بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی‌ارشد در رشته علوم و صنایع غذایی

ارزیابی ویژگی‌های تغذیه‌ای، فیزیکوشیمیایی و عملکردی پروتئین استخراج شده از دو گونه جلبک دریایی (گراسیلاریا کورتیکاتا و سارگاسوم ایلیسیفولیوم)

پژوهش و نگارش

سعید بابایی

استاد راهنما

دکتر حبیب‌الله میرزایی

استاد مشاور

دکتر علیرضا صادقی‌ماهونک

۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به‌منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلا بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **سعید بابایی** دانشجوی رشته **علوم و صنایع غذایی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به

پدرم اسطوره تلاش

مادرم الهه مهربانی

و خواهران و برادران عزیزم

تقدیر و تشکر

وسپاس از سرورانی که یاریشان نیاز راهم بوده است ؛

تشکر و سپاس از یاری و بزرگواری استاد راهنمایم جناب آقای دکتر حبیب الله میرزایی که لحظه به لحظه همراهیم کردند. یاری ایشان را می ستایم.

از استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر علیرضا صادقی که در طول انجام این پژوهش بارویی گشاده پذیرای بنده بودند و از همفکری و مشاورت این عزیز بهره برده ام صمیمانه قدردانی می نمایم.

با تشکر از داوران محترم جناب آقای دکتر یحیی مقصودلو و جناب آقای دکتر محمد قربانی که همواره یاریم دادند و با حضورشان بر کار من ارج نهادند، یاری و بزرگواریشان را ارج می نهم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر سعید نصرالله نژاد به خاطر مساعدت های بی دریغشان تشکر می نمایم.

با تشکر از اساتید محترم گروه صنایع غذایی که شاگردیشان برایم افتخاری است گرانبها و خداوند را سپاسگزارم که دو سال مجال یافتم در مکتب اساتیدی شاگردی کنم که به من آموختند امروز را بی آفرینش و بالندگی به فردا نسپارم.

بر خود واجب می دانم از زحمات کلیه همکلاسیانم و دوستانم بویژه آقایان امیری، کشاورز، ساری و لطفی و خانم ها اکبری، مرادی و دادپور تشکر و قدردانی نمایم.

سعید بابایی، تابستان ۱۳۹۰

چکیده

در مطالعه حاضر، ترکیب شیمیایی دو نوع جلبک دریایی ماکرو با نام‌های علمی گراسیلاریا کورتیکاتا (*Gracilaria corticata*) و سارگاسوم ایلیسیفولیوم (*Sargassum ilicifolium*) شامل پروتئین خام، فیبر خام، خاکستر، چربی خام و مواد معدنی مورد مطالعه قرار گرفت. پروتئین، کربوهیدرات کل و خاکستر اجزای عمده تشکیل دهنده جلبک‌های دریایی مورد مطالعه بودند، اما محتوای چربی خام آنها بسیار پایین بود (۰/۲٤– ۰/۱٦٪). در خصوص مواد معدنی ضروری، هر دو گونه دارای مقادیر قابل توجهی از سدیم، پتاسیم، آهن و به‌ویژه منیزیوم (۰/۵۵٪ و ۰/۷۲٪، به‌ترتیب برای گراسیلاریا و سارگاسوم) بودند. ویژگی‌های عملکردی نیز برای آرد هر دو گونه جلبکی مورد بررسی قرار گرفت. از نظر حلالیت پروتئین دو گونه جلبکی دو روند نسبتا متفاوت را به نمایش گذاشتند. گونه گراسیلاریا دارای دو نقطه ایزوالکتریک در pH های ٤ و ۹ بود (به ترتیب به‌میزان ۳۹ و ۵۰ درصد حلالیت)، درحالیکه گونه سارگاسوم در pH =۵ کمترین حلالیت پروتئین (٤٦ درصد) را نشان داد. بطور کلی، هر دو گونه مورد مطالعه از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی قابل ملاحظه‌ای برخوردار بودند. بر اساس نتایج حاصل از الکتروفورز پروتئین دو گونه جلبکی، استفاده از ژل آکریل آمید ۱۵٪ تعدادی باند در محدوده اوزان مولکولی پایین (۱۰ الی ۹۰ کیلو دالتون) را نمایان ساخت که چنین نتایجی پیش از این گزارش نشده بود. همچنین، از نظر محتوا و ترکیب اسید آمینه، دو گونه مورد بررسی با وجود فقر در مورد برخی از اسیدهای آمینه (به ویژه اسیدهای آمینه حاوی سولفور)، در مقایسه با دیگر گونه های متعلق به هر دو خانواده جلبک‌های قهوه‌ای و قرمز ترکیب مشابهی را از نظر فراوانی اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری و نیز شاخص های تغذیه‌ای نشان دادند. با توجه به نتایج بدست آمده می توان نتیجه گرفت که هر دو گونه جلبکی مورد مطالعه از ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی مناسب و نیز ویژگی‌های تغذیه‌ای نسبتا قابل توجه برخوردار می‌باشند. بنابراین، می‌توان از آنها در کاربردهای ویژه برای استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: جلبک، گراسیلاریا کورتیکاتا، سارگاسوم ایلیسیفولیوم، ویژگی‌های تغذیه‌ای و عملکردی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- طبقه‌بندی و تولید جلبک‌ها ۲

۱-۱-۲- ابعاد قانونی ٦

۱-۲- ویژگی های تغذیه ای و بیوشیمیایی جلبک‌های دریایی ٦

۱-۲-۱- پلی‌ساکاریدها و فیبرهای رژیمی ۷

۱-۲-۲- مواد معدنی ۹

۱-۲-۳- پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه ۹

۱-۲-٤- چربی‌ها و اسیدهای چرب ۱۱

۱-۳- گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق ۱۱

۱-۳-۱- گراسیلاریا ۱۱

۱-۳-۲- سارگاسوم ۱۱

۱-٤- ویژگی‌های عملکردی ۱۳

۱-٤-۱ ظرفیت نگهداری آب ۱٤

۱-٤-۲- حلالیت پروتئین ۱٥

۱-٤-۳-امولسیون کنندگی وپایداری امولسیون ۱٦

۱-٥- الکتروفورز ۱۷

۱-٥-۱- الکتروفورز ژل سدیم دو دسیل سولفات پلی‌اکریل آمید ۱۷

۱-٦- فرضیه‌ها و اهداف ۱۹

فصل دوم:پیشینه تحقیق ۲۱

۲-۱- ویژگی‌های تغذیه‌ای جلبک‌ها ۲۲

۲-۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی ۲٥

۲-۳- ویژگی‌های مربوط به پروتئین‌ها ۲۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳۳

۳-۱- مواد و دستگاه‌ها ۳٤

۳-۱-۱- مواد اولیه ۳٤

۳-۱-۲- مواد شیمیایی ۳٤

۳-۱-۳- دستگاه‌ها ۳٤

۳-۲- تعیین ترکیب شیمیایی ۳۵

۳-۲-۱- اندازه‌گیری رطوبت ۳۵

۳-۲-۲- تعیین خاکستر ۳٦

۳-۲-۳- اندازه‌گیری چربی ۳٦

۳-۲-٤- اندازه‌گیری پروتئین ۳٦

۳-۲-۵-اندازه‌گیری فیبر کل ۳۷

۳-۲-٦- اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل ۳۸

۳-۲-۷- اندازه‌گیری مواد معدنی ۳۹

۳-۳- تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی آرد جلبک‌ها ۳۹

۳-۳-۱- تعیین حلالیت پروتئین ۳۹

۳-۳-۲- اندازه گیری ظرفیت جذب آب و روغن ٤۰

۳-۳-۳- تعیین ظرفیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون ٤۱

۳-۳-٤- اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای ٤۲

۳-۳-۵- اندازه‌گیری ظرفیت متورم شدن ٤۲

۳-٤- آزمون های مربوط به پروتئین ٤۲

۳-٤-۱- تعیین مقدار و ترکیب اسید آمینه پروتئین های جلبکی ٤۲

۳-٤-۱-۱- هیدرولیز نمونه حاوی پروتئین ٤۳

۳-٤-۱-۲- تعیین مقادیر کمی اسیدهای آمینه ٤۳

۳-٤-۱-۳- تعیین شاخص های پروتئینی ٤۳

۳-٤-۲- الکتروفورز ژلی سدیم دودسیل سولفات ٤۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-٤-۲-۱- تهیه محلول‌های الکتروفورز ٤٤
۳-٤-۲-۲- مراحل انجام آزمون ٤٤
۳-۵- آنالیز آماری داده‌ها ٤۵

فصل چهارم: نتایج و بحث ٤۷
٤-۱- ویژگی های تغذیه ای ٤۸
٤-۱-۱- تجزیه و تحلیل ترکیب شیمیایی ٤۸
٤-۲- ویژگی های عملکردی ۵٦
٤-۲-۱- حلالیت پروتئین ۵٦
٤-۲-۲- ظرفیت جذب روغن ۵۹
٤-۲-۳- دانسیته توده ای ٦۱
٤-۲-٤- قابلیت متورم شدن ٦۱
٤-۲-۵- ظرفیت جذب آب ٦۲
٤-۲-۵-۱-اثر pH بر ظرفیت جذب اب ٦۳
٤-۲-۵-۲- اثر غلظت نمک بر ظرفیت جذب آب ٦٤
٤-۲-٦- ظرفیت امولسیون کنندگی ٦٦
٤-۲-٦-۱- اثر pH بر ظرفیت امولسیون کنندگی ٦٦
٤-۲-٦-۲- اثر غلظت نمک بر ظرفیت امولسیون کنندگی ٦۷
٤-۲-۷- پایداری امولسیون ٦۹
٤-۳- ویژگی‌های مربوط به پروتئین جلبک های دریایی ۷۱
٤-۳-۱- الکتروفورز ۷۱
٤-۳-۲- ترکیب اسید آمینه پروتئین دو گونه جلبکی ۷۳
٤-٤- نتیجه گیری کلی ۷٦
٤-۵- پیشنهادات پژوهشی و اجرایی ۷۷
منابع ۷۹
ضمایم ۸۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- تصویر دو گونه گراسیلاریا و سارگاسوم ۱۲
نمودار ۳-۱- منحنی استاندارد برای تعیین غلظت ترکیبات فنلی کل ۳۸
شکل ٤-۱- اثر pH بر روی حلالیت پروتئین دو گونه گراسیلاریا کورتیکاتا و سارگاسوم ایلیسیفولیوم ۵۷
شکل ٤-۲- اثر نوع گونه بر روی ظرفیت جذب آب نمونه‌های آرد دو گونه جلبکی در محدوده pH ۲ الی ۱۲ ..... ٦٤
شکل ٤-۳- اثر نوع گونه بر روی ظرفیت جذب آب آردهای جلبکی در سه سطح مختلف از غلظت نمک کلرید سدیم ٦٥
شکل ٤-٤-اثر نوع گونه بر روی ظرفیت امولسیون کنندگی آرد دو گونه جلبکی در محدوده pH ۲ الی ۱۲..... ٦٦
شکل ٤-٥- اثر نوع گونه بر روی ظرفیت امولسیون کنندگی آرد دو گونه جلبکی در شش سطح مختلف غلظت نمک کلرید سدیم ٦٨
شکل ٤-٦- اثر نوع گونه بر روی پایداری امولسیون آرد دو گونه جلبکی در محدوده pH ۲ الی ۱۲..... ٦٩
شکل ٤-۷- اثر نوع گونه بر روی پایداری امولسیون آرد دو گونه جلبکی در شش سطح مختلف غلظت نمک کلرید سدیم ۷۰
شکل ٤-۸- الگوی باندهای پروتئینی دو گونه سارگاسوم ایلیسیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکاتا ۷۲
شکل الف-۱- اثر pH بر روی جذب آب گراسیلاریا کورتیکاتا..... ۸٦
شکل الف-۲- اثر pH بر روی جذب آب سارگاسوم ایلیسیفولیوم ۸٦
شکل الف-۳- اثر غلظت نمک بر روی جذب آب گراسیلاریا کورتیکاتا ۸۷
شکل الف-٤- اثر غلظت نمک بر روی جذب آب سارگاسوم ایلیسیفولیوم..... ۸۷
شکل الف-٥- اثر غلظت نمک بر روی ظرفیت امولسیون‌کنندگی گراسیلاریا کورتیکاتا ۸۸
شکل الف-٦- اثر غلظت نمک بر روی ظرفیت امولسیون‌کنندگی سارگاسوم ایلیسیفولیوم..... ۸۸
شکل الف-۷- اثر pH بر روی ظرفیت امولسیون‌کنندگی گراسیلاریا کورتیکاتا..... ۸۹
شکل الف-۸- اثر pH بر روی ظرفیت امولسیون‌کنندگی سارگاسوم ایلیسیفولیوم ۸۹
شکل الف-۹- اثر pH بر روی پایداری امولسیون گراسیلاریا کورتیکاتا ۹۰
شکل الف-۱۰- اثر pH بر روی پایداری امولسیون سارگاسوم ایلیسیفولیوم..... ۹۰
شکل الف-۱۱- اثر غلظت نمک بر روی پایداری امولسیون گراسیلاریا کورتیکاتا..... ۹۱
شکل الف-۱۲- اثر غلظت نمک بر روی پایداری امولسیون سارگاسوم ایلیسیفولیوم ۹۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- عمده‌ترین منابع مورد استفاده برای استخراج و تولید پلی‌ساکارید از جلبک‌های دریایی ۳
جدول ۱-۲- ریخت‌شناسی، ذخیره غذایی و دیگر گلایکان‌های شناسایی شده در خانواده‌های مختلف جلبک‌های دریایی ٤
جدول ۱-۳- مطالعات صورت گرفته بر روی جلبک‌ها ٥
جدول ۱-٤- محتوای فیبر رژیمی موجود در سبزیجات دریایی، فراورده‌های جانبی حاصل از جلبک‌ها، و گیاهان خشکی‌زی ۸
جدول ۱-٥- ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌ها در اثر برهم‌کنش آنها با سایر اجزا ۱٤
جدول ٤-۱- ترکیب شیمیایی دو گونه گراسیلاریا کورتیکاتا و سارگاسوم ایلیسیفولیوم ٤۹
جدول ٤-۲- مقادیر کمی عناصر ضروری موجود در دو گونه جلبکی ٥۲
جدول ٤-۳- مقادیر کمی فلزات سنگین موجود در دو گونه جلبکی ٥٤
جدول ٤-٤- داده‌های مربوط به pH سوپرناتانت در مقادیر مختلف pH تنظیمی محلول آرد جلبک‌ها ٥۸
جدول ٤-٥- ویژگی‌های عملکردی آرد دو گونه گراسیلاریا کورتیکاتا و سارگاسوم ایلیسیفولیوم ٦۰
جدول ٤-٦- ترکیب اسید آمینه دو گونه گراسیلاریا کورتیکاتا و سارگاسوم ایلیسیفولیوم ۷٤
جدول ٤-۷- شاخص‌های تغذیه‌ای پروتئین دو گونه جلبکی ۷٥

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

تعریف جلبک‌شناسان[1] از جلبک‌های دریایی عبارتست از گروه بزرگی از گیاهان دریایی ته اقیانوسی (موجود در اعماق دریا) که چند سلولی بوده و دارای تالوس[2]های بلند می‌باشند. جلبک‌های دریایی در طبقه‌بندی عمومی جزو گیاهان قرار می‌گیرند و از نقطه نظر اکولوژیکی بسیار حائز اهمیت هستند. این دسته از گیاهان، صخره‌ها و سواحل جزر و مدی را در اغلب اقیانوس‌ها تحت پوشش خود در آورده‌اند. همچنین، برخی از آنها در اعماق ۲۵۰ متری در آب‌های شفاف یافت می‌شوند (مابو و فلورنس، ۱۹۹۳).

جلبک‌ها در شمار قدیمی‌ترین ارگانیسم های زنده شناخته شده قرار دارند. از نظر ریخت‌شناسی، جلبک‌ها ساختار بسیار ابتدایی داشته و تکامل آنها در طی اعصار به کندی صورت پذیرفته است. این گروه از گیاهان دریایی از نظر ژنتیکی بسیار متنوع بوده و جزو منابع طبیعی جذب کننده مولکول‌های زیست‌فعال به شمار می روند. از آنجائیکه این موجودات اوتوتروف هستند، بنابراین برای رشد تنها به نور خورشید، دی اکسید کربن و ریز مغذی‌های معدنی نیاز دارند (دوی و ونکاتارامان، ۱۹۸٤).

این دسته از گیاهان بطور گسترده در تهیه مواد غذایی، ساخت مواد آرایشی و نیز در تولید هیدروکلوئیدها (مانند آگار و آلژینات) مورد استفاده قرار می گیرند. همانطور که اشاره شد، جلبک‌ها از نظر اکولوژیکی نیز حائز اهمیت می باشند، زیرا به فراهم کردن اکسیژن دریا کمک نموده و به‌عنوان یکی از اولین تولیدکنندگان در زنجیره غذایی دریایی عمل می‌کنند. برخی از جلبک‌ها قادرند فلزات سنگین را از آب دریا جذب کنند و بدین ترتیب، می‌توان از آنها برای کنترل زیستی[3] و بر طرف کردن چنین آلودگی‌هایی بهره گرفت. جلبک‌ها همچنین دارای راهبردهای خارق‌العاده برای مقابله با فشارهای محیطی هستند. با توجه به دلایلی که به آنها اشاره شد، مطالعه بر روی جلبک‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۱-۱- طبقه‌بندی و تولید جلبک‌ها

طبقه‌بندی‌های مختلفی برای جلبک ها پیشنهاد شده است، اما مرسوم ترین آنها طبقه بندی براساس ویژگی های شیمیایی مانند نوع رنگدانه و ذخیره غذایی آنهاست. بر این اساس جلبک‌ها را به سه گروه عمده جلبک های قهوه ای[4]، قرمز[5] و سبز[6] طبقه‌بندی می‌کنند.

1- Phycologist
2- Thallus
3- Bio-monitoring
4- Phaeophyta
5- Rhodophyta
6- Chlorophyta

از نظر زمان پیدایش، ابتدا جلبک های سبز- آبی[1]، سپس جلبک های قرمز، بعد جلبک های سبز و در نهایت جلبک های قهوه ای پا به عرصه طبیعت گذاشتند. یک طبقه بندی از جلبک‌های مختلف در جدول ۱-۱ آورده شده است (سیکورسکی، ۲۰۰۷)، که در آن مهمترین گونه‌های مورد استفاده برای استخراج پلی‌ساکاریدهای ارزشمند از نظر تجاری مشاهده می‌شود.

در جدول ۱-۲، مهمترین انواع جلبک از نظر ریخت شناسی، ذخیره غذایی، و دیگر پلی‌ساکاریدهای تولید شده آورده شده است (سیکورسکی، ۲۰۰۷). ترکیبات ذخیره غذایی بطور عمده شامل گلیکوژن، فلوریدین[2]، نشاسته، و لامیناران[3] می‌باشد. دیواره های سلولی، دارای سلولز و دیگر گلایکان‌های معمول هستند که در گیاهان یافت می‌شوند؛ به‌ویژه جلبک سبز- آبی نوعی ژل چسبنده تولید می‌کند که به‌عنوان یک کپسول اطراف اشکال تک سلولی را می پوشاند.

جدول ۱-۱- عمده ترین منابع مورد استفاده برای استخراج و تولید پلی ساکارید از جلبک های دریایی

پلیمرها و میزان تولید	جلبک	کشور تولیدکننده
آلژینات از جلبک‌های قهوه‌ای (۴۰۰۰۰ تن در سال)	آسکوفیلوم نودوسوم، اکلونیا، دورویلیا، فوکوس سراتوس، لامیناریا ژاپونیکا، اونداریا پیناتیفیدا، لامیناریا دیجیتاتا و پورفیرا	ایرلند، آمریکای جنوبی، آفریقای جنوبی، استرالیا، شیلی، چین، کره، نروژ و ژاپن
آگار از جلبک‌های قرمز (۲۵۰۰۰ تن در سال)	هایپنیا، گراسیلاریا، تروکلادیا و ژلیدیلا	اسپانیا، شیلی، نیوزیلند، ژاپن، هند و مصر
کاراگینان از جلبک‌های قرمز (۳۰۰۰۰ تن در سال)	کندوروس کریسپوس، کاپافیکوس آلوارزی، پورفیرا یزرگاتینا، هایپنیا و سولریا	ایرلند، فرانسه، کانادا، پرتغال، هند، فیلیپین و ژاپن

در جلبک های قرمز، گلایکان هایی که به آنها اشاره شد جزو ترکیبات غذایی مشابه گلیکوژن هستند. رنگ این جلبک ها بوسیله کلروفیل و نیز پروتئین های مختلفی که به آنها فایکوبیلین[4] گفته می‌شود ایجاد می‌گردد.

1- Cyanophyta
2- Floridean
3- Laminaran
4- Phycobilin

جلبک‌ها از مدت‌ها قبل در شرق (از قرن چهارم در کشور ژاپن و از قرن ششم در کشور چین) به‌عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این دو کشور به همراه کشور کره عمده‌ترین تولیدکنندگان جلبک به‌شمار می‌روند. سرانه برداشت جلبک ۱۰ میلیون تن در سال است (FAO، ۲۰۰۲) و این میزان رو به افزایش است.

جدول ۱-۲- ریخت‌شناسی، ذخیره غذایی و دیگر گلایکان‌های شناسایی شده در خانواده‌های مختلف جلبک‌های دریایی

خانواده	ذخیره غذایی	ریخت‌شناسی	دیگر گلایکان‌ها
جلبک قرمز	فلوریدین، گلایکوژن	تک سلولی (بندرت)، بافت سلولی سازمان‌یافته	مانان‌ها، زایلان‌ها، گالاکتان‌های سولفاته، موسیلاژهای خارج سلولی مرکب
جلبک سبز	نشاسته، اینولین، و احتمالا لامیناران	تک سلولی، کلونی، بافت سلولی سازمان‌یافته	سلولز حقیقی، سلولز اصلاح شده، مانان‌ها، گلوکو مانان‌ها، زایلان‌ها، پکتیک اسید، همی‌سلولزهای مرکب و موسیلاژهای سولفاته
جلبک قهوه ای	لامیناران	بافت سلولی سازمان‌یافته	سلولز، لیچنان، آلژینات، فوکویدان، هگزورونوزایلوفوکان های سولفاته، هتروگلایکان های سولفاته مرکب

چین نخستین کشور تولیدکننده جلبک است (۵ میلیون تن در سال) و مهمترین گونه‌ای که تولید می‌کند لامیناریا ژاپونیکا[1] نام دارد. کره ۸۰۰۰۰۰ تن در سال اوندا‌ریا پیناتیفیدا[2] تولید می‌کند؛ و کشور ژاپن سالانه ٦۰۰۰۰۰ تن از گونه پورفیرا به بازار عرضه می‌کند. بین سال‌های ۱۹۸۱ تا ۱۹۹٤ میزان تولید جلبک از رقم ۳/۲ میلیون تن به حدود ۷ میلیون تن در سال رسید، که در این میان حدود ۷۵ درصد آن را جلبک‌های قهوه‌ای، ۲۵ درصد جلبک های قرمز، و ۰/۵ درصد را جلبک‌های سبز تشکیل می‌دادند.

از دهه ۱۹٤۰، زمانیکه پتانسیل تولید آگار از جلبک‌ها شناسایی شد، رده‌بندی، فیزیولوژی و بیوشیمی آنها عمده‌ترین مواردی بودند که مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱-۳). بعلاوه، جنبه‌های فیزیولوژیکی مرتبط با تولید هیدروکلوئیدها و رنگدانه‌ها، و کشت انبوه جلبک‌ها نیز بیشتر مورد توجه قرار گرفت. بر خلاف فعالیت‌های صورت گرفته، جلبک‌ها در سرتاسر دنیا در زمینه شناسایی ژنوم کمتر مورد توجه قرار گرفته اند. از دهه ۱۹۹۰، مطالعه بر روی ژنتیک مولکولی جلبک ها آغاز شد.

1- Laminaria japonica
2- Undaria pinatiphida