เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง

การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล

ดำเนินการโดย

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 10110 โทร. 2584002-8

ร่วมกับ

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ภายใต้โครงการ

AGRICULTURE TECHNOLOGY TRANSFER

(ATT)

#

161334

คำปราศรัยของ

รองอธิบดีกรมประมง (ดร. ปลอดประสพ สุรัสวดี)

เนื่องในพิธีเปิดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปสำหร่ายทะเล ครั้งที่ 1

ท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ แขกผู้มีเกียรติและผู้เข้ารับการฝึกอบรมทุกท่าน

ข้าพเจ้ารู้สึกเป็นเกียรติและมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้มาเป็นประธานในพิธีเปิดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปสำหร่ายทะเลในวันนี้

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าสำหร่ายทะเลนั้น มีความสำคัญและมีประโยชน์มาก นอกจากจะสามารถนำมาบริโภคได้โดยตรงแล้ว สารบางชนิดที่สกัดได้จากสำหร่ายก็ยังใช้เป็นวัตถุดิบที่มีความจำเป็นในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายว่าประเทศไทยยังไม่มีการเลี้ยงและแปรรูปสำหร่ายทะเลในระดับอุตสาหกรรม ทั้ง ๆ ที่ประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงและยังมีบริเวณชายฝั่งทะเลยาวมากกว่า 2,600 กิโลเมตร มีพันธุ์สำหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เรายังต้องสั่งซื้อสำหร่ายทะเลจากต่างประเทศคิดเป็นเงินปีละหลายสิบล้านบาท เช่น ในปี 2526 ประเทศไทยสั่งเข้าสำหร่ายทะเลแปรรูปคิดเป็นมูลค่า 84 ล้านบาท ในขณะที่ส่งออกสำหร่ายทะเลสดและตากแห้งคิดเป็นมูลค่า 8 ล้านบาทเท่านั้น ซึ่งการขาดดุลย์การค้ากับต่างประเทศนี้คงจะต้องมีเพิ่มไปเรื่อย ๆ ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ

กรมประมงตระหนักดีถึงภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบ และความจำเป็นในการที่จะต้องดำเนินการการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ให้ลุล่วงไป อันจะเป็นผลให้ราษฎรมีอาชีพเพิ่มขึ้น ยกระดับรายได้ฐานะความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น ช่วยแก้ปัญหาการขาดดุลย์การค้า รวมทั้งเป็นการรู้จักใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์

ข้าพเจ้ารู้สึกยินดีที่ได้มีโอกาสร่วมดำเนินการโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสำหร่ายทะเลกับทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นสถาบันที่มีชื่อเสียงมากของประเทศไทย และขณะนี้ทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งรับผิดชอบด้านการแปรรูป สำหร่ายทะเล ได้ประสพผลสำเร็จในการสกัดวุ้นจากสำหร่ายทะเลแล้ว และเป็นวุ้นที่มีคุณภาพดี จนสามารถนำเทคโนโลยีมาถ่ายทอดให้แก่เอกชน จึงเป็นที่หวังว่าในอนาคตอันใกล้นี้ประเทศไทยจะสามารถเลี้ยงและแปรรูปสำหร่ายทะเลได้เพียงพอต่อความต้องการในประเทศและสามารถเป็นสินค้าส่งออก เพื่อทำรายได้เข้าประเทศต่อไป

ขณะนี้ได้เวลาอันสมควรแล้ว ข้าพเจ้าขอเปิดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปสำหร่ายทะเล ครั้งที่ 1 ณ บัดนี้ และขออวยพรให้การจัดฝึกอบรมในครั้งนี้ จงบรรลุวัตถุประสงค์ทุกประการ

คำกล่าวต้อนรับ

โดย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ (รศ. ดร.สุมณฑา พรหมบุญ)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ท่านรองอธิบดีกรมประมง ท่านผู้จัดการโครงการ ฯ และท่านผู้เข้ารับการอบรม

คณะวิทยาศาสตร์มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสต้อนรับท่านในวันนี้ และใคร่ขอขอบพระคุณกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้เห็นความสำคัญของการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสัตว์น้ำทะเล จึงทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงมาได้จนถึงขั้นที่สามารถให้บริการเป็นวิทยาทานแก่ท่านทั้งหลายในวันนี้ คณะวิทยาศาสตร์รู้สึกเป็นเกียรติที่ท่านได้มอบให้นักวิจัยของเรารับผิดชอบงานขั้นนี้ ซึ่งนับว่าจะเป็นจุดเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การวิจัยทางสัตว์น้ำทะเลให้กว้างขวาง และลึกซึ้งต่อไป จากจุดนี้เราได้พบปัญหาที่น่าสนใจมากมาย ที่สมควรนำมาวิเคราะห์วิจัยกันเพื่อให้เกิดผลทางเศรษฐกิจต่อไป และใคร่ขอย้ำว่าการวิจัยเท่านั้นที่จะช่วยให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างแท้จริง การรับเทคโนโลยีสำเร็จรูปจากต่างประเทศเป็นสิ่งที่พึงกระทำ แต่การวิจัยให้เข้าใจรายละเอียดของเทคโนโลยีเหล่านั้น จึงจะเป็นหนทางที่ทำให้เราพัฒนาเทคโนโลยีอย่างอิสระได้ในระยะยาว

นอกจากนี้ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานดังเช่นโครงการนี้ เป็นลักษณะของความร่วมมือที่เราจะต้องช่วยกันสนับสนุนให้มีมากขึ้น เพราะการทำงานเป็นไปในลักษณะที่แบ่งแยกหน้าที่กันโดยให้แต่ละหน่วยงานมีความสามารถและความชำนาญเฉพาะอย่าง ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานของงานที่ซับซ้อน จึงใคร่ขอขอบพระคุณท่านรองอธิบดีกรมประมงอีกครั้งหนึ่ง

คณะผู้ดำเนินการจัดการอบรมครั้งนี้ได้ดำเนินงานกันมาด้วยความแข็งขัน แม้ว่าจะมีภาระงานล้นปริมาณมากอยู่แล้วก็ตาม คณะ ฯ จึงใคร่ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และขอให้กำลังใจว่างานของท่านเป็นงานที่จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการลดการนำเข้าและการเพิ่มรายได้ให้แก่ประเทศในระยะต่อไป อีกทั้งจะเป็นการสร้างงานใหม่ให้แก่คนไทยอีกด้วย

ขอต้อนรับทุกท่าน หากมีความบกพร่องในการดำเนินการอบรมครั้งนี้ คณะ ฯ ต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย และขอได้โปรดแจ้งให้ทราบเพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

คำปราศรัย

ของผู้จัดการโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเล (ดร.อนันต์ สาระยา)
เนื่องในพิธีเปิดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปสาหร่ายทะเล ครั้งที่ 1
ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถนนสุขุมวิท
วันที่ 10 กันยายน 2529

ท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ท่านคณาจารย์แขกผู้มีเกียรติและผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เคารพ

ก่อนที่จะเริ่มการฝึกอบรมการสกัดวุ้นจากสาหร่ายผมนาง กระผมขอเรียนให้ทราบถึงความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์รวมทั้งงบประมาณ ให้ทราบพอสังเขปดังนี้นะครับ

โครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเลนี้เป็นโครงการร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมประมง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมให้คนไทยได้รู้จักวิธีการเลี้ยงสาหร่ายและการสกัดวุ้น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถผลิตสาหร่ายและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากสาหร่ายให้ได้เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศและสามารถส่งเป็นสินค้าออกต่อไปในอนาคต โครงการดังกล่าวนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 10,121,895 บาท แบ่งเป็นเงินกู้จาก **USAID** 5,922,045 บาท เงินช่วยเหลือแบบให้เปล่า 1,039,500 บาท และเงินสมทบจากรัฐบาลไทยอีก 3,160,350 บาท โดยมี ฮาวายเอียนอโกรโนมิค เป็นบริษัทที่ปรึกษา

การเลี้ยงสาหร่ายผมนางนั้นได้ดำเนินการทั้งที่บริเวณชายฝั่งตะวันออกและทางภาคใต้ ทางชายฝั่งตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด ทางภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสงขลาและปัตตานี โดยกำหนดไว้ว่าจะจัดฝึกอบรมได้ในปีหน้า ส่วนการแปรรูปสาหร่ายทะเลนั้นดำเนินการที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โดยได้นำสาหร่ายผมนางมาจากทั้งภาคตะวันออกและจากจังหวัดสงขลามาสกัดวุ้น ซึ่งขณะนี้สามารถสกัดวุ้นที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการได้แล้ว การฝึกอบรมการสกัดวุ้นนี้จะมีขึ้น 3 ครั้ง ในปี 2529 1 ครั้ง และปี 2530 อีก 2 ครั้ง ส่วนการฝึกอบรมการเลี้ยงสาหร่ายผมนางจะจัด 2 ครั้ง ในปี 2530

ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปสาหร่ายทะเลในครั้งนี้จะมีส่วนช่วยให้ท่านทั้งหลายได้ความรู้และนำเทคนิคต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อท่านเองและประเทศชาติสืบต่อไป

คำนำ

การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล เป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งในโครงการเพาะเลี้ยง และแปรรูปสาหร่าย ซึ่งประกอบด้วยความร่วมมือระหว่างกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ผู้ร่วมประชุมได้รับความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการปฏิบัติการสกัดวุ้นจากสาหร่ายให้วุ้นที่มีในประเทศไทย ตลอดจนโครงสร้างของสารที่ประกอบเป็นวุ้น แนวทางและวิธีการวิเคราะห์ที่ควรคำนึงถึงในการที่จะนำวุ้นไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการชักนำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตวุ้นขึ้นได้ภายในประเทศ ซึ่งเป็นการลดการนำเข้าทางหนึ่ง และเพื่อการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป เอกสารประกอบการประชุมนี้ได้รวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่จากการทดลองวิจัยและพัฒนาเทคนิค วิธีการเพื่อให้เหมาะสมสำหรับใช้กับสาหร่ายที่เป็นวัตถุดิบภายในประเทศ ฉะนั้น อาจมีความแตกต่างไปจากวิธีที่ใช้กันทั่วไปในต่างประเทศอยู่บ้าง เนื้อหาและวิชาการในเอกสารนี้ คณะผู้วิจัยคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ นักอุตสาหกรรม ตลอดจนนักวิจัยในหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ที่มีความตั้งใจและมุ่งหวังที่จะพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในด้านอุตสาหกรรมภายในประเทศ

คณะกรรมการจัดการประชุมใคร่ขอขอบคุณ วิทยากร ผู้อำนวยการปฏิบัติการ ตลอดจนอาจารย์ นิสิตนักศึกษา และบุคคลากรทุกท่าน ที่ได้ร่วมมืออุทิศเวลา และความคิดช่วยให้การประชุมปฏิบัติการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวลี จันทร์กระจ่าง
ประธานกรรมการจัดการประชุม
ประธานกรรมการฝ่ายแปรรูปสาหร่าย
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประกาศขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยงานและสถาบันทั้งรัฐและเอกชนที่ได้ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษาแก่คณะผู้วิจัยในโครงการแปรรูปสำหร่าย

1. นาง ศศิธร วสุวัต ผู้อำนวยการ สถาบันวิจัยเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และคณะสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2. รศ. สมร มุตตามระ แผนกวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)

3. ดร.นพดล เจียมสวัสดิ์ และคณะภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

4. นาย นภดล ไกรพานนท์ บริษัท บางกอก ฟลาวเวอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด

5. นาย พรชัย จุฑามาศ โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

6. ผศ. ดร.ธนิต ผิวนิ่ม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

7. ดร.โกมล ศิวะบวร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหิดล

8. ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

9. นางสาว เกษร เสนีวงศ์ ณ อยุธยา กองโลหะกรรม กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

สารบัญ

	หน้า
คำปราศรัยรองอธิบดีกรมประมง	I
คำกล่าวต้อนรับ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	II
คำปราศรัยของผู้จัดการโครงการ	III
คำนำ	IV
ประกาศขอบคุณ	V
กำหนดการ	1
คณะผู้วิจัย	2
โครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของวุ้น	3
ขบวนการสกัดวุ้นจากสาหร่ายในประเทศไทย	9
การปรับปรุงคุณภาพวุ้นเพื่อใช้ในการวิจัย	28
การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะบางชนิดในวุ้นที่สกัดจากสาหร่าย	32
การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน	36

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยและพัฒนาในโครงการแปรรูปสาหร่าย	39
รายงานผลการใช้วุ้นจากหน่วยงานอื่น	52
รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม	53

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล"

วันที่ 10-12 กันยายน 2529

วันพุธที่ 10 กันยายน

08.30-09.00 น.	ลงทะเบียน รับเอกสารและบัตรชื่อ หน้าห้อง 10-204 ก.
09.00-09.15 น.	ดร.ปลอดประสพ สุรัสวดี รองอธิบดีกรมประมง เปิดการประชุม
09.15-09.30 น.	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ กล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมประชุม
09.30-09.45 น.	พัก - เครื่องดื่ม
09.45-10.15 น.	ผู้จัดการโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่าย (ดร.อนันต์ สาระยา) บรรยายการดำเนินงานของโครงการ ฯ
10.15-11.00 น.	บรรยายและสาธิตวิธีการผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล *Gracilaria spp* (ผศ. สุวลี จันทร์กระจ่าง)
11.00-16.30 น.	ปฏิบัติการการสกัดวุ้นจากตัวอย่างสาหร่ายทะเลในห้องปฏิบัติการ ห้อง 625 (ดร.อุดมชัย จินะดิษฐ์ และคณะ ฯ)

วันพฤหัสบดีที่ 11 กันยายน

08.30-12.00 น.	บรรยายและสาธิตการทำ *elertrophoresis* ของ *agarose* จากวุ้นที่ได้ปรับคุณภาพแล้ว และการศึกษาด้าน *Infrared Spectroscopy* ของวุ้น (ดร.ธารารัตน์ คุ้มคิริ และคณะ ฯ ห้อง 10-204 ก. และ 625)
13.00-16.30 น.	*Thawing, cleaning and drying* ของวุ้นที่สกัดออกมาได้ และเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับวัดความแข็งของวุ้น *(Gel strength)* (ดร.อุดมชัย และคณะ ฯ, ห้อง 625)

วันศุกร์ที่ 12 กันยายน

08.30-10.00 น.	ทดลองวัดค่า *Gel strength* ของวุ้นที่สกัดได้ (ดร.อุดมชัย และคณะ ฯ ห้อง 625)
10.00-10.15 น.	พัก - เครื่องดื่ม
10.15-12.00 น.	บรรยาย 1. ทฤษฎีโครงสร้างของวุ้นและ *related compounds* (ผศ. สุวลี ฯ ห้อง 10-204 ก.)
	บรรยาย 2. เทคนิคและวิธีการผลิตวุ้นในเชิงอุตสาหกรรม (ดร.อุดมชัย ฯ)
13.00-14.30 น.	บรรยาย 3. แนวทางการวิเคราะห์โลหะและอิออนในวุ้น (ผศ. สุรีย์ ฯ อ.ยุวา ฯ และ อ.พรพิมล ฯ)
	บรรยาย 4. การปรับปรุงคุณภาพและการใช้วุ้นในการวิจัย (ดร.ธารารัตน์ ฯ)
14.30-14.45 น.	พัก - เครื่องดื่ม
14.45-15.45 น.	อภิปรายกลุ่มของผู้เข้ารับการอบรม เรื่อง "แนวทางการชักนำให้เกิดการผลิตวุ้นในเชิงอุตสาหกรรมภายในประเทศ"
15.45-16.00 น.	สรุปและปิดการอบรม โดย ผู้จัดการโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่าย (ดร.อนันต์ สาระยา)

คณะผู้วิจัยด้านการแปรรูปสำหร่ายและจัดการประชุม

Dr. A.G. Santos	ผู้เชี่ยวชาญในโครงการแปรรูปสำหร่าย

คณะอาจารย์และบุคคลากรผู้ดำเนินการวิจัย

1.	นาง สุวลี จันทรักระจ่าง	ประธานโครงการวิจัยด้านการแปรรูปสำหร่าย
2.	นาย อุดมชัย จินะดิษฐ์	ภาควิชาเคมี
3.	นาง ธารารัตน์ คุ้มคิริ	ภาควิชาเคมี
4.	นาง วนิดา ตราชู	ภาควิชาเคมี
5.	นาง พรพิมล ม่วงไทย	ภาควิชาเคมี
6.	นาง ยุวา แตงเที่ยง	ภาควิชาเคมี
7.	นางสาว พงษ์จันทร์ จันทยศ	ภาควิชาเคมี
8.	นางสาว สุรีย์ แยวงโสภา	ภาควิชาฟิสิกส์
9.	นางสาว รสิต จาละ	กรมประมง

คณะนิสิตผู้ร่วมดำเนินการวิจัย

รุ่นที่ 1 ดำเนินงานตั้งแต่ ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529

1.	นาย ธนู อุดมพันธ์	นิสิตปริญญาโท (2528-ปัจจุบัน)
2.	นาย สิทธิพงษ์ กาญจนาจินดามณี	นิสิตปริญญาตรี วิชาเอกเคมี
3.	นางสาว ดวงพร พฤทธิบุญญกุล	"
4.	นางสาว สิริพร หิรัญอุทก	"
5.	นางสาว วันวิสา สุคนธ์ประดิษฐ์	"
6.	นางสาว วันดี ลือสายวงค์	"

รุ่นที่ 2 ดำเนินงานตั้งแต่ มีนาคม 2529 - ปัจจุบัน

1.	นางสาว ปวีณา วรรักษ์เลิศ	นิสิตปริญญาโท สาขาเคมี
2.	นาย นิยม ชลิตะนาวิน	"
3.	นาย สุชาติ ว่องไว	"
4.	นาย สมนึก รุ่งเรืองรัช	นิสิตปริญญาตรี วิชาเอกเคมี
5.	นาย สมบัติ เนตรสุวรรณ	"
6.	นาย มานะ ลิขิลศรีกาญจนา	"
7.	นาย สมหมาย โชติกะนาวิน	"
8.	นางสาว กรองทอง ชลไมตรี	"
9.	นางสาว มลิณี คิริวิริยะสมบูรณ์	"
10.	นางสาว ชวนพิศ คงทวีเลิศ	"
11.	นางสาว ปริยาภรณ์ จันทร์พเนาว์	"

เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล"
ณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร
วันที่ 10-12 กันยายน 2529

โครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของวุ้น
(Structure and chemical compositions of agar)

สุวลี จันทร์กระจ่าง
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร

วุ้น *(agar)* เป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง *(Rhodophyceae)* บางชนิด กลุ่มสาหร่ายให้วุ้นมักเรียกรวมกันว่า *Agarophytes* ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามความสามารถและลักษณะในการเกิดเจล *(gel formation)* อาจแบ่งได้เป็นกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 พวก *Gelidium type* สาหร่ายพวกนี้ให้วุ้นที่เกิดเจลที่ดียืนคงแข็งแรง ถึงแม้จะใช้ความเข้มข้นต่ำก็ตาม

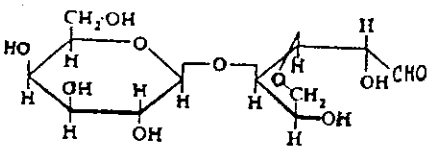
กลุ่มที่ 2 พวก *Gracilaria and Hypnea types* พวกนี้ให้วุ้นที่เกิดเจลได้ดี ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น หรือถ้าเติมสาร *electrolytes* บางตัวลงไป

กลุ่มที่ 3 พวก *Chondrus type* พวกสาหร่ายกลุ่มนี้ให้วุ้นที่เกิดเจลได้ดีพอควรเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงมาก

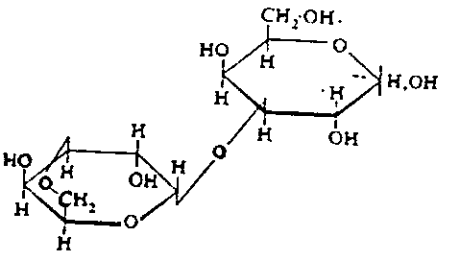
สาหร่ายให้วุ้นที่พบในประเทศไทยมากได้แก่พวกกลุ่มที่ 2 ซึ่งพบแถบฝั่งทะเลตะวันออกและทางภาคใต้ตามธรรมชาติ และได้มีการเพาะเลี้ยงอยู่บ้าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตวุ้น ซึ่งสามารถทำรายได้ให้แก่ผู้เพาะเลี้ยงได้เป็นอย่างดี เมื่อมีอุตสาหกรรมด้านการผลิตวุ้นเกิดขึ้น ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตวุ้นในระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ วุ้นและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายอื่น ๆ ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศจำนวนมากทุกปี เพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา เครื่องสำอาง และในปัจจุบันนี้ได้มีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ กล้วยไม้ และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้วุ้นเป็นสารค้ำจุนหรือเป็นสารพื้นรองรับ *(medium)* นอกจากนี้ยังใช้ในงานด้านวิเคราะห์วิจัยในห้องปฏิบัติการ อาทิเช่น การวิเคราะห์ทางอิเลคโตรโฟรีซีส *(electrophoresis)* วุ้นที่นำมาใช้ในงานที่กล่าวมานี้มีคุณภาพและราคาแตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะงานที่ใช้เหล่านั้น

วุ้นเป็นโพลีแซคคาไรด์เชิงซ้อนที่ประกอบด้วยสารสำคัญ 2 กลุ่ม คือ พวก *agarose* เป็นโพลีเบอร์สายยาวที่ประกอบด้วยน้ำตาล *galactose* และอนุพันธ์ของมัน โดยที่ในโมเลกุลมีการต่อสลับกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ *(glycosidic linkage)* ระหว่างตำแหน่ง 1 ⟶ 3 และ 1 ⟶ 4 ระหว่างน้ำตาล *D-galactopyranose* กับ 3, 6 *anhydro-α-L-galactopyranose* ได้มีการศึกษาโครงสร้างของพวก *agarose* โดยวิธีทำ *partial depolymerisation* ของ

agarose โดย *methanolysis* พบว่าได้ส่วนประกอบที่เป็น *disaccharide* ที่มีชื่อว่า *agarobiose* ในโมเลกุลประกอบด้วยสองหน่วยย่อยของน้ำตาลดังกล่าว เกิดพันธะกันที่ตำแหน่ง 1 ⟶ 4 ดังโครงสร้างที่แสดงในรูปที่ 1

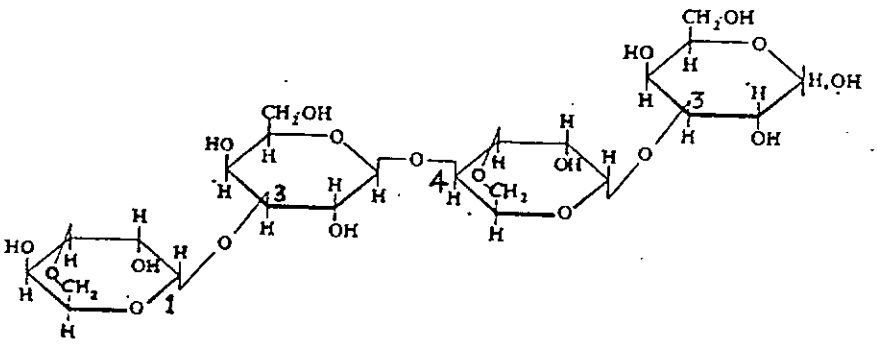


รูปที่ 1 *agarobiose*



รูปที่ 2 *neoagarobiose*

agarobiese มีชื่อทางเคมีว่า 3, 6 *anhydro-4-O* (β-*D galactopyranosyl*) -*L-galactose* และขณะเดียวกันถ้าทำ *enzymatic hydrolysis* ของ *agarose* พบว่าได้ *disaccharide* อีกชนิดหนึ่งชื่อว่า *neoagarobiose* (รูปที่ 2) ซึ่งมีพันธะระหว่างน้ำตาลดังกล่าวที่ตำแหน่ง 1 ⟶ 3 และยังพบว่าได้ *tetrasaccharide* อีกชนิดหนึ่งด้วยซึ่งมีชื่อว่า *neoagarotetraose* ดังโครงสร้างแสดงในรูปที่ 3 ในโครงสร้างนี้แสดงถึงการต่อสลับกันระหว่างตำแหน่ง 1 ⟶ 3

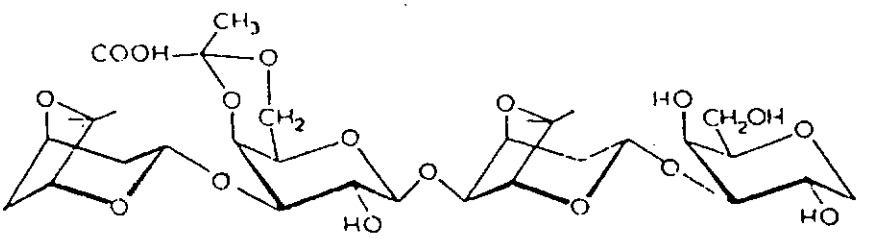


รูปที่ 3 โครงสร้าง *neoagarotetraose*

และ 1 ⟶ 4 ของน้ำตาลดังกล่าว ฉะนั้นเป็นที่เชื่อกันว่าในโพลีเมอร์ของ *agarose* ควรประกอบด้วย *disaccharides* ทั้งสองชนิดสลับกันไป เป็นสายยาวที่มีขนาดของมวลโมเลกุลแตกต่างกันไปตามจำนวนของโมเลกุลย่อยที่ประกอบอยู่นั้น เนื่องด้วยโครงสร้างที่เป็นโพลีเมอร์สายยาวของน้ำตาล *galactose* ที่ต่อกันในลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้พวก *agarose* นี้ค่อนข้างเป็นกลางทางไฟฟ้าหรือมีประจุน้อยมาก จึงมักเรียกว่า *neutral polysacchasides*

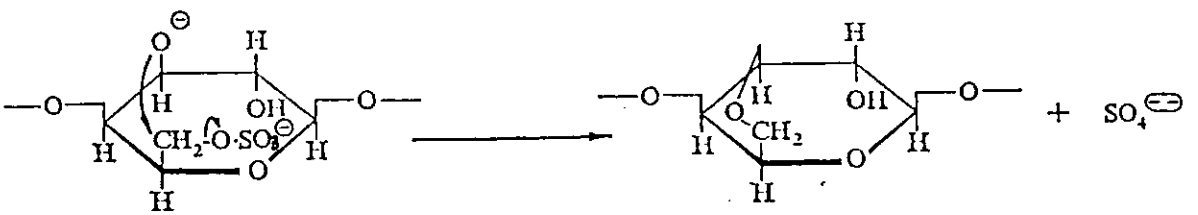
อีกพวกหนึ่งของโพลีแซคคาไรด์ในวุ้นคือ *agaropectin* ซึ่งเชื่อว่าในโมเลกุลมีโครงสร้างแบบเดียวกับ *agarose* ยกเว้นแต่ว่าบางโมเลกุลของ 3, 6 *anhydro-α-L-galac-*

topyranose ถูกแทนที่ด้วย *L-glactose sulfate* และบางโมเลกุลของ *D-galac-topyranose* ถูกแทนที่ด้วย *D-galactose sulfate* หรือด้วย 4,6-o-(1-*carboxyethylidene*)-*D-galactopyranose* ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สายของโพลีเมอร์เหล่านี้มีประจุขึ้น บางครั้งจึงเรียกว่า *charged agarose* เป็นต้น หมู่ซัลเฟตที่เกาะอยู่ในส่วนของน้ำตาล *galactose* นั้นอาจเกาะเป็นแบบ *primary* หรือ *secondary sulfated groups* ก็ได้แล้วแต่ว่าเป็นตำแหน่ง 6 หรือตำแหน่ง 3 ซึ่งปรากฏให้เห็นใน *Infrared spectrum* ที่ค่า *absorption* 820 และ 850 cm^{-1} ตามลำดับ สำหรับการแทนที่ด้วย 4,6-o-(1-*carboxyethylidene*)-*D-galactopyranose* (หรือหมู่ *pyruvate* นั้นเอง) ปรากฏในบางส่วนของ *tetrasaccharide* ดังเช่นใน 4,6-o-(1-*carboxyethylidene*) *neoagarotetraose* ที่แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของ 4, 6-o-(1-*carboxyethylidene*) *neoagarotetraose*

จากผลการศึกษาด้านคุณภาพของวุ้นพบว่า วุ้นที่มีส่วนประกอบของ *agaropectin* ซึ่งมีประจุนี้มากเท่าใดยิ่งทำให้ความแข็ง (*gel strength*) ของวุ้นยิ่งต่ำลง ดังนั้นในขบวนการสกัดวุ้นจึงต้องพยายามลดปริมาณของหมู่ซัลเฟตที่เกาะอยู่ในส่วนของน้ำตาลนั้นลงให้มากที่สุด การลดซัลเฟตทำได้โดยวิธีการใช้ *alkali treatment* ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของพวก *inorganic sulfate* ออกมา ขณะเดียวกันก็เกิด 3,6 *anhydride* ของน้ำตาล *galactose* ขึ้นได้ภายในสายของโพลีเมอร์นั้น เป็นการทำให้วุ้นมีคุณภาพดีขึ้นได้ทางหนึ่ง การเกิดปฏิกิริยาการลดหมู่ซัลเฟตลงเช่นนี้ เป็นไปเช่นเดียวกับการทดลองนำเอาพวก *sulfated polysaccharides* ประเภท *porphyran* มา *treat* กับ เอ็นไซม์ที่สกัดจากสาหร่าย *Porphyra umbicalis* ซึ่งได้แสดงปฏิกิริยาการลดหมู่ซัลเฟตลงดังสมการ

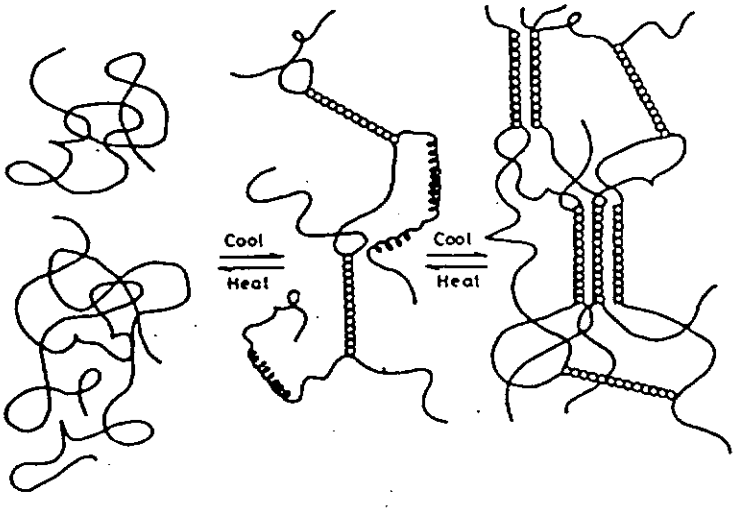


Conversion of L-galactose 6-sulphate into 3,6-anhydro-L-galactose residues.

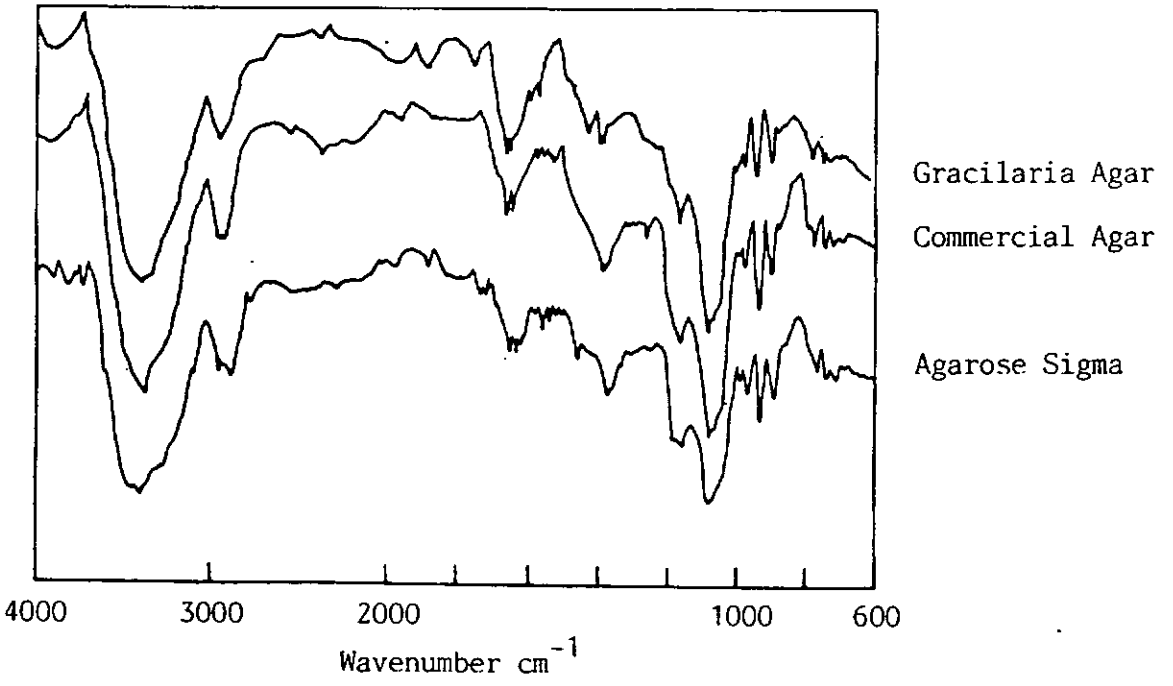
โพลีแซคคาไรด์ที่มีความคล้ายคลึงกับวุ้นทั้งโครงสร้างและคุณสมบัติได้แก่ *corrageean* ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายเช่นเดียวกัน มีลักษณะโครงสร้างที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยคือ ส่วนประกอบของน้ำตาล *galactose* ใน *carrageean* นั้นเป็น *configuration* แบบ *D-galactopyranose* เท่านั้นไม่มี *L-configuration* ที่สลับกันแบบในวุ้น และใน *carrageean* มีหมู่ซัลเฟตเกาะอยู่จำนวนมาก และเช่นเดียวกันในการสกัดจึงทำ *alkali treatment* เพื่อขจัดหมู่ซัลเฟต และเพิ่ม 3, 6 *anhydro-D-galactose residue* ในขณะเดียวกันนั้นเอง นอกจากนี้ยังมีโพลีแซคคาไรด์ที่เรียกว่า *porphyran* ซึ่งมีโครงสร้างคล้าย *agarose* เพียงแต่ว่า *D-galactose residue* มักจะเกิดในรูปของ *methyl ether* และ *L-galactose residue* มักพบในรูป 6-*sulfate ester* และ 3, 6 *anhydride* พวกโพลีแซคคาไรด์ดังกล่าวมานี้มักรวม ๆ เรียกว่า *Sulfated galactan* ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีสมบัติพิเศษในการเกิดเจลได้นั่นเอง

วุ้นมีสมบัติในการละลายได้ในน้ำร้อน แต่ไม่ละลายในน้ำเย็น และสามารถเกิดเป็นเจล (*gel formation*) ได้เป็นอย่างดี เมื่อสารละลายร้อนของวุ้นเย็นตัวลงและเป็นเจลที่อยู่ตัวที่อุณหภูมิปกติ ดังนั้นจึงใช้เป็นสารประเภทช่วยให้เกิดการคงรูป (*stabilizing agent*) และใช้เป็น *emulsifying agent* ได้เป็นอย่างดีในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ได้มีการศึกษาถึง *conformation* ของโพลีแซคคาไรด์ในสารละลายและในสภาพเจล ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า โพลีแซคคาไรด์ต่าง ๆ ที่สามารถเกิดเจลได้นั้นควรมีการเปลี่ยนแปลงของ *molecular conformation* ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปนั้น และเชื่อว่ามีการเกิดกลไกของการเกิดเป็นตาข่าย (*network formation*) แบบต่าง ๆ กัน สำหรับพวกวุ้นและ *carrageenan* นั้นเชื่อว่าในขณะที่สารละลายค่อย ๆ เย็นตัวลง มีการเกิดการสร้างโพลีเมอร์ที่เป็นตาข่ายแบบสามมิติ โดยที่ *double helices* เกิดมีบริเวณที่ต่อกันได้หรือเรียกว่า *junction zone* เกิดเป็นชุมทางแยกขึ้นได้ในสายโพลีเมอร์เหล่านั้น เมื่ออุณหภูมิลดลงไปเรื่อย ๆ ก็จะเกิดการรวมกัน (*aggregation*) ของ *junction points* เหล่านี้นำไปสู่การสร้าง *gel-structure* ดังที่แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งแสดงถึงกลไกการเกิดเจลของ *carrageenan* ซึ่งเสนอ *model* นี้โดย *Rees, D.A. 1969, 1970, 1971*



วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายแต่ละครั้งคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลด้าน *functional groups* ที่สำคัญ ซึ่งได้ใช้การศึกษาด้าน *Infrared spectroscopy* โดยเตรียมแผ่น *film* บางของวุ้นแล้วนำไปผ่านแสง *infrared* ในเครื่องมือ โดยทำเปรียบเทียบกับวุ้นที่ได้ผ่านการทำบริสุทธิ์แล้ว เพื่อศึกษาวิเคราะห์ *spectra* ที่ปรากฏข้อมูลที่ได้เหล่านี้ใช้เป็นแนวทางอย่างหนึ่งในการเปรียบเทียบคุณลักษณะของ *functional groups* ที่สำคัญของวุ้นที่ปรากฏในแต่ละ *spectrum* นั้นได้ *functional groups* ที่ควรสนใจสำหรับวุ้นได้แก่หมู่ 3,6 *anhydride* ของน้ำตาล *galactose* หมู่ *primary* และ *secondary sulfates* ซึ่งปรากฏบนใน *spectra* ตรงบริเวณ *absorption* ที่ 930 cm^{-1}, 820 cm^{-1} และ 850 cm^{-1} ตามลำดับ ตัวอย่างของ *Infrared spectra* ของวุ้นจาก *Gracilaria spp.* เทียบกับ *purified agar* ของ *Sigma* และวุ้นจากท้องตลาดได้แสดงไว้ในรูปที่ 6 ข้างล่างนี้



ในการศึกษาวิจัยด้านการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้พยายามเลือกเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดวุ้นจากสาหร่าย *Gracilaria spp.* จากทางฝั่งตะวันออก และภาคใต้ของประเทศ ฉะนั้นวิธีการอาจแตกต่างไปจากวิธีที่ใช้ทั่วไปในต่างประเทศ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยเน้นถึงความเหมาะสมและคำนึงถึงความเป็นไปได้ในด้านวัตถุดิบ เครื่องมือ และความเป็นไปได้ในการที่จะผลิตวุ้นสำหรับใช้ภายในประเทศ ฉะนั้นในการ

ที่จะผลักดันให้เกิดการผลิตขึ้นเป็นอุตสาหกรรมภายในประเทศได้ยังต้องการการวิจัยและพัฒนาอีกมากมายและตลอดเวลา เพื่อการปรับปรุงเทคนิควิธีการในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต ปรับปรุงคุณภาพและอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การอยู่รอดในเชิงอุตสาหกรรมและการพึ่งตนเองได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้

เอกสารอ้างอิง

1. *Gerald O. Aspinall, Polysaccharides, 1970, 145-157 Pergamon Press Limitted, London.*

2. *Lineback, D.R. and G.E. Inglett, Food Carbohydrates, 1982, 243-249 Avi Publishing Corp, Westport, United Kingdom.*

3. *M. Duckworth and W. Yaphe, Carbohydrate Research 16, 1971, 189-197, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.*

4. *Rees D.A., Biochem. J., 126, 1972, 257-273.*

ขบวนการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล

อุดมชัย จินะดิษฐ์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

โดยทั่ว ๆ ไป การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การทำความสะอาดสาหร่ายก่อนทำการสกัด การกำจัดหมู่ Sulfate ในวุ้นโดยทำปฏิกิริยากับด่าง จากนั้นจึงทำการสกัดด้วยน้ำที่ pH ประมาณ 6-7 ที่อุณหภูมิประมาณ 95-110 °C กรองเอาสารละลายวุ้น แล้วกำจัดน้ำออกจากวุ้นโดยการแช่แข็งหรือด้วย hydraulic press. นำวุ้นที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-55 °C แล้วจึงบดเป็นวุ้นผง อย่างไรก็ตามเทคนิคและรายละเอียดสำหรับในแต่ละขั้นตอนนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งของสาหร่ายเป็นสำคัญ ดังนั้นในขบวนการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลนั้น ก่อนทำการสกัดเราจำเป็นต้องทดสอบสภาวะที่เหมาะสมก่อนทุก ๆ ครั้งที่ได้ตัวอย่างสาหร่ายก่อนทำการสกัดในถังสกัดขนาดใหญ่

ในขบวนการสกัดวุ้นที่ดีนั้นจะต้อง

1. มีการทำลาย (hydrolysis) สายโซ่ของ polysaccharide ของวุ้นให้น้อยที่สุด (การเกิด hydrolysis นี้ จะเกิดได้ดีเมื่อสภาวะของสารละลายเป็นกรดมากเกินไป, อุณหภูมิสูง, ระยะเวลาต้มสกัดนาน)
2. มีการกำจัดปริมาณของหมู่ sulfate ให้ได้มากที่สุด
3. สี, กลิ่น และสิ่งเจือปน ถูกกำจัดออกมาได้มากที่สุด

สำหรับการสกัดวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria ในประเทศไทยนั้นที่สำคัญ ๆ มีอยู่ 2 ชนิด คือ สาหร่ายผมนางซึ่งมีมากทางภาคใต้ และสาหร่ายเขากวาง ซึ่งมีมากในทางภาคตะวันออกของประเทศไทย และเป็นข้อดีของประเทศเราประการหนึ่งก็คือว่า สาหร่าย 2 ชนิดนี้มีช่วงการเจริญเติบโตที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้คนละช่วงเวลา กล่าวคือ ในช่วงเดือนกรกฎาคม - พฤศจิกายน จะสามารถเก็บเกี่ยวสาหร่ายผมนางจากภาคใต้ได้ ส่วนสาหร่ายเขากวางจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนธันวาคม จนถึง มิถุนายน ของปีถัดไป อย่างไรก็ตามสาหร่ายสกุล Gracilaria นั้น โดยทั่ว ๆ ไปเชื่อกันว่าจะให้วุ้นที่มีคุณภาพด้อยกว่า วุ้นที่จะได้จากสาหร่ายสกุล Gellidium ซึ่งสกุลนี้ในประเทศเรามีน้อยมาก กล่าวคือ ความแข็ง (Gel Strength) ของวุ้นจากสาหร่ายสกุล Gellidium จะสูงกว่าวุ้นจากสกุล Gracilaria แต่จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการวิจัย Polysaccharide คณะผู้วิจัยพบว่า ถ้าเรากำจัด sulfate ด้วยด่างออกจากวุ้นหลังการสกัดแทนที่จะกำจัดก่อนทำการสกัด (สำหรับสาหร่ายสกุล Gracilaria) แล้ว จะให้วุ้นที่มีคุณภาพดีขึ้นมาก ดังตารางที่แสดง

ตารางที่ 1 แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างการกำจัด sulfate ด้วย NaOH จากวุ้นก่อนทำการสกัดและหลังทำการสกัด

	Gel Strength $g.cm^{-2}$		
	ก่อนกำจัด sulfate	กำจัด sulfate ก่อนสกัด *	กำจัด sulfate หลังสกัด * ที่อุณหภูมิห้อง
วุ้นจากสาหร่ายผมนาง	200	300-450	600 - 800
วุ้นจากสาหร่ายเขากวาง	130	250-350	450-500

* ความแข็งของวุ้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของด่างที่ใช้ (ตั้งแต่ 2 - 10% ของ NaOH สำหรับการกำจัด sulfate ที่อุณหภูมิ 85°C และ 2 - 25% NaOH สำหรับการกำจัด sulfate ที่อุณหภูมิห้อง)

อย่างไรก็ตาม การสกัดวุ้นโดยกำจัด sulfate (ไม่ว่าจะกำจัดโดยวิธีใดก็ตาม) นั้น สำหรับประเภททั่วไป ที่จะนำวุ้นไปบริโภค ขั้นตอนการกำจัด sulfate ก็ไม่จำเป็นนัก (แม้ว่าความแข็งของวุ้นอาจจะต่ำไปบ้างก็ตาม) แต่สำหรับงานบางประเภทที่ต้องการวุ้นที่มีคุณภาพสูงกว่า เช่น งานทางด้านเภสัชกรรม, เทคโนโลยีชีวภาพ หรือเพื่อใช้ในการเตรียมวุ้นบริสุทธิ์ (Agarose) เพื่อการวิจัยขั้นสูงขึ้น การกำจัด sulfate โดยการแช่วุ้นในด่างหลังจากทำการสกัดแล้วจำเป็นจะต้องกระทำเนื่องจากวุ้นที่ใช้ในงานดังกล่าวจะต้องเป็นวุ้นที่มีปริมาณ sulfate ต่ำมาก ๆ

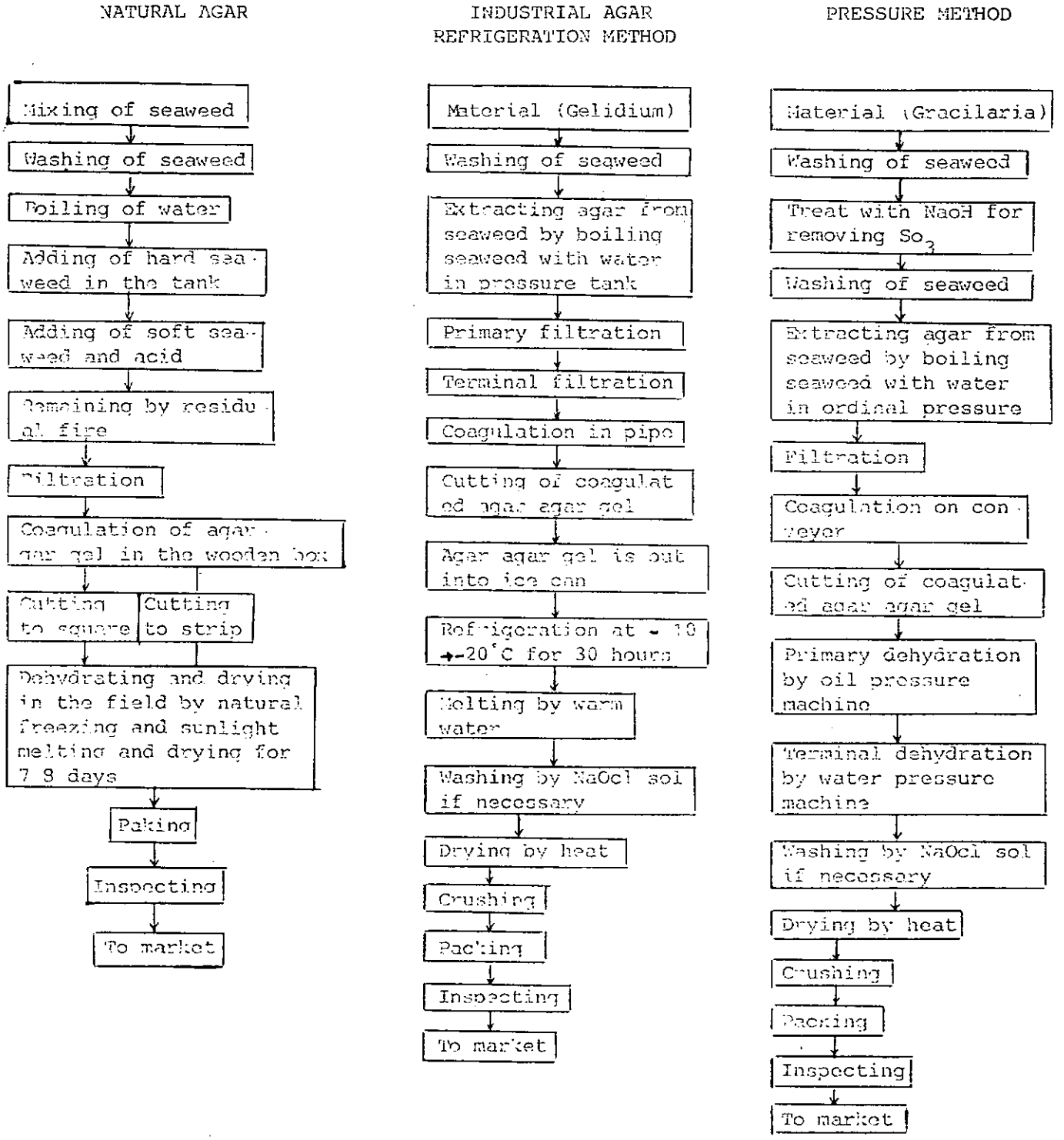
ตารางที่ 2 แสดงสภาวะของด่าง,อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัด Sulfate จากสาหร่าย จากแหล่งต่าง ๆ ของขบวนการที่ใช้ในอุตสาหกรรมสกัดวุ้นในประเทศญี่ปุ่น

production place of Gracilaria	Treating condition and method		
	treating temperature °C	% NaOH	treating period (hr).
Argentina	50 - 60	6	1
Chili	83 - 90	6 - 7	2
Japan	95	4	2 - 2.5
Mexico	90	6	0.5 - 1
Africa	70	20	1
India	85 - 90	10	1
Portugal	60	4 - 5	1

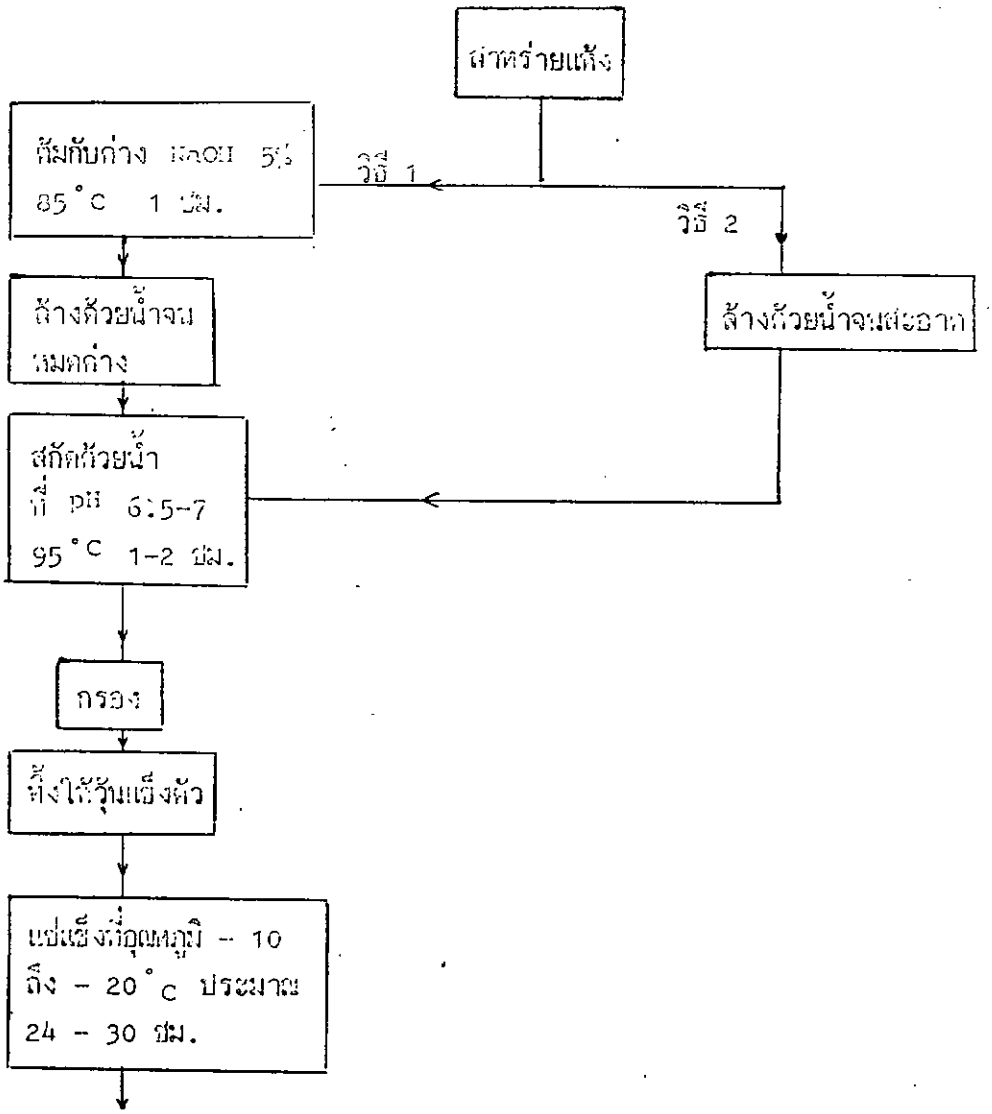
ตารางที่ 3 แสดงสาหร่ายสีแดงที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการสกัดวุ้นในประเทศญี่ปุ่น

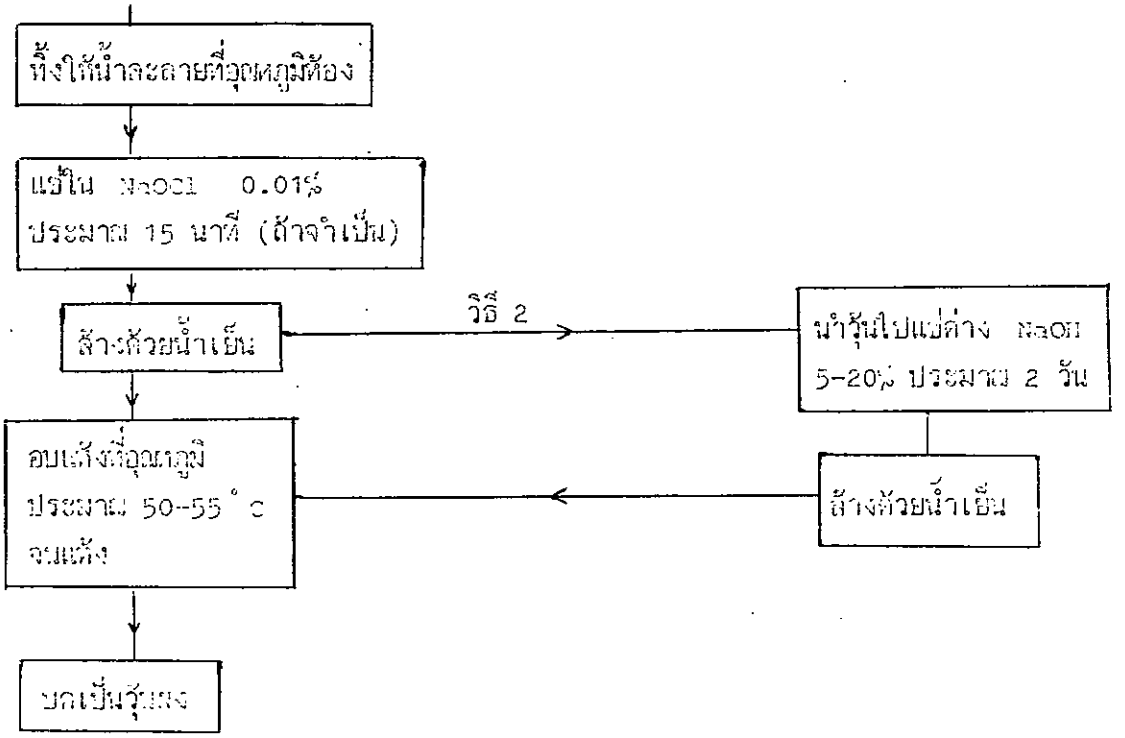
Order	Family	Genus
Gelidiales	Gelidiaceae	Gelidium, Pterocladia, Acanthopeltis, Gellidiella.
Gigartinales	Gracilariaceae Phyllophoraceae	Gracilaria, Gracilariopsis Ahnfeltia
Ceramiales	Ceramiaceae	Ceramium Campylaephora

ตารางที่ 4 Flow Chart แสดงขบวนการการสกัดวุ้นในประเทศญี่ปุ่น



ตารางที่ 5 flow chart แสดงให้เห็นการสกัดวุ้น 2 วิธี ที่ใช้กับสาหร่ายในประเทศไทย
1. การกำจัด Sulfate ในวุ้นก่อนทำการสกัด
2. การกำจัด Sulfate หลังจากทำการสกัดวุ้นแล้ว




ทิ้งให้น้ำละลายที่อุณหภูมิห้อง
แช่ใน NaOCl 0.01%
ประมาณ 15 นาที (ถ้าจำเป็น)
ล้างด้วยน้ำเย็น
วิธี 2
นำรุ่นไปแช่ด่าง NaOH
5-20% ประมาณ 2 วัน
ล้างด้วยน้ำเย็น
อบแห้งที่อุณหภูมิ
ประมาณ 50-55 ° c
จนแห้ง
บดเป็นรุ่นแรง

ตารางที่ 6

Japan Agricultural Standards for Agar

Strip agar (natural)

Criterion	Grade		
	1	2	3
Color and lustre	lusterous white, to fairly lusterous milk-white; slight yellowish of darkish tinge is acceptable	white to milk-white, somewhat reddish or darkish tinge	light yellow to red
Shape	1. very evenly cut, well separated 2. almost no deformed pieces, but a few broken ones	1. quite evenly cut, quite well 2. a few deformed or broken pieces	1. not evenly cut, not well separated 2. chopped, broken pieces are tolerable
Purity	Completely free from impurities Hanayake(A), Kibari(B), Dankan (C) or Shibi (D). Free from clear strips on side or end.	Slight impurities of Hanayake, Kibari Dankan, or Shibi. Mixture of less than 30% Sukiura (E) is tolerable.	With Kibari, Shibi, or Dankan remaining. Mixture of less than 20% each of superior Kamani (F) and Funazoko(G) is tolerable.
Gel S trength	350 g/cm^2 or more; except for Nagano Pref. agar, 300 g/cm^2 or more	250 g/cm^2 or more; Nagano Pref. agar, 200 g/cm^2 or more	150 g/cm^2 or more; Nagano Pref. agar, 100 g/cm^2 or more
Water content	22% or less	same	same
Crude protein content	1.5% or less	2% or less	3% or less
Solids insoluable in hot water	2% or less	3% or less	4% or less

Note:

(A) Hanayake - Both ends of strip or square agar-agar colored with a pigment and impure constituent of raw seaweeds.

(B) Kibari - Agar-agar colored with a pigment and impure constituent of raw seaweeds.

(C) Dankan - Yellowish red agar-agar, the agar-agar element of which is decomposed, because of gelidium jelly remaining uncoagulated for a long time due to warm temperature.

(D) Shibi - Agar-agar presenting an external appearance something like a collection of many opaque bubbles of milk-white, on account of unseasonable weather conditions.

(E) Sukiura - Inferior portion of agar-agar removed at the time of careful selection.

(F) Kamani - Low-grade agar agar produced by reboiling residue remaining after the extraction of agar-agar through boiling raw seaweeds.

(G) Gunazoko - Low-grade agar-agar made from jelly remaining at the bottom of the box used for coagulating jelly.

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Powdered, flake, granular, network and other processed agar

Criterion	Grade			
	Special	1	2	3
color and lustre	lusterous white to fairly lusterous milk white	lusterous white to fairly lusterous milk white; slight yellowish or darkish tinge is acceptable	white to milk-white, somehat reddish or darkish tinge	light yellow to red
Purity	consistent quality and size	consistent quality and size	inconsistent quality and size	very inconsistent quality and size
Gel strength	600 g/cm^2 or more	350 g/cm^2 or more	250 g/cm^2 or more	150 g/cm^2 or more
Water content	22% or less	same	same	same
Crude protein content	1.5% or less	1.5% or less	2% or less	3% or less
Solids insoluable in hot water	0.5% or less	2% or less	3% or less	4% or less
Crude ash content	4% or less	same	same	same

ตารางที่ 7 มาตรฐานของวุ้นตาม USP. และ FCC.

General Specifications of Agar USP and FCC

	USP	FCC
Microbial limit, Salmonella	Negative	(-)
Water,% maximum	20	20
Total ash, % maximum	6.5	6.5
Acid-insoluble ash,% maximum	0.5	0.5
Foreign organic matter,% maximum	1	(-)
Foreign insoluble matter,% maximum	1	1 (boiling water)
Arsenic, ppm	3	3
Lead, ppm	10	10
Heavy metals,ppm	40	40
Foreign starch	Negative	Negative
Gelatin	Negative	Negative
Water absorption,mL water maximum	75	75

USP = United States Pharmacopoeia
FCC = Food Chemicals Codex

Bacteriological Agar., Purified Agar และ Agarose

สำหรับ Bacteriological Agar (ซึ่งจะมีปริมาณ sulfate ประมาณ 3% , pyruvic acid ประมาณ 1%) จะมีปริมาณของ Agarose สูงกว่า Commercial หรือ food grade agar. ปกติแล้วใน agar จะมี neutral agarose ประมาณ 10 - 15% , charged agarose ประมาณ 40% และที่เหลือจะเป็น non - gelling sulfated agar. ซึ่ง non - gelling sulfated agar นี้ ถ้าเรากำจัดออกไปจากวุ้นได้มากเท่าใดก็จะทำให้วุ้นที่ได้มีความสามารถในการเกิด gel ได้ดีขึ้น ในท้องตลาดมักเรียกเป็น purified agar เช่น Ion agar (Colab Laboratories, Inc., U.S.A.), Noble agar (Difco Laboratories, Inc., Michigan, U.S.A.), Bein agar (Behringwerke Marburg, Germany) ส่วน neutral agarose หรือ highly purified agarose นั้น จะได้จากการนำเอา purified agar มากำจัดเอาพวก charged polysaccharide ออกไปอีก การกำจัก charged polysaccharide เหล่านี้อาจทำได้หลายวิธี เช่น ตกตะกอนออกมาโดยใช้ Polyelectrolytes ที่เหมาะสม หรือผ่านลงใน Anion - exchangers ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้ว ปริมาณของ sulfate, pyruvate จะลดลงเหลือน้อยมาก (ประมาณ 0.03 - 0.6% และ 0.05% ตามลำดับ)

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 10110 โทร. 2584002-8

บรรณานุกรม

1. W.Meer. Handbook of Water Soluble Gums and Resins. ed.R.Dauidson, p. 7 19 Mc Graw Hill. NY. 1980.
2. A Okazaki.. Seaweeds and their uses in Japan. Tokai University press 1971.
3. G.A.Santos and M.S.Doty.. Aquatic Botany 16 (1933) 305 339
4. P.Vooraruiseree, U.Chinadit. W.Supasiri and S. Chandrkrachang. Effect of Alkali treatment on yield and Gel Strength of Agar From Gracilaria spp. in THAILAND 4th ASEAN Congress Singapore 1986.

161334

Appendix

1. *Physical Properties Determination of Agar.*

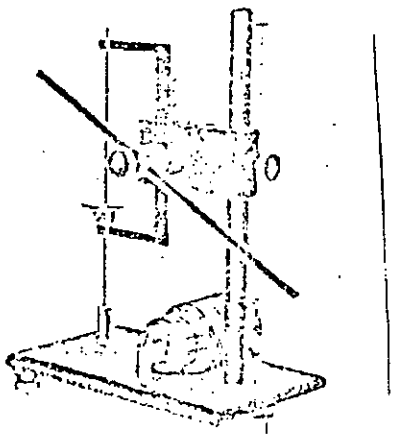
   1.1 *Gel clarity is determined in three manners, as follows : For general clarity, a 1% gel is prepared in a 2.5 x 5 x 5-cm. absorption cell and the absorbance compared with a standard suspension at fuller's earth. This is a common method used in water analysis. In a more specific test, a 0.15% gel is prepared in a 1-cm. cell and the optical density determined at 205 nm, which is the amide linkage absorption region of proteins. The third test is performed on a 1% gel contained in a 1-cm. cell. The optical density is determined at 500 nm, using water as a standard.*

   1.2 *Gelling Temperature measurements are made on a 1.5% sol contained in an 18 x 150 mm test tube to a depth sufficient to reach the immersion line (76 mm) of a thermometer also in the tube. The tube and its contents are immersed in a water bath of about 60° so that the meniscus of the sol is about 1/2 inch below that of the water, to prevent the surface from cooling too rapidly. The bath is equipped with a stirrer and cold water cooling coil, and the temperature is lowered at the rate of about 1°/min. until the bath temperature is about 45-50°C, then the flow of water through the coil is reduced to give a steady drop in temperature of about 0.3-0.5°C/min, care being taken to keep the temperature in the tube within 0.5°C of that of the bath. Periodically, the thermometer is carefully withdrawn from the agar sol and immediately replaced after observing the meniscus. At the gelling temperature, a distinct hole will remain where the thermometer was withdrawn; otherwise, a normal meniscus will form. Gelation usually occurs quite abruptly, generally within the span of 0.5°C.*

   1.3 *Melting Temperature is taken as that temperature at which no particles of gel can be detected when this process is reversed by substituting a steam coil or electric hot plate for the cooling coil in the bath. Again, the rate of change of temperature is kept in the 0.5°/min. range.*

One word of caution regarding the gelling temperature of agar and agarose sols may be in order here. Unfortunately, gelation appeare to be somewhat time dependent, and although an agarose with a gelling temperature of say, 36°C determined by cooling a sol at 0.5°/min will exhibit this temperature time and time again under these conditions, it will probably gel at 40° or even 42°C if held at that temperature for 2 or 3 hours.

1.4 Gel Strength Measurement



.1. Preparation for Sample

Put 3 g of agar-agar in a 500 cc flask and add water in it to make it 200 g.

Then, heat it slowly and dissolve it perfectly. It a contraflow cooler is attached to the flask for prevention of evapouration of moisture, it will be ideal. If the contraflow coolor is not available then, add hot water in it after dissolution to correct it to the original 200 g and maintain the concentrasion of 1.5% correctly.

After dissolution, pour it in a 300 cc beaker and place it on a horizontal stand for solidifying it at room temperature.

Leave the jelly at 20°C for 15 hours. If no device for maintaining it at 20°C is available, it will be permitted to leave it at room temperature. But, it is advisable to keep it at 20°C or so, so far as practicable.

11. Operational Procedure for Measurement

Make the measuring instrument horizontal by means of an adjusting screw. Move the handle at right side and raise the weight adding device and place jelly in such a way that the center of jelly is in accord with the axis of the device.

Place an appropriate balance weight on the weight adding stand according to hardness of jelly.

Move the bandle in the reverse direction as that at the beginning and lower it gently until the end of the weight adding device comes in contact with jelly.

Paying attertion to the moment the handle supporting the weight adding device is separated from the weight adding device and weight is given to jelly completoly, cheek the time-piece and read the number of scconds.

From then on, pay attention to the end of the weight adding device, record the time from the beginning with cracking and destruction of surface of jelly and entry of the end of weight adding device into jelly as final point.

If it drops within 20 seconds, change the measuring position and decrease the number of grams of counter weight and repeat the measurement once again.

If it does not drop after a lapse of 20 seconds, add a counter weight and make measurement in the same way.

And repear measurement until the maximum weight which can withstand for 20 seconds is sought.

After measurement, add 100 g to the number of grams of counterweight and this value is regarded as jelly strength.

111. Description on Measuring Instrument

(1) The end of the weight adding device has an area of 1 cm2 and the weight of weight adding device is 100 g. Thus, add 100 g to the weight of the counter weight and the value is regarded as jelly strength.

(2) 4 units of 200 g counterweight, 1 unit of 100 g counterweight, 1 unit of 50 g counterweight, 2 units of counterweight and 1 unit of 10 g counterweight are attached i.e. 5 different kinds of counterweight are attached.

Accordingly, measurement on jelly strength can be made up to 1,100 g.

(3) A horizontal adjusting screw is provided so that the weight adding device may move vertically.

(4) Supply oil to the measuring instrument once in a while and pay attention to the weight adding device so that it may move smoothly vertically.

iV. Cautions for Measurement

(1) If there is a difference of 0.1% in concentration of jelly, a difference of approx. 7.6% in strength will be produced.

(2) If there is a difference of 1°C in temnerature of jelly, a difference of approx. 3% of strength will be produced. If the temperature is high, jelly strength will be expressed lower while if the tempernture is low, it will be expressed higher. Accordingly, if the temnerature is different from 20°C, correction must be made by means of the following CONVERSION TABLE.

Incidentally, conversion coefficient is different slightly according to kind of raw material used.

Those mentioned hereunder are the mean coefficients of agar-agar produced in Nagano, Gifu Prefectures and Kansai Area.

It is extremely important to keep the temperature at 20°C.

If the temperature is very different from 20°C, the true and correct value can not be obtained even correction is made.

When the Table is used, be sure to record the jelly temperature and the then measured value.

Incidentally, the first place is counted as one fractions of more than .5 inclusive and cut away the rest and expression is made in a unit of 10 g.

CONVERSTION TABLE FOR TEMPERATURE

Temperature (oC)	Multiplier	Temperature (oC)	Multiplier
10	0.74	21	1.03
11	0.76	22	1.06
12	0.79	23	1.09
13	0.81	24	1.13
14	0.84	25	1.16
15	0.85	26	1.20
16	0.89	27	1.23
17	0.91	28	1.27
18	0.94	29	1.31
19	0.97	30	1.35
20	1.00		

(Example of Conversion)

If the measured value at 10°C is 500 g.

$$500 \times 0.74 = 370$$

This will be the jelly strength calculated in conversion of 20°C.

(3) *Time for Leaving It As It Is : Jelly becomes stronger and stronger after starting solidification. After a lapse of 10 hours, no change will take place in jelly strength. It is the reason why it is left as it is for 15 hours. Immediately after solidification, jelly strength is expressed usually by 5% weaker.*

(4) *As for the weight adding device, the handle must be operated little by little so that it may comes in contact with jelly. If weight is given rapidly, the measured value will be expressed weaker.*

(5) *Solidification Vessel*

Size of jelly exerts influence over strength. It the diameter of vessel and height of jelly are too small, the measured value will be expressed weaker.

Their limits are 5 cm in diameter and 3 cm in height. When 200 cc. of agar-agar solution is solidified in a 300 cc. beaker, it will be ideal to measure the central part only once. However, trial may be made some 3 times. It is nocessary to prepare 2-3 pieces of the same specimens until you are accustomed to the operational procedure.

(6) *There is a fixed relationship between number of weight grams and number of seconds for withstanding. Time limit of 20 seconds is of significance. It is expressed by the following relative formula.*

$$\log W_{20} = \log w + K(\log t - \log 20)$$

W_{20} = Max. number of grams which can withstand for 20 seconds

w = Number of grams of weight at option

t = Number of seconds when wg is added.

K = Coefficient : The measured value by experimentation is 0.18.

The number of grams added in one measurement and number of seconds are introduced in the formula, the maximum number of grams which can withstand for 20 seconds can be sought.

(Example of Calculation)

With 400 g. of weight, if the number of seconds for withstanding is 15 seconds,

$$\log W_{20} = \log 400 + 0.18\ (\log 15 - 10\ g.\ 20)$$
$$= 2.6021 + 0.18\ (1.1761 - 1.3010)$$
$$= 2.5796$$
$$\therefore\ W_{20} = 380$$

This value will be the jelly strength calculated in conversion to 20 sec.

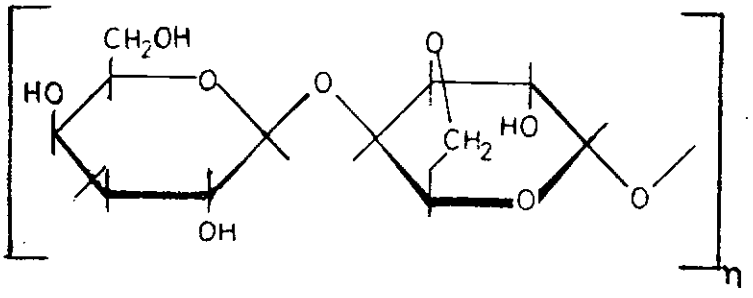
(7) The pH value of water at the time of dissolution, Kind of heat source and cooling speed of jelly have a slight influence over the measured value But, so much attention is not needed to be paid if not different from conventional method.

เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล"
ณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว ประสานมิตร
วันที่ 10-12 กันยายน '2529

การปรับปรุงคุณภาพวุ้นเพื่อใช้ในงานวิจัย

ธารารัตน์ ศุภศิริ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว ประสานมิตร

วุ้น (agar) ที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเล (Rhodophyta) จะประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ 2 กลุ่ม คือ เอกาโรส (agarose) ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของ 3,6-anhydro- L-galactose และ β-D-galactose เชื่อมสลับกันไป (1) ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้น เอกาโรสจึงเป็นโมเลกุลที่ไม่มีประจุ และเอกาโรเพคติน (agaropectin) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายเอกาโรส แต่บางโมเลกุลของ L-galactose จะมีอนุมูลซัลเฟตเกาะอยู่ด้วย และบางโมเลกุลของ D-galactose จะมีไพรูเวท (pyruvate) เกาะอยู่ ดังนั้นเอกาโรจพคตินจึงเป็นโมเลกุลที่มีประจุ



รูปที่ 1 โครงสร้างของเอกาโรส

จากการที่เอกาโรสเป็นโมเลกุลที่ไม่มีประจุ และสามารถจะอยู่ในสภาพเจลได้ดีแม้จะมีความเข้มข้นต่ำ (high gel strength) ดังนั้นจึงนำมาใช้เป็นตัวค้ำจุน (supporting medium) ใน gel electrophoresis, immunodiffusion, immunoelectrophoresis และ gel filtration เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้ผสมในอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย หรือเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชได้อีกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพของวุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเล เพื่อให้เหมาะแก่การใช้ในงานวิจัยดังกล่าว นั่นคือการแยกเอาเฉพาะเอกาโรสมาใช้นั่นเอง

การสกัดเอกาโรส

ได้มีการสกัดเอกาโรสครั้งแรกในปีค.ศ.1937 (1) โดยการเติมหมู่อะเซตทิลให้แก่วุ้น (acetylating agar) แล้วสกัดออกมาด้วยคลอโรฟอร์ม จากนั้นจึงสลายหมู่อะเซตทิลออก (deacetylating) โดยการซาปอนนิฟาย (saponification) ต่อมา ได้มีการใช้สารเคมีบางอย่างที่สามารถจะตกตะกอนเอกาโรเพคตินออกจากเอกาโรสได้ เช่น cetyl-pyridinium chloride (2), ammonium hydroxide (3), chitosan (4), rivanol (5), acrinol (6), benzothonium chloride และ carrageenan (7) นอกจากนี้ Russell, Mead และ Polson (8) ได้เสนอวิธีการตกตะกอนเอกาโรสด้วย polyethylene glycol ซึ่งแต่ละวิธีที่กล่าวมานี้ เป็นการแยกเอกาโรสออกจากเอกาโรเพคตินในวุ้น นั่นคือต้องทำการสกัดวุ้นจากสาหร่ายก่อน แล้วจึงแยกเอกาโรสออกจากเอกาโรเพคติน ต่อมา Santos และ Doty (9) ได้เสนอวิธีการสกัดเอกาโรสออกจากสาหร่ายโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการสกัดวุ้นจากสาหร่ายก่อน ซึ่งอาจมีผลต่อการลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเอกาโรส

คุณสมบัติของเอกาโรส

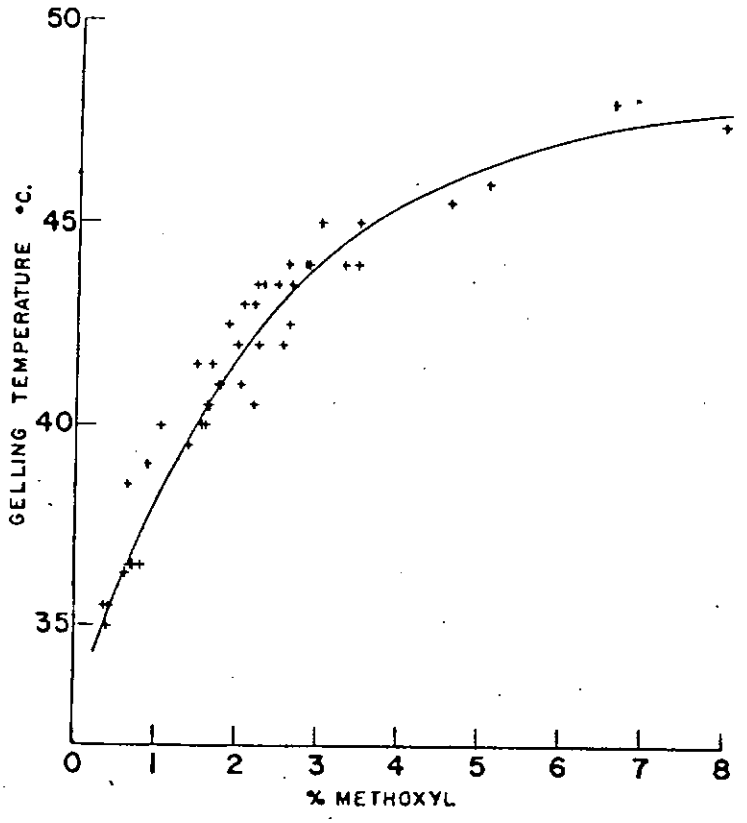
เอกาโรสที่สกัดได้จากวุ้น หรือจากสาหร่ายโดยตรง อาจจะมีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีต่างกันบ้าง ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่ายให้วุ้น ระยะการเจริญเติบโตของสาหร่าย วิธีการสกัดวุ้น และวิธีการสกัดเอกาโรส ดังนั้น เพื่อให้ได้เอกาโรสที่มีคุณสมบัติไม่ต่างกันมาก จึงได้มีการกำหนดคุณสมบัติของเอกาโรสบางประการดังต่อไปนี้

1. ความแข็งของเจล (gel strength) โดยทั่วๆไปแล้ว เอกาโรสจะมีความแข็งของเจลประมาณ 600-1,000 $gm.cm^{-2}$ ในขณะที่วุ้นมีความแข็งของเจลอยู่ในช่วง 200-400 $gm.cm^{-2}$ ซึ่งค่าของ gel strength หมายถึงแรงที่กดลงบนผิวหน้าเจลที่มีความเข้มข้น 1.5% และสามารถทำให้เจลแตกได้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า เอกาโรสมีความแข็งของเจลมากกว่าวุ้น เมื่อมีความเข้มข้นเท่ากัน

2. ปริมาณซัลเฟต (sulfate content) เอกาโรสที่ดี ควรมีปริมาณซัลเฟตน้อยกว่า 0.7% แต่โดยทั่วไปนิยมใช้เอกาโรสที่มีปริมาณซัลเฟตน้อยกว่า 0.3% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำอิเล็คโครโฟรีซีส เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด electroendosmosis (EEO) ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่มีประจุที่ประกอบอยู่ในตัวค้ำจุน (gel medium) เมื่อได้รับกระแสไฟหรือความต่างศักย์ ในการหาปริมาณซัลเฟตในเอกาโรสนั้น อาจทำได้หลายวิธี เช่น gravimetric, colorimetric, turbidity และ titrimetric

3. 3,6-anhydrogalactose (3,6-AG) อัตราส่วนของ 3,6-anhydro-L-galactose ต่อ D-galactose ควรมีค่าเท่ากับ 1:1 แต่ถ้าวุ้นที่นำมาสกัดเอาเอกาโรสไม่ได้ผ่านขั้นตอนการทำปฏิกริยากับด่าง หรือปฏิกริยาเกิดไม่สมบูรณ์ อาจจะทำให้มี 6-O-sulfate galactose เหลืออยู่ ซึ่งจะมีผลทำให้ อัตราส่วนของ 3,6-AG ต่อ galactose ไม่เท่ากับ 1:1 ปริมาณของ 3,6-AG อาจหาได้โดยใช้วิธีของ Yaphe และ Arsenault (10)

4. ปริมาณเมธอกซิล (methoxyl content) พบว่าเอกาโรสจากสาหร่าย Gracilaria จะมีปริมาณเมธอกซิลสูงกว่าจากสาหร่าย Gelidium เอกาโรสที่มีปริมาณเมธอกซิลสูง จะมีอุณหภูมิในการเกิดเจล (gelling temperature) สูงด้วย ดังรูปที่ 2 เอกาโรสจากสาหร่าย Gelidium และ Gracilaria มีค่า gelling temperature อยู่ในช่วง 34-38^{o}C และ 40-52^{o}C ตามลำดับ



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง gelling temperature และปริมาณเมธอกซิล

5. อุณหภูมิหลอมเหลว (melting temperature) โดยปกติเอกาโรสจะมี melting temperature อยู่ในช่วง 84-96^{o}C ซึ่งสูงกว่า gelling temperature เนื่องจากเอกาโรสเป็นสารประเภท "histeresis" คือในการเปลี่ยนสถานะจาก sol ⟶ gel ⟶ sol ใช้ปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน คือในการเปลี่ยนสถานะจาก sol เป็น gel ต้องดึงความร้อนออกจนถึงจุดๆหนึ่งที่เรียกว่า gelling temperature จึงจะเกิดสถานะเจลขึ้น แต่เมื่อเปลี่ยนสถานะจาก gel เป็น sol อีกครั้ง ต้องใส่ความร้อนเข้าไปจนถึงจุดที่เรียกว่า melting temperature จึงจะเกิดสถานะ sol ได้ ความร้อนทั้ง 2 ขั้นตอนนี้ มีค่าไม่เท่ากัน

6. ความหนืด (viscosity) ความหนืดของสารละลายเอกาโรสบริสุทธิ์ (1%) ที่อุณหภูมิ 60-90^{o}C มีค่าประมาณ 10-15 centipoises

7. ความใส (gel clarity) เป็นตัวชี้บ่งถึงความบริสุทธิ์ของเอกาโรส โดยวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายเอกาโรสที่ช่วงความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร

เอกสารอ้างอิง

1. Araki, C. (1937) Acetylation of the agar-like substance of Gelidium amansii J. Chem. Soc. Japan 58 1338-1350

2. Hjerten, S. (1962) A new method for preparation of agarose for gel electrophoresis Biochem. Biophys. Acta 62 445-449

3. Egorov, A.M., A.K. Vakhabov and V.Y. Chernyak (1970) Isolation of agarose and granulation of agar and agarose gel J. Chromatog. 46 143-148

4. Allan, G.G., P.G. Johnson, Y.Z. Lai and K.V. Sarkanen (1971) A new procedure for the fractionation of agar Carbohyd. Res. 17 234-236

5. Sviridov, S.M., V.A. Birdnikov and V.N. Ivanov (1971) Isolation of agarose from agar Lab. Delo. pp. 55-57

6. Fuse, T. and F. Goto (1971) Utilization of agar X. Properties of agarose and agaropectin isolated from various mucilaginous substances of red seaweeds Agriv. Biol. Chem. 35 799-804

7. Blethen, J. (1966) Method for the separation of agaropectin from agarose U.S. Patent 3, 281,409

8. Russell, B., T.H. Mead and A. Polson (1964) A new method of preparing agarose Biochem. Biophys. Acta 86 169-174

9. Santos, G.A. and M.S. Doty (1983) Agarose from Gracilaria cylindrica 26 31-34

10. Yaphe, W. and G.P. Arsenault (1965) Improved resorcinol reagent for the determination of fructose and 3,6-anhydrogalactose in polysaccharides Anal. Biochem. 13 143-148

เอกสารประกอบการประชุมการปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล"
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะบางชนิดในวุ้นที่สกัดจากสาหร่าย

พรพิมล ม่วงไทย
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

ในปัจจุบันนี้มนุษย์เราเริ่มนำสาหร่ายมาเป็นอาหารกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นซึ่งจะเห็นได้จากอาหารบางชนิดมีสาหร่ายทะเลประกอบอยู่ด้วย หรือบริโภคในรูปสาหร่ายแห้งอัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ นอกจากตัวสาหร่ายจะสามารถนำมาบริโภคได้แล้ว ยังสามารถจะนำสาหร่ายมาสกัดเป็นวุ้น (agar) สาหร่ายหลายชนิดที่นิยมนำมาสกัดวุ้นเป็นสาหร่ายทะเลสีแดง ได้แก่ order Gelidiales. Order Gigartinales (Family Gracilariaceae) Family Philoporaceae)Order Rhodomenailes. และ Order Ceramenialesบางชนิด เป็นต้น ในแต่ละประเทศจะมีความนิยมใช้สาหร่ายที่มาสกัดวุ้นแตกต่างกัน ซึ่งประเทศไทยเรานิยมใช้สาหร่ายผมนางสกุลกราซิลลาเรีย จะพบมากในแถบทะเลสาบสงขลา บริเวณหมู่บ้านหัวเขา หมู่บ้านเกาะยอ และหมู่บ้านเขาเขียว โดยปรากฏเป็นปริมาณมากประมาณเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายเขากวาง จะเรียกว่า Gracilaria spp. เพราะชื่อทางวิทยาศาสตร์ยังไม่แน่นอน เราพบสาหร่ายเขากวางมากที่แถบชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย สาหร่ายสกุลนี้จัดเป็นสาหร่ายวุ้น วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ใช้เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ใช้ทำแคปซูลยาและเป็นยาถ่าย ใช้ทำพลาสติกหล่อฟัน ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋องใช้เป็นตัว Stabilizer ในการทำเนยและขนมปัง จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าสาหร่ายและวุ้นมีประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ดังนั้นเราจึงควรให้ความสนใจต่อความปลอดภัยของวุ้นที่จะนำไปแปรรูปต่อไป ในปี ค.ศ.1943 R.Harold Morgan ได้วิเคราะห์หาโลหะหนักในวุ้นพบว่ามีตะกั่วและสังกะสีประมาณ 2.9 และ 9.7 ppm. ตามลำดับ ต่อมา J.C Bartlet ได้ตรวจพบสารหนู ตะกั่ว สังกะสี และทองแดง ในปริมาณน้อยกว่า 0.5,1.5 – 16,15 – 480 และ 10 ppm. ตามลำดับ การวิเคราะห์หาโลหะหนักในวุ้นและในสาหร่ายถูกทำการวิจัยต่อมาเรื่อย โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น เทคนิคคัลเลอร์เมตรี, เทคนิคโพลาโรกราฟ ซึ่งปัจจุบันเทคนิคใหม่ ๆ ก็ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรเมตรี แต่เทคนิคใดที่จะนำมาใช้นั้น ก็ขึ้นกับความเหมาะสมและความพร้อมในห้องปฏิบัติการ ความถูกต้อง ความว่องไวของวิธีการ ในการวิเคราะห์โลหะหนักในวุ้นที่สกัดได้นี้เลือกวิธีการตรวจสอบที่ได้มาตรฐานของการตรวจสอบพิษของโลหะหนักในอาหารของ Food Chemical Codex

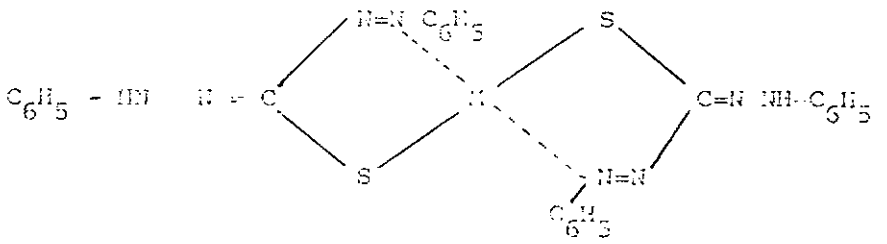
หลักการในการวิเคราะห์ตะกั่วและปรอท ซึ่งในที่นี้จะใช้วิธีไดไธโซน (dithizone method) ซึ่งใช้หลักการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างตะกั่วหรือปรอทกับไดไธโซน ดังสมการทั่วไปดังนี้

$$M^{n+} + nH_2Dz \rightleftharpoons M(HDz)_n + nH^+ \quad (1)$$

M แทน ไอออนของตะกั่วหรือบรอท

N แทน เลขออกซิเดชันของโลหะ

จากสมการจะเห็นว่าไดไธโซนสามารถจะทำปฏิกิริยากับโลหะต่าง ๆ ที่มีเลขออกซิเดชัน ได้หลายค่า กรณีที่โลหะนั้นมีสภาวะออกซิเดชันเท่ากับ + 2 จะได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีโครงสร้างดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. แสดงสูตรโครงสร้างของโลหะไดไธโซเนต

สำหรับตะกั่วเมื่อทำปฏิกิริยากับไดไธโซน ที่ pH 8-10 จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนตะกั่วไดไธโซเนต มีสีชมพู และมีความสามารถในการดูดกลืนแสงมากที่สุด λ_{max} ที่ความยาวคลื่น λ_{max} 520 นาโนเมตร ถ้าปรับ pH ของสารละลายให้เป็นกรดประมาณ pH 1-2 บรอทเท่านั้นที่จะทำปฏิกิริยากับไดไธโซน เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนบรอทไดไธโซเนตสีส้ม ซึ่งมีความสามารถในการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร เนื่องจากไดไธโซนเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับไอออนของโลหะต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง ตีบุก บิสมัท และแคดเมียม ดังนั้นถ้าในสารตัวอย่างมีไอออนของโลหะดังกล่าวข้างต้นปะปนกับไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ คือ ตะกั่วหรือบรอท ก็อาจจะส่งผลรบกวนการวิเคราะห์ตะกั่วหรือบรอทได้ ฉะนั้นในการทดลองด้วยวิธีไดไธโซน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุม pH ของสารละลายที่จะวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ไอออนของโลหะนั้น ๆ หรือในบางกรณีอาจต้องมีการเติมสารบางชนิด เช่น ซิเตรต (Citrate) เพื่อป้องกันการตกตะกอนของไฮดรอกไซด์ของโลหะหนักที่ไม่ต้องการ

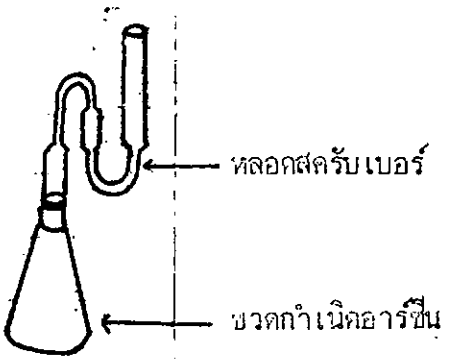
ในการวิเคราะห์อาร์เซนิก จะใช้วิธีทางกัลเวอริเมตรี เช่นกัน แต่กรณีนี้เราจะต้องเปลี่ยนอาร์เซนิก ให้อยู่ในรูปอาร์ซีน ซึ่งเป็นก๊าซด้วยสังกะสี ดังสมการที่ 2

$$\text{Inorganic As} \xrightarrow{Zn} AsH_3 \quad (2)$$

ก๊าซอาร์ซีนนี้จะทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไดเอทิลไดไธโอคาร์บาเมต ที่ละลายในพิริดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีแดงดังสมการที่ 3

$$AsH_3 + 3AgS.CSN(C_2H_5)_2 \longrightarrow As(CS_2.N(C_2H_5)_2)_3 \quad (3)$$

สารประกอบเชิงซ้อนนี้มีความสามารถในการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 540 นาโนเมตร วิธีการนี้จะต้องมีเครื่องมือทดสอบอาร์เซนิก (arsenic test apparatus) ที่ประกอบด้วยขวดกำเนิดอาร์ซีน (arsenic generator flask) และหลอดดูดซับ (scrubber tube) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงลักษณะเครื่องมือของการทดสอบอาร์เซนิก

สารตัวอย่างจะถูกบรรจุในขวดกำเนิดอาร์ซีน ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นอาร์ซีนด้วยสังกะสี อาร์ซีนที่เกิดจะทำปฏิกิริยากับสารละลายซิลเวอร์ไดเอธิลไดไธโอคาร์บาเมตในหลอดแอบซอร์บเบอร์ ให้สารประกอบเชิงซ้อนสีแดงดังกล่าว

ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะแต่ละชนิด จะต้องทำการทดลองเปรียบเทียบกับโลหะมาตรฐานทุกครั้งโดยเทียบจากแคร์ลิเบรชันกราฟ ซึ่งผลการทดลองกับรุ่นที่สกัดจากสาหร่ายโดยวิธีต่าง ๆ และสาหร่าย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกั่ว อาร์เซนิกและปรอทในสาหร่ายและรุ่นตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)		
	ตะกั่ว	อาร์เซนิก	ปรอท
1. รุ่นที่สกัดด้วยกรดซัลฟูริกเจือจาง pH 6.5	-	-	-
2. รุ่นที่สกัดด้วยกรดซัลฟูริกเจือจาง pH 6.8	-	-	-
3. รุ่นที่ทำ alkali pretreatment ด้วย 2% โซเดียมไฮดรอกไซด์	-	-	-
4. รุ่นที่ทำ alkali pretreatment ด้วย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์	-	-	-
5. รุ่นที่ทำ alkali pretreatment ด้วย 10% โซเดียมไฮดรอกไซด์	-	-	-
6. รุ่นที่ได้จากการฟอกสีสาหร่ายด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	-	-	-
7. รุ่นที่ได้จากการฟอกสีสาหร่ายด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟต	-	-	-
8. รุ่นที่ได้จากการฟอกสีสาหร่ายด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์	-	-	-
9. สาหร่ายผมนางตากแห้งจากสงขลา (ครั้งที่ 1)	1.132	-	-
10. สาหร่ายผมนางตากแห้งจากสงขลา (ครั้งที่ 2)	1.277	-	-
11. สาหร่ายผมนางตากแห้งจากสงขลา (ครั้งที่ 3)	1.282	×	×
12. สาหร่ายผมนางตากแห้งจากสงขลา (ครั้งที่ 4)	1.301	×	×
13. สาหร่ายผมนางตากแห้งจากสงขลา (ครั้งที่ 5)	1.273	×	×

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่สามารถตรวจสอบได้

× หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ เนื่องจากสาหร่ายตัวอย่างมีจำนวนน้อยมากเกินไป

จากตารางข้างต้นนี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่า วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายไม่ว่าจะด้วยขบวนการใดนั้น ไม่สามารถจะตรวจพบโลหะทั้ง 3 ชนิด แต่ในสาหร่ายผมนางตากแห้งสามารถจะตรวจพบตะกั่วในปริมาณเฉลี่ย 1.25 ppm ซึ่งตามมาตรฐานของ Food Chemical Codex กำหนดให้วุ้นนั้นมีตะกั่วได้ไม่เกิน 10 ppm และอาร์เซนิกไม่เกิน 3 ppm แต่ในสาหร่ายมิได้กำหนดไว้ซึ่งถ้าพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ของวุ้นก็พอจะสรุปว่า วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายมีความปลอดภัยจากสารพิษที่เป็นโลหะหนัก

การวิเคราะห์โลหะแต่ละชนิดเราจะเลือกวิธีตามที่ใช้เป็นมาตรฐานในการตรวจสอบสำหรับการวิเคราะห์โลหะทั้ง 3 ที่กล่าวข้างต้นได้เลือกวิธีคัลเลอริเมตรี ซึ่งให้ผลถูกต้องมาก และมีความว่องไว (sensitive) พอสมควร ซึ่งข้อสำคัญก็คือค่าเผื่อในการวิเคราะห์ไม่สูงมาก แต่ถ้าเราเลือกวิธีการที่ว่องไวมากกว่า เช่น วิธีทางอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรเมตรี ซึ่งจะให้ผลที่ถูกต้องมาก แต่ก็มีค่าเผื่อในการวิเคราะห์สูงกว่าวิธีทางคัลเลอริเมตรี ซึ่งในการวิเคราะห์โลหะบางชนิดที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ และไม่มีวิธีการอื่นใดจะวิเคราะห์ได้ เช่น โปแตสเซียม, แคลเซียม ก็จำเป็นจะต้องเลือกใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบเซอร์บชันสเปกโตรเมตรี ในการวิเคราะห์ปริมาณ

เนื่องจากโลหะอื่น ๆ ที่อาจปรากฏในวุ้นมีได้หลายชนิดเท่าที่มีรายงาน ได้แก่ อะลูมิเนียม เบเรียม บิสมัท โบรอน แคดเมียม โครเมียม โคบอลท์ ทองแดง แมกนีเซียม แมงกานีส นิกเกิล รูบิเดียม สตรอนเตรียม ทิบุก ดีเตเนียม สังกะสี เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์โลหะแต่ละชนิดจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมและยึดวิธีมาตรฐานเป็นหลัก ซึ่งจะได้มีการทดลองในระยะเวลาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ประมุข เพ็ญสุข "การศึกษาวุ้นและองค์ประกอบอย่างอื่นในสาหร่ายทะเลสกุลกราซิลาเรีย" วิทยานิพนธ์ วท.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2524, 73 หน้า อัดสำเนา

2. องอาจ ชูทอง "การศึกษาปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเลบางชนิดในอ่าวไทย" วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2522, 52 หน้า อัดสำเนา

3. Joint APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 15 th ed. Washington. 1981

4. Kolthoff. I.M. and Sandell, E.B. Quantitative Chemical Analysis. 3 rd.ed. New York: The Macmillan Company,Inc., 1937

5. Sandell.Foster.DEE and Snell. Cornelta T.Colorimetric Method of Analysis. 3 rd ed. volume II . New York. D.Van Nostrand Co.,1959

6. The Committee on Specifications. Food Chemicals Codex,of the committee on Food Protection National Research Council. Food Chemical Codex. 2 nd ed. Washington: National Academy of Sciences, 1972

เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตวัน จากสำหรับทะเล

ณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร

การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน

(Neutron Activation Analysis)

สุรีย์ แยวงโสภา

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร

บทนำ

การวิเคราะห์สารทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งซึ่งอาจได้เปรียบกว่าวิธีอื่นก็คือ การวิเคราะห์สารโดยวิธีอาบรังสี *(activation)* เพราะสามารถวิเคราะห์ปริมาณน้อยขนาด *ppm* ได้รวดเร็ว แม่นยำ และไม่ทำลายสารตัวอย่าง การวิเคราะห์โดยวิธีอาบรังสีเริ่มขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1936 โดยนักวิทยาศาสตร์ รางวัลโนเบล ชาวฮังกาเรียน จอรช์ เฮเวซี *(George Hevesy)* และ ฮิลเด เลวี *(Hilde Levi)* โดยนำอิตเตรียมบริสุทธิ์มาอาบรังสีนิวตรอนเพื่อวิเคราะห์หาธาตุติสโพรเซียมที่เจือปนอยู่ ในการวิเคราะห์โดยวิธีอาบรังสีนี้ รังสีที่ใช้อาบมี 3 ชนิดคือ โฟตอนพลังงานสูง *(energetic photons)* อนุภาคมีประจุพลังงานสูง *(energetic charged particles)* และอนุภาคนิวตรอน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการอาบด้วยนิวตรอนเท่านั้น

ทฤษฎี

เมื่อนำสารที่ต้องการวิเคราะห์มาอาบนิวตรอน จะเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างธาตุชนิดต่าง ๆ ในสารกับนิวตรอน ได้นิวเคลียส์ใหม่ *(product nucleus)* ที่เป็นกัมมันตรังสี เช่น ในสารที่ต้องการวิเคราะห์มีทองแดงอยู่จำนวนหนึ่ง ทองแดงในธรรมชาติจะมี ^{63}Cu และ ^{65}Cu ปนกันอยู่ ^{63}Cu จะทำปฏิกิริยากับนิวตรอนช้าหรือเทอร์มัลนิวตรอนได้ ^{64}Cu ส่วน ^{65}Cu ทำปฏิกิริยากับนิวตรอนได้ ^{66}Cu ปฏิกิริยาที่เกิดเป็น *(n, γ) reaction* ทั้ง ^{64}Cu และ ^{66}Cu เป็นกัมมันตรังสี เมื่อเกิดขึ้นจะอยู่ในสถานะกระตุ้นจึงคายพลังงานออกมาเพื่ออยู่ในสถานะพื้น พลังงานหรือรังสีที่คายออกมาเรียกว่า *prompt gamma rays* ในการวิเคราะห์โดยทั่วไปจะไม่วัด *prompt gamma rays* แต่จะวัดรังสีที่ได้จากการสลายตัวของนิวเคลียส์ใหม่ที่เป็นกัมมันตรังสีคือ ^{64}Cu และ ^{66}Cu ซึ่งสเปคตรัมพลังงานของรังสีแกมมา และครึ่งชีวิตเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของธาตุกัมมันตรังสีแต่ละชนิด จึงทำให้สามารถชี้บ่งได้ว่ามีธาตุใดบ้างในสารที่ต้องการวิเคราะห์

ที่กล่าวมาแล้วเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ถ้าต้องการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุ จะต้องวัดความแรงของกัมมันตรังสี *(activity)* ที่เกิดขึ้น ถ้ามี N อะตอมของธาตุ เมื่อนำไปอาบนิวตรอนเป็นเวลา t_i ความแรงของกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น

$$A_o = N\,\sigma\phi\,(1 - \ell^{-\lambda t_i}) \qquad (1)$$

เมื่อ A_o = ความแรงของกัมมันตรังสีหน่วยเป็นเบคเคลเรล

σ = ภาคตัดขวางของการเกิดปฏิกิริยา หน่วยเป็น ซม.^{2}

ϕ = ฟลักซ์นิวตรอน หน่วยเป็นนิวตรอน/ซม.^{2}-วินาที

λ = ค่าคงที่ของการสลายตัว

$= \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$ เมื่อ $T_{\frac{1}{2}}$ คือครึ่งชีวิต

A_o ในสมการ (1) เป็นความแรง ณ เวลาที่สิ้นสุดการอาบนิวตรอน ถ้าเริ่มวัดความแรงเมื่อเวลา t_d หลังการสิ้นสุดการอาบนิวตรอน และนับเป็นเวลานาน t_c ด้วยแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ E ความแรงที่วัดได้ A จะมีค่าเท่ากับ

$$A = E\,N\,\sigma\phi\,(1 - \ell^{-\lambda t_i})\,\ell^{-\lambda t_d}\,(1 - \ell^{-\lambda t_c}) \qquad (2)$$

ในกรณีที่ธาตุที่วิเคราะห์มีหลายไอโซโทป และกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น เกิดจากปฏิกิริยาของไอโซโทปเดียว จะต้องคูณสมการ (2) ด้วยสัดส่วนของปริมาณไอโซโทปนั้น *(fractional isotopic abundance)* จึงจะได้ค่า A ที่ถูกต้อง

นอกจากนี้ยังต้องแก้เกี่ยวกับ *gamma intensity* อีกด้วย ดังนั้นสมการ (2) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$A = g\, a\, E\, N\, \sigma\, \phi\, (1 - \ell^{-\lambda t_i})\, \ell^{-\lambda t_d}\, (1 - \ell^{-\lambda t_c}) \qquad (3)$$

เมื่อ g = *gamma intensity*

a = *isotopic abundance*

จากสมการ (3) สามารถหาจำนวนอะตอมของธาตุ *(N)* ได้ แล้วนำไปคำนวณหาน้ำหนักของธาตุ *(W)* ได้จากความสัมพันธ์

$$W = \frac{N}{N_A} A$$

เมื่อ A = *atomic weight*

N_A = *Avogadro's number*

จะเห็นว่าปริมาณของธาตุที่คำนวณได้จะถูกต้องแม่นยำเพียงใด ขึ้นอยู่ว่าค่าต่าง ๆ เช่น σ, ϕ ฯลฯ ในสมการ (3) ที่นำมาใช้ในการคำนวณมีความถูกต้องแค่ไหน เพื่อตัดปัญหาเหล่านี้ ในทางปฏิบัตินิยมใช้วิธีเปรียบเทียบ *(comparative method)* คือการนำสารมาตรฐานและสารตัวอย่างมาอาบนิวตรอนพร้อมกันแล้ววัดความแรงเปรียบเทียบกัน ซึ่งทำให้ไม่จำเป็นจะต้องทราบค่าต่าง ๆ เนื่องจากตัดกันหมดไป และคำนวณหาน้ำหนักของธาตุได้จากสมการ

$$\frac{A\ (\text{ตัวอย่าง})}{A\ (\text{มาตรฐาน})} = \frac{W\ (\text{ตัวอย่าง})}{W\ (\text{มาตรฐาน})} \qquad (4)$$

ในการวิเคราะห์โดยวิธีเปรียบเทียบ เนื่องจากไม่สามารถวัดสารตัวอย่างและสารมาตรฐานในเวลาเดียวกัน จะต้องแก้ความแรงที่วัดได้ให้อยู่ ณ เวลาเดียวกัน

<u>อุปกรณ์</u>

อุปกรณ์พื้นฐานในการวิเคราะห์โดยการอาบนิวตรอนมี 2 อย่างคือ ต้นกำเนิดนิวตรอน และแกมมาสเปกโตรมิเตอร์

ต้นกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ได้แก่ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ซึ่งให้เทอร์มัลนิวตรอนที่มีฟลักซ์สูง โดยทั่วไปเป็นเครื่องปฏิกรณ์แบบสระน้ำ *(pool type)* ซึ่งมีฟลักซ์เทอร์มัลนิวตรอนประมาณ 10^{12} นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที สำหรับปฏิกรณ์ขนาด 100 กิโลวัตต์ ทำให้การวิเคราะห์มี *sensitivity* สูง แต่เป็นอุกรณ์ที่มีราคาแพง ต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีราคาถูกกว่าคือ *neutron generator* ซึ่งให้ฟลักซ์นิวตรอนเร็ว *(fast neutron flux)* ประมาณ 10^{10}-10^{11} นิวตรอนต่อวินาที ดังนั้น *sensitivity* จะต่ำกว่า อย่างไรก็ตามต้นกำเนิดนิวตรอนทั้งสองแบบก็มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์ต่างกัน ธาตุบางชนิดไม่เกิดปฏิกิริยากับเทอร์มัลนิวตรอน หรือเกิดแต่น้อยมาก และเกิดปฏิกิริยากับนิวตรอนเร็วมากกว่า ดังนั้นในการวิเคราะห์ก็จะอาบนิวตรอนเร็วจาก *neutron gererator* ถึงแม้ว่าปฏิกรณ์นิวเคลียร์จะมีทั้งเทอร์มัลนิวตรอนและนิวตรอนเร็ว แต่ *neutron gernerator* เหมาะสมกว่าเพราะให้นิวตรอนเร็วที่ *monoenergetic* ปฏิกรณ์นิวเคลียร์เหมาะสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ที่ต้องการอาบเทอร์มัลนิวตรอน

แกมมาสเปกโตรมิเตอร์ใช้วัดรังสีแกมมาจากการสลายตัวของไอโซโทปรังสีหลังการอาบนิวตรอน ประกอบด้วยหัววัดรังสี, *high voltage supply, preamplifier, linear amplifier* และ *multichannel pulse height analyzer* หัววัดรังสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้แก่ หัววัด *Na I (Tl)* และหัววัด *Ge (Li)* หัววัด *Na I (Tl)* ราคาถูก *resolution* ปานกลาง ประสิทธิภาพในการวัดสูง ส่วนหัววัด *Ge (Li)* ราคาแพง *resolution* สูง ประสิทธิภาพในการวัดต่ำกว่า ในการวัดสเปกตรัมพลังงานที่ยุ่งยาก จำเป็นต้องใช้หัววัด *Ge (Li)* เพราะมี *resolution* สูง สามารถแยก *peak* ออกได้ ทำให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น

สรุป

ปัจจุบันการวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอนแพร่หลายมาก เพราะสามารถวัดธาตุปริมาณน้อย *(trace elements)* ได้ผลแม่นยำ ใช้เวลาน้อย และไม่ต้องทำลายสารตัวอย่าง การที่มีทั้งปฏิกรณ์นิวเคลียร์และ *neutron gererator* ทำให้สามารถวิเคราะห์ธาตุได้มากชนิดขึ้น โดยเฉพาะธาตุเบาซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีอื่นได้ยาก ข้อเสียเปรียบก็คืออุปกรณ์ที่จำเป็นมีราคาแพง นอกจากนี้การวิเคราะห์ต้องอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร์ ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่ได้ธาตุที่เป็นกัมมันตรังสีก็ไม่สามารถวิเคราะห์ธาตุนั้นได้ หรือเป็นกัมมันตรังสีแต่ครึ่งอายุสั้นมากก็วิเคราะห์ได้ยากเช่นกัน ปัญหาอีกประการหนึ่งของการวิเคราะห์ ประเภทนี้คือ การวิเคราะห์สเปกตรัมพลังงานของแกมมาที่วัดได้ซึ่งไม่ได้กล่าวรายละเอียดไว้ในที่นี้ ตามปกติสารที่ต้องการวิเคราะห์จะประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ หลายธาตุเมื่ออาบนิวตรอนแล้วจะได้ไอโซโทปกัมมันตรังสีหลายชนิดซึ่งให้สเปกตรัมเฉพาะตัว เมื่อวัดสเปตรัมรวมออกมาจะต้องนำมาวิเคราะห์แยกออก ถ้าสเปกตรัมยุ่งยากซับซ้อนมี *peak* มากก็วิเคราะห์ได้ยาก อย่างไรก็ตามการวัดสเปกตรัมด้วยแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ที่มีคุณภาพสูงช่วยให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้นและถูกต้องยิ่งขึ้น

Reference

1. *"Elemental Analysis of Biological Materials" Technical Report Series No. 197, IAEA, Vienna, 1980.*
2. *Lenihan, J.M.A., Thomson, S.J. and Guinn, V.P. (eds) (1972) "Advances in Activation Analysis" Vol. 2, Academic Press, London and New York*
3. *Nargolwalla, Sam S, and Przybylowicz, Edwin P. (1973) "Activation Analysis with Neutron Geuerator", John Wiley & Sons, New York / London / Sydney / Toronto.*

ผลงานวิจัยพัฒนาในโครงการแปรรูปสาหร่ายซึ่งได้เผยแพร่แล้ว

ผลงานวิจัยสาหร่ายที่ตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว

(เริ่ม ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529)

1. การสกัดวุ้นจากสาหร่ายผมนาง (Extraction of Agar from Gracilaria spp)
2. การฟอกสีวุ้น (Decolorization of Agar)
3. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะตะกั่ว อาร์เซนิก และปรอทในสาหร่ายผมนาง และในวุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายผมนาง (Analysis of Lead, Asenic and Mercury in Gracilaria spp and Its Extracted Agar)

ผลงานวิจัยที่กำลังเสนอใน วทท. 12

(เริ่ม เมษายน 2529 - สิงหาคม 2529)

1. การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ (The Extraction of Agar from Gracilaria spp for Orchid Cultivation)
2. การศึกษาสภาพเหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลจากฝั่งตะวันออกของประเทศไทย (The Suitable Conditions for Extraction of the Agar From Gracilaria spp From East Coast of Thailand)
3. เปรียบเทียบเทคนิคการกำจัดซัลเฟตจากวุ้นโดยการให้ด่างทำปฏิกิริยากับสาหร่าย และการให้ด่างทำปฏิกิริยากับวุ้นโดยตรง (Comparative Study Between Alkali Treatment of Seaweeds and on Mucilaginous Extract)
4. ความสามารถในการละลายของโพลีแซคคาไรด์ผสมที่สกัดได้จากสาหร่ายให้วุ้น (The Dissolubility of the Mixture of Polysaccharides Extracted from Some Agarophytes)
5. การสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Graoilaria spp) ในประเทศไทย (Extraction of Agarose from Gracilaria spp in Thailand)

ผลงานที่กำลังส่งไปเสนอใน 4th FAOB Congress (Federation of Asian and Oceanian Biochemists) ณ ประเทศสิงคโปร์ระหว่าง 30 พฤศจิกายน ถึง 5 ธันวาคม 2529

1. Effect of Alkali Treatment of Yield and Gel Strength of Agar from Gracilaria spp in Thailand.

บทคัดย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับพร้อมสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด มายัง รศ. ดร. ภิญโญ พานิชพันธ์ ภาควิชาชีว เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม ๖ กท. ๑๐๔๐๐ (หมดเขต ๔ สิงหาคม ๒๕๒๙)

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ ธนู อุดมพันธ์

☒ นาย ☐ น.ส. ☐ นาง ☐ ดร. ☐ อ. ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โทร.

สาขาวิชา :
☐ กายภาพ ☒ เกษตร
☐ ชีวภาพ ☐ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

THE EXTRACTION OF AGAR FROM GRACILARIA SPP. FOR ORCHID CULTIVATION

Thanoo Udomphan, Udomchai Chinadit and Suwalee Chandrkrachang
Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakarinvirot University, Sukumvit 23, Bangkok 10110

In this study, the sulfate content in the seaweeds are removed by heating the seaweed with 2-5% sodium hydroxide . Then the extraction was carried on at pH about 6.5. After the extracted agar was cleaned, then, it was added the nutrient formular Vacine and Went for cultivation the young orchid plants in comparing with the commercial agar. The measurements of the increasing weight were done in several periods of time as shown in Fig. 1. It was found that this extracted agar could be used as a medium for orchid cultivation.

การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้

ธนู อุดมพันธ์, อุดมชัย จินะดิษฐ์ และสุวลี จันทร์กระจ่าง
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 กรุงเทพ 10110

ได้ศึกษาการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล (ผมนาง) โดยการต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2-5% เพื่อเป็นการกำจัดหมู่ซัลเฟตก่อนการสกัด ที่ pH ประมาณ 6.5-7 เมื่อนำวุ้นที่สกัดได้มาทำความสะอาดแล้วจึงนำไปผสมอาหารสูตรของวาชีนและเวนท์ เพื่อใช้ปลูกต้นกล้วยไม้ออน ซึ่งเพาะออกจากเมล็ดโดยเปรียบเทียบกับการปลูกกล้วยไม้ที่ใช้วุ้นจากห้องตลาด ได้ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของต้นกล้วยไม้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ดังมาตามผลที่แสดงไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งพบว่าวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายผมนางนี้สามารถใช้เป็นตัวกลางในการปลูกกล้วยไม้ได้

รายงานวิจัยย่อสำหรับโปสเตอร์

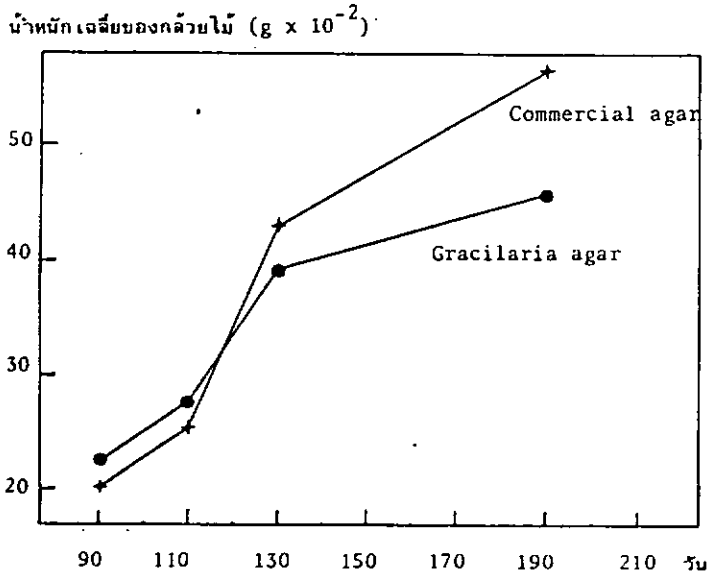
ส่งต้นฉบับและสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด พร้อมบทคัดย่อ แบบที่ ๒ (หน้า ๑) (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๙)

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้

ตารางที่ 1 แสดงค่า percentage yield ของวุ้นและค่าความแข็ง (gel strength) เป็น g. cm^{-2} ที่สกัดได้จากสาหร่ายผมนาง โดยการกำจัดหมู่ซัลเฟตด้วย NaOH ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

% NaOH	Yield, %	Gel Strength
2	35	281
3	29	327
4	30	384
5	22	457

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันของกล้วยไม้ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้วุ้นที่สกัดเปรียบเทียบกับวุ้นจากท้องตลาด แสดงให้เห็นในรูปที่ 1



ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ. สมภพ อินทสุวรรณ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา ที่ได้อนุเคราะห์ตัวอย่างสาหร่ายจากแปลงเพาะเลี้ยงสำหรับงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณ รศ. สมร บุศดีมาระ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ที่ได้อนุเคราะห์เครื่องวัดความแข็งของวุ้น

References

1. Santos, G.A. and Doty, M.S. (1983) Aquatic Botany 16, 385-389.
2. สมศักดิ์ สหพันธุ์พงศ์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2516

บทคัดย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับพร้อมสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด มายัง รศ. ดร. ภิญโญ พานิชพันธ์ ภาควิชาชีว เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม ๖ กท. ๑๐๔๐๐ (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๔)

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ สุวลี จันทร์กระจ่าง

☐ นาย ☐ น.ส. ☒ นาง ☐ ดร. ☐ อ. ☒ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โทร.

สาขาวิชา :
☐ กายภาพ ☐ เกษตร
☐ ชีวภาพ ☒ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

THE SUITABLE CONDITIONS FOR EXTRACTION OF THE AGAR FROM GRACILARIA SPP. FROM EAST COAST OF THAILAND

Paveena Vorraruxseree, Thararat Supasiri, Udomchai Chinadit, Suwalee Chandrkrachang and G.A. Santos*

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakarinwirot University, Sukunvit 23, Bangkok 10110, Thailand and *University of Hawaii, USA

The purpose of the study.is to find the appropriate condition for agar extraction from Gracilaria spp. in Thailand. The variations of some factors were treated in the process of extraction viz. the concentration of sodium hydroxide treatment, the proportion of water and the time of extraction (Fig. 1-4). The suitable condition was 2-3% sodium hydroxide treatment in 2 hour-extraction. The Infrared spectra of the extracted agar in comparing with the standard agarose and other commercial agar were shown in Fig. 5.

ศึกษาสภาพเหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลจากฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย

ปวีณา วรรักษ์เสรี, ธารารัตน์ ศุภศิริ, อุดมชัย จินะดิษฐ์, สุวลี จันทร์กระจ่าง และ จี เอ.ซานโตส*

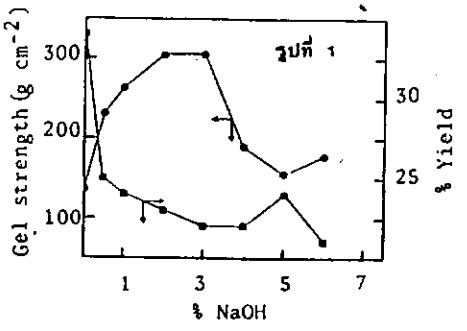
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 กรุงเทพ 10110 และ *มหาวิทยาลัยฮาวาย สหรัฐอเมริกา

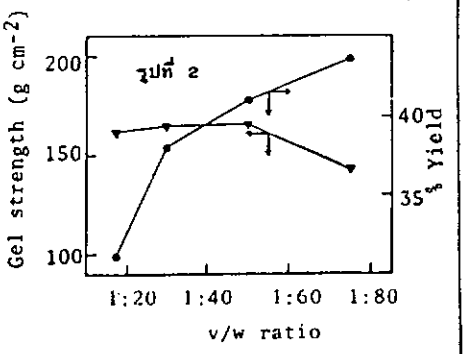
ได้ศึกษาหาสภาพที่เหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล โดยทดลองแฟคเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพของวุ้น อาทิเช่น ความเข้มข้นของด่างที่ใช้ ปริมาณน้ำ และเวลาที่ใช้ในการสกัด ซึ่งได้ผลตามที่แสดงในรูปที่ 1-4 พอสรุปได้ว่า สภาพที่ควรใช้คือ การต้มสาหร่ายกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ประมาณ 2-3% และใช้เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง ได้นำวุ้นที่สกัดได้มาตรวจสอบ IR-Spectrum เทียบกับ Agarose และวุ้นจากท้องตลาด (รูปที่ 5)

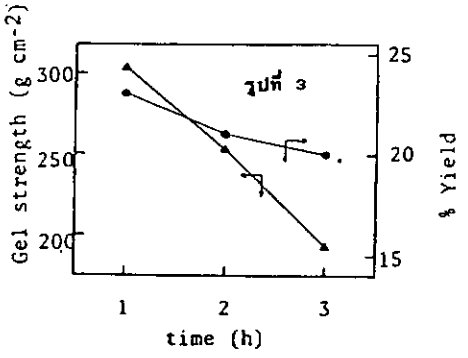
รายงานวิจัยย่อสำหรับโปสเตอร์

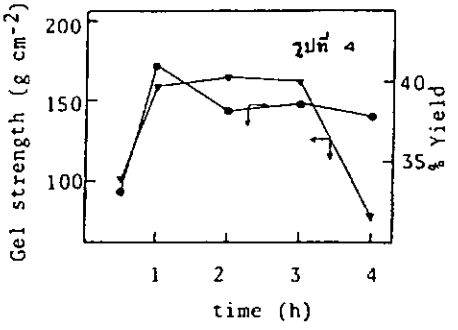
ส่งต้นฉบับและสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด พร้อมบทคัดย่อ แบบที่ ๒ (หน้า ๑) (หมดเขต ๔ สิงหาคม ๒๕๒๔)

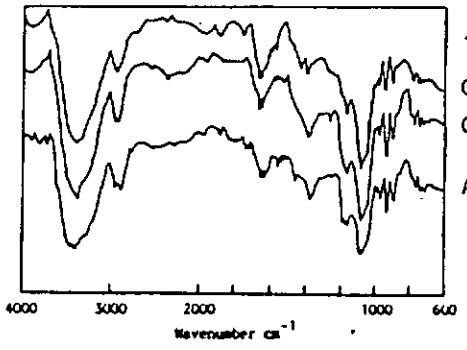
ชื่อเรื่อง (ไทย) ศึกษาสภาพเหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล จากฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย











รูปที่ 5
Gracilaria Agar (1)
Commercial Agar (2)
Agarose Sigma (3)

รูปที่ 1 แสดงผลของการทำ alkali treatments (ที่ 85°C) ที่มีต่อความแข็งและ % Yield ที่ได้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

รูปที่ 2 แสดงผลของการใช้อัตราส่วนน้ำหนักของสาหร่ายแห้ง (กรัม) ต่อปริมาตรของน้ำที่ใช้ในการสกัด (ml) ที่มีต่อความแข็งและ % Yield ของวุ้นที่ได้

รูปที่ 3 แสดงผลของการแช่สาหร่ายในด่างที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันก่อนทำการสกัดวุ้น

รูปที่ 4 แสดงผลการสกัดวุ้นโดยใช้ระยะเวลาสกัดต่าง ๆ กัน

รูปที่ 5 Infra red spectra ของวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria จากภาคตะวันออกของไทย (1) วุ้นจากห้องตลาด (2) และ Agarose Sigma (3)

References

1. Matsuhashi, T. and Hayashi, K. (1972) Agr. Biol. Chem. 36, 1543-1552.
2. Santos, G.A. and Doty, M.S. (1983) Aquatic Botany 16, 385-389.

บทคัดย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับพร้อมสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด มายัง รศ. ดร. ภิญโญ พานิชพันธ์ ภาควิชาชีว เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม ๖ กท. ๑๐๔๐๐ (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๔)

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ ปวีณา วรรักษ์เสรี

☐ นาย ☒ น.ส. ☐ นาง ☐ ดร. ☐ อ. ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โทร.

สาขาวิชา :
☐ กายภาพ ☐ เกษตร
☐ ชีวภาพ ☒ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

COMPARATIVE STUDY BETWEEN ALKALI TREATMENT ON SEAWEEDS AND ON MUCILAGINOUS EXTRACT

Paveena Vorraruxseree, Udomchai Chinadit and Suwalee Chandrkrachang
Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Sri-nakrinwirot University, Sukumvit 23, Bangkok 10110

The methods for removing the primary sulfate group from the agar were studied in two different ways, i.e. the alkali treatment on the seaweeds and the treatment on the mucilaginous extract. The methods were carried on at room temperature at various alkali concentrations and periods of time. The results show that the alkali treatment on mucilage give the better result on the gel strength and the color of agar. Our study also indicates that the low temperature alkali treatment on mucilage is more efficient than the traditional method in which the seaweeds is treated with alkali at about 85^{o}C.

เปรียบเทียบเทคนิคการกำจัดซัลเฟตจากวุ้นโดยการให้ด่างทำปฏิกิริยากับสาหราย และการให้ด่างทำปฏิกิริยากับวุ้นโดยตรง

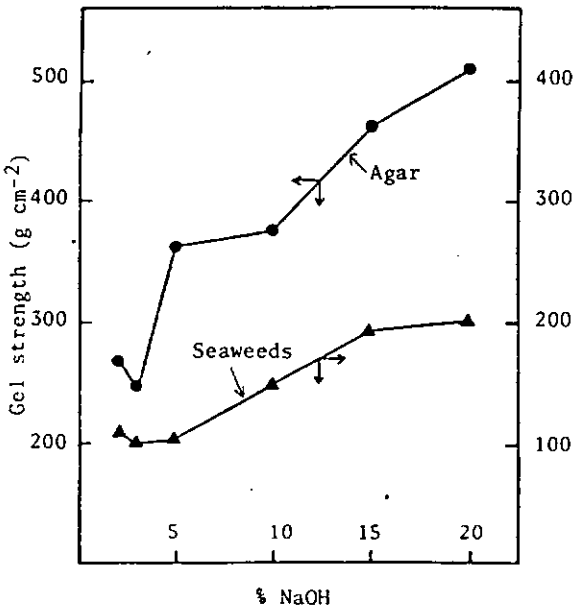
ปวีณา วรรักษ์เสรี, อุดมชัย จินะดิษฐ์ และสุวลี จันทร์กระจาง
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 กรุงเทพ 10110

ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดหมู่ซัลเฟตจากวุ้น โดยวิธีการแช่สาหรายกับสารละลาย NaOH และวิธีการแช่วุ้นในสารละลายด่างโดยตรง ที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาและความเข้มข้นของด่างต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าการนำเอาวุ้นมากำจัดซัลเฟตโดยแช่ในสารละลายด่างโดยตรง จะให้วุ้นที่มีคุณภาพดีกว่าการแช่สาหรายในด่างอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังเป็นการประหยัดพลังงานกว่าการกำจัดซัลเฟตโดยการทำปฏิกิริยาระหว่างสาหรายกับด่างที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 85-90 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมการสกัดวุ้นด้วย

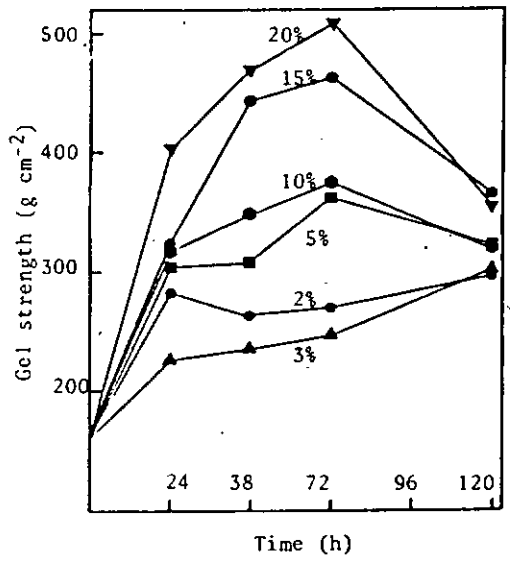
รายงานวิจัยย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับและสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด พร้อมบทคัดย่อ แบบที่ ๒ (หน้า ๑) (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๙)

ชื่อเรื่อง (ไทย) เปรียบเทียบเทคนิคการกำจัดซัลเฟทจากวุ้น โดยการให้ด่างทำปฏิกิริยากับสาหร่าย



รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างความแข็งของวุ้นที่ได้หลังจากการกำจัดหมู่ซัลเฟท โดยการแช่วุ้นกับการแช่สาหร่ายที่ความเข้มข้นของด่างต่าง ๆ กัน



รูปที่ 2 แสดงความแตกต่างของความแข็งของวุ้นที่ได้ หลังจากการนำเอาวุ้นมากำจัดซัลเฟทด้วยด่างที่ความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่ด่าง ต่าง ๆ กัน

References

1. S. Shengyao and T. Zhanxiang. J. Fisheries. of China (1982) 6(1), 51-57.
2. S. Takawa and Y. Kojima. Proc. Int. Seaweeds Symp. 7 (1972), 447-450.

บทคัดย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับพร้อมสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด มายัง รศ. ดร. ภิญโญ พานิชพันธ์ ภาควิชาชีว เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม ๖ กท. ๑๐๔๐๐ (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๔)

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ อุดมชัย จินะคิษฐ์

☐ นาย ☐ น.ส. ☐ นาง ☒ ดร. ☐ อ. ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โทร.

สาขาวิชา :

☐ กายภาพ ☐ เกษตร
☐ ชีวภาพ ☑ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

THE DISSOLUBILITY OF THE MIXTURE OF POLYSACCHARIDES EXTRACTED FROM SOME AGAROPHYTES

Udomchai Chinadit and Suwalee Chandrkrachang
Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakarinvirot University, Sukumvit 23, Bangkok 10110

The polysaccharides extracted from Agarophytes, are usually composed of neutral polysaccharides (agarose) and the ionic poorly gelling agaropectins. The higher content of neutral part, the higher gel strength of the agar is revealed. The extraction for high content of the agarose can be accessed by different methods such as the preheated seaweed with alkali, the precipitation out of agarose or agaropectin by some suitable polyelectrolytes and even by chromatography.

In our study, the solubility of the extracted mucilage and the commercial agars were investigated from 50 to 70°C for 1/2 hours. The poorly gelling part seemed to be separated out which were shown in the remarkably increasing of the gel strength of the residual agar. The recovering yield of the good gelling agar were in the range of 50-95%.

ความสามารถในการละลายของโพลีแซคคาไรด์ผสมที่สกัดได้จากสาหร่ายให้วุ้น

อุดมชัย จินะคิษฐ์ และสุวลี จันทร์กระจ่าง

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 กรุงเทพ 10110

วุ้นเป็นสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายให้วุ้น มีองค์ประกอบสำคัญคือ อากาโรส ซึ่งมีโมเลกุลเป็นกลางทางไฟฟ้า และอากาโรเพคติน ซึ่งมีประจุ เป็นส่วนสำคัญในการทำให้ความแข็งของวุ้นลดลง การสกัดวุ้นให้ได้อากาโรสปริมาณสูงสามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การต้มสาหร่ายกับด่างก่อนสกัด การตกตะกอนแยกเอาอากาโรสหรืออากาโรเพคตินออกมาโดยใช้สารพวกโพลีอีเล็คโตรไลท์ ตลอดจนการใช้วิธีโครมาโตกราฟฟี

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการละลายแยกส่วนของวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายให้วุ้น และวุ้นจากห้องตลาด โดยใช้ช่วงอุณหภูมิจาก 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส ในเวลาครึ่งชั่วโมง แล้ววัดค่าความแข็งของวุ้นก่อนและหลังการละลาย แยกส่วนเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่าค่าความแข็งของวุ้นเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิ และในขณะเดียวกันปริมาณของวุ้น คุณภาพดีที่แยกออกมาได้อยู่ระหว่าง 50-95%

รายงานวิจัยย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับและต่อเนื่อง ๓ ชุด รวม ๔ ชุด พร้อมบทคัดย่อ แบบที่ ๒ (หน้า ๑) (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๙)

ชื่อเรื่อง (ไทย) ความสามารถในการละลายของโพลีแซคคาไรด์ผสมที่สกัดได้จากสาหร่ายในวุ้น

ตารางแสดงผลการทำ Fractional dissolution ของวุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ ^{o}C	A		B		C		D		E	
	%Yield	G.S.	%Yield	G.S.	%Yield	G.S.	%Yield	G.S.	%Yield	G.S.
Control	100	293	100	214	100	132	100	161	100	503
50	94	317	79	290	79	331	72	265	86	526
55	86	347	77	430	75	376	68	273	84	549
60	84	373	67	450	69	416	61	312	82	610
65	84	445	63	481	64	450	60	353	76	623
70	73	480	55	548	61	456	51	397	72	708

G.S. = Gel Strength ($g\text{-}cm^{-2}$) ของสารละลาย 1.5% ที่ $20^{o}C$

A, B, C = Gracilaria agar from East coast of Thaialnd

D = Difco Bacto Agar

E = Commercial Agar from market

References

1. Yaphe, W. Chemistry of Agar and Carrageenans Hydrobiologia 116/117, 171-186 (1984)

2. Duckworth, M. and Yaphe, W. (1971). Anal. Biochem. 44, 636-641.

บทคัดย่อสำหรับโปสเตอร์

ส่งต้นฉบับพร้อมสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด มายัง รศ. ดร. ภิญโญ พานิชพันธ์ ภาควิชาชีว เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม ๖ กท. ๑๐๔๐๐ (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๙)

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ สมนึก รุ่งเรืองชัช

■ นาย ☐ น.ส. ☐ นาง ☐ ดร. ☐ อ. ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โทร.

สาขาวิชา :

☐ กายภาพ ☐ เกษตร
☐ ชีวภาพ ■ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

EXTRACTION OF AGAROSE FROM GRACILARIA SPP. IN THAILAND

Somnuk Rungruengtuch, Sombat Netsuwan and Thararat Supasiri
Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakarinvirot University, Sukumvit 23, Bangkok 10110

Agarose is a well-defined neutral polysaccharide which its primary structure has been determined. It is found to have the repeating unit of β-D-galactose and 3,6-anhydro-α-L-galactose. Because of the nonionic character of agarose, it is used as a suitable medium for electrophoresis, chromatography and immunology which are the important biomedical methods in clinical diagnosis.

Since there has been no reports on suitable isolation of agarose from seaweed in Thailand and the agarose is also one of the imported goods, therefore, the present investigation was undertaken in order to extract the agarose from Gracilaria spp. grown in Thailand and see some of its physical properties. The agarose extracted in our laboratory was used as a medium in electrophoresis with satisfied result.

การสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria Spp.) ในประเทศไทย

สมนึก รุ่งเรืองธัช, สมบัติ เนตรสุวรรณ และ ธารารัตน์ ศุภศิริ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23 กรุงเทพ 10110

เอกาโรส เป็นโพลีแซกคาไรด์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยโมเลกุลของ β-D-galactose สลับกับ 3,6-anhydro-α-L-galactose จากการที่เอกาโรสไม่มีคุณสมบัติเป็นสารพวกไอออนิก จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวกำจุนในการทำอิเล็คโตรโฟรีซิส โครมาโตกราฟี และอิมมิวโนโลยี ซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยวิเคราะห์โรคต่าง ๆ ในทางการแพทย์ได้

เนื่องจากประเทศไทยยังต้องซื้อเอกาโรสจากต่างประเทศมาใช้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria Spp.) ในประเทศไทย และได้ทดลองใช้เป็นตัวกำจุนในการแยกดีเอ็นเอ โดยวิธีอิเล็คโตรโฟรีซิส และในขั้นต้นนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเอกาโรสที่สกัดได้เรียบร้อยแล้ว

รายงานวิจัยย่อสำหรับโปสเตอร์

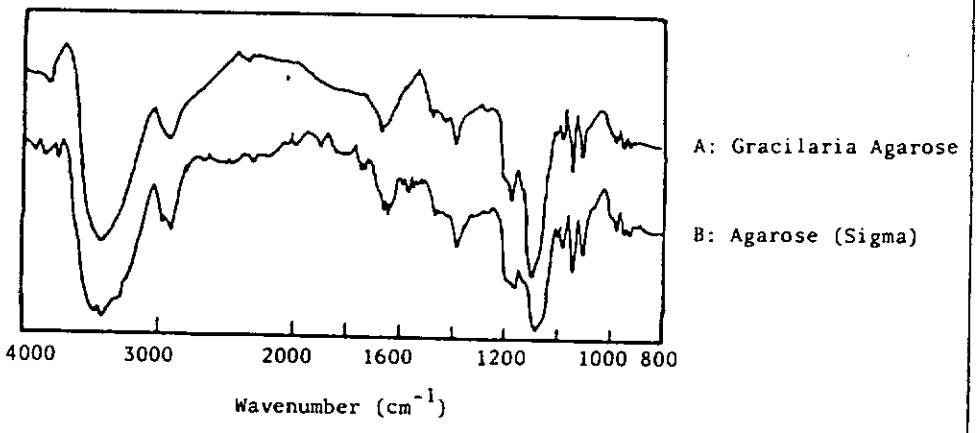
ส่งต้นฉบับและสำเนา ๓ ชุด รวม ๔ ชุด พร้อมบทคัดย่อ แบบที่ ๒ (หน้า ๑) (หมดเขต ๘ สิงหาคม ๒๕๒๔)

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria spp.) ในประเทศไทย

ได้ทำการสกัดเอกาโรสตามวิธีของ Santos และ Doty (1) โดยใช้ความเข้มข้นและปริมาณของ benzothonium chloride ดังตารางที่ ๑ พบว่า % yield และคุณสมบัติทางกายภาพของเอกาโรสที่สกัดได้ไม่ต่างกันมาก นอกจากนี้ IR spectrum ยังเหมือนกับของเอกาโรสจาก Sigma ด้วย ดังแสดงในรูปที่ ๑

ตารางที่ ๑ สมบัติทางกายภาพของเอกาโรสที่สกัดได้

Sample no.	benzothonium chloride used		Yield (%)	gel strength ($gm\ cm^{-2}$)	melting temp(^{o}C)	gelling temp(^{o}C)
	conc (%)	volume (ml)				
1	5	200	11.8	612	32	94
2	5	400	12.0	580	33	94
3	10	200	12.3	604	32	93



รูปที่ ๑ IR spectra ของ (A) เอกาโรสที่สกัดได้จาก Gracilaria spp. และ (B) เอกาโรส (Sigma)

References

1. Santos, G.A. and Doty, M.S. (1983) Botanica Marina 26, 31-34
2. Fuse, T. and Goto, F. (1971) Agric. Biol. Chem. 35, 799-804.
3. Guiseley, K.B. (1970) Carbohyd. Res. 13, 247-256.

EFFECT OF ALKALI-TREATMENT ON YIELD AND GEL-STRENGTH OF AGAR FROM GRACILARIA SPP. IN THAILAND

P. Vooraruxseree, U. Chinadit, T. Supasiri and S. Chandrkrachang
Polysaccharide Research Laboratory, Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Bangkok 10110, Thailand

The agars consist of two components, a neutral polymer agarose and a poorly gelling agaropectin. Agarose was shown to consist of (1-4)-linked 3,6-anhydro-α-L-galactose alternating with (1-3)-linked β-D-galactose forming the repeating unit of disaccharide neoagarobiose. Agaropectin has the same repeating units as agarose but some of the 3.6-anhydro-α-L-galactose are replaced by L-galactose sulfate (1). Previous reports have shown that preheating of Gracilaria spp. with alkali converts 6-O-sulfate-L-galactose residues to 3,6-anhydro-L-galactose, forming agarose molecules with a more regular structure and having a higher gelling ability (2). In this report, we would like to present the properties of mucilaginous polysaccharide which has been treated with alkali at room temperature for various times.

Various concentrations of sodium hydroxide (from 2-20%) were used to treat the extracted agar (3) for 1-5 days. Fig. 1 shows that the gel strength of the alkali-treated agar tends to increase with increasing sodium hydroxide concentration and/or period of alkali treatment. At the same time, the percentage yield was in the range of 40-70% as shown in Table 1. These results will enable us to choose suitable conditions of alkali treatment for improving the quality of the agar for the extraction of the agarose to be used as a medium for electrophoresis.

Table 1 The percentage yields of agar after treatment with NaOH at various concentrations and times

% NaOH (w/v)	% Yield of agar			
	24 h	48 h	72 h	120 h
2	72	72	70	70
3	76	70	74	66
5	68	70	70	66
10	70	74	64	64
15	68	74	60	64
20	70	78	72	44

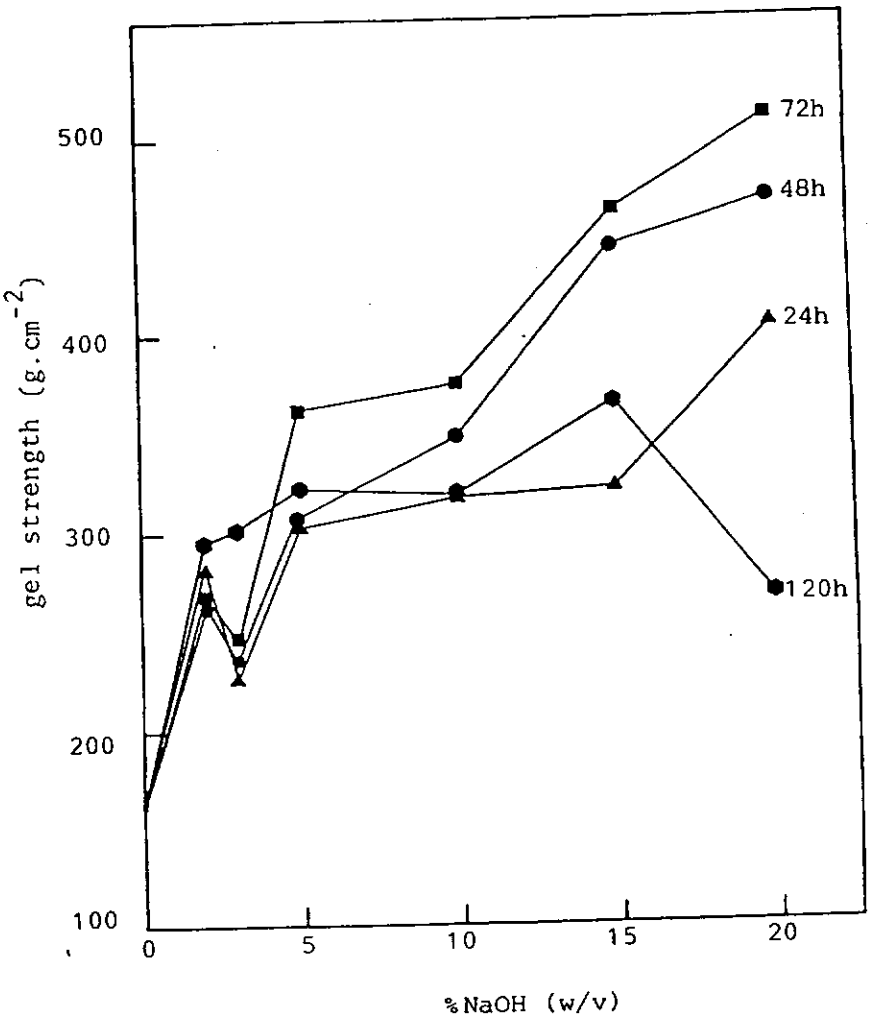


Fig 1 The gel strength of agar after treatment with NaOH at various concentrations and times.

REFERENCES

(1) Yaphe, W. (1984) Hydrobiologia 116/117, 171-186
(2) Santos, G.A. and Doty, M.S. (1983) Aquatic Botany, 16, 385-389
(3) Matsuhashi, T. and Hayashi, K. (1972) Agr. Biol. Chem. 36, 1543-1552

แจ้งผลการใช้ตัวอย่างวุ้น (No.SUCOOM1)

งานที่ใช้ ○ บริโภค ○ เลี้ยงกล้วยไม้
✓ เลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ○ เลี้ยงจุลินทรีย์
○ electrophoresis ○ อื่น ๆ .....

ผลการทดลอง ทดลองเปรียบเทียบ Murashige & skoog และ woody plant Media
ความแข็งของวุ้นที่ใช้เป็นที่เหมาะสม ตามหลักการเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะ MS ที่ใช้เป็นอาหารสูตร
และ WPM ทดลองเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะ วุ้นที่ใช้ควรจะมีเนื้อสัมผัสเป็นผงมากกว่านี้ จะทำให้ทดลองได้ง่ายขึ้น

ลงชื่อ.....
หน่วยงานที่ใช้ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร
โครงการวิจัยพืชสวน สวนจตุจักร

แจ้งผลการใช้ตัวอย่างวุ้น (No.SUCCOM0) SUCCOM1

งานที่ใช้ ○ บริโภค ○ เลี้ยงกล้วยไม้
○ เลี้ยงเนื้อเยื่อ ○ เลี้ยงจุลินทรีย์
○ electrophoresis ✓ อื่น ๆ วิจัยการผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล

ผลการทดลอง 1. วัดค่า gel strength ของวุ้นตัวอย่าง Code HAI 0007 @ 3.14% = 453 Bloom
Code GSN (SUCOOM0) 6.3% = 153

ข้อเสนอแนะ
(1) เพื่อจะได้ทราบว่าวุ้นของเราไม่ว่าจากการทำ preparation หรือ ต้มสกัด
ผลเป็นอย่างไร ถึงจะทดลองต่อในระดับที่ใหญ่ขึ้น → Pilot scale
(2) ถ้าจะดูผลต่อเนื่องในรูปการผลิต Pilot scale ลงชื่อ.....
ควร, ควร ปรับสภาพเครื่องมือให้เหมาะสม หน่วยงานที่ใช้ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร
(3) การวิจัยในแหล่งธรรมชาติ และนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ
ทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อวิจัยการผลิต ดูปริมาณ
เพื่อผลิตในรูปการค้า ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป
(ควร, ควร)

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง การผลิตวุ้นจากสาหร่ายทะเล

วันที่ 10-12 กันยายน 2529

ณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร

1. นางวันทนีย์ ตันวีระชัยสกุล

บริษัท ดูเม็กซ์ จำกัด เลขที่ 829/1 ถนนเจริญนคร คลองสาน โทร. 4370087-91

2. นาง อรนุช เกษประเสริฐ

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โทร. 5757574

3. นางสาว สุรัสวดี มุทธากาญจน์

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน

โทร. 2452498-9

4. นาง ศิริเพ็ญ วริเกษม

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โทร. 5791121-30 ต่อ 132

5. นาง หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บางเขน โทร. 5790548

6. นางสาว เพ็ญศิริ เพียรศิริภิญโญ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โทร. 5791121-30 ต่อ 139

7. นาย นภดล ไกรพานนท์

บริษัท บางกอกฟลาวเวอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด โทร. 4210020-5

8. นาย อุดม สิทธิภู่ประเสริฐ

คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน โทร. 5790113 ต่อ 381

9. นางสาว กรรณิกา ไชยา

บริษัท ยูเอฟเอม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด 593/29-39 สุขุมวิท 33/1 กรุงเทพ 10110

โทร. 2590620-33

10. นางสาว พรรทิพย์ สุวรรณสาครกุล

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

11. นาง สุมนา ชมวิสัย

บริษัท เฮิกซ์ ฟาร์มาซูติคัล อินดัสตรีส์ จำกัด 138 ถนนสุขสวัสดิ์ ราษฎร์บูรณะ กทม. 10140

โทร. 4626315

12. นาย สุชาติ เตชนราวงค์

สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา โทร. 311895

13. นาย พรชัย ลูทามาศ
ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา โทร. 2821850
14. นาย ลุมพล กาญจนปัญญาคม
บริษัท ยูนิแบรมดัล (ประเทศไทย) จำกัด เพลินจิตอาเขต ชั้น 5 ถนนเพลินจิต กทม. 10500 โทร. 2534148
15. นาง สมลุ่ย มัจฉาชีพ
คณะวิทยาศาสตร์ มศว. บางแสน จังหวัดชลบุรี โทร. 376060
16. นาย วโรพาส จุ่งพิวัฒน์
กองประมงน้ำกร่อย กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โทร. 5793682
17. นาง สุนีย์ วิจารณ์นิกรกิจ
กองส่งเสริมประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โทร. 2818690
18. นางสาว อรณี บุญเสริมสุวงศ์
บริษัท โฟรโมสต์ อาหารนม (กรุงเทพ) จำกัด โทร. 5730020-4 ต่อ 57
19. นาย สมภพ อินทสุวรรณ
คณะวิทยาศาสตร์ มศว. สงขลา โทร. 311885
20. นาย บรรเจิด ศิละมรรค
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โทร. 5793682
21. นาย เกรียงศักดิ์ เทพผดุงพร
บริษัท เทพผดุงพร มะพร้าว จำกัด 392/56-58 ถนนมหาราช ต. พระราชวัง กทม. 10200 โทร. 2215506
22. นางสาว ลำอางค์ ภาเวช
บริษัท เทพผดุงพร มะพร้าว จำกัด 392/56-58 ถนนมหาราช ต. พระราชวัง กทม. 10200 โทร. 2224575
23. นาย สิริบูรณ์ ฟักอุดม
สมาคมพัฒนาประชากรและชุมชน เลขที่ 8 สุขุมวิท 12 กรุงเทพ 10110 โทร. 2510402-3, 2511158
24. นาย พิสิษฐ์ เลาหวิวัฒนวงศ์ สมาคมพัฒนาประชากรและชุมชน
25. นาย มานิต ใบหาญ สมาคมพัฒนาประชากรและชุมชน
26. นาง ไพลิน นิมิตยงสกุล บริษัท ซีพีซี ประเทศไทย จำกัด โทร. 3239085-6
27. นาง ปรางเพ็ญ ธนารักษ์ อสร. บ้านโป่ง ราชบุรี
28. นางสาว นิรัชรา เต็มกุศลวงศ์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
29. นาง เวียงวิภา จารุตามระ กระทรวงอุตสาหกรรม กท. 10400
30. นางสาว สุคนธ์ เนตยานุรักษ์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน กท. 10400
31. นาย อำนวย สุขเหมือน กรมวิทยาศาสตร์บริการ กรมวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน กท. 10400
32. นาง หยกแก้ว ยามาลี สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กท. 10900