مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوم، شماره اول، بهار ۸۹
۱-۱٤
http://ejfpp.gau.ac.ir

تأثیر شرایط فرآوری بر قدرت ژل ژلاتین پوست کوسه چانه سفید

مینا اسمعیلی خاریکی[۱]، *مسعود رضایی[۲] و علی معتمدزادگان[۳]

[۱]دانشجوی دکتری رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، [۲]دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران، [۳]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸

چکیده

در این پژوهش به‌منظور بهینه‌سازی شرایط استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*)، تأثیر غلظت سود (۱-۰/۰۱ نرمال) (X_1)، غلظت اسیدکلریدریک (۱-۰/۰۱ نرمال) (X_2) و زمان استخراج (۸-۳ ساعت) (X_3)، بر قدرت ژل ژلاتین با استفاده از طرح مرکب مرکزی با چهار تکرار در نقطه مرکزی (α=۱/٦۸۲)، به روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست آمده، قدرت ژل حاصل، در شرایط مختلف استخراج دامنه‌ای بین ۱۰۷۵-٥٤/٥ گرم داشت و به شکل معنی‌داری ($P\leq$۰/۰٥) تحت‌تأثیر غلظت اسید کلریدریک و غلظت سود بود اما مدت زمان استخراج تأثیر معنی‌داری بر ویژگی مورد بررسی نداشت.

واژه‌های کلیدی: ژلاتین، پوست، کوسه چانه سفید، روش سطح پاسخ، قدرت ژل

مقدمه

ژلاتین یکی از پرمصرف‌ترین مواد پروتئینی کلوئیدی در صنایع غذایی، دارویی، صنعتی، پزشکی و نظامی است [۱٦] که از دناتوراسیون حرارتی کلاژن، پروتئین عمده بافت پیوندی حیوانات، به‌دست می‌آید [٤]. ژلاتین را می‌توان از منابع گوناگون کلاژن تولید کرد. استخوان گاو، پوست گاو و پوست

* مسئول مکاتبه: rezai_ma@modares.ac.ir

خوک منابع اصلی تجاری هستند [۱۸]. گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که تولید جهانی سالانه ژلاتین حدود ۳۲٦۰۰۰ تن است که ژلاتین به‌دست آمده از پوست خوک با تولید حدود (٤٦ درصد) بیش‌ترین مقدار را داشته و به دنبال آن ژلاتین حاصل از پوست گاو (۲۹/٤ درصد) و استخوان گاو (۲۳/۱ درصد) و سایر منابع (۱/۵ درصد) قرار دارند [۱۰]. اما در سال‌های اخیر با توجه به شیوع بیماری جنون گاوی و همچنین محدودیت ادیان اسلام و یهود در استفاده از فرآورده‌های حاصل از خوک و دام‌هایی که ذبح شرعی بر روی آن‌ها صورت نگرفته، استفاده از پوست و استخوان آبزیان به‌عنوان منبع تولید ژلاتین، بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱۳]. ژلاتین ماهی به‌دلیل قدرت ژل و پایداری حرارتی پایین‌تر نسبت به ژلاتین پستانداران، کاربرد محدودی دارد. این اختلاف به‌طور عمده مرتبط با توزیع وزن ملکولی و ترکیب آمینواسیدها به‌ویژه مقدار ایمینواسیدهای (پرولین و هیدروکسی پرولین) می‌باشد [۹]. مویونگا و همکاران [۱٤] گزارش کرده‌اند که ژلاتین با مقدار بالا ایمینواسیدها، قدرت ژل و نقطه ذوب بالایی خواهد داشت. استفاده از شرایط استخراج نامناسب و شدید منجر به تولید بخش‌هایی با وزن ملکولی پایین در ژلاتین خواهد شد. بادی و هاول [۳] گزارش نموده‌اند که ژلاتین با توزیع وزن ملکولی بالا نسبت به ژلاتین با وزن ملکولی پایین ویژگی‌های ژل مناسب‌تری خواهد داشت. بنابراین به‌منظور جلوگیری از تجزیه مولکول‌های ژلاتین و جلوگیری از ایجاد ویژگی‌های نامناسب، شرایط استخراج باید بهینه‌سازی گردد تا بهترین شرایط به‌منظور تولید ژلاتین با ویژگی‌های مناسب تعیین شود. تاکنون ژلاتین در شرایط مختلف از پوست سوف نیل [۱٤]، پوست پولاک آلاسکا [۲۰]، غضروف کوسه [٦]، پوست تن زرد باله [۷]، پوست سالمون آتلانتیک [۲]، پوست کپور نقره‌ای [۵] و پوست قزل‌آلا رنگین‌کمان [۱۷] استخراج شده است. امروزه کوسه‌ها در کشورهای مختلف به‌منظور تولید فیله و همچنین فروش باله، صید شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ایران نیز صید کوسه و فروش باله و فیله آن در سال‌های اخیر با روند صعودی مواجه بوده است که این فرآوری منجر به تولید باقی‌مانده‌هایی مانند پوست می‌شود. پوست کوسه می‌تواند به‌عنوان منبع خوبی از کلاژن با ویژگی‌های منحصربه‌فرد باشد [۱۲] و برای استخراج ژلاتین مورد استفاده قرار گیرد. تاکنون هیچ بررسی به‌منظور بهینه‌سازی تولید ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید صورت نگرفته است بنابراین این پژوهش تولید ژلاتین از این گونه را مورد بررسی قرار داده است. همچنین با توجه به این‌که قدرت ژل مهم‌ترین ویژگی ژلاتین به‌منظور استفاده در صنایع مختلف می‌باشد، در این پژوهش به‌عنوان متغیر اصلی برای بهینه‌سازی شرایط استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید (*Carcharhinusdussumieri*) در نظر گرفته شده است.

با توجه به مطالب بیان شده اهداف این پژوهش عبارتند از:

۱. استفاده بهینه از پوست کوسه چانه سفید به‌منظور تولید ماده‌ای با ارزش افزوده

۲. بررسی تأثیر شرایط مختلف استخراج بر قدرت ژل ژلاتین استخراج شده از پوست کوسه چانه سفید

۳. استفاده از روش سطح پاسخ به‌منظور بهینه‌سازی فرآیند استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید و انتخاب بهترین نمونه ژلاتین از نظر قدرت ژل

مواد و روش‌ها

تهیه پوست کوسه: تعداد ۵۰ عدد کوسه چانه سفید (۱۰۰-۵۰ سانتی‌متر) به‌صورت منجمد (۲۰- درجه سانتی‌گراد) از اداره دامپزشکی بندر کنارک در شهرستان چابهار به شرکت کیان ماهی خزر واقع در شهرستان بابلسر منتقل، و پوست‌گیری شدند. پس از انتقال نمونه‌های پوست منجمد (۲۰- درجه سانتی‌گراد) به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشکده علوم دریایی نور، بقایای گوشت چسبیده به پوست به‌صورت دستی و توسط اسکالپل و چاقو حذف شده و نمونه‌ها تمیز و با آب سرد (۱±۸ درجه سانتی‌گراد) شستشو شدند. سپس پوست‌ها قطعه قطعه شده (۳-۲ سانتی‌مترمربع) و تا زمان استفاده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند.

آنالیز تقریبی ترکیبات پوست کوسه: آنالیز تقریبی ترکیبات پوست کوسه چانه سفید، از نظر میزان رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین به‌ترتیب با استفاده از روش استاندارد به شماره‌های ۹۵۰/٤٦، ۹۲۸/۰۸، ۹٦۰/۳۹ و ۹۲۰/۱۵۳، AOAC [۱] انجام شد.

استخراج ژلاتین: استخراج ژلاتین به روش شهیری طبرستانی و همکاران [۱۷] با تغییرات اندک در پارامترهای پیش فرآوری انجام شد. برای هر تیمار ۱۰۰ گرم نمونه پوست درنظر گرفته شده و فرآیند پیش تیمار قلیایی جهت حذف چربی‌ها و پروتئین‌های غیر کلاژنی در پنج نقطه غلظتی (۰/۰۱، ۰/۲۱، ۰/۵۰۵، ۰/۸ و ۱ نرمال) به‌مدت ۱ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انجام گردید و سپس شستشو با آب مقطر سرد تا خنثی‌سازی pH پوست صورت گرفت و این مراحل ۳ بار تکرار شدند. سپس جهت حذف مواد معدنی و املاح از پوست، فرآیند پیش تیمار اسیدی در پنج نقطه از (۰/۰۱، ۰/۲۱، ۰/۵۰۵، ۰/۸ و ۱ نرمال) به‌مدت ۱ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انجام شده و نمونه‌ها تا خنثی‌سازی pH پوست شستشو شدند. این مراحل نیز با ۳ بار تکرار صورت پذیرفت. پس از شستشوی نهایی، ژلاتین از پوست‌های پیش تیمار یافته، در آب مقطر به نسبت حجمی ۱:۵ در دمای (۰/۲±) ۵۵ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های ۳، ٤/۰۱،

۵/۵، ٦/۹۹ و ۸ ساعت، (جدول ۱) در حمام آبی (Memmert, WB14, Germany)، استخراج و سپس با عبور از پارچه تنظیفی فیلتر شدند. نمونه‌های محلول ژلاتین پس از انجماد در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد، با دستگاه فریزدرایر (Operon, FDU-7012, South Korea) خشک، و تا زمان استفاده برای اندازه‌گیری قدرت ژل، در بسته‌های پلی‌اتیلنی در جای خشک و خنک نگهداری شدند.

جدول ۱- محدوده و مقادیر آزمایشی متغیرهای مستقل در طرح مرکب مرکزی (α= ۱/٦۸۲).

متغیرهای مستقل	علامت	محدوده				
		+α	۱	۰	-۱	-α
غلظت سود (نرمالیته)	X_1	۱	۰/۸	۰/۵۰۵	۰/۲۱	۰/۰۱
غلظت اسید (نرمالیته)	X_2	۱	۰/۸	۰/۵۰۵	۰/۲۱	۰/۰۱
زمان استخراج (ساعت)	X_3	۸	٦/۹۹	۵/۵	٤/۰۱	۳

تعیین استحکام ژل: استحکام ژل به‌روش بوران و رگنستین [۵] تعیین شد. پودر ژلاتین در آب مقطر به نسبت ٦/٦۷ درصد (وزنی/ حجمی) در حمام آبی ٦۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۳۰ دقیقه حل شد. نمونه‌های محلول ژلاتین در قوطی‌های پلاستیکی درب‌دار (۳٦ میلی‌متر قطر و ٤۰ میلی‌متر ارتفاع) ریخته شدند. سپس نمونه‌ها به‌منظور طی دوره رسیدگی ژل، به‌مدت ۱۸-۱٦ ساعت در یخچال ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. پس از طی مدت زمان مورد نظر قدرت ژل نمونه‌ها در حالی‌که همچنان در ظرف پلاستیکی قرار داشتند، بلافاصله پس از خروج از یخچال اندازه‌گیری شد. مدت زمان سپری شده بین خارج کردن نمونه‌ها از یخچال و انجام آزمایش حدود ۳۰ ثانیه بود. اندازه‌گیری قدرت ژل با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (CT3, LFRA Texture Analyzer, Brookfield) و در شرایط دستگاهی زیر صورت گرفت: پیستون استوانه‌ای پلاستیکی (TA۱۰) با قطر ۱۲/۷ میلی‌متر، سرعت نفوذ ۱ mm/s و عمق نفوذ ٤ میلی‌متر. بیشترین نیرو بر حسب گرم با نفوذ پیستون به عمق ٤ میلی‌متر در ژل، ثبت شده و به‌عنوان قدرت ژل گزارش گردید.

بهینه‌سازی سطح پاسخ (RSM[1]): طرح مرکب مرکزی (CCD[2]) به‌منظور بهینه‌سازی استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید مورد استفاده قرار گرفت. CCD در طرح آزمایشی شامل 2^3 نقطه فاکتوریل، شش نقطه محوری (α= ۱/٦٨٢) و چهار تکرار در نقطه مرکزی می‌باشد (جدول ۱). غلظت سود (نرمال، X_1)، غلظت اسید کلریدریک (نرمال، X_2) و مدت زمان استخراج (ساعت، X_3) به‌عنوان متغیرهای مستقل و قدرت ژل (گرم، Y) نیز به‌عنوان متغیر وابسته برای ترکیبی از متغیرهای مستقل انتخاب شدند (جدول ۲).

جدول ۲- طرح مرکب مرکزی و پاسخ متغیر وابسته به متغیرهای مستقل برای استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*).

تیمار	سطوح کدگذاری شده متغیرها			پاسخ
	X_1	X_2	X_3	Y
۱	۱	۱	۱	۱۹۰/۷۵
۲	۱	۱	-۱	۱۲۲/٦۳
۳	۱	-۱	۱	۷٦۷/۰۰
٤	۱	-۱	-۱	۸۱٥/۷٥
٥	-۱	۱	۱	۸۷۳/٥۰
٦	-۱	۱	-۱	۸٦٥/۰
۷	-۱	-۱	۱	۱۰۱۰/۲٥
۸	-۱	-۱	-۱	۹۱۹/۷٥
۹	۰	۰	۱/٦۸۲	٦۳۹/۲٥
۱۰	۰	۰	-۱/٦۸۲	٦۷۹/۲٥
۱۱	۰	۱/٦۸۲	۰	٦۸۸/۰۰
۱۲	۰	-۱/٦۸۲	۰	۱۰۷٥/۰۰
۱۳	۱/٦۸۲	۰	۰	٥٤/٥۰
۱٤	-۱/٦۸۲	۰	۰	۹٦٥/٥۰
۱٥	۰	۰	۰	٦۹۳/۱۳
۱٦	۰	۰	۰	۸٥۸/٥۰
۱۷	۰		۰	۷۷۲/۷٥
۱۸	۰		۰	۷٦٦/٥۰

X_1 (غلظت سود، نرمال)، X_2 (غلظت اسید، نرمال)، X_3 (زمان استخراج، ساعت) و Y (قدرت ژل، گرم).

1- Response surface methodology
2- Central Composite Design

آنالیز داده‌ها: برای تحلیل داده‌ها و بیان روابط بین متغیرها از تحلیل رگرسیونی استفاده شد. روش رگرسیون سطح پاسخ (RSREG)[1] با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) به‌منظور برازش معادله چند جمله‌ای زیر استفاده شد:

$$Y= ß_0 + \sum_{i=1}^{3} ß_i X_i + \sum_{i=1}^{3} ß_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=i+1}^{3} ß_{ij} X_i X_j$$

که در آن Y نشان‌دهنده متغیر تابع یا پاسخ (قدرت ژل)، $ß_0$ (عرض از مبدأ) عدد ثابت، $ß_i$، $ß_{ii}$ و $ß_{ij}$ ضرایب مدل رگرسیون و X_i و X_j، متغیرهای مستقل هستند.

در روش رگرسیون سطح پاسخ، پارامترهای یک معادله درجه دوم کامل که تشکیل سطح می‌دهند، بر داده‌ها برازش شده و مقادیر بهینه هریک از پارامترها و سطح حاصل از معادله درجه دوم بر داده‌های برازش داده شده، تعیین می‌شود.

سپس نمودارهای سطح پاسخ و کانتور، با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، نسخه ٦/٥ رسم شد.

نتایج و بحث

آنالیز تقریبی پوست کوسه چانه سفید: پوست کوسه چانه سفید حاوی ٢/٤٥±٦٠/٧ درصد رطوبت، ١/٥٢±٢٩/٧ درصد پروتئین، ٠/٧٤±٨/١٢ درصد خاکستر و ٠/١١±٠/٥ درصد چربی می‌باشد. مقدار رطوبت، پروتئین، خاکستر و چربی برای پوست کوسه بامبو نوار قهوه‌ای (*Chiloscylliumpunctatum*) به‌ترتیب ٦١/٩٦، ٢٤/٧٥، ١٢/١٢ و ٠/١٩ درصد [١٢] و برای پوست سوف نیل (*Lates niloticus*) به‌ترتیب ٦٨/٤، ٢١/٦، ٦/٨ و ٦/٠ درصد گزارش شده است [١٥]. این تفاوت در مقدار ترکیبات پوست گونه‌های مختلف ماهی می‌تواند موجب شود که پوست‌های مختلف رفتار متفاوتی را در شرایط مختلف استخراج ژلاتین نشان دهند و این تفاوت احتمالا ویژگی‌های ژلاتین استخراج شده را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

1- Response Surface Regression

بهینه‌سازی استخراج ژلاتین

مدل سطح پاسخ: نتایج به‌دست آمده از بررسی قدرت ژل ژلاتین به‌صورت مقادیر پاسخ در طرح مرکب مرکزی در جدول ۲ نشان داده شده است. دستورالعمل RSREG در نرم‌افزار SAS به‌منظور برازش معادله چندجمله‌ای درجه دوم برای داده‌های آزمایشی استفاده شد. تمام ضرایب ساده (X_1، X_2 و X_3)، درجه دوم (X_{11}، X_{22} و X_{33}) و اثرات متقابل آن‌ها (X_{21}، X_{31} و X_{32}) برای بررسی معنی‌دار بودن با آزمون t محاسبه و ضرایب برآورد شده برای مدل‌های رگرسیونی هر یک از غلظت قلیا، غلظت اسید و زمان استخراج بر قدرت ژل ژلاتین در جدول ۳ آورده شده است. به‌منظور تعیین معادله مدل سطح پاسخ برازش شده، تمام ضرایب بدون معنی (P>۰/۰۵) حذف شدند و ضرایب معنی‌دار به‌صورت مدل برازش شده در جدول ٤ آورده شده است.

جدول ۳- ضرایب معادله چندجمله‌ای برازش شده برای پاسخ.

پارامتر	عرض از مبدأ	X_1	X_2	X_3	X_{11}	X_{21}	X_{22}	X_{31}	X_{32}	X_{33}
Y	۷۷۱/۸۳*	-۲٤۲/۰٥*	-۱٥٤/۷۱*	۳/۷٥	-۸۹/۲٥*	-۱۳٤/۷۳*	٤۲/۳٦	-۹/۹٥	٤/۳٥	-۳٦/۳۷

Y (قدرت ژل، گرم)، X_1 (غلظت سود، نرمال)، X_2 (غلظت اسید، نرمال) و X_3 (زمان، ساعت).

* معنی‌دار P≤۰/۰۱.

جدول ٤- مدل سطح پاسخ شرایط استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید (*C. dussumieri*).

پاسخ	معادله مدل چند جمله‌ای	R^2	معنی‌داری (P-value)
Y	$Y= ۷۷۱/۸۳ -۲٤۲/۰٥ X_1 -۱٥٤/۷۱ X_2 -۸۹/۲٥ X_1^2 -۱۳٤/۷۳X_1X_2$	۰/۹٦۹٤	۰/۰۰۰

Y (قدرت ژل، گرم).

آنالیز واریانس: معنی‌دار بودن معادله مدل چند جمله‌ای از نظر آماری با آنالیز واریانس (ANOVA) ارزیابی شد. آنالیز واریانس معادله مدل چند جمله‌ای در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثرات درجه دوم و متقابل متغیرهای مستقل بر قدرت ژل در سطح اطمینان ۹۹ درصد و همچنین اثر ساده و رگرسیون کلی متغیرها با سطح اطمینان ۱۰۰ درصد معنی‌دار شده است. براساس نتایج آزمون عدم برازش (جدول ٤) که نشان‌دهنده تناسب مدل می‌باشد، عدم معنی‌داری (P>۰/۰۵) برای

متغیر قدرت ژل نشان می‌دهد که می‌توان از مدل رگرسیون یاد شده به‌منظور پیشگویی مقادیر پاسخ در سطوح مختلف استخراج استفاده کرد.

جدول ۵- آنالیز واریانس (ANOVA) مدل سطح پاسخ.

منابع		رگرسیون	ساده	درجه دوم	متقابل	عدم برازش	خطا خالص
درجه آزادی		۹	۳	۳	۳	۵	۳
Y	SS	۱٤۳۲۸۱٦	۱۱۲٦۲۸۵	۱٦۰۳٦۰	۱٤٦۱۷۱	۳۱٤۷۵	۱۳۷۳۱
	PV	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰٦۹	۰/٤۲۱۸	-

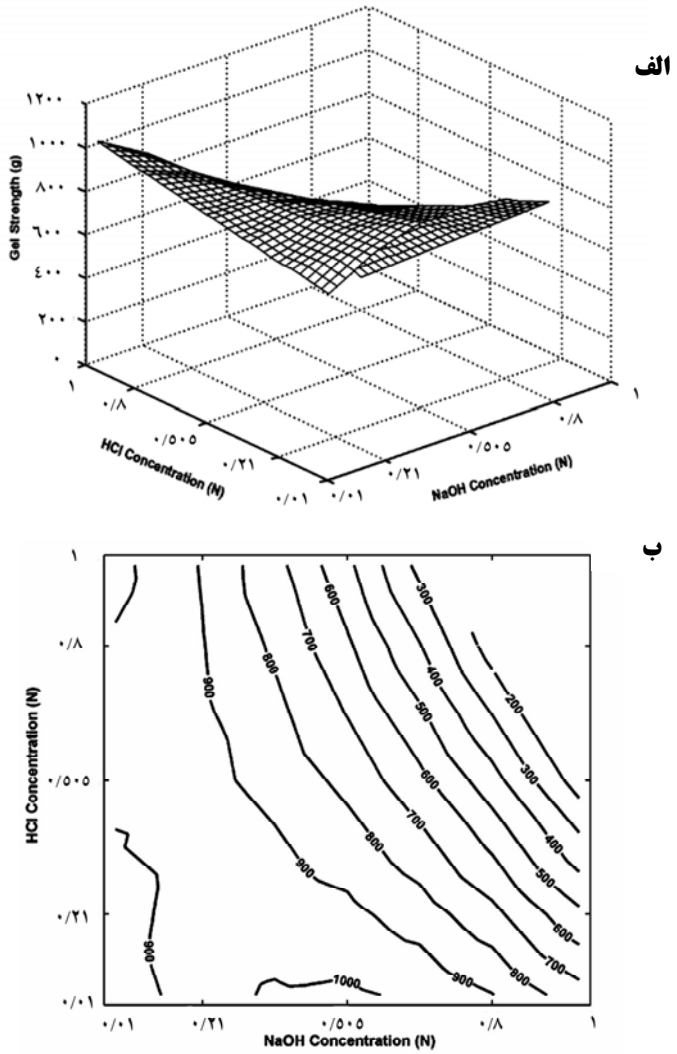
Y (قدرت ژل، گرم)، X_1 (غلظت سود، نرمال)، X_2 (غلظت اسید، نرمال) و X_3 (زمان، ساعت).

$P \leq ۰/۰۱$: معنی‌دار.

تأثیر شرایط استخراج بر قدرت ژل: مدل رگرسیون چندگانه با هدف پیش‌بینی قدرت ژل ژلاتین پوست کوسه چانه سفید، کفایت مدل منتخب را برای شرح تغییرات قدرت ژل نشان داد (R^2=۰/۹٦۹٤). مقدار قدرت ژل نمونه‌های ژلاتین استخراج شده از پوست کوسه در شرایط مختلف بین ۱۰۷۵- ٥٤/٥ گرم متغیر بود و بیانگر آن است که این ویژگی به‌طور وسیعی تحت تأثیر شرایط استخراج قرار دارد. اثر ساده و درجه دوم متغیر غلظت سود و اثر ساده متغیر غلظت اسید تأثیر معنی‌دار بر قدرت ژل داشتند. همچنین اثر متقابل دو متغیر غلظت اسید و قلیا نیز معنی‌دار بوده است ($P \leq ۰/۰۱$) (جدول ۳).

قدرت ژل مهم‌ترین ویژگی کیفی ژلاتین برای استفاده در صنایع مختلف می‌باشد [۲۰]. مطالعات متعددی وجود دارد که قدرت ژل ژلاتین استخراج شده از گونه‌های مختلف را گزارش می‌کنند اما معمولاً به‌دلیل اختلاف در نحوه آماده‌سازی نمونه‌ها، روش اندازه‌گیری قدرت ژل، دمای اندازه‌گیری و تجهیزات مورد استفاده، برخی از نتایج قابل مقایسه با یکدیگر نیستند [۵]. در این پژوهش بالاترین قدرت ژل اندازه‌گیری شده ۱۰۷۵ گرم بود که در تیمار ۱۲ مشاهده شد (جدول ۲) که این مقدار قدرت ژل با استخراج در شرایط ملایم و در حداقل غلظت اسید به‌دست آمده است. تیمار نسبتاً ملایم می‌تواند منجر به ایجاد قطعات کلاژنی با وزن ملکولی بالا در محلول ژلاتین و درهم رفتگی بیشتر آن‌ها در هنگام بستن ژل گردد. بنابراین، ژلاتینی با قدرت ژل بالا استخراج می‌شود [۸]. شکل ۱ نشان

می‌دهد که با افزایش هم‌زمان غلظت قلیا و اسید، قدرت ژل روند کاهشی خواهد داشت که این نتیجه در تطابق با نتایج به‌دست آمده توسط بوران و رگنستین [۵] می‌باشد. بنابر گفته این محققان، افزایش در غلظت اسید از ۰/۱ تا ۱/۴۵ نرمال موجب کاهش قدرت ژل ژلاتین پوست کپور نقره‌ای خواهد شد.

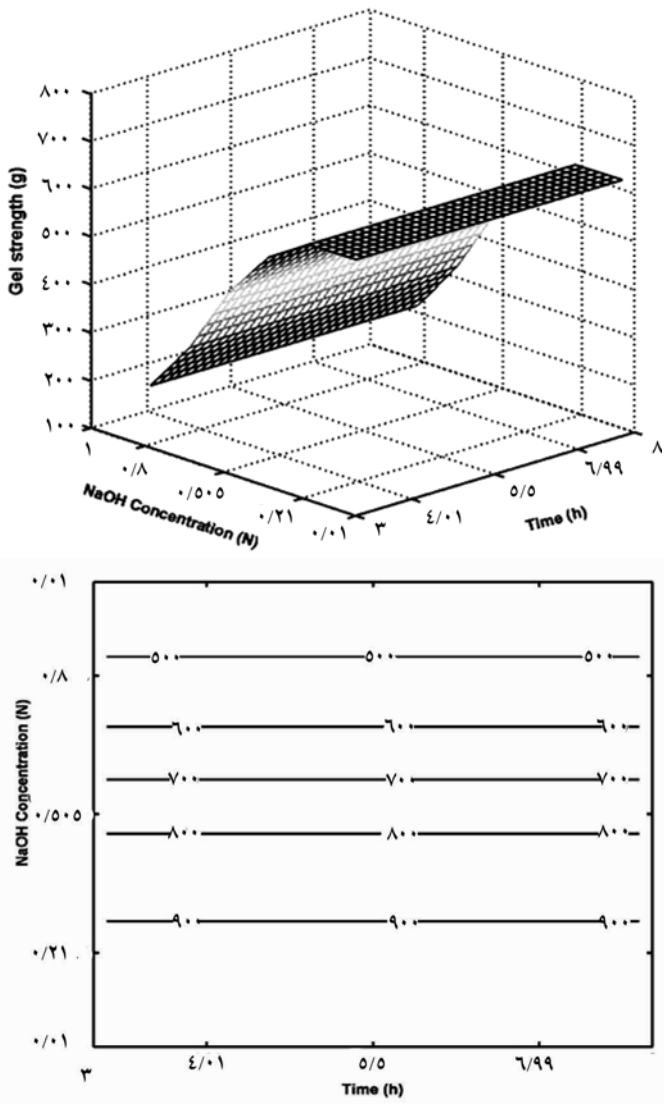


شکل ۱- نمودار سطح پاسخ سه‌بعدی (الف) و کانتور دوبعدی (ب) اثرات غلظت قلیا و اسید بر قدرت ژل ژلاتین پوست کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*).

همچنین چو و همکاران [۷] گزارش نمودند که افزایش غلظت قلیا از ۱ درصد تا ۲ درصد موجب افزایش و در غلظت‌های بالاتر از ۲ درصد موجب کاهش قدرت ژل ژلاتین پوست تن زرد باله خواهد شد. وانگچویی و نامهورم [۱۹] نیز در بررسی قدرت ژل ژلاتین فلس مارمولک ماهی (*Saurida spp*) گزارش داده‌اند که افزایش غلظت سود از ۰/۵ تا ۰/۹ درصد موجب کاهش قدرت ژل خواهد شد. در مقابل شهیری‌طبرستانی و همکاران [۱۷] ذکر کرده‌اند که افزایش غلظت اسید و قلیا تأثیر مثبتی بر افزایش قدرت ژل پوست قزل‌آلای رنگین‌کمان خواهد داشت. این تفاوت در نتایج می‌تواند به‌دلیل تفاوت در گونه‌های مورد بررسی و متفاوت بودن ساختار کلاژن موجود در پوست باشد. این تفاوت ساختاری می‌تواند موجب گردد تا پوست‌های گونه‌های مختلف رفتار متفاوتی را در طی شرایط پیش تیمار نشان دهند.

شکل ۲ نشان می‌دهد که مدت زمان استخراج در محدوده ۸-۳ ساعت تأثیر معنی‌داری بر قدرت ژل ژلاتین پوست کوسه چانه سفید نداشت ($P \geq ۰/۰۵$). مؤثر نبودن زمان استخراج بر قدرت ژل پوست کوسه چانه سفید می‌تواند به‌دلیل کوتاه بودن محدوده زمانی مورد بررسی باشد. این نتیجه بر خلاف نتایج ذکر شده توسط کیتیفاتاناباون و همکاران [۱۱] می‌باشد که گزارش نموده‌اند افزایش مدت زمان استخراج (۱۲-٦ ساعت) موجب کاهش قدرت ژل پوست کوسه بامبو خواهد شد. این تفاوت در نتایج می‌تواند به‌دلیل متفاوت بودن محدوده زمانی مورد بررسی در دو پژوهش باشد.

قدرت ژل در این پژوهش در مقایسه با ژلاتین پوست خوک و یا ژلاتین پوست ماهی که با روش‌های متفاوتی اندازه‌گیری شدند، بالاتر است اما الزاماً به‌این معنی نمی‌باشد که قدرت ژل پوست کوسه چانه سفید نسبت به ژلاتین خوک بالاتر است، بلکه این نتیجه احتمالاً به‌دلیل تفاوت در روش اندازه‌گیری است. قدرت ژل ژلاتین استخراج شده از پوست کوسه چانه سفید نسبت به قدرت ژل ژلاتین پوست کپور نقره‌ای (۷٦٤-۸۸ گرم) که در شرایط مشابه اندازه‌گیری شده است [۵] بیشتر می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده ژلاتین پوست کوسه چانه سفید که در شرایط بهینه استخراج شده باشد، از نظر قدرت ژل می‌تواند کیفیت بالایی داشته باشد.



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ سه بعدی (الف) و کانتور دو بعدی (ب) اثرات غلظت قلیا و زمان استخراج بر قدرت ژل ژلاتین پوست کوسه چانه سفید (***Carcharhinus dussumieri***).

نتیجه‌گیری

قدرت ژل مهم‌ترین ویژگی کیفی ژلاتین برای استفاده در صنایع مختلف می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش تغییرات غلظت اسید (HCl) و قلیا (NaOH) طی فرآیند پیش تیمار استخراج ژلاتین از پوست کوسه چانه سفید، تأثیر معنی‌دار بر قدرت ژل دارد و مقدار قدرت ژل بر اساس شرایط استخراج می‌تواند از ۱۰۷۵ الی ٥٤/٥ گرم متغیر باشد. در مقابل متغیر زمان استخراج در محدوده ۸-۳ ساعت، تأثیر معنی‌داری بر قدرت ژل پوست کوسه چانه سفید نداشت. نظر به این‌که زمان اثر معنی‌داری نداشته است، کوتاه‌ترین زمان مؤثر استخراج می‌تواند از نظر سرعت عمل بالاتر و مصرف کمتر انرژی حرارتی، دارای اهمیت باشد. نتایج نشان می‌دهد که ژلاتین پوست کوسه چانه سفید که در شرایط بهینه استخراج شده باشد، از نظر قدرت ژل می‌تواند کیفیت بالایی داشته باشد.

منابع

1. AOAC. 2000. Official methods of analysis. Arlington: Association of Official Analytical Chemists Inc.
2. Arnesen, J.A., and Gildberg, A. 2007. Extraction and characterisation of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. *Bioresource Technology*, 98, 53-57.
3. Badii, F., and Howell, N.K. 2006. Fish gelatin: structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. *Food Hydrocolloids*, 20, 630-640.
4. Bailey, A.J., Paul, R.G., and Knott, L. 1998. Mechanisms of maturation and ageing of collagen. *Mechanisms of Ageing and Development*, 106, 1-56.
5. Boran, G., and Regenstein, J.M. 2009. Optimization of Gelatin Extraction from Silver Carp Skin. *Journal of Food Science*, 74, 432-441.
6. Cho, S.M., Kwak, K.S., Park, D.C., Gu, Y.S., Ji, C.I., Jang, D.H., Lee, Y.B., and Kim, S.B. 2004. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. *Food Hydrocolloids*, 18, 573-579.
7. Cho, S.M., Gu, Y.S., and Kim, S.B. 2005. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 19, 221-229.
8. Gudmundsson, M. 2002. Rheological properties of fish gelatin. *Journal of Food Science*, 67, 2172-6.
9. Johnston-Banks, F.A. 1990. *Gelatin*. In: Harris P (Ed) *Handbook of Food Gels.* Elsevier Applied Science, London.
10. Karim, A.A., and Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23, 563-576.

11. Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Shahidi, F. 2010a. Comparative study on characteristics of gelatin from the skins of brownbanded bamboo shark and blacktip shark as affected by extraction conditions. *Food Hydrocolloids*, 24, 164-171.
12. Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., Kishimura, H., and Shahidi, F. 2010b. Isolation and Characterisation of collagen from the skin of brownbanded Bamboo shark (*Chiloscyllium punctatum*). *Food Chemistry*, 119, 1519-1526.
13. Ladislaus, M.K., Yan, X., Yao, W., Sun, D.H., and Qian, H. 2007. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Technology*, 98, 3338-3343.
14. Muyonga, J.H., Cole, C.G.B., and Duodu, K.G. 2004a. Extraction and physico-chemical Characterization of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18, 581-592.
15. Muyonga, J.H., Cole, C.G.B., and Duodu, K.G. 2004b. Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*, 85, 81-89.
16. Senchiu, B., Avena-Bustillos, R.J., Shey, J., Yee, E., Bechtel, P., Imam, S.H., Glenn, G.M., and Orts, W.J. 2006. Rheological and mechanical properties of cross-linked fish gelatins. *Polymer*, 47, 6379-6386.
17. Shahiri Tabarestani, H., Maghsoudlou, Y., Motamedzadegan, A., and Sadeghi Mahoonak, A.R. 2010. Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Bioresource Technology*, 101, 6207-6214.
18. Wasswa, J., Tang, J., and Gu, X. 2007. Utilization of Fish Processing By-Products in the Gelatin Industry. *Food Reviews International*, 23, 156-174.
19. Wangtueai, S., and Noomhorm, A. 2009. Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida spp.*) scales. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 825-834.
20. Zhou, P., and Regenstein, J.M. 2005. Effects of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. *Journal of Food Science*, 70, 392-396.

EJFPP., Vol. 2 (1): 1-14
http://ejfpp.gau.ac.ir

The effect of processing conditions on the gel strength of whitecheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) skin gelatin

M. Esmaeili Kharyeki[1], *M. Rezaei[2] and A. Motamedzadegan[3]
[1]Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, [3]Assistant Prof., Dept. of Food Science, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, Mazandaran, Iran
Received: 2011-04; Accepted: 2011-10

Abstract

To establish the optimum conditions for extracting gelatin from whitecheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) skin, response surface methodology (RSM) was adopted. The effects of concentration of NaOH (0.01-1 N) (X_1), concentration of HCl (0.01-1 N) (X_2) and extraction time (3-8 h) (X_3) on the gel strength, were studied using central composite design (α= 1.682). Based on the results, shark skin gelatin gel strength on different extraction conditions, were within 54.5-1075 g. The results showed that the concentration of NaOH and HCl had significant effect on gel strength ($P \leq 0.05$) but the extraction time had no significant effect on this property.

Keywords: Gelatin; Skin; Whitecheek shark; RSM; Gel strength

* Corresponding author E-mail: rezai_ma@modares.ac.ir