

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

عنوان:

مقایسه اثر روش‌های مختلف تغلیظ (تقطیر مولکولی،
فرآیند غشایی و سیال فوق بحرانی) بر راندمان و
ترکیب اسیدهای چرب امگا-۳ استخراج شده از ساردین ماهیان

مجری:

ذبیح‌اله بهمنی

شماره ثبت

۶۷۴۳۷

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

عنوان طرح/پروژه: مقایسه اثر روش‌های مختلف تغلیظ (تقطیر مولکولی، فرآیند غشایی و سیال فوق بحرانی) بر

راندمان و ترکیب اسیدهای چرب امگا-۳ استخراج شده از ساردین ماهیان

کد مصوب: ۴-۷۵-۱۲-۰۰۸-۰۱۰۳۳۴

نام و نام خانوادگی نگارنده/نگارندگان: ذبیح اله بهمنی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه‌ها و طرح‌های ملی و مشترک دارد): -

نام و نام خانوادگی مجری: ذبیح اله بهمنی

نام و نام خانوادگی همکار(ان): یزدان مرادی، مریم میربخش، سعید تمدنی جهرمی، سیده لیلی محبی نوذر، ملیکا

ناظمی، محمدعلی آرون، محسن گذری، غلامعلی اکبرزاده چماچائی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان): -

محل اجرا: استان هرمزگان

تاریخ شروع: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

مدت اجرا: ۲ سال

ناشر: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۴۰۴

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح/پروژه: مقایسه اثر روش‌های مختلف تغلیظ (تقطیر مولکولی،
فرآیند غشایی و سیال فوق بحرانی) بر راندمان و ترکیب اسیدهای
چرب امگا-۳ استخراج شده از ساردین ماهیان

کد مصوب: ۰۱۰۳۳۴-۰۰۸-۱۲-۷۵-۴

شماره ثبت (فروست): ۶۷۴۳۷ تاریخ: ۱۴۰۴/۳/۶

با مسئولیت اجرایی جناب آقای ذبیح‌اله بهمنی دارای مدرک
تحصیلی دکتری تخصصی در رشته شیلات است.

پروژه توسط داوران منتخب بخش زیست‌فناوری و فراوری آبزیان در

تاریخ ۱۴۰۴/۰۱/۱۷ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد ☐ پژوهشکده ☒ مرکز ☐ ایستگاه ☐

با سمت عضو هیئت علمی در پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و

دریای عمان مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده		۱
۱- مقدمه		۲
۱-۱- اهمیت روغن ماهی		۴
۱-۲- روش‌های استخراج روغن ماهی		۶
۱-۲-۱- روش پرس مرطوب		۷
۱-۲-۲- روش آنزیمی		۹
۱-۲-۳- روش استخراج سرد		۹
۱-۲-۴- استخراج روغن ماهی با حلال		۱۰
۱-۲-۵- روش سیال فوق بحرانی (SFE)		۱۰
۱-۳- روش‌های تصفیه روغن ماهی		۱۲
۱-۴- روش‌های تغلیظ روغن ماهی		۱۳
۱-۴-۱- تغلیظ اسیدهای چرب امگا ۳ با استفاده از روش کمپلکس اوره		۱۳
۱-۴-۲- تغلیظ اسیدهای چرب امگا ۳ با استفاده از روش کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی (SFC)		۱۴
۱-۴-۳- تغلیظ اسیدهای چرب امگا ۳ با استفاده از روش تقطیر مولکولی (MD)		۱۵
۱-۴-۴- تغلیظ اسیدهای چرب امگا ۳ با استفاده از آنزیم		۱۶
۱-۴-۵- تغلیظ اسیدهای چرب امگا-۳ به روش فرآیند غشایی (Membrane process)		۱۸
۱-۵- شاخص‌های کیفی روغن و امگا ۳ تخلیص شده و اهمیت آنها		۱۹
۱-۶- ارزش اقتصادی روغن ماهی و امگا-۳		۲۰
۱-۷- ضرورت تحقیق		۲۰
۱-۸- فرضیات تحقیق		۲۱
۱-۹- اهداف پروژه		۲۲
۲- پیشینه تحقیق		۲۳
۲-۱- سوابق تحقیق در داخل کشور		۲۳
۲-۲- سوابق تحقیق در خارج از کشور		۲۸
۳- مواد و روش‌ها		۳۳
۳-۱- تهیه ماهی و استخراج روغن		۳۳
۳-۲- مراحل تصفیه روغن		۳۳

۳-۳-۳۴.....	روش های تغلیظ روغن ماهی ساردین سند
۳-۳-۳۴.....	۱-۳-۳ روش فرآیند غشایی
۳-۳-۳۵.....	۲-۳-۳ روش تقطیر مولکولی
۳-۳-۳۵.....	۳-۳-۳ روش کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی (SFC)
۳-۳-۳۶.....	۴-۳ تجزیه تحلیل کمی و کیفی روغن
۳-۴-۳۶.....	۱-۴-۳ رطوبت
۳-۴-۳۶.....	۲-۴-۳ سنجش درصد خاکستر
۳-۴-۳۷.....	۳-۴-۳ سنجش درصد پروتئین کل
۳-۴-۳۷.....	۴-۴-۳ سنجش چربی کل
۳-۴-۳۸.....	۵-۴-۳ تعیین اسیدهای چرب روغن ساردین سند
۳-۴-۳۸.....	۶-۴-۳ سنجش رطوبت روغن
۳-۴-۳۹.....	۷-۴-۳ تعیین بازده
۳-۴-۳۹.....	۸-۴-۳ تعیین مقدار اسیدیته روغن (FFA)
۳-۴-۳۹.....	۹-۴-۳ اندازه گیری پراکسید (PV)
۳-۴-۳۹.....	۱۰-۴-۳ اندازه گیری تیوباریتوریک اسید (TBA)
۳-۴-۴۰.....	۱۱-۴-۳ تعیین شاخص آنیزیدین
۳-۴-۴۰.....	۱۲-۴-۳ اندازه گیری شاخص توتکس
۳-۴-۴۱.....	۱۳-۴-۳ اندازه گیری فلزات سنگین
۳-۵-۴۱.....	۵-۳ ارزیابی اقتصادی روش های تغلیظ اسیدهای چرب
۳-۶-۴۲.....	۶-۳ آزمون های آماری
۳-۴۳.....	۳- نتایج
۴-۱-۴۳.....	۱-۴ میزان ترکیبات شیمیایی بدن ساردین سند
۴-۲-۴۳.....	۲-۴ نتایج تجزیه تحلیل کمی و کیفی روغن خام
۴-۲-۱-۴۳.....	۱-۲-۴ نتایج بازده استخراج، رطوبت و مقدار اسیدیته روغن خام ساردین سند (<i>Sardinella sindensis</i>)
۴-۲-۲-۴۳.....	استخراج شده به روش پرس مرطوب (WP)
۴-۲-۲-۴۳.....	۲-۲-۴ نتایج ارزیابی کیفی روغن خام استخراج شده از ماهی ساردین سند
۴-۲-۳-۴۴.....	۳-۲-۴ نتایج فلزات سنگین فلزات روغن خام استخراج شده از ماهی ساردین سند

۴-۲-۴	ترکیب اسیدهای چرب روغن خام استخراج شده از ساردین سند (<i>Sardinella sindensis</i>) به روش	
۴۴	پرس مرطوب (WP)	
۴-۳-۴	نتایج تصفیه فیزیکی و شیمیایی روغن استخراج شده از ساردین سند (<i>Sardinella sindensis</i>)	
۴-۳-۱	نتایج بازده استخراج، رطوبت و مقدار اسیدیته روغن تصفیه شده ساردین سند (<i>Sardinella</i>	
۴۶	<i>sindensis</i>) به دو روش فیزیکی و شیمیایی	
۴-۳-۲	نتایج ارزیابی کیفی روغن تصفیه شده ساردین سند	
۴۶	.....	
۴-۳-۳	نتایج فلزات سنگین روغن تصفیه شده ساردین سند	
۴۷	.....	
۴-۳-۴	ترکیب اسیدهای چرب روغن تصفیه شده به روش فیزیکی و شیمیایی	
۴۷	.....	
۴-۴-۴	نتایج تغلیظ روغن ماهی با فرآیند غشایی	
۴۹	.....	
۴-۴-۱	نتایج بازده استخراج، رطوبت و مقدار اسیدیته روغن تغلیظ شده ساردین سند (<i>Sardinella</i>	
۴۹	<i>sindensis</i>) به روش فرآیند غشایی	
۴-۴-۲	نتایج ارزیابی کیفی روغن تغلیظ شده ساردین سند	
۴۹	.....	
۴-۴-۳	نتایج فلزات سنگین روغن تغلیظ شده ساردین سند به روش فرآیند غشایی	
۵۰	.....	
۴-۴-۴	ترکیب اسیدهای چرب روغن تغلیظ شده به روش فرآیند غشایی	
۵۰	.....	
۴-۵-۴	نتایج تغلیظ روغن ماهی ساردین با تقطیر مولکولی (MDSO)	
۵۲	.....	
۴-۵-۱	نتایج بازده استخراج، رطوبت و مقدار اسیدیته روغن تغلیظ شده ساردین سند (<i>Sardinella</i>	
۵۲	<i>sindensis</i>) به روش تقطیر مولکولی	
۴-۵-۲	نتایج ارزیابی کیفی روغن تغلیظ شده ساردین سند	
۵۲	.....	
۴-۵-۳	نتایج فلزات سنگین روغن تغلیظ شده ساردین سند به روش تقطیر مولکولی	
۵۳	.....	
۴-۵-۴	ترکیب اسیدهای چرب روغن تغلیظ شده به روش تقطیر مولکولی	
۵۳	.....	
۴-۶-۴	نتایج تغلیظ روغن ماهی ساردین به روش کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی (SCFC)	
۵۵	.....	
۴-۶-۱	نتایج بازده استخراج، رطوبت و مقدار اسیدیته روغن تغلیظ شده ساردین سند (<i>Sardinella</i>	
۵۵	<i>sindensis</i>) به روش کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی	
۴-۶-۲	نتایج ارزیابی کیفی روغن تغلیظ شده ساردین سند	
۵۵	.....	
۴-۶-۳	نتایج فلزات سنگین روغن تغلیظ شده ساردین سند به روش سیال فوق بحرانی (SCFC)	
۵۶	.....	
۴-۶-۴	ترکیب اسیدهای چرب روغن تغلیظ شده به روش کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی	
۵۶	.....	
۴-۷-۴	نتایج ارزیابی اقتصادی روغن تغلیظ شده ساردین سند	
۵۸	.....	
۵-۵	بحث و نتیجه گیری	
۵۹	.....	

۵-۱-	ترکیبات شیمیایی ماهی ساردین سند	۵۹
۵-۲-	بازده استخراج، تصفیه و تغلیظ روغن ماهی ساردین سند	۵۹
۵-۳-	شاخص رطوبت روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۱
۵-۴-	شاخص اسیدیته (FFA) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۱
۵-۵-	شاخص پراکسید (PV) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۲
۵-۶-	شاخص تیوباریتوریک اسید (TBA) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۳
۵-۷-	شاخص عدد آنیزیدین (AV) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۳
۵-۸-	شاخص اکسیداسیون کل (TOTOX) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۴
۵-۹-	میزان بار باکتریایی کل (TPC) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۵
۵-۱۰-	میزان فلزات سنگین (As و Ni, Pb, Hg, Cd) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۵
۵-۱۱-	ترکیب و مقدار اسیدهای چرب (FA) روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۶
۵-۱۲-	ارزیابی اقتصادی روغن خام، تصفیه و تغلیظ شده ساردین سند	۶۷
۶-	نتیجه گیری کلی	۶۹
	پیشنهادهای	۷۰
	چکیده انگلیسی	۷۸

چکیده

ساردین ماهیان از جمله ماهیان ریز و چرب خلیج فارس و دریای عمان هستند که میزان صید سالانه این دسته از ماهیان به همراه موتو ماهیان حدود ۱۳۰۸۰۲ تن است. در این پژوهش ۱۰۰ کیلوگرم ماهی ساردین سند (*Sardinella sindensis*) تازه و سالم در فصل زمستان (اوایل اسفند ۱۴۰۱) با متوسط وزن 15 ± 68 گرم و طول کل 22 ± 16 سانتی متر خریداری و با رعایت شرایط بهداشتی و به همراه یخ پودر به کارخانه پودر ماهی قشم جهت استخراج روغن ماهی به روش پرس مرطوب (Wet Press) منتقل شد. مقدار بازده، رطوبت و اسیدیته روغن خام استخراج شده به روش پرس مرطوب به ترتیب $5/82$ ، $4/75$ و $1/32$ درصد بود. تصفیه روغن خام استخراج شده، طی فرآیند فیزیکی و شیمیایی (صمغ‌گیری، خنثی‌سازی، بی‌رنگ و بی‌بو کردن) انجام شد. میزان بازده، رطوبت و اسیدیته روغن تصفیه شده به روش‌های فیزیکی و شیمیایی به ترتیب، $(8/89$ و $6/73$ درصد)، $(3/76$ و $1/85$ درصد) و $(1/12$ و $0/85$ درصد) بود. در نهایت فرآیند تغلیظ به روش‌های فرآیند غشایی، تقطیر مولکولی و SFC انجام شد. سپس میزان بازده تغلیظ، ترکیب اسیدهای چرب، عدد پراکسید، تیوباریتوریک اسید (TBA)، عدد آنیزیدین (AV)، TOTOX، رطوبت، فلزات سنگین (آرسنیک، جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب) و بار میکروبی (TPC) محاسبه شد. بیشترین بازدهی تغلیظ، کمترین رطوبت و اسیدیته در روش فرآیند غشایی (MP3)، تقطیر مولکولی (MD1) و کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی (SCFC3) به ترتیب، $(8/90$ ، $1/87$ و $1/95$ درصد)، $(2/64$ و $0/19$ درصد) و $(3/75$ ، $0/53$ و $0/26$ درصد اسید اولئیک) بود. هزینه تغلیظ یک لیتر روغن به روش فرآیند غشایی، تقطیر مولکولی و SCFC به ترتیب، $1/573$ ، $1/261$ و $2/275$ میلیون تومان محاسبه گردید. با توجه به نتایج، روش SCFC و فرآیند دارای بالاترین بازده تغلیظ $(1/95$ و $8/90$ درصد) بود اما روش SCFC نسبت به روش فرآیند غشایی دارای هزینه راه اندازی، تولید، تعمیر و نگهداری بالای بود بنابراین ابتدا روش فرآیند غشایی و سپس روش SCFC بدلیل راندمان و کیفیت بالا و مصرف انرژی کم بعنوان روش پیشنهادی معرفی می‌گردد.

کلمات کلیدی: ساردین سند، استخراج فوق بحرانی، پرس مرطوب، بازده استخراج، تقطیر مولکولی