و SP_۵ به ترتیب ۱، ۳ و ۵ کیلوگرم اسپیرولینا در هر تن خوراک.

تحقیقات نشان داده است که افزودن اسپیرولینا به جیره بلدرچین های تخم گذار سبب افزایش ضخامت پوسته تخم بلدرچین های تحت تنش گرمایی شد (نمودار ۱).



نمودار ۱- اثر افزودن سطوح ۱، ۳ یا ۵ گرم پودر اسپیرولینا به جیره بر ضخامت پوسته تخم بلدرچین های تخم گذار تحت تنش گرمایی.

همچنین، افزودن سطوح ۱، ۳ یا ۵ گرم پودر اسپیرولینا به هر کیلوگرم جیره بلدرچین تخم گذار تحت تنش- گرمایی، سبب بهبود رنگ زرده و کاهش کلسترول هر گرم زرده تخم بلدرچین های تحت تنش گرمایی می شود.



شکل ۳- مقایسه رنگ زرده تخم بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره بدون اسپیرولینا (تصویر سمت راست) و جیره حاوی اسپیرولینا (تصویر سمت چپ).

با توجه به ارتباط بین چربی مواد خوراکی با بیماری‌های قلبی-عروقی، کاهش کلسترول زرده و بهبود رنگ زرده که سبب افزایش بازپسندی تخم بلدرچین می‌شود و از آنجایی که جلبک یک محصول خوراکی کاملاً طبیعی است می‌توان آن را با نگرانی کمتری برای ایجاد عوارض آتی مورد استفاده قرار داد.

اثر اسپیرولینا بر وضعیت سیستم ایمنی بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی

اسپیرولینا پلاتنسیس دارای اثرات تنظیم سیستم ایمنی در حیوانات و انسان‌ها است. محصولات اسپیرولینا می‌تواند سبب بهبود کارکرد ایمنی ذاتی و پاسخ‌های ایمنی سلولی و همورال شود. پلی‌ساکاریدهای سولفاته به نام کلسیم-اسپیرون از عصاره آبی اسپیرولینا جدا شده‌اند و خواص تنظیم ایمنی و فعالیت‌های ضدویروسی نشان داده‌اند. هم‌چنین مشخص شده است که ایمولینا (یک بخش پلی‌ساکاریدی از اسپیرولینا با وزن مولکولی بالا) سبب تقویت بیان سایتوکین‌های موثر بر ایمنی بدن و پلی‌ساکاریدها و فایکوسیانین اسپیرولینا سبب افزایش تیتر آنتی‌بادی‌ها و تعداد گلبول‌های سفید، تقویت

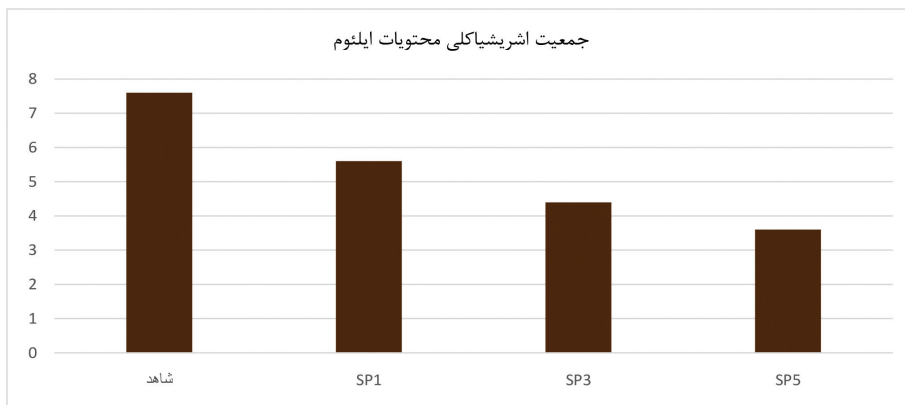
تکثیر سلول‌های مغز استخوان، رشد تیموس و تکثیر سلول‌های طحال و افزایش پاسخ‌های ایمنی می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که تغذیه سطوح ۱، ۳ و ۵ کیلوگرم پودر جلبک اسپیرولینا در هر تن خوراک آردی سبب افزایش تیتر آنتی بادی تام به عنوان پاسخ اولیه و افزایش تیتر آنتی بادی تام و IgY^۴ به عنوان پاسخ ثانویه در بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی می‌شود. تغذیه سطوح ۳ و ۵ کیلوگرم جلبک در تن خوراک سبب افزایش پاسخ ایمنی سلولی در ۱۲ یا ۲۴ ساعت بعد از تزریق PH-A^۵ در پرده انگشت پای بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی شد (حاجاتی و زاغری، ۲۰۱۹-آ). همچنین مشخص شد که تغذیه جلبک اسپیرولینا سبب کاهش سطح کلسترول، تری گلیسرید، MDA، LDL، هتروپیل، نسبت هتروپیل / لمفوسیت و افزایش سطح لمفوسیت در سرم خون بلدرچین‌های تحت تنش گرمایی شد (حاجاتی و همکاران، ۲۰۲۰). تحقیقات نشان داده است که گیاهان با خصوصیات آنتی اکسیدانی می‌توانند سیستم دفاعی بدن را علیه صدمات ناشی از فشار اکسیداتیو تقویت کنند. آنتی اکسیدان‌های طبیعی موجود در اسپیرولینا مانند ویتامین‌ها، پلی فنول‌ها و فلاونوئیدها می‌توانند در پیشگیری از بیماری‌های ناشی از فشار اکسیداتیو مؤثر واقع شوند.

4- Immunoglobulin

5- Phytohaemagglutinin

اثر اسپیرولینا بر جمعیت میکروبی روده بلدرچین‌های تخم‌گذار تحت تنش گرمایی

جلبک‌های سبز- آبی منبع غنی از متابولیت‌های فعال بیولوژیک به شمار می‌آیند. جلبک‌های سبز- آبی از نظر تولید ترکیبات فعال با فعالیت‌های مختلف زیستی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند از جمله این موارد تولید ترکیباتی با فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی توسط این گروه از موجودات است. دما و pH محیط کشت، دوره انکوباسیون، ترکیب محیط و شدت نور از عوامل مهم و تاثیرگذار در تولید ترکیبات ضد میکروبی توسط این میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. امروزه توجه متخصصین علم تغذیه به دستگاه گوارش، فیزیولوژی هضم و جذب مواد و ایجاد تغییرات تغذیه‌ای در لوله گوارش به منظور بهبود عملکرد طیور معطوف شده است. به همین جهت سعی شده با شناخت بیشتر دستگاه گوارش به خصوص روده و اجزای تشکیل‌دهنده آن از جمله میکروارگانیسم‌ها که رابطه مستقیم و متقابل با پرنده دارند به بهبود رشد و سلامتی حیوان کمک شود. نتایج آزمایش بر روی بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار تحت تنش گرمایی نشان داد که مکمل اسپیرولینا اثر مثبت بر میکروب‌های روده دارد، به طوری که تغذیه این جلبک سبب کاهش جمعیت باکتری اشریشیاکلی در محتویات روده بلدرچین‌ها می‌گردد در حالی که تأثیر نامطلوبی بر جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل روده این پرنده‌ها نمی‌گذارد.



نمودار ۲- اثر افزودن سطوح ۱، ۳ یا ۵ کیلوگرم پودر اسپیرولینا در هر تن جیره بر جمعیت اشیشیاکلی محتویات ایلئوم بلدرچین های تخم گذار تحت تنش گرمایی (لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در هر گرم از محتویات).

توصیه ترویجی

اسپیرولینا ریزجلبکی است که قابلیت سازگاری با محیط کشت هایی غیر از محیط کشت استاندارد زاروک را دارد و لذا می توان با استفاده از محیط کشت های مقرون به صرفه و پساب تصفیه شده کارخانجات صنایع غذایی و دامداری ها آن را با هزینه پائین تولید و در تغذیه طیور استفاده نمود. با توجه به تأثیر مثبت جلبک اسپیرولینا بر ضخامت پوسته، رنگ زرده تخم بلدرچین و پاسخ های ایمنی همراهِ و سلولی، استفاده از سطح ۳ کیلوگرم جلبک اسپیرولینا در هر تن جیره آردی به عنوان یک محصول بومی ارزشمند در جیره بلدرچین های تخم گذار تحت تنش گرمایی پیشنهاد می شود.

خلاصه مطالب

تنش گرمایی یکی از چالش‌های مهمی است که صنعت پرورش طیور کشور در تابستان با آن مواجه است و سبب تحمیل خسارت‌های زیادی به ویژه در سالن‌های پرورش طیور گوشتی می‌شود. از این‌رو محققین علم تغذیه طیور به دنبال ارائه راهکارهای تغذیه‌ای نوین از جمله استفاده از مواد افزودنی طبیعی نظیر جلبک اسپیرولینا با خاصیت آنتی‌اکسیدانی در جیره طیور هستند. نتایج تحقیقات اخیر نشان داد که تغذیه ۵ گرم پودر خشک جلبک اسپیرولینا در هر کیلوگرم جیره سبب افزایش مصرف خوراک، افزایش وزن بدن، شاخص کارایی تولید و درصد سینه بلدرچین‌های ژاپنی تحت تنش گرمایی تحت تنش گرمایی در دوره تنش گرمایی می‌شود. همچنین تغذیه جلبک اسپیرولینا در سطوح ۳ و ۵ گرم در هر کیلوگرم خوراک سبب افزایش پاسخ ایمنی همورال و سلولی، بهبود ضخامت پوسته تخم، رنگ زرده و کاهش کلسترول هر گرم زرده تخم بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار تحت تنش گرمایی شد. همچنین مکمل اسپیرولینا اثر مثبت بر میکروب‌های روده دارد، به طوری که تغذیه این جلبک سبب کاهش جمعیت باکتری اشریشیاکلی در محتویات روده بلدرچین‌های تخم‌گذار شد.

منابع

- Anbarasan, V., kumar, V. K., Kumar, P. S. and Venkatachalam, T. (2011). In vitro evaluation of antioxidant activity of blue green algae *Spirulina platensis*. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 2 (10), 2616-2618.
- Ansari, M.S., Hajati, H., Gholizadeh, F., Soltani, N. and Alavi, S. M. (2018). The Effect of different levels of algae (*Spirulina*) on growth performance, intestinal morphology, gut microflora, carcass characteristics and some blood parameters in broiler chickens. Journal of Phyco-logical Research, 2(2), 186-197.
- Avagyan, A. B. (2008). A contribution to global sustainable development: inclusion of microalgae and their biomass in production and bio cycles. Clean Technologies and Environmental Policy, 10(4), 313-317.
- Chen, J., Jiang, Y., Ma, K.Y., Chen, F. and Chen, Z.Y. (2011). Micro-alga decreases plasma cholesterol by down-regulation of intestinal NPC1L1, hepatic LDL receptor, and HMG-CoA reductase. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59, 6790-6797.
- Hajati, H., and Zaghari, M. (2019a). Effects of *Spirulina platensis* on growth performance, carcass characteristics, egg traits and immunity response of japanese quails. Iranian Journal of Applied Animal Science, 9(2), 347-357.

Hajati, H., and Zaghari, M. (2019b). *Spirulina Platensis* in poultry nutrition. Cambridge Scholars Publishing.

Hajati, H., Zaghari, M. and Oliveira, H. C. (2020). *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* can be considered as a probiotic alternative to reduce heat stress in laying japanese quails. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(1).

Hajati, H., Zaghari, M., Negarandeh, R. and Ricke, S. (2020). Effect of in ovo feeding of algae on hatchability and hatching weight of Japanese quails. 7th International Veterinary Poultry Congress, 4-5 February, Tehran, IRAN.

Hajati, H., Zaghari, M., Negarandeh, R. and Ricke, S. (2020). Effect of in ovo feeding of *Spirulina platensis* on hatchability and growth performance of broiler chicks. 7th International Veterinary Poultry Congress, 4-5 February, Tehran, IRAN.

Hemalatha, K., Pugazhendy, K., Jayachandran, K., Jayanthi, C. and Meenambal, M. (2012). Studies on the protective efficacy of *Spirulina* against lead acetate induced hepatotoxicity in *Rattus norvegicus*. *International Journal of Chemical and Analytical Science*, 3, 1509-1512.

Jamil, A.B.M.R., Akanda, R., Rahman, M., Hossain, A. and Islam, S. (2015). Prebiotic competence of *spirulina* on the production performance of broiler chickens. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2, 304-309.

- Mariey, Y. A., Samak, H. R. and Ibrahim, M. A. (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(1), 201-215.
- Mariey, Y., Samak, H., Abou-Khashba, H., Sayed, M. and Abou-Zeid, A. (2014). Effect of using *Spirulina platensis* algae as a feed additives for poultry diets: 2 productive performance of broiler. *Egypt. Poultry Science*, 34, 245-258.
- Nikodemusz E., Paskai P., Toth L. and Kozak J. (2010). Effect of dietary spirulina supplementation on the reproductive performance of farmed pheasants. *Poult. Indust.* 10, 1-2.
- Park, W. S., Kim, H. J., Li, M., Lim, D. H., Kim, J., Kwak, S. S. and Ahn, M. J. (2018). Two classes of pigments, carotenoids and c-phyco-cyanin, in spirulina powder and their antioxidant activities. *Molecules*, 23(8), 2065.
- Peiretti, P.G. and Meineri, G. (2008). Effects of diets with increasing levels of *Spirulina platensis* on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. *Livestock Science*. 118, 173-177.
- Saharan, V., & Jood, S. (2017). Nutritional Composition of *Spirulina Platensis* Powder and its Acceptability in Food Products. *International Journal of Advanced Research*, 5(6), 2295-2300.
- Salmeán, G. G., Castillo, L. H. F., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of *Spirulina* (*Arthrospira*). *Nutri-*

ción hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral, 32(1), 34-40.

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

Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A. and Józefiak, D. (2015). Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 71, 663-672.

Wu, Q., Liu, L., Miron, A., Klímová, B., Wan, D. and Kuča, K. (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: an overview. *Archives of toxicology*, 90, 1817-1840.

Zaghari, M., and Hajati, H. (2018). Scrutinizing of *Spirulina Platensis* on growth performance and carcass characteristics of Japanese quail. *Advances in Animal Biosciences*. Page 195.

Zeweil, H., Abaza, IM., Zahran, SM., Ahmed, MH., Aboul Ela, HM. and Saad, AA. (2016). Effect of *Spirulina platensis* as dietary supplement on some biological traits for chickens under heat stress condition. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. 6 (56): 08.

Zhu, C., Zhai, X., Wang, J., Han, D., Li, Y., Xi, Y. and Chi, Z. (2018). Large-scale cultivation of *Spirulina* in a floating horizontal photobioreactor without aeration or an agitation device. *Applied microbiology and biotechnology*, 102(20), 8979-8987.