مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال پنجم، شماره سوم، پیاپی نوزدهم، زمستان ۱۳۹۵ (۹-۱۶)

مطالعه امکان تولید پروتئین تک‌یاخته با استفاده از مخمرهای *Saccharomyces cerevisiae* و *Saccharomyces carlsbergensis* از آب ماهی تغلیظ‌شده (stick water) از کارخانجات آرد ماهی کیلکا در استان مازندران

مهدی بابازاده میکلا[۱*]، مهدی سلطانی[۲]، ابوالقاسم کمالی[۳]، محمدرضا سعیدی اصل[٤]
۱. مربی، گروه منابع طبیعی-شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲. استاد، گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد، گروه منابع طبیعی-شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
٤. دانشیار، گروه بهداشت و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/۱۲- تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰)

چکیده
امروزه با توجه به رشد سریع جمعیت، محققان در جستجوی منابع ارزان قیمت پروتئین می‌باشند. یکی از این منابع، پروتئین تک یاخته است.. این تحقیق به مطالعه فرایند تولید پروتئین تک یاخته با استفاده از مخمرهای *Saccharomyces cerevisiae* و *Saccharomyces carlsbergensis* پرداخته است این مخمرها به‌عنوان ایده‌آل‌ترین و پرکاربردترین میکروارگانیسم‌های یوکاریوتی برای مطالعه بیولوژیکی شناخته شده است. در مطالعه حاضر پساب تولید شده در کارخانه آرد ماهی کیلکا (Stick Water)، استان مازندران جمع آوری و در آزمایشگاه به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن پرداخته شد. محیط کشت تهیه شده برای مخمرها YGB (Yest Extract Glucose Broth) بود. به منظور ارزیابی رشد مخمرها از محیط کنترل و محیط حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد Stick Waterاستفاده شد. محصول تولید شده از نظر درصد ماده خشک، پروتئین، رطوبت، خاکستر و پروفایل اسید آمینه مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل نتایج از نرم‌افزار SPSS و برای ارزیابی نتایج درون گروهی از تست Anova استفاده شد. در تحقیق حاضر میزان تولید پروتئین تک یاخته در مخمر *Saccharomyces carlsbergensis* (٥٦/٣٦ درصد)، اندکی بیشتر از مخمر *Saccharomyces cerevisiae* (٥٤/٣٥ درصد) بود ولی اختلاف معناداری بین آنها مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین تک‌یاخته، مخمر، Stick Water، محیط کشت.

The study of Single Cell Protein production possibility by yeasts (*Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces carlsbergensis*) from Stick Water of Kilka fish meel factories in Mazandaran

Mehdi Babazadeh Mikola[1*], Mehdi Soltani[2], Abolghasem Kamali[3], Mohammadreza Saeidi Asl[4]
1. Instructor, Department of Natural Resources-Fisheries, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Health and Aquatic Animal Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran, Iran
3. Professor, Department of Natural Resources-Fisheries, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Department of Health and Aquatic Animal Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran, Iran
(Received: Jan. 2, 2016 - Accepted: Feb. 18, 2017)

Abstract
These days, Scientsts search for cheap protein sources because of growthing of population.One of these sources is Single Cell Protein.This study deals with Single Cell Protein production process by *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces carlsbergensis* .These yeast are known as the most ideal and practical eukaryotic microorganism in biological studies. In this survey we added the waste of Kilka fish meal factories (Stick water) in Mazandaran and analyzed physical and chemical factors in the lab.The yeast medium was YGB (Yest Extract Glucose Broth). It is used control medium and medium whitch has 50% and 100% Stick water in order to investigation of growthing yeast. Producted Organizem are analyzed for dry material percent,moisture,protein,ash and amino acid profile. In order to analyze of results, we used SPSS and ANOVA system. In this survey, the mount of Single Cell Protein production in *Saccharomyces carlsbergensis* was more than *Saccharomyces cerevisiae*. But we dident watch any obviously different between them.

Keywords: Single Cell Protein, yeast, Stick water, medium.

* نویسنده مسئول: مهدی بابازاده E-mail: Babazadeh56@yahoo.com

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت جهان، روز به روزنیاز به مواد غذایی به‌ویژه مواد پروتئینی افزایش می‌یابد. به همین جهت دانشمندان در جستجوی منابع ارزان قیمت پروتئین می‌باشند. یکی از این منابع، پروتئین تک یاخته است. در حال حاضر پروتئین تک یاخته، در جیره دام و طیور و آبزیان استفاده می‌شود (Abou-Zeid *et al*., 1995). همچنین افزایش آلودگی محیط ناشی از ضایعات آبزی‌پروری و صنعتی، زمینه لازم برای تولید مواد غذایی پروتئینی ازطریق تبدیل مواد زاید به تولیدات با ارزش به‌وجود آمده است (Lavens & Sorgeloos, 1996). پروتئین تک یاخته اصطلاحاً به سلول‌ها یا پروتئین‌های استخراج‌شده از میکروارگانیسم‌ها اطلاق می‌شود. برای تولید SCP از میکروارگانیسم‌های مختلف تک سلولی نظیر باکتری‌ها، جلبک‌ها و قارچ‌ها استفاده می‌گردد (Mølck *et al*., 2002). مخمرها اولین میکروارگانیزم‌های شناخته‌شده‌ای هستند که بیشترین مطالعه در مورد آنها انجام گرفته و عموماً در بین مصرف‌کنندگان بهتر پذیرفته شده‌اند. مخمرها به ندرت سمی یا بیماریزا بوده و قابلیت مصرف در غذای انسان‌ها را دارند (Sandula *et al*., 1984). مخمرها از باکتری‌ها بزرگتر بوده که این نکته به جداسازی آن‌ها کمک می‌کند هر چند سرعت رشد آن ها نسبتاً آهسته می باشد (El-Nawwi & Kader, 1996). محدوده وسیعی از میکروارگانیسم‌ها قادر به تولید پروتئین با استفاده از محیط کشت‌های ارزان قیمتی همچون ملاس، ضایعات نشاسته‌ای، آب پنیر، ضایعات کارخانجات آرد ماهی و غیره می‌باشند. در اغلب موارد، پروتئین تک‌یاخته، از مواد زائد کارخانجات صنایع غذایی تهیه شده و مطالعات کمی در ارتباط با تولید پروتئین تک یاخته از مواد زائد و باقیمانده آبزیان انجام گرفته است. آبزیان به لحاظ پروتئین بسیار بالا و اسیدهای چرب ضروری دارای ارزش فوق‌العاده بوده و می‌توان از ضایعات آنها به‌عنوان منبع در جهت تولید پروتئین تک‌یاخته استفاده نمود. استیک واتر به پساب کارخانجات آرد ماهی یا برخی فرآورده‌های غذایی دیگر گفته می‌شود. استیک واتر از جمله پساب‌هایی است که مستقیماً وارد محیط زیست شده و با داشتن COD بالا باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. با توجه به موارد ذکر شده و تولید مقادیر زیاد استیک و اتر در کارخانجات تولید آرد ماهی در ایران، استفاده از آنها برای تولید بیوپروتئین حائز اهمیت به‌نظر می‌رسد (Bibi Kam *et al*., 2012).

مواد و روش

اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پساب تولید شده در کارخانه

پساب تولیدشده در کارخانه آرد ماهی کیلکا (Stick Water)، در استان مازندران جمع‌آوری و در ظروف استریل به آزمایشگاه بیوتکنولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل گردید. در مرحله اول، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پساب تولید شده در کارخانه آرد ماهی کیلکا تعیین گردید. به منظور اندازه گیری پارامترهای نیتریت، نیترات، آمونیوم، فسفات، پتاسیم و کلسیم در استیک واتر از دستگاه فتومتر استفاده شد و اندازه گیری پارامترهای ذکر شده طبق روش‌های توصیه‌شده توسط APHA (2003) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری کل ذرات معلق جامد (TSS)، کل ذرات جامد محلول (TDS)، کل ذرات جامد (TS)، کل ذرات جامد فرّار (TVS)، ذرات جامد معلق فرّار (VSS) از روش توصیه‌شده توسط APHA (2003) استفاده شد (APHA, 1985). همچنین، پروتئین با استفاده از روش کجلدال و میزان چربی کل، COD و BOD با روش توصیه‌شده توسط Bligh و Dyer و pH توسط دستگاه pHمتر اتوماتیک اندازه‌گیری شدند (پارامترهای ذکرشده با سه تکرار مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند) (AOAC, 2003). مخمرهای مورد استفاده در این مطالعه از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران به صورت

لیوفیلیزه تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. محیط کشت استاندارد تهیه شده YGB بود. به‌منظور ارزیابی رشد میکروب‌های شاخص از محیط کنترل و محیط حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد Stick Water استفاده شد و از نمونه کشت اولیه به مقدار ۵ درصد به‌عنوان تلقیح استفاده شد و روند رشد مخمرها در زمان‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت بررسی رشد مخمر از دمای ۳۰ درجه و pH چهار و نیم استفاده شد مدت زمان انکوباسیون برای همه تیمارها پنج شبانه روز بود (هر تیمار سه تکرار). برای تعیین توده زنده از ۱۰۰ میلی‌لیتر مخمر استفاده شد. نمونه‌های تهیه‌شده در کنار شعله برداشته و به مدت ۲۰ دقیقه در دور ۳۵۰۰ در دقیقه سانتریفوژ شد. پس از طی این زمان، قسمت ته‌نشین شده به آون منتقل شد و به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از آن نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل و پس از خشک شدن، وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. ابتدا نمونه‌های به دست آمده پس از رسیدن به حداکثر رشد برداشت و سه بار شستشو با آب مقطر استریل (به‌منظور جداسازی ترکیبات نیتروژنی)، در فریز درایر خشک شدند. با تولید پروتئین تک‌یاخته از Stick Water، محصول تولیدشده از نظر درصد ماده خشک، میزان پروتئین، رطوبت و خاکستر مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلدال، رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت انجام شد (AOAC, 2003).

اندازه‌گیری پروفایل اسید های آمینه

به منظور اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای آمینه پروتئین تک‌یاخته از Stick Water، از دستگاه HPLC (SUPELCOSIL, LC-DABS) با مشخصات ستون ۱۲cm×۴/۶ mm، فاز متحرک پتاسیم دی هیدروژن فسفات (ماده A)، استونیتریل و متانول (ماده B) به نسبت ۷۰ به ۳۰، با سرعت جریان ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه با استفاده از دتکتور Vis، ۴۳۶ نانومتر استفاده شد. روش تعیین پروفایل اسید آمینه شامل مراحل هیدرولیز نمونه با استفاده از اسید کلریدریک ۶ نرمال و مشتق‌سازی اسیدآمینه‌هایی که برای این‌کار از ۱۰ تا ۲۰ میکرولیتر از محلول اتانول–آب–تری اتیل آمین (۲:۲:۱) استفاده شد. برای تجزیه کمی و کیفی اسیدهای آمینه از سیستم Pico-tag Amino Acid Analysis استفاده شد. در پایان پروفایل اسید آمینه‌های به‌دست آمده از پروتئین تک یاخته از Stick Water با پروفایل اسید آمینه ارایه شده توسط NRC و FAO/WHO مورد مقایسه قرار گرفت (AOAC, 2003).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار SPSS (18) و جهت ارزیابی نتایج درون گروهی از تست Anova و برای تایید نهایی آن از تست LSD استفاده شد. به‌منظور ارزیابی نتایج بین گروهی از T-test استفاده شده و در هر مرحله ارزش p با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و در محدوده ۰/۰۵ محاسبه گردید.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Stick Water

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Stick Water کارخانه آرد ماهی کیلکا مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ ذکر شده است. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده آن است که ضایعات کارخانه آرد ماهی کیلکا حاوی مقادیر زیادی COD، پروتئین و املاح آلی و معدنی می‌باشد که از منابع غذایی مهم مورد استفاده انواع میکروارگانیسم‌ها از قبیل باکتری‌ها و قارچ‌ها و مخمرها جهت رشد می‌باشد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی استیک واتر کارخانه آرد ماهی کیلکا مورد استفاده در این مطالعه

نوع فاکتور	مقدار
پتاسیم (ppm)	۱۴۵۴
کلسیم (ppm)	۲۱۵۵
سدیم (ppm)	۱۱۰
نیترات (ppm)	۲۳۱
نیتریت (ppm)	۰/۶۵
آمونیوم (ppm)	۰/۱۶
فسفات (ppm)	۱۳/۱۸
COD (ppm)	۶۳۰۰
BOD (ppm)	۲۵۲۰
چربی کل (در ۱۰۰ گرم نمونه)	۰/۰۷۵
پروتئین (در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	۶۸/۲۵
pH	۶/۴۵
کل ذرات جامد (ppm)	۴/۵
کل ذرات جامد معلق (ppm)	۰/۴۷
کل ذرات جامد محلول (ppm)	۴/۳۲
کل ذرات جامد فرار (ppm)	۰/۳۱۱
کل ذرات جامد معلق فرار (ppm)	۰/۰۷۵

نتایج آنالیز کمی ماده تهیه شده از مخمرهای مورد مطالعه درتیمارهای مختلف حاوی استیک واتر

مخمر ساکارومیسس سرویزیه

رطوبت، ماده خشک، خاکستر و پروتئین تهیه شده از مخمر ساکارومیسس سرویزیه در تیمارهای مختلف حاوی استیک واتر در در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که بین تیمار شاهد با تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر در فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده اختلاف معناداری وجود دارد (p<۰/۰۵). در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر درصد ماده خشک و خاکستر بیشتر از تیمار شاهد است (p<۰/۰۵)، در صورتی‌که درصد رطوبت و پروتئین در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر بوده است (p<۰/۰۵).

مخمر ساکارومیسس کارلزبرجنسیس

در جدول ۳ درصد رطوبت، ماده خشک، خاکستر و پروتئین تهیه‌شده از قارچ ساکارومیسس کارلزبرجنسیس در تیمارهای مختلف استیک واتر و شاهد نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که بین تیمار شاهد با تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر در فاکتورهای خشک و خاکستر بیشتر از تیمار شاهد است (p<۰/۰۵)، در صورتی‌که درصد رطوبت و پروتئین در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای اندازه‌گیری‌شده اختلاف معناداری وجود دارد (p<۰/۰۵). در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر،درصد ماده ۵۰ و ۱۰۰ درصد استیک واتر بوده است (p<۰/۰۵).

جدول۲. آنالیز کمی ماده تهیه شده از مخمر ساکارومیسس سرویزیه در تیمارهای مختلف حاوی استیک واتر

تیمار	درصد رطوبت	درصدماده خشک	درصد خاکستر	درصدپروتئین
فاقداستیک واتر (کنترل)	۴/۲۹±۰/۰۷۱a	۹۲/۱۷±۰/۱۴c	۳/۳۰±۰/۰۲۵b	۵۷/۹۶±۰/۵۱a
۵۰ درصد استیک واتر	۳/۳۶±۰/۰۳۹b	۹۵/۳۲±۰/۳۲b	۳/۹۵±۰/۰۴۹b	۵۴/۱۷±۰/۳۹c
۱۰۰ درصد استیک واتر	۲/۱۷±۰/۰۲۱c	۹۶/۱۷±۰/۲۲a	۴/۹۶±۰/۰۱۷a	۵۶/۳۶±۰/۱۷b

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ما بین داده‌ها می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول۳. آنالیز کمی ماده تهیه شده از مخمر ساکارومیسس کارلزبرجنسیس در تیمارهای مختلف حاوی استیک واتر

تیمار	درصد رطوبت	درصد ماده خشک	درصد خاکستر	درصدپروتئین
فاقد استیک واتر (کنترل)	۴/۱۱±۰/۰۳۶a	۹۳/۲۵±۰/۱۷c	۳/۵۷±۰/۰۳۶b	۵۸/۱۷±۰/۵۵a
۵۰ درصد استیک واتر	۴/۲۹±۰/۰۱۷a	۹۶/۴۵±۰/۳۱a	۴/۱۸±۰/۰۲۵a	۵۶/۶۹±۰/۶۱b
۱۰۰ درصد استیک واتر	۳/۴۹±۰/۰۲۵b	۹۵/۱۷±۰/۴۵b	۳/۹۶±۰/۰۴۷a	۵۴/۳۵±۰/۴۵c

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ما بین داده‌ها می‌باشد (p<۰/۰۵).

نتایج آنالیز اسیدهای آمینه

نتایج مربوط به آنالیز اسید آمینه‌های به‌دست آمده از پروتئین تک یاخته از Stick Water توسط نمونه‌های مخمری مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۴ آمده و با برخی از منابع پروتئینی توصیه شده توسط NRC و FAO/WHO مورد مقایسه قرار گرفته شده است. نتایج آنالیز کمی و کیفی SCP تولیدی از نظر اسیدهای آمینه به‌دست آمده نشان داد که اکثر اسیدهای آمینه در پروتئین تک‌یاخته تولیدشده وجود داشته که قابل مقایسه با استانداردهای NRC و FAO/WHO می‌باشد.

جدول ٤. میزان اسیدهای آمینه به دست آمده از پروتئین تک یاخته از Stick Water توسط

اسید آمینه	ساکارومیسس سرویزیه (گرم/ ۱۰۰ گرم)	ساکارومیسس کارلزبرجنسیس (گرم/ ۱۰۰ گرم)	آرد ماهی (گرم/ ۱۰۰ گرم)	FAO/WHO	NRC
آسپارتیک اسید	۵/۲۵	۴/۸۵	۸/۶۰	-	-
گلوتامیک اسید	۵/۱۷	۵/۱۳	۱۳/۴	-	-
سرین	۴/۲۵	۳/۴۲	۴/۱۰	-	-
گلایسین	۳/۶۹	۴/۳۶	۹/۳۰	-	-
ترئونین	۳/۳۷	۲/۴۸	۳/۸	۰/۹	۳/۹
هیستیدین	۱/۲۵	۱/۱۳	۲	۱/۶	۲/۱
آلانین	۴/۱۱	۴/۴۵	۶/۳	-	-
پرولین	۵/۴۵	۵/۱۷	۵/۵	-	-
آرژنین	۱/۴۶	۱/۳۵	۶/۱	-	۱/۳۱
تایروزین	۳/۲۹	۳/۱۵	۲/۸۰	-	-
والین	۲/۵۴	۳/۷۷	۴/۵	۱/۳	۳/۶
متیونین	۱/۲۵	۲/۱۷	۲/۴۰	۱/۷	۳/۱
ایزولوسین	۲/۹۴	۳/۰۶	۳/۸	۱/۳	۲/۵
لوسین	۳/۸۷	۳/۴۵	۶/۴	۱/۹	۳/۳
فنیل آلانین	۳/۶۰	۲/۲۲	۳/۴	-	۶/۵
لیزین	۳/۰۴	۳/۱۷	۶/۷	-	-
سیستئین	-	-	۰/۹	-	-
Σ AA	۲۶/۶۱	۲۵/۹۵	۳۷/۹۹	–	–
Σ NAA	۲۷/۹۲	۲۷/۳۸	۵۰	–	–
Σ AA /Σ NAA	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۷۵	–	–

* نمونه‌های مخمری مورد استفاده در این تحقیق و مقایسه آنها با برخی از منابع پروتئینی دیگر.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق فوق و با توجه به تولید مقادیر زیاد استیک واتر در کارخانجات تولید پودر ماهی در ایران، استفاده از آنها برای تولید بیوپروتئین حائز اهمیت به‌نظر می‌رسد، که نیازمند توجه بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در این بخش است. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق استفاده از استیک واتر کارخانه آرد ماهی کیلکا موجب افزایش میزان تولید مخمرهای مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود که دلیل احتمالی آن به دلیل بالا بودن میزان کربن آلی و دیگر مواد نیتروژنی موجود در این تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد است که این امر منجر به رشد بهتر و سریع‌تر این ارگانیسم‌ها می‌گردد. به عبارت دیگر در تیمارهای ۵۰

درصد و به‌ویژه ۱۰۰درصد استیک واتر این ارگانیسم‌ها، فرایند متابولیکی به طور معناداری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته که در نتیجه آن میزان رشد مخمرهای مورد مطالعه و نیز مصرف منابع کربن و نیتروژنی افزایش یافته است. مطالعات صورت گرفته توسط Kurbanoglu & Algur (2002)، Schultz *et al.* (2006) و Nigam (2000) نیز تاییدکننده این مسئله می‌باشد و نتایج حاصل از تحقیق فوق را تایید می‌کند (Paraskevopoulou *et al.*, 2003). در تحقیق حاضر میزان تولید پروتئین تک‌یاخته بسته به نوع ارگانیسم مورد استفاده متفاوت بود و مقدار آن در مخمر ساکارومیسس کارلزبرجنسیس بیشتر از مخمر ساکارومیسس سرویزیه بود ولی اختلاف معناداری بین آنها مشاهده نشد. Nigam (1998) از ضایعات کارخانه کنسروسازی آناناس برای تولید قارچ *Candida utilis* استفاده نمود. میزان بیوماس ۷ g/l با ۵۵/۳ درصد پروتئین به دست آمد. میزان کاهش COD تا ۹۵-۹۰ درصد گزارش شد. همچنین Kim & Lee (2001) میزان بیوماس *Candida utilis* را با استفاده از ملاس ۱/۵ g/l اعلام نمودند. Zheng *et al.* (2005) توانستند گونه *Candida arborea* را بر روی سبوس برنج کشت نمایند. میزان بیوماس با اضافه کردن مقدار ۰/۹ درصد محلول آمونیوم به ۷/۱۸ g/l رسید. Jamal *et al.* (2007) از پودر گندم به‌عنوان منبع ارزان کربن برای کشت *Mucor hiemalis* استفاده نمودند. میزان بیوماس ۱۱/۴۸ g/l به دست آمد. Zhang *et al.* (2008) با کشت گونه *Trichoderma viride*، از ضایعات کارخانه شراب‌سازی توانستند بیوماس به میزان ۵/۵۴ g/l، پروتئین ۱۹/۸ درصد و کاهش COD به میزان ۶۵/۷ درصد به‌دست آورند. Khalilzadeh (1995) از پساب کارخانجات تولید الکل حاصل از ملاس برای تولید مخمر هانسئولا استفاده نمود. میزان بیوماس بدون استفاده از هیچ ماده مغذی ۵/۷ گرم در لیتر توده سلولی خشک به‌دست آمد و میزان COD، ۳۱ درصد کاهش یافت. میزان پروتئین گونه *Trichoderma viride* حاصل از تفاله لیموترش ۳۱/۹ درصد و گونه *Candida krusei* به میزان ۵۰-۴۷ درصد و قارچ *Scytalidium acidophilum* حاصل از ضایعات کاغذی هیدرولیز شده ۴۷-۴۴ درصد و گونه *Rhizopus oligosporus* حاصل از ضایعات مایع ابریشم طبیعی ۵۰/۲ درصد به‌دست آمد (Gregorio *et al.*, 2002; Konlani *et al.*, 1996). همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج متفاوتی از تحقیقات مختلف به دست آمده که احتمالاً به دلیل نوع گونه تولیدی و یا محیط کشت مورد استفاده بوده است. نتایج ناشی از آنالیز پروفایل اسیدهای آمینه در پروتئین‌های تک یاخته تولید شده از مخمرهای مورد مطالعه نشان‌دهنده آن است که اکثر اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در محصول تولیدشده وجود دارد و محصول تولیدی قابل مقایسه با استانداردهای معرفی شده توسط FAO و NRC می‌باشند. در مطالعه ای توسط Bibi kam *et al.* (2012)، پروفایل اسیدهای آمینه پروتئین‌های تک یاخته تولیدشده با استفاده از استیک واتر کارخانجات پودر ماهی قابل مقایسه با استانداردهای معرفی شده توسط FAO بود و فقط میزان متیونین در پروتئین تک یاخته تولید شده توسط قارچ *Aspergillus niger* اندکی کمتر از مقدار توصیه شده توسط FAO بود. Nigam (2000) نشان داد که به جز اسید آمینه‌های گوگرددار سایر اسیدهای آمینه تولیدی توسط قارچ *Candida utilis* حاصل از ضایعات کارخانجات کنسروسازی به اندازه کافی می‌باشند. نکته حائز اهمیتی که باید مدنظر گرفته شود این است که در هنگام ارایه محصولات تولیدی جهت مصارف گوناگون در انسان و آبزیان، نسبت به متعادل کردن و تامین اسید آمینه‌های ضروری اقدامات لازم صورت گیرد.

نتیجه گیری کلی

پروتئین‌های تک یاخته تولیدشده از استیک واتر

کارخانجات آرد ماهی کیلکا در این تحقیق می‌توانند به عنوان مکمل غذایی، پروبیوتیک و ماده افزودنی در جیره غذایی دام، طیور و به‌ویژه در آبزیان مورد استفاده قرار گیرند و جایگزینی قسمتی از پروتئین مورد نیاز جیره شده و منجر به کاهش قیمت نهایی جیره‌های غذایی گردد. هر چند که بایستی به این نکته توجه داشت که وجود سایر عناصر مغذی غذایی از قبیل میزان املاح معدنی و وجود اسیدهای نوکلئیک مورد نیاز نیز اندازه گیری و مورد ارزیابی قرار گیرند و با تامین این عناصر در جیره غذایی، زمینه لازم به منظور بهبود شاخص‌های رشد، تقویت سیستم ایمنی و متعادل کردن فلور دستگاه گوارشی دام، طیور و آبزیان را فراهم نمود.

سپاسگزاری

در پایان، از اساتید راهنمای خود جناب آقایان دکتر سلطانی و دکتر کمالی که بنده را در انجام این تحقیق یاری نمودند، کمال قدردانی و تشکر را دارم. همچنین از مسؤولین پژوهشکده اکولوژی دریای خزر که به بنده اجازه کار در آنجا را دادند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Abou-Zeid, A.A.; Jalaluddin, A.K.; Khalid, O.A.; (1995). On methods for reduction of nucleic acids content in single-cell protein from gas Oil, Bioresource Technology; 52: 21-24.
2. APHA.; (1985). Standard methods for examination of water and wastewater. 20 thed American Public Health Association, American water works Assosiation/ water., Environment Federation, Washington, DC., 1268.
3. AOAC (Association of official analytical chemist); (2003). Official mehods of analysis AOAC.
4. Bibi Kam, S.; Abedian Kenari, A.; Younesi, H.; (2012). Production of Single Cell Protein in Stickwater by Lactobacillus acidophilus and Aspergillus niger. Journal of Aquatic Food Product Technology; 21: 403-417.
5. El-Nawwi, S.A.; Kader, A.A.; (1996). Progduction of single cell protein and cellulose from sugarcane bagasse. Bioass and Bioenergy; 11(4): 361-364.
6. Gregorio, A.D.; Mandalari, G.; Arena, N.; Nucita, F.; Tripodo, M.M.; Curto, R.B.L.; (2002). SCP and crude pectinase production by slurry- state fermentation of lemon pulps, Bioresource Technology; 83: 89-94.
7. Jamal, P.; Alam, Md.Z.; Umi, N.; (2007). Potential strain to produce bioprotein from cheaper carbon source: Hope Millions, American Journal of Biotechnology and Biochemistry; 3(2): 42-46.
8. Khalilzadeh R.; Shojasadati, A.; (1995). Recognization of separated fungi from Alcohol production waste for Single Cell Protein production. Tarbiat Modarres University; 28-38.
9. Kim, J.K.; Lee, B.K.; (2000). Mass production of *Rhodopseudomonas palustris* as diet for aquaculture, Aquacultural Engineering; 23: 281-293.
10. Konlani, S.; Delgenes, J.P.; Moletta, R.; Traore, A.; Doh, A.; (1996). Optimization of cell yield of *Candida krusei* SO1 and *Saccaromyces* sp, LK3G cuitured in sorghoum hydrolysate. Bioresource Technology; 57: 275-281.
11. Kurbanoglu, E.B.; Algur, O.F.; (2002). Single-cell protein production from ram horn hydrolysate by bacteria, Bioresource Technology; 85: 125-129.
12. Lavens, P.; Sorgeloos, P.; (1996). Manual on the production use of live food for aquaculture. FAO, 295.
13. Mølck, A.M.; Poulsen, M.; Christenswn, H.R.; Lauridsen, S.T.; Madsen, C.; (2002). Immunoticity of nucleic acid reduced bioprotein-a bacterial derived single cell protein-in Wistar rats. Toxicology; 74: 183-200.

14. Nigam, J.N.; (2000). Cultivation of *Candida langeronii* in sugar cane bagassa hemicellulosic hydrolyzate for the production of single cell protein. World Journal of Microbiology & Biotechnology; 16: 367-372.
15. Nigam, J.N.; (1998). Single cell protein from pineapple cannery effluent, world Journal of Microbiology and Biotechnology; 14: 693-696.
16. Paraskevopoulou, A.; Athanasiadis, I.; Kanellaki, M.; Bekatorou, A.; Blekas, G.; Kiosseoglou, V.; (2003). Functional properties of single cell protein produced by *Kefir* microflora, Food Research International; 36: 431-438.
17. Sandula, J.; Masler.; Vojkova, A.; (1984). Prodction of microbial protein from whey. Kvasny prumysl; 30(2): 31-34.
18. Schultz, N.; Chang, L.; Hauck, A.; (2006). Microbial production of Single-cell protein from whey concentrates, Appl Microbiol Biotechnol; 69: 515-520.
19. Zhang, Z.Y.; Jin, B.; Bai, Z.H.; Wang, X.Y.; (2008). Production of fungal biomass protein using microfungi from winery wastewater treatment, Bioresource Technology; 99: 3871-3876.
20. Zheng, Y.G.; Chen, X.L.; Wang, Z.; (2005). Microbial biomass production from rice straw hydrolysate in airlift bioreactors. Journal of Biotechnology; 118: 413-420.