ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* กระตุ้นการเจริญของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*)

Hot water extract of *Sargassum oligocystum* enhancing growth of chinese kale (*Barssica oleracea*)

ชื่อนักศึกษา นางสาวพรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อัจฉรี เรืองเดช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(ดร. อัจฉรี เรืองเดช)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 16 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

23146

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* กระตุ้นการเจริญของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*)

Hot water extract of *Sargassum oligocystum* enhancing growth of Chinese kale (*Barssica oleracea*)

T099414

โดย

นางสาวพรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์

วพ.
พ228ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99414
วัน,เดือน,ปี.....

b 11883169
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* กระตุ้นการเจริญของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*)

Hot water extract of *Sargassum oligocystum* enhancing growth of chinese kale (*Barssica oleracea*)

สาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* ที่ล้างทำความสะอาดปริมาณ 25 กรัม สกัดกับน้ำ 500 มิลลิลิตร โดยนำสาหร่ายมาบดละเอียดก่อน นำมาต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แยกส่วนที่เป็นน้ำคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์และ มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารสกัดและ ใช้สาหร่ายทางการค้า (kelp pak) ทดสอบโดยการฉีดพ่นต้นคะน้าทางใบ ต้นคะน้าในการทดลองทำการปลูกในระบบการปลูกพืชแบบไร้ดิน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่าการใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นที่ทำให้ต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด น้ำหนัก เท่ากับ 136.80 ± 11.46 กรัม, ความสูง เท่ากับ 43.57 ± 1.7 เซนติเมตร, ความยาวใบ เท่ากับ 17.50 ± 0.69 เซนติเมตร และ จำนวนใบ เท่ากับ 9.25 ± 0.41 ใบ มากกว่ากลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. อัจฉรี เรืองเดช ที่ช่วยให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณอาจารย์ ผศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ์และ อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง ที่ให้คำปรึกษาและ แก้ไขปัญหา

ขอขอบคุณ คุณมัลลิกา มิตรน้อยและ คุณภาวรรณตรี สมบุญโตที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์, คุณนภพล เผ่ามนัสและ คุณแสง ฟักหอม ที่ช่วยให้ยืมอุปกรณ์และ เครื่องมือต่างๆ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนและ น้อง ที่ช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายขอขอบคุณพ่อแม่ที่คอยเป็นกำลังใจและ แรงผลักดันที่ทำให้มีวันนี้

นางสาวพรแก้ว ภูมิเกษมศักดิ์

เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	18
ผลการทดลองและวิจารณ์	25
สรุปและข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างที่สำรวจ, การทำงานกำจัด O_2^- และ การทำงานกำจัด ·OH	7
2	ผลของปุ๋ยน้ำสาหร่ายของ *Sargassum wightii* ต่อการพัฒนาของต้นอ่อน *Vigna sinensis*	8
3	การรอดของกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* ที่ถูกจุ่มในน้ำทะเลที่ให้อากาศใส่สารสกัดด้วยน้ำของ *Saregassum duplicatum* เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ เมื่อกระตุ้นกับ *Vibrio alginolyticus*	9
4	การรอดของกุ้งขาว *Litopenaeus vanamei* ที่ถูกฉีดกับสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่าย *Sargassum duplicatum* และ เมื่อถูกกระตุ้นกับ *Vibrio alginolyticus* หลังจาก 1 วัน	10
5	ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum polycystum* ต่อระดับโปรตีนที่ตับ และ glutathione (GSH) ในกลุ่มที่ทดลองของหนู	12
6	การยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มของ HSV-2 กับความเข้มข้นของ SP-2	14
7	การยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มของ HSV-1 กับความเข้มข้นของ SP-2a	14
8	อัตราการยับยั้งของ alginate (SVLVและSVHV) ที่แยกจาก *Sargassum vulgare* ยังหนูที่ปลูกเนื้องอก Sarcoma 180	16
9	น้ำหนักของต้นคะน้าที่ได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดต่างๆ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6	25
10	ความสูงต้นของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	27
11	ความยาวใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	28
12	จำนวนใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	30

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สูตรปุ๋ยKMITL 1	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของสาหร่าย *Sargassum* sp.	2
2	การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสาหร่าย *Sargassum* sp.	3
3	การแยก phlorotannins จากสาหร่าย *Sargassum spinulioerum* ด้วยวิธี HPLC วัดที่ความยาวคลื่นยูวี 275 นาโนเมตร	4
4	ค่าเฉลี่ย (±SE) กิจกรรมการทำลายเชื้อโรค (A) และ ประสิทธิภาพการเกิดบริเวณที่ยับยั้งการเกิดโรค (B) ของ *Litopenaeus vannamei* ที่ถูกฉีดกับสารสกัดด้วยน้ำร้อนของ *Sargassum duplicatum* ที่ 2, 6,10และ 20 ไมโครกรัมต่อกรัม, กุ้งที่ถูกฉีดกับสารละลายน้ำเกลือ และ กุ้งกลุ่มควบคุม แต่ละกราฟแท่งที่ค่าเฉลี่ยจากกุ้ง 8 ตัวกับ ค่า standard error ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$	11
5	การกระตุ้นการเจริญของประสาทของ sargachromenol (A) เซลล์ PC12D รักษากับ หรือไม่รักษากับ sacgachromenol 30 ไมโครโมล ที่ความเข้มข้นของ NGF เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (B) เซลล์ PC12D รักษากับความเข้มข้นของ sargachromenol 10 นาโมกรัมต่อมิลลิลิตร NGF เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แต่ละจุดแสดงค่าเฉลี่ย ± S.D. (n=4) จากซ้ำที่ทดลอง การแตกแขนงประสาทมีเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ดีต่อกลุ่มควบคุม (50 นาโมกรัมต่อมิลลิลิตร NGF, 100 เปอร์เซ็นต์) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุม NGF อย่างเดียว $^{*}p<0.0$, $^{**}p<0.01$	17
6	ก. ลักษณะของกล่องโฟมที่เจาะช่องทางด้านกว้างและ การเสียบท่อ 3 ท่อที่กล่องโฟม ข. การจับพลาสติกให้เป็นของเพื่อให้น้ำขังอยู่ด้านบนในระดับที่สูงพอประมาณ ค. ลักษณะฝากล่องที่เจาะช่องบนฝาและ กล่องที่ใช้ในการคะน้าในระบบการปลูกแบบไร้ดิน	20
7	ลักษณะของสาหร่าย *Sargassum oilgocystum*	21
8	ก. ปลูกคะน้าในฟองน้ำ ข. เมื่อปลูกเสร็จเอาผ้าปิดเพื่อควบคุมความชื้น	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
9	กล้าคะน้าที่ได้นำออกมารับแสง	23
10	กล้าคะน้าที่เลี้ยงในแบบไร้ดินและ ลักษณะการวางกล้าคะน้า	23
11	น้ำหนักของต้นคะน้าที่ได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดต่างๆ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6	26
12	ความสูงต้นของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	27
13	ความยาวใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	29
14	จำนวนใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ	30

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การจับพลาสติกที่ห่อโฟมให้เป็นขอบเพื่อกักน้ำเอาไว้	34
2	การเก็บเมล็ดคะน้าในที่มืด 3-4 วัน รองอก	35
3	ลักษณะการวางกล่องบนชั้น	35
4	ลักษณะของต้นคะน้าเมื่อเริ่มการฉีดพ่นทางใบ	36
5	ต้นคะน้าที่เริ่มทดลอง ก. ควบคุม ข. สาหร่ายทางการค้า (kelp pak) ค. สาหร่ายสกัด 50 เปอร์เซ็นต์ ง. สาหร่ายสกัด 75 เปอร์เซ็นต์ จ. สาหร่ายสกัด 100 เปอร์เซ็นต์	37
6	ต้นคะน้าที่เสร็จทดลอง ก. ควบคุม ข. สาหร่ายทางการค้า (kelp pak) ค. สาหร่ายสกัด 50 เปอร์เซ็นต์ ง. สาหร่ายสกัด 75 เปอร์เซ็นต์ จ. สาหร่ายสกัด 100 เปอร์เซ็นต์	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

สาหร่าย *Sargassum* sp. เป็นสาหร่ายสีน้ำตาล มีชื่อไทยว่า สาหร่ายใบ หรือ สาหร่ายทุ่น พบในบริเวณเขตร้อนและเขตอบอุ่นตามบริเวณแนวปะการัง และก้อนหินบริเวณระดับน้ำขึ้นน้ำลง หรือบริเวณต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุดในบริเวณที่น้ำใส ลักษณะของลำต้นตั้งตรง บางชนิดแตกเป็นพุ่ม ใบมีจักแหลม แกนใบมีถุงลมช่วยพยุงให้ลอยตัวในน้ำ มีการสืบพันธุ์ที่แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

สาหร่าย *Sargassum* sp. มีการใช้ประโยชน์จากสาหร่าย เช่น นำมาเป็นอาหารสัตว์, ทำปุ๋ยธรรมชาติ, อาหารมนุษย์เพื่อการบริโภค, แหล่งของ phycocolloids เช่น วุ้น, alginic acid และคาร์ราจีแนน , การป้องกันโรคในสัตว์ และนำมาผลิตเป็นส่วนผสมของยา เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้เป็นปุ๋ยน้ำสาหร่าย สกัดให้อยู่ในรูปของเหลวโดยนำฉีดพ่นในพืชหลายชนิด เพราะสารที่สกัดได้มีฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (IAAและIBA), ไซโตไคนิน, แร่ธาตุ, วิตามินและ กรดอะมิโน เป็นต้น มีการนำมาใช้กับเมล็ดหรือ ดิน มีการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช จึงนิยมนำสาหร่าย *Sargassum* sp. มาทำเป็นปุ๋ย ไม่เพียงมีไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและ โปแตสเซียมคาร์บอเนต แต่ยังมีแร่ธาตุที่พืชต้องการ ได้มีการรายงาน ถึงการนำสาหร่าย *Sargassum wightii* มาทดสอบกับต้น *Vigna sinensis* แต่ยังไม่การนำสาหร่าย*Sargassum* sp. ที่พบในประเทศไทยมาทดสอบ ดังนั้นจึงได้นำสาหร่าย *Sargassum* oilgocystum ที่พบในประเทศไทยมาทดสอบเพื่อหาว่าสาหร่ายจะมีสารเร่งการเจริญของพืชผ่านทางใบได้หรือไม่จึงเลือกต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) เป็นพืชทดสอบเนื่องจากเป็นพืชที่ใช้เวลาในการเจริญเติบโตสั้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oilgocystum* ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

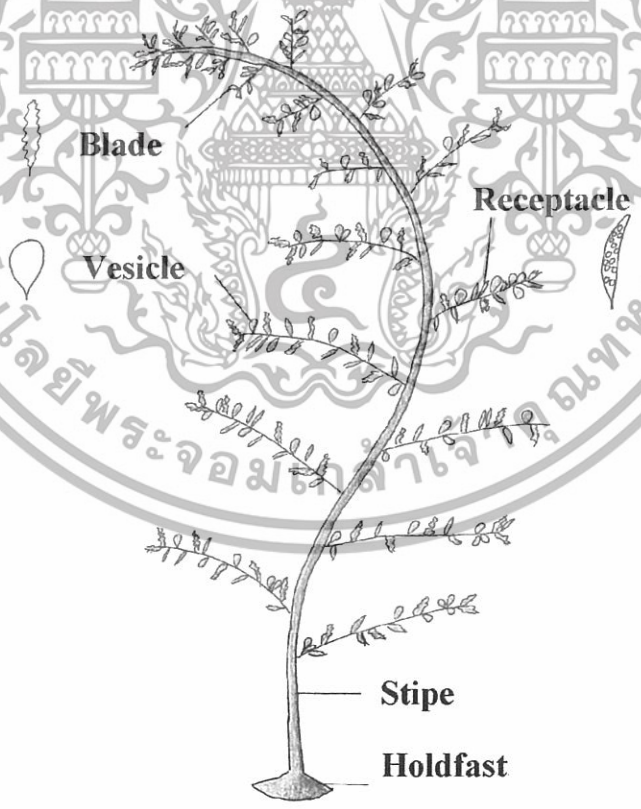
1. ลดการซื้อสาหร่ายทางการค้า (kelp pak) ที่มีราคาแพง
2. สามารถผลิตปุ๋ยจากสาหร่ายที่พบในประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะของสาหร่าย *Sargassum* sp.

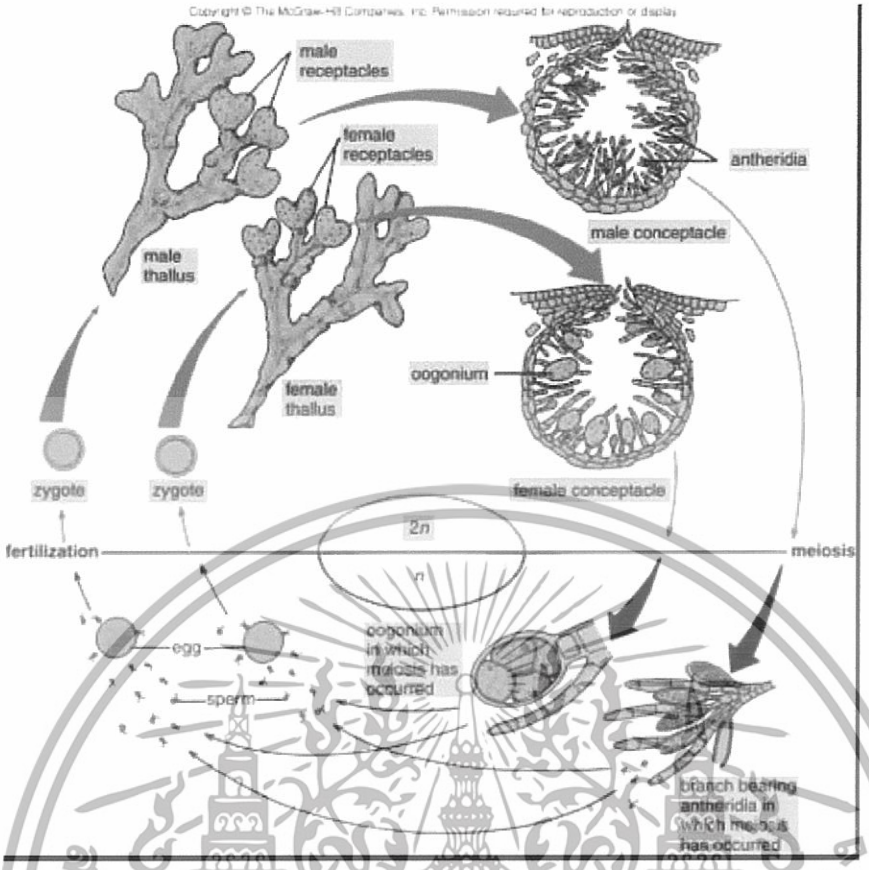
สาหร่าย *Sargassum* sp. มีชื่อไทยว่า “สาหร่ายใบ หรือ สาหร่ายทุ่น” เป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ มีลำต้นที่มีลักษณะเหมือนพืชชั้นสูงเรียกว่าทัลลัส ส่วนที่เป็นรากสำหรับยึดเกาะ (hold fast) ต้นตั้งตรงบางชนิดอาจแตกแขนงมากจนเป็นพุ่ม แกนของต้นมีลักษณะกลมหรือแบน เบลด (blade) มีลักษณะเหมือนใบไม้ ขอบใบมีจักแหลมและมีแกนกลางใบ โคนใบมีถุงลม (air bladder หรือ pneumatocyst) เล็กๆ เกิดอยู่ช่วยพยุงให้ลอยตัวในน้ำ (ภาพที่ 1) พบได้ในบริเวณเขตร้อน และ เขตอบอุ่น (กาญจนภาชน์, 2527) ตามแนวเศษปะการัง และ ก้อนหิน ในระดับน้ำขึ้นน้ำลงหรือ ต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุดในบริเวณที่น้ำใส (Khanjanapaj and Hisao, 1995) การสืบพันธุ์ สาหร่าย *Sargassum* sp. จะสร้างรีเซปตาเคิล (receptacle) เป็นกระจุกอยู่ที่ปลายแขนง บนรีเซปตาเคิลมีถุงหรือ แอ่งฝังอยู่เรียกว่า คอนเซปตาเคิล (conceptacle) มีอวัยวะสืบพันธุ์แบบยูนิลอคูลาร์ โดยผสมพันธุ์การภายนอก เมื่อได้ไซโกตแล้วจะงอกไปเป็นต้นสปอโรไฟต์ (sporophyte) (ภาพที่ 2) (กาญจนภาชน์, 2527)



ภาพที่ 1 ลักษณะของสาหร่าย *Sargassum* sp.

ที่มา : http://www.mbari.org/.../browns/jacquie/morph.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



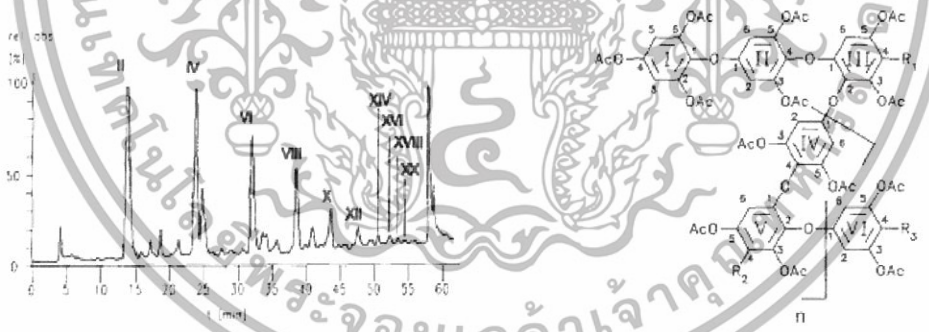
ภาพที่ 2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสาหร่าย *Sargassum* sp.
ที่มา : http://algae.9-acedmic.kellogg.cc.mius/.../bioll/algae.htm

สาหร่าย *Sargassum* sp. ที่พบในประเทศไทยมีหลายชนิดแต่ชนิดที่ได้นำมาศึกษาอ้างการแยกชนิดจาก Noiraksa *et al.* (2006) รากสำหรับการยึดเกาะเป็นรูปจานกลม เส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาดถึง 12 มิลลิเมตร stem ลื่น เส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาดถึง 4 มิลลิเมตร สูง 12 มิลลิเมตร มีกิ่งแรก 6-8 กิ่ง กิ่งแรกที่สร้างจะแบนหรือยับย่น, ลื่น, ยาวถึง 49 เมตร และ กว้าง 4 มิลลิเมตร ใบที่อยู่ด้านล่างมีรูปร่างคล้ายปลายหอก คือ ปลายกว้างและกลมแต่โคนใบแคบ ฐานไม่สามาตร ขนาดยาว 54 มิลลิเมตร และ กว้าง 18 มิลลิเมตร บริเวณรอบยอดมีลักษณะเป็นขอบหยักเล็กๆ มีเส้นกลางใบที่เห็นชัด แตกกิ่งต่อไปเป็นแบบคู่ เป็นลักษณะของ *Sargassum oligocystum* ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์และความสำคัญของสาหร่าย *Sargassum* sp.

การศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์และ โครงสร้างของสารสกัดที่พบในสาหร่าย สารที่ได้จากการสกัดสาหร่ายนั้นมีสารหลายตัว ทั้งที่พบในปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน แต่สารที่พบในสาหร่ายสีน้ำตาลนั้นที่พบมากคือ สารพวก phlorotannin ซึ่งมี phloroglucinol เป็นหน่วยพื้นฐาน Glomitza and Keusgen (1995) ได้นำสาหร่าย *Sargassum spinuligerum* 20 กิโลกรัม สกัดกับ ethanol 20 ลิตร โดยสารละลายที่ได้มาเขย่ารวมกับ petrol, chloroform และ ethyl acetate ได้ phlorotannins ที่เป็น higher polymeric ที่มากกว่า 30 หน่วยของ phloroglucinol นำสารที่ได้นั้นมาทำให้ตกตะกอนโดย ether และ petrol แล้วนำไปแยกสารด้วยคอลัมน์ silica gel พบว่าเมื่อแยกสารแล้วสารส่วนใหญ่ที่ได้นั้นเป็นสารพวก phlorotannnin ที่เป็น oligomerization (ภาพที่ 3) ต่อมา Keusgent and Glombitza (1995) ได้นำสาหร่าย *Sargassum spinuligerum* 20 กิโลกรัม มาทำการสกัดด้วย ethanol 20 ลิตร สารที่ได้นำมาเขย่ารวมกับ ethyl acetate เอาสารที่ได้ไปตกตะกอนด้วย diethyl ether ผสมกับ petrol เอาแยกส่วนด้วยคอลัมน์ silica gel พบสารทีแยกได้นั้นมีโครงสร้างของหน่วย phloroglucinol ใหม่ 14 หน่วย และ ในปี 1997 Keusgen *et al.* ได้ทำการทดลองหาสาร phloroglucinol จากสาหร่าย *Sargassum spinuligerum* แยกใส่ acetylated เข้าใน phlorotannin แยกด้วย HPLC สารที่ได้มาใส peracetyl และ แยกซ้ำอีกครั้งด้วย HPLC พบว่ามี phloroglucionl 2 หน่วย



ภาพที่ 3 การแยก phlorotannins จากสาหร่าย *Sargassum spinulioerum* ด้วยวิธีHPLC วัดที่ความยาวคลื่น UV 275 นาโนเมตร

ที่มา : Glombitza and Keusgen (1995)

จึงได้มีการนำประโยชน์ของสาร phlorotanin มากำจัดอนุมูลอิสระ เป็นที่รู้กันว่าในสาหร่ายสีน้ำตาลมีสารประกอบหลายอย่างเช่น แร่ธาตุ, polysaccharide, กรดอะมิโน, กรดไขมัน, sterols, คาร์โรทีนอยด์และ polyphenols ส่วนของ polyphenols นั้นจะถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันและ รักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง, antioxidative และ ต้านการอักเสบ สาร polyphenols ที่พบในสาหร่ายนั้นมีสารพวก phenolic ที่มีลักษณะเฉพาะของ polyphenols ที่ได้มาจากสาหร่ายคือ bromophenol Phlorotannins ที่พบในสาหร่ายสีน้ำตาลนั้นเป็นโครงสร้างพื้นฐานคือ phloroglucinol-type monomer สารจำพวก Phlorotannins มีปฏิกิริยาในการต่อต้านสารพวกออกซิเจน, ไอออนของ superoxide ที่เป็นอนุมูลอิสระและ hydroxyl ที่เป็นอนุมูลอิสระ Nakai *et al.* (2006) ได้นำสาหร่ายที่พบในประเทศญี่ปุ่น 25 ชนิด แสดงในตารางที่ 1 นำตัวอย่างสาหร่าย 5 กรัมสกัดกับเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 วัน เอาส่วนที่เป็นของเหลวนำมาระเหยให้แห้งจนกลายเป็นผง นำตัวอย่างมาผสมกับสารละลาย sodium phosphate 10 มิลลิโมล เอาสารมาใส่ในหลอดทดลอง hypoxanthine 2 มิลลิโมล 10 ไมโครลิตร, กรด diethylenetriamine-N,N,N',N'',N''-pentaacetic 5.5 มิลลิโมล 7 ไมโครลิตร, สารตัวอย่างที่ละลายแล้ว 10 ไมโครลิตร, 5,5-dimethyl-1-pyrrolone-*N*-oxide (DMPO) 3 ไมโครลิตร, xanthine oxidase 20 ไมโครลิตร สารที่ได้นำมาใส่ในหลอดสำหรับเครื่อง eleatron spin resonance (ESR) ทำการบันทึกผลเป็นสัญญาณความเข้มข้นของพื้นที่ของยอดที่ต่ำของการแยกแถบแสงสีที่กลับสู่ปกติ พบว่าการกำจัดอนุมูลอิสระของ superoxide anion (ตารางที่ 1) มีสาหร่ายเพียง 6 ชนิดที่มีการทำงานกำจัดอนุมูลอิสระของ superoxide anion ที่มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นของตัวอย่าง 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร คือ *Sargassum ringgoldianum* (88.4 เปอร์เซ็นต์), *Sargassum confusum* (77.5 เปอร์เซ็นต์), *Sargassum yezoense* (53.7 เปอร์เซ็นต์), *Eisenia bicyclis* (51.2 เปอร์เซ็นต์), *Sargassum hemiphyllum* (45.7 เปอร์เซ็นต์)และ *Sargassum micracanthum* (40.3 เปอร์เซ็นต์) มีการทำงาน antioxidative ส่วนวิธีการทดสอบของการกำจัดอนุมูลอิสระของ hydroxyl ตัวอย่างที่เป็นผงมาผสมกับสารละลาย sodium phosphate 10 มิลลิโมล เอา $FeSO_4$ 1 มิลลิโมล ผสมกับ สารละลาย DTPA 1 มิลลิโมล 15 ไมโครลิตร, สารละลายตัวอย่าง 15 ไมโครลิตร, และ DMPO 0.879 มิลลิโมล 15 ไมโครลิตร รวมกันในหลอดทดลอง แล้วใส่ H_2O_2 10 มิลลิโมล 15 ไมโครลิตร เอาเข้าเครื่อง ESR ทำการบันทึกผลเป็นสัญญาณความเข้มข้นของพื้นที่ของยอดที่ต่ำของการแยกแถบแสงสีที่กลับสู่ปกติ พบว่ามีสาหร่าย *Sargassum ringgoldianum* เพียงชนิดเดียวที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระของ hydroxyl ได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ คือ 78.8 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

นอกจากนี้ยังนำสาหร่ายมาบริโภคด้วยเนื่องจากสาหร่ายมีโปรตีนและ ไขมันไม่มากนัก มีแคลอรี่ต่ำและ มีกากใยอาหารสูง แต่ที่แตกต่างจากพืชบกตรงที่มีปริมาณไวตามินและ เกลือแร่สูง และ เป็นพวกที่ร่างกายมนุษย์ต้องการ ไวตามินมีทั้งไวตามิน A, B, C, D, E และ K แร่ธาตุได้แก่ แมกนีเซียม ช่วยให้กล้ามเนื้อและ ประสาททำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แคลเซียมช่วยบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดูก โปรแตสเซียมช่วยควบคุมการทำงานของเซลล์และ ความสมดุลของน้ำในร่างกาย สังกะสี ช่วยเสริมระบบคุ้มกัน ทองแดงและ เหล็กมีประโยชน์ต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง ไอโอดีนป้องกัน และ รักษาโรคคอพอก ฯลฯ นอกจากนี้ในสาหร่ายทะเลยังมีเบตาแคโรทีนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมี คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง และ เป็นสารตั้งต้นของไวตามิน A อีกทั้งมีกรดอะมิโนที่ จำเป็นแก่ร่างกายหลายชนิดที่ไม่พบในพืชบก สาหร่ายทะเลถึงแม้จะมีรสเค็ม แต่มีปริมาณเกลือ ต่ำ เหมาะสำหรับใช้แทนเกลือในผู้ป่วยที่ไม่ต้องการโซเดียมในอาหารสูง

การที่สาหร่ายทะเลมีกากใยสูงถึง 33-75 % น้ำหนักแห้ง ช่วยให้การขับถ่ายสะดวก ป้องกันท้องผูก และ ป้องกันการเกิดริดสีดวงทวาร นอกจากนี้การที่สาหร่ายมีปริมาณไขมันต่ำ ให้พลังงานน้อย แต่มีคุณค่าทางอาหารสูง จึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพและช่วยให้อายุยืน เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และ โรคหัวใจ (กาญจนภาชน์, 2548)

2. ด้านการเกษตร

2.1 ได้มีการนำสาหร่ายมาทำเป็นปุ๋ยเนื่องจากสารที่สกัดได้จากสาหร่ายมีฮอร์โมนกระตุ้น การเจริญเติบโตของพืช, ไซโตไคนิน, แร่ธาตุ (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn, Ni), วิตามินและกรดอะมิโน ซึ่งช่วยรักษาความชื้นและแร่ธาตุในดิน เพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในดิน Sivasankari *et al.* (2006) ได้ทดลองนำสาหร่าย *Sargassum wightii* สดมาสกัดโดยทำให้สาหร่ายเป็นชิ้นเล็กๆ ใช้สาหร่าย *Sargassum wightii* 1 กิโลกรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้นให้เดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสาหร่ายที่ต้มครบ 1 ชั่วโมงไปกรอง และเอาส่วนที่เป็นน้ำมาใช้ทดสอบ โดยนำมาทำการเจือจางกับน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นที่ 5, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มาทดสอบกับเมล็ดของ *Vigna sinensis* โดยเลือกเมล็ดให้มีสี, ขนาด และ น้ำหนักให้ใกล้เคียงกัน นำเมล็ดของ *Vigna sinensis* แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 นำเมล็ดมาแช่น้ำก่อน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในความเข้มข้นที่ได้เตรียมไว้ ส่วน กลุ่ม 2 นำเมล็ดมาแช่กับความเข้มข้นที่ได้เตรียมไว้ นำเมล็ดไปหว่าน จากนั้น 5 วัน ทดสอบเปอร์เซ็นต์การพัฒนาของต้นอ่อน พบว่า ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum wightii* ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาของต้นอ่อน ในกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) เพราะว่าที่ความเข้มข้นที่ต่ำจะมีการพัฒนาของต้นอ่อนที่สูง อาจเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญ แต่ที่ความเข้มข้นที่สูงมีผลไปยับยั้งการพัฒนาของต้นอ่อน

2.2 ใช้ป้องกันโรคสัตว์น้ำ การเกิดโรคในกุ้งนั้นมีหลายสาเหตุ โดยสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากการทที่บ่อเลี้ยงมีสภาพเสื่อมโทรมลง เป็นที่สะสมของเชื้อโรคทำให้สัตว์น้ำเกิดการติดเชื้อแล้วเป็นโรคได้โดยง่าย ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับสุขภาพและ ภูมิคุ้มกันของกุ้ง มีการนำสารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล *Sargassum duplicatum* มาใช้เนื่องจากในสาหร่าย *Sargassum duplicatum* มีสารที่ได้จากการสกัดพวกสาร polysaccharide ซึ่งเป็นส่วนประกอบในเอมไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phenoloxidase (PO) เป็นเอมไซม์ที่ช่วยในการทำลายเชื่อโรค โดยจะทำลายเชื้อโรคพวกแบคทีเรียแกรมลบ Yeh *et al*. (2006) ได้ทำการทดลองนำกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ที่ติด

ตารางที่ 1 ตัวอย่างที่สำรวจ, การทำงานกำจัด O_2^- และ การทำงานกำจัด ·OH

สาหร่าย	ประเภท	การทำงานกำจัด O_2^- (เปอร์เซ็นต์)[d]	การทำงานกำจัด ·OH (เปอร์เซ็นต์)[e]
Carpopeltis affinis	Rho[a]	0.8	22.2
Chondrus ocellatus	Rho	0.0	13.3
Eucheuma muricatum	Rho	19.4	27.0
Gelidium amansii	Rho	4.7	27.3
Gigartina tenella	Rho	1.6	7.9
Gloiopeltis furcata	Rho	8.5	26.3
Gloiopeltis tenax	Rho	17.1	18.4
Glacilaria verrucosa	Rho	11.6	4.8
Hypnea chharoides	Rho	26.4	16.4
Meristotheca papulosa	Rho	4.7	20.1
Clodosiphon okamuranus	Pho[b]	18.6	25.3
Cystophyllum caspitosum	Pho	7.8	12.3
Eisenia bicyclis	Pho	51.2	2.1
Hizikia fusiforme	Pho	31.8	27.3
Laminaria angustata	Pho	0.0	22.2
Sargassum confusum	Pho	77.5	4.4
Sargassum hemiphyllum	Pho	45.7	13.0
Sargassum yezoense	Pho	53.5	21.2
Sargassum micracanthum	Pho	40.3	25.3
Sargassum homeri	Pho	6.2	29.7
Sargassum patene	Pho	20.2	18.8
Sargassum ringgoldianum	Pho	88.4	78.8
Sphaerotyichia divaricata	Pho	5.4	18.4
Undaria pinnatifida	Pho	0.0	9.2
Halimeda opuntia	Chl[c]	7.0	28.0

[a]Rhodophyta

[b]Phaeophyta

[c]Chlorophyta

[d]การทำงานกำจัดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

[e]การทำงานกำจัดที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ที่มา : Nakai et al. (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *Vibrio alinolyticus* มาเพาะเลี้ยงเพื่อนำมาใช้ทดสอบ ต่อมานำสาหร่าย *Sargassum dupilcatum* ที่ทำความสะอาดและ แห้ง เอามาบดให้ได้ 10 กรัม ใสในน้ำที่ไม่มีประจุไฟฟ้า 300 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำไปกรอง เอาส่วนที่เป็นน้ำมาให้ความร้อนจนกลายเป็นผง สารสกัดที่เป็นผงมา 1, 3 และ 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำทะเล (34%) 10 ลิตร ได้ความเข้มข้น 100, 300 และ 500 มิลลิลิตร สำหรับแช่ และ 1, 3, 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร กับสารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟตเป็นสารละลายที่มีโดส 2, 6, 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อกรัม สำหรับการฉีด การทำลายเชื้อโรคและ ประสิทธิภาพการเกิดบริเวณที่ยับยั้งการเกิดโรคใช้โดสเหมือนการฉีด ตรวจผลการทำลายเชื้อโรคจากการเก็บเลือดที่ ventral sinus มานับจำนวนเม็ดเลือดที่ถูกทำลาย ตามสูตร อัตราการทำลายเชื้อโรค (phagocytic rate, PR)

PR= [(phagocytic haemocytes) / (total haemocytes)] x 100

ตารางที่ 2 ผลของปุ๋ยน้ำสาหร่ายของ *Sargassum wightii* ต่อการพัฒนาของต้นอ่อน *Vigna sinensis*

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์การพัฒนาต้นอ่อน	
	I	II
ควบคุม	86 ± 2.61	86 ± 2.61
5	96 ± 0.76	98* ± 0.88
10	98* ± 0.88	98* ± 0.88
20	100* ± 0.00	100* ± 0.00
30	96* ± 0.76	98* ± 0.88
40	68 ± 2.08	76 ± 1.56

I : กลุ่มที่แช่น้ำก่อน II : กลุ่มที่แช่สารสกัด

*ระดับนัยสำคัญที่ $p<0.05$

ที่มา : Sivansankari et al. (2006)

ส่วนประสิทธิภาพการเกิดบริเวณที่ยับยั้งการเกิดโรค นับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (percent-forming inhibition, PI)

PI = 100 – [(colony-forming unit in test group) / (colony-forming unit in test group)] x 100

ผลการนำกุ้งขาวไปแช่ ที่เวลาผ่านไป 6 ชั่วโมงพบว่า กุ้งขาวมีการรอดสูงสุดที่ความเข้มข้น 100, 300 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 100 ± 0^a เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2) การฉีดเข้าไปในกุ้งขาว ที่เวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีการรอดสูงที่ความเข้มข้น 10 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การรอดของกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* ที่ถูกจุ่มในน้ำทะเลที่ให้อากาศใส่สารสกัดด้วยน้ำของ *Saregassum duplicatum* เป็นเวลา 3 ชั่วโมงและ เมื่อกระตุ้นกับ *Vibrio alginolyticus*

จำนวนแบคทีเรีย (cfu/ shimp)	สารสกัดด้วยน้ำ (mg/l)	จำนวนกุ้ง	การรอด (เปอร์เซ็นต์)							
			6	12	24	48	72	96	120	144
น้ำเกลือ	ควบคุม	3×10	100	100	100	100	100	100	100	100
1×10^6	ควบคุม	3×10	96.7 ± 3.3^a	83.3 ± 3.3^b	73.3 ± 3.3^a	53.3 ± 3.3^b	43.3 ± 3.3^b	43.3 ± 3.3^b	43.3 ± 3.3^b	43.3 ± 3.3^b
1×10^6	100	3×10	100 ± 0^a	96.7 ± 3.3^a	73.3 ± 3.3^a	70.0 ± 0.0^a	63.3 ± 3.3^b	63.3 ± 3.3^b	63.3 ± 3.3^b	63.3 ± 3.3^b
1×10^6	300	3×10	100 ± 0^a	100 ± 0^a	86.7 ± 3.3^a	76.7 ± 3.3^a	70.0 ± 5.8^a	70.0 ± 5.8^a	70.0 ± 5.8^a	70.0 ± 5.8^a
1×10^6	500	3×10	100 ± 0^a	93.3 ± 3.3^a	80.0 ± 5.8^a	76.7 ± 3.3^a	66.7 ± 8.8^a	66.7 ± 8.8^a	66.7 ± 8.8^a	66.7 ± 8.8^a

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ ระหว่างกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ย ± SE (n=กุ้ง 30 ตัว ในแต่ละการทดลอง)

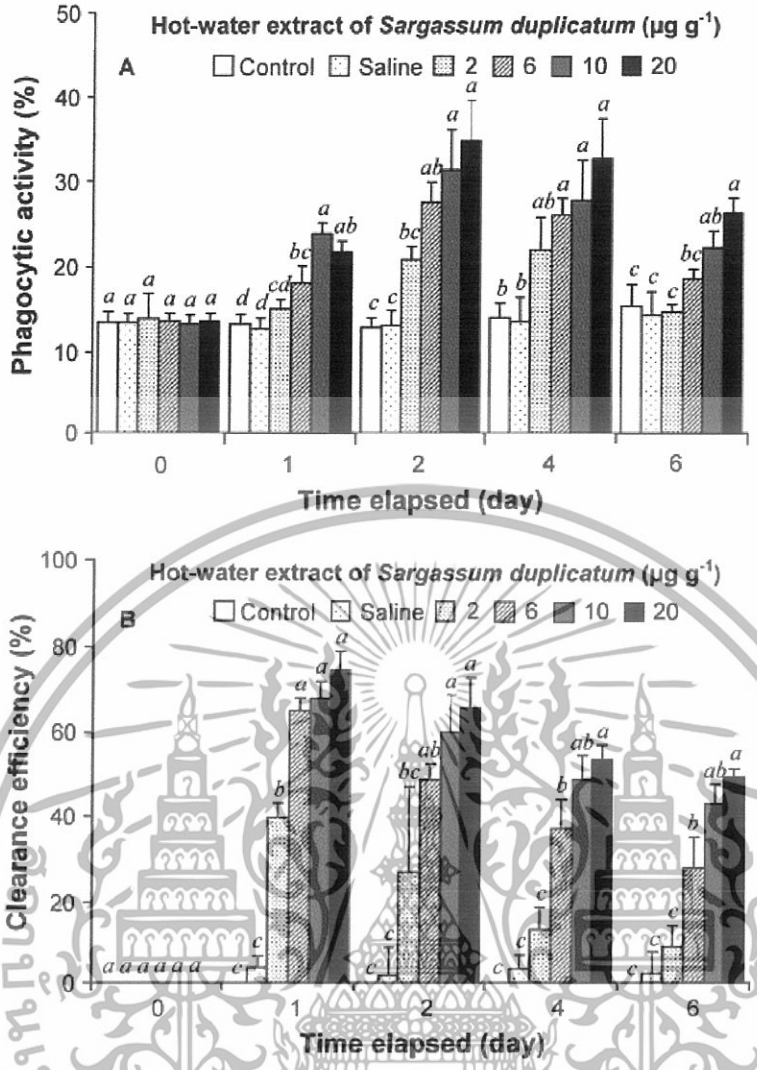
ที่มา : Yeh et al. (2006)

ตารางที่ 4 การรอดของกุ้งขาว *Litopenaeus vanamei* ที่ถูกฉีดกับสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่าย *Sargassum duplicatum* และเมื่อถูกกระตุ้นกับ *Vibrio alginolyticus* หลังจาก 1 วัน

จำนวนเชื้อแบคทีเรีย (cfu/shimp)	สารสกัดด้วยน้ำร้อน (µg/g)	จำนวนกุ้ง	การรอด (เปอร์เซ็นต์)							
			6	12	24	48	72	96	120	144
น้ำเกลือ	ควบคุม	3×10	100	100	100	100	100	100	100	100
1.4×10^6	ควบคุม	3×10	83.3 ± 3.3^{bc}	66.7 ± 3.3^{c}	56.7 ± 3.3^{b}	40.0 ± 0.0^{c}	40.0 ± 0.0^{c}	40.0 ± 0.0^{c}	40.0 ± 0.0^{c}	40.0 ± 0.0^{c}
1.4×10^6	น้ำเกลือ	3×10	80.0 ± 5.8^{c}	66.7 ± 3.3^{c}	53.3 ± 3.3^{b}	43.3 ± 3.3^{c}	40.0 ± 5.8^{c}	40.0 ± 5.8^{c}	40.0 ± 5.8^{c}	40.0 ± 5.8^{c}
1.4×10^6	2	3×10	90.0 ± 0^{ab}	80.0 ± 0^{b}	63.3 ± 3.3^{ab}	60.0 ± 5.8^{b}	60.0 ± 5.8^{a}	60.0 ± 5.8^{a}	60.0 ± 5.8^{a}	60.0 ± 5.8^{a}
1.4×10^6	6	3×10	96.7 ± 3.3^{a}	86.7 ± 6.7^{b}	70.0 ± 5.8^{b}	66.7 ± 6.7^{ab}	66.7 ± 6.7^{ab}	66.7 ± 6.7^{ab}	66.7 ± 6.7^{ab}	66.7 ± 6.7^{ab}
1.4×10^6	10	3×10	100^{a}	100^{a}	86.7 ± 6.7^{a}	76.7 ± 3.3^{ab}	76.7 ± 3.3^{ab}	76.7 ± 3.3^{ab}	76.7 ± 3.3^{ab}	76.7 ± 3.3^{ab}
1.4×10^6	20	3×10	100^{a}	100^{a}	90.0 ± 5.8^{a}	83.3 ± 8.8^{a}	80.0 ± 5.8^{a}	80.0 ± 5.8^{a}	80.0 ± 5.8^{a}	80.0 ± 5.8^{a}

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกับแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ค่าเฉลี่ย ± SE (กุ้งแต่ละกลุ่ม =30 ตัว)

ที่มา : Yeh et al. (2006)



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ย (± SE) กิจกรรมการทำลายเชื้อโรค (A) และประสิทธิภาพการเกิดบริเวณที่ยับยั้งการเกิดโรค (B) ของ *Litopenaeus vannamei* ที่ถูกฉีดกับสารสกัดด้วยน้ำร้อนของ *Sargassum duplicatum* ที่ 2, 6,10 และ 20 ไมโครกรัมต่อกรัม, กุ้งที่ถูกฉีดกับสารละลายนำเกลือและ กุ้งกลุ่มควบคุม แต่ละกราฟแท่งที่ค่าเฉลี่ยจากกุ้ง 8 ตัวกับ ค่า standard error ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ที่มา : Yeh et al. (2006)

20 ไมโครกรัมต่อกรัม คือ 100[a] เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 3) การทำลายเชื้อโรคที่ความเข้มข้น 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อกรัม มีการทำลายเชื้อโรคสูงรักษาค่าการทำลายเชื้อโรคให้มีค่าสูงหลังจาก 6 วัน (22% และ 26%) (ภาพที่ 4 A) และ ประสิทธิภาพการเกิดการเกิดบริเวณที่ยับยั้งการเกิดโรค ที่ความเข้มข้น 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อกรัม รักษาค่าให้สูงอย่างต่อเนื่องหลังจาก 6 วัน (42% และ 48%) (ภาพที่ 4 B) (Yeh *et al.* 2006) เนื่องจากสารสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสาหร่ายสีน้ำตาลได้เพิ่มการต้านทานการเกิดโรคจากเชื้อแบคทีเรีย คือ polysaccharides ซึ่งประกอบด้วย sodium alginate นั้นจะช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในกุ้งได้ (Fujiki and Yano , 1997 อ้างโดย Yeh *et al.*, 2006)

3. ด้านการแพทย์

3.1 ใช้ลดความเป็นพิษของตับ Acetaminophen (AP) เป็นยาชนิดหนึ่งที่ทั่วโลกใช้เป็นยาแก้ปวด, ยาลดไข้ โดยพิษของ AP นั้นจะเป็นสาเหตุที่เซลล์ตับเปื่อย เฉพาะการทำงานของเซลล์ที่ถูกทำลาย โดยการเมตาบอลิซึมของ AP ที่เมตาบอไลด์ ซึ่ง gluatahione (GSH) ในเซลล์ตับจะถูกทำลาย ดังนั้นความเข้มข้นของ GSH ภายในเซลล์ พบว่ามีสาหร่าย *Sargassum* spp. หลายตัวนั้นมีคุณสมบัติในกิจกรรม antioxidant โดยในสาหร่าย *Sargassum polycystym* มีสารสกัดที่ได้มีผลต่อ AP ที่จะทำลายเซลล์ตับ Raghavendran *et al.* (2005) ได้นำสาหร่าย *Sargassum polycystum* มาพึ่งลมให้แห้งและ นำมาทำให้เป็นผงหยาบๆ นำสาหร่ายที่เป็นผงหยาบๆ มาสกัดกับ ethanol ในที่เย็นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมาสกัดแล้วทำให้แห้ง โดยนำมาทดสอบกับหนูเพศผู้น้ำหนัก 120-150 กรัม ถูกเลี้ยงในที่แสงสว่าง 12 ชั่วโมง และ มืด 12 ชั่วโมง ที่ 22±3 องศาเซลเซียส และ ให้อาหารเม็ดทั่วไป โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 หนูได้รับ acetaminophen อย่างเดียว กลุ่มที่ 3 หนูได้รับสารสกัดจากสาหร่ายอย่างเดียวเป็นเวลา 15 วันก่อนทดลอง กลุ่มที่ 4 หนูจะได้รับสารสกัดจากสาหร่ายก่อน 15 วัน แล้วจึงให้ acetaminophen เมื่อสิ้นการทดลองจะฆ่าหนูโดยทำให้สลบและ ตัดหัวแล้วเอาตับออกทันทีล้างด้วย saline ที่เย็น นำตับไปปั่นเหวี่ยงจากนั้น ประเมินการทำงานของเอมไซม์และ โปรตีน พบว่าหนูกลุ่มที่ 3 และ 4 มีโปรตีน (34.41±3.19, 30.1±3.06) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ acetaminophen อย่างเดียว (22.17±1.72) ส่วนของเอมไซม์นั้นพบว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 มีระดับของ GSH (3.29±0.31,3.16±0.29) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ acetaminophen อย่างเดียว (2.21±0.17) (ตารางที่ 5) เนื่องจากสารที่สกัดได้จากสาหร่ายนั้นช่วยเพิ่มเอมไซม์ GSH ที่ไมโตคอนเดียที่ตับโดยจะทำให้ลดการเกิด acetaminophen ที่เป็นพิษต่อตับเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum polycystum* ต่อระดับโปรตีนที่ตับและ glutathione (GSH) ในกลุ่มที่ทดลองของหนู

ปัจจัย	กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ให้ acetaminophen	กลุ่มที่ให้สารสกัดจาก *S. polycystum*	กลุ่มที่ให้สารสกัดจาก *S. polycystum* ก่อนใส่ acetaminophen
โปรตีน	33.42±3.17	22.17±1.72	34.41±3.19	30.1±3.06
GSH	3.20±0.28	2.21±0.17	3.29±0.31	3.16±0.29

ที่มา : Raghavendran et al. (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ใช้ป้องกันการเกิดโรคในคน เช่น โรคเริม (*Herpes simplex*) เป็นโรคที่เกิดการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ (*Herpes simplex* virus type 2, HSV-2) และ ผิวหนังที่เป็นแผล (*Herpes simplex* virus type 1, HSV-1) พบมากในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษามีราคาแพงและ ไม่สามารถรักษาในระยะยาวได้เพราะจะทำให้เชื้อมีการดื้อยา ทำให้เกิดการแฝงของโรคต่างๆ Zhu *et al.* (2004) ได้ทำการทดลองการต้านโรคเริมที่เกิดทางเพศสัมพันธ์ (HSV-2) โดยแยก sulphated polysaccharide จากสาหร่ายสีน้ำตาล *Sargassum patens* มาล้างน้ำแล้วนำมาสกัดโดย ต้มในน้ำเดือด 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง เอาส่วนที่ลอยมาทำให้ตกตะกอนด้วย ethanol แล้วส่วนที่ตกตะกอนมาทำให้แห้งเป็นผงสีน้ำตาล นำมาทำให้บริสุทธิ์โดยผ่าน ด่างอ่อน, phenol ทำให้แห้งผ่านคอลัมน์เซลลูโลสจะเป็นผลึก สีขาวของ polysaccharide เรียก SP-2 เลี้ยงไวรัส HSV-2 ใน Vero cell เพื่อให้ไวรัสเกาะใช้สายพันธุ์ของ HSV-2 ที่ทดสอบคือ HSV-2 clinical และ HSV-2 8702 (สายพันธุ์มาตรฐาน) นำมาวิเคราะห์การลดลงของแผ่นฟิล์ม ใช้ความเข้มข้น SP-2 คือ 0.78, 1.56, 3.13, 6.25 และ 12.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เลี้ยง Vero cell ในถาดหลุม 12 หลุม ทดสอบกับความเข้มข้นของ SP-2 ที่ต่างกัน มาบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำเซลล์มา fix กับ 10% ฟอร์มาลิน ย้อมด้วย 1 เปอร์เซ็นต์ crystal violet นับจำนวนของแผ่นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของแผ่นฟิล์มตามสูตร

การยับยั้งของแผ่นฟิล์ม = [(ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มควบคุม – ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มทดสอบ)] x 100 / (ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มควบคุม)

ค่า EC_{50} คือค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญของไวรัสมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลที่ได้พบว่าที่ความเข้มข้นของ SP-2 ที่สูงขึ้น การลดลงของแผ่นฟิล์มก็เพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของ SP-2 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนค่า EC_{50} ของ HSV-2 8702 คือที่ความเข้มข้น 1.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและ HSV-2 clinical คือ ที่ความเข้มข้น 1.65 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 6) เนื่องจาก SP-2 มีผลโดยตรงต่อไวรัสทำให้เชื้อไวรัสเฉื่อยลง หรือจากการติดเชื้อภายในจากไวรัสจึงยับยั้งการเกิดโรคได้

ต่อมา Zhu *et al.* (2006) ได้ทำการทดสอบการต้านทานโรคเริมที่เกิดการติดเชื้อทางผิวหนังที่เป็นแผลภายในเยื่อบุช่องปาก (HSV-1) โดยใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล *Sargassum patens* มาทำการสกัดสาร sulphated polysaccharide ตามวิธีเดียวกับโรคเริมที่ติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ (HSV-2) ได้ผลึกสีขาวของ polysaccharide เรียกว่า SP-2a ใช้ Vero cell เพื่อให้ไวรัสเกาะ โดยใช้สายพันธุ์ HSV-1 คือ HSV-1 clinical, HSV-15577 (สายพันธุ์มาตรฐาน) และ HSV-1 DM2.1 วิเคราะห์การลดลงของแผ่นฟิล์ม ในความเข้มข้นของ SP-2a คือ 1.56, 3.13, 6.25, 12.50 และ 25.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เลี้ยง Vero cell ในถาดหลุม 12 หลุม ทดสอบกับความเข้มข้นของ SP-2 ที่ต่างกัน มาบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำเซลล์มา fix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ 10% ฟอร์มาลิน ย้อมด้วย 1 เปอร์เซ็นต์ crystal violet นับจำนวนของแผ่นฟิล์ม คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของแผ่นฟิล์ม ตามสูตร

การยับยั้งของแผ่นฟิล์ม = [(ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มควบคุม – ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มทดสอบ)] x 100 / (ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นฟิล์มในกลุ่มควบคุม)

ค่า EC_{50} คือค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญของไวรัสมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลที่ได้พบว่า SP-2a มีการต้าน HSV-1 ทั้ง 3 สายพันธ์ โดยความเข้มข้นที่สูงของ polysaccharide มีผลทำให้มีการยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มสูงเช่นกัน ส่วนค่า EC_{50} ของ HSV-15577 (สายพันธ์มาตรฐาน), HSV-1 clinical และ HSV-1 DM2.1 คือ 5.5, 1.5 และ 4.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เพราะว่า SP-2a เพิ่มการต้าน HSV-1 ทั้ง 3 สายพันธุ์

ตารางที่ 6 การยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มของ HSV-2 กับความเข้มข้นของ SP-2

SP-2	การลดลงของแผ่นฟิล์ม (เปอร์เซ็นต์)	
(ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	HSV-8702	HSV- clinical
12.50	96.1 ± 2.1	93.2 ± 2.9
6.25	83.5 ± 4.3	80.4 ± 2.5
3.13	82.1 ± 3.3	69.3 ± 2.1
1.56	61.2 ± 2.6	48.9 ± 3.8
0.78	38.5 ± 3.9	25.6 ± 3.1
0(ควบคุม)	0	0

ที่มา : Zhu et al. (2004)

ตารางที่ 7 การยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มของ HSV-1 กับความเข้มข้นของ SP-2a

SP-2	การยับยั้งการเกิดแผ่นฟิล์มของ HSV-1		
(เปอร์เซ็นต์)	15577	clinical	DM2.1
25.00	84.0 ± 5.0	95.2 ± 1.0	90.7 ± 2.6
12.50	76.4 ± 4.1	88.9 ± 2.6	86.88 ± 3.9
6.25	56.9 ± 4.6	79.8 ± 2.5	73.6 ± 2.4
3.13	33.4 ± 3.3	62.3 ± 3.6	43.1 ± 2.6
1.56	18.1 ± 2.9	49.4 ± 1.6	39.1 ± 2.2

ที่มา : Zhu et al. (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ยับยั้งการเกิดเนื้องอก ได้มีการนำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายแต่สาหร่ายนั้นก็ได้ถูกนำสกัดมาเป็นส่วนผสมในยา โดยสารที่ได้จากการสกัด คือ sulfated polysaccharide นำมาเป็นส่วนผสมในยาหลายชนิด ใน sulfated polysaccharide จะมี alginate เป็นองค์ประกอบจึงได้มีการตรวจสอบ alginate ที่พบในสาหร่ายกลุ่ม *Sargassum* sp. ดังนั้น Sousa *et al.* (2006) ได้นำสาหร่าย *Sargassum vulgare* มาล้างโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน epiphyte และส่วนของ thalli สกัดส่วน epiphyte 300 กรัม ที่ 60 องศาเซลเซียส ผสมใน formaldehyde 24 ชั่วโมง สกัดส่วน thaill ใส่กรดไฮโดรคลอริก 0.2 N 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างทั้งสองมาสกัดที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 5 ชั่วโมง สารที่ได้นำมากรอง โดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับคือ epiphyte เป็น *Sargassum vulgare* low viscosity (SVLV) และ thaill เป็น *Sargassum vulgare* high viscosity (SVHV) นำมาทดสอบกับหนู 185 ตัว จะถูกเลี้ยงโดยให้กินน้ำและ อาหารอย่างเต็มที่ ภายใต้ความสว่าง 12 ชั่วโมง มืด 12 ชั่วโมง ส่วนเนื้องอก Sarcoma 180 ได้เอามาจากหนูที่เพาะเนื้องอกไว้ โดยหนูที่ทดลองจะถูกฉีดเข้าขาหลังซ้ายบริเวณขาหนีบ ($5x10^5$ เซลล์ต่อ 500 ไมโครลิตร) จากนั้น 1 วันจะฉีด SVLVและ SVHV (50 และ 100 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร) ที่ละลายในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ทางปาก เป็นเวลา 7 วัน กลุ่มควบคุมฉีดน้ำเกลือ ในวันที่ 10 จะฆ่าหนูเพื่อเอาเนื้องอกมาชั่งน้ำหนักและ fix ใน formadehude 10 เปอร์เซ็นต์ นำมาคำนวณหาอัตรายับยั้งตามสูตร

$$\text{อัตราการยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)} = [(A-B)/A]\times 100$$

A คือ น้ำหนักเฉลี่ยของเนื้องอกในกลุ่มควบคุมที่เป็นกลาง

B คือ น้ำหนักเฉลี่ยของเนื้องอกในกลุ่มทดลอง

ผลพบว่ากลุ่มควบมีน้ำหนักเนื้องอกเท่ากับ 2.22 ± 0.17 กรัม โดยกลุ่มที่ใช้ SVLV ที่ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร เท่ากับ 1.02 ± 0.19^a และ 0.53 ± 0.13^a กรัม และ SVHV ที่ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร เท่ากับ 0.72 ± 0.20^a และ 0.24 ± 0.08^a กรัม ส่วนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของ SVLV ที่ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร เท่ากับ 51.8 ± 9.2^a และ 74.8 ± 6.1^a เปอร์เซ็นต์ และ SVHV ที่ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร เท่ากับ 66.2 ± 9.7^a และ 88.8 ± 3.8^a เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) สารที่สกัดได้จากทั้ง 2 ส่วนของสาหร่ายนั้นมีผลต่อการการเจริญของเนื้องอก โดยทำให้ขนาดของเนื้องอกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ การยับยั้งสารสกัดที่ได้จากสาหร่ายนั้นส่งผลต่อเนื่องอกทำให้มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสาหร่ายมี alginate ที่ความเข้มข้นที่สูงก็ทำให้น้ำหนักของเนื้องอกลดลง และ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ใช้กระตุ้นระบบประสาท โดยใช้ในการรักษาโรคระบบประสาทเสื่อม ทำระบบประสาทให้มีการเจริญ Tsang *et al.* (2005) ทดสอบการใช้ปัจจัยการเจริญของประสาท (Nerve growth factor, NGF) คือ สารสกัดจากต่อม submaxillary ของหนู และ เซลล์ PC12D คือ เซลล์ที่พัฒนามาจากเซลล์ PC12D ที่นิยมนำมาทดสอบการเจริญของระบบประสาทเตรียมสารสกัด โดยสาหร่ายสีน้ำตาล *Surgassum macrocarpum* มาล้างน้ำทะเลเทียมและ phosphate-buffered saline (PBS) แล้วมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันกับ PBS 2 ลิตร เอาส่วนที่ตกตะกอนจากการปั่นเหวี่ยงมาสกัดด้วย methanol 1 ชั่วโมง สารสกัดที่ได้เรียกว่า sargachromenol นำมาวิเคราะห์การกระตุ้นการแตกแขนงประสาท นำเซลล์ที่ทดสอบมาเลี้ยงในถาดหลุม 96 หลุม

ตารางที่ 8 อัตราการยับยั้งของ alginate (SVLV และ SVHV) ที่แยกจาก *Sargassum vulgare* ยังหนูที่ปลูกเนื้องอก Sarcoma 180

ยา	โดส (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)	เนื้องอก (กรัม)	การยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)
ควบคุม	-	2.22 ± 0.17	-
SVLV	50	1.02 ± 0.19^{a}	51.8 ± 9.2^{a}
	100	0.53 ± 0.13^{a}	74.8 ± 6.1^{a}
SVHV	50	0.72 ± 0.20^{a}	66.2 ± 9.7^{a}
	100	0.24 ± 0.08^{a}	88.8 ± 3.8^{a}

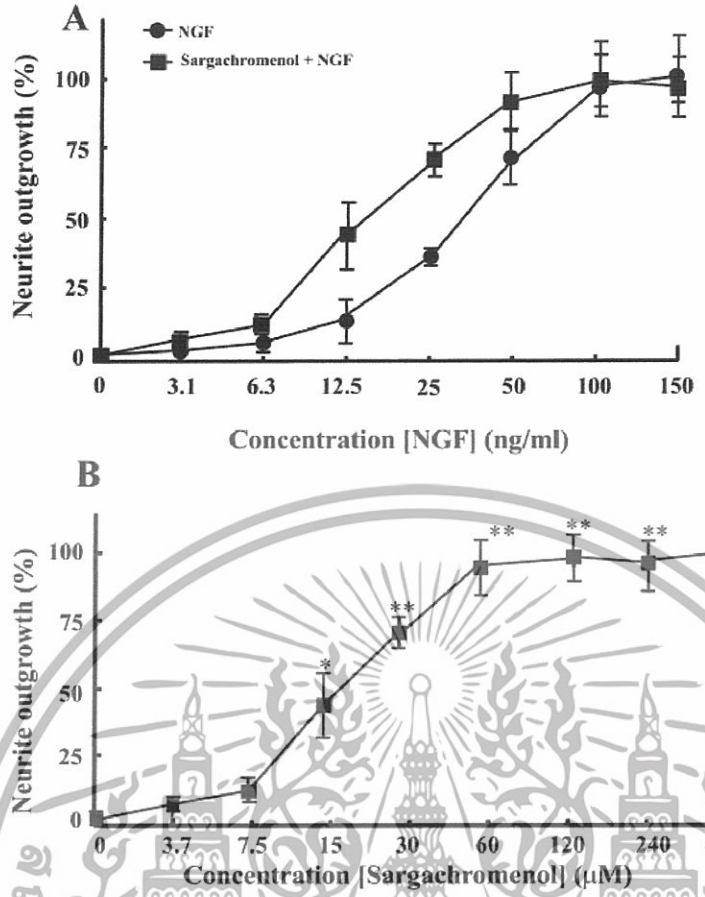
มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุมประมาณโดย ANOVA ตาม Sruent-New-man-Keuls: ^{a} $p<0.05$

ที่มา : Sousa et al. (2006)

จากนั้นใส่ NGF และ/หรือ sargachromenol ในเซลล์ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลที่ได้คือ sargachromenol มีผลโดยตรงต่อการกระตุ้นการเจริญประสาทของเซลล์ PC12D จาก 0 ถึง 150 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร NGF และ NGF ร่วมกับ sargachromenol มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ ค่าที่ 3.1 – 25 นานโนกรัมต่อมิลลิลิตร NGF เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ภาพที่ 6A) มีการใช้ sargachromenol อย่างเดียวทดสอบกับเซลล์ PC12D มีผลทำให้เซลล์ PC12D มีการเจริญของประสาทมากขึ้น ในความเข้มข้นของ sargachromenol ที่สูงขึ้น แต่เมื่อสูงกว่า 60 ไมโครโมล ($p<0.01$) การเจริญของประสาทไม่ต่างกันมาก (ภาพที่ 6B) เนื่องจากความเข้มข้นของ sargachromenol ทำให้เจริญของประสาทไม่ต่างกันที่ไม่มี NGF แต่การเจริญของประสาทเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกับ NGF จากเซลล์ PC12D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 5 การกระตุ้นการเจริญของประสาทของ sargachromenol (A) เซลล์ PC12D รักษากับหรือไม่รักษากับ sacgachromenol 30 ไมโครโมล ที่ความเข้มข้นของ NGF เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (B) เซลล์ PC12D รักษากับความเข้มข้นของ sargachromenol 10 นาโมกรัมต่อมิลลิลิตร NGF เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แต่ละจุดแสดงค่าเฉลี่ย ± S.D. (n=4) จากซ้ำที่ทดลอง การแตกแขนงประสาทมีเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ดีต่อกลุ่มควบคุม (50 นาโมกรัมต่อมิลลิลิตร NGF, 100 เปอร์เซ็นต์) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุม NGF อย่างเดียว $^{*}p<0.0$, $^{**}p<0.01$

ที่มา : Tsang et al. (2005)

99414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเตรียมกล้าคะน้า
   1.1 ฟองน้ำสำหรับปลูก
   1.2 ถาดพลาสติก
   1.3 ผ้าสีดำ
2. อุปกรณ์ในการปลูกคะน้าแบบไร้ดิน
   2.1 กล่องโฟมขนาด 44.5×59.4×31.3 เซนติเมตร
   2.2 สายยาง
   2.3 ปั๊มน้ำ
   2.4 ท่อพีวีซี
   2.5 พลาสติกสีดำ
   2.6 ถ้วยปลูก
3. สาหร่ายที่ใช้ในการทดลอง
   3.1 *Sargassum oligocystum*
   3.2 สารเร่งการเจริญสกัดจากสาหร่าย Kelp pak
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดสาหร่าย
   4.1 บีกเกอร์
   4.2 บีกเกอร์สเตนเลส
   4.3 กระบอกตวง
   4.4 ผ้าขาวบาง
   4.5 เครื่องปั่น
   4.6 hotplate
   4.7 กระบอกฉีด
   4.8 กรวย
5. อุปกรณ์ในการเตรียมปุ๋ยน้ำ
   5.1 ปุ๋ยน้ำสูตร KMITL 1
   5.2 ขวดเก็บสาร
   5.3 หลอดหยด
   5.4 กรดไนตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์

5.6 ถังผสมปุ๋ยน้ำ KMITL1

6. เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

6.1 เครื่องชั่ง

6.2 ไม้บรรทัด

6.3 เครื่องวัด pH

6.4 เครื่อง conductivity

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD; Completely Randomized Design) ปลูกคะน้าในระบบไร้ดิน ทำการฉีดพ่นสารทางใบ ซึ่งมี 5 ชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำกลั่น (ควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 สารเร่งการเจริญสกัดจากสาหร่าย (Kelp pak)

ชุดการทดลองที่ 3 สารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oligocystum* 50% และน้ำกลั่น 50%

ชุดการทดลองที่ 4 สารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oligocystum* 75% และน้ำกลั่น 25%

ชุดการทดลองที่ 5 สารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oligocystum* 100 %

วิธีการทดลอง

ทดสอบสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oilgocystum* เปรียบเทียบปุ๋ยจากสาหร่ายทางการค้ากับต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ปลูกในระบบพืชไร้ดิน ด้วยการฉีดพ่นทางใบดูการเจริญเติบโต

1. เตรียมกล่องสำหรับการปลูกขนาด 44.5×59.4×31.3 เซนติเมตร เจาะที่ด้านกว้างของกล่อง 1 ด้านและ เจาะฝากล่อง 8 ช่อง โดยอยู่ที่แต่ละมุมให้ช่องที่เจาะนั้นมีขนาดที่สามารถใส่ถ้วยปลูกขนาด 5×5 เซนติเมตร ได้และ ภายในกล่องจะนำท่อพีวีซีที่ตัดให้มีความยาวประมาณ 43 เซนติเมตร ที่มีการเหลาปลายให้บางเพื่อให้เสียบเข้าไปในกล่องโฟมได้ ใช้ท่อพีวีซี 3 ท่อต่อกล่อง เมื่อเสียบท่อเข้ากับกล่องโฟม แล้วจะมีแผ่นโฟมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยนำพลาสติกสีดำมาห่อแผ่นโฟม แล้ววางบนท่อจะจับพลาสติกให้เป็นขอบทั้ง 4 ด้านดังภาพที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การรวบรวมสาหร่าย *Sargassum oilgocystum* (ภาพที่ 7) โดยทำการเก็บสาหร่ายมาจากจังหวัดชุมพรในเดือนธันวาคม 2549 เมื่อได้มาแล้วนำสาหร่ายมาทำความสะอาดโดยล้างน้ำประปาไหลผ่าน 24 ชั่วโมง เพื่อเอาเศษทราย, เกลือและ สิ่งสกปรกออกจากสาหร่าย สาหร่ายที่ทำความสะอาดแล้วมาแบ่งเก็บใส่ถุงแล้วแช่เย็น

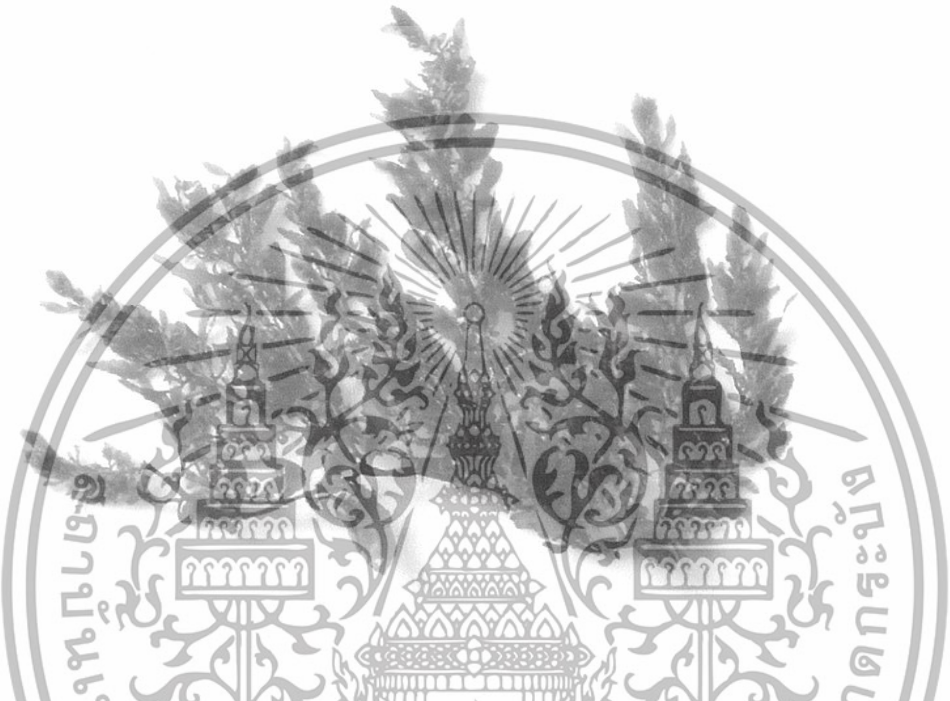
ก ข

ค

ภาพที่ 6 ก. ลักษณะของกล่องโฟมที่เจาะช่องทางด้านกว้างและ การเสียบท่อ 3 ท่อที่กล่องโฟม
ข. การจับพลาสติกให้เป็นของเพื่อให้น้ำขังอยู่ด้านบนในระดับที่สูงพอประมาณ
ค. ลักษณะฝากล่องที่เจาะช่องบนฝาและ กล่องที่ใช้ในการคะน้าในระบบการปลูกแบบไร้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมกล้าคะน้า เลือกเมล็ดที่มีขนาด รูปร่างและ ลักษณะที่คล้ายกันนำเมล็ดที่เลือกไว้มาปลูกลงในฟองน้ำที่ชุ่มน้ำและ เรียงในถาด ใช้ฟองน้ำ 1 อันปลูกเมล็ด 1 เมล็ด จากนั้นนำผ้าที่ชุ่มน้ำมาคลุมบนถาดแล้ว (ภาพที่ 8) เก็บไว้ในที่มืดประมาณ 3-4 วันแล้วจึงนำออกมาให้ได้รับแสงดังภาพที่ 3 และก่อนที่นำมาปลูกต้องสังเกตว่ามีรากโผล่ออกมาจากฟองน้ำ แล้วต้นกล้ามีใบเลี้ยงเป็นสีเขียว (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 7 ลักษณะของสาหร่าย *Sargassum oilgocystum*

4. การสกัดสาหร่าย *Sargassum oligocystum* สดด้วยน้ำร้อน โดยใช้สาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* (ภาพที่ 7) 25 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร โดยนำสาหร่ายที่ชั่งแล้วมาปั่นในเครื่องปั่นมาผสมกับน้ำที่ตวงแล้วเทมาเล็กน้อย ปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำสาหร่ายที่ปั่นแล้วมาใส่ในบีกเกอร์ เอาน้ำที่เหลือมาล้างที่ปั่นให้สาหร่ายหมดจากเครื่องปั่น นำมาต้มให้เดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น จึงนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง ความเข้มข้นที่ได้ถือเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยจะทำการสกัดสารสกัดสาหร่ายใหม่ทุกครั้งที่ทำการทดลอง

5. การเตรียมสาหร่ายที่เป็นปุ๋ยทางการค้า นำปุ๋ยสาหร่ายทางการค้า (Kelp pak) มาชั่ง 0.25 กรัม ต่อ น้ำ 50 มิลลิลิตร แช่ไว้ประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการแช่ปุ๋ยสาหร่าย 20 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำ 1 ลิตร โดยจะทำการเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทดลอง

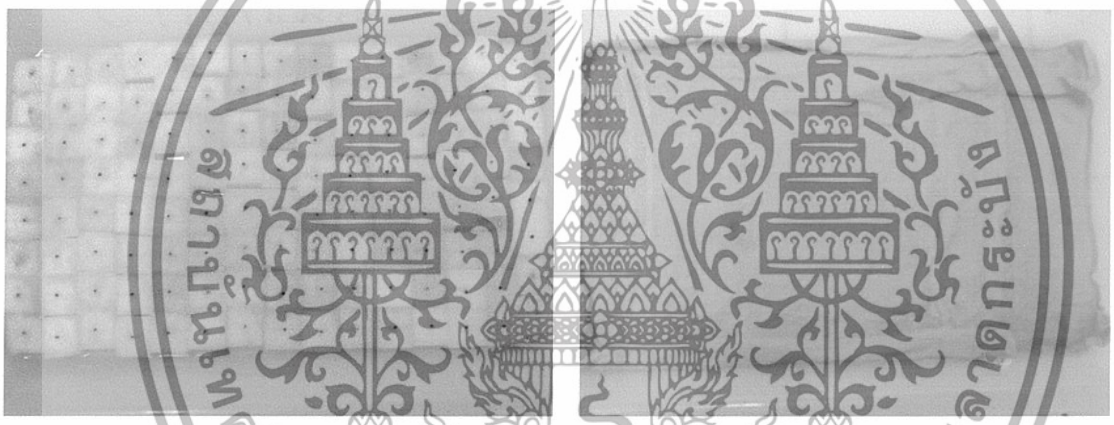
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเตรียมปุ๋ยน้ำสำหรับระบบการปลูกคะน้าแบบไร้ดินใช้สูตร KMITL1 โดยให้ค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 3100 - 3200 ไมโครซิเมนต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 5.5 - 6.5 ทำการปรับค่าทั้งสองอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์

7. การเตรียมปุ๋ย เพื่อปลูกโดยจะทำการหมุนเวียนปุ๋ยก่อน 1 วันที่จะทำการลงต้นคะน้า

8. การเลี้ยงกล้าคะน้า เมื่อกล้าที่เพาะไว้มีรากงอกออกมาพ้นจากฟองน้ำจึงนำมาปลูกแบบไร้ดินเพื่อให้กล้าคะน้าได้รับสารอาหารที่เป็นปุ๋ยน้ำที่สารอาหารที่พืชต้องการครบถ้วน นำกล้าที่เพาะเตรียมไว้แล้วมาปลูกลงบนกล่องที่เตรียมไว้โดย 1 กล่องปลูกคะน้าได้ 8 ต้น วางกล้าคะน้าดังภาพที่ 10

9. การฉีดพ่นสารทดสอบ ใช้กระบอกฉีด 5 อัน อันละ 1 ปัจจัย ในแต่ละกลุ่มทดลองจะใช้ปริมาตรในการฉีดแต่ละกลุ่มทดลองประมาณ 10 มิลลิลิตร เมื่อฉีดพ่นเสร็จแล้วจะทำการล้างแต่ละอันให้สะอาด



ก ข

ภาพที่ 8 ก.ปลูกคะน้าในฟองน้ำ ข. เมื่อปลูกเสร็จเอาผ้าปิดเพื่อควบคุมความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 กล้าคะน้าที่ได้นำออกมารับแสง

ภาพที่ 10 กล้าคะน้าที่เลี้ยงในแบบไร้ดินและ ลักษณะการวางกล้าคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักของต้นคะน้าจะชั่งโดยรวมกันทั้งต้นการบันทึกน้ำหนักจะบันทึกในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

บันทึกความสูงของต้นจะทำการวัดโดยวัดตลอดทั้งต้นเริ่มจากโคนต้นถึงปลายใบที่ยาวที่สุด

นับจำนวนใบโดยนับใบทั้งหมด

วัดความยาวใบวัดโดยเอาเชือกทาบกับใบที่ 3 นับออกมาจากใบอ่อนที่อยู่ข้างใน ทุกสัปดาห์จะทำการวัดความสูงของต้นคะน้า ความยาวใบและ นับจำนวนใบ นั้นจะใช้เชือกในการวัดแล้วนำไปวัดกับไม้บรรทัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

น้ำหนัก ความยาวต้น ความยาวใบและ จำนวนใบของต้นคะน้ามาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan ด้วยโปรแกรม SPSS for windows

สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนที่อยู่ด้านข้างตึกเจ้าคุณฯ ฝั่ง loop B คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2549 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oligocystum* เปรียบเทียบการไม่ใช้สารสกัด และ ใช้สาหร่ายทางการค้า กับต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชไร้ดินด้วยการฉีดพ่นทางใบดูการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oligocystum* ที่ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักของต้นคะน้าที่ชั่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 136.80 ± 11.46 กรัม, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 127.41 ± 9.64 กรัม, กลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 104.30 ± 10.70 กรัม, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 83.11 ± 5.58 กรัม และ กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้า มีค่าเท่ากับ 76.82 ± 4.31 กรัม (ตารางที่9) พบว่ากลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายมีน้ำหนักมากกว่าอาจจะเกิดจากการที่ฉีดพ่นสารสกัดจากสาหร่ายที่สด และ ฮอร์โมนพืชที่อยู่ในสาหร่ายยังไม่เสียสภาพ และ ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ $p<0.05$ (ภาพที่ 11) ส่วนกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้าอาจเนื่องมาจากการฉีดพ่นในปริมาณมากกว่าที่กำหนดให้ใช้ทำให้มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 9 น้ำหนักของต้นคะน้าที่ได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดต่างๆ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6

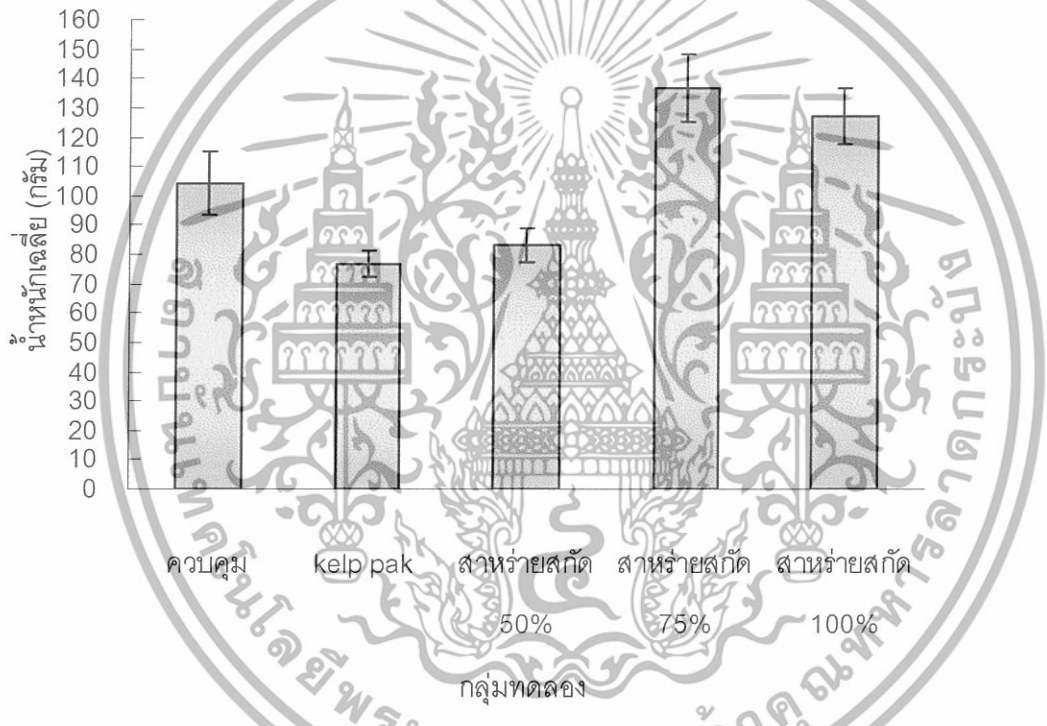
	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
ควบคุม	104.30 ± 10.70^{bc}
kelp pak	76.82 ± 4.31^{a}
สาหร่ายสกัด 50%	83.11 ± 5.58^{ab}
สาหร่ายสกัด 75%	136.80 ± 11.46^{d}
สาหร่ายสกัด 100%	127.41 ± 9.64^{cd}

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

ความสูงของต้นคะน้าในสัปดาห์ที่ 4 เริ่มพบว่าความสูงของต้นคะน้ามีเพียงกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความสูงของต้นที่ต่างจากกลุ่มอย่างชัดเจนคือ 28.80 ± 0.7 เซนติเมตร ขณะที่กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้า, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงเท่ากับ 25.02 ± 0.6, 23.43 ± 0.8,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24.09 ± 0.9 และ 25.89 ± 0.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และ ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ก็พบว่าความสูงของต้นคะน้าในกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์นั้นมีความสูงของต้นคะน้าแตกต่างกับกลุ่มอื่นๆ (36.01 ± 0.8 เซนติเมตร, 43.57 ± 1.7 เซนติเมตร) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้ากับกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายในสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้าต้นคะน้ามีความสูง (23.43 ± 0.8 เซนติเมตร) ซึ่งมีความสูงที่น้อยกว่ากลุ่มที่รับสารสกัดจากสาหร่ายทั้ง 3 ความเข้มข้นที่ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (24.09 ± 0.9 เซนติเมตร, 28.80 ± 0.7 เซนติเมตร และ 25.89 ± 0.9 เซนติเมตร) โดยกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายความเข้มข้นที่ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ นั้นมีความแตกต่างอย่างไม่



ภาพที่ 11 น้ำหนักของต้นคะน้าที่ได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดต่างๆ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p>0.05 และ ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้านั้นทำให้ต้นคะน้ามีความสูงคือ 35.23 ± 1.3 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่ายนั้นก็ยังมีความสูงของต้นคะน้าที่น้อยกว่าในทุกความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่ายคือ 36.67 ± 1.2 เซนติเมตร, 43.57 ± 1.7 เซนติเมตร และ 41.84 ± 1.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10) (ภาพที่ 12) เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติพบว่าที่กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้าความสูงของต้นคะน้ามีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

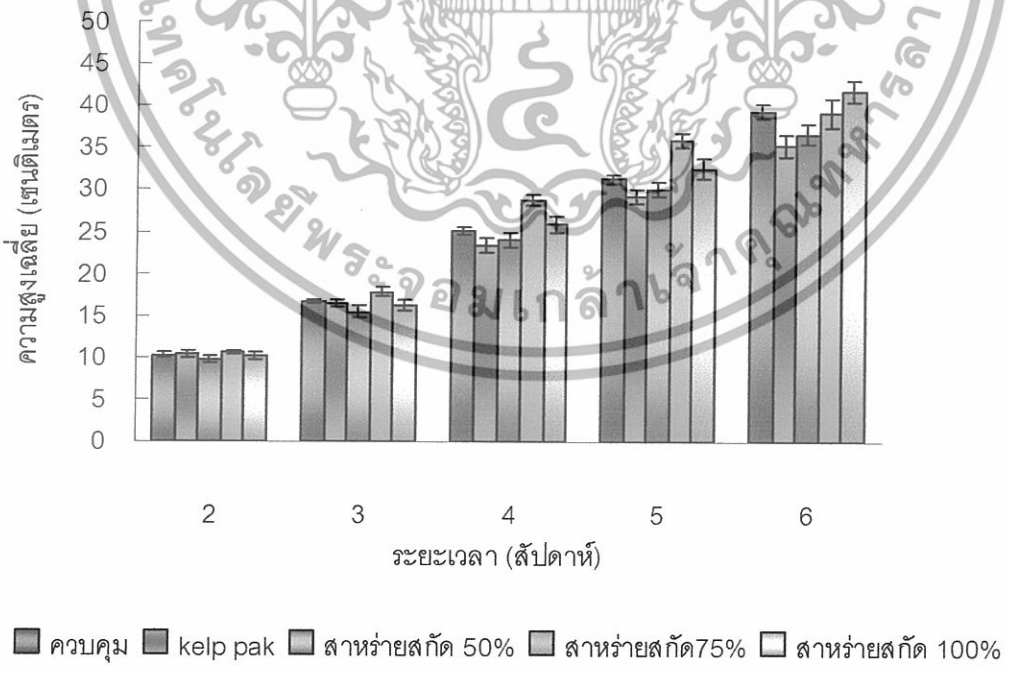
แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p>0.05 และ กลุ่มที่ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่ายที่ 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้าความสูงของต้นคะน้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 เนื่องจากการที่กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นคะน้ามีความสูงมากกว่ากลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการเพราะอาจจะมีการเสื่อมของฮอร์โมนพืชที่อยู่ในสาหร่ายและ อาจจะเป็นด้วยความสดของสาหร่าย

ตารางที่ 10 ความสูงต้นของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

สัปดาห์	2	3	4	5	6
ควบคุม	10.2 ± 0.3^{a}	16.66 ± 0.4^{ab}	25.02 ± 0.6^{a}	31.29 ± 0.8^{ab}	39.41 ± 1.4^{bc}
kelp pak	10.4 ± 0.5^{a}	16.52 ± 0.4^{ab}	23.43 ± 0.8^{a}	29.23 ± 0.8^{a}	35.23 ± 1.3^{a}
สาหร่ายสกัด 50%	9.7 ± 0.5^{a}	15.44 ± 0.7^{a}	24.09 ± 0.9^{a}	30.15 ± 0.9^{ab}	36.67 ± 1.2^{ab}
สาหร่ายสกัด 75%	10.6 ± 0.3^{a}	17.84 ± 0.5^{b}	28.80 ± 0.7^{b}	36.01 ± 0.8^{c}	43.57 ± 1.7^{d}
สาหร่ายสกัด 100%	10.2 ± 0.5^{a}	16.24 ± 0.6^{ab}	25.89 ± 0.9^{a}	32.56 ± 1.2^{b}	41.84 ± 1.3^{cd}

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 12 ความสูงต้นของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของใบในสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 10.87 ± 0.39 เซนติเมตร, กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้ามีค่าเท่ากับ 10.32 ± 0.57 เซนติเมตร, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 10.20 ± 0.45 เซนติเมตร, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ14.98 ± 0.56 เซนติเมตร และ กลุ่มที่ข้ารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 11.23 ± 1.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 11) (ภาพที่ 13) พบว่าในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์มีความยาวของใบมากกว่ากลุ่มอื่นเมื่อเปรียบกับทุกกลุ่มการทดลอง แต่ในสัปดาห์ที่ 6 นั้นพบว่ากลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น (17.50 ± 0.69 เซนติเมตร) มีความยาวของใบมากที่สุดรองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (16.98 ± 0.66 เซนติเมตร) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p>0.05$ ส่วนกลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้า และ กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ (14.05 ± 0.68 เซนติเมตร, 14.65 ± 0.80 เซนติเมตร และ 13.82 ± 0.70 เซนติเมตร) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p>0.05$ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ความยาวใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

สัปดาห์	2	3	4	5	6
ควบคุม	2.3 ± 0.1^{a}	6.27 ± 0.25^{abc}	10.87 ± 0.39^{a}	12.56 ± 0.41^{ab}	14.05 ± 0.80^{a}
kelp pak	2.8 ± 0.1^{b}	5.58 ± 0.19^{ab}	10.32 ± 0.57^{a}	13.33 ± 0.51^{ab}	14.65 ± 0.68^{a}
สาหร่ายสกัด 50%	2.4 ± 0.1^{a}	5.25 ± 0.45^{a}	10.20 ± 0.45^{a}	11.83 ± 0.45^{a}	13.82 ± 0.70^{a}
สาหร่ายสกัด 75%	2.2 ± 0.1^{a}	7.25 ± 0.15^{c}	14.98 ± 0.56^{b}	15.25 ± 0.55^{c}	17.50 ± 0.69^{b}
สาหร่ายสกัด 100%	2.3 ± 0.1^{a}	6.83 ± 0.29^{bc}	11.23 ± 1.10^{a}	13.68 ± 0.62^{b}	16.98 ± 0.66^{b}

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

จำนวนของใบที่เกิดขึ้นในกลุ่มทุกพบว่าจำนวนใบที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p>0.05$ โดยค่าเฉลี่ยจำนวนของใบในกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 8.71 ± 0.32 ใบ, กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้า มีค่าเท่ากับ 8.60 ± 0.24 ใบ, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 8.94 ± 0.17 ใบ, กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 9.25 ± 0.41 ใบ และ กลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์มี ค่าเท่ากับ 8.85 ± 0.25 ใบ (ตารางที่ 12) (ภาพที่ 14) โดยความเข้มข้นที่ทำให้ต้นคะน้ามีการเกิดใบมากคือ ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย 75 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าสูงกว่า (9.25 ± 0.41 ใบ) กลุ่มควบคุม และ กลุ่มอื่น เมื่อเปรียบเทียบสาหร่ายทางการค้ากับสารสกัดจากสาหร่ายในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าจำนวนใบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (8.94 ± 0.17 ใบ, 9.25 ± 0.41 ใบ และ 8.85 ± 0.25 ใบ) ใบมากกว่ากลุ่มที่ใช้สารสาหร่ายทางการค้า (8.60 ± 0.24 ใบ) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติที่ $p>0.05$ จำนวนใบของกลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้ากับกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายในทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาพที่ 13 ความยาวใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 จำนวนใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

สัปดาห์	2	3	4	5	6
ควบคุม	4.1 ± 0.1^{ab}	5.53 ± 0.13^{ab}	5.87 ± 0.13^{a}	7.79 ± 0.15^{a}	8.71 ± 0.32^{a}
kelp pak	4.2 ± 0.1^{b}	5.31 ± 0.33^{a}	5.56 ± 0.22^{a}	7.19 ± 0.21^{a}	8.60 ± 0.24^{a}
สาหร่ายสกัด 50%	4 ± 0.0^{ab}	4.64 ± 0.45^{a}	5.38 ± 0.20^{a}	7.40 ± 0.13^{a}	8.94 ± 0.17^{a}
สาหร่ายสกัด 75%	3.9 ± 0.1^{a}	6.00 ± 0.19^{b}	5.63 ± 0.18^{a}	7.75 ± 0.16^{a}	9.25 ± 0.41^{a}
สาหร่ายสกัด 100%	4.1 ± 0.1^{ab}	5.69 ± 0.17^{b}	5.50 ± 0.14^{a}	7.14 ± 0.27^{a}	8.85 ± 0.25^{a}

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

ภาพที่ 14 จำนวนใบของต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ฉีดพ่นทางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การใช้สารสกัดจากสาหร่ายสด *Sargassum oilgocystum* เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารสกัดและ ใช้สาหร่ายทางการค้า กับต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชไร้ดิน ด้วยการฉีดพ่นทางใบดูการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oilgocystum* ที่ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum oilgocystum* นั้นมีผลทำให้ต้นคะน้า (*Brassica oleracea*) มีการเพิ่มน้ำหนัก, ความสูงและ ความยาวใบชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยพบว่าการใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นที่ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนัก เท่ากับ 136.80 ± 11.46 กรัม, ความสูง เท่ากับ 43.57 ± 0.57 เซนติเมตร, ความยาวใบ เท่ากับ 17.50 ± 1.45 เซนติเมตรและจำนวนใบ เท่ากับ 9.25 ± 2.43 เซนติเมตร มากกว่ากลุ่มควบคุมและ กลุ่มที่ใช้สาหร่ายทางการค้า เป็นไปได้ว่าในสาหร่ายนั้นมีสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไซโตไคนิน เป็นต้น ฮอร์โมนพืชที่มีอยู่ในสาหร่ายที่สดนั้นไม่มีการเสื่อมสลาย จากการผ่านขบวนการต่างๆ ทำให้พืชนั้นได้รับฮอร์โมนพืชในปริมาณที่เหมาะสม ส่วนกลุ่มที่ใช้สารสกัดจากสาหร่ายที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ สารที่สกัดได้จากสาหร่ายนั้นจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต แต่ที่ความเข้มข้นที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และ การใช้ปุ๋ยสาหร่ายทางการค้าในปริมาณที่มากกว่าที่กำหนดให้ใช้ นั้นสารที่ได้นั้นจะไปยับยั้งการเจริญเติบโต

ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตเราอาจจะนำสาหร่ายที่พบในประเทศไทยมาทำเป็นปุ๋ยสาหร่ายมาใช้ในการเกษตรเพื่อลดการนำเข้าปุ๋ยสาหร่ายจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง

ในอนาคตควรมีการศึกษาถึงสารสกัดจากสาหร่ายที่สามารถช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชว่าเป็นฮอร์โมนประเภทใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนท์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 205-206 น.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนท์. 2548. บริโภคสาหร่ายได้ประโยชน์อะไร. จุลสารชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2/2548. ภาควิชาชีววิทยาประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fujiki, K., and T. Yano. 1997. Effect of sodium alginate on the non-specific defence system of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) Cited by Yeh, S.-T., C.-S. Lee, and J.-C. Chen. 2006. Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhanecs the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Fish & Shellfish Immunology. 20: 332-345.

Glombitza, K.-W., and M. Keusgen. 1995. Fuhalols and deshudroxyfuhalols from the brown alga *Sargassum spinuligerum*. Phytochemistry. 38: 987-995.

Keusgen, M., M. Falk, J. A. Waltert, and K.-W. Glomeitaz. 1997. A phloroglucinol derivative from the brown alga *Sargassum spinuligerum*. Phytochemistry. 46: 341-345.

Keusen, M., and K.-W. Glombitza. 1995. Phlorethols, fuhalols and their derivatives from the brown alga *Sargassum spinuligerum*. Phytochemistry. 38: 975-985.

Khanjanapaj, L., and H. Ogawa. 1995. Commom Seaweed and seagrasses of Thailand. Faculty of Fisheries Kasetsart University. 82-84.

Nakai, M., N. Kageyama, K. Nakahara, and W. Miki. 2006. Phlorotannins as radical scavenger from the extract of *Sargassum ringgoldianum*. Marine Biotechnology. 8: 409-414.

Noiraksa, T., T. Ajisaka, and C. Kaewsuralikhit. 2006. Species of *Sargassum* in the East Coast of the Gulf of Thailand. ScienceAsia. 32: 99-106.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Raghavendran, H. R. B., A. Sathivel, and T. Devaki. 2005. Antioxidant effect of *Sargassum polycystum* (phaeophyceae) against acetaminophen induced changes in hepatic mitochondrial enzymes during toxic hepatitis. Chemosphere. 61: 276-281.

Sivasankari, S., V. Venkatesali, M. Anantharaj, and M. Chandrasekaran. 2006. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituent of *Vigna sinensis*. Bioresource Technology. 97: 1745-1751.

Sousa, A. P. A., M. R. Torres, C. Pessoa, M. O. Moraes, F. D. R. Fillho, A. P. N. N. Alves, and L. V. C.-Lotufo. 2007. In vivo growth-inhibition of Sarcoma 180 tumor by alginates from brown seaweed *Sargassum vulgare*. Carbohydrate Polymers. 69: 7-13.

Tsang, C. K., A. Ina, T. Goto and Y. Kamei. 2005. Sargachromenol, A novel never growth factor-potentiating substance isolated from *Sargassum macrocarpum*, promotes neurite outgrowth and survival via distinct signaling pathway in PC12D cell. Neuroscience. 132: 633-643.

Yeh, S.-T., C.-S. Lee, and J.-C. Chen. 2006. Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhanecs the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Fish & Shellfish Immunology. 20: 332-345

Zhu, W., L. C. M. Chiu, V. E. C. Ooi, P. K. S. Chan, and P. O. Ang, Jr. 2004. Antiviral property and mode of action of a sulphated polysaccharide from *Sargassum patens* against herpes simplex virus type 2. International Journal of Antimicrobial Agents. 24: 81-85.

Zhu, W., L. C. M. Chiu, V. E. C. Ooi, P. K. S. Chan, and P. O. Ang, Jr. 2004. Antiviral property and mechanisms of a sulphated polysaccharide from the brown alga *Sargassum patens* against *Herpes simplex* virus type 1. Phytomedicine. 13: 695-701.

http://algae.9-acedmic.kellogg.cc.mius/.../bioll/algae.htm (available) 27 March 2007

http://www.mbari.org/.../browns/jacquie/morph.htm (available) 27 March 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สูตรปุ๋ยKMITL 1

สารละลาย A	กิโลกรัม
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	1.797
Fe-EDTA	0.047
สารละลาย B	**กิโลกรัม**
KNO_3	1.012
$NH_4H_2PO_4$	0.190
KH_2PO_4	0.104
$Mg(NO_3)_2.6H_2O$	0.500
ธาตุอาหารรอง	กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	2.378
$CuSO_4.5H_2O$	0.508
$MnSO_4H_2O$	7.097
Bori acid (H_3BO_3)	4.447
Ammonium Molydate	0.171
pHของสารละลายไม่เกิน 6 และไม่ต่ำ 3	

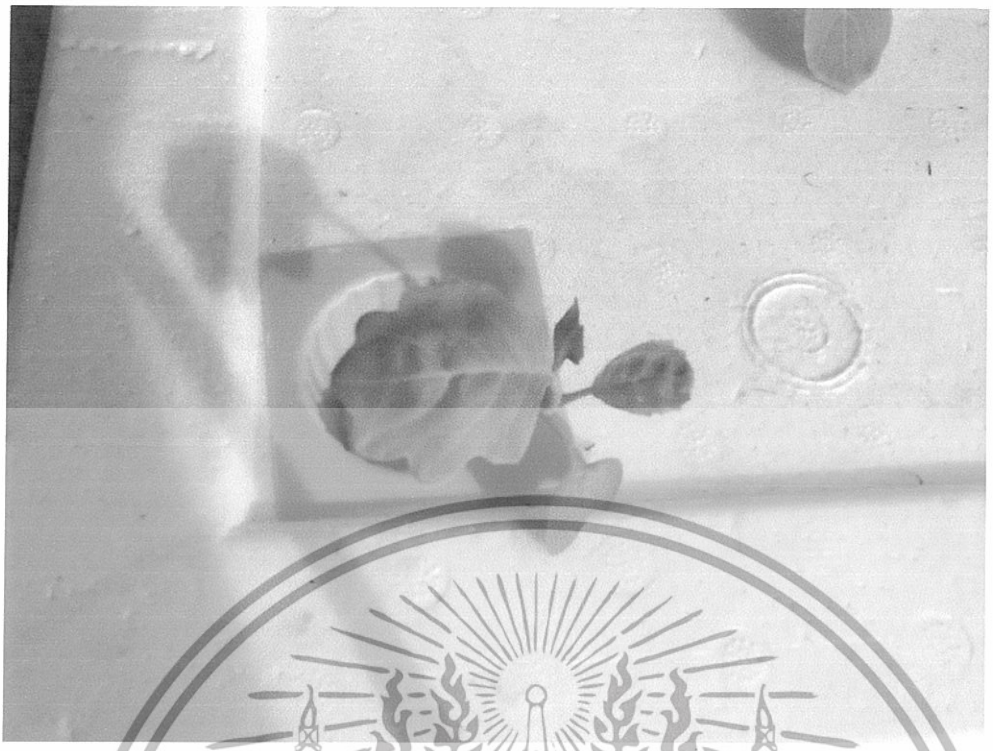
ภาพผนวกที่ 1 การจับพลาสติกที่ห่อโฟมให้เป็นขอบเพื่อกักน้ำเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 2 การเก็บเมล็ดคะน้าในที่มืด 3-4 วัน รองจก

ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะการวางกล่องบนชั้น

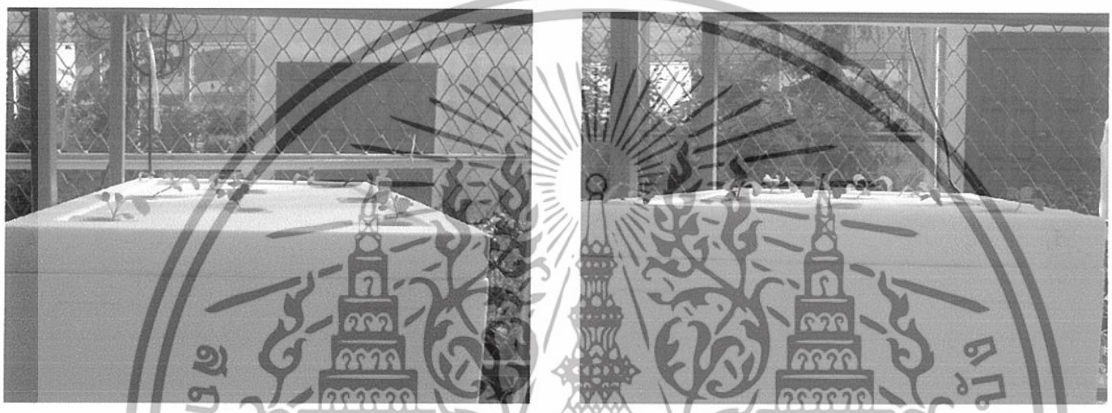
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 ลักษณะของต้นคะน้าเมื่อเริ่มการฉีดพ่นทางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข



ค ง

จ

ภาพผนวกที่ 5 ต้นคะน้าที่เริ่มทดลอง ก. ควบคุม ข. สาหร่ายทางการค้า (Kelp pak)
ค. สาหร่ายสกัด 50 เปอร์เซ็นต์ ง. สาหร่ายสกัด 75 เปอร์เซ็นต์
จ. สาหร่ายสกัด 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข

ค ง

จ

ภาพผนวกที่ 6 ต้นคะน้าที่เสร็จทดลอง ก. ควบคุม ข. สาหร่ายทางการค้า (Kelp pak)
ค. สาหร่ายสกัด 50 เปอร์เซ็นต์ ง. สาหร่ายสกัด 75 เปอร์เซ็นต์
จ. สาหร่ายสกัด 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้