ALGALMAG

فصلنامه الکترونیکی جلبک و گیاهان آبزی

دوره اول، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۷ شماره پیاپی ۱

تاثیر غنی‌سازی آب دریای خزر منطقه گمیشان با استفاده از بی‌کربنات سدیم بر رشد میکروجلبک *SPIRULINA PLATENSIS*

خورشید حسین زاده، علی گنجیان خناری ۱

تاثیر میکروجلبک کلرلا بر عملکرد رشد و برخی پارامترهای خونی جوجه گوشتی

علی گنجیان خناری، فاطمه گنجیان خناری، ساناز درویش زاده، معصومه خسروی، یداله چاشنی دل، ایرج رجبی ۱۳

طراحی، ارزیابی و ساخت فتوبیوراکتور جهت تولید انبوه میکروجلبک

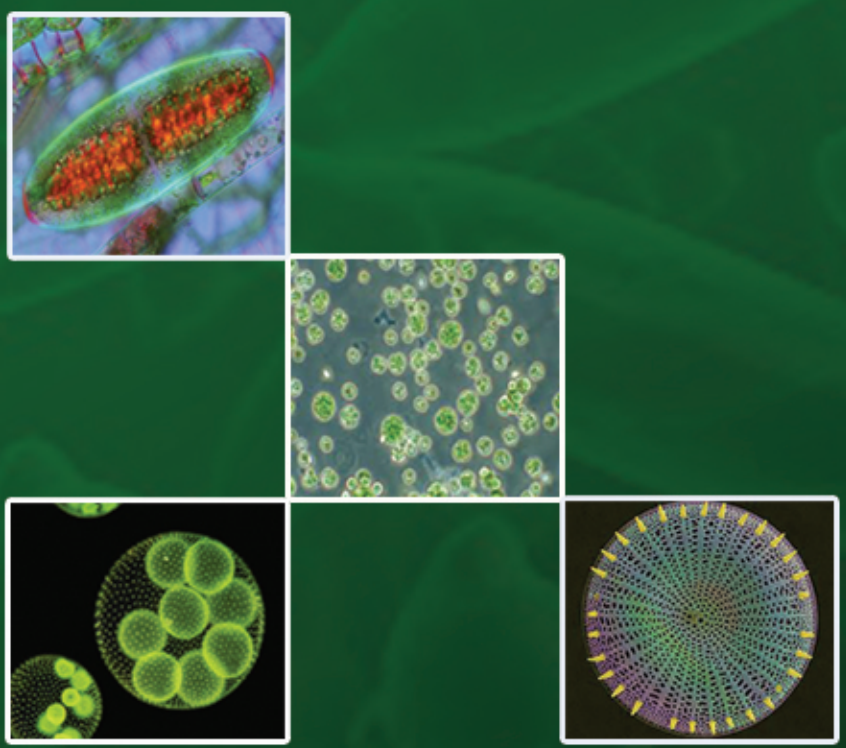
ساناز درویش‌زاده، علی گنجیان خناری، محمد جواد بیانی ۲۲

ارزیابی مصرف خوراکی میکروجلبک اسپیرولینا بر کاهش میزان قندخون در افراد مبتلا به دیابت تیپ ۲

حرمت‌السادات آزمند رستمی، علی مکرمی رستمی، علی گنجیان خناری، ساناز درویش‌زاده ۳۴

تاثیر سطوح مختلف پودر سماق (*Rhus coriaria L.*) بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی

متین شکوری، مهرداد ایرانی، حامد قلی پور نوذری..... ۴۲



تاثیر غنی‌سازی آب دریای خزر منطقه گمیشان با استفاده از بی‌کربنات سدیم بر رشد میکروجلبک *SPIRULINA PLATENSIS*

خورشید حسین زاده*[۱]، علی گنجیان خناری[۲و۳]

۱- دانشجوی دکتری تکنولوژی مواد غذایی - دانشگاه ارومیه
۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
۳- گروه پژوهشی شیلات و آلاینده‌های آبی خزر–وزارت علوم،تحقیقاتوفناوری

*kh.hoseinzade@yahoo.com

چکیده

به دلیل ارزش غذایی بالا و کاربرد گسترده میکروجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در غنی‌سازی مواد غذایی مختلف، در این بررسی افزودن غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم (۰، ۱/۴، ۲/۸ gl^{-1}) و نیترات سدیم (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ gl^{-1}) به آب دریای گمیشان(منطقه شرق حوضه جنوبی دریایی خزر)جهت بررسی اثر آن‌ها بر رشد میکروجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، در قالب ۸ تیمار با طرح کاملا تصادفی انجام شد. کشت اسپیرولینا در دمای۳۰°C، شدت نور ۴۶۷۰±۳۵۰lux و پریود نوری (L/D: 12/12)انجام شد. نتایج نشان داد ۲/۸ gl^{-1} بی‌کربنات سدیم و ۰/۲۵ gl^{-1} نیترات سدیم بیشترین میزان رشد (۳۵ ×10^4 عدد سلول در میلی‌لیتر) را حاصل می‌کند. در این تیمار نرخ رشد و ضریب رشد ویژه به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۹۷ ، که از سایر تیمارها بالاتر بود. استفاده از ۲/۸ گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم و ۰/۵ gl^{-1} نیترات سدیم تعداد سلول‌ها، نرخ رشد و ضریب رشد ویژه را کاهش داد.

واژه های کلیدی: اسپیرولینا، غنی‌سازی، آب دریا، بی‌کربنات سدیم، نیترات سدیم.

مقدمه

بیوماس(زی‌توده) *Spirulina platensis* سال‌هاست توسط انسان مصرف می‌شود که علت آن خواص سلامتی‌بخش این میکروجلبک می‌باشد. این خواص مفید به‌علت میزان زیاد پروتئین(حدود ۶۵٪ وزنی-وزنی)، ترکیب متعادلی از ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات دیگر مانند اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳[۱] و امگا ۶[۲] ، ترکیبات فنولی با تاثیر آنتی‌اکسیدانی بر پرواکسیداسیون لیپیدها،می‌باشد(Costa, *et al.*, 2002).ترکیب شیمیایی پودر اسپیرولینا تجاری شامل ۶۰٪ پروتئین، ۲۰٪ کربوهیدرات، ۵٪ چربی، ۷٪ مواد معدنی و ۶-۳٪ رطوبت، می‌باشد این ماده کم‌چربی، کم‌کالری، بدون کلسترل و منبع عالی پروتئین می‌باشد. طبق یافته‌های موسسه ملی سرطان ایالات متحده آمریکا، مصرف روزانه ۶mg بتاکاروتن خطر ابتلا به سرطان را کاهش داده و به حداقل می‌رساند. این در حالی‌است که مصرف روزانه ۴g پودر اسپیرولینا برای دریافت ۶mg بتاکاروتن کفایت می‌کند(Habib, *et al.*, 2008). این میکروارگانیسم‌به‌دلیل رشد در محیط بسیارانتخابی،می‌تواند در استخرهایروباز(عاری از میکروارگانیسم‌های آلوده‌کننده)کشت داده‌شود(Borowitzka, 1999).

۱- ω3
۲- ω6

Algalnao

از طرفی تولید با هزینه پایین با استفاده از محیط کشت ارزان می‌تواند یک فاکتور کلیدی در توسعه تولید *Spirulina platensis* باشد. استفاده از آب دریا بهینه شده (Faucher, *et al*., 1979) یا بعد از غنی‌سازی با مواد مغذی خاص در شرایط آزمایشگاهی(Materassi, *et al*., 1984) یا در استخرهای روباز گردشی (Tredici, *et al*., 1986;Wu, *et al*., 1993) به عنوان یک محیط پیشنهادی جهت تولید *Spirulina platensis* گزارش شده‌است. باتوجه به اهمیت اقتصادی میکروجلبک‌ها از جمله *Spirulinaplatensis* در زمینه‌های غذایی و دارویی، تولید این ارگانیسم‌با استفاده از منابع ارزان مانند آب دریا مورد توجه تولیدکنندگان می‌باشد.با توجه به اهمیت اقتصادی جلبک‌ها در زمینه‌های غذایی، دارویی،کود بیولوژیک(کودسبز)و بیودیزل(سوخت سبز)ضرورت رشد سریع‌تر و ارزان‌تر این ارگانیسم‌ها مورد توجه تولیدکنندگان انبوه می‌باشد، از این‌رو با تغییر بعضی از منابع غذایی می‌توان میزان رشد و تراکم سلولی را به‌حداکثر مقدار خود به‌خصوص در مقادیر انبوه رساند. لذا می‌بایست مطالعاتی بر روی تاثیر میزان این عناصر روی واریته‌ها وگونه‌های بومی و غیربومی‌کشورمان صورت گیرد تا بتوان به خودکفایی و رفع مشکلات آبزی‌پروی دست یافت. بررسی تنوع گونه‌ای میکروجلبک‌های بومی منطقه و ارزیابی پتانسیل پرورش انبوه، بررسی ارزش غذایی و یافتن کاربردآن‌ها درصنایع مختلف می‌تواند بنیادی‌ترین تحقیق درآغازصنعتی شدن کشت، پرورش و استفاده از میکروجلبک‌ها باشد. براساس مطالعات انجام-شده منابع آبی داخلی منبع بسیارمهم و سرشار از میکروجلبک‌ها هستند و در دریای خزر بیش از ۳۳۴گون هاز۸شاخه فیتوپلانکتون موردشناسایی قرارگرفته‌است(گنجیان و همکاران ۱۳۹۱ ,Ganjian *et al*., 2010; Ganjian *et al*., 2011;

هدف از این تحقیق تعیین مناسب‌ترین غلظت بی‌کربنات سدیم و نیترات سدیم در آب خلیج گمیشان (سال ۱۳۹۱) جهت حصول محیط کشتی ارزان و کارآمد برای تولید میکروجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس می‌باشد.

مواد و روش ها

میکروارگانیسم و محیط کشت

در این بررسی سیانوباکتر *Spirulinaplatensis* از پارک زیست‌فناوری خلیج فارس خریداری شد. محیط کشت زاروک[۳] برای کشت و نگهداری مایه تلقیح مورد استفاده قرار گرفت. این محیط توسط زاروک به عنوان محیط کشت استاندارد *Spirulinaplatensis* ساخته شد و در اغلب منابع علمی جهت کشت و توسعه مایه تلقیح *Spirulinaplatensis* مورد استفاده قرار می‌گیرد(Vonshak, 1982; Zarrouk, 1996). آب خلیج گمیشان با غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم غنی‌سازی شد(جدول۱). برای ساخت محیط زاروک از ترکیبات شیمیایی با درجه خلوص آزمایشگاهی (مرک) استفاده شد.

جدول ۱. آنالیز آب دریای گمیشان

ترکیب شیمیایی	آب دریای گمیشان(ppm)
پتاسیم(k)	۱۱۵
کلسیم(Ca)	۲۰۰/۴
سدیم(Na)	۶۲۰
کربنات(CO_3^{2-})	۱۷۰
بی‌کربنات(HCO^{3-})	۵
نیترات(NO^{3-})	۰/۸۹
نیتریت(NO^{2-})	۰/۰۱۳
فسفات(PO_4^{3-})	۳/۳

۳-Zarrouk medium

Aisalmag

جدول۲. غلظت میزان مصرف بی‌کربنات سدیم و نیترات سدیم در تیمارها

تیمار	بیکربنات سدیم (sodium bicarbonate)g/l	نیترات سدیم (sodium nitrate) g/l
۰	۰	۰
۱	۰	./۲۵
۲	۰	۰/۵
۳	۱/۴	۰
۴	۱/۴	۰/۲۵
۵	۱/۴	۰/۵
۶	۲/۸	۰
۷	۲/۸	۰/۲۵
۸	۲/۸	۰/۵

در این بررسی آب دریا بدون افزودن مواد مغذی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

کشت

کشت در ارلن‌مایرهای ۲۵۰ ml با ۲۲۰ ml محیط کشت در قفسه کشت با دمای ۳۰±۲°C،شدتنور۴۶۷۰±۳۵۰ lux انجام شد. زمان نور دهی توسط تایمر اتوماتیک به صورت ۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم شد (Costa, *etal*., 2002)و(Reinehr and Costa, 2006).غلظت بی‌کربنات سدیم مطابق جدول ۱ در هر تیمار تنظیم شد. برای تنظیم غلظت در هر تیمار، جرم مورد نیاز ازبی‌کربنات سدیم برای رسیدن به غلظت مشخص در حجم ۲۲۰ ml توزین و به ارلن حاوی آب دریای گمیشان افزوده شد.هوادهی ارلن‌ها به‌طور مداوم با کمک پمپ اکواریومی انجام شد. به همه تیمارها ۵ ml از استوک *Spirulinaplatensis* تلقیح شد. شمارش تعداد سلول در استوک تلقیح شده به تیمارها و خود تیمارها در روزهای مختلف با استفاده از لام نئوبار انجام شد. برایهرتیمار ۳تکراردرنظر گرفتهشد. برداشت میکروجلبک‌ها با استفاده از پیپت پاستور استریل صورت گرفت. تعدادواقعیسلول‌هایجلبکدرهرتیمارودرهرروزبااستفادهاز فرمول زیربه‌دستآمد (Ganjian, 2011):

رقت×۱۰×میلی‌مترمربع/سلول‌ها = میلی‌مترمربع/سلول‌ها (۱)

وسعت شمارش‌شده(میلی‌متر مربع)/میانگین سلول‌های شمارش‌شده = میلی‌متر مربع/سلول‌ها

۱۰۰۰×۱۰×رقت×۵ ×تعداد سلول‌های شمارش‌شده = تراکم سلولی در هر ۱cc از نمونه

برای محاسبه ضریب رشد(ضریب رشد ویژه) Specific Growth Rate (SGR) درروزهای‌مختلف ازفرمول زیراستفاده شد (Ganjian, 2011):

$$\mu = K' = Ln\ (mt2/mt1)/t2-t1;\ t2>t1 \quad (۲)$$

m_2 = تراکم سلولی (تعداد سلول در میلی‌لیتر) در آخرین روز،m_1 =تراکم سلولی (تعداد سلول در میلی‌لیتر) دراولین روز، t_1 = اولین روز، t_2 = آخرین روز

تغییرات میکروجلبک *Spirulina platensis* طی ۲۱روز مورد بررسی قرار گرفت. هر ۷۲ ساعت یک بار شمارش از نمونه‌ها انجام شد. طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی و کلیه اطلاعات ثبت شده در انتهای آزمایش به وسیله آنالیز واریانس یک‌طرفه و تست دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. کلیه عملیات مربوط بوسیله نرم‌افزار *SPSS* 18 مورد سنجش قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد در بین غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم و نیترات سدیم که جهت غنی‌سازی آب دریای گمیشان مورد استفاده قرار گرفت، تیمار هفتم با داشتن ۲٫۸ gl^{-1} بی‌کربنات سدیم و ۰/۲۵ gl^{-1} نیترات سدیم بیشترین میزان رشد (۳۵×۱۰^{۴} عدد سلول در میلی‌لیتر) را در روز بیست‌ویکم داشت. در این تیمار نرخ رشد و ضریب رشد ویژه به ترتیب به ۰/۱۳ و ۰/۰۹۷ رسید که از سایر تیمارها بالاتر بود(جدول ۴).

با تلقیح اسپیرولینا به تیمار شاهد رشدی مشاهده نشد و تعداد سلول‌ها افزایش پیدا نکرد و پس از ۸ روز سلول‌های جلبک زرد شده و رسوب کردند. با افزودن ترکیبات مغذی (بی‌کربنات سدیم و نیترات سدیم) رشد اسپیرولینا ادامه پیدا کرد.

در تیمار ۱ و ۲ که به ترتیب حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵gl^{-1}نیترات سدیم بودند رشد اسپیرولینا ادامه پیدا کرد. پس از ۲۱ روز کشت در تیمار ۱ تراکم سلولی به ۱۰^{۴}× ۷٫۵ عدد سلول در میلی‌لیتر و در تیمار ۲ به۱۰×۱۰^{۴} عدد سلول در میلی‌لیتر رسید.

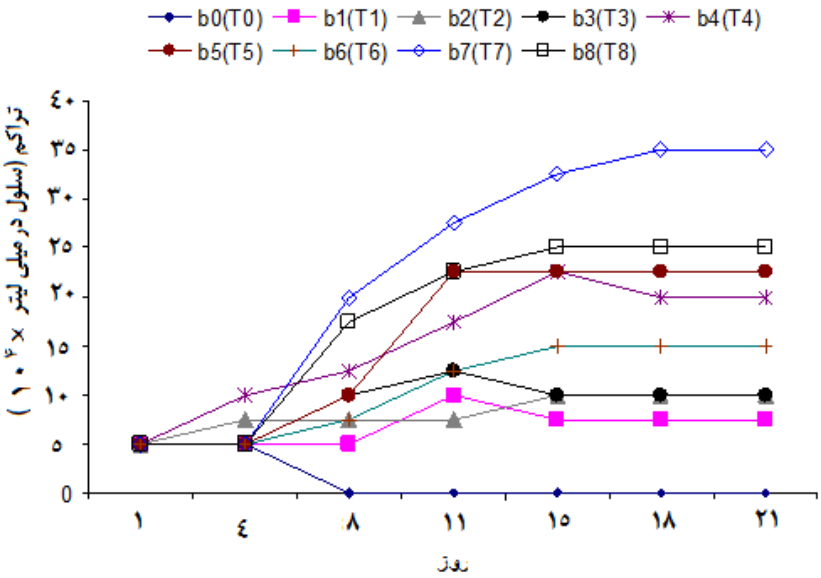
تیمارهای ۳، ۴ و ۵ حاوی ۱٫۴ gl^{-1} بی‌کربنات سدیم و به ترتیب ۰، ۰/۲۵ و۰/۵ گرم در لیتر نیترات سدیم بودند. در این تیمارها با افزایش میزان نیترات سدیم نرخ رشد و ضریب رشد افزایش یافت. در تیمار ۵ نرخ رشد به ۰/۱ و ضریب رشد ویژه به ۰/۰۷۴۵ رسید. تعداد سلول در تیمار ۵ بیشتر از تیمار ۳ و ۴ بود و در روز بیست‌و یکم به (۲۲٫۵×۱۰^{۴} عدد سلول در میلی‌لیتر)رسید(جدول ۴).

تیمارهای ۶، ۷ و ۸ حاوی ۲٫۸ gl^{-1} بی‌کربنات سدیم و به ترتیب ۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ gl^{-1} نیترات سدیم بودند. تیمار ۶ در مقایسه با تیمار ۳ افزایش چندانی در تعداد سلول‌ها نداشت اما ضریب رشد و نرخ رشد بیشتری نسبت به تیمار ۳ نشان داد(جدول ۳).

تیمار ۷ و ۴ میزان نیتروژن یکسان داشتند اما با افزایش میزان بی‌کربنات سدیم از ۱٫۴ به ۲٫۸ gl^{-1} تعداد سلول‌ها به بیشترین میزان خود رسید (۳۵×۱۰^{۴}عدد سلول در میلی‌لیتر) اما در تیمار ۸ با افزایش میزان نیترات سدیم به ۰/۵ gl^{-1} تعداد سلول‌ها، نرخ رشد و ضریب رشد کاهش پیدا کرد(شکل ۱، جدول ۳).

جدول۳. میزان نرخ رشد و ضریب رشد ویژه میکروجلبک اسپیرولینا در تیمارهای مختلف

تیمارها	ضریب رشد	نرخ رشد	تیمارها	ضریب رشد	نرخ رشد
T5	۰/۰۷۴۵	۰/۱	T0	۰	۰
T6	۰/۰۵۴	۰/۰۷۵	T1	۰/۰۱۷	۰/۰۲۷
T7	۰/۰۹۷	۰/۱۳	T2	۰/۰۳۴	۰/۰۴۷
T8	۰/۰۸	۰/۱۱	T3	۰/۰۳۴	۰/۰۴۷
T5	۰/۰۷۴۵	۰/۱	T4	۰/۰۶۹	۰/۰۹۵



شکل ۱. تراکم (تعداد سلول در میلی‌لیتر ×۱۰^۴) میکروجلبک اسپیرولینا در تیمارهای مختلف

Algal

جدول ۴. مقایسه رشد میکروجلبک اسپیرولینا (تعداد سلول در میلی‌لیتر × ۱۰۴) در تیمارهای مختلف

	انحراف معیار ±میانگین (×۱۰^{۴})								
روزهای شمارش	b0(T0)	b1(T1)	b2(T2)	b3(T3)	b4(T4)	b5(T5)	b6(T6)	b7(T7)	b8(T8)
۱	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵
۴	۰۵	۰۵	۷٫۳۵٫۵۳	۰۵	۰۱۰	۰۵	۰۵	۰۵	۰۵
۸	۰۵	۰۵	۷٫۳۵٫۵۳	۰۱۰	۱۲٫۳۵٫۵۳	۰۱۰	۷٫۳۵٫۵۳	۰۲۰	۱۷٫۳۵٫۵۳
۱۱	۰	۰۱۰	۷٫۳۵٫۵۳	۱۲٫۳۵٫۵۳	۱۷٫۳۵٫۵۳	۲۲٫۳۵٫۵۳	۱۲٫۳۵٫۵۳	۲۷٫۳۵٫۵۳	۲۲٫۳۵٫۵۳
۱۵	۰	۷٫۳۵٫۵۳	۰۱۰	۰۱۰	۲۲٫۳۵٫۵۳	۲۲٫۳۵٫۵۳	۰۱۵	۳۲٫۳۵٫۵۳	۰۲۵
۱۸	۰	۷٫۳۵٫۵۳	۰۱۰	۰۱۰	۰۲۰	۲۲٫۳۵٫۵۳	۰۱۵	۰۳۵	۰۲۵
۲۱	۰	۷٫۳۵٫۵۳	۰۱۰	۰۱۰	۰۲۰	۲۲٫۳۵٫۵۳	۰۱۵	۰۳۵	۰۲۵
کل	۱٫۲۴۲٫۳۴	۶٫۲۷۸٫۴۸	۸٫۲۲۱٫۴۸	۸٫۲۹۲٫۸۹	۱۵٫۶۳۵٫۳۴	۱۵٫۸۷۱٫۵۱	۱۰٫۴۷۱٫۷۴	۲۲٫۱۲۸۵٫۸۱	۱۸٫۷۵۷٫۹۴

جدول۵ . مقایسه ضریب تغییرات مربوط به رشد میکروجلبک اسپیرولینا در تیمارهای مختلف

روزهای شمارش	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۴۷٫۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۴۷٫۱۴	۰	۲۸٫۲۸	۰	۴۷٫۱۴	۰	۲۰٫۲۰
۱۱	۰	۰	۴۷٫۱۴	۲۸٫۲۸	۲۰٫۲۰	۱۵٫۷۱	۲۸٫۲۸	۱۲٫۸۵	۱۵٫۷۱
۱۵	۰	۴۷٫۱۴	۰	۰	۱۵٫۷۱	۱۵٫۷۱	۰	۱۰٫۸۷	۰
۱۸	۰	۴۷٫۱۴	۰	۰	۰	۱۵٫۷۱	۰	۰	۰
۲۱	۰	۴۷٫۱۴	۰	۰	۰	۱۵٫۷۱	۰	۰	۰
کل	۰	۳۶٫۶۳	۳۰٫۲۶	۳۲٫۴۲	۴۱٫۳۱	۵۴٫۱۹۴	۴۴٫۲۹	۴۲٫۸۰	۴۲٫۸۰

Algalmag

بحث

کربن ماده مغذی ضروری برای کشت سیانوباکترها است و می‌تواند به شکل آلی یا غیرآلی جذب شود. کربن غیرآلی از طریق مکانیسم تغلیظ دی‌اکسیدکربن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیانوباکترها این توانایی را دارند که هم از دی-اکسیدکربن و هم از بی‌کربنات به عنوان منبع کربن غیرآلی استفاده کنند(Markou and Georgakakis, 2010) .

انحلال دی‌اکسیدکربن در آب یک سیستم بافر ضعیف اسید/باز به‌نام بی‌کربنات-کربنات ایجاد می‌کند. تشکیل گونه‌های کربن غیرآلی تابعی از دما و pH می‌باشد. در مقادیر pH تا حدود ۱۰/۵، گونه‌های بی‌کربنات غالب هستند در حالی که در مقادیر بالاتر از pH=۱۰/۵ کربنات غالب می‌باشد (Markou and Georgakakis, 2010).

نیتروژن نیز یکی از مواد مغذی مهم برای تولید بیوماس میکروجلبک می‌باشد. میزان نیتروژن در بیوماس بسته به مقدار، در دسترس بودن و نوع منبع نیتروژن، از ۱ تا ۱۰٪ متغیر است. نیتروژن می‌تواند به صورت NO^{3-}، NO^{2-}، NH^{4+}و N_2 مورد استفاده قرار گیرد. ترتیب مواد نیتروژنی که اسپیرولینا ترجیح می‌دهد از آن استفاده کند به صورت $N_2 > NO^{3-} > NH^{4+}$ می‌باشد. زمانی که نیترات در دسترس است این ماده به صورت درون سلولی توسط نیترات ردوکتاز F۳[۴] به نیتریت احیا می‌شود و نیتریت توسط نیتریت ردوکتاز F۴[۵] به آمونیوم احیا می‌شود. بنابر این ضایعات و پساب‌های غنی از نیتروژن می‌توانند به عنوان یک محیط کشت مناسب برای تولید پروتئین مورد توجه قرار گیرند (Markou and Georgakakis, 2010).

طبق تحقیقات با کشت اسپیرولینا در دمای ۳۰ میزان پروتئین و لیپید به طور معناداری با تغییر غلظت نیتروژن تاثیر نمی‌پذیرد در حالی که در دمای 35^0C افزایش در میزان پروتئین و لیپید مشاهده می‌شود. در اغلب تحقیقات انجام شده در ارتباط با اسپیرولینا، این میکروجلبک در محیط زاروک کشت شده‌است که نیتروژن در این محیط به صورت نیترات سدیم در دسترس می‌باشد. تحقیقات زیادی انجام شده‌است که در آن‌ها تلاش شده از منابع مختلف نیتروژن مانند آمونیوم کلراید، آمونیوم سولفات، آمنیوم فسفات، اسید و اوره برای کشت اسپیرولینا استفاده شود. با این وجود نیترات سدیم مناسب‌ترین ماده مغذی برای کشت اسپیرولینا می‌باشد(Markou and Georgakakis, 2010).

اولین کشت موفقیت‌آمیز اسپیرولینا ماکسیما با استفاده از آب دریا به‌علاوه اوره، میانگین سالانه تولید بیوماس اسپیرولینا ۷/۳۵ میلی‌گرم به‌ازای هر مترمربع در هر روز را نتیجه داد که کمی پایین‌تر از مقدار بدست آمده از محیط استاندارد بی-کربنات سدیم به‌علاوه آب دریا بود(۸/۱۴ گرم به‌ازای هر متر مربع در هر روز)(Tredici, *etal*., 1986).

نتایج این بررسی نشان داد استفاده از آب دریای گمیشان بدون غنی‌سازی جهت کشت میکروجلبک اسپیرولینا مناسب نمی‌باشد. با توجه به حضور سایر ترکیبات مغذی در آب گمیشان(جدول ۱) با غنی‌سازی آب توسط منبع کربن و نیتروژن می‌توان از آن برای کشت میکروجلبک اسپیرولینا استفاده کرد(جدول ۴). مطابق با تحقیق تردسی و همکاران ۱۹۸۶، می-توان با استفاده از منبع کربن و نیتروژن در آب دریا اسپیرولینا را کشت کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

آب تالاب منگوئرا[۶](در برزیل)چندین ماده مغذی مورد نیاز برای رشد اسپیرولینا را دارد، بنابر این می‌تواند به محیط کشت اسپیرولینا افزوده شود و هزینه‌های تولید این میکروجلبک را کاهش دهد. در یک تحقیق محیط زاروک رقیق نشده، محیط زاروک رقیق شده با ۵۰٪ آب تالاب و آب تالاب به‌علاوه ۱۰٪ محیط زاروک جهت کشت اسپیرولینا به‌کار رفت. ضریب رشد

4- nitrate reductase
5-nitrite reductase
6-Mangueira Lagoon

ویژه d^{-1} ۰/۱۱۱ و بازدهی بیومس $gl^{-1}d^{-1}$ ۰/۰۴۲۲۳با استفاده محیط زاروک به‌دست آمد. در حالی که با استفاده از آب تالاب به‌علاوه ۱۰٪ محیط زاروک ضریب رشد ویژه d^{-1} ۰/۱۱۳ و بازدهی $gl^{-1}d^{-1}$ ۰/۰۴۶۷ حاصل شد (Reinehr and Costa, 2006).

در این بررسی تیمار ۷ بیشترین تراکم سلولی را داشت در حالی‌که تراکم سلولی در تیمار ۸ (با وجود مواد مغذی بیشتر) کمی پایین‌تر از تیمار ۷ بود(جدول ۴). مطابق با تحقیق Costa وReinehr(۲۰۰۶)، استفاده از آب تالاب منگوئرا بهعلاوه ۱۰٪ محیط استاندارد جهت کشت اسپیرولینا، بازدهی و ضریب رشد بالاتری نسبت به محیط استاندارد حاصل می‌کند اما با استفاده از آب دریای گمیشان به‌علاوه بی‌کربنات سدیم (gl^{-1} ۰، ۱/۴، ۲/۸) و نیترات سدیم (gl^{-1} ۰/۵، ۲/۵، ۰)

در مقایسه با محیط استاندارد تراکم سلولی و ضریب رشد ویژه کمتری حاصل شد. علت این امر میزان ترکیبات مغذی بالاتر در آب تالاب منگوئرا در مقایسه با آب دریای گمیشان می‌باشد.

در تحقیقی دیگر بی‌کربنات سدیم،اوره، فسفات، سولفات، فریک‌آهن، منگنز و پتاسیم، برای تکمیل کردن آب تالاب منگوئرا جهت کشت اسپیرولینا مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد تولید بیوماس اسپیرولینا در آب تالاب منگوئرا gl^{-1} ۰/۰۷۸/۰۱ (بر مبنای وزن خشک) می‌باشد، در حالی که در آب تالاب به‌علاوه gl^{-1}۲/۸۸ بی‌کربنات سدیم بدون افزودن اوره، فسفات، سولفات و آهن، میزان بیوماس تولید شده به gl^{-1} ۰/۰۸۲/۰۱ رسید. با افزودن فسفات و ترکیبات آهن‌دار، میزان نهایی بیوماس اسپیرولینا پلاتنسیس به gl^{-1}۰/۰۳ ۱/۳۴ افزایش یافت(Costa *et al.*, 2003).

طبق مطالعهای که گنجیان و همکاران در سال۱۳۹۱انجام دادند اثر بی‌کربنات سدیم ($NaHCO_3$) بر رشد میکروجلبک کلرلا در محیط کشتTMRL (AG) مورد بررسی قرار گرفت.بدین منظور از چهار غلظت بی‌کربنات سدیم $NaHCO_3$ (۲/۵، ۵، ۷/۵و ۱۰ در میلی لیتر) در محیط کشتTMRL (AG) طی ده روز استفاده گردید. نتایج حاصله با غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم که به محیط کشت TMRL(AG) اضافه شده نشان داد که تیمار سوم با غلظت ۷/۵ میلی‌لیتر، بیشترین رشدرا در روز دهم داشته‌است.

نتایج این تحقیق با نتایج کار گنجیانو همکاران (۱۳۹۱)، مطابقت داشت و استفاده از بی‌کربنات سدیم برای کشت میکروجلبک اسپیرولینا مانند کلرلا موثر واقع شد اما برای رشد اسپیرولینا در مقایسه با کلرلا به غلظت بالاتری از این ترکیب نیاز (7.5 ml)می‌باشد.

در این بررسی بدون افزودن بی‌کربنات سدیم و نیترات سدیم هیچ رشدی مشاهده نشد و با افزودن این ترکیبات رشد اسپیرولینا مشاهده شد که با نتایج کاستا و همکاران مطابقت دارد. اسپیرولینا در آب تالاب منگوئرا به‌علاوه بی‌کربنات رشد کمی داشت در آب دریای گمیشان به علاوه بی‌کربنات سدیم بدون نیترات سدیم (تیمار ۳ و ۶) نیز رشد کمی از خود نشان داد. افزودن منبع کربن و نیتروژن سبب افزایش قابل توجهی در میزان بیومس اسپیرولینا شد که با نتایج Costa و همکاران (۲۰۰۳)، مطابقت دارد.

تاثیر افزودن مواد مغذی به آب تالاب منگوئرا جهت رشد اسپیرولینا مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی اوره در ۰/۰۰۱۷۰، ۰/۰۱، ۰/۰۱۱۷۰، ۰/۰۰۵۸۵ و ۰ مولار و بی‌کربنات سدیم در غلظت‌های ۰، ۲/۸۸، ۹/۸۴، ۱۶/۸ و gl^{-1} ۱۹/۷ مورد استفاده قرار گرفت. این بررسی در قالب طرح RSMانجام شد نتایج نشان داد بهینه سطح ترکیبات مغذی ۰/۰۰۵۸۵ مولار اوره بدون افزودن بی‌کربنات سدیم می‌باشد در این حالت غلظت بیومس به gl^{-1}۱/۴ رسید در حالی که بدون افزودن ترکیبات مغذی غلظت بیومس gl^{-1} ۰/۹ بود(Costa, et al., 2002).

نتایج این تحقیقنشان می‌دهد با افزایش میزان نیترات سدیم در غلظت ثابت بی‌کربنات سدیم بیومس اسپیرولینا افزایش پیدا می‌کند(به‌جز تیمار ۸ که علت آن می‌تواند افزایش غلظت ترکیبات محلول و افزایش فشار اسمزی باشد که سبب کاهش رشد اسپیرولینا شد). نتایج این بررسی با نتایج تحقیق Costa و همکاران (۲۰۰۲)، مطابقت دارد و نشان‌دهنده اهمیت منبع نیتروژن جهت رشد اسپیرولینا می‌باشد.

در بین ترکیبات مختلفی که برای کشت اسپیرولینا مورد استفاده قرار می‌گیرند کربن از لحاظ هزینه مهم‌تر می‌باشد، اگر منبعی بتواند این عنصر را تامین نماید استفاده از آن برای تولید انبوه اسپیرولینا مناسب می‌باشد(Vonshak, 1997).

کشت آزمایشی اسپیرولینا در هوای آزاد انجام شد در حالی که نیترات سدیم و بی‌کربنات سدیم به ضایعات مایع گاو(شیرابه) افزوده شد. در این بررسی بالاترین نرخ تولید بدست آمده $۱۴gm^{-2}d^{-1}$ بود (Mitchell and Richmond, 1988). در مطالعه‌ای دیگر ضایعات گاو رقیق شده با آب به صورت بی‌هوازی هضم شد، سپس از این محیط برای کشت اسپیرولینا استفاده شد. نتایج نشان داد رشد جلبک در این شرایط سریع می‌باشد و هیچ گونه محدودیتی در حضور ترکیبات نیتروژنی[۷] در غلظت کم‌تر از mgl^{-1} ۷۵ رخ نمی‌دهد. اما غلظت بالاتر از mgl^{-1} ۱۰۰ این ترکیبات، از رشد جلبک جلوگیری می‌کند. با این حال بازدهی حذف ترکیبات نیتروژنی توسط جلبک $mgl^{-1}d^{-1}$ ۲۴ بود و بازدهی بیومس برای تولید در آزمایشگاه به $mgl^{-1}d^{-1}$ ۷۰ و برای کشت در هوای آزاد به $mgl^{-1}d^{-1}$ ۲۴ رسید(Lincoln, *etal*., 1996).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد کمبود منبع نیتروژن (تیمار ۳ و ۶) سبب کاهش تراکم سلولی، ضریب رشد ویژه و نرخ رشد میکروجلبک می‌گردد(جدول ۳ و ۴) که با نتایج Mitchellو Richmond(۱۹۸۸)، و Lincolnو همکاران (۱۹۹۶)، مطابقت دارد.

در یک بررسی، پساب هضم و صاف شده کارخانه نودل برنج برای کشت اسپیرولینا استفاده شد. غلظت‌های مختلف نیترات، فسفات، پتاسیم و سدیم کربنات برای برای غنی سازی پساب مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد محیط پساب اصلاح شده، حاوی پساب رقیق شده(رقت ۱:۱۱) و تکمیل شده با gl^{-1} ۰/۰۹ نیترات، gl^{-1} ۰/۵۹ فسفات، gl^{-1} ۰/۱۸ پتاسیم و gl^{-1} ۳ سدیم کربنات، بالاترین توانایی را برای کشت اسپیرولینا پلاتنسیس دارد. بیومس تولید شده ۵۹٪ پروتئین و ۱۴٪ فیکوسیانین داشت که تقریبا با مقدار این ترکیبات در بیومس رشد یافته در محیط زاروک برابر بود (Vetayasupom, 2004).

در بررسی حاضر بهترین میزان رشد میکروجلبک در غلظت gl^{-1} ۲/۸ بی‌کربنات سدیم و gl^{-1} ۰/۲۵ نیترات سدیم حاصل شد (تیمار ۷). در این تیمار میزان بی‌کربنات سدیم تقریبا مشابه مقدار آن در پساب کارخانه نودل می‌باشد اما میزان نیترات سدیم در این تیمار بیشتر از پساب کارخانه نودل است علت این امر حضور بیشتر نیتروژن در پساب و نیاز کمتر به منبع نیتروژن جهت غنی‌سازی آن می‌باشد.

تولید اسپیرولینا در مقیاس وسیع به عوامل مختلفی بستگی دارد، مهمترین این عوامل دما، نور و دسترسی مواد مغذی می‌باشد. این عوامل رشد و ترکیب اسپیرولینا را با تغییر متابولیسم تحت تاثیر قرار می‌دهند. کربن ماده مغذی اصلی مورد نیاز اسپیرولینا است. در دریاچه‌های قلیایی به دلیل حضور غلظت بالای بیکربنات سدیم، اسپیرولینا میکروارگانیسم غالب می‌باشد. بعد از هزینه کارگری، هزینه مواد مغذی بویژه کربن دومین هزینه در تولید توده اسپیرولینا می‌باشد Costa, *etal*., (2003).

7- $N–NH_3$

Costa و همکاران (۲۰۰۴) ،از اوره و سدیم بی‌کربنات برای غنی‌سازی آب تالاب منگوئرا استفاده کردند و میزان رشد اسپیرولینا را مورد بررسی قرار دادند. اوره در غلظت‌های ۰، ۱/۱۲۵ و $۲/۲۵۰ mgl^{-1}$ و سدیم بی‌کربنات در غلظت‌های ۰، ۲۱ و $۴۲ mgl^{-1}$ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد افزودن $۱/۱۲۵ mgl^{-1}$ اوره بدون افزودن بی‌کربنات سدیم بیشترین میزان بیومس را حاصل می‌کند که بیش از ۲ برابر بیومس تولید شده در آب تالاب غنی نشده بود. با افزودن $۲/۲۵۰ mgl^{-1}$ اوره بدون بی‌کربنات سدیم، میزان بیومس کاهش پیدا کرد. $۲۱ mgl^{-1}$ افزودن بی‌کربنات سدیم در غلظت‌های مختلف اوره افزایش کمی در میزان بیومس حاصل کرد در حالی که افزودن $۴۲ mgl^{-1}$ بی‌کربنات سدیم در غلظت‌های مختلف اوره سبب کاهش تولید بیومس شد. همه تیمارها با استفاده از آب تالاب بدون افزودن ترکیبات مغذی شروع شد و پس از ۳۱۲ ساعت کشت (کمبود مواد مغذی) اضافه شدن اوره و بی‌کربنات سدیم در غلظت‌های مختلف انجام شد، تنش حاصل از املاح نمکی ممکن است علت کاهش بیومس در غلظت‌های بالاتر باشد. نتایج این بررسی نشان داد اگرچه میزان کربنات و بی‌کربنات موجود در آب تالاب منگوئرا می‌تواند از رشد اسپیرولینا حمایت کند اما افزودن اوره برای رشد اسپیرولینا مفید است (Costa, *et al*., 2004).

نتایج این بررسی نشان داد آب دریای گمیشان به تنهایی برای حمایت رشد اسپیرولینا پلاتنسیس مناسب نمی‌باشد که با نتایج کار Costa و همکاران (۲۰۰۴)، مغایرت دارد علت آن کمتر بودن منبع کربن و نیتروژن آب دریای گمیشان در مقایسه با تالاب منگوئرا می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد تنها با افزودن منبع نیتروژن به آب دریای گمیشان نمی‌توان به حداکثر رشد اسپیرولینا دست یافت که با نتایج Costa و همکاران (۲۰۰۴)، مغایرت دارد و علت آن کمتر بودن میزان منبع کربن آب دریای گمیشان نسبت به تالاب منگوئرا می‌باشد. طبق نتایج این تحقیق با افزایش غلظت منبع نیتروژن و کربن در تیمار ۸ (جدول ۴) تراکم سلولی کاهش پیدا کرد که علت آن تنش حاصل از املاح نمک می‌باشد که با نتایج کار Costa و همکاران (۲۰۰۴)، مطابقت دارد.

منابع

گنجیان خناری، ع.، شکوری، م.، قاسم نژاد، م.، گنجیان خناری، ف.، فارابی، و.، ۱۳۹۱. بررسی تاثیر بی‌کربنات سدیم بر رشد میکروجلبک کلرلا(.Chlorella sp) در محیط کشت TMRL. مجلهتوسعهآبزیپروری،سالششم،شماره دوم.

Borowitzka, M.A., 1999. Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters. Journal of Biotechnology, 70, 313–321.

Costa, J.A.V., Colla, L.M., Duarte Filho, P., Kabke, K., Weber, A., 2002. Modelling of Spirulinaplatensis growth in fresh water using response surface methodology.World J. Microbiol: Biotechnology. 18, 603–607.

Costa, J.A.V., Colla, L.M., Duarte Filho, P., 2003. Spirulinaplatensis growth in open raceway ponds using fresh water supplemented with carbon, nitrogen and metal ions. Journal forNatureResearch: Journal of Biosciences 58, 76–80.

Costa, J.A.V., Colla, L.M.1, Duarte Filho, P., 2004. Improving Spirulinaplatensis biomass yield using a fed-batch process. Bioresource Technology, 92, 237-241.

Faucher, O., Coupal, B., Leduy, A., 1979. Utilization of seawater-urea as a culture medium for Spirulina maxima. Can J Microbiol, 25,752-759.

Ganjian, A.,WanMaznah, W.O.,Yahya , Kh., Najafpour, Sh., Najafpour, Gh.D., Roohi, A., Fazli, H., 2010. Seasonal succession of phytoplankton community structure in the southern part of Caspian Sea. American-EunrasianJ.Agric.& Environ. Sci., Vol. 8 (2), pp. 146-155.

Ganjian,A., 2011. Temporal distribution and composition of phytoplankton in the Southern part of Caspian Sea in Iranian waters from, 1994-2007. Thesis submitted in fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy. UNIVERSITI SAINS MALAYSIA.

Algalmas

Habib, M.A.B., Parvin, M., Huntington, T.C., Hasan, M.R,. 2008. A Review On Culture, Production And Use Of Spirulina As Food For Humans And Feeds For Domestic Animals And Fish: FAO Fisheries And Aquaculture Circular.

Henrikson, R. 1994.SuperfoodSpirulinamicroalgae-of futuro.Barcelona: EdicionesUranoSAISBN84-7953-047-2.

Lincoln, E.P., Wilkie, A.C., French, BT., 1996. Cyanobacterial process for renovating dairy wastewater. Biomass Bioenergy, 10, 63–81.

Markou, G., and Georgakakis, D., 2010. Cultivation of filamentous cyanobacteria (blue-green algae) in agro-industrial wastes and wastewaters A review: Applied Energy 88(10), 3389-3401.

Materassi, R., Tredici, M., Balloni, W. 1984. Spirulina culture in sea water. ApplMicrobiolBiotechnol 19: 384-386.

Mitchell, S.A. and Richmond, A., 1988. Optimization of agrowthmedium for Spirulina based on cattlewastea. Biological Wastes, 25(1), 41-50.

Radmann, E. M., Reinehr, C. O., Costa, J. A. V., 2007. Optimization of the repeated batch cultivation of microalga Spirulinaplatensis in open raceway ponds. Aquaculture, 265(1-4), 118-126.

Reinehr, C.O., Costa, J.A.V., 2006. Repeated batch cultivation of the microalga Spirulinaplatensis. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 22, 937–943.

Richmond, A., 1990. Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Boston. ISBN:0-8493-3240-0.

Tredici, M.R., Papuzzo, T. &Tomasello, L. 1986. Outdoor mass culture of Spirulina maxima in sea-water. Appl. Microbiol. Biotechnol., 24: 47–50.

Vetayasupom, S., 2004. The Potential of Using Wastwater from Household Scale Fermented Thai Rice Noodle Factories for Cultivating SpirulinaPlatensis. Pakistan Journal of Biological Scientific Information, 7(9), 1554-1558.

Vonshak, A., Abeliovich, A., Boussiba, S., Arad, S. & Richmond, A., 1982. Productio n of Spirulina biomass: effects of environmental factors and population density. Biomass, 2, 175–185.

Vonshak, A. 1997 Spirulinaplatensis (Arthrospira): Physiology, Cell-Biology and Biotechnology.London: Taylor & Francis. ISBN 0-7484-0674-3.

Wu B, Tseng CK., Xiang W. 1993. Large-scale cultivation of Spirulina in sea-water based cultured medium. Bot Mar, 36: 99-102

Zarrouk, C., 1966. Contribution to the study of cyanobacteria, Influence of various physical and chemical factors on growth and photosynthesis is Spirulina maxima. PhD thesis, University of Paris.

Algalmag

Study the Effects of Adding Nutrients to Gomishan Sea Water for Growth of*Spirulinaplatensis*

Abstract

Spirulina Microalgae cultivation is important Due to its high nutritional value and health benefits, and much research in the field of Microalgae production and factors affecting it have been done. Adding different concentrations of sodium bicarbonate (0, 1.4, 2.8 gl^{-1}) and sodium nitrate (0, 0.25, 0.5 gl^{-1}) to the Gomishan Sea water have been done for Study Spirulinaplatensis growth factors. Spirulina cultivation was performed at 30℃ , 4670± 350 lux and light period 12 L / 12 D. The results show that Use of 2.8 gl^{-1} sodium bicarbonate and 0.25 gl^{-1} sodium nitrate highest growth ($10^4 \times 35$ cells per ml) is obtained. In this treatment, the rate of growth and specific growth rate were 0.13 and 0.097 respectively, which were higher than other treatments. Use 2.8 gl^{-1} sodium bicarbonate and 0.5 gl^{-1} sodium nitrate decreased cell number, growth rate and the specific growth rate.

Keywords: *Spirulina, Enrichment,*GomishanSea water, sodium bicarbonate, sodium nitrate

Algalmag

بررسی تاثیر میکروجلبک کلرلا بر عملکرد رشد و برخی پارامترهای خونی جوجه گوشتی

علی گنجیان خناری* [۱و۲]، فاطمه گنجیان خناری[۱،۳]، ساناز درویش زاده [۲]، معصومه خسروی[۱،۵] ، یداله چاشنی دل[۴]، ایرج رجبی[۱]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ایران، ساری

۲- وزرات علوم، تحقیقات و فناوری، گروه پژوهشی شیلات و آلاینده‌های آبی خزر(کاسپین)، ساری

۳- دانشگاه ایست فیلیپین

۴-. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی و شیلات، گروه علوم دامی، ساری

۵- دانشجو دکتری تجارت حرفه ای سازمان مدیریت صنعتی

*aganjian2002@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به‌منظور تعیین اثرات نوشیدنی(سوسپانسیون) میکروجلبک کلرلا بر عملکرد لاشه و برخی فراسنجه (پارامتر) بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی از ۱تا ۴۲ روزگی انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار (هر تکرار ۱۲ قطعه جوجه) و با ۱۸۰ قطعه جوجه گوشتی (سویه هما) اجرا گردید. گروه‌های آزمایش شامل پنج تیمار با سه تکرار انجام گردید. در این تحقیق از ۱-۴۰ روزگی ، تفاو ت‌های معنی‌داری در تیمار های مختلف در روزهای ۸ ، ۱۵ و ۲۱ در وزن جوجه‌ها مشاهده گردید ($P< 0/05$). در صورتی‌که در روزهای ۲۹،۳۷و۴۰ روزگی بین وزن‌های تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P> 0/05$)، هرچند بین وزن‌ها در چهل‌روزگی اختلاف ۱۰۰-۱۵۰ گرم در تیمارها به ثبت رسید . نتایج آنالیز فاکتورهای خونی نشان داد، فاکتورLDL در تیمارهای مختلف اختلاف معنادار بوده ($P< 0/05$) و گروه شاهد حدود دو برابر را نشان داد. همچنین فاکتور کلسترول HDL بین تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معناداری مشاهده نگردید ($P> 0/05$) اما گروه شاهد و تیمار ۵ بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. فاکتور تری‌گلیسرید گروه شاهد با تیمارهای مختلف اختلاف معنادار نشان داد به طوریکه نسبت به گروه‌های دیگر بیشترین مقدار را دارا بوده است. فاکتور کلسترول بین تیمارها و شاهد اختلاف معناداری نبوده اما میزان کلسترول تیمار ۵ و شاهد بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند. نتایج این بررسی نشان داد استفاده از سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا علاوه بر حذف آنتی بیوتیک می‌تواند تاثیر مثبت در فاکتورهای خونی داشته باشد.

کلمات کلیدی: جوجه گوشتی، میکروجلبک کلرلا، آنتی‌بیوتیک، فاکتورهای خونی

مقدمه

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در زمینه‌ی مبارزه با عوامل بیماری‌زا و بهبود عملکرد در کنار آنها مشکلاتی را نیز در برداشته-است که از جمله‌ی این مشکلات می‌توان به پیدا شدن گونه‌های میکروبی مقاوم در مقابل آنتی‌بیوتیک‌ها، باقی ماندن بقایای آنها در تولیدات و اثرات سوء این مواد بر مصرف‌کنندگان اشاره کرد (Herandez *et al.*, 2004). لذا در

کشورهای اروپایی مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش طیور ممنوع و در سایر کشورها نیز مصرف آنها محدود گردیده-است(نوبخت و همکاران ۱۳۸۹). در کنار این محدویت در مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، جایگزین‌های مناسبی نیز برای آنها معرفی شده‌است که از مهمترین این جایگزین‌ها، می‌توان به گیاهان دارویی و مشتقات مختلف آنها اشاره کرد (نوبخت، ۱۳۹۱). مطالعات نشان داده‌اند که ۶۴ درصد از جمعیت جهان از داروهای گیاهی برای مبارزه با مشکلات سلامتی استفاده می‌کنند. در حال حاضر برآورد شده‌است که تقریباً ۵۰درصد از داروهای ترکیبی، مشتقی از ترکیبات گیاهی هستند و یا از آنها الگوسازی شده‌است(Benny &Vanitha 2004 ؛ اسدی و همکاران ۱۳۹۳).

جلبک‌های میکروسکوپی به‌دلیل دارا بودن مواد مغذی ارزشمند می‌توانند ضمن بهبود کیفیت غذای انسان و دام در ارتقای سلامت آنها نیز نقش موثری داشته باشند، این میکروارگانیسم‌ها دارای میزان بالایی پروتئین بوده و قدرت سنتز همه اسیدهای آمینه ضروری را دارند (Devgoswami *et al.*, 2012). میکروجلبک ها به‌دلیل سرعت رشد بالا، غیر فصلی بودن تولیدات و قابلیت برداشت روزانه، از میزان اهمیت بالایی برخوردارند(Quil *et al.*, 2011) . استفاده از پودر کلرلا به‌عنوان مکمل غذایی (۱٪) در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش و کیفیت رنگ تخم‌مرغ‌ها شده‌است (Janczyk *et al.*, 2007). تخم‌مرغ‌های تولید شده از جلبک‌ها، غنی از ید هستند. اضافه‌کردن میکروجلبک کلرلا در جیره غذایی مرغ‌ها باعث افزایش دوره تخم‌گذاری فصلی خواهد شد. (Arakawa *et al.*, 1960) در مقابل در یک مطالعه افزایش عملکرد مرغ تخم‌گذار، در مرغ‌هایی که بهره‌وری آنها پایین بود افزایش یافت(Janczyk, 2005). تغذیه با میکروجلبک سبز در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش رنگ زرد در زرده‌های تخم و بالا رفتن کیفیت تخم شد(Janczyk, 2005). کارتن و گزانتوفیل در میکروجلبک‌ها باعث افزایش کیفیت و رنگ زرده‌ی تخم‌ها می‌شود (Arakawa *et al.*, 1960). با توجه به اهمیت میکروجلبک کلرلا تحقیقات زیادی به‌منظور امکان استفاده از کلرلا در جیره طیور انجام شده‌است. (Arakawa *et al.*, 1960; Bianka & Lipstein,1980; Halle, 2009 &2013; Kang *et al.*, 2013). تمرکز اصلی این مطالعات ارزیابی ارزش غذایی کلرلا به عنوان یک منبع از رنگدانه، پروتئین و انرژی مواد مغذی با ارزش جایگزین خوراک دام بود.

از جمله مزایای استفاده از میکروجلبک‌ها را می‌توان به ساده بودن کاربرد و نداشتن اثرات جانبی سوء بر عملکرد حیوانات و نیز باقی نماندن بقایای مضّر در فرآوردهای تولیدی اشاره نمود. در ضمن، با استفاده از این نوع فرآورده‌های گیاهی، می‌توان از مزایای مختلف آنها از جمله خواص درمانی‌شان در مصرف‌کنندگان سود برد. با توجه به روند رو به افزایش بیماری‌های مختلف ناشی از برخی مواد غذایی فرآوری شده و نگهدارنده‌ها و استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای شیمیایی، بشر را بر آن داشت تا به دنبال جایگزین مناسبی برای این نوع مواد شیمیایی مضر، با مواد غذایی با ارزش غذایی بالا و مفید و البته موثر در کاهش میزان بیماری‌ها در انسان باشد. تا کنون تحقیقات اندکی بر روی منابع غذایی حاصل از جلبک‌ها صورت گرفته‌است اگرچه برخی نتایج حاکی از تاثیر مثبت این منابع غذایی ارگانیگ در کاهش بسیاری از مشکلات و بیماری‌ها می‌باشند. شایان ذکراست که در زمینه استفاده از میکروجلبک در تغذیه طیور تحقیقات بسیار اندکی صورت گرفته‌است اما تاکنون در ایران در این زمینه تحقیقاتی انجام نشده‌است یا اگر انجام شده نتایج زیادی از آن منتشر نشده‌است.

مواد و روش ها

در این بررسی بعد از تولید میکروجلبک کلرلا، در یک دوره ۴۱ روزه تاثیر استفاده از سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا بر عملکرد رشد و ارزش غذایی لاشه (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) مورد بررسی قرار خواهدگرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۸۰ قطعه جوجه یک‌روزه (هما) با ۵ تیمار (گروه شاهد و۳ سطح میکروجلبک

کلرلا) در ۳ تکرار (۱۲ قطعه جوجه گوشتی در هر تکرار) در ۱۵ واحد آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر با اسپانسر مالی وزارت جهاد کشاورزی استان مازندران شهرستان ساری انجام شد. میکروجلبک کلرلا به صورت محلول در آب (۳ سطح ، ۳۰٪، ۷۰٪ و۱۰۰٪ سوسپانسیون با آنتی بیوتیک) در لیتر آب از سوسپانسیون میکروجلبک حدود $۱۰^{۶}\times$ ۲۵ تعداد سلول در میلی‌لیتر) به آب آشامیدنی جوجه‌ها اضافه شد(جدول ۱).

در طول آزمایش، شرایط محیطی برای همه‌ی گروه‌های آزمایشی یکسان بود. برنامه‌ی نوری شامل روشنایی ۲۴ ساعته در هفته‌ی اوّل بوده و در هفته‌های بعدی ۱ ساعت به جوجه‌ها تاریکی داده شد. درجه‌ی حرارت محیط کنترل شده و تمامی جوجه‌ها به‌صورت آزاد به غذا و آب آشامیدنی دسترسی داشتند. واکسیناسیون و سایر عملیات بهداشتی نیز به‌صورت معمول در منطقه و با توصیه‌ی دامپزشک مسئول اعمال گردید.

مصرف آنتی‌بیوتیک

آنتی‌بیوتیک سولتریم مرحله اول روز سوم مقدار ۲سی‌سی در هر ۳ لیتر آب به‌مدت ۲۴ ساعت استفاده گردید. آنتی‌بیوتیک انروفلوکساسین مرحله دوم روز یازدهم مقدار ۲سی‌سی در هر ۳ لیتر آب به‌مدت ۲۴ ساعت استفاده گردید.

مرحله سوم: ۲۰ روزگی فلورفنیکل به میزان ۲ سی‌سی در هر لیتر آب به مدت سه روز مصرف گردید. قبل از مصرف تمام آنتی‌بیوتیک‌ها جوجه‌ها ۳ ساعت تشنگی داشتند.

در روز ۲۸روزگی آزمایش از هر تیمار(۳ پرنده) انتخاب و ۰/۲ میلی‌لیتر به هر پرنده محلول سوسپانسیون(SRBC تهیه شده از دانشکده دامپروری دانشگاه ساری) که سه بار با سرم فیزیولوژیک شستشو داده شده بود از طریق عضله سینه به پرندگان تزریق گردید. لازم به‌ذکر است قبل از تزریق SRBC هم خون گرفته‌شد.

در پایان، داده‌ها با نرم افزار Excel مرتب و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. مدل آماری مورد استفاده به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y=\mu+T_i+E_{ij} \qquad (۱)$$

در مدل فوق Y مقدار هر مشاهده، μ میانگین جمعیت، T_i اثر تیمار و E_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

جدول۱. میزان مصرف سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا در تیمارهای مختلف طی دوره پرورش

تیمار	درصدسوسپانسیون میکروجلبک در آب مصرفی	میزان آب شرب
۱	٪ ۳۰	٪۷۰
۲	٪ ۷۰	٪۳۰
۳	٪ ۱۰۰	٪۰
۴ شاهد	۰	٪۱۰۰
۵ با آنتی بیوتیک	٪ ۱۰۰	٪۰

Algalmag

نتایج و بحث

نتایج حاصله از میانگین افزایش وزن زنده (عملکرد وزن) روزانه در طی هفته‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی در جدول(۲) آمده است. در اولین هفته در هشت‌روزگی توزین تیمارها نشان از افزایش وزن در تیمار ۵ (سوسپانسیون ۱۰۰ درصد با آنتی‌بیوتیک) به مقدار ۱۹۵/۸۶ گرم و کمترین وزن در تیمار ۱(با ۳۰٪ سوسپانسیون) ۱۶۱/۵ گرم به ثبت رسید. و تیمار شاهد(۴) بعد از تیمار ۵ بیشترین وزن را به‌خود احتصاص داد. در ۱۵روزگی تیمار ۴ و ۵ با اختلاف ۲ گرمی بیشترین وزن را داشتند و تیمار ۱کمترین وزن را داشت. در ۲۱روزگی تا ۴۰روزگی تیمار ۴ شاهد بیشترین وزن و تیمار ۱ کمترین وزن را داشتند(جدول ۲) . همان‌طوری که در جدول۱ مشاهده می‌شود، تفاو ت های معناداری در تیمارهای مختلف در روزهای ۸ ، ۱۵ و ۲۱ در وزن جوجه‌ها مشاهده گردید($P< 0/05$) در صورتی‌که در روزهای ۲۹، ۳۷ و چهل-روزگی بین وزن‌های تیمارهای مختلف اختلاف معناداری مشاهده نگردید($P< 0/05$)، هرچند بین وزن‌ها در چهل‌روزگی اختلاف ۱۰۰-۱۵۰گرم در تیمارها به ثبت رسید. ارزش غذایی بالقوه و پتانسیل‌های موجود در میکروجلبک کلرلا نشان داده که تاثیر زیادی روی عملکرد فاکتورهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی و همچنین بالا بردن عملکرد سیستم ایمنی و سرعت رشد حیوانات خواهد شد (Tanaka *et al.*,1984; Singh Bamezai, 1998; Ishibashi, 1972). ترکیبات کلرلا در سیستم ایمنی و سلامت، از جمله کیفیت گوشت، تخم‌مرغ و تولید مثل آنها موثراست(Arakawa *et al.*,1960).

اضافه کردن میکروجلبک کلرلا در جیره غذایی مرغ‌ها باعث افزایش دوره تخم‌گذاری فصلی خواهد شد (Arakawa *et al.*, 1960). با توجه به اهمیت میکروجلبک کلرلا تحقیقات زیادی به‌منظور امکان استفاده از کلرلا در جیره طیور انجام شده است (Arakawa *et al.*,1960 ; Bianka&Lipstein, 1980 ; Halle2009-2013). تمرکز اصلی این مطالعات ارزیابی ارزش غذایی کلرلا به‌عنوان یک منبع از رنگدانه، پروتئین و انرژی و مواد مغذی با ارزش، جایگزین خوراک دام می باشد. کارهای تحقیقاتی زیادی به‌منظور بررسی مزایای بالقوه میکروجلبک کلرلا در جیره غذایی مرغ‌ها انجام شده و نتایج مثبت افزایش سیستم ایمنی، افزایش بهره‌وری و افزایش جمعیت میکروبی روده انجام شد (Janczyk *et al.*, 2009). همچنین باعث افزایش غلظت میکروفلورهای مفید روده شده و این امر باعث هضم و جذب بهتر ترکیبات غذا خواهد شد.

علاوه بر این، اطلاعات بسیار محدودی در مورد استفاده از کلرلا به‌عنوان جایگزین برای مکمل آنتی بیوتیک وجود دارد که رشد، ویژگی‌های ایمنی و جمعیت میکروبی روده مرغ گوشتی مورد بررسی قرار گرفته است. مواد موثره و مغذی در میکروجلبک کلرلا تاثیر زیادی روی افزایش غلظت میکروفلور در طیور خواهد داشت و می‌تواند جایگزین آنتی‌بیوتیک به-عنوان مکمل غذایی باشد که باعث افزایش رشد و سیستم ایمنی و همچنین باعث افزایش جمعیت میکروبی روده در جوجه‌های گوشتی خواهد شد(Schubert & Borowitzka, 1988).

(Kotrbácek et *al.*,1994) به این نتیجه رسیدند که ترکیبی از کلرلا با دیگر مواد افزودنی به‌عنوان خوراک بیولوژیکی بوده که در وزن زنده جوجه‌های گوشتی تاثیر نمی‌گذارد. با این حال، مکمل کلرلا در رژیم غذایی به‌طور قابل توجهی باعث افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد. در این مطالعه که مطابق با گزارش‌های قبلی در رابطه با خرگوش (Peiretti & Meineri, 2008) موش، (Takekoshi *et al.*, 2005) و جوجه های گوشتی انجام شده که تاثیری در رشد نداشت مطابقت ندارد. افزایش رشد و یا بهبود عملکرد وزن با جیره غذایی میکروجلبک کلرلا در جوجه‌های گوشتی ممکن است به‌دلیل کیفیت بالا پروتئین باشد. با توجه به نتایج تحقیقات قبلی اثر میکروجلبک کلرلا در افزایش وزن جوجه‌های گوشتی با تحقیقات حاضر مطابقت ندارد و به‌نظر می‌رسد نوشیدنی سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا تاثیری در افزایش وزن جوجه‌ها نداشته اما اثر بیشتر در فاکتورهای خونی و حذف آنتی‌بیوتیک می‌تواند موثر واقع شود، هر چند تحقیقات انجام شده محققان قبلی استفاده از پودر میکروجلبک کلرلا به‌صورت درصدی در جیره غذایی منظور شده و این

می‌تواند دلیل افزایش وزن در گروه‌هایی که با پودر جلبک تغذیه شدند باشد. در این تحقیق با توجه به جدول(۲) افزایش وزن در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد مشاهده نگردید، اما نزدیک به وزن شاهد بوده‌است.

افزایش مکمل ۱درصد از میکروجلبک کلرلا در جیره غذایی باعث افزایش پروتئین در جوجه‌های گوشتی خواهد شد. از سوی دیگر، این مستند شده‌است که MYCIN به ویرجینیا به‌عنوان AGP در صنعت خوراک دام برای پیشگیری از بیماری‌ها و سرعت بخشیدن به رشد حیوانات استفاده می‌شود(Butaye *et al*., 2003 ;Cervantes *et al*., 2011).

در آزمایش حاضر همچنین نشان داده شد که افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی زمانی که با AGP تغذیه شدند در مقایسه با گروه کنترل افزایش قابل توجهی داشتند. افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی مشاهده شده با استفاده از کلرلا و مکمل AGP نشان می‌دهد که کلرلا در رژیم غذایی، می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین برای AGP در رشد طبیعی جوجه گوشتی باشد. در این تحقیق در ۳ تیمار سطوح مختلف میکروجلبک کلرلا آنتی بیوتیک استفاده نگردید، و به نظر می‌رسد سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا با توجه به خصوصیات خاصی که دارند توانستند درجلوگیری از بیماری و در رشد جوجه‌ها موثر واقع شوند.

جدول ۲. مقایسه صفات عملکرد (وزن زنده) مربوط به سطوح مختلف میکروجلبک کلرلا درکل دوره آزمایش (برحسب گرم)

تیمارهای آزمایشی	سطوح مختلف میکرو جلبک کلرلا بر حسب درصد				
	٪۰	٪۳۰	٪۷۰	٪۱۰۰	۱۰۰ با آنتی بیوتیک
روز اول	۴۵/۲ ±۰/۰۹a	۴۴/۹±۰/۰۵a	۴۳/۸±۰/۰۵a	۴۳/۸±۱/۶a	۴۴/۹±۰/۹۸a
روز هشتم	۱۸۲/۲±۱۱/۴bc	۱۶۱/۵±۵/۵a	165/6±3/5ab	۱۷۸ /۶±۱۳/۵abc	195/9±11/2c
روز پانزدهم	۵۲۵/۵±۲۷/۷b	۴۶۶/۶±۱۰/۹a	468/3±28/a9	۴۸۶/۹ ±۲۱/۷a	527/5 ± 0/6b
روز بیست‌ویکم	۹۷۶/۷±۳۷/۹bc	۸۷۰± ۴۰a	۸۷۶/۷±۶۴/۳a	۸۹۰±۴۰ ab	965 ± 5c
روز بیست‌ونهم	۱۶۸۰±۵۵/۷ a	۱۵۶۵±۱۰۵a	۱۵۵۳/۳±۱۰۲/۱a	۱۵۵۳/۳±۱۱/۵a	1650±50a
روز سی و هفتم	۲۴۶۸/۳±۴۸/۴a	۲۳۶ ±۱۵۳a	۲۳۲۹/۷±۱۲۱/۵a	۲۳۳۰/۷±۲۶/۱a	2392±78 a
روز چهلم	۲۸۵۵/۷±۳۴/۶a	۲۷۳۷۴±۱۰۴a	۲۶۹۰/۷±۶۳/۲a	۲۷۱۵/۳±۶۱/۸a	2646±222/5a

جدول ۳. ارزیابی اثرات سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا به فراسنجه‌های بیوشیمیایی در جوجه‌های گوشتی (قبل از تزریق SRBC)

تیمار	VIDL	LDL	HDL	TRIG	CHO
٪۳۰	۱۰/۳±۴/۵a	۴۴±۱۶/۵ab	۹۴/۳±۱۹a	۵۴/۳±۲۱/۰۳a	۱۱۹/۳±۱۹a
٪۷۰	۷/۶±۲/۵a	۳۴±۱۱/۱ ab	۹۰±۶/۲a	۴۱/۶±۱۳/ ۵a	۱۱۵±۶/۲ a
٪۱۰۰	۸± ۰a	۳۳/۶±۰/۵ab	۹۷/۶±۳/۵a	۴۱/۶±۰/a۵	۱۲۲/۶±۳/۵a
شاهد	۱۵/۶±۷/۳a	۶۴/۳±۲۸/۷b	۹۹/۳±۱۵/۲a	۸۰±۳۶b	۱۲۴/۳±۱۵/۲a
۱۰۰٪با آنتی‌بیوتیک	۱۵/۳±۷/۶a	۳۱/۶±۱۱/۵a	۱۰۲/۶±۱۱/۹a	۴۷±۱۱/۳a	۱۲۷/۶±۱۱/۹a

a-b: در هر ردیف اعداد دارای حروف نامشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<0/05)

نتایج اثرات سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک قبل از تزریق SRBC نشان از تغییرات فاکتورها در تیمارهای مختلف و افزایش چشمگیر VIDL ، LDL ، HDL و TRIG و CHO در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای سطوح

مختلف بوده، که این روند افزایش در بعضی از فاکتورها، در تیمار ۵ هم مشاهده گردید، به طوری که کلسترول خون در تیمار ۵ نسبت به شاهد افزایش داشته است و از نظر آماری اختلاف معناداری در فاکتور VIDL در تیمارهای مختلف مشاهده نگردید(P>0/05). اما در فاکتورLDL در تیمارهای مختلف اختلاف معنادار دوبرابری نسبت به گروه شاهد نشان داده است (P<0/05) . همچنین فاکتور کلسترول HDL بین تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معناداری مشاهده نگردید(P>0/05). اما گروه شاهد و تیمار ۵ بیشترین میزان را به‌خود اختصاص دادند. فاکتور تری‌گلیسرید گروه شاهد با تیمارهای مختلف اختلاف معنادار نشان داد (P<0/05) به‌طوریکه نسبت به گروه‌های دیگر بیشترین مقدار را دارا بوده-است. فاکتور کلسترول بین تیمارها و شاهد اختلاف معنادار نبود(P>0/05) اما میزان کلسترول تیمار ۵ و شاهد بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند (جدول۳). در تحقیق بهشتی و همکاران (۱۳۹۳) تاثیر اثر سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک سندسموس با ویرجنیامایسین بر برخی از فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی نشان داد تیمارهای مختلف اثر معناداری در کاهش میزان تری‌گلیسیرید خون نسبت به گروه شاهد داشتند (P<۰/۰۵)، و همین‌طور استفاده از سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک به‌طور معناداری باعث کاهش میزان کلسترول خون نسبت به گروه شاهد شد (P<۰/۰۵). تفاوت معناداری در میزان HTC, HGB, WBC, RBC دیده نشد (P<۰/۰۵). استفاده از سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک باعث کاهش میزان LDL خون نسبت به گروه شاهد شد اگرچه معنادار نشد (P<۰/۰۷۸). نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از سطوح مختلف میکروجلبک مخصوصا سطح ۱۰۰ درصد می‌تواند در کاهش میزان تری‌گلیسرید خون و همچنین کاهش کلسترول تاثیر مثبت داشته باشد و در نتیجه منجر به تولید لاشه‌هایی با کیفیت بالا شود. در این تحقیق در تیمارهای ۲ (۷۰ درصد سوسپانسیون) و ۳ (۱۰۰ درصد سوسپانسیون) باعث کاهش فاکتورهای VIDL ، LDL ، HDL و TRIG نسبت به گروه شاهد کاهش نشان داد هر چند تیمار ۱ (۳۰ درصد) HDL آن نسبت به شاهد و تیمارهای دیگر کاهش نشان داد. نتایج مشابهی تاثیر استفاده از جلبک ها را در کاهش فشار خون، کاهش چربی خون و نیز جلوگیری از بیماری های تصلب شراین را نشان داده‌اند (Baker, 2004).

جدول ۴. ارزیابی اثرات سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا به فراسنجه‌های بیوشیمیایی در جوجه‌های گوشتی (بعد از تزریق SRBC)

تیمار	VIDL	LDL	HDL	TRIG	CHO
٪۳۰	۲۲±۶a	۹۰± ۲۵a	۱۰۷/۳±۶/۵ab	۱۱۲/۳±۳۱/۵a	۱۳۲/۳±۶/۵ab
٪۷۰	۱۸/۳±۵/۵a	۷۷±۲۱/۷a	۱۰۴±۸/۵ab	۹۵/۳±۲۷/۳a	۱۲۹±۸/۵ab
٪۱۰۰	۱۵/۳±۳/۵a	۶۳/۳±۱۴/۶a	۹۷/۶±۸/۳a	۷۸/۶±۱۸/۱a	۱۲۲/۶±۸/۳a
شاهد	۲۲/۶±۱۲/۶a	۹۳/۶±۵۱/۸a	۱۱۷±۶/۲b	۱۱۶/۳±۶۴/۴a	۱۴۲±۶/۲a
٪۱۰۰با آنتی‌بیوتیک	۲۱/۳±۵/۱a	۸۷/۶±۱۸/۴a	۱۱۶/۶±۱/۵b	۱۰۹±۲۳/۵a	۱۴۱/۶±۱/۵a

a-b: در هر ردیف اعداد دارای حروف نا مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار هشتند (P<0/05)

با توجه به جدول (۴) ارزیابی اثرات سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا به فرانسجه‌های بیوشیمیایی در جوجه-های گوشتی (بعد از تزریق SRBC) نشان از افزایش فاکتورهای خونی از جمله VIDL ، LDL ، HDL ، TRIG ، CHOوTRIG در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای مختلف با سطوح مختلف سوسپانسیون میکروجلبک بوده هر چند در بعضی از فاکتورها از نظر آماری اختلاف معناداری نشان نداد اما میزان آن در تیمار شاهد نشان از اهمیت سوسپانسیون

میکروجلبک کلرلا که باعث کاهش و کنترل فاکتور های خونی گردید. از جمله مزایای استفاده از جلبک‌ها و گیاهان دارویی می‌توان به ساده بودن کاربرد و نداشتن اثرات جانبی سوء بر عملکرد حیوانات و نیز باقی نماندن بقایای مضّر در فرآوردهای تولیدی اشاره نمود. در ضمن، با استفاده از این نوع فرآورده‌های گیاهی، می‌توان از مزایای مختلف آنها از جمله خواص درمانی‌شان در مصرف‌کنندگان سود برد. نتایج این بررسی نشان داد استفاده از سوسپانسیون میکروجلبک کلرلا علاوه بر حذف آنتی‌بیوتیک می‌تواند تاثیر مثبت در فاکتورهای خونی داشته باشد.

یافته پژوهشی

با توجه به اهمیت میکروجلبک کلرلا در حذف آنتی‌بیوتیک و نتایج بدست‌آمده در این تحقیق می‌توان با استفاده از سوسپانسیون میکروجلبک در نوشیدنی جوجه‌های گوشتی به مرغ ارگانیک و بدون آنتی بیوتیک و فلزات سنگین دست یافت.

منابع

اسدی، م. محمدی، م و روستایی علی مهر، م. ۱۳۹۳. تأثیر عصاره الکلی کاسنی بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه های گوشتی. پژوهش های تولیدات دامی /سال پنجم /شماره ۹ / بهار و تابستان ۱۳۹۳

گنجیان خناری، علی .متین شکوری ، مریم قاسم نژاد ، فاطمه گنجیان خناری ، وحید فارابی.۱۳۹۱. بررسی تاثیر بی کربنات سدیم بر رشد میکروجلبک کلرلا(*Chlorella* sp.) در محیط کشت TMRL. مجله توسعه آبزی پروری، سال ششم، شماره دوم، زمستان1391

نوبخت،ع۱۳۹۱. اثرات گیاهان دارویی آویشن، گزنه به همراه یونجه بر عملکرد، فراسنجه های خونی و پاسخ ایمنی جوجه های گوشتی. فصلنامه دانش و پژوهش علوم دامی. نشریه عامی تخصصی دانشکده کشاورزی و منابع دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. جلد ۱۰- بهار و تابستان ۱۳۹۱

Arakawa, S., Tsurumi, N., Murakami, K., Muto, S., Hoshino, J., Yagi, T. 1960.Experimental breeding of white leghorn with the chlorella-added combined feed. Jpn. J. Exp. Med. 30, 185-192

Bianka, L., S. Hurwitz, and S. Bornstein. 1980. The nutritional value of algae for poultry. Dried Chlorella in layer diets. Br. Poult. Sci. 21:23–27.

Benny, K.H. and J. Vanitha. 2004. Immunomodulatory and antimicrobial effects of sometraditional Chinese medicinal herbs: A review. Current Medicinal Chemistry, 11: 1423-1430.

Becker, W. 2004. Microalgae in human and animal nutrition. In Richmond, A. (ed.), Handbook of microalgal culture. Blackwell, Oxford, P:312-351.

Borowitzka, M. A. 1988. Vitamins and fine chemicals from micro-algae. Pages 153–196 in Micro-algal biotechnology. L. J. Borowitzka, ed. Cambridge University Press, New York, NY

Butaye, P., L. A. Devriese, and F. Haesebrouck. 2003. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: Effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. Clin. Microbiol. Rev. 16:175–188.

Cervantes, H. M., M. Y. Shim, S. E. Hooper, K. W. Bafundo, and G. M. Pesti. 2011. The influence of virginiamycin on the live and processing performance of Nicholas turkey hens. J. Appl. Poult. Res. 20:347–352

Devgoswami, Ch.R., Kalita, M.C, Talukdar, J., Bora, R., Sharma, P.,2012. Studies on the growth behavior of Chlorella, Haematococcus and Scenedesmus sp. in culture media with different concentrations of sodium bicarbonate and carbon dioxide gas. African Journal of Biotechnology, Vol. 10(61), pp. 13128-13138.

Halle, I., P. Janczyk, G. Freyer, and W. B. Souffrant.2009. Effect of microalgae Chlorella vulgaris on laying hen performance. Archiva Zootechnica 12:5–13.

Herandez, F., J. Madrir., and V. Garcia. 2004**.** Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility and digestive organ size. Poultry Science. 83: 169- 174.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., and Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu. Rev. Plant Mol. Plant Physiol. 51**,** 463–499.

Janczyk P. 2005. “Evaluation of nutritional value and activity of green microalgae Chlorella vulgaris in rats and mice”, Dissertation, Berlin: Mensch-und-Buch-Verl. Online: http://www.diss.fu-berlin.de/2006/154/

Janczyk, P., B. Halle, and W. B. Souffrant. 2009. Microbial community composition of the crop and ceca concentrations of laying hens fed diets supplemented with Chlorella vulgaris. Poult. Sci. 88:2324–2332

Janczyk P., Langhammer M., Renne U., Guiard V., Souffrant W.B. 2006."Effect of feed supplementation with Chlorella vulgaris powder on mice reproduction". Archiva Zootechnica 9, S. 122-134

Janczyk, P., Franke, H., Souffran W.B., 2007. Nutritional value of Chlorella vulgaris: Effects of ultrasonication and electroporation on digestibility in rats. Animal Feed Science and Technology, 132 pp. 163–169.

Justo, GZ., Silva, MR. & Queiroz, MLS. 2001. Effects of the green algae Chlorella vulgaris on the response of the host hematopoietic system to intraperitoneal Ehrlich ascites tumor transplantation in mice. Immunopharmacol Immunotoxicol. 23:119–132.

Konishi F., Tanaka H., Kumamoto S., Hasegawa T., Okuda M., Yano I., Yoshikai Y., Nomoto K. (1990), Enhanced resistance against Escherichia coli infection by subcutaneous administration of the hot-water extract of Chlorella vulgaris in cyclophosphamide-treated mice, Cancer Immunol.Immunother. 32 (1990) 1-7.

Kang & et al .2013 . Effect of various forms of dietary Chlorella supplementation on growth performance, immune characteristics, and intestinal microflora population of broiler chickens . Poultry Science Association, Inc

Kotrbácek et al. 1994. Increased immune response in broilers after administration of natural food supplements. Vet. Med. (Praha) 39:321–328

Morita, K., Matsueda, T., Iida, T., Hasegawa, T., 1999. Chlorella accelerates dioxin excretion in rats, J. Nutr, Vol. 129, pp. 1731-1736.

Morimoto T., Nagatsu A., Murakami N., Sakakibara J., Tokuda H., Nishino H.,Iwashima A. (1995), Anti-tumour-promoting glyceroglycolipids from the green alga Chlorella vulgaris, Phytochemistry 40 (1995) 1433-1437

Noda, K., N. Ohno, K. Tanaka, N. Kamiya and M. Okuda et al., 1996. A water-soluble antitumor glycoprotein from Chlorella vulgaris. Planta Med., 62: 423-426

Okamoto, K., Iizuka, Y., Murakami, T., Miyake, H., Suzuki, T., 1978. Effects of chlorella alkali extract on blood pressure in SHR, Jpn. Heart J, Vol. 19 ,pp. 622-623.

Peiretti, P. G., and G. Meineri. 2008. Effects of diets with increasing levels of Spirulina platensis on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. Livest. Sci. 118:173–177.

Pesando, D., and M. Gnassia-Garelli. 1979. Partial characterization of a specific antibiotic, antifungal substance isolated from the marine diatom Chaetoceros lauderi Pugh, N., S. A. Ross, H. N. ElSohly, M. A.

ElSohly, and D. S. Pasco. 2001. Isolation of three high molecular weight polysaccharide preparations with potent immunostimulatory activity from Spirulina platensis, Aphanizomenon flos-aquae and Chlorella pyrenoidosa. Planta Med. 67:737–742

Pore, R. S., 1984. Detoxification of chlordecone poisoned rats with chlorella and chlorella derived sporopollenin, Drug Chem. Toxicol, Vol. 7, pp. 57-71

Queiroz, M. L., C. Bincoletto, M. C. Valadares, D. C. Dantas, and L. M. Santos. 2002. Effects of Chlorella vulgaris extract on cytokines production in Listeria monocytogenes infected mice. Immunopharmacol. Immunotoxicol. 24:483–496.

Sano, T., Tanaka, Y., 1987. Effect of dried, powdered Chlorella vulgaris on experimental atherosclerosis and alimentary hypercholesterolemia in cholesterol-fed rabbits, Artery. 14, pp.76-84.

Sano, T., Kumamoto, S., Kamiya, N., Okuda, M., Tanaka, Y., 1988. Effect of lipophilic extract of Chlorella vulgaris on alimentary hyperlipidemia in cholesterolfed rats, Artery. 15, pp. 217-224.

Schubert, L. E. 1988. The use of Spirulina and Chlorella as food resource for animals and humans. Page 237 in Progressing Physiological Research. F. E. Round and D. J Chapman, ed. Biopress Ltd., Bristol, UK

Singh, A., S. P. Singh, and R. Bamezai. 1998. Perinatal influence of Chlorella vulgaris (E-25) on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid. Anticancer Res. 18:1509–1514.

Takekoshi, H., G. Suzuki, and H. Chubachi. 2005. Effect of Chlorella pyrenoidosa on fecal excretion and liver accumulation of polychlorinated dibenzo-p-dioxin in mice.

Chemosphere 59:297–304.

Tanaka, K., F. Komishi, K. Himenok, K. Taniguchi,and K. Nomoto. 1984. Augmentation of anti-tumor resistance by a strain of unicellular green algae, Chlorella vulgaris.

Cancer Immunol. Immunother. 17:90–94

Tanaka K., Yamada A., Noda K., Shoyama Y., Kubo C., Nomoto K., (1997) Oral administration of a unicellular green algae, Chlorella vulgaris, prevents stress-induced ulcer, Planta Med. 63 (1997) 465-466

Tsuchida T., Mashiko K., Yamada K., Hiratsuka H., Shimada T., Itagaki Y.,Fujinuma H., Samejima K., Nakamura T., Hasegawa T., Matsubayashi T., (2003) Clinical Study of gamma-Aminobutyric Acid-rich Chlorella for Subjects with High-normal Blood Pressure and Mild Hypertension, J. Jpn. Soc. Nutr

Vacek A., Rotkovska D., Bartonickova A., (1990) Radioprotection of hemopoiesis conferred by aqueous extract from chlorococcal algae (Ivastimul) administered to mice before irradiation, Exp. Hematol. 18 (1990) 234-237

Yasukawa, K., Akihisa, T., Kanno, H., Kaminaga, T., Izumida, M., Sakoh, T., Tamura, T., Takido, M., 1996. Inhibitory effects of sterols isolated from Chlorella vulgaris on 12-0-tetradecanoylphorbol-13-acetate-induced inflammation and tumor promotion in mouse skin, Biol. Pharm. Bull, Vol.19, pp. 573-576.

Investigating the effect of chlorella microalgae on growth performance and some blood parameters of broiler chicks

Abstract

This research was carried out to determine the effects of chlorella microalgae (suspension) on carcass performance and some of the biochemical parameters of blood (IU) in broiler chickens from 1 to 42 days of age. Experiment was carried out in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications (each replicate 12 chickens) with 180 broiler chicks (Homa strain). The experimental groups consisted of five treatments with three replications. In this research, from 1 to 40 days of age, significant difference was observed in different treatments at 8, 15 and 21 days in broiler chicks ($P < 0.05$). However, there was no significant difference between treatments weight at days 29, 37 and 40 ($P > 0.05$), although between 100 and 150 g weight was observed in treatments between weights at forty days. Blood factor analysis showed that LDL factor was significantly different in different treatments ($P < 0.05$ and control group was about twice as high). Also HDL cholesterol factor was not significantly different between treatments ($p < 0.05$). ($P > 0.05$), but the control and treatment groups (5) received the highest.Triglyceride factor in control group showed significant difference with different treatments, as compared with other groups. Cholesterol factor was not significantly different between treatments and control, but the levels of cholesterol treatment 5 and control had the highest amount. The results of this study showed that using chlorella microalgae suspension in addition to antibiotic removal could have a positive effect on blood factors.

Keywords: Broiler chicken, Chlorella microalgae, Antibiotics, Blood factors

Abstract

طراحی، ارزیابی و ساخت فتوبیوراکتور جهت تولید انبوه میکروجلبک

ساناز درویش‌زاده*[۱]، علی گنجیان خناری[۱و۲] و محمد جواد بیانی[۱و۳]

۱- وزرات علوم ، تحقیقات و فناوری، گروه پژوهشی شیلات و آلاینده‌های آبی خزر(کاسپین) ،ساری

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ایران، ساری،

۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، دانشکده علوم پایه

*sdarvishzadeh21@gmail.com

چکیده

از میکروجلبک‌ها ترکیبات مختلفی استخراج می‌شود و مواد بسیار با ارزشی بوده و بهترین منبع استخراج اسیدچرب و آنتی-اکسیدان به‌عنوان افزودنی غذایی و دارویی می‌باشند. تولید میکروجلبک در مقیاس زیاد بسیار ارزان‌تر از سایر منابع زیستی موجود قابل انجام است. سیستم کشت فتوبیوراکتور Photobioreactor (PBR) برای دستیابی به نرخ فتوسنتز بالاتر و تولید بیوماس (زی‌توده) و یا محصول بیشتر میکروجلبک ، طراحی و ساخته شده‌است. در این مطالعه به بررسی پژوهشهای انجام شده در زمینه تولید انبوه میکروجلبک از سیستم بسته فتوبیوراکتور پرداخته شده‌است. پس از بررسی عناوین و چیکده حدود ۲۰۰ مقاله مرتبط منتشر شده در بانک‌های اطلاعاتی مانند SID، Sciencedirect ، Pubmed و Scopus ، حدود ۳۰ مقاله انتخاب نهایی گردید و مورد استفاده قرار گرفت. درفتوبیوراکتورهای بسته، کنترل محیط کشت بهتر انجام می‌شود. در این سیستم‌ها تولید محصول نسبت به سیستم‌های کشت دیگر بسیار بالاتر است و جلوگیری از آلوده شدن محیط کشت به‌آسانی انجام می‌شود. بازدهی حجمی بیوماس در فتوبیوراکتورها ۱۳ برابر استخرها می‌باشد و مقدار روغن تولید شده به ازای هر هکتار در فتوبیوراکتورها بسیار بیشتر از استخرها می‌باشد. با وجود مشکلات استخر باز، تمام توجه به سمت توسعه‌ی فتوبیوراکتورها معطوف شد. امکان راه‌اندازی و نصب فتوبیوراکتورها در هوای آزاد و هم در محیط بسته سوله و یا گلخانه‌ای وجود دارد .

واژه های کلیدی: فتوبیوراکتور، میکروجلبک، تولید انبوه، بیوماس(زی‌توده)، سیستم‌های کشت

مقدمه

از جلبک‌ها ترکیبات مختلفی استخراج می‌شود و مواد بسیار با ارزشی بوده و مصارف غذایی و دارویی دارند. تولید مواد موثره به وسیله‌ی جلبک در مقیاس زیاد بسیار ارزان‌تر از سایر منابع زیستی موجود قابل انجام است. برای مثال بهترین منبع استخراج اسید چرب و آنتی‌اکسیدان به‌عنوان افزودنی غذایی و دارویی جلبک‌ها می‌باشند. همچنین ماده‌ی آگار که به عنوان پایه‌ی محیط کشت برای باکتری‌ها و قارچ‌ها و در صنایع غذایی از آن استفاده‌های فراوانی می‌شود از جلبک‌ها به-دست می‌آید. همچنین این ریز جلبک‌ها جزء منابع ارزشمند برای تولید مواد غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی به شمار می‌روند. بعضی از جلبک‌ها به‌حدی منابع غذایی کاملی هستند که در کشورهای پیشرفته به صورت مکمل‌های غذایی مخصوصا برای کودکان و سالمندان توصیه می‌شوند. مثلا جلبک کلرلا در بسیاری از کشورها به صورت قرص در داروخانه‌ها به فروش می‌رسد. این جلبک دارای تمام ویتامین های خانواده‌ی B و اکثر ویتامین‌های دیگر و مواد معدنی مورد نیاز بدن است. این جلبک یک منبع کامل پروتئینی بوده و تمام اسیدهای آمینه‌ی اساسی مورد نیاز بدن را داراست (اسیدهای آمینه‌ی اساسی آن دسته از اسید های آمینه هستند که بدن ما قادر به ساختن آنها نمی‌باشد). این میکروارگانیسم‌ها دارای

Algalnas

میزان بالایی پروتئین بوده و قدرت سنتز همه اسیدهای آمینه ضروری را دارند. کربوهیدارت‌های جلبک‌ها به صورت نشاسته، گلوکز و سایر پلی ساکاریدهاست و به دلیل قابلیت هضم بالا محدودیتی برای استفاده خوراکی ندارند.

جلبک‌ها به صورت مکمل‌های غذایی و یا رنگ طبیعی غذا در صنایع غذایی و به دلیل اثرات بیولوژیکی مثبت‌شان در صنایع دارویی و حتی آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنها بیشتر در شکل قرص، کپسول، مایعات و یا به‌صورت افزودنی در انواع غذاها مثل ماکارونی و غذاهای میان وعده، شیرینی‌ها، آدامس‌ها و نوشیدنی‌ها تولید و عرضه می‌شوند. لیپیدهای جلبک ها حاوی اسیدهای چرب اشباع شده و اشباع نشده از جمله اسیدهای چرب مهم امگا ۳ و امگا ۶ هستند. (گنجیان، ۱۳۹۶; Devgoswami ,2012) .جلبک‌ها قدرت تولید همه ویتامین‌های ضروری از جمله ویتامین E ، C, B12, B6, B2, B1, Aرا دارند. آنها غنی از رنگدانه از جمله کاروتنوئیدها (بتاکاروتن، استاگزنتین و...) هستند و تحقیقات نقش موثر آنها را در افزایش مقاومت به عفونت‌های ویروسی، باکتریایی، قارچی و انگلی، کاهش احتمال بیماری‌های کرونری قلب و نیز جلوگیری از سرطان را نشان داده است. از کاربردهای جدید و مدرن این گیاهان در بیماری توموری است که ترکیبات ضد سرطانی از این گیاهان استخراج شده و برای مقابله با بیماری‌های توموری از آن‌ها استفاده می‌شود. حتی در برخی از منابع به قدرت مقابله این گیاهان در مقابل ویروس HIV نیز اشاره شده‌است. همچنین از جلبک‌ها به عنوان افزودنی غذای دام وطیور و آبری استفاده می‌شود که بسیار مقوی بوده و باعث افزایش تولید گوشت و شیر دام‌ها می شود. محققان به این نتیجه رسیدند که جلبک‌ها به علت داشتن فیبر زیاد، مکمل مناسبی برای انواع غذاها هستند. بر اساس اعلام این محققان با افزودن جلبک‌های دریایی به غذاهای آماده که ارزش غذایی ندارند، می‌توان تاثیر زیان‌بار آنها را بر سلامت انسان کاهش داد (گنجیان، ۱۳۹۶).

گستره وسیع ویژگی‌های محیطی تحمل‌پذیری سبب تنوع گونه‌ها و یکنواخت نبودن ترکیب شیمیایی (Requel,2016) و امکان تنظیم این ترکیب با تغییر شرایط رشد (Giordano,2015) می‌شود. روش‌های مختلفی برای کشت انواع گونه‌های ریز جلبکی مرسوم است که در سه گروه کلی اتوتروف، هتروتروف و میکسوتروف جای می‌گیرند. کشت اتوتروف که به نور و ماده معدنی متکی است، به دو صورت برکه‌های باز (استخرها) و فتوبیوراکتورها انجام می‌شود. در حال حاضر، اغلب استخرهای باز در مقیاس تجاری استفاده می‌شوند، اما نفوذ نکردن نور و بازدهی کم (Chisti,2007) در کنار برخی مشکلات نظیر احتمال آلودگی با گونه های نامطلوب جلبکی و پروتوزوآ (Pulz& Scheibenbogen,1998) از چالش‌های اساسی و مسبب اقتصادی نبودن این روش است.

روش مطالعه

در این مطالعه، مروری به بررسی مطالعات انجام شده در زمینه تولید انبوه میکروجلبک از سیستم بسته فتوبیوراکتور شده است. پس از بررسی عناوین و چیکده حدود ۲۰۰ مقاله مرتبط منتشر شده در بانک‌های اطلاعاتی مانند SID، Sciencedirect، Pubmed و Scopus ، حدود ۲۰ مقاله انتخاب نهایی گردید و مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق از کلید واژه های فتوبیوراکتور، تولید انبوه میکروجلبک، تولید میکروجلبک در فضای باز و بسته، و ... جهت جستجو در بانکهای اطلاعاتی استفاده شد.

فتوبیورآکتورها(Photobioreactor(PBR

رخلاف استخرهای روباز، در فتوبیورآکتورها می‌توان یک گونه خاص از کشت جلبکی را برای مدت طولانی رشد داد. فتوبیورآکتورها به‌طور موفقیت‌آمیزی در تولید مقادیر انبوهی از بیوماس (زی‌توده) میکروجلبک‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند(Pulz , 2001). یک فتوبیورآکتور لوله‌ای شکل از یک دسته لوله‌های شفاف که معمولاً ا ز جنس پلاستیک یا شیشه

ساخته شده‌اند تشکیل شده‌اند. قطر این لوله‌های کلکتور خورشیدی (کالکتورهای نوری که سوسپانسیون میکروجلبک در آن در چرخش می‌باشند) معمولاً ۰/۱ متر و یا کمتر می‌باشد. قطر لوله محدود است، زیرا اگر محیط کشت عمیق باشد نور به اندازه کافی به داخل آن نفوذ نمی‌کند. میکروجلبک‌ها همواره از مخزن به کلکتورهای خورشیدی به گردش در می‌آیند تا توان جذب نور افزایش یابد. افزایش توان جذب، کل نور دریافتی توسط لوله‌ها را افزایش می‌دهد (Molina *et al*. 1999) و عمل فتوسنتز بهتر انجام می‌گیرد. به جای اینکه لوله‌ها به‌صورت افقی روی زمین قرار بگیرند می‌توان آنها را از پلاستیک‌های انعطاف‌پذیر تهیه نمود و آنها را به دور یک قاب پیچید تا فتوبیوراکتور لوله‌ای مارپیچی بدست آید. چنین فتوبیوراکتورهایی برای رشد حجم کوچکی از میکروجلبک به‌عنوان مثال برای تلقیح فتوبیوراکتور لوله‌ای بزرگتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع دیگری از فتوبیوراکتورها نیز وجود دارند اما به‌طور گسترده مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. استفاده از فتوبیوراکتورها با استفاده از نور مصنوعی نیز امکان‌پذیر است اما در مقایسه با نور طبیعی گران‌تر می‌باشد. با این وجود از روش روشنایی مصنوعی برای تولید بیوماس در مقیاس زیاد استفاده می‌شود(Pulz , 2001 ; گنجیان ۱۳۹۶). محیط کشت داخل لوله‌ها به‌طور دائم مخلوط می‌شود که مواد غذائی، نور و دی‌اکسید کربن را به‌طور یکنواخت در اختیار سلول‌ها قرار دهد. ضخامت اپتیمم لوله‌های فتوبیوراکتور بین ۲ تا ۴ سانتی‌متر است. بزرگترین فتوبیوراکتور جهان در آلمان در یک گلخانه به مساحت ۱۰۰۰۰ مترمربع در لوله‌هایی که بر روی نگاه‌دارنده به صورت افقی و با حجم ۷۰۰ مترمکعب قرار گرفته‌اند ساخته شده‌است و سالیانه ۱۲۰ تن بیوماس خشک کلرلا را با آب شیرین تولید می‌کند.

برای جلوگیری از ته‌نشین شدن بیوماس در لوله‌ها از جریان توربولنت استفاده می‌شود. این جریان با استفاده از پمپ مکانیکی و یا پمپ حبابی تولید می‌شود. پمپ‌های مکانیکی ممکن است به بیوماس آسیب برسانند، (Sobczuk *et al*.,2006)اما طراحی، نصب و عملکرد آن‌ها راحت‌تر است. طراحی پمپ‌های حبابی برای استفاده در فتوبیوراکتورها همانند راکتورهای حبابی می‌باشد(Acién *et al*., 2001). پمپ‌های حبابی انعطاف‌پذیری کمتری نسبت به پمپ‌های مکانیکی داشته و نیاز به یک منبع تامین هوا برای فعالیت دارند. فتوبیوراکتورها به‌صورت دوره‌ای نیاز به تمیز شدن دارند (Chisti & Moo-Young,1994). عمل فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کند. حداکثر میزان اکسیژن تولیدی در یک فتوبیوراکتور لوله‌ای تحت تابش بالا ممکن است به ۱۰ $g_{O2}/m^3.min$ برسد. اگر میزان اکسیژن محلول بیشتر از مقادیر اشباع هوا باشد، در این صورت عمل فتوسنتز متوقف می‌شود(Molina *et al*.,2001). به‌علاوه غلظت بالای اکسیژن حل شده همراه با نور زیاد باعث فتواکسیداسیون شده و سلول‌های جلبکی را تخریب می‌کند. برای جلوگیری از آسیب رسیدن به سلول‌ها، مقدار حداکثر اکسیژن حل شده نباید از ٪۴۰ مقدار هوای اشباع تجاوز کند. اکسیژن موجود در لوله فتوبیوراکتور را نمی‌توان دفع نمود. این امر موجب می‌شود تا حداکثر طول لوله در یک فرایند پیوسته محدود شود. محیط کشت باید در فواصل معین زمانی به منطقه گاززدا بازگردد، زیرا حباب‌های هوا باعث می‌شود تا اکسیژن تجمع یافته خارج شود. به‌طور نمونه، طول یک فتوبیوراکتور پیوسته نباید از ۸۰ متر تجاوز کند(Molina *et* al.,2001). اما تعیین طول دقیق آن بستگی به چند عامل مختلف از جمله غلظت بیوماس، شدت نور، شدت جریان و غلظت اکسیژن در محل ورود به لوله دارد. علاوه بر از بین بردن اکسیژن محلول تجمع‌یافته، محفظه گاززدا باید همه حباب‌های هوا را از بین ببرد تا یک محیط بدون حباب به داخل لوله‌های کلکتور خورشیدی بازگردد (Chisti, 1998). به‌دلیل اینکه عمق محفظه گاززدا معمولاً در مقایسه با لوله‌های کلکتور خورشیدی زیاد است، نور کافی به آن نمی‌رسد و در نتیجه حجم این محفظه باید در مقایسه با حجم کلکتور خورشیدی کوچک باشد.

همچنان‌که مایع محیط کشت در طول لوله فتوبیوراکتور حرکت می‌کند، pH آن به‌دلیل مصرف دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد(Rubio *et al.*,1999). دی‌اکسیدکربن به داخل محفظه گاززدا وارد می‌شود. دی‌اکسیدکربن اضافی در طول لوله تزریق می‌شود تا از کم شدن کربن و افزایش pH جلوگیری به‌عمل آید.

به‌طور معمولی روزانه نیمی از محیط کشت برداشت و بیوماس جدا می‌شود و آب باقیمانده به دستگاه‌های کشت برمی‌گردد. این حجم برابر با ۲۶۰/۰۰۰ گالن آب در روز برای هر هکتار کشت میکروجلبک است. غنی‌سازی محیط کشت با ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن (v/v) سبب افزایش راندمان فتوسنتز و تولید بیوماس می‌شود. برای انتقال گاز دی‌اکسیدکربن از Floating CO_2 Injector در دستگاه‌های باز استفاده می‌شود. در دستگاه‌های بسته دی‌اکسیدکربن پایداری و تراکم بالاتری دارد ولی با افزایش راندمان فتوسنتز مقدار گاز اکسیژن افزایش می‌یابد و از رشد و تکثیر میکروجلبک ممانعت می‌کند.

قبل از کشت ریزجلبک در داخل فتو بیوراکتور یا گلخانه، لازم است، محیط کشت آماده‌سازی شود. این محیط شرایط طبیعی جهت رشد جلبک‌ها را فراهم خواهد آورد. محیط کشت باید چهارجزء اصلی یعنی مواد مغذی، عناصر کمیاب، آب و دی‌اکسیدکربن را برای جلبک‌ها تامین کنند. شرایط فیزیکی یعنی نور، دما و PH نیز از عوامل پراهمیت و تاثیرگذار بر رشد جلبک‌ها هستند. بنابراین عوامل مورد نیاز جهت رشد ریزجلبک‌ها به دو دسته عناصر ماکرو و میکرو تقسیم می‌شوند. عناصر ماکرو شامل: کربن، نیتروژن، فسفر، سولفور، کلسیم ، منیزیم و پتاسیم و عناصر میکرو شامل: روی، ید، سیلیکون، کبالت، آهن، مس، منگنز و ویتامین‌ها است. مواد لازم برای تهیه محیط کشت با توجه به نیاز غذائی ریزجلبک است.

در کنار عناصر و عوامل شیمیایی ضروری که ذکر شد عوامل فیزیکی مانند نور، درجه حرارت، هوادهی و pH مناسب را نیز باید در نظر گرفت تا شرایط جهت رشد بهینه جلبک‌ها فراهم گردد.

فتوبیوراکتورها در طول روز نیاز به خنک شدن دارند. به‌علاوه کنترل دما در شب نیز مفید خواهد بود. به‌عنوان مثال با کاهش دما در طول شب می‌توان اتلاف و هدر رفتن بیوماس را به دلیل تنفس کاهش داد. فتوبیوراکتورهایی که در محیط بیرون قرار دارند به‌طور موثر و کم‌هزینه‌ای با استفاده از تبادل گرمایی خنک می‌شوند. یک کویل مبدل گرمایی ممکن است در ستون گاززدا قرار بگیرد(Terry & Raymond,1985). می‌توان مبدل‌های گرمایی را به‌صورت تناوبی در لوپ لوله‌ها قرار داد. خنک‌کنندگی تبخیری با اسپری نمودن آب بر روی لوله‌ها نیز در مناطق خشک آب و هوایی موثر می‌باشد. فتوبیوراکتورهای لوله‌ای بزرگ را در داخل گرمخانه‌هایی با دمای کنترل شده قرار می‌دهند. اما این روش برای تولید بیودیزل بسیار پرهزینه می‌باشد. انتخاب روش مناسب برای تولید بیوماس میکروجلبک نیاز به مقایسه قابلیت‌های فتوبیوراکتورهای لوله‌ای و استخرهای روباز دارد.

جدول (۱) تولید بیوماس میکروجلبک را در فتوبیوراکتور و استخر مقایسه می‌کند. این مقایسه برای تولید سالانه ۱۰۰ تن بیوماس در هر دو مورد می‌باشد. هر دو روش تولید، مقدار یکسانی از دی‌اکسیدکربن را مصرف می‌نمایند (اگر از اتلاف به اتمسفر صرف‌نظر شود). در جدول (۱) روش‌های تولید برای ترکیب بهینه بازدهی بیوماس و غلظت در فتوبیوراکتورها و استخرهای واقعی و مقیاس بزرگ مقایسه شده‌اند. مقدار روغن تولید شده به ازای هر هکتار در فتوبیوراکتورها بسیار بیشتر از استخرها می‌باشد. زیرا بازدهی حجمی بیوماس در فتوبیوراکتورها ۱۳ برابر استخرها می‌باشد. هر دو روش از نظر تکنیکی قابل اجرا هستند و هر دو روش با ابعاد ذکر شده در جدول به‌طور گسترده‌ای به‌صورت تجاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Lorenz & Cysewski, 2000 ; Spolaore *et al.*,2006).

جدول ۱: مقایسه روش‌های تولید فتوبیورآکتور و استخر

متغیر	فتوبیورآکتور	استخر
تولید بیوماس سالانه (kg)	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
بازدهی حجمی ($kg\ m^{-3}\ d^{-1}$)	۱/۵۳۵	۰/۱۱۷
بازدهی سطحی ($kg\ m^{-2}\ d^{-1}$)	۰/۰۷۲	۰/۰۳۵
غلظت بیومس ($kg\ m^{-3}$)	۴	۰/۱۴
نرخ رقت (d^{-1})	۰/۳۸۴	۰/۲۵
مساحت مورد نیاز (m^2)	۵۶۸۱	۷۸۲۸
بازده روغن ($m^3\ ha^{-1}$)	۱۳۶/۹	۹۹/۴
مصرف CO_2 سالانه (kg)	۱۸۳۳۳۳	۱۸۳۳۳۳
هندسه سیستم	۱۳۲ لوله موازی به طول ۸۰ متر و قطر ۰/۰۶ متر	استخری به طول ۸۲ و عرض ۱۲ و عمق ۰/۳ متر
تعداد	۶	۸

تولید جلبک‌ها در مقیاس بزرگ

هدف از تولید انبوه جلبک در مقیاس بزرگ و با تولید بالا مد نظر می‌باشد یعنی افزایش تولید محصول در واحد سطح تا تامین هدف مورد نظر(استفاده در صنایع مختلف) توجیه اقتصادی داشته باشد.

جلبک‌ها برای رشد احتیاج به چند عامل دارند.

۱- آب: اکثر جلبک‌ها در محیط‌های آبی رشد می‌کنند و برای رشد بدان وابسته‌اند. لازم به‌ذکر است بسته به نوع مصرف و استفاده از میکرو جلبک در صنایع مختلف می‌توان از هر نوع آبی استفاده کرد.

۲- نور: جلبک‌ها برای فتوسنتز احتیاج به نور دارند. محیط کشت جلبک‌ها هر چه سطح تحت تابش نور بیشتری داشته باشد تولید افزایش می‌یابد زیرا نور به مقدار کمی در عمق آب نفوذ می کند مخصوصا در لوگ رشد.

۳- دی‌اکسیدکربن: جلبک‌ها برای ساخت مواد آلی خود احتیاج به دی‌اکسیدکربن دارند. میزان دی‌اکسیدکربن هوا بسیار کم است. به هر حال افزایش دی‌اکسیدکربن حل شده در آب محیط کشت جلبک‌ها باعث افزایش زیادی در رشد آنها می‌شود و در نهایت باعث افزایش محصول می‌گردد.

۴- مواد معدنی: جلبک‌ها برای رشد احتیاج به مواد معدنی به‌صورت محلول در آب دارند. مهم ترینشان، نیترات و فسفات است که فقدان آن رشد را متوقف می‌کند.

۵- دمای مناسب: اکثر جلبک‌ها در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه بهترین رشد را دارند. کاهش و افزایش دما تاثیر زیادی بر رشد جلبک‌ها می‌گذارد و می‌تواند باعث کندی رشد و حتی مرگ آن‌ها شود.

Algalmag

شکل انواع فتوبیوراکتور تولید انبوه مبکروجلبک

بسته به فضا و امکانات می توان از انواع فتوبیوراکتور استفاده نمود، شکل (۱).

فتوبیوراکتور لوله‌ای

فتوبیوراکتور لوله‌ای یکی از مناسب‌تربن انواع فتوبیوراکتور می‌باشد. اکثر فتوبیوراکتورهای لوله‌ای شامل لوله‌های پلاستیکی یا شیشه‌ای می‌باشد و کشت آنها به وسیله‌ی پمپ یا سیستم‌های فشار هوا درون لوله‌ها چرخش می‌کنند. این‌ها می‌توانند به شکل‌های مختلفی مانند افقی مارپیچی، عمودی، نزدیک افقی، مخروطی و شیب‌دار باشند.

هوادهی و هم‌خوردگی (تلاطم) کشت در فتوبیوراکتور لوله‌ای به وسیله‌ی پمپ هوا انجام می‌شود که جهت جلوگیری از رسوب سلول های جلبک و در اختیار قرار گرفتن مواد مغذی در محیط کشت مورد نظر می‌باشد. این نوع راکتور سطح زیادی برای جذب نور دارد. یکی از عیوب این سیستم تجمع اکسیژن محلول در آن می باشد. اکسیژن تولید شده در اثر فرایند فتوسنتز در صورتی‌که در محیط کشت جلبک‌ها تجمع پیدا کند، باعث ایجاد تنفس نوری می‌شود که به شدت از بازدهی فتوسنتز می‌کاهد و باعث کاهش تولید محصول می‌گردد. قطر لوله‌ها نباید از حدی بالاتر رود زیرا نسبت سطح به حجم کاهش یافته و بنابرین سطح جذب نور کم می‌شود. بنابرین برای تولید مقادیر زیاد جلبک احتیاج به میزان زیادی لوله با قطر محدود می‌باشد. محدودیت‌های دیگر این سیستم تجمع، ته‌نشینی و چسبندگی جلبک‌ها به دیواره‌ی لوله‌ها می‌باشند. باز کردن و تمیز کردن لوله‌ها کاری بسیار سخت و پرهزینه است. از معایب دیگر این سیستم مشکل تنظیم دمای آن همچنین ناکارامدی هوادهی می‌باشد زیرا تنظیم دما و هوادهی در به صورت مرکزی انجام شده و کشت به داخل لوله‌ها پمپ می‌شود. در ابتدای لوله غلظت دی‌اکسیدکربن بالا و اکسیژن پایین است و دمای آن تنظیم شده می‌باشد اما در نزدیکی انتهای لوله‌ها این مقادیر برعکس شده و دمای مورد نظر تغییر می‌کند.

فتوبیوراکتور لوله‌ای افقی: کشت هوادهی، تغذیه و جداسازی شده به داخل لوله‌ها پمپ می‌شود. سپس از انتهای دیگر

مجددا وارد سیستم هوادهی و تغذیه می‌شود و این چرخه دائما تکرار می‌شود شکل (۱ و ۲).

Algalmag

شکل ۱. انواع فتوبیوراکتورها ی لوله‌ای

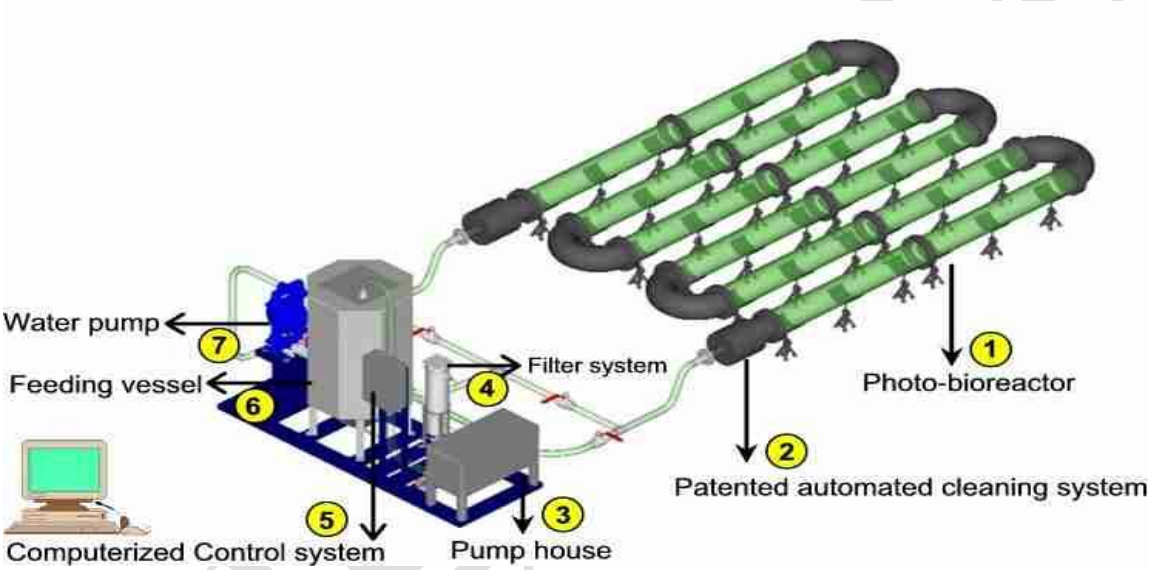
a :فتوبیوراکتورعمودی برگرفته از سایت:(www.algaefuls.org)

b : فتوبیوراکتور افقی

C : فتوبیوراکتور مارپیچی

d : تولید کلرلا در فتوبیوراکتورهای لوله‌ایی داخل گلخانه،آلمان

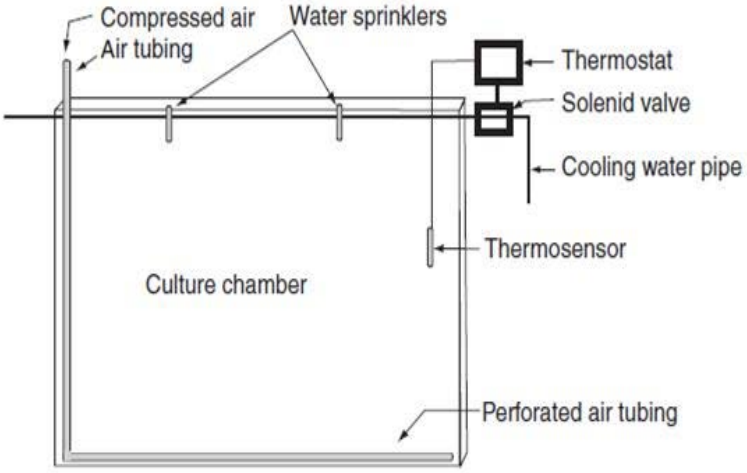
Algae



شکل۲. نمونه‌ای از فتوبیو راکتور لوله‌ای زمینی جهت تولید انبوه میکروجلبک

فتوبیوراکتور صفحه صاف

فتوبیوراکتور صفحه صاف به خاطر سطح جذب نوری بالایی که دارد بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است. این راکتور در سال ۱۹۵۳ توسط میلر پیشنهاد شد. بعد از او دانشمندان زیادی روی آن کار کردند. به‌طور کلی فتوبیوراکتور صفحه صاف از دو صفحه‌ی مسطح شفاف تشکیل شده که به‌صورت مکعب مستطیل به هم متصل می‌شوند و شکل یک آکواریوم با قطر کم را پدید می‌آورند. تجمع اکسیژن محلول در این روش نسبت به فتوبیوراکتور لوله‌ای افقی بسیار پایین‌تر می‌باشد. مقادیر بالایی از تولید در فتوبیوراکتورهای صفحه صاف گزارش شده‌است، شکل(۳).



شکل۳. فتوبیوراکتور صفحه صاف

فتوبیوراکتور، تاسیساتی هستند که در آن بر اثر جذب نور توسط کالکتورهای نوری توده‌ی زنده تولید می‌شود. طراحی یک فتوبیوراکتور مناسب جهت تولید اقتصادی جلبک‌ها بسیار حائز اهمیت است. فتوبیوراکتورها برای تولید بهینه باید خصوصیات زیر را داشته باشند:

۱- سطح جذب نور بالایی داشته باشند. افزایش سطح مستقیما (کالکتورهای نوری) باعث افزایش تولید محصول می‌شود.

۲- به‌صورت مناسب هوادهی شود. این عمل دی‌اکسیدکربن فرایند فتوسنتز را تامین می‌کند همچنین باعث تلاطم و قرار گرفتن مواد مغذی محیط کشت در اختیار سلول‌های میکروجلبک قرار می‌گیرد. هر چه میزان دی‌اکسیدکربن محلول در آب افزایش یابد میزان تولید توده‌ی زنده (محصول) افزایش می‌یابد.

۳- اکسیژن تولید شده در فرایند فتوسنتز از داخل محیط کشت جلبک خارج شود و تا حد امکان از تجمع و افزایش میزان اکسیژن در راکتور جلوگیری شود. افزایش اکسیژن باعث انجام فرایندی به نام تنفس نوری می‌شود که بازده فتوسنتز و تولید را به شدت کاهش می‌دهد.

۴- دمای فتوبیوراکتور باید قابل تنظیم باشد و از افزایش زیاد دما در فصل‌های گرم و کاهش زیاد دما در فصل‌های سرد سال جلوگیری به‌عمل آید.

۵- داخل راکتور باید دائما جریان‌های گردشی آب وجود داشته باشد. این جریان‌ها به‌سمت مرکز و سطوح بیرونی راکتور باعث جابجایی جلبک‌ها بین محیط تاریک (اعماق راکتور) و روشن (سطح تحت تابش نور راکتور) می‌شود. این حرکت‌ها باعث افزایش توان فتوسنتزی جلبک می‌شود.این جریان‌ها همچنین باعث هم خوردن محلول (محیط کشت) و یکنواخت شدن غلظت مواد و در دسترس قرار گرفتن مواد مغذی و دما در داخل راکتور می‌شود.

۶- چسبندگی، تجمع و ته‌نشینی جلبک‌ها در راکتور باعث از دور خارج شدن این جلبک‌ها و مشکلات بعدی می‌شود که باید از آن جلوگیری شود.

۷- ارزان قیمت و قابل اجرا در سطوح زیاد باشد. در ضمن در هر زمین و شرایطی قابل بهره‌برداری باشد.

از فتوبیوراکتورها علاوه بر افزایش محصول، جهت بالا بردن بعضی از فاکتورهای بیوشیمیایی میکروجلبک از جمله افزایش تولید روغن مخصوصا برای بیودیزل(سوخت سبز)، صنایع غذایی، دارویی و آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد(Aakrutiruia et al., 2015) در نتایج به‌دست آمده از تحقیق Aakrutiruia و همکاران (۲۰۱۵) علاوه بر افزایش زی‌توده مقدار روغن استخراج شده از میکرو جلبک Chlorella rotunda در دو فتوبیوراکتور توانستند ۲/۵ تا ۳/۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بدست آوردند. همچنین در تحقیق Masojidk و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از فتوبیوراکتور جهت افزایش محصول و دستیابی به روغن بیشتر با تغییرات نوع راکتور از نظر هوادهی توانستند به ۲/۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر روغن از میکرو جلبک Asthrospira plantens استخراج کنند.

نتیجه‌گیری

با وجود مشکلات استخر باز از جمله تبخیر آب و آلودگی، تمام توجه به سمت توسعه‌ی فتوبیوراکتورها معطوف شد. با راه اندازی و نصب فتوبیوراکتورها هم در هوای آزاد هم در محیط بسته سوله و یا گلخانه‌ای، می‌توان تولید میکروجلبک را داشت. البته در هوای آزاد به‌عنوان مثال در شمال کشور از اوایل اردیبهشت تا اواخر مهر قابل استفاده می‌باشد. در این سیستم کشت در هوای آزاد نیاز به سیستم گرمایی و سرمایی و حتی نور مصنوعی ندارد با این روش می‌توان هزینه تولید را به مقدار قابل توجهی کاهش داد. ازآنجایی‌که امکان آلوده شدن دراین سیستم وجود ندارد و تبخیر آب در سیستم بسته فتوبیوراکتور صورت نمی گیرد و تولید محصول در این سیستم بیشتر از استخرهای رو باز می‌باشد. در بررسی انجام شده تولید انبوه میکروجلبک با استفاده از سیستم پرورش در فتوبیوراکتورها، علاوه بر افزایش محصول، هزینه نگهداری و نیروی کار کمتر از سیستم‌های پرورش در استخرها می‌باشد.

با توجه به اهمیت میکرو جلبک‌ها و استخراج مواد موثره فراسودمند و کاربردی کردن این طلای سبز در صنایع مختلف مخصوصا صنایع غذایی، دارویی ، آرایشی و بهداشتی استفاده از سیستم فتوبیوراکتور در تولید انبوه پیشنهاد می‌گردد و همچنین از نظر توجیه اقتصادی و بالا بردن توان تولید در واحد سطح نیاز به مطالعات بیشتری جهت بر طرف کردن بعضی از نواقص و محدویت‌های کنونی این سیستم کشت برای استفاده در مقیاس وسیع مورد نیاز هست.

منابع

گنجیان خناری ،علی. ۱۳۹۶. میکروجلبک طلای سبز آینده . انتشارات تحول.، شماره کتابشناسی ملی ۴۵۲۶۸۸۰. ص۳۱

قبادیان، س.، گنجی دوست، ح.، آیتی، ب. و سلطانی، ن. ۱۳۹۷. طراحی فتوبیوراکتور جدید مهندسی جهت بهینه سازی مقدار بیومس تولیدی در ریزجلبک اسپیرولینا. – یافته های نوین در علوم زیستی ۱۳-۲۵ :۵.

AAKRUTI RUIA, ANJALI TIW ARI & AMULYA GRACE. 2015. "*Design and fabrication of economically viable Hybrid Photobioreactor (closed bubble column) prototype for the cultivation of elite Microalgae for enhanced lipid (biodiesel) yield*". KSCST_KSBDB_39S_B _BE_005. New Horizon College of Engineering Autonomous College affiliated to VTU. Project Report – VIII Semester (2015-16)

Acién Fernandez, F. G., Fernandez Sevilla, J. M., Sanchez Pérez, J. A., Molina Grima, E. and Chisti, Y., ,2001. *Airlift-driven external-loop tubular photobioreactors for outdoor production of microalgae: assessment of design and performance*, Chemical Engineering Science, 56, 8, 2721-2732.

Chisti, Y. and Moo-Young, M., 1994, *Clean-in-place systems for industrial bioreactors: Design, validation and operation*, Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 13, 4, 201-207.

Chisti, Y., 1998. *Pneumatically Agitated Bioreactors in Industrial and Environmental Bioprocessing: Hydrodynamics, Hydraulics, and Transport Phenomena*, Applied Mechanics Reviews, 51, 1, 33-112.

Chisti, Y, 2007. Biodiesel from microalgae. – Biotechnol. Adv. 25: 294-306.

Devgoswami, Ch.R., Kalita, M.C., Talukdar, J., Bora, R., Sharma, P., 2012. *Studies on the growth behavior of Chlorella, Haematococcus and Scenedesmus sp. in culture media with different concentrations of sodium bicarbonate and carbon dioxide gas.* African Journal of Biotechnology, Vol. 10(61), pp. 13128-13138.

Giordano, M., Palmucci, M. and Norici, A,. 2015. Taxonomy and growth conditions concur to determine the energetic suitability of algal fatty acid complements. – J. Appl. Phycol. 27: 1401-1413.

Lorenz, R. T. and Cysewski, G. R., 2000. *Commercial potential for Haematococcus roalgae as a natural source of astaxanthin*, Trends in Biotechnology, 18, 4, 160-167

Molina, E., Fernلndez, J., Acién, F. G. and Chisti, Y., 2001. *Tubular photobioreactor esign for algal cultures*, Journal of Biotechnology, 92, 2, 113-131.

Molina Grima, E., Fernلndez, F. G. A., Garcيa Camacho, F. and Chisti, Y., 1999. *Photobioreactors: light regime, mass transfer, and scaleup*, Journal of Biotechnology, 70, 1-3, 231-247.

J. Masojídek, Š. Papáček, M. Sergejevová, V. Jirka, J. Červený, J. Kunc,J. Korečko, O. Verbovikova, J. Kopecký, 2003: A closed solar photobioreactor for cultivation of microalgae under supra-high irradiance:basic design and performance.Applied phycology, 15: 239-248

Pulz, 2001. *Photobioreactors: production systems for phototrophic microorganisms* ,Applied Microbiology and Biotechnology, 57, 3, 287-293

Pulz, O. and Scheibenbogen, K., 1998. Photobioreactors: design and performance with respect to light energy input. Bioprocess and algae reactor technology, apoptosis. – Springer 123-152 pp.

Rubio ,F. C., Fernández, F. G. A., Pérez, J. A. S., Camacho, F. G. and Grima, E. M., 1999. *Prediction of dissolved oxygen and carbon dioxide concentration profiles in tubular photobioreactors for microalgal culture*, Biotechnology and Bioengineering, 62, 1, 71-86.

Raquel, R.S., Ofélia, Q.F., José, L.M. and Ricardo, M.Ch., 2016. Cultivation of Spirulina maxima in medium supplemented with sugarcane vinasse. – Bioresour. Technol. 204: 38-48.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. and Isambert, A., 2006. *Commercial applications of microalgae*, Journal of Bioscience and Bioengineering, 101, 2, 87-96.

Sobczuk, T., Camacho, F., Grima, E. and Chisti, Y., 2006. *Effects of agitation on the microalgae Phaeodactylum tricornutum and Porphyridium cruentum*, Bioprocess and Biosystems Engineering, 28, 4, 243-250.

Design, evaluation and manufacturing of photobioreactor for mass production of microalgae

Abstract

From micro-algae, various compounds are extracted, and materials are very valuable, and the best source of extracting fatty acids and antioxidants, as food additives and pharmaceuticals. Production of micro-algae on a large scale is much cheaper than other existing bio-resources. The photobioreactor culturing system (PBR), Photobioreactor, has been designed and built to achieve higher photosynthesis rates and the production of biomass (biogenic) or more microalgae product. In this research, studies have been done on the production of massive microalgae from a photobioreactor closed system.
After reviewing the titles and abstracts, about 200 related articles published in databases such as SID, ScienceDirect, Pubmed and Scopus, about 30 articles were finalized and used.
Control of culture medium is better in closed photobioreactors
In these systems, the production of the product is much higher than other cultivating systems and it is easy to avoid contamination of the culture medium. The volumetric biomass yield of photobioreactors is 13 times greater than that of pools, and the amount of oil produced per hectare in photobioreactors is much higher than that of pools. Despite open pool problems, all attention was paid to the development of photobioreactors. It is possible to set up and install photobioreactors in open air and in a closed environment of niches or greenhouses.

Keywords: photobioreactor, microalgae, mass production, biomass (ziothous), systems of cultivation

Algalab

ارزیابی مصرف خوراکی میکروجلبک اسپیرولینا بر کاهش میزان قندخون در افراد مبتلا به دیابت تیپ ۲

حرمت‌السادات آزمند رستمی[*1]، علی مکرمی رستمی[2]، علی گنجیان خناری [2و3] و ساناز درویش‌زاده[3]

۱– دانشگاه علوم پزشکی گلستان ، دانشکده پزشکی

۲– پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

۳– گروه پژوهشی شیلات و آلاینده های آبی خزر (کاسپین)،ایران،ساری

***ali_m.rostami@yahoo.com**

چکیده

دیابت یک مشکل تهدیدکننده سلامتی به‌شمار می‌رود و سومین علت مرگ و میر در جهان می‌باشد که اگر درمان یا مدیریت نشود، سبب عوارض گوناگون در اندام‌های حیاتی بدن انسان می‌گردد. میکروجلبک اسپیرولینا یک سیانوفیت فتوسنتزکننده تک-سلولی حاوی ترکیبات متنوع است. در این مطالعه اثرات مصرف خوراکی میکروجلبک اسپیرولینا در بیماران دیابتی نوع ۲ مورد بررسی قرار گرفته‌است. تعداد ۳۰ بیمار مبتلا به دیابت تیپ۲ در سنین ۳۵ تا ۶۵ سال و هر دو جنس زن و مرد به صورت تصادفی در ۲ گروه ۱۵تایی شاهد و تیمار قرار گرفتند و به مدت ۸ هفته دوره آزمایش، افراد گروه تیمار۴gr اسپیرولینا روزانه و به‌صورت خوراکی مصرف کردند. جهت مقایسه میزان گلوکز خون افراد گروه شاهد و تیمار، آزمایش خون در ابتدا و انتهای دوره آزمایش انجام شد. مقایسه سطح سرمی گلوکز خون در گروه تیمار قبل و بعد از مصرف اسپیرولینا نشان داد که بعد از ۸ هفته سطح سرمی گلوکز خون کاهش غیر معنادار داشته است، در صورتی‌که در گروه شاهد در طی این ۸ هفته دارای افزایش غیر معنادار بوده‌است. در مقایسه سطح سرمی انسولین خون در هر دو گروه تیمار و شاهدکاهش نشان داده‌است. نتایج این بررسی نشان داد که میکروجلبک اسپیرولینا می‌تواند به عنوان یک رهیافت احتمالی موثر در کنترل قند در افراد میتلا به بیماری دیابت نوع ۲ مورد استفاده قرارگیرد.

لغات کلیدی: میکروجلبک اسپیرولینا، دیابت تیپ۲، گلوکز، انسولین

مقدمه

دیابت نتیجه متابولیسم غیر نرمال کربوهیدرات بوده و به دو نوع دیابت تیپ ۱(عدم ترشح انسولین) و دیابت تیپ ۲(کاهش ترشح یا افزایش مقاومت به انسولین) تقسیم می‌گردد که در نتیجه آن گلوکز خون افزایش می‌یابد (Thornalley,2002).

دیابت یک عامل تهدیدکننده سلامت در جوامع انسانی به‌شمار آمده و سومین علت مرگ و میر در جهان است. چنانچه این بیماری درمان یا مدیریت نشود، سبب ایجاد عوارض در اندام‌های مختلف بدن می‌شود. به دنبال افزایش قندخون عوارض دیابت در بدن آشکار می‌شود. اختلالات متابولیسمی مرتبط با دیابت به‌طور برجسته شامل

کتواسیدوزیس، بیماری‌های شبکه مویرگی کلیه و چشم(رتینوپاتی و نفروپاتی)، تخریب سیستم عصبی محیطی(نوروپاتی) و آرترواسکلروزیس می‌باشد(Control Group,1993).

دیابت نوع ۲، حدود ۹۵-۸۵٪ موارد دیابت را شامل می‌شود. بر اساس برآورد سازمان جهانی بهداشت پیش‌بینی شده‌است که تعداد افراد مبتلا به دیابت از ۱۷۱ میلیون نفر در سال ۲۰۰۰، به ۳۶۶ میلیون نفر در سال ۲۰۳۰ برسد. این سازمان هم چنین پیش‌بینی کرده‌است که تعداد افراد مبتلا به دیابت در ایران از ۲/۱۰۳/۰۰۰ نفر (۵/۷٪) در سال ۲۰۰۰ به ۵/۲۱۵/۰۰۰ نفر (۶/۸٪) در سال ۲۰۲۵ برسد(Harris, *et al.*,1998; Rosenbloom &Silverstein,2003).

اسپیرولینا یک سیانوفیت فتوسنتزکننده تک‌سلولی حاوی ترکیبات متنوع است که در آب‌های آزاد و در شرایطی چون آفتاب شدید، دمای بالا و محیط قلیایی رشد می‌کند(Anitha & Chandralekha,2010). اسپیرولینا یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های گیاه روی زمین است که بالغ بر ۳/۵ میلیارد سال از تولد آن می‌گذرد. اسپیرولینا به صورت طبیعی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری رشد می‌کند (Layam& Reddy,2006) و توسط مردم ساکن آن مناطق به‌عنوان منبع غذایی مورد استفاده بوده‌است (Dillon J, *et al.*,1995). در سال ۱۹۶۳ اسپیرولینا در سطح بین‌المللی شناخته شد و تحقیق بر روی آن آغاز شد(Anitha& Chandralekha,2010).

این جلبک سرشار از مواد غذایی، آنتی‌اکسیدان‌ها و پربیوتیک هاست. اسپیرولینا حاوی ۷۰-۶۰٪ پروتئین(Pandey, *et al.*,2011) و دارای ۸ اسیدآمینه ضروری است. هم چنین محتوی ۱۴٪ از پروتئین‌های فتوسنتتیک C– فیکوسانین می‌باشد که یک آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب قوی است(Miladius K, *et al.*,2004). اسپیرولینا دارای طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی شامل بهبود کم‌خونی به دلیل وجود آهن و محتوی ویتامینی(Ayehunie, *et al.*,1998; Hemalatha, *et al.*,2012)، کاهش قند (Parikh, *et al.*,2001) و چربی‌خون (Jarouliya, *et al.*,2012; Nakaya, *et al.*,1988; AnusuyaDevi,Venkataram,1983)، ضد فشارخون (Ponce-Canchihuamán, *et al.*,2010)، اثرات حمایتی بر روی کبد و کاهش تجمع چربی در کبد و کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها است(El-Baky HHA, *et al.*,2009)، اثرات آنتی‌ویروس، افزایش سطح ایمنی و ضدسرطان (Schwartz J, *et al.*,1988; Mathew, *et al.*,1995) و نیز دارای عناصر حیاتی چون کلسیم، آهن، روی، مگنزیوم، منگنز و سلنیوم است (Venkataraman, *et al.*,1998). برخی از شواهد نشان داد که اسپیرولینا می‌تواند روی متابولیسم استخوان تأثیر داشته باشد اما در حال حاضر دلایل آزمایشگاهی کافی برای اثبات این جنبه مهم و جالب توجه وجود ندارد(Saxena &Kumar,2004).

اسپیرولینا نه تنها به‌عنوان یک مکمل غذایی مورد استفاده می‌باشد، بلکه به‌عنوان ماده‌ای با پتانسیل دارویی نیز مورد توجه می‌باشد. مطالعات وسیعی بر روی این جلبک، هم به‌عنوان یک مکمل غذایی با ارزش و هم به‌عنوان ماده-ای با پتانسیل دارویی انجام گرفته‌است (Subhashini, *et al.*,2004 ;گنجیان , ۱۳۹۶).

روش کار

جمعیت مورد مطالعه

کارآزمایی بالینی حاضر بر روی ۳۰ بیمار مبتلا به دیابت تیپ ۲ مراجعه‌کننده به درمانگاه دیابت بیمارستان امام خمینی(ره) بهشهر انجام گرفت.

معیار ورود

ابتلا به دیابت تیپ ۲ (New Case) با سطح سرمی قند ناشتا ۲۴۰-۱۲۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، محدوده سنی ۶۵-۳۰ سال، ۵ ± ۲۵ شاخص توده بدنی(Body mass index)و سطح فعالیت متوسط.

معیار عدم ورود به مطالعه

مصرف الکل، بارداری، شیردهی، ورزشکار بودن، بستری بودن، ابتلا به بیماری‌ها و اختلالات مزمن، مصرف برخی داروها نظیر: کنترل‌کننده‌های فشارخون، افزاینده‌های حساسیت انسولین، قرص‌های ضدبارداری و استروژن

روش نمونه‌گیری

بیماران با استفاده از طراحی تصادفی به ۲ گروه ۱۵تایی تقسیم شدند.

گروه ۱ : گروه شاهد دیابتی همراه با رژیم غذایی و بدون مصرف هیچ‌گونه دارو یا مکمل

گروه ۲ : بیماران دیابتی همراه با رژیم غذایی و مصرف اسپیرولینا

تمامی افراد در طول دوره مطالعه از رژیم غذایی و فعالیت بدنی متناسب برخوردار بوده و از مصرف هر گونه مکمل و دارویی غیر از موارد آزمایشی خودداری کردند. پیگیری افراد مورد مطالعه به‌صورت تلفنی و۲ بار در هفته انجام گرفت. در طی مدت ۸ هفته دوره آزمایش، ۴gr اسپیرولینا به صورت روزانه مورد استفاده گروه تیمار قرار گرفت. در ابتدا و انتهای دوره آزمایش بعد از ۱۴-۱۲ ناشتایی از افراد مورد مطالعه ۸cc خون تهیه شد. نمونه خون در دور ۳۰۰۰ و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد و سرم جداسازی گردید. نمونه‌ها تا زمان آنالیز بیوشیمیایی در ۳۰- درجه ذخیره‌سازی شدند. نمونه‌ها طی چند دوره همراه با حفظ زنجیره سرما به دانشگاه علوم پزشکی گرگان منتقل شدند. سطح سرمی قندخون ناشتا(Fast blood suger) با استفاده از کیت پارس آزمون و با روش اسپکتروفتومتریک (CLINICII – Photometer)، انسولین با کیت منوبانید و به روش الیزا(stat fax- 2100) اندازه‌گیری شدند.

نتایج

این مطالعه بر روی ۳۰ بیمار مبتلا به دیابت تیپ ۲ مراجعه‌کننده به درمانگاه دیابت بیمارستان امام خمینی(ره) بهشهر انجام گرفت که به صورت تصادفی در ۲ گروه شاهد و تیمار قرار گرفتند. این افراد هیچ‌گونه سابقه بیماری قلبی عروقی، گوارشی، پرفشاری خون، کلیوی و مصرف مکمل‌های غذایی نداشتند(جدول،۱).

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و اطلاعات بالینی در گروه تیمار وگروه شاهد

متغیر / گروه‌های مورد بررسی	گروه تیمار	گروه شاهد
سن (سال)	۴۶/۷ ± ۸/۱	۴۷/۳ ± ۸/۸
جنس (زن/مرد)	۶/۹	۵/۱۰
وزن (kg)	۷۵/۹۸±۶/۷۳	۷۴/۱۳ ± ۹/۰۰

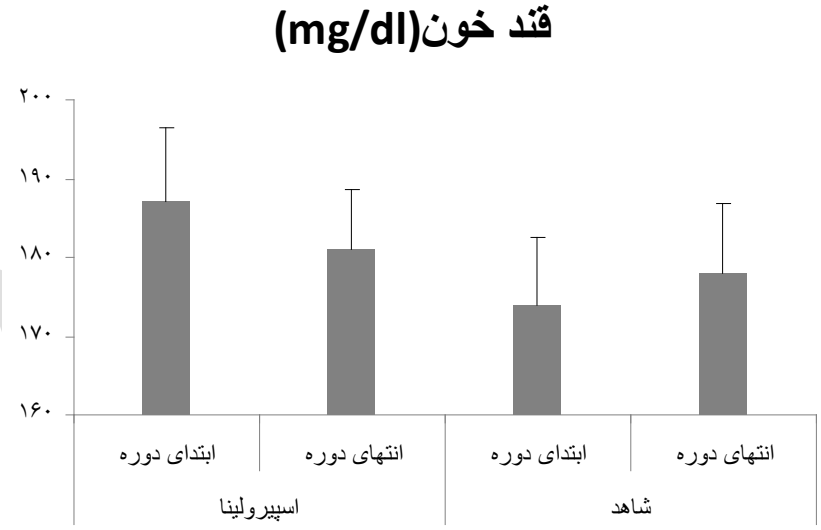
نمایه توده بدنی(mg/m2)	۲۸/۲۷ ± ۲/۰۵	۲۷/۲۱ ± ۱/۸۳
گلوکز ناشتا (mg/dl)	۱۸۷ ± ۹/۵۲	۱۷۴ ± ۸/۶۲
انسولین (µiu/ml)	۶/۵±۱/۳۴	۵/۴±۱/۴۳

مقایسه میانگین غلظت سطح سرمی گلوکز در گروه تیمار و شاهد قبل و بعد از ۸ هفته

۱. مقایسه سطح سرمی گلوکزخون در گروه تیمار قبل و بعد از مصرف اسپیرولینا نشان داد که سطح سرمی گلوکزخون کاهش داشته‌است. همچنین در گروه شاهد مشخص گردید که سطح سرمی گلوکز خون در طی این ۸ هفته نه تنها کاهش نداشته بلکه دارای افزایش بوده‌است.

جدول ۲. مقایسه میانگین غلظت سطح سرمی گلوکز درگروه تیمار و شاهد قبل و بعداز ۸ هفته

متغیر	شاهد		اسپیرولینا	
	ابتدای دوره	انتهای دوره	ابتدای دوره	انتهای دوره
قند خون(mg/dl)	۱۷۴±۸/۹۲	۱۷۸±۸/۶۲	۱۸۷±۹/۵۲	۱۸۱±۷/۶۱



شکل ۱.مقایسه میانگین غلظت سطح سرمی انسولین در گروه تیمار و شاهد قبل و بعد از ۸ هفته

مقایسه سطح سرمی انسولین خون درگروه تیمار قبل و بعد از مصرف اسپیرولینا نشان داد که سطح سرمی انسولین خون کاهش داشته است، همچنین در گروه شاهد مشخص گردید که سطح سرمی انسولین خون در طی این ۸ هفته دارای کاهش بوده‌است.

جدول ۳. مقایسه میانگین غلظت سطح سرمی انسولین درگروه تیمار و شاهد قبل وبعداز ۸ هفته

متغیر	شاهد		اسپیرولینا	
	ابتدای دوره	انتهای دوره	ابتدای دوره	انتهای دوره
انسولین (µiu/ml)	۵/۴±۱/۴۳	۵/۲±۱/۳۵	۶/۵±۱/۳۴	۶/۲±۰/۹

بحث و نتیجه‌گیری

اسپیرولینا که یک ماده غذایی با عملکردهای ویژه است می‌تواند کاندید مناسبی برای مدیریت دیابت تیپ ۲ باشد. مطالعه حاضر به بررسی تأثیر میکروجلبک اسپیرولینا بر سطح سرمی گلوکز، انسولین در بیماران دیابتی تیپ ۲ پرداخته‌است. نتایج حاصل از این مطالعه، نشان داد که بعد از ۸ هفته مصرف اسپیرولینا کاهش در میزان قند خون داشته‌است.

در مطالعه Parikh و همکاران در سال ۲۰۰۱ سطح قند خون بعد از مصرف اسپیرولینا کاهش داشته ولی تغییرات آن معنی‌دار نبوده‌است(Parikh, *et al*.,2001). دربرخی مطالعات نیز نشان داده شده‌است که اسپیرولینا اثرات آنتی‌دیابتیک داشته و سطح گلوکزخون را به شکل معنادار کاهش داده‌است(El-Baz, *et al*.,2013; Estrada JP, *et al*.,2001)(Layam &Reddy, 2006; Anitha& Chandralekha, 2010; Pandey, *et al*., 2011; Senthil, *et al*., 2013). این مطالعات با مطالعه حاضر همخوانی داشته‌است .

در رت‌های دیابتی درمان شده با اسپیرولینا احتمالا افزایش فعالیت هگزورکیناز و دیگر آنزیم‌های گلیکولتیک (هکزوز کیناز، پیرووات کیناز، لاکتات دی‌هیدروژناز) و سرکوب فعالیت فسفوانول پیرووات‌کربوکسی‌کیناز(PEPCK) سبب برداشت بیشتر گلوکز از خون توسط سلول‌های کبدی می‌شود. فعالیت آنزیم‌ها با مصرف اسپیرولینا احتمالا باعث می‌شود که متابولیسم لیپیدها به سمت متابولیسم کربوهیدرات‌ها شیفت داده شده سپس مصرف گلوکز را در محل‌های دیگر (بافت‌های محیطی) افزایش می‌دهد(Layam & Reddy, 2006; El-Baz, *et al*., 2013) .

در برخی از مطالعات نشان داده شده‌است که مصرف اسپیرولینا مقدار انسولین را بهبود بخشیده و به شکل معنی‌داری به سمت نرمال سوق داده‌است(Layam &Reddy, 2006 ; Pari, *et al*., 1999; Senthil, *et al*., 2013; Prince, *et al*.,1998).

افزایش قند خون با اثر مستقیم بر روی سلول‌های B جزایر لانگرهانس سبب تحریک ترشح انسولین می‌گردد و انسولین باعث افزایش انتقال گلوکز به درون سلول و افزایش سرعت اکسیداسیون گلوکز می‌گردد. به‌طور مشابه، کاهش قند خون سبب کاهش ترشح انسولین و افزایش سطح گلوکز خون به سمت نرمال می‌شود. یکی از دلایل ایجاد NIDDM (Non insulin dependent diabetes mellitus)کاهش تعداد رسپتورهای انسولین می‌باشد. سلول‌ها در سطح غشا پلاسمایی دارای گیرنده اختصاصی برای انسولین می‌باشند. در فقدان انسولین یا گیرنده‌های انسولین گلوکز خون افزایش می‌یابد(Anitha&Chandralekha,2010). یکی از مکانیسم های احتمالی اسپیرولینا این است که ترشح پانکراتیک انسولین را افزایش داده که به نوبه خود باعث انتقال گلوکز خون به بافت‌های محیطی و کاهش قند خون می‌شود(Layam &Reddy,2006).

Aigamag

منابع

گنجیان‌خناری ، علی. ۱۳۹۶. میکروجلبک طلای سبز آینده . انتشارات تحول، شماره کتابشناسی ملی ۴۵۲۶۸۸۰. ص۳۱۲

Akbarzadeh A, Norouzian D, Mehrabi M, Jamshidi S, Farhangi A, Verdi AA, 2007 Induction of diabetes by streptozotocin in rats. Indian Journal of Clinical Biochemistry.;۲۲(۲):.۴-۶۰

Anitha L, Chandralekha K. ۲۰۱۰,Effect of supplementation of spirulina on blood glucose, glycosylated hemoglobin and lipid profile of male non-insulin dependent diabetics. Asian J Exp Biol Sci.;.۴۶-۱:۳۶

Anusuya Devi M, VENKATARAM L. ۱۹۸۳, Hypocholesterolemic effect of blue green algae Spirulina platensis in albino rats. Nutrition reports international.;۲۸(۳):.۳۰-۵۱۹

Ayehunie S, Belay A, Baba TW, Ruprecht RM. ۱۹۹۸, Inhibition of HIV- ۱Replication by an Aqueous Extract of Spirulina platensis (Arthrospira platensis). JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes.;۱۸(۱):.۱۲-۷

Control D, Group CTR,۱۹۹۳. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. N Engl j Med.;-۳۲۹:۹۷۷ .۸۶

Dillon J, Phuc AP, Dubacq J. ۱۹۹۵, Nutritional value of the alga Spirulina. Plants in Human Nutrition. ۷۷: Karger Publishers;. p. .۴۶-۳۲

El-Baky HHA, El Baz F, El-Baroty GS. ۲۰۰۹, Enhancement of antioxidant production in Spirulina platensis under oxidative stress. Acta physiologiae plantarum.;۳۱(۳):.۶۲۳

El-Baz FK, Aly HF, El-Sayed A, Mohamed AA. ۲۰۱۳. Role of Spirulina platensis in the control of glycemia in DM ۲rats. International Journal of Scientific & Engineering Research;.۴۰-۴:۱۷۳۱

Estrada JP, Bescos PB, Del Fresno AV. ۲۰۰۱. Antioxidant activity of different fractions of Spirulina platensis protean extract. Il farmaco;۵۶(۵):.۵۰۰-۴۹۷

Harris MI, Flegal KM, Cowie CC, Eberhardt MS, Goldstein DE, Little RR, ۱۹۹۸. Prevalence of diabetes, impaired fasting glucose, and impaired glucose tolerance in US adults: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, ۱۹۸۸–۱۹۹۴. Diabetes care.;۲۱(۴):.۲۴-۵۱۸

Hemalatha K, Pugazhendy K, Jayachandran K, Jayanthi C, Meenambal M. ۲۰۱۲, Studies on the protective efficacy of Spirulina against lead acetate induced hepatotoxicity in Rattus norvegicus. group.;۲(۳.۱۷):۰.۱۵

Jarouliya U, Zacharia JA, Kumar P, Bisen P, Prasad G. ۲۰۱۲, Alleviation of metabolic abnormalities induced by excessive fructose administration in Wistar rats by Spirulina maxima. Indian Journal of Medical Research..۴۲۲:(۳)۱۳۵;

Layam A, Reddy CLK. ۲۰۰۶, Antidiabetic property of spirulina. Diabetol Croat.;۳۵(۲):۳۳-۲۹

Milaðius K, Peèiukonienë M, Dadelienë R. ۲۰۰۴, Effect of Spirulina food supplement on blood morphological and biochemical composition in sportsmen. Acta Medica Lituanica.;۱۱(۱):.۵۱-۴۷

Mathew B, Sankaranarayanan R, Nair PP, Varghese C, Somanathan T, Amma BP, ۱۹۹۵, Evaluation of chemoprevention of oral cancer with Spirulina fusiformis.

Nakaya N, Homma Y, Goto Y. ۱۹۸۸, Cholesterol lowering effect of spirulina. Nutrition Reports International.

Aramag

Pandey JP, Tiwari A, Mishra G, Mishra R. ۲۰۱۱, Role of Spirulina maxima in the control of blood glucose levels and body weight in streptozotocin induced diabetic male Wistar rats. J Algal Biomass Utln.;۲(۴):.۷-۳۵

Pari L, Maheswari JU. ۱۹۹۹. Hypoglycaemic effect of Musa sapientum L. in alloxan-induced diabetic rats. Journal of ethnopharmacology;۶۸(۱):.۵-۳۲۱

Parikh P, Mani U, Iyer U. ۲۰۰۱, Role of Spirulina in the control of glycemia and lipidemia in type ۲ diabetes mellitus. Journal of Medicinal Food.;.۹-۱۹۳:(۴)۴

Ponce-Canchihuamán JC, Pérez-Méndez O, Hernández-Muñoz R, Torres-Durán PV, Juárez-Oropeza MA. ۲۰۱۰, Protective effects of Spirulina maxima on hyperlipidemia and oxidative-stress induced by lead acetate in the liver and kidney. Lipids in health and disease.;۹(۱):.۳۵

Prince PSM, Menon VP, Pari L. Hypoglycaemic activity of Syzigium cumini seeds, ۱۹۹۸, effect on lipid peroxidation in alloxan diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology;۶۱(۱):۷-۱

Rosenbloom A, Silverstein J.۲۰۰۳. Type ۲diabetes in children and adolescents: A guide to diagnosis, epidemiology, pathogenesis, prevention, and treatment: American Diabetes Association;

Saxena PS, Kumar M. ۲۰۰۴, Modulatory potential of Spirulina fusiformis on testicular phosphatases in Swiss albino mice against mercury intoxication.

Senthil N, Balu P, Murugesan K. ۲۰۱۳. Antihyperglycemic effect of spirulina, insulin and Morinda citrifolia against streptozotocin induced diabetic rats. Int J Curr Microbiol App Sci;.۵۹-۲:۵۳۷

Schwartz J, Shklar G, Reid S, Trickier D. ۱۹۸۸, Prevention of experimental oral cancer by extracts of Spirulina-Dunaliella algae.

Subhashini J, Mahipal SV, Reddy MC, Reddy MM, Rachamallu A, Reddanna P. ۲۰۰۴. Molecular mechanisms in C-Phycocyanin induced apoptosis in human chronic myeloid leukemia cell line-K۵۶۲. Biochemical pharmacology;۶۸(۳):.۶۲-۴۵۳

Thornalley PJ. Methods for studying the binding of advanced glycated proteins to receptors for advanced glycation endproducts (AGE receptors). Oxidants and Antioxidants: Ultrastructure and Molecular Biology Protocols. .۶۲-۲۰۰۲:۴۹

Venkataraman L, ۱۹۹۸, global reach of a health care product. Souvenir, IFCON '۹۸. ۴th International Food Convention;.

Aramag

The effect of microalgae spirulina on level of glucose ،insulin in T2DM patient

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a group of metabolic diseases that characterized by hyperglycemia . Spirulina platensis (SP) is a genus of filamentous cyanobacteria (Blue Green Algae) with a coil-like shape. The spirulina ability as a potent anti-viral, anti–cancer, hypocholesterolemic and health improvement agent is gaining attention as a nutraceutical and a source of potential pharmaceutical. The aim of our study was to assess possible spirulina effects on Glucose and insulin levels in new cases of types 2 diabetes.

The subjects consisted of 30 new cases of type2 diabetics. The subjects were divided in to two groups: each consisted of 15 diabetic patients. Group1 did not take any functional food or supplement and received no spirulina supplementation. Group ۲or experimental group also did not take any functional food or supplement but received spirulina supplementation.

There were significant differences in the level of fasting blood glucose between the spirulina group and controls at the baseline. After eight weeks of spirulina supplementation the serum fasting blood glucose levels at baseline were negatively correlated with changes in these parameters.

Keywords: diabet, Spirulina, Fasting blood, glucose

Algalmag

تاثیر سطوح مختلف پودر سماق (Rhus coriaria L.) بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی

حامد قلی پور نوذری*[1]، مهرداد ایرانی[2]، متین شکوری[3]

۱.دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

۲.استادیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

۳.پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

***hamedgh10@yahoo.com**

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف پودر سماق در جیره غذایی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی، در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۳۵ روز روی ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ انجام شد. جیره‌های آزمایشی برای سه دوره پرورش آغازین، رشد و پایانی با استفاده از پودر سماق در پنج تیمار به‌ترتیب شامل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد در جیره غذایی بود. همه تیمارها با چهار تکرار و در ۲۰ واحد آزمایشی (۱۵ قطعه در هر واحد) انجام شد. افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک هر هفته محاسبه و به صورت دوره‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحلیل آماری داده‌های آماری به‌دست آمده نشان داد که سطوح مختلف پودر سماق تاثیر معناداری روی عملکرد رشد نداشت (P>۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، جیره غذایی، پرورش، ضریب تبدیل غذایی، سماق

مقدمه

طی سالیان متمادی داروهای طبیعی به‌خصوص گیاهان دارویی، به عنوان پایه و حتی در برخی موارد تنها وسیله درمان در صنعت داروسازی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی (WHO)، ۸۰ درصد ساکنان زمین برای حفظ نیازهای اولیه سلامت و درمان خود از طب سنتی استفاده می‌کنند و بیشتر این درمان‌ها شامل استفاده از عصاره‌های گیاهی و ترکیبات فعال آنهاست (Ertas et al, 2005)؛ با توجه به بررسی های انجام شده، با اینکه بخش قابل توجهی از داروهای مصرفی شیمیایی هستند، دست کم یک سوم کلیه فرآورده‌های دارویی، یا منشاء گیاهی دارند یا پس از استخراج از گیاه، تغییر شکل یافته‌اند (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴). اوایل قرن بیستم پیشرفت علم شیمی و کشف سیستم-های پیچیده سنتز آلی منجر به توسعه صنعت داروسازی و جایگزینی داروهای سنتتیک به جای داروهای گیاهی شد. اما همزمان با پیشرفت در تولید داروهای شیمیایی جدید و آنتی بیوتیک‌های مختلف، به‌تدریج اثرات مضر این داروها ظاهر شدند. به طور تقریبی حدود ۵۰۰ هزار گونه گیاهی در جهان شناسایی شده است(Borris, 1996)، که از آن میان کمتر از هزار گونه به عنوان گیاه دارویی نام گذاری شده‌است(Schultes, 2008).

سماق با نام علمی .Rhus coriaria L از تیره پسته[1] درختچه‌ای کوچک به ارتفاع ۱ تا ۵ متر، دارای برگ‌هایی مرکب از ۹ تا ۱۵ برگچه، پوشیده از کرک و دندانه‌دار است. رنگ برگ‌ها در پائیز به قرمز متمایل می‌شوند و این از ویژگی‌های گیاه سماق است. گل‌های گیاه به صورت خوشه‌های مجتمع در انتهای ساقه اصلی بوده، تبدیل به میوه‌های نسبتاً کروی و کوچک می‌شوند (احمدیان عطاری و همکاران، ۱۳۸۶).

1.Anacardiaceae

Algalmag

افزودنی‌ها با منشاء گیاهی به جیره غذایی طیور شامل گونه‌های وسیعی از گیاهان و روغن‌های استخراج شده از گیاهان است. اثرات سطوح مختلف سماق در تغذیه جوجه‌های گوشتی و ارزیابی تاثیرات آن روی فراسنجه‌های خونی و بررسی عملکرد رشد جوجه‌ها در پایان دوره، انگیزه‌های زیادی را برای انجام این تحقیق ایجاد نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن پرورشی مرغداری خصوصی در روستای پنبه چوله شهرستان ساری انجام شد. تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه یک روزه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ در سن یک روزگی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی به ۵ تیمار،۴ تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه بدون افزودنی، جیره پایه + ۰/۵ درصد سماق، جیره پایه + ۱ درصد سماق، جیره پایه + ۱/۵ درصد سماق، جیره پایه + ۲ درصد سماق بود. سماق مورد نیاز برای تهیه جیره آزمایشی هر تیمار با توجه به وزن جیره مورد نیاز برای یک هفته محاسبه شد. سماق مورد استفاده در دمای یخچال و در ظرفی سربسته (به‌منظور جلوگیری از خارج شدن اسانس آن) نگهداری شد. ترکیب مواد مغذی جیره آزمایشی در جدول ۱ آورده شده‌است.

جدول ۱. ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

مواد مغذی	واحد	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی
انرژی قابل متابولیسم	کیلوگرم/کیلوکالری	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	درصد	۲۲-۲۱	۲۰-۱۹	۱۸-۱۷
چربی خام	درصد	۴/۸۴	۴/۳۳	۳/۹۵
اسید لینولئیک	درصد	۱/۷۹	۲/۰۱	۱/۹۴
لیزین	درصد	۱/۳۱	۱/۲۱	۱/۰۰
متیونین	درصد	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۴۵
کلسیم	درصد	۱/۰۰	۰/۹۲	۰/۸۰
فسفر	درصد	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۴۰
فیبر	درصد	۳/۵۰	۳/۵۰	۴/۰۰
سدیم	درصد	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
ماده خشک	درصد	۸۸	۸۸	۸۸

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 هفتهٔ 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 به‌تدریج کم شد تا به ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی رسید. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی به‌صورت دوره‌ای محاسبه شد.

کلیه داده‌های آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute, 2008) مورد تجزیه‌و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (Duncan, 1955) در سطح معنا-داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد رشد پرنده

صفات مربوط به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شامل مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جدول۲، ۳ و۴ نشان داده شده‌است.

مصرف خوراک

مطالعات آماری انجام گرفته حاکی از عدم وجود اختلاف معنادار بین کلیه تیمارها می‌باشد ($P >$۰/۰۵). مصرف خوراک از فاکتورهای مهمی است که اثرات مهمی را روی افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه ها می‌گذارد. بنابراین میزان مصرف خوراک ارتباط مهمی با عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی دارد. چندین فرضیه راجع به مصرف خوراک مطرح می‌باشد که از مهم‌ترین آن‌ها فرضیه گلوکواستاتیک می‌باشد. این فرضیه اولین‌بار در سال ۱۹۵۳ توسط مایر ارائه شد، وی پیشنهاد نمود که سلول‌های خاصی در هیپوتالاموس شکمی میانی وجود دارند که گلوکورسپتور نامیده می‌شوند (Mayer,1953). این فرضیه بر این نکته تأکید دارد که افزایش میز ان گلوکز خون باعث کاهش اشتها می‌شود. در تحقیق حاضر، در پایان دوره آزمایش تیمار دوم (۰/۵ درصد سماق) قندخون بالاتری نسبت به سایر تیمارهایی که سماق مصرف کردند داشته است، که با این فرضیه مطابقت دارد. شرلوک و همکاران در آزمایشی نشان دادند که تزریق گلوکز به سیاهرگ کبدی در جوجه ها باعث کاهش مصرف خوراک شد (Sirlock and Forbes, 1981). در برخی آزمایشات در رت(Inokuchi, et al., 1984) و همچنین در جوجه‌ها با تزریق ۲۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن گلوکاگن، کاهش مصرف خوراک و بالا رفتن قند مشاهده می‌شود (Smith and Taylor, 1974). با توجه به احتمال افزایش غلظت گلوکاگن درتیمار دوم و افزایش قندخون، در دوره پایانی در کنار فرضیه گلوکواستاتیک، افزایش گلوکاگن هم شاید عاملی برای کاهش مصرف خوراک در این تیمار باشد (رئوفی و همکاران ۱۳۸۸). هم چنین تیمار دوم در دوره آغازین دارای بیشترین مصرف خوراک می‌باشد.

جدول ۲. مقایسه اثر تیمارها بر میانگین مصرف خوراک (کیلوگرم)

تیمار	میزان سماق(٪)	آغازین (۲۱-۷ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۱ روزگی)	کل (۴۲-۷ روزگی)
۱	۰	۰/۸۹۰±۰/۰۲۷	۳/۱۰۰±۰/۰۸۸	۳/۹۹۲±۰/۰۱۷
۲	۰/۵	۰/۹۴۰±۰/۰۵۰	۳/۰۰۸±۰/۰۶۷	۳/۹۴۷±۰/۰۲۳
۳	۱	۰/۸۷۰±۰/۰۲۲	۳/۱۲۰±۰/۰۷۱	۳/۹۹۱±۰/۰۵۷
۴	۱/۵	۰/۸۵۹±۰/۰۳۴	۳/۰۹۰±۰/۰۸۳	۳/۹۵۲±۰/۰۴۵
۵	۲	۰/۸۴۸±۰/۰۳۱	۳/۱۱۰±۰/۰۵۶	۳/۹۶۰±۰/۰۲۱

افزایش وزن بدن

بررسی‌های آماری صورت گرفته عدم وجود اختلاف معنادار را بین کلیه تیمارها نشان می‌دهد ($P >$۰/۰۵) (جدول ۳). حداقل افزایش وزن متعلق به تیمار (۲)(جیره حاوی۰/۵ درصد سماق) و حداکثر افزایش وزن متعلق به تیمار (۴)(جیره حاوی ۲ درصد سماق) می‌باشد.

Aigalmag

جدول ۳. مقایسه اثر تیمارها بر میانگین افزایش وزن بدن(کیلوگرم)

تیمار	میزان سماق(٪)	آغازین (۲۱-۷ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۱ روزگی)	کل (۴۲-۷ روزگی)
۱	۰	۰/۴۸۰±۰/۰۲۷	۱/۴۲۰±۰/۰۸۸	۱/۹۰۰±۰/۰۱۲
۲	۰/۵	۰/۵۰۱±۰/۰۵۰	۱/۳۶۰±۰/۰۶۷	۱/۸۶۴±۰/۰۳۶
۳	۱	۰/۴۵۸±۰/۰۲۲	۱/۳۹۴±۰/۰۷۱	۱/۸۵۳±۰/۰۵۵
۴	۱/۵	۰/۴۷۲±۰/۰۳۴	۱/۳۸۰±۰/۰۸۳	۱/۸۵۲±۰/۰۴۲
۵	۲	۰/۴۶۴±۰/۰۳۱	۱/۴۴۰±۰/۰۵۶	۱/۹۰۶±۰/۰۶۸

ضریب تبدیل غذایی

حداقل ضریب تبدیل در دوره آغازین متعلق به تیمار (۴) و حداکثر ضریب تبدیل آغازین متعلق به تیمار (۳) است. حداقل ضریب تبدیل در دوره پایانی متعلق به تیمار (۵) و حداکثر ضریب تبدیل در دوره پایانی متعلق به تیمار (۴) است. بنابراین در دوره پایانی به نظر می‌رسد در بیشترین سطح سماق یعنی تیمار (۵) با کاهش احتمالی غلظت انسولین و غالب تر شدن گلوکاگن (هورمونی که زیست فراهمی مواد غذایی را کاهش می‌دهد) و افزایش قند خون منجر به کاهش مصرف خوراک، کاهش افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شود، که نشان از بدتر شدن عملکرد در این سطح سماق می‌باشد.

جدول۴. مقایسه اثر تیمارها بر میانگین ضریب تبدیل خوراک

تیمار	میزان سماق(٪)	آغازین (۲۱-۷ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۱ روزگی)	کل (۴۲-۷ روزگی)
۱	۰	۱/۸۵±۰/۰۲	۲/۱۸±۰/۰۶	۲/۱۰±۰/۰۴
۲	۰/۵	۱/۸۷±۰/۰۵	۲/۲۱±۰/۰۳	۲/۱۱±۰/۰۶
۳	۱	۱/۸۹±۰/۰۲	۲/۲۳±۰/۰۷	۲/۱۵±۰/۰۴
۴	۱/۵	۱/۸۱±۰/۰۷	۲/۲۳±۰/۰۵	۲/۱۲±۰/۰۹
۵	۲	۱/۸۲±۰/۰۴	۲/۱۵±۰/۰۶	۲/۰۷±۰/۰۸

نتیجه‌گیری کلی

بررسی های انجام شده نشان داد که استفاده از سماق در جیره، بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تاثیر معناداری نداشت اما ممکن است روی فاکتورهای خونی اثرگذار باشد. البته با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در مورد مکانیسم تأثیر و سطح بهینه این ماده افزودنی در شرایط مختلف پرورش طیور لازم است در آینده مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تمام عزیزانی که نقشی در این تحقیق داشته اند کمال تشکر و سپاس را دارند.

Algalmag

منابع

احمدیان عطاری، م.م.، امین، غ.ر.، فاضلی، م.ر.، جمالی فر، ح. ۱۳۸۶. مروری بر اثرات ضد میکروبی میوه سماق .Rhus Coriata L. فصلنامه گیاهان دارویی. سال هفتم. دوره اول . شماره مسلسل بیست و پنجم. زمستان ۱۳۸۶. ص۹-۱.

رئوفی، ا.، مردانی، م.، صباغ، م.، دلفان، ب.، طراحی، م.ج. ۱۳۸۸. بررسی اثر سماق در کاهش LDL کلسترول در مقایسه با لوستاتین. فصلنامه گیاهان دارویی. دوره هفدهم. شماره سوم. پائیز ۱۳۸۸. ص ۵۶-۵۱.

فاضلی، م.ر.، آشتیانی، ح.، احمدیان عطاری، م.م.، جمالی فر، ح.، زاهری، ا.۱۳۸۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره تام سماق.Rhus Coriata L بر سویه های مختلف پوستی Staphylococcus epidermidis و Corynebacterium xerosis. فصلنامه گیاهان دارویی. سال پنجم. شماره هفدهم. زمستان ۱۳۸۴. ص ۳۱-۲۷.

Borris, R.P. Natural Products as a research: perspectives from a major Pharmaceutical company. J. Ethnopharmacol. 1996; 51:29-38.

Duncan, D.B. 1955. Multiple ranges and multiple F-test. Biometrics, 11: 1-42.

Ertas,O.N.,T.Guler,M.Ciftci,B.Dalkilic,and U.G.Simsek, 2005.The effect of an essential oil mix derived from oregano,clove and anise oil on broiler performance. International journal of poultry sience. 11:879-844.

Inokuchi, A., Oomura, Y., Nishimura, A. 1984. Effect of intracer ebroventricularly infused glucagon on feeding behavior. Physiol. Behav. 33:397-400.

Mayer, J. Glucostatic mechanism of regulation of food intake. 1953. New Engl J Med.249:13-16.

SAS Institute, 2008. SAS User's Guide Statics. SAS Institute Inc., Cary, NC., USA.

Schultes, R.E. The kingdom of plants,2008. In W.A.R. Thomson (Ed), Medicines from the earth. Mc Grow-Hill Book Co, New York, N.Y. 1978, pp: 208-9.

Shirlock, T.G.H. and Forbes, J.M. 1981. Antimicrobial effects of herbal spices. Br Poult Sci. 22: 333- 346.

Smith, C.J, Taylor, B. 1974. Does a glocostatic mechanism for food intake control exist in chickens. Poult. Sci. 53:1720-1724.

The effects of using different levels of sumac (Rhus coriaria L.) powder on broiler performance

Abstract

In order to study the effect of different levels of sumac powder in feed on broiler performance, we conducted a research in an completely randomized design in 35-days experiment on 300 Ross chicks. All of the treatments had 4 replicates. The experimental rations were regulated of 5 treatments: 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 percent/kg/diet sumac powder. At the end of rearing period, feed intake, feed conversation ratio and weight gain calculated. Different levels of sumac had no significant effect on broiler performance.

Keywords: Broiler, Diet, Rearing, Feed conversion ratio, Sumac

Algalmag