الطحالب البحرية المصرية *

وطرق تصنيعها واستغلالها

للدكتور محمود نصر

مدير المعامل ببلدية الاسكندرية

مقدمة تاريخية :

استعمل الإنسان فى الصين من أزمان ضاربة فى القدم الطحالب البحرية فى الغذاء والدواء ، كما استعملها فى تسميد الأراضى الزراعية . وكانت هذه الطحالب تستعمل فى التطبيب فى الشرق الأقصى منذ ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد . وجاء فى كتاب الشعر الصينى الذى ظهر فى عصر كونفوشيوس بين سنتى ٨٠٠ و ٦٠٠ قبل الميلاد ذكر امرأة تطبخ هذه الطحالب لغذائها . وقد ذكر يوليوس قيصر فى الفصل الرابع والعشرين من مذكراته عن حروبه الافريقية أنه أنقذ حياة خيول جيوشه المحاربة والمنهكة من الجوع والهلاك بتقديم الأعشاب البحرية علفا لها بعد غسلها بالماء الزلال .

ثم ظهر الآجار — وهو أحد مستحضرات هذه الأعشاب — كمادة غذائية فى الشرق الأقصى ، وانتقل بالتجارة إلى أوروبا وأمريكا لاستهلاكه فى المأكولات والحلويات . وفى سنة ١٨٨١ لاحظت مدام فانى هيس فى مطبخها — وهى زوجة أحد مساعدى روبرت كوخ — أن الآجار يتجمد فى درجات الحرارة العادية بعد خلطه بشوربة اللحم ، كما لاحظت أنه يظل فالوذجيا رائقا شفافا . وتذكرت شكوى زوجها من متاعبه فى توزيع البكتريا وعزل أصنافها المختلفة كل على حدة . فأسرت بما رأت إلى زوجها ونقل الزوج الخبر إلى كوخ ، فكانت الفرصة لاستنباط المستنبتات البكتريولوجية الصلبة . وقد ساعدت هذه المستنبتات الصلبة فى أول أمرها على عزل واكتشاف ميكروب الدرن ، وكثير غيره من بعده .

ثم امتدت الأذهان بعد ذلك إلى استعمالات كثيرة مختلفة للآجار .

---

* نقلا عن رسالة العلم عدد اكتوبر — ديسمبر سنة ١٩٥٦

واكتشف استانفورد فى انجلترا بين سنتى ١٨٨٤ و ١٨٨٦ طريقة تحضير الاجين من الطحالب البحرية ، وتوصل إلى طبيعته وفوائده ، وسارع الأمريكان إلى متابعته فورا فى صناعته ، لما له من فوائد اقتصادية جليلة وجمة .

وكان الايرلنديون أول من استخرجوا الكراجنين من الطحالب الايرلندية واستعملوه فى الأكل بدلا من الجيلاتين ، وكانت ايرلندة تصدر طحالبها إلى أمريكا بأثمان مرتفعة يصل ثمن الرطل الواحد منها إلى ثلاثة ريالات ، وذلك لاستخراج الكراجنين منها . وظل الحال كذلك إلى أن اكتشف سميث عمدة بوسطن فى سنة ١٨٣٥ وجود الطحالب الايرلندية فى شواطىء بلاده فنصح بحصدها واستعمالها فانقطع استيرادها من ايرلندة ونزل ثمن الرطل الواحد إلى سنتيمين فقط .

لقد كانت اليابان هى البلد الوحيد الذى يحتكر صناعة الآجار ، ولكن ظروف الحرب العالمية الثانية تسببت فى انهاء هذا الامتياز لشدة احتياج البلاد المختلفة إليه فى المعامل البكتريولوجية إبان الحرب لتشخيص مسببات الأمراض المعدية من ناحية ، ولصناعة الفاكسينات المختلفة من ناحية أخرى لوقاية الجيوش والشعوب من الأمراض الوبائية الفتاكة ، وكان اليابانيون يعتمدون فى صناعته على طبيعة جو بلادهم البارد ، ولكن علماء الأمريكان ظلوا يشحذون أفكارهم إلى أن توصلوا إلى صناعته بالطرق الميكانيكية خصوصا أن جو بلادهم يختلف عن جو اليابان فى عدم انخفاض درجة الحرارة ، ثم تبعتهم فى ذلك الهند واستراليا ونيوزيلندا وجنوب أفريقيا ، وأخيراً فرنسا وايطاليا واسبانيا .

وظهرت استعمالات كثيرة أخرى فى الصناعات المختلفة للآجار خلاف استعمالاته البدائية الأولى فى أطباق الألماظية بالفاكهة أو باللحم والخضراوات والسلطات ، وظهرت كذلك تجديدات شتى فى طرق تصنيعه ، كما ظهرت أصناف وأنواع كثيرة مختلفة منها الصناعى ومنها الخالص النقاوة .

الطحالب البحرية فى الشواطىء المصرية :

إن درجة حرارة المياه فى شواطىء الإسكندرية وضواحيها تتراوح بين ١٥ و ٢٥ مئوية خلال السنة ، ولذلك تنمو بها بعض أنواع الطحالب البحرية التى تنمو

بالجهات الباردة وبالمناطق الحارة ، أما شواطىء البحر الأحمر فتغلب فيها طحالب المناطق الحارة . وقد سبق أن قام الدكتور عبد الحليم نصر أستاذ النبات بكلية الاسكندرية بدراسات وبحوث فى شواطىء البحرين الأبيض والأحمر على الطحالب المصرية المنتجة للآجار وغير المنتجة وحدد المناطق التى ينمو فيها كل نوع من هذه الطحالب ، كما وصف دورات حياة الكثير منها وطرق تكاثرها وكتب أيضا هو ومساعده الدكتور أنور عبد العليم كثيرا عن طبيعة البيئة البحرية التى ينمو فيها كل نوع ، ونشرا معلومات ايكولوجية كثيرة عنها ، وقد وصلت إلى كميات كثيرة من الطحالب التى يقذفها البحر على الشواطىء المختلفة فى الاسكندرية فى أوقات متفاوتة فوجدت فى مياه الاسكندرية من بين الطحالب البحرية الأنواع الآتى ذكرها :

١ — الطحالب الخضراء : ومن بينها الأولفا والكوديوم والكولبرپا وكلها عديمة المنافع الاقتصادية ، وموجودة بنسبة تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ ٪ من مقدار الطحالب البحرية .

٢ — الطحالب البنية اللون أو السمراء : وكان من بينها الهالوبتيريس والديكتيوبتيريس ، وهما موجودان بنسبة تتراوح بين ١٠ و ١٥ ٪ من مقدار الأعشاب البحرية وقد حضرت منها مادة الالجين .

٣ — الطحالب الحمراء : وكان من بينها الجيليديام أو البتيروكلاديام والجراسيلاريا ، وقد حضرت من كل منها على حدة مادة الاجار وكلها موجودة بنسبة تتراوح بين ٥٠ ٪ و ٧٠ ٪ من مقدار الطحالب البحرية . والجيليديام موجود بنسبة ٦٥ ٪ تقريبا من الطحالب الحمراء ، والجراسيلاريا بنسبة ٣٥ ٪ . ولأن هذه الطحالب تحتوى على مادة ملونة حمراء بجانب الكلوروفيل الأخضر فلون فصائلها المختلفة يتراوح بين الأصفر والقرمزى المسود لاختلاف نسبة هذه المواد الملونة بعضها إلى بعض .

والمعروف عن هذه الطحالب البحرية أنها زراعات طبيعية شتوية تنضج فى الصيف وتتساقط عيدانها بتأثير حرارة الجو وحركات المياه وضوء الشمس

(وإن كان ما يتراوح بين ٥ و ٣٠ ٪ من هذا الضوء ينعكس على سطح البحر فإن الباقى ينكسر فيه ويمتص داخل الماء وتصل ١٠ ٪ منه إلى عمق ١٠ أمتار من سطح البحر و ٤ و ٪ منه إلى عمق ١٠٠ متر) وبعد أن تتساقط أجزاء الطحالب المكسورة وجراثيمها فى قاع البحر تجرف التيارات المائية هذه الأجزاء وسيقانها إلى الشاطىء . أما الجراثيم وبعض أجزاء النبات كما فى حاله الجراسيلاريا فانها إذا استقرت على بقعة من قاع البحر تناسبها نمت وازدهرت فى السنة المقبلة .

والمعروف أن هذه النباتات تنمو فى أماكن صخرية من قاع البحر يصل غورها إلى ٤٠ قدما ، والشاطىء الرملى فى بقعة ما لا يتخذ دليلا على عدم إمكان نمو الطحالب فى البقعة المقابلة لها من البحر، لأنه من المحتمل أن يكون القاع فيها صخريا .

كمياتها وتكاليف إعدامها :

أبلغنا قسم النظافة ببلدية الاسكندرية فى ١٠/١١/١٩٥٤ أنه جمع من الأعشاب البحرية بين قصر المنتزه والمكس وطولها ٤٥ كيلومترا من الشاطىء مقدار ١٥٠٠ متر مكعب فى مايو ويونيه سنة ١٩٥٤ و ٣٠٠٠ متر فى يوليه وأغسطس سنة ١٩٥٤ و ٥٠٠٠ متر مكعب فى سبتمبر وأكتوبر سنة ١٩٥٤ فيكون المحصول السنوى فى هذه المنطقة ٩٥٠٠ متر مكعب ، ويقول قسم النظافة إن هذه الكمية قابلة للزيادة وللنقصان سنويا . وهناك كميات أخرى يقذفها البحر خلال الشتاء ولكنها قليلة .

ويتكلف نقل المتر المكعب الواحد من هذه الحشائش البحرية من شاطىء البحر الأبيض إلى بحيرة مريوط حيث يستعمل فى ردم البحيرة ١٢٠ مليما فتكون مصاريف النقل السنوية هى ١١٤٠ جنيها تصرفها البلدية سنويا لتقذف بهذه الثروة الطبيعية المفيدة فى بحيرة مريوط لردمها .

ويقذف البحر الأبيض المتوسط بهذه الأعشاب على طول شاطىء الصحراء الغربية بين العجمى ومرسى مطروح حيث يعيش البدو ، وهى مسافة تقرب من الأربعمائة كيلومتر بمتعرجاتها ومنحنياتها ، كما يقذف بها أيضا أمام شاطىء الإسكندرية بين أبى قير والعجمى وهى مسافة ٩١ ك م .

منافع الأعشاب البحرية

١ — غـــذاء :

قبل أن نعالج هذا الموضوع نتكلم قليلا عن كيماوية الطحالب الغذائية واستعمالاتها كغذاء للإنسان فى أمريكا والشرق الأقصى :

كيماوية الطحالب الغذائية .

بتحليل خليط من هذه الأعشاب كيماويا نرى أن تركيبها كالآتى :

رطوبة ١و١٨ ٪ رماد ٤و٢٤ ٪ (نيتروجين ٣ ٪ — بوتاسا ٤و٩ ٪ — فوسفور ٨و٠ ٪ صوديوم كلوريد ٩ ٪ سليكات ورمل ٢و٣ ٪) بروتين ٥و٧ ٪ سليولوز ٥ ٪ — كربوهيدرات ٤و١٩ — دهون ٦و٢٥ ٪ ، كما نجد بها نسبة عالية من اليود وهو ضرورى للغدة الدرقية .

هذا إلى أننا نجدها غنية جدا بالفيتامين « ج » والفيتامين « ب » (الريبوفلافين) ويصل مستوى بعضها فى هذه الفيتامينات إلى القدر الذى يحتويه الليمون من فيتامين « ج » والفواكه الطازجة من فيتامين « ب ١ » ونجد مثلا أن أنواع البورفيرا وهى موجودة بين نباتاتنا البحرية تحتوى على ما يقرب من ١٤٠ جم من فيتامين « ج » وأكثر من ٥٥٠ وحدة شيرمان من فيتامين « ب١ » فى كل ١٠٠ جم من النبات الطازج . ومن الملاحظ أن فيتامين « ج » يزيد فى هذه النباتات مدة الصيف كلما قل عمق قاع البحر الذى ينمو فيه ، ولكن فيتامين « ب » لا يتأثر بهذه العوامل ، كما يجب أن نلاحظ أن الكربوهيدرات التى تحتويها هذه النباتات هى مواد سكرية معقدة التركيب من صنف الجالاكتان فليس من السهل هضمها .

الأعشاب البحرية كمادة غذائية للإنسان :

تمثل هذه الأعشاب مركزا هاما بين خضروات الغذاء فى الشرق الأقصى ويأكلها الناس فى اليابان وجزر هاواى وجزر الهند الشرقية ، وفى أستراليا ونيوزلندة وأمريكا يتغذون عليها . وتجهيز هذه الأعشاب للأكل فى اليابان اسمه

« نورى » واسمه فى أمريكا « لايفر » وتباع أنواع منها فى أمريكا فى غلافات شفافة كما تباع عندنا أعواد الاسبراجاس وعش الغراب فى أكياس من السيلوفان وتحضير الأعشاب البحرية بهذا الشكل اسمه « دلس » .

وصناعات النورى والدلس صناعة كبيرة وتجارة واسعة فى اليابان وأمريكا تنفق فيها ملايين الدولارات سنويا .

استعمالها علفا للماشية :

وكما يأكل الإنسان الأعشاب البحرية يقبل عليها الحيوان أيضا ، وبذلك يمكن استعمال الحشائش البحرية فى الصحراء علفا للماشية . وفى النرويج واسكتلندة وايرلندة ترعاها الحيوانات فى منابتها عند ما ينحسر الماء عنها إبان الجزر . وتكون أكلا طيبا لهذه الحيوانات ، ويقدمها الفلاحون علفا لماشيتهم فى هذه البلاد ، ويوجد مصنعان فى النرويج بمدينة هارستد يقومان بجمع الأعشاب البحرية وتجفيفها وغسلها من الملح العالق بها ثم ضغطها فى أقراص وبيعها علفا للمواشى وغذاء للدواجن . ولم يرد فى المراجع ذكر لأضرار تصيب الحيوانات من جراء أكلها هذه الأعشاب لوجود اليود فيها .

وقد سبق أن ذكرنا أنه من المحتمل أن يتجمع ٨٥٥٠٠ متر مكعب من الأعشاب البحرية على شاطىء الصحراء الغربية . وقد اتضح أن الوزن النوعى لهذه الأعشاب وهى طازجة ١٫٢ . وعلى ذلك فالمتر المكعب الواحد منها يزن ٢١٠ كجم فيكون ما يجرفه البحر منها على ساحل الصحراء الغربية ١٨٠٠٠ طن بالتقريب تصبح ٣٦٠٠ طن بعد تجفيفها بالشمس والهواء ، يستعمل جزء منها غذاء لماشية الصحراء والباقى يتخذ سمادا لأرضها كما سيأتى بعد .

معالجتها بطريقة السيلو :

ولاستعمالها غذاء للماشية ، تجمع الأعشاب وتغسل من الأملاح العالقة بها وتخلط بالعلف الذى تعتاد عليه هذه الماشية جافا كان أو أخضر بمقدار النصف وتقدم للحيوانات بعد تجويعها حتى تقبل عليها مضطرة فى أول الأمر ثم تكثر

نسبتها رويدا رويدا إلى أن تعتاد عليها كما اعتادت عليها الحيوانات فى البلاد الأخرى. وعندما تتوقف السماء عن المطر فى بعض السنين تجف الصحراء ولا ينبت فيها زرع ، فعندئذ لا تسود المجاعة بين الحيوانات ولا تصير حياتها فى خطر ، ذلك لأن الأعشاب البحرية تسد رمقها بعد الاعتياد على أكلها ، وإذا عولجت بطريقة السيلو وخلطت بمحتوياته كان هذا من أنجح الطرق لاستعمالها علفا للماشية .

الاعتياد على أكلها :

الاعتياد عقبة تذللها الحاجة بسهولة ، فخيول إيسلندة التى جاءت إلى إيطاليا وليبيا أثناء الحرب العالمية الأولى لم تكن معتادة على أكل الشعير والشوفان بمقدار ما كانت معتادة على أكل الطحالب فى بلادها ، لكنها استساغت الشعير والشوفان فى إيطاليا وليبيا بعد أن اعتادت عليها . والجمال فى تونس تقبل على الأعشاب البحرية بالقدر الذى تأكل به الشعير والشوفان ، لأن كل هذه الأنواع متوفرة لديها .

ومن المعقول ألا يقتصر البحث على تحليل النباتات فى المعمل لإثبات أن الطحالب تقرب فى تكوينها من الشوفان ، وأنه يمكن للحيوانات أن تعيش عليها ، بل يجب إجراء التجارب الحيوية عليها بتقديمها غذاء للحيوانات فعلا ، وقد اقتصرت لابيك وسوفاجو فى فرنسا إبان الحرب العالمية الأولى على تغذية بعض الخيول على الأعشاب البحرية وحدها وجعلاها فى نفس الوقت تقوم بأعمال مرهقة ، وبملاحظتها فى أوقات مخصوصة وجد أنها تزيد فى الوزن .

وقد اتصلت فى هذا الصدد بالسيد القائمقام الطبيب عمر دراز خبير المراعى فى الصحراء الغربية فوعد بالقيام بعمل التجارب اللازمة فى تغذية المواشى والدواب فى الصحراء الغربية على هذه الأعشاب .

٢ — سماد للأراضى الزراعية الصحراوية :

استعملت هذه الأعشاب فى اليابان والصين وبريطانيا وفرنسا وإيطاليا وكثير من الدول ذات السواحل الطويلة ، ولكن المراجع والإحصائيات لم تسجل شيئا عن هذا ، لأن الأعشاب لا تباع ولا تشترى ولا تصدر بالسفن ولا بالسكك الحديدية كسماد ، بل يجمعها الفلاحون لتسميد مزارعهم القريبة من الشاطىء ، ولهذا كانت مصادر الإحصاء عنها معدومة .

المواد السمادية الأولى :

إذا رجعنا إلى تحليل هذه الأعشاب اتضح لنا أنها تحتوى على ١٧و٣ ٪ من وزنها من البوتاسا ، وبين ١و٧ من وزنها أزوتا وبين ٢و١ ٪ من الفوسفور ، وهذه مواد السماد المفيدة .

والبوتاسا تنساب من هذه الأعشاب بسهولة ، ولكن الأزت والفوسفور يتعلقان بها حتى تتحلل ، ويجب أن تتعرض الأعشاب البحرية أولا لماء الأمطار حتى تتخلص من ملح الطعام العالق بها ، لأنه ضار فى السماد ثم تخلط بكميات متساوية من روث البهائم لتحلل الأعشاب فتتمكن الاستفادة من محتويات هذا الخليط المتحلل كسماد بلدى فى المزارع الصحراوية ، بدلا من استعمال السماد الكيماوى المرتفع الثمن ، فضلا عن تكاليف نقله إلى القرى البعيدة فى الصحراء أو الاكتفاء بالسماد البلدى فى هذه القرى ، وهو قليل فى كميته . ومن المعروف فى ليبيا أن الأعشاب البحريه مفيدة كسماد فى زراعة الشعير والشوفان «لوفريدو ١٩٤١» وأمثالها من المزروعات .

٣ — استعمالها فى تجهيز المفروشات :

من المعروف أن أهالى شمال أوربا يستعملون الأعشاب البحرية فى «تنجيد» مفروشاتهم ، فعلينا أن نحفز عرب الصحراء الغربية إلى هذه الفوائد وتدريبهم على الاستفادة من الأعشاب البحرية وحشو وساداتهم وفرشهم بها .

٤ — فى المبانى :

يمكن أيضا لعرب الصحراء أن يستفيدوا بهذه الأعشاب فى بناء أكواخهم بنشر طبقة منها على سقوفها لتمنع تسرب الأمطار والاتربة والرمال إلى داخلها .

٥ — استعمالها كدواء مسهل :

تغسل بعض أنوع الطحالب (الجيليديام) من الأملاح وتغلى فى الماء ويشرب نقيعها بعد تبريده ، فيكون مسهلا وطاردا للديدان خصوصاً الأسكارس فيجب أن ندرب عرب الصحراء على ذلك .

عدم استعمالها الآن فى الإسكندرية :

لم يستعمل أحد من أهالى الإسكندرية الأعشاب البحرية إلى الآن فى تسميد أراضيه الزراعية أو فى تغذية مواشيه أو فى أى استعمال آخر، وقد اتصلت بالدكتور محمد متولى موسى سكرتير عام معهد الصحراء فى هذا الصدد وتفضل فضم هذا المشروع إلى برامج أبحاث المعهد .

تحضير الآجار والألجين واستعمالهما

فى منطقتى الإسكندرية والسويس

أنواع الطحالب الموجودة فى الإسكندرية :

بفحص الأعشاب البحرية فى الإسكندرية وجدت من بينها أنواع الطحالب الآتية :

الطحالب الحمراء : الجليديام والجراسيلاريا ، واستخرجت من كل منها على حدة مادة الآجار ، وكانت هذه الطحالب موجودة بنسبة تتراوح بين ٥٠ و٧٠٪ وتصل فى أوائل الصيف إلى ٩٠٪ من مقدار الأعشاب كلها .

الطحالب البنية اللون : هالوبتيرس وديكتيوبتيرس ، وقد استخرجت منهما مادة الألجين « غير النق » ، وكانت هذه الأعشاب موجودة بنسبة تتراوح بين ١٠ و ١٥ ٪ لكل الأعشاب المجموعة من الشاطىء .

دورة حياة الطحالب :

ينمو الجيليديام وباقى الأنواع على الصخور ، وينتج جراثيم تتساقط وتنشرها الأمواج فى كل حدب وصوب ، فإذا وجدت هذه الجراثيم مكانا صالحا لنموها نمت عليه من جديد . أما الجراسيلاريا فله دورتان غير متعاقبتين وكل منهما تأخذ دورتها على حدة ، إحداهما هى الانتشار بواسطة الجراثيم ، كما سبق فى الجيليديام ، والثانية تتكسر فيها الأعشاب إلى قطع صغيرة وتتجمع هذه القطع فى الأماكن الضحلة ويقف نموها عندما تصل درجة الحرارة إلى ١٥ مئوية . وفى أبريل تبتدىء حرارة المياه فى الارتفاع وتزدهر هذه القطع الصغيرة وهى ما زالت

تحتفظ بالحياة . وفى يونيه يزداد نموها ويكبر حجمها . وفى يوليو تتكسر من جديد وتجرفها التيارات المائية إلى الشاطىء حيث تجمع فى أغسطس وسبتمبر وأكتوبر من كل سنة .

تجارب استخراج الآجار :

استعملت فى ذلك النوع المعروف باسم بتيروكلاديا كابيلاشيا « الجليديام » وهو موجود بكثرة فى شواطىء الأسكندرية .

ويقول أحد الباحثين إنه استخلص الآجار من البتيروكلاديا بأن غلى عشرة جرامات من الطحالب فى لتر ماء مدة ساعتين فى الاتوكلاف أو ست ساعات بدون ضغط إضافى ، وكانت نسبة العشب إلى الماء ١ — ١٠٠ ولكن بإعادة هذه التجربة لم يمكن الحصول على الآجار . ومن قبيل التشبيه نرى أنه لا يمكن إنتاج شوربة سخية بطبخ عشرة جرامات من اللحم فى لتر من الماء . وبالرجوع إلى كتابات ترسيلار وليمون (١٩٥١) نراهما يصفان الطريقة الأمريكية لاستخلاص الآجار ونسبة الطحالب إلى الماء فيها ١ إلى ١٠ وفى هذه الطريقة يغلى الخليط فى الاتوكلاف أولا لمدة ست ساعات ، وثانياً لمدة تتراوح بين ثمانى ساعات وعشر ساعات ، ثم مرة ثالثة لمدة اثنتى عشرة ساعة . وقد اتبعت هذه الطريقة الأمريكية فى معملى الخاص ببعض التحوير على النحو التالى :

نزن نصف كيلو جرام من هذه الطحالب بعد تجفيفها بتعريضها للشمس والهواء ثم نغسلها بالماء العادى لإزالة الأملاح البحرية والأجسام الغريبة العالقة بها قبل أن تفقد لونها الطبيعى ، ونغير الماء أربع مرات فى اليوم لإزالة المرادا الملونة بطريقة الاوزوموزيس زيادة على تنظيفها ، ثم يصفى الماء منها ، وبعد ذلك يضاف إلى نصف الكيلوجرام من الطحالب مقدار ٤٫٥ لترات من الماء ، ثم نضيف إليه قليلا من حامض الخليك المركز ونمزج الجميع جيداً ونظل نضيف حامض الخليك حتى يصل المعامل الأيونى للهيدروجين فى الخليط إلى ٦ فنغليه فى أتوكلاف يصل الضغط فيه إلى ١٥ رطلا على البوصة المربعة ونتركه يغلى ثمانى ساعات ، ثم نفصل بقايا الأعشاب من محلول الآجار السائل ونضع فى هذا السائل البدائى بعضاً من التراب الدياتومى ونمزجه به جيداً ليساعد على الترشيح ثم نرشحه فينزل سائلا كهرمانى اللون ، ثم نضع السائل المرشح فى صندوق التثليج بالفريجدير الكهربائى

(ودرجة حرارته عشر تحت الصفر) مدة يومين فيتجمد الآجار ويتثلج الماء المخلوط به ، وبعد ذلك نخرجه إلى حرارة الجو العادى فيذوب الماء رويداً رويداً ونصفيه من الآجار شيئاً فشيئاً ، وعندما يتبقى محلول الآجار نضيف إليه محلول ١٪ من كلورور الصودا لتبييضه ثم نزيل الزائد من تحت الكلور بإضافة تحت سلفات الصودا ، وأخيراً نسخن السائل الذى بين أيدينا فى درجة حرارة واطئة حتى تتبخر غالبية الماء ثم نضع ما تبقى لدينا فى وعاء مفلطح ونتركه يجف تحت أشعة الشمس فيتبخر الماء ويبقى الآجار فى الوعاء طبقة لزجة متماسكة . وقد حضرت منه مستنبتات وزرعت عليها أنواعاً مختلفة من الميكروبات نمت وازدهرت بعد وضعها فى المفرخ .

هذا ما أمكننى القيام به فى معمل كيماوى خاص (ليس به إمكانيات صناعية) لأثبت إمكان استخراج الآجار من طحالبنا المحلية ، ولكن هناك آلات خاصة تستعمل فى الصناعة لتسهيل العمل والإسراع فيه والحصول على إنتاج جيد ، وقد أعددت هذه التجارب على الجراسيلاريا كونفير فويديس وحصلت من كل منها على آجار أيضاً .

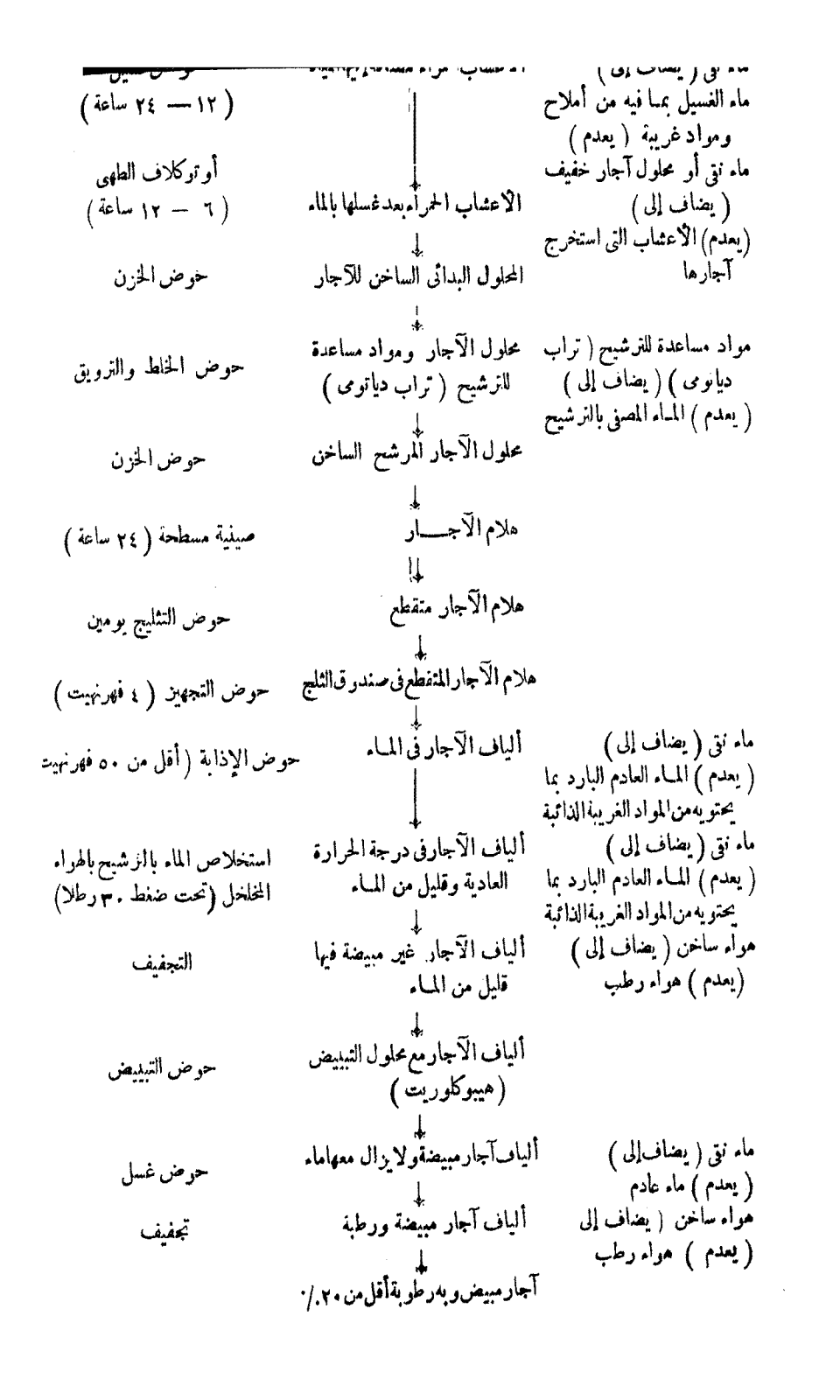
وفى الصناعة يعيدون طهى الأعشاب ثلاث مرات يوميا لاستخراج الآجار منها ، ثم يتخلصون من الأعشاب ويضيفون السائل الناتج من الطبخة الثالثة إلى الطحالب الطازجة التى ستستعمل لأول مرة .

والجدول رقم ١ التالى يوضح الطريقة الأمريكية لصناعة الآجار :

(الجدول رقم ١)

ماخص لشرح طريقة صناعة الآجار الأمريكية

الأعشاب البحرية الحمراء بعد تجفيفها بالشمس قبل أن يتغير لونها


ماء نقى (يضاف إلى)
ماء الغسيل بما فيه من أملاح
ومواد غريبة (يعدم)
ماء نقى أو محلول آجار خفيف
(يضاف إلى)
(يعدم) الأعشاب التى استخرج
آجارها
مواد مساعدة للترشيح (تراب
ديانومى) (يضاف إلى)
(يعدم) الماء المصفى بالترشيح
ماء نقى (يضاف إلى)
(يعدم) الماء العادم البارد بما
يحتويه من المواد الغريبة الذائبة
ماء نقى (يضاف إلى)
(يعدم) الماء العادم البارد بما
يحتويه من المواد الغريبة الذائبة
هواء ساخن (يضاف إلى)
(يعدم) هواء رطب
ماء نقى (يضاف إلى)
(يعدم) ماء عادم
هواء ساخن (يضاف إلى
(يعدم) هواء رطب
(١٢ — ٢٤ ساعة)
أو تركلاف الطهى
(٦ — ١٢ ساعة)
الأعشاب الحمراء بعد غسلها بالماء
المحلول البدائى الساخن للآجار
خوض الخزن
محلول الآجار ومواد مساعدة
للترشيح (تراب دياتومى)
خوض الخلط والترويق
محلول الآجار المرشح الساخن
خوض الخزن
هلام الآجار
صينية مسطحة (٢٤ ساعة)
هلام الآجار متقطع
خوض التثليج يومين
هلام الآجار المتقطع فى صندوق الثلج
خوض التجهيز (٤ فهرنهيت)
ألياف الآجار فى الماء
خوض الإذابة (أقل من ٥٠ فهرنهيت
ألياف الآجار فى درجة الحرارة
العادية وقليل من الماء
استخلاص الماء بالترشيح بالهواء
المخلخل (تحت ضغط ٣٠ رطلا)
ألياف الآجار غير مبيضة فيها
قليل من الماء
التجفيف
ألياف الآجار مع محلول التبييض
(هيبوكلوريت)
خوض التبييض
ألياف آجار مبيضة ولا يزال معها ماء
خوض غسل
ألياف آجار مبيضة ورطبة
تجفيف
آجار مبيض وبه رطوبة أقل من ٢٠٪

ومنه نرى أنها صناعة ليست من السهولة بالقدر الكبير الذى يتخيله البعض فإنه بينما يصل استخلاص الآجار من ٢٥ — ٤٥ ٪ من وزن الطحالب الجافة فى المعامل التجريبية ، يصل فى المصانع بين ١٠و٢٠ ٪ منها فقط ، لأن الحذر والتدقيق ليسا متوافرين فى المصانع . هذا إلى أن مهارة استخلاص الآجار تختلف بين مصنع وآخر . ومن الملاحظ أن نسبة الآجار فى النباتات البحرية تكون مرتفعة فى الأعشاب المقطوفة فى الربيع ، وتقل كلما ارتفعت حرارة الصيف عليها وهى فى منابتها . ومن المهم جدا أن نستعمل الأعشاب المجموعة من الشاطىء والمخزونة بعد تجفيفها بالشمس والهواء قبل أن تفقد لونها الطبيعى ، إذ لا يمكن استخراج آجار منها بعد ذلك .

ومن المهم أيضا أن ندقق فى مستوى التفاعل الايونى الهيدروجينى للسائل الذى نستخلص فيه الآجار من الأعشاب ليكون ٦ بالضبط ، لأنه إذا زادت حمضيته قلت قوة التماسك الغروية لسطح الآجار الناتج ، مع أن استخلاصه يكون سريعا وتاما . كما يلاحظ أيضا اختلاف قوة التماسك الغروى بين مستحضرات عشب وآخر .

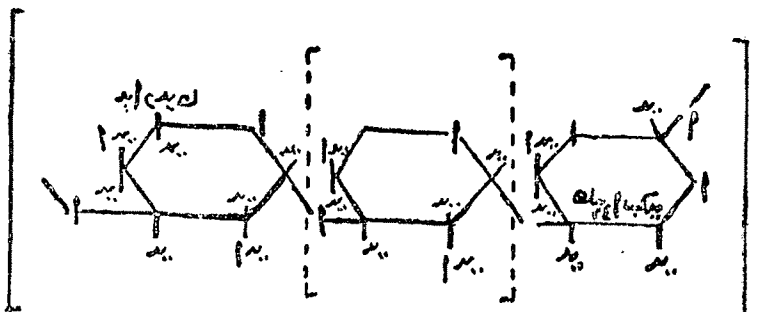
بعض خواص الآجار الطبيعية والكيماوية :

يستخرج الآجار من الجليديام ، وهو مركب غروى نشوى مختزن فى غلاف خلايا هذا النبات ، وعند غليه تذوب هذه المركبات الكيماوية النشوية وتظهر كسائل غروى وتنقلب هلاما عند تبريدها . ويستعمله الشرقيون منذ مئات السنين فى تحضير الفالوذج وأمثاله من المأكولات . ويرجع الفضل فى تنقية الآجار وتجفيفه منذ ٣٠٠ سنة مضت إلى ملاحظة أحد أصحاب المطاعم فى اليابان وكان قد استغنى عن كمية من سائل الآجار وتركها جانبا ، ولكنه لاحظ فى الصباح التالى أنها تجمدت من برودة الطقس ، فلما سخنها سالت وفقدت أكثر مائها ، وبتركها تبرد ثانيا تجمدت ولم يكن بها ماء ، ثم لاحظ بعد ذلك أنها تتجمد وتجف تحت أشعة الشمس . وعلى هذا الأساس ابتدأت صناعة الآجار

فى اليابان حوالى سنة ١٧٦٩ وأمكن تصدير الآجار الجاف . وفى سنة ١٩٠٣ كان فى اليابان ٥٠٠ مصنع للآجار ، وكان متوسط إنتاج الواحد منها ٤٠٠٠ رطل فى السنة .

تركيبه الكيماوى :

الآجار مركب من أملاح الجالاكان الكحولية لحامض الكبريتيك ، وتمثل المعادلة التالية تركيبه الكيماوى :



معادلة تركيب الاجار

تفاعلات الآجار الكيماوية :

١ — يمكن ترسيبه بإضافة كبريتات الصودا أو المغنسيوم إليه .

٢ — بإضافة محلول الثيونين إلى الآجار ينتج لون بنفسجى ولكن الجلاتين يعطى لونا أزرق غامقا .

٣ — الآجار لا يختزل محلول الفلهنج ، ولكن بتفاعل الآجار مع ١ ٪ من محلول كبريتيك ينتج الجالاكتوز ، وهذا يختزل محلول الفهلنج . والجلاتين لا يعطى هذا التفاعل .

٤ — بتسخين الآجار مع جير الصودا لا تنتج النشادر ، ولكنها تنتج بتسخين الجلاتين مع جير الصودا .

٥ — تترسب محلولات الآجار الحمضية مع أملاح الباريوم .

٦ — يتجمد محلوله فى الماء عند ما تصل نسبته إلى ١ ٪ .

٧ — يترسب محلوله بإضافة خلات الرصاص أو الكحول أو معامل ميلون أو حامض الخليك أو محلول التانين إليه .

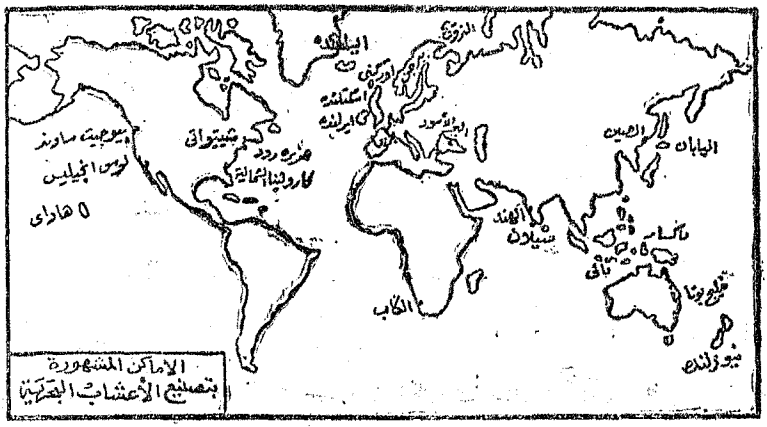
مراتب الآجار :

يوجد فى اليابان أكثر من ٥٠٠ مصنع صغير تصنع الآجار بطرق أولية وتصدره ، فحرصا على سمعة الآجار اليابانى التاريخية وضعت حكومة اليابان مواصفات له وقسمته إلى ثلاث مراتب حسب جودته . ولفحص الآجار يحضر محلول منه بنسبة ١٫٥ ٪ ويترك لينجمد فى درجة الحرارة العادية . فالرتبة الأولى منه (وهى أحسنها) يقاوم سطحها ٢٠٠ جم على السنتيمتر المربع الواحد دون أن يتمزق ، والرتبة الثانية تقاوم ٢٠٠ جم ، والثالثة تقاوم ١٠٠ جم فقط دون أن يتكسر سطحها . وهذا لنعرف إذا كان الآجار يصلح فى عمل المستنبتات البكتريولوجية أو لا يمكن لسطحه أن يقاوم ضغط إبرة التزريع البكتريولوجية فى المعمل

وأما فى أمريكا فطريقة الصناعة ميكانيكية وموحدة ، ولذلك اكتفت الحكومة هناك بأن تقاوم قوة التماسك الغروى لسطحه ٥٠ جم على السنتيمتر المربع الواحد فى محلول متجمد فيه ١ ٪ فقط من الآجار .

وثبت أن الآجار الذى حضرناه كان من النوع الجيد ، لأننا حضرنا منه مستنبتات بكتريولوجية كانت رائقة وشفافة ، وبعد تجهيزها زرعنا عليها ميكروبات مختلفة فنمت الميكروبات بنجاح بعد وضع المستنبتات فى المفرخ ٢٤ ساعة :

مواطن تصنيع الآجار : (انظر الخريطة التالية) :



لقد كانت اليابان هى البلد الوحيد فى العالم الذى يلم بسر صناعة الآجار واستخراجه . وعندما حوصرت بلدان أوربا الوسطى أثناء الحرب العالمية الأولى وعضتها أنياب الحاجة إلى الآجار لضرورة استعماله فى المعامل البكتريولوجية ، حاولت استعمال كيماويات أخرى بدله من المزارع البكتريولوجية ولكنها لم تنجح ، واستمرت هذه المحاولة فى الفترة التى بين الحربين العالميتين دون جدوى ، ولما حلت الحرب العالمية الثانية وانقطعت التجارة بين اليابان وأمريكا ، وقل ما كان مخزونا فى المعامل الصحية الأمريكية من الآجار وخشى القوم من أزمة الآجار ، وهو ضرورى لتشخيص الأمراض الوبائية فى الجيوش وفى البلاد ، وفى تحضير الفاكسينات الواقية لها من الأمراض الفتاكة ، فكروا فى استخراج الآجار من طحالبهم كما يفعل اليابانيون . ولكنهم اصطدموا باختلاف درجات الحرارة بين البلدين . وبرودة الجو فى اليابان من أهم العوامل فى صناعة الآجار ، ولكنهم تغلبوا على ذلك باستخدام الآلات الميكانيكية فى تبريد الحرارة وتكييفها حسب طلب العمل ، وفى الترشيح السريع بالضغط العالى ، وبذلك تمكنت الولايات المتحدة من أن تصنع ٩٠٠ طن سنويا من الآجار .

وكان إنتاج اليابان فى سنة ١٩٤٠ مقداره ٣٢٢٢ طنا ونزل إلى ١٧٣٩ طنا فى سنة ١٩٤٥ لعدم تصديره، بسبب الحرب نظراً لإنتاجه فى الولايات المتحدة الأمريكية وكانت أكبر مستورد له من اليابان .

وكانت فى الصين ثلاثة مصانع للآجار حتى سنة ١٩٣٧ عند الغزو اليابانى ، وكان إنتاجها ٧٥٠٠٠ رطل من الآجار فى السنة ، وانقطعت أخبارها منذ هذا الغزو . وتنتج روسيا ١٢١٠٠٠ رطل منه سنويا .

وبرهنت المعامل الحكومية فى نيوزلندا على إمكان تحضير الآجار من الأعشاب البحرية المحلية هناك ، وشيدت لذلك المصانع اللازمة ، وهى تنتج منه ٢٥ طنا سنويا منذ سنة ١٩٤٢ . واستخرجت الهند الآجار من أعشابها البحرية فى سنة ١٩٢٩ .

ومنذ سنة ١٩٤٥ تستخرج استراليا طنين من الآجار كل شهر ، وتستعملهما فى صناعة اللحم المحفوظ والملبسات والحلويات والمشهيات والمواد الكيماوية والطبية وعجائن الخضار والماء الغازية ، وكذلك تحضر أفريقيا الجنوبية مثل هذه الكمية سنويا منذ الحرب العالمية الثانية حتى سنة ١٩٤٩ ، وكان هناك مشروع لمضاعفة هذه الكمية فى سنة ١٩٥٠ .

وقد بدأت المكسيك وجزر الهند الشرقية الهولاندية وجزر الارخبيل فى صناعة الآجار منذ سنة ١٩٤٥ ، ثم أنتجت إيطاليا الآجار من طحالب شواطىء فينيسيا وتبعتها فرنسا وأسبانيا فاستثمرت طحالب خليج بسكاى . أما نحن فمع الأسف الشديد لم نقم بإنشاء هذه الصناعة حتى الآن .

تجارب استخراج الألجين (حامض الالجنيك) :

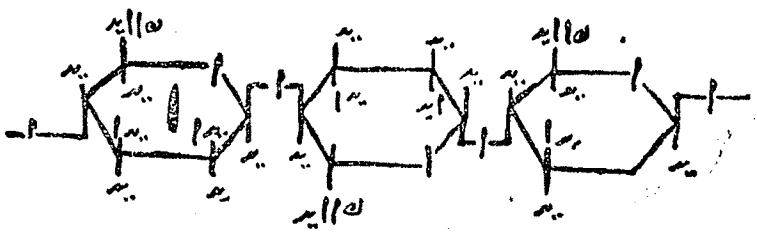
يمكن استخراجه من أنواع كثيرة من الأعشاب خصوصاً بنية اللون وقد استعملنا فى ذلك النوع المعروف باسم هالوبتيرس سكوباريا بالإضافة إلى ما سبق أن استعملناه من الأعشاب الحمراء بعد استخراج الآجار منها .

فقد وزنا منه نصف كيلو جرام بعد تجفيفه فى الشمس ثم غسلناه جيداً بالماء من الأقذار والأصداف والكيماويات العالقة به ثم نقعناه مع $\frac{1}{10}$ وزنه من كربونات الصودا مدة ٢٤ ساعة ثم صفينا الماء منه ، وبإضافة حامض الكبريتيك أو الهيدروكلوريك إلى الهلام المصفى يترسب حامض الالجنيك فيرشح ثم يغسل ويترك ليجف .

ويصل الألجين الناتج إلى ٦٠ ٪ من وزن الطحالب الجافة . وفى الجدول التالى بعد ملخص طريقة جرين لصناعة الألجين .

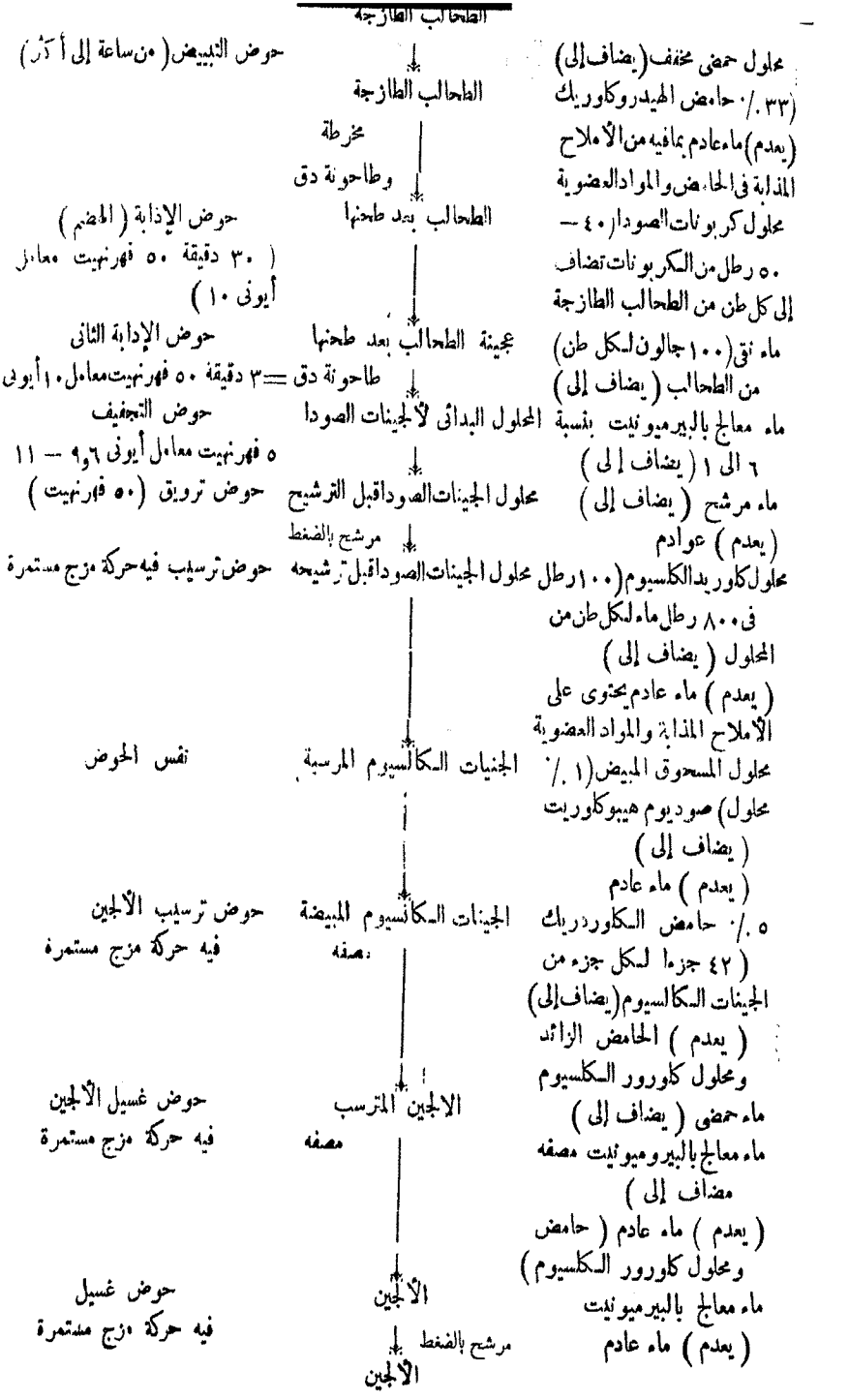
خواص الألجين الكيماوية والطبيعية :

يحتوى على ٤٢ ٪ من الكربون و٥ر٤ ٪ من الهيدروجين و ٥٣,٤ ٪ من الأكسوجين وتركيبه الكيماوى هوك ٧٦ يد ٧٦ أ ٢٢ (ن يد ٢) ٢ كما وصفه استانفورد فى سنة ١٨٨٢ ولكن لوحظ أن هذا التركيب يشمل تلوثا كيماويا ، وأن الالجينيك هو المانيورونيك اللامائى وتكوينه الكيماوى كالآتى :



معادلة تركيب حامض الالجينيك

وفيما يلى ملخص لشرح طريقة جرين لصناعة الألجين :


الطحالب الطازجة
محلول حمضى مخفف (يضاف إلى) (٣٣ ٪ حامض الهيدروكلوريك (يعدم) ماء عادم بما فيه من الأملاح المذابة فى الحامض والمواد العضوية
حوض التبييض (من ساعة إلى أكثر)
الطحالب الطازجة
مخرطة وطاحونة دق
الطحالب بعد طحنها
محلول كربونات الصودا (٤٠ — ٥٠ رطل من الكربونات تضاف إلى كل طن من الطحالب الطازجة
حوض الإذابة (الهضم) (٣٠ دقيقة ٥٠ فهرنهيت معامل أيونى ١٠)
ماء نقى (١٠٠ جالون لكل طن) من الطحالب (يضاف إلى)
عجينة الطحالب بعد طحنها
طاحونة دق
حوض الإذابة الثانى ٣٠ دقيقة ٥٠ فهرنهيت معامل ١٠ أيونى
ماء معالج بالبيرميونيت بنسبة ٦ الى ١ (يضاف إلى)
المحلول البدائى لألجينات الصودا
حوض التجفيف ٥ فهرنهيت معامل أيونى ٦ و ٩ — ١١
ماء مرشح (يضاف إلى) (يعدم) عوادم
محلول الجينات الصوداقبل الترشيح
حوض ترويق (٥٠ فهرنهيت)
مرشح بالضغط
محلول كلوريد الكلسيوم (١٠٠ رطل محلول الجينات الصوداقبل ترشيحه فى ٨٠٠ رطل ماء لكل طن من المحلول (يضاف إلى) (يعدم) ماء عادم يحتوى على الأملاح المذابة والمواد العضوية
حوض ترسيب فيه حركة مزج مستمرة
الجينات الكالسيوم المرسبة
نفس الحوض
محلول المسحوق المبيض (١ ٪ محلول) صوديوم هيبوكلوريت (يضاف إلى) (يعدم) ماء عادم
الجينات الكالسيوم المبيضة مصفه
حوض ترسيب الألجين فيه حركة مزج مستمرة
٥ ٪ حامض الكلوردريك (٤٢ جزءا لكل جزء من الجينات الكالسيوم (يضاف إلى) (يعدم) الحامض الزائد ومحلول كلورور الكلسيوم
الالجين المترسب مصفه
حوض غسيل الألجين فيه حركة مزج مستمرة
ماء حمضى (يضاف إلى) ماء معالج بالبيرميونيت مصفه مضاف إلى) (يعدم) ماء عادم (حامض ومحلول كلورور الكلسيوم)
الألجين
حوض غسيل فيه حركة مزج مستمرة
ماء معالج بالبيرميونيت (يعدم) ماء عادم
مرشح بالضغط
الألجين

تفاعل حامض الألجينيك :

١ — قليل الذوبان فى الماء فى درجة الغليان وأقل فى الماء البارد .
٢ — لايذوب فى الكحول أو الأثير أو الجليسرول .
٣ — يختلف عن الآجار فى نشاطه الكيماوى ، فهو سهل الذوبان فى المحاليل القلوية عندما يكون متميعا ، وعندما يجف يكون صلبا كالعظم ويقاوم الذوبان .
٤ — يتجمد بإضافة أملاح الكلسيوم إليه كسترات الكلسيوم .
٥ — إذا أضفنا إلى محلول الجينات الصودا مقدارا من حامض معدنى قوى ينتج حامض الالجينيك الحر .
٦ — يترسب بإضافة الماء كمادة جيلاتينية بيضاء ، وكذلك إذا أضفنا إليه كحولا اثيليا أو ميثيليا أو أسيتون .
٧ — محلول الجينات الصودا والبوتاسا يذوب فى الماء ولا يتجمد بالحرارة ولا يتماسك بالبرودة ولا يترسب بمحلول التانين ، وهكذا تمكن التفرقة بينه وبين الجيلاتين والآجار .
٨ — حامض الالجينيك يتفاعل مع كربونات الصودا وينتج ثانى أكسيد الكربون ويمكن تقديره بتفاعله مع محلول قلوى قوته معروفة مع استعمال محلول الفينول فثالين كدليل .
٩ — حامض الألجينيك يختزل محلول الفهلنج .

مستخرجات أخرى من الطحالب :

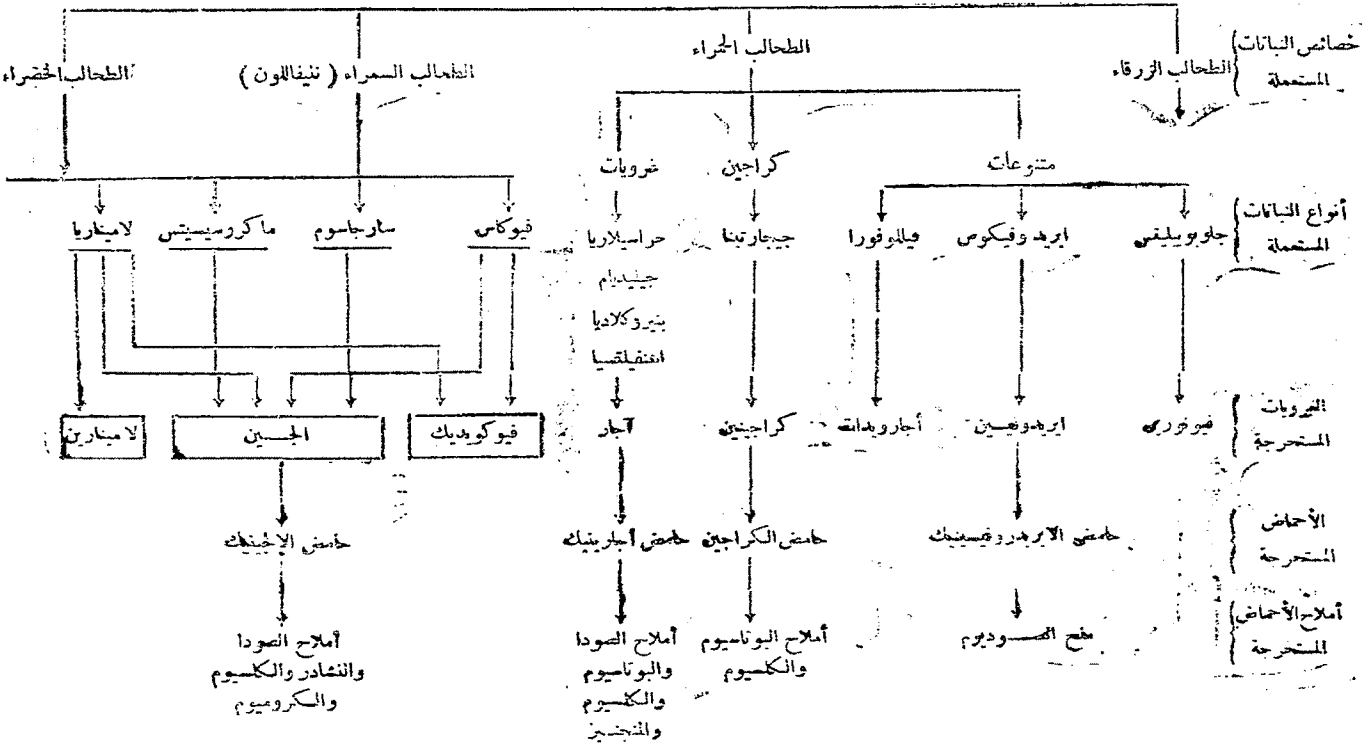
لقد أمكن استخراج عقار مضاد لتجلط الدم مثل الهيبارين من الطحالب البحرية ويستعمل فى علاج انسداد الشريان التاجى والذبحة الصدرية ، ويمكن وقف تأثير هذا الدواء فى الحال بإعطاء حقنة ثيونين .

هذا إلى أنه يمكن استخراج كيماويات أخرى كثيرة مختلفة من الطحالب البحرية نذكر بعضها فى الجدول رقم ٣ التالى .

ويجب ألا نعتبر السيليوز المتبقى من الطحالب بعد استخراج الكيماويات منها من العوادم ، لأنه تمكن صناعة ورق فاخر منه كما يمكن صنع بويات جيدة من النيتروسيليولوز .

الجدول رقم (٣)

بعض المستخرجات الكيماوية من الطحالب البحرية



للنشر بقية هذا المقال فى العدد القادم