RECEIVED
BY [illegible] DATE 15/10/51

R651002

วว.

รายงานฉบับสมบูรณ์ปีที่ 2

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเพื่อการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

รายงานฉบับสมบูรณ์ปีที่ 2

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเพื่อการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

โดย

อาภารัตน์ มหาขันธ์

สุพรรษา ขันธโสภา

วัชรี กัลยาลัง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญรูป	ง
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
ส่วนที่ 1 การทดสอบวัสดุปรับปรุงโครงสร้างดินในแปลงทดสอบ	
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	4
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	20
4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	62
งานที่อยู่ระหว่างดำเนินการ	67
อุปสรรคและปัญหา	67
5. เอกสารอ้างอิง	68
ส่วนที่ 2 การศึกษาการอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายนอกถิ่นกำเนิดและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย	
1. บทนำ	70
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	71
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	74
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	79
5. เอกสารอ้างอิง	80

สารบัญตาราง

หน้า

ส่วนที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาก่อนการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย 26

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้ง (เซนติเมตร) 28

ตารางที่ 3 จำนวนใบของต้นกวางตุ้ง (ใบ) 30

ตารางที่ 4 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กรัม) และราก (กรัม) ของต้นกวางตุ้ง (น้ำหนักสด) 31

ตารางที่ 5 สมบัติบางประการของดินแปลงผักกวางตุ้งที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย 34

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานโดยวัดเป็นความสูงของต้น (เซนติเมตร) 37

ตารางที่ 7 ผลผลิตของข้าวโพดหวานโดยวัดเป็นน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก (กิโลกรัม) แกะเปลือก (กิโลกรัม) ความยาว (เซนติเมตร) และเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก (เซนติเมตร) 40

ตารางที่ 8 สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายของแปลงข้าวโพดหวาน 43

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน (เซนติเมตร) 45

ตารางที่ 10 ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนโดยวัดเป็นน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือกและแกะเปลือก (กิโลกรัม) 47

ตารางที่ 11 สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย 49

ตารางที่ 12 การเจริญเติบโตทางความสูง (เซนติเมตร) และจำนวนใบ (ใบ) ของต้นกวางตุ้ง 53

ตารางที่ 13 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน, ราก (กรัม) และผลผลิตรวมทั้งหมด (กิโลกรัม) (น้ำหนักสด) ของต้นกวางตุ้ง 56

ตารางที่ 14 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน,ราก,รวม และสัดส่วนมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและราก (น้ำหนักแห้ง) ของต้นกวางตุ้ง 59

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ส่วนที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนสาหร่ายที่รอดชีวิตหลังการเก็บรักษาด้วยเทคนิค cryopreservation 75
ตารางที่ 2 การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ด 76
ตารางที่ 3 การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผง 77
ตารางที่ 4 การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้ง 77
ตารางที่ 5 การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้ง 78
ตารางที่ 6 การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์ 78

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ด (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร) 5

รูปที่ 2 แปลงทดสอบผักกวางตุ้ง (กางมุ้ง) ที่สถานีวิจัยลำตะคอง จ.นครราชสีมา 7

รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ด 10

รูปที่ 4 การทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินใน แปลงมะม่วง สวนไม้ผล 18
อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว

รูปที่ 5 การทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินใน แปลงมะยงชิด สวนไม้ผล 19
อ. วัฒนานคร จ.สระแก้ว

รูปที่ 6 การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้งที่เพาะปลูกเป็นเวลา 40 วัน 29

รูปที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานที่เพาะปลูกเป็นเวลา 2 เดือน 37

รูปที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่เพาะปลูกเป็นเวลา 2 เดือน 45

รูปที่ 9 สาหร่ายที่ขึ้นบนพื้นผิวดินในแปลงทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินที่ 61
ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ALGAL PRODUCT FOR RESTORATION OF SOIL AND SUSTAINABLE PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Aparat Mahakhant, Suphansa Khantasopa and Watcharee-Kunyalung,

ABSTRACT

The field trials of soil conditioner product developed from four selected polysaccharide-producing *Nostoc* strains were conducted twice at Lum Takhong Research Station. In the first trial, the products (pellet form of ∅ 3-6 mm at 10^5 CFU/g) separately made by each strains of *Nostoc* (TISTR 8290, 8871, 8873, and 9054) and their mixture were applied in the experimental plots of Chinese cabbage, sweet corn, and baby corn. Although the application of these products did not show statistical significantl difference in the improvement of soil properties and plant growth, the trends of enhancement could be observed in all of the test plants. For the second trial, the experiment was conducted with the comparison between soil conditioner (mixed culture in the pellet form of ∅ 3-6 mm at 10^5 CFU/g or ∅ 0.5-1 mm at 10^8 CFU/g and liquid form of 10^5 CFU/ml and 10^8 CFU/ml), soil conditioner plus biofertilizer (phosphate-solubilizing microorganisms), soil conditioner plus biofertilizer and ¼ of recommended dose chemical fertilizer (15-15-15 at 37.5 kg/rai) and chemical fertilizer (full dose at 150 kg/rai). Soil conditioner of pellet form showed better effect on plant growth than liquid form. The application of soil conditioner of both pellet forms plus biofertilizer and ¼ of recommended dose chemical fertilizer (15-15-15) and chemical fertilizer (15-15-15 at 150 kg/rai) showed significantl difference ($p \leq 0.05$) on plant growth than control. The results indicated that the application of soil conditioner plus biofertilizer and chemical fertilizer at lower amount of recommended dose may leads to the sustainable on plant production and at the same time could reduce the national relies on imported chemical fertilizer. The results of soil properties are being under analysis.

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเพื่อการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

อาภารัตน์ มหาขันธ์[1], สุพรรษา ขันธโสภา[1] และ วัชรี กัลยาลัง[1]

บทคัดย่อ

ทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย *Nostoc* สายพันธุ์คัดเลือกที่สามารถหลั่งสารพอลิแซ็กคาไรด์ออกมาในปริมาณมาก ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ที่สถานีวิจัยลำตะคอง การทดสอบครั้งที่ 1 ใช้ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดิน (แบบเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU/กรัม) โดยแยกแต่ละสายพันธุ์จำนวน 4 สายพันธุ์ (TISTR 8290, 8871, 8873 และ 9054) รวมทั้งผลิตภัณฑ์ผสมของทั้ง 4 สายพันธุ์ นำไปทดสอบในแปลงทดสอบผักกวางตุ้ง, ข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าแม้คุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับกลุ่มควบคุม แต่มีแนวโน้มว่าผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ใส่ลงไปจะช่วยส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดิน (ผลิตภัณฑ์ผสม (4 สายพันธุ์) แบบเม็ด เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตรที่ความเข้มข้น 10^5 CFU/กรัม หรือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2 มิลลิเมตร ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU/กรัม และผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำที่ความเข้มข้น 10^5 และ10^8 CFU/มิลลิลิตร) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ดหรือน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ (จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต), ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ดหรือน้ำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 1 ใน 4 ของอัตราที่แนะนำ (37.5 กิโลกรัมต่อไร่) และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ดให้ผลดีกว่าแบบน้ำในด้านของการเจริญเติบโตของพืช การใส่ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ดทั้งที่ความเข้มข้นที่ 10^5 และ 10^8 CFU/กรัม ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 1 ใน 4 ของอัตราที่แนะนำ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) มีความแตกต่างกับชุดควบคุมในด้านการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าการใส่ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าอัตราที่แนะนำจะนำไปสู่การผลิตพืชได้อย่างยั่งยืนและลดการพึ่งปุ๋ยเคมีได้ในขณะเดียวกัน สำหรับคุณสมบัติดินอยู่ระหว่างการรอผลการวิเคราะห์

---

[1]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

ส่วนที่ 1 การทดสอบวัสดุปรับโครงสร้างดินในแปลงทดสอบ

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาการเสื่อมโทรมอย่างมากของทรัพยากรดิน เนื่องมาจากการสูญเสียโครงสร้างดินและมีอินทรียวัตถุต่ำโดยมีสาเหตุมาจากการทำการเกษตรที่ผิดหลักวิชาการ ขาดการบำรุงรักษาดิน รวมถึงการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ดินมีการอุ้มน้ำที่ไม่ดีเก็บรักษาความชื้นไว้ไม่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการอัดตัวอย่างแน่นทึบของดินทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำและอากาศที่ไม่ดีและยังเป็นอุปสรรคต่อการชอนไชหรือการแผ่กระจายของส่วนที่อยู่ใต้ผิวดินของพืช ปัจจัยดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไขเป็นการด่วน อย่างไรก็ตามการศึกษาพบว่าการใช้สาหร่ายกลุ่มที่สามารถหลั่งสารเหนียวกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ออกสู่ภายนอกเซลล์ (extracellular polysaccharide) เป็นการส่งเสริมความเสถียรของเม็ดดินและปรับปรุงโครงสร้างดินช่วยให้อนุภาคของดินรวมตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีความเสถียร (soil aggregate stability) ทนต่อแรงขัดสีหรือแรงปะทะประเภทต่างๆ โดยเฉพาะแรงปะทะของเม็ดฝนทำให้ถูกเซาะและพัดพาไปที่อื่นได้ยาก ซึ่งคุณสมบัติของการผลิตสารเหนียวออกมาเป็นจำนวนมากทั้งยังสามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องภายหลังจากใส่สาหร่ายให้แก่ดินแล้ว อีกทั้งทนต่อความแห้งแล้ง อุณหภูมิสูง ความเป็นกรด-ด่างของดิน และความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลตได้เป็นอย่างดี จึงเหมาะสมที่จะนำสาหร่ายกลุ่มดังกล่าวมาพัฒนาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดินได้ทั้งในลักษณะของเซลล์ที่มีชีวิตหรือเฉพาะสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตขึ้น

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปรับปรุงโครงสร้างดินและใช้ทดสอบในระดับแปลงทดสอบ

รายงานในส่วนที่ 1 นี้เป็นผลการทดสอบวัสดุปรับโครงสร้างดินในแปลงทดสอบ

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

1.2.1 สายพันธุ์สาหร่ายที่นำมาทดสอบคุณสมบัติการเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดินจำนวน 4 สายพันธุ์ เป็นสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีศักยภาพในการผลิตสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่หลั่งออกมานอกเซลล์ในปริมาณมากและมีการเพิ่มจำนวนชีวมวลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว ในห้องปฏิบัติการและได้รับการเก็บรักษา ณ คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) สาหร่ายดังกล่าว ได้แก่ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc muscorum* TISTR 8871, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 (มหาขันธ์ และคณะ 2551)

1.2.2 ศึกษาในระดับแปลงทดสอบ 4 แห่งได้แก่

1) สถานีวิจัยลำตะคอง ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา
2) ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต. โยทะกา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา
3) ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี
4) สวนไม้ผล อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การนำสาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือกมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (แบบน้ำและแบบเม็ด)

2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อ

นำเซลล์สาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือกทั้ง 4 สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน มาเพาะเลี้ยงในอาหารที่ปราศจากแหล่งไนโตรเจน สูตร BGA (Antarikanonda, 1980) โดยเลี้ยงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาตรอาหาร 200 มิลลิลิตร บนเครื่องเขย่าความเร็ว 100 รอบต่อนาที บ่มภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ (cool-white fluorescent) ที่ความเข้มแสง 60 ไมโครไอสไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน

2.1.2 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสายพันธุ์ในอาหารเหลว

นำหัวเชื้อ (inoculums) ที่เตรียมไว้มาขยายปริมาณโดยเลี้ยงในขวดคาร์บอยขนาด10 ลิตร บ่มภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ (cool-white fluorescent) ที่ความเข้มแสง 60 ไมโครไอสไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งพ่นอากาศผสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ด้วยอัตราการไหล 1,000 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บเซลล์สาหร่ายในระยะ exponential phase

จากนั้นทำการเก็บเกี่ยวเซลล์ โดยสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 และ *Nostoc* sp. TISTR 8873 นำไปกรองด้วยแพลงก์ตอนเน็ทขนาด 108 ไมครอน สำหรับสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 เก็บเกี่ยวเซลล์โดยการนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์สาหร่าย) ล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2-3 ครั้ง จากนั้นนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แบบน้ำ และแบบเม็ด (ขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร ซึ่งดำเนินการโดย บริษัท อัลโกเทค จำกัด) (รูปที่ 1)

รูปที่ 1. ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ด (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร)

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบ

2.2.1 แปลงทดสอบสถานีวิจัยลำตะคอง ต. หนองสาหร่าย อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

ก) แปลงทดสอบผักกวางตุ้ง (ครั้งที่ 1)

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 6 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 colony-froming unit (CFU) ต่อกรัมในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง)

3) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง)

4) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp.. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง)

5) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง)

6) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (สัดส่วน 1:1:1:1) ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง)

เตรียมแปลงทดสอบ (กางมุ้ง) ดังรูปที่ 2 ออกเป็น 18 แปลง ขนาดแปลงละ 1 x 3 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 3 ตารางเมตร ปลูกต้นกวางตุ้งจำนวน 75 ต้นต่อแปลงระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร แบ่งใส่วัสดุปรับโครงสร้างดิน 2 ครั้ง คือ ใส่ในวันที่ 5 และวันที่ 15 ของการเพาะปลูก รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง วัดความสูงของต้นกวางตุ้งทุกๆ 10 วัน เมื่อครบ 40 วันหาน้ำหนักสดของต้น น้ำหนักสดของรากและจำนวนใบของต้นกวางตุ้ง

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

รูปที่ 2. แปลงทดสอบผักกวางตุ้ง (กางมุ้ง) ที่สถานีวิจัยลำตะคอง จ.นครราชสีมา

ข) แปลงทดสอบข้าวโพดหวาน

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 7 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

3) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

4) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

5) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

6) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (สัดส่วน 1:1:1:1) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

7) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (สัดส่วน 2:2:2:2) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

เตรียมแปลงทดสอบ ออกเป็น 24 แปลง ขนาดแปลงละ 3 x 4.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวมีขนาด 2 x 2.5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 5 ตารางเมตร ระยะระหว่างแถว (ร่อง) 0.50 เมตร และระยะระหว่างต้น 0.50 เมตร แบ่งใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินดังกล่าวข้างต้น 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ในวันหยอดเมล็ด ครั้งที่ 2 ใส่ในวันที่ข้าวโพดมีอายุ 30 วันของการเพาะปลูก รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง วัดความสูงของต้นทุกๆ 10 วัน เมื่อครบ 2 เดือนหาน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก-แกะเปลือก ความยาวฝักและเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

ค) แปลงทดสอบข้าวโพดฝักอ่อน

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 7 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

3) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

4) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

5) ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

6) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (สัดส่วน 1:1:1:1) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

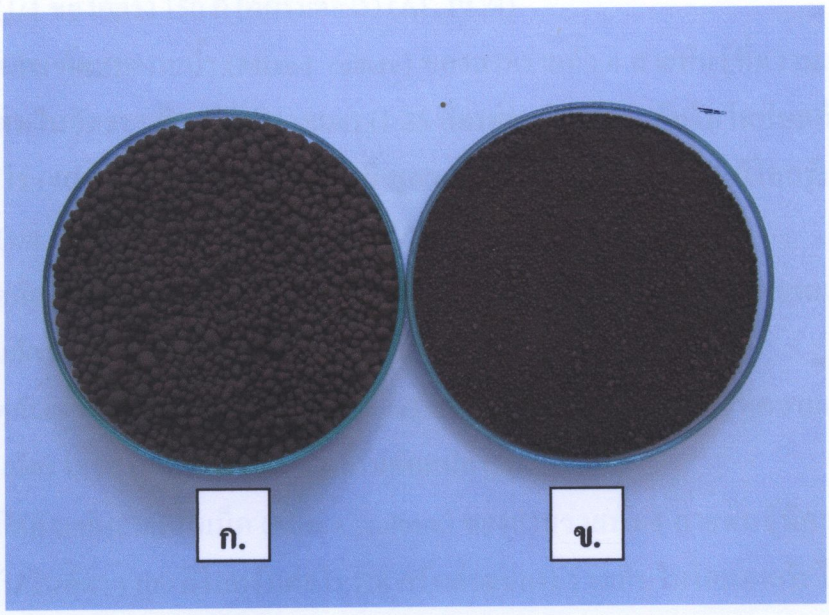
7) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (สัดส่วน 2:2:2:2) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง)

เตรียมแปลงทดสอบ ออกเป็น 24 แปลง ขนาดแปลงละ 3 x 4.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวมีขนาด 2 x 2.5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 5 ตารางเมตร ระยะระหว่างแถว (ร่อง) 0.50 เมตร และระยะระหว่างต้น 0.50 เมตร แบ่งใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินดังกล่าวข้างต้น 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ในวันหยอดเมล็ด ครั้งที่ 2 ใส่ในวันที่ข้าวโพดมีอายุ 30 วันของการเพาะปลูก รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง วัดความสูงของต้นทุกๆ 10 วัน เมื่อครบ 2 เดือนหาน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก-แกะเปลือก

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

ง) แปลงทดสอบผักกวางตุ้ง (ครั้งที่ 2)

การทดสอบวัสดุปรับโครงสร้างดิน ครั้งที่ 2 นี้เป็นการดำเนินการโดยใช้วัสดุปรับโครงสร้างดินขนาดเม็ดใหญ่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (ขนาด 3-6 มิลลิเมตร) และขนาดเม็ดเล็ก ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม (ขนาด 0.5-2 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถกระจายวัสดุได้อย่างทั่วถึงทั้งแปลง) (รูปที่ 3) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต (ไบโอฟอสก้า-เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้กับสาหร่ายและพืช) และปุ๋ยเคมี ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การทำเกษตรแบบยั่งยืนโดยการใช้วัสดุปรับโครงสร้างดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ และลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี โดยมีการดำเนินงาน ดังนี้



รูปที่ 3. ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินแบบเม็ด
(ก) เม็ดใหญ่ ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม (ขนาด 3-6 มิลลิเมตร)
(ข) เม็ดเล็ก ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม (ขนาด 0.5-2 มิลลิเมตร)

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 14 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม (CT)

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 colony-forming unit (CFU) ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) (AL_5)

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) (AL_8)

4) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) (AL_5B)

5) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) (AL_8B)

6) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา

50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) ($AL_5BC/4$)

7) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (1.25 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) ($AL_8BC/4$)

8) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) (AS_5)

9) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) (AS_8)

10) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) (AS_5B)

11) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) (AS_8B)

12) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) ($AS_5BC/4$)

13) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (78 กรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (40 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) ($AS_8BC/4$)

14) ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (117 กรัมต่อแปลง) (C)

เตรียมแปลงทดสอบ (กางมุ้ง) ออกเป็น 42 แปลง ขนาดแปลงละ 1 x 1.25 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 1.25 ตารางเมตรต่อแปลง โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงด้านละ 0.5 เมตร ปลูกต้นกวางตุ้งจำนวน 25 ต้นต่อแปลงระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร แบ่งใส่วัสดุปรับโครงสร้างดิน 2 ครั้ง คือ ใส่ในช่วงการเตรียมดิน และวันหว่านเมล็ด รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง เมื่อครบ 40 วัน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางความสูง, จำนวนใบ, ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด) ของส่วนเหนือพื้นดิน,

ราก, ผลผลิตรวมทั้งหมด, ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) ของส่วนเหนือพื้นดิน,ราก, สัดส่วนมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดินและรากและผลผลิตมวลชีวภาพรวม

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

จ) แปลงทดสอบข้าวโพดฝักอ่อน (ครั้งที่ 2)

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 18 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม (CT)

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (10.5 ลิตรต่อแปลง) ($A1L_8$)

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 2 ลิตรต่อตารางเมตร (21 ลิตรต่อแปลง) ($A2L_8$)

4) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (10.5 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) ($A1L_8B$)

5) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 2 ลิตรต่อตารางเมตร (21 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) ($A2L_8B$)

6) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (10.5 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (82 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A1L_8BC/4$)

7) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 2 ลิตรต่อตารางเมตร (21 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา

50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (82 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A2L_8BC/4$)

8) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตรในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (10.5 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (164 กรัมต่อแปลง) (1/2 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A1L_8BC/2$)

9) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตรในอัตรา 2 ลิตรต่อตารางเมตร (21 ลิตรต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (164 กรัมต่อแปลง) (1/2 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) ($A2L_8BC/2$)

10) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (1 กิโลกรัมต่อแปลง) ($A1S_8$)

11) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (2 กิโลกรัมต่อแปลง) ($A2S_8$)

12) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (1 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) ($A1S_8B$)

13) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (2 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) ($A2S_8B$)

14) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (1 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (82 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A1S_8BC/4$)

15) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (2 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (82 กรัมต่อแปลง) (1/4 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A2S_8BC/4$)

16) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัมในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (1 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา

50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (164 กรัมต่อแปลง) (1/2 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A1S_gBC/2$)

17) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัมในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (2 กิโลกรัมต่อแปลง) ร่วมกับไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (164 กรัมต่อแปลง) (1/2 ของอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ($A2S_gBC/2$)

18) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (330 กรัมต่อแปลง) (C)

เตรียมแปลงทดสอบ ออกเป็น 54 แปลง ขนาดแปลงละ 4.5 x 5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวมีขนาด 3 x 3.5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 10.5 ตารางเมตรต่อแปลง ระยะระหว่างแถว (ร่อง) 0.50 เมตร และระยะระหว่างต้น 0.50 เมตร ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดิน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่ในวันหยอดเมล็ด ครั้งที่ 2 ใส่ในวันที่ข้าวโพดมีอายุ 20 วันของการเพาะปลูกและครั้งที่ 3 ใส่ในวันที่ข้าวโพดมีอายุ 30 วันของการเพาะปลูก ตามลำดับ แต่ในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 เปลี่ยนจากปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เป็นปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 โดยชุดการทดลองที่ 6, 7, 14 และ 15 ใส่ในอัตรา 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ (41 กรัมต่อแปลง) ชุดการทดลองที่ 8, 9, 16 และ 17 ใส่ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (82 กรัมต่อแปลง) และสำหรับชุดการทดลองที่ 8 ใส่ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (164 กรัมต่อแปลง) รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง วัดความสูงของต้นทุกๆ 10 วัน เมื่อครบ 2 เดือนหาน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก-แกะเปลือก ความยาวฝักและเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

2.2.2 แปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต. โยทะกา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ. ฉะเชิงเทรา

ดำเนินการทดสอบเฉพาะวัสดุปรับโครงสร้างดิน โดยไม่ทำการเพาะปลูกพืช เนื่องจากดินมีสภาพเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) (pH = 4.7) และจัดว่าเป็นดินเปรี้ยวน้อยถึงปานกลาง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549 และ http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/other7.pdf) จึงต้องการศึกษาความสามารถของสาหร่ายในการเจริญเติบโตในเบื้องต้นก่อน

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตรในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (2 ลิตรต่อแปลง)

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (140 กรัมต่อแปลง)

เตรียมแปลงทดสอบ (ไม่ปลูกพืช) ออกเป็น 12 แปลง ขนาดแปลงละ 1.5 x 1.5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 2.25 ตารางเมตรต่อแปลง ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินทุกๆ 1 เดือนเป็นเวลา 3 เดือนและรดน้ำดินทุกวัน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) , ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

2.2.3 แปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี

ดำเนินการทดสอบเฉพาะวัสดุปรับโครงสร้างดิน โดยไม่ทำการเพาะปลูกพืช เนื่องจากดินมีสภาพเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) (pH = 4.8) และจัดว่าเป็นดินเปรี้ยวน้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549 และ http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/other7.pdf) นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินยังเป็นดินทรายร่วนอีกด้วย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการการเจริญเติบโตของพืช จึงต้องการศึกษาความสามารถของสาหร่ายในการเจริญเติบโตในเบื้องต้นก่อน

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร (2 ลิตรต่อแปลง)

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (140 กรัมต่อแปลง)

เตรียมแปลงทดสอบ (ไม่ปลูกพืช) ออกเป็น 12 แปลง ขนาดแปลงละ 1.5 x 1.5 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 2.25 ตารางเมตร ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินทุกๆ 1 เดือนเป็นเวลา 3 เดือนและรดน้ำดินทุกวัน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

2.2.4 แปลงทดสอบสวนไม้ผล อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว

ก) ดำเนินการทดสอบในแปลงมะม่วง ซึ่งปลูกในพื้นที่ที่ถมด้วยดินโคลนจากก้นสระเป็นดินชั้นล่าง ส่วนชั้นบนเป็นดินที่ถมด้วยดินลูกรัง ดังรูปที่ 4

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 200 กรัมต่อต้น

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด(Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 200 กรัมต่อต้นร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 100 กรัมต่อต้น

4) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด(Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 200 กรัมต่อต้นร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 100 กรัมต่อต้น และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 100 กรัมต่อต้น

เตรียมแปลงทดสอบออกเป็น 12 แปลง แปลงละ 8 ต้น เติมวัสดุปรับโครงสร้างดินโดยโรยรอบชายทรงพุ่มโคนต้นมะม่วงทุกต้นในแต่ละแปลงทดสอบทุก ๆ 1 เดือนเป็นเวลา 3 เดือนและรดน้ำดินทุกวัน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

รูปที่ 4. การทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินใน แปลงมะม่วง สวนไม้ผล อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว

ข) ดำเนินการทดสอบในแปลงมะยงชิด ซึ่งปลูกบนพื้นที่ที่เป็นดินลูกรัง ดังรูปที่ 5

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง จำนวน 10 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชุดควบคุม

2) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตรในอัตรา 100 มิลลิลิตรต่อต้น

3) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตรในอัตรา 200 มิลลิลิตรต่อต้น

4) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กรัมต่อต้น

5) ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 200 กรัมต่อต้น

เตรียมแปลงทดสอบต้นมะยงชิดออกเป็น 5 แปลงๆ ละ 10 ต้น เติมวัสดุปรับโครงสร้างดิน โดยโรยรอบชายทรงพุ่มต้นมะยงชิดทุกต้นในแต่ละแปลงทดสอบทุกๆ 1 เดือนเป็นเวลา 3 เดือนและรดน้ำดินทุกวัน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการนำสายพันธุ์สาหร่ายมาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate)

รูปที่ 5. การทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินใน แปลงมะยงชิด สวนไม้ผล อ. วัฒนานคร จ.สระแก้ว

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบ

3.1.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดสอบทั้ง 4 แห่ง ได้แก่ แปลงผักกวางตุ้งและข้าวโพดที่สถานีวิจัยลำตะคอง ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา แปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต.โยทะกา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา แปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี แปลงมะม่วงและแปลงมะยงชิดจากสวนไม้ผล อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว แล้วนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และธาตุอาหารพืชในดิน ได้ผลดังตารางที่ 1

เนื้อดิน (soil texture) เป็นสมบัติทางกายภาพสำคัญที่สุดของดิน มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ของดินอีกหลายอย่าง โดยเฉพาะขนาดและการกระจายช่องว่างภายในดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการการเคลื่อนย้ายน้ำและสารละลายภายในดิน การถ่ายเทอากาศ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพื้นที่ผิวจำเพาะของดิน ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน การเกาะยึดระหว่างอนุภาคดินด้วยกัน การดูดยึดธาตุอาหาร ฯลฯ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549) จากตารางที่ 1 พบว่าดินแปลงผักกวางตุ้งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 51.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 27.8 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 20.4 เปอร์เซ็นต์ ดินแปลงข้าวโพดมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 59.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 21.8 เปอร์เซ็นต์และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 18.4 เปอร์เซ็นต์ ดินจากศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 30.40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 23.60 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 46.00 เปอร์เซ็นต์ ดินจากศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ มีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน (loamy sand) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 84.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 9.40 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 6.60 เปอร์เซ็นต์ ดินแปลงมะม่วงจากสวนไม้ผล มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 20.12 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 24.80 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 55.08 เปอร์เซ็นต์ และดินแปลงมะยงชิดจากสวนไม้ผล มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย 44.20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 11.40

เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว 44.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะเนื้อดินของแปลงผักกวางตุ้ง ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดดังกล่าวนี้จัดอยู่ในประเภทกลุ่มเนื้อดินละเอียด มีช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดเล็กทำให้มีสภาพให้แทรกซึมได้ของน้ำและอากาศต่ำ มีการกระจายน้ำช้า ก่อเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่การเกษตรส่งผลให้การระบายอากาศไม่ดี รากพืชขาดอากาศ แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำและและดูดยึดไอออนต่างๆ ที่เป็นธาตุอาหารพืชได้มากเนื่องจากมีพื้นที่ผิวจำเพาะและมีประจุไฟฟ้าที่อนุภาคสูงนอกจากนี้ยังมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินเนื้อหยาบ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของดินเนื้อละเอียดซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวและสารไม่เป็นผลึกทั้งหลายมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่า สำหรับลักษณะเนื้อดินของแปลงข้าวโพด และศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระดังกล่าวนี้จัดอยู่ในประเภทกลุ่มเนื้อดินหยาบ มีช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากทำให้มีสภาพให้แทรกซึมได้ของน้ำและอากาศสูง และส่งเสริมให้รากพืชแพร่กระจายในดินได้ดี แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดยึดไอออนต่างๆ ที่เป็นธาตุอาหารพืชได้ต่ำเนื่องจากมีพื้นที่ผิวและมีประจุไฟฟ้าที่อนุภาคต่ำ นอกจากนี้ดินเนื้อหยาบมักไม่มีโครงสร้างหรือโครงสร้างไม่แข็งแรงทนทานต่อแรงปะทะของน้ำ (ซับซ้อน 2541 และ http://coursewares.mju.ac.th)

ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ระดับอินทรียวัตถุในดินเป็นสมบัติดินอย่างหนึ่งที่ใช้บอกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสมบัติของดินทั้งทางเคมีและกายภาพ ตลอดจนการเจริญเติบโตของพืช ระดับอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงคุณภาพดินทางการเกษตร โดยทั่วไปดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงนั้น ถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและให้ผลผลิตของพืชเป็นอย่างยิ่ง เนื่องมาจากอินทรียวัตถุในดินมีบทบาทที่สำคัญหลายประการที่พืชต้องการ เช่น บทบาทเกี่ยวกับการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีววิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินนั่นเอง จากตารางที่ 1 พบว่าดินแปลงผักกวางตุ้งและแปลงข้าวโพดมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.58 และ 1.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกามีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง คือมีปริมาณอินทรียวัตถุ 4.01 เปอร์เซ็นต์ ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระและแปลงมะยงชิดมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก คือมีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.44 และ 0.49 เปอร์เซ็นต์ และ แปลงมะม่วงมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ คือมีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.55 เปอร์เซ็นต์ การที่มีระดับอินทรียวัตถุปานกลาง-ต่ำมากนี้หากไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินแล้วจะทำให้ระดับอินทรียวัตถุต่ำลงจนไม่เพียงพอต่อการทำการเกษตรและทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549 และ อิ่มเอิบ 2534)

ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) หมายถึง ความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของดิน เป็นสมบัติทางเคมีที่มีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก เนื่องจากเป็นตัวกลางควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ ในดินที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่ควบคุมการแปรรูปของธาตุอาหารพืชหลายชนิด และการรักษาสมดุลของธาตุอาหารพืชเพื่อให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต (สุขสวัสดิ์ 2544 และ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549) จากตารางที่ 1 พบว่าดินแปลงผักกวางตุ้งมีความเป็นกลาง (neutral) (pH = 7.1) แปลงข้าวโพดจัดว่ามีความเป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline) (pH = 7.9) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549) ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดจัดว่ามีความเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) มีค่าปฏิกิริยาดิน 4.7, 4.8, 4.8 และ 4.8 ตามลำดับ ซึ่งดินทั้ง 4 นี้จัดเป็นดินเปรี้ยว โดยดินจากศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกามีความเป็นดินเปรี้ยวน้อยถึงปานกลาง สำหรับดินจากศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดจัดว่ามีความเป็นดินเปรี้ยวน้อย ซึ่งดินเปรี้ยวนี้ (http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/other7.pdf) เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี ผลผลิตที่ได้จึงต่ำหรือไม่ได้ผลผลิตเลย พืชต่างชนิดกันจะเจริญเติบโตได้ดีในระดับค่าปฏิกิริยาดินที่แตกต่างกัน แต่พืชส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มี pH ระหว่าง 6.1-7.5 ซึ่งถือว่าดินแปลงผักกวางตุ้งมีค่าปฏิกิริยาดินที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าดินอื่นๆ

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange capacity - CEC) เป็นค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกของดิน หรือปริมาณไอออนบวกทั้งหมดที่ดูดซับที่ผิวอนุภาคดิน ซึ่งไอออนบวกดังกล่าวนี้สามารถแลกเปลี่ยนได้กับไอออนบวกอื่น ๆ ในสารละลาย และพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้งและดินแปลงข้าวโพดมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก 8.8 และ 7.8 me-100 g ตามลำดับ จัดว่าดินทั้ง 2 ตัวอย่างมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกอยู่ในระดับต่ำปานกลาง ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกามีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก 21.10 me-100 g จัดว่ามีค่าอยู่ในระดับสูง ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก 1.20 me-100 g จัดว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก แปลงมะม่วงมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก 13.80 me-100 g จัดว่ามีค่าอยู่ในระดับปานกลางและแปลงมะยงชิดมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก 19.00 me-100 g จัดว่ามีค่าอยู่ในระดับสูงปานกลาง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, สุขสวัสดิ์ 2544 และ พนิชศักดิ์พัฒนา 2529) โดยทั่วไปดินที่ดีควรมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูง เพราะสามารถดูดซับไอออนบวกชนิดต่างๆ ที่เป็นธาตุอาหารพืชไว้ได้เป็นปริมาณมาก ทำให้การสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะล้างด้วยน้ำลงในหน้า

ตัดดินลดลง ซึ่งการเพิ่มค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกวิธีหนึ่งที่ทำได้คือการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินเพราะอินทรียวัตถุเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ผิวมาก มีประจุลบที่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรียวัตถุจำนวนมากจึงช่วยดูดซับไอออนบวกไม่ให้สูญเสียไปโดยกระบวนการชะล้าง นอกจากนี้ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนนี้มีอิทธิพลต่อความร่วนซุย ความเหนียวของดิน การเกาะกลุ่มของคอลลอยด์ และการสร้างเม็ดดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2548)

เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน (base saturation percentage, %BS) เป็นค่าไอออนบวกที่ทำให้ดินเป็นด่างได้ ค่าเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินบอกให้ทราบว่าสารละลายดินประกอบไปด้วยไอออนที่ทำให้ดินเป็นด่างมากหรือน้อยซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณของธาตุ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมในสารละลายดิน ซึ่งเป็นธาตุที่พืชมีความต้องการในปริมาณมาก เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินนี้เป็นดัชนีแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ประการหนึ่ง ดินที่มี CEC ต่ำแล้วยังมีความอิ่มตัวด้วยด่างต่ำด้วยมีโอกาสมากขึ้นที่ดินนั้นจะมีธาตุอาหารพืชพวกแคลเซียม แมกนีเซียมและโดยเฉพาะอย่างยิ่งโพแทสเซียมไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช (http://coursewares.mju.ac.th) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิด มีค่าเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน 131.99, 165.85, 78.81, 75.95, 81.45 และ 92.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จัดว่าดินทั้ง 6 ตัวอย่างมีค่าเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินอยู่ในระดับสูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, สุขสวัสดิ์ 2544 และ พนิชศักดิ์พัฒนา 2529)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) หมายถึง สมบัติของดินในการบรรจุน้ำไว้ได้มากหรือน้อย ตามธรรมชาติความสามารถในการอุ้มน้ำของดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ประเภทเนื้อดินและสมบัติการเคลื่อนที่ของน้ำในดินแต่ละชนิด สำหรับดินส่วนใหญ่ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าและมีเนื้อละเอียดกว่าจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินได้ดีกว่าดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าและมีเนื้อหยาบกว่า มีผลกระทบอย่างสำคัญต่อการงอกของกล้า และการเติบโตของพืช จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิด มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน 27.14, 31.81, 51.93, 14.07, 43.07 และ 44.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (http://www.doae.go.th/spp/biofertilizer/impv2.htm. และ http://www.thai-inter.th.gs/web-t/airo/vtajak%20din.html)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินบนที่ใช้เพาะปลูกทั่วไป มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.5 เปอร์เซ็นต์ (สุขสวัสดิ์ 2544) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.079, 0.077, 0.079, 0.022, 0.028 และ 0.024 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จัดว่าดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด และศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สามารถใช้สำหรับการเพาะปลูกได้ แต่อยู่ในเกณฑ์ปกติที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเมื่อทำการเพาะปลูกพืชซ้ำ ๆ ในพื้นที่เดิม จะทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนหมดไปและไม่สามารถใช้พื้นที่ทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืนดิน สำหรับดินจากแปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ต่ำไม่เพียงพอต่อการใช้ที่ดินในการเพาะปลูก

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available Phosphorus) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 78, 160 และ 49 พีพีเอ็ม ตามลำดับจัดว่าดินทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับที่สูงมากซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ในขณะที่ดินจากศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระมีค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 18 พีพีเอ็มจัดว่ามีค่าอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับแปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดมีค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 และ 2 พีพีเอ็มจัดว่าดินทั้ง 2 ตัวอย่างนี้มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับที่ต่ำมากซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549 และ สุขสวัสดิ์ 2544)

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด และ ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกามีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 157, 258 และ 272 พีพีเอ็มตามลำดับ จัดว่าดินทั้ง 3 ตัวอย่างมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในระดับที่สูงมากซึ่งอาจส่งกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้สำหรับดินแปลงมะม่วง แปลงมะยงชิดและศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 76, 84 และ 62 พีพีเอ็ม ตามลำดับซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับปานกลาง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549 และ อิ่มเอิบ 2542)

ปริมาณแคลเซียม (calcium) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา แปลงมะม่วง และแปลงมะยงมีปริมาณแคลเซียม 1,668, 1,918, 965, 1,205 และ 2,081 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จัดว่าดินทั้ง 5 ตัวอย่างมีปริมาณแคลเซียมในระดับที่สูง

มากซึ่งจะอาจส่งกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ สำหรับดินจากแปลงศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระมีปริมาณแคลเซียม 119 พีพีเอ็มจัดอยู่ในระดับปานกลาง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549 และ อิ่มเอิบ 2542)

ปริมาณแมกนีเซียม (magnesium) จากตารางที่ 1 ดินแปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพด ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา แปลงมะม่วง และแปลงมะยงชิดมีปริมาณแมกนีเซียม 282, 243, 857, 567 และ 805 พีพีเอ็มตามลำดับ จัดว่าดินทั้ง 5 ตัวอย่างมีปริมาณแมกนีเซียมที่สูงเกินไปสำหรับพืชและการที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงมากนี้อาจมีกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ สำหรับดินศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระมีปริมาณแมกนีเซียม 15 พีพีเอ็มจัดว่ามีปริมาณแมกนีเซียมที่ขาดแคลนต่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549 และ อิ่มเอิบ 2542)

ตารางที่ 1. สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาก่อนการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

คุณสมบัติดิน	สถานีวิจัยลำตะคอง		ศูนย์เกษตรกรรม	ศูนย์เกษตรกรรม	สวนไม้ผล	
	แปลงผักกวางตุ้ง	แปลงข้าวโพด	ทหารเรือโยทะกา	ทหารเรือบางพระ	แปลงมะม่วง	แปลงมะยงชิด
คุณสมบัติทางด้านกายภาพ						
1. เนื้อดิน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินเหนียว	ดินทรายร่วน	ดินเหนียว	ดินเหนียว
ทราย (%)	51.80	59.80	30.40	84.00	20.12	44.20
ทรายแป้ง (%)	27.80	21.80	23.60	9.40	24.80	11.40
ดินเหนียว (%)	20.40	18.40	46.00	6.60	55.08	44.40
คุณสมบัติทางด้านเคมี						
1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	1.58	1.53	4.01	0.44	0.55	0.49
2. ค่าปฏิกิริยาดิน (pH)	7.10	7.90	4.70	4.80	4.80	4.80
3. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (me-100g)	8.80	7.80	21.10	1.20	13.80	19.00
4. เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน (%BS)	131.99	165.85	78.81	75.95	81.45	92.90
5. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%)	27.14	31.81	51.93	14.07	43.07	44.94
ธาตุอาหารพืชในดิน						
1. ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.079	0.077	0.079	0.022	0.028	0.024
2. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	78.00	160.00	49.00	18.00	4.00	2.00
3. โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ppm)	157.00	258.00	272.00	62.00	76.00	84.00
4. แคลเซียม (ppm)	1,668.00	1,918.00	965.00	119.00	1,205.00	2,081.00
5. แมกนีเซียม (ppm)	282.00	243.00	857.00	15.00	567.00	805.00

3.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย ในแปลงทดสอบของสถานีวิจัยลำตะคอง ต. หนองสาหร่าย อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

การศึกษาประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (แบบเม็ดขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร) ในการปรับปรุงโครงสร้างดินเพื่อใช้ในการทดสอบในระดับแปลงทดลองสถานีวิจัยลำตะคอง ศึกษาในแปลงทดสอบ 3 แปลง ได้แก่ แปลงผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพดหวาน และแปลงข้าวโพดฝักอ่อนได้ผลดังนี้

1) ผลทดสอบในแปลงผักกวางตุ้ง (ครั้งที่ 1)

แบ่งการทดลองออกเป็น 6 การทดลอง คือ ชุดควบคุม, แปลงผักที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมและสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (280 กรัมต่อแปลง) แบ่งใส่ 2 ครั้งในวันที่ 5 และ 15 ของการเพาะปลูก ทำการทดลองเป็นเวลา 40 วันพบว่าทั้ง 6 ชุดการทดลอง มีค่าของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การเจริญเติบโตทางความสูง ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 6, จำนวนใบ ดังตารางที่ 3, ผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดิน และราก ดังตารางที่ 4, ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) ดังตารางที่ 5 ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกัน สำหรับความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.1) การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้ง

การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้ง จากตารางที่ 2 และ รูปที่ 6 พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งในวันที่ 40 ทุกชุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม ยกเว้นชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 30.75 ± 4.89 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 19.05 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุด

ควบคุม รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้ง 29.09±5.55, 28.55±6.15, 26.47±8.13 และ 25.50±5.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 12.62, 10.53 และ 2.48 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีความสูงเฉลี่ย 25.83±0.30 เซนติเมตร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งในวันที่ 10 และ 20 พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 แต่ความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งในวันที่ 30 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุม คือ 20.33±0.92 เซนติเมตร และมีความแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

ตารางที่ 2. การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้ง (เซนติเมตร)

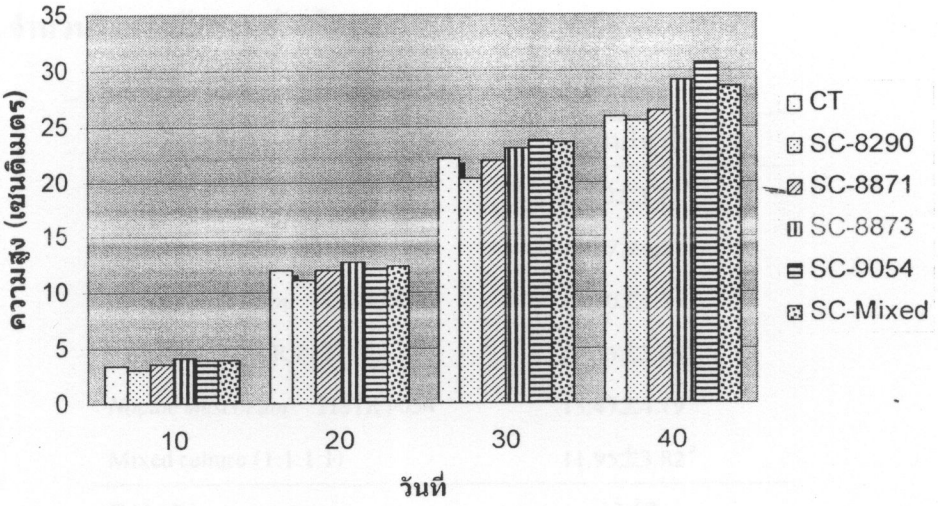
การทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)			
	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน
ชุดควบคุม	3.47±0.19^{a}	12.00±0.77^{a}	22.16±0.61^{ab}	25.83±0.30^{bc}[1]
Noctoc sp. TISTR 8290	3.13±0.24^{a}	11.12±0.97^{a}	20.33±0.92^{b}	25.50±5.33^{bc}
Noctoc muscorum TISTR 8871	3.54±0.52^{a}	11.98±0.69^{a}	21.82±1.46^{ab}	26.47±8.13^{c}
Noctoc sp. TISTR 8873	4.07±0.19^{a}	12.77±1.00^{a}	22.99±1.44^{a}	29.09±5.55^{ab}
Noctoc muscorum TISTR 9054	3.92±0.62^{a}	12.24±0.32^{a}	23.75±0.92^{a}	30.75±4.89^{a}
Mixed culture (1:1:1:1)	3.98±1.11^{a}	12.37±1.47^{a}	23.46±1.13^{a}	28.55±6.15^{abc}
C.V. (%)	15.73	7.76	4.99	8.43
F-test	ns	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 6 การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้งที่เพาะปลูกเป็นเวลา 40 วัน

1.2) จำนวนใบของต้นกวางตุ้ง

จำนวนใบของต้นกวางตุ้ง จากตารางที่ 3 พบว่ามี 3 ชุดการทดลองที่ต้นกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 ต้นกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 13.47±4.19 ใบ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ Mixed culture (1:1:1:1) มีจำนวนใบเฉลี่ย 12.10±4.25 และ 11.95±3.82 ใบ ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุม คือ 11.33±3.64, 11.27±4.27 ใบ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีจำนวนใบเฉลี่ย 11.80±3.27 ใบ ถึงแม้ว่าบางชุดการทดลองมีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3. จำนวนใบของต้นกวางตุ้ง (ใบ)

การทดลอง	จำนวนใบ (ใบ)
ชุดควบคุม	11.80±3.27 [a1]
Noctoc sp. TISTR 8290	11.27±4.27 [a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	12.10±4.25 [a]
Noctoc sp. TISTR 8873	11.33±3.64 [a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	13.47±4.19 [a]
Mixed culture (1:1:1:1)	11.95±3.82 [a]
C.V. (%)	13.68
F-test	ns

[1]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1.3) ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด)

1.3.1) ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

มวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดิน หรือผลรวมน้ำหนักสดของส่วนใบและลำต้นซึ่งอยู่เหนือพื้นดินของต้นกวางตุ้ง (ตารางที่ 4) พบว่าทุกชุดการทดลองมีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ยกเว้นชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยมากที่สุด คือ 88.49±12.12 กรัม รองลงมา คือชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย74.55±21.27, 68.23±14.04, 66.00±19.06 และ 46.81±19.92 กรัมตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 50.82±9.82 กรัม และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองยกเว้น

ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 จะมีค่ามากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4. ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กรัม) และราก (กรัม) ของต้นกวางตุ้ง (น้ำหนักสด)

การทดลอง	ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กรัม)	ผลผลิตมวลชีวภาพของราก (กรัม)
ชุดควบคุม	50.82±9.82[b1]	4.77±0.81[a]
Noctoc sp. TISTR 8290	46.81±19.92[b]	4.44±2.19[a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	66.00±19.06[ab]	5.40±2.50[a]
Noctoc sp. TISTR 8873	68.23±14.04[ab]	6.00±1.33[a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	88.49±12.12[a]	5.51±2.09[a]
Mixed culture (1:1:1:1)	74.55±21.27[ab]	5.13±0.67[a]
C.V. (%)	25.22	33.52
F-test	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1.3.2) ผลผลิตมวลชีวภาพของราก

มวลชีวภาพของราก จากตารางที่ 4 จะพบว่าทุกชุดการทดลองมีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมยกเว้นชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 คือชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ย 6.00±1.33, 5.51±2.09, 5.40±2.50, 5.13±0.67 และ 4.44±2.19 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ย 4.77±0.81 กรัม และเมื่อนำไปเปรียบเทียบค่าทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

1.4) สมบัติบางประการของดินแปลงผักกวางตุ้งที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

1.4.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) จากตารางที่ 5 พบว่าทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.80±0.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871, *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.75±0.16, 1.71±0.09, 1.71±0.02 และ1.70±0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.68±0.03 เปอร์เซ็นต์ และทุกชุดการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินคือ 1.58 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

1.4.2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) จากตารางที่ 5 พบว่าทุกชุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.090±0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871, *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.088±0.01, 0.086±0.00, 0.086±0.00 และ 0.085±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.084±0.00 เปอร์เซ็นต์ และทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินคือ 0.079 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

1.4.3) ปฏิกิริยาดิน (pH) จากตารางที่ 5 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าปฏิกิริยาดินที่ใกล้เคียงกันมาก โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.70±0.1 รองลงมาคือชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 8871, *Noctoc*

muscorum TISTR 9054 คือ 7.63±0.06, 7.60±0.1 และ 7.53±0.12 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยเท่ากับชุดควบคุม คือ 7.50±0.10 และทุกชุดการทดลองรวมทั้งชุดควบคุมมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคือ 7.10 (ตารางที่ 5) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 เท่านั้นที่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบอย่างมีนัยสำคัญ

ปฏิกิริยาดินที่เพิ่มขึ้นจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Nostoc* ซึ่งเป็นสาหร่ายในกลุ่มสีน้ำเงินแกมเขียวที่มักเจริญเติบโตได้ดีสรุปที่เป็นกลาง-ด่าง

1.4.4) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity - CEC) จากตารางที่ 5 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 9.83±0.45 me-100g รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871, *Noctoc muscorum* TISTR 9054, Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 9.60±0.60, 9.60±1.04, 9.60±0.44 และ 9.20±1.51 me-100g ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 8.82±0.12 me-100g และทุกชุดการทดลองมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินคือ 8.82 me-100g อย่างไรก็ตามเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 5. สมบัติบางประการของดินแปลงผักกวางตุ้งที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

การทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ปฏิกิริยาดิน (pH)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (me-100g)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water holding capacity %)
ชุดควบคุม	1.68±0.03[a]	0.084±0.00[a]	7.50 ±0.10[b]	8.82±0.12[a]	30.76±1.34[a]
Noctoc sp. TISTR 8290	1.80±0.05[a]	0.090±0.00[a]	7.70±0.10[a]	9.83±0.45[a]	31.49±1.20[a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	1.71±0.09[a]	0.086±0.00[a]	7.60±0.10[ab]	9.60±0.60[a]	30.78±0.68[a]
Noctoc sp. TISTR 8873	1.71±0.02[a]	0.086±0.00[a]	7.63±0.06[ab]	9.20±1.51[a]	31.21±1.26[a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	1.70±0.15[a]	0.085±0.01[a]	7.53±0.12[ab]	9.60±1.04[a]	30.95±0.51[a]
Mixed culture (1:1:1:1)	1.75±0.16[a]	0.088±0.01[a]	7.50±0.10[b]	9.60±0.44[a]	31.71±1.50[a]
C.V.(%)	5.63	5.65	1.28	8.79	3.66
F-test	Ns	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1.4.5) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) จากตารางที่ 5 จะพบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยสูงที่สุด 31.71±1.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย 31.49±1.20, 31.21±1.26, 30.95±0.51 และ 30.78±0.68 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย 30.76±1.34 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ทั้ง 6 ชุดการทดลองมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยสูงมากกว่าก่อนการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดิน คือ 27.14 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2) ผลทดสอบในแปลงข้าวโพดหวาน

แบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม, ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัมในสัดส่วน 1 เท่า และ 2 เท่า ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (845 กรัมต่อแปลง) ทำการทดลองเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าทั้ง 7 ชุดการทดลองมีค่าของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การเจริญเติบโตทางความสูง ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 7 , น้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก แกะเปลือก ความยาวฝักและเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก ดังตารางที่ 7, ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ปฏิกิริยาดิน (pH), ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) ดังตารางที่ 8 ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกัน สำหรับความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

2.1) การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นข้าวโพดหวาน

จากตารางที่ 6 และรูปที่ 7 พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานเดือนที่ 2 ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานมากที่สุด คือ 103.64±10.75 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 8.76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม รองลงมา คือชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวาน 97.14±18.40 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 1.94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานน้อยกว่าชุดควบคุม คือ 94.85±14.07, 94.67±10.10, 94.48±15.99 และ 89.62±11.12 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวาน 95.29±17.58 เซนติเมตร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 จะมีความสูงมากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความสูงของต้นข้าวโพดหวานเฉลี่ยในเดือนที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกันมากและไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานโดยวัดเป็นความสูงของต้น (เซนติเมตร)

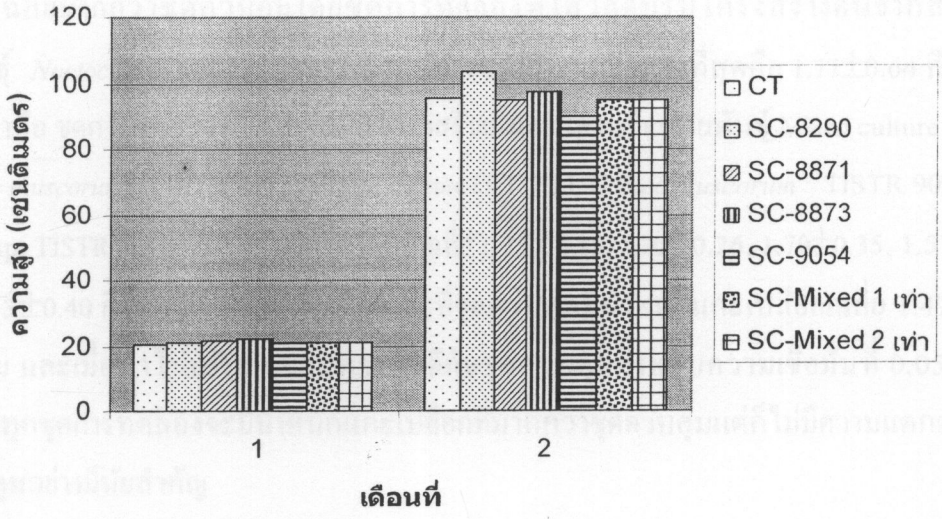
การทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)	
	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
ชุดควบคุม	20.34±5.53 [a1]	95.29±17.58 [a]
Noctoc sp. TISTR 8290	20.88±4.38 [a]	103.64±10.75 [a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	21.83±0.45 [a]	94.48±15.99 [a]
Noctoc sp. TISTR 8873	21.88±1.70 [a]	97.14±18.40 [a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	20.65±0.52 [a]	89.62±11.12 [a]
Mixed culture (1:1:1:1)	21.19±3.13 [a]	94.85±14.07 [a]
Mixed culture (2 เท่า)	21.09±2.30 [a]	94.67±10.10 [a]
C.V. (%)	14.78	14.70
F-test	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 7. การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานที่เพาะปลูกเป็นเวลา 2 เดือน

2.2) ผลผลิตข้าวโพดหวาน

2.2.1) น้ำหนักของฝักรวมเปลือก จากตารางที่ 7 พบว่าทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ยกเว้นชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 เพียงชุดการทดลองเดียว โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.83±0.74 กิโลกรัม รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 , Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (2 เท่า) และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีน้ำหนักทั้งของฝักรวมเปลือกเฉลี่ย 2.63±0.4, 2.50±0.44, 2.47±0.40, 2.40±0.35 และ 2.37±0.50 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ย 2.40±0.10 กิโลกรัม และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าจะมีชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc* sp. TISTR 8290 , Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ Mixed culture (2 เท่า) ที่มีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกมากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.2.2) น้ำหนักแกะเปลือก จากตารางที่ 7 พบว่าทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมโดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.77±0.64 กิโลกรัม รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) , *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ย 1.73±0.15, 1.70±0.26, 1.70±0.35, 1.57±0.40 และ 1.53±0.40 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ย 1.47±0.15 กิโลกรัม และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีน้ำหนักแกะเปลือกที่มากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.2.3) ความยาวฝัก จากตารางที่ 7 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีความยาวฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 14.29±0.65 เซนติเมตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 ที่มีความยาวฝักเฉลี่ย 13.91±0.76 และ

13.57±0.88 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีความยาวฝักเฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุม คือ 13.53±1.15, 13.46±1.89 และ13.41±2.19 เซนติเมตร สำหรับชุดควบคุมมีความยาวฝักเฉลี่ย 13.56±0.19 เซนติเมตร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 จะมีความยาวฝักเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.2.4) เส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก จากตารางที่ 7 พบว่าทุกชุดการทดลองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝักมากกว่าชุดควบคุม ยกเว้นชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) เพียงชุดการทดลองเดียว โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝักมากที่สุด คือ 3.88±0.29 เซนติเมตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc* sp. TISTR 8290 และ Mixed culture (2 เท่า) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝัก 3.82±0.02, 3.79±0.26, 3.75±0.33, 3.68±0.38 และ 3.56±0.29 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝัก 3.62±0.04 เซนติเมตร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าถึงแม้ว่าจะมีชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc* sp. TISTR 8290 จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝักมากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7. ผลผลิตของข้าวโพดหวานโดยวัดเป็นน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก (กิโลกรัม) แกะเปลือก (กิโลกรัม) ความยาว (เซนติเมตร) และเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก (เซนติเมตร)

การทดลอง	น้ำหนักรวมเปลือก (กิโลกรัม)	น้ำหนักแกะเปลือก (กิโลกรัม)	ความยาวฝัก (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก (เซนติเมตร)
ชุดควบคุม	2.40±0.10[a1]	1.47±0.15[a]	13.56±0.19[a]	3.62±0.04[a]
Noctoc sp. TISTR 8290	2.63±0.40[a]	1.53±0.40[a]	14.29±0.65[a]	3.68±0.38[a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	2.47±0.40[a]	1.70±0.26[a]	13.46±1.89[a]	3.82±0.02[a]
Noctoc sp. TISTR 8873	2.83±0.74[a]	1.77±0.64[a]	13.41±2.19[a]	3.88±0.29[a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	2.37±0.50[a]	1.57±0.40[a]	13.57±0.88[a]	3.75±0.33[a]
Mixed culture (1:1:1:1)	2.50±0.44[a]	1.70±0.35[a]	13.91±0.76[a]	3.79±0.26[a]
Mixed culture (2 เท่า)	2.40±0.35[a]	1.73±0.15[a]	13.53±1.15[a]	3.56±0.29[a]
C.V.(%)	18.06	22.69	9.48	7.11
F-test	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2.3) สมบัติบางประการของดินแปลงข้าวโพดหวานที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

2.3.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) จากตารางที่ 8 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.48±0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.47±0.07, 1.46±0.16 และ1.43±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุม คือ 1.41±0.06 และ 1.41±0.18 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.42±0.12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) จากตารางที่ 8 พบว่าทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ Mixed culture (2 เท่า) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุดและเท่ากัน คือ 0.074±0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.073±0.01 และ 0.072±0.01 และสำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, สายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1) และชุดควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.071±0.01 เปอร์เซ็นต์และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) จากตารางที่ 8 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยที่สูงกว่าชุดควบคุม คือชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 177.33±27.97 พีพีเอ็ม ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 141.33±33.71 พีพีเอ็มสำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 137.33±39.55, 136.67±42.67, 132.67±49.52, 130.33±30.89 และ123.67±47.35 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.4) ปฏิกิริยาดิน (pH) จากตารางที่ 8 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่สูงที่สุดคือ 7.83±0.06 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ Mixed culture (1:1:1:1) มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ย 7.83±0.15, 7.80±0.10, 7.80±0.00, 7.77±0.12 และ 7.73±0.15 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ย 7.73±0.06 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบอย่างมีนัยสำคัญ

ปฏิกิริยาดินที่เพิ่มขึ้นจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Nostoc* ซึ่งเป็นสาหร่ายในกลุ่มสีน้ำเงินแกมเขียวที่มักเจริญเติบโตได้ดีสรุปที่เป็นกลาง-ด่าง

2.3.5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity - CEC) จากตารางที่ 8 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีค่าสูงที่สุด คือ 10.30±1.47 me-100g รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ Mixed culture (1:1:1:1) มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 9.97±1.79, 9.83±0.21, 9.47±0.97, 9.03±1.10 และ 8.93±1.12 me-100g ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 8.73±0.59 me-100g และทุกชุดการทดลองมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินคือ 7.8 me-100g ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีค่ามากกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.6) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) จากตารางที่ 8 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยสูงที่สุด 28.68±1.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (2 เท่า) และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย 28.40±0.15, 28.27±2.08, 28.21±1.83, 28.04±1.03 และ 27.86±1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย 27.75±1.40 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินถึงแม้ว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8. สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายของแปลงข้าวโพดหวาน

การทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	ปฏิกิริยาดิน (pH)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (me-100g)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water holding capacity) (%)
ชุดควบคุม	1.42±0.12[a1]	0.071±0.01[a]	141.33±33.71[a]	7.73 ±0.06[a]	8.73±0.59[a]	27.75±1.40[a]
Noctoc sp. TISTR 8290	1.41±0.18[a]	0.071±0.01[a]	137.33±39.55[a]	7.83±0.15[a]	10.30±1.47[a]	28.27±2.08[a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	1.43±0.11[a]	0.072±0.01[a]	130.33±30.89[a]	7.77±0.12[a]	9.97±1.79[a]	28.21±1.83[a]
Noctoc sp. TISTR 8873	1.46±0.16[a]	0.073±0.01[a]	123.67±47.35[a]	7.80±0.00[a]	9.47±0.97[a]	27.86±1.72[a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	1.47±0.07[a]	0.074±0.00[a]	132.67±49.52[a]	7.80±0.10[a]	9.03±1.10[a]	28.68±1.42[a]
Mixed culture (1:1:1:1)	1.41±0.06[a]	0.071±0.01[a]	136.67±42.67[a]	7.73±0.15[a]	8.93±1.12[a]	28.40±0.15[a]
Mixed culture (2 เท่า)	1.48±0.04[a]	0.074±0.00[a]	177.33±27.97[a]	7:83±0.06[a]	9.83±0.21[a]	28.04±1.03[a]
C.V. (%)	8.63	8.63	28.27	1.34	12.09	5.31
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3) ผลทดสอบในแปลงข้าวโพดฝักอ่อน

แบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม, ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดของสาหร่ายสายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8290 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์*Nostoc muscorum* TISTR 8871 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Nostoc* sp. TISTR 8873 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, สายพันธุ์ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม, ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed cultureed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 1 เท่า และ 2 เท่า ทำการทดลองเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าทั้ง 7 ชุดการทดลองมีค่าของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การเจริญเติบโตทางความสูง ดังตารางที่ 9 และรูปที่ 8, น้ำหนักของฝักรวมเปลือกและน้ำหนักของฝักแกะเปลือก ดังตารางที่ 10 สำหรับค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ปฏิกิริยาดิน (pH), ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) ดังตารางที่ 11 ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกัน สำหรับความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ในระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1) การเจริญเติบโตทางความสูง

จากตารางที่ 9 และรูปที่ 8 พบว่าความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเฉลี่ยในเดือนที่ 2 ทุกชุดการทดลองมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีความสูงของต้นข้าวโพดเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 158.96±9.74 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 31.50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc* sp. TISTR 8873 , *Noctoc muscorum* TISTR 8871, *Noctoc muscorum* TISTR 9054 คือ 157.41±58.33, 154.17±43.62, 145.31±23.60, 143.96±30.58 และ 140.49±55.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น 30.22, 27.54, 20.21, 19.09 และ 16.22 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเฉลี่ย 120.88±20.90 เซนติเมตร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองถึงแม้ว่าจะมีความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมแต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเฉลี่ยในเดือนที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกันมากซึ่งไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9. การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน (เซนติเมตร)

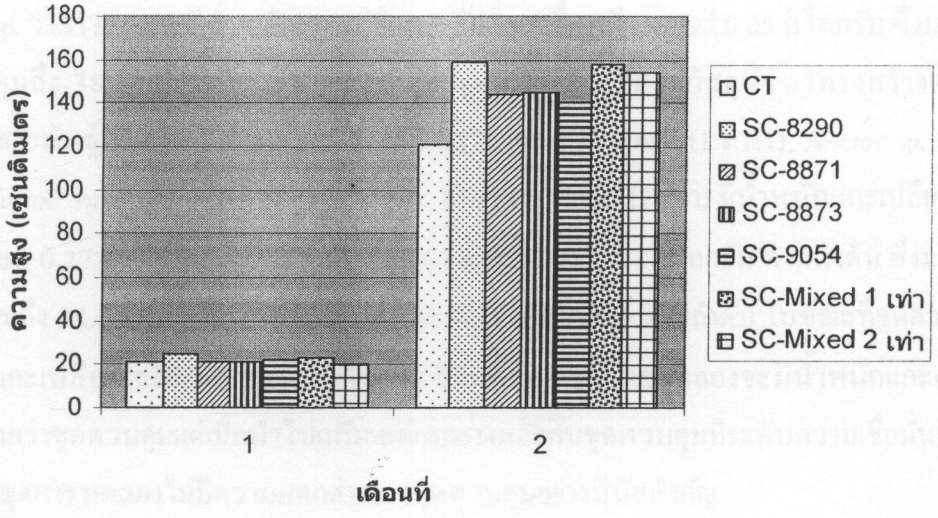
การทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)	
	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
ชุดควบคุม	20.86±1.85 [a1]	120.88±20.90 [a]
Noctoc sp. TISTR 8290	24.77±3.01 [a]	158.96±9.74 [a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	21.40±5.22 [a]	143.96±30.58 [a]
Noctoc sp. TISTR 8873	20.96±6.68 [a]	145.31±23.60 [a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	22.32±3.16 [a]	140.49±55.38 [a]
Mixed culture (1:1:1:1)	22.98±3.43 [a]	157.41±58.33 [a]
Mixed culture (2 เท่า)	20.46±5.10 [a]	154.17±43.62 [a]
C.V.(%)	19.78	26.42
F-test	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 8. การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่เพาะปลูกเป็นเวลา 2 เดือน

3.2) ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

3.2.1) น้ำหนักของฝักรวมเปลือก จากตารางที่ 10 พบว่าทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับปรุงโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.02±0.10 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมถึง 36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 9054, *Noctoc muscorum* TISTR 8871 และ Mixed culture (2 เท่า) มีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ย 0.97±0.37, 0.90±0.12, 0.84±0.30, 0.83±0.13 และ 0.78±0.37 กิโลกรัม ตามลำดับซึ่งมากกว่าชุดควบคุมถึง 29.33, 20.00, 12.00, 10.67 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ย 0.75±0.05 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีน้ำหนักของฝักรวมเปลือกเฉลี่ยที่สูงกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

3.2.2) น้ำหนักแกะเปลือก จากตารางที่ 10 พบว่าทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ยที่มากที่สุดคือ 0.29±0.05 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมถึง 38.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ Mixed culture (2 เท่า) มีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ย 0.27±0.04, 0.27±0.06, 0.26±0.03, 0.24±0.07 และ 0.22±0.07 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมถึง 28.57, 28.57, 23.81, 14.29 และ 4.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ย 0.21±0.02 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีน้ำหนักแกะเปลือกเฉลี่ยที่สูงกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10. ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนโดยวัดเป็นน้ำหนักของฝักข้าวโพดรวมเปลือก และแกะเปลือก (กิโลกรัม)

การทดลอง	น้ำหนักของฝักรวมเปลือก (กิโลกรัม)	น้ำหนักแกะเปลือก (กิโลกรัม)
ชุดควบคุม	0.75±0.05 [a1]	0.21±0.02 [a]
Noctoc sp. TISTR 8290	1.02±0.10 [a]	0.29±0.05 [a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	0.83±0.13 [a]	0.27±0.04 [a]
Noctoc sp. TISTR 8873	0.90±0.12 [a]	0.26±0.03 [a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	0.84±0.30 [a]	0.24±0.07 [a]
Mixed culture (1:1:1:1)	0.97±0.37 [a]	0.27±0.06 [a]
Mixed culture (2 เท่า)	0.78±0.37 [a]	0.22±0.07 [a]
C.V.(%)	27.71	20.24
F-test	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3.3) สมบัติบางประการของดินแปลงข้าวโพดฝักอ่อนที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

3.3.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) จากตารางที่ 11 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 เท่านั้นที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม คือ 1.51±0.12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.47±0.20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ Mixed culture (1:1:1:1) มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 1.46±0.16, 1.43±0.10, 1.41±0.09, 1.40±0.03 และ 1.40±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) จากตารางที่ 11 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 เท่านั้นที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุม คือ 0.076±0.01 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.074±0.01 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (2 เท่า) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.073±0.01 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.071±0.00 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 และ Mixed culture (1:1:1:1) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.070±0.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) จากตารางที่ 11 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุม คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 86.00±55.24 พีพีเอ็ม ในขณะที่ชุดควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 118.33±38.81 พีพีเอ็ม และชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 159.67±17.47 พีพีเอ็ม รองลงมา ได้แก่ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc* sp. TISTR 8873 และ *Noctoc muscorum* TISTR 8871 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 132.33±4.93, 123.33±21.22, 122.67±15.95, และ122.67±33.84 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 ชุดเดียวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 11. สมบัติบางประการของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่าย

การทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	ปฏิกิริยาดิน (pH)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (me-100g)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water holding capacity %)
ชุดควบคุม	1.47±0.20 [a1]	0.074±0.01 [a]	118.33±38.81 [ab]	7.90 ±0.10 [a]	9.00±1.15 [a]	25.93±5.10 [a]
Noctoc sp. TISTR 8290	1.41±0.09 [a]	0.071±0.00 [a]	86.00±55.24 [b]	7.90±0.10 [a]	9.90±0.79 [a]	25.70±3.74 [a]
Noctoc muscorum TISTR 8871	1.51±0.12 [a]	0.076±0.01 [a]	122.67±33.84 [ab]	7.93±0.06 [a]	9.43±0.58 [a]	28.50±0.29 [a]
Noctoc sp. TISTR 8873	1.43±0.10 [a]	0.071±0.00 [a]	122.67±15.95 [ab]	7.90±0.10 [a]	9.13±0.67 [a]	27.82±0.80 [a]
Noctoc muscorum TISTR 9054	1.40±0.03 [a]	0.070±0.00 [a]	159.67±17.47 [a]	7.90±0.10 [a]	9.87±1.80 [a]	29.92±2.30 [a]
Mixed culture (1:1:1:1)	1.40±0.04 [a]	0.070±0.00 [a]	132.33±4.93 [ab]	7.93±0.15 [a]	9.23±1.53 [a]	28.94±1.85 [a]
Mixed culture (2 เท่า)	1.46±0.16 [a]	0.073±0.01 [a]	123.33±21.22 [ab]	7.93±0.21 [a]	9.70±1.65 [a]	27.96±1.60 [a]
C.V. (%)	8.30	8.30	25.11	1.58	13.26	9.80
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3.3.4) ปฏิกิริยาดิน (pH) จากตารางที่ 11 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1) และ Mixed culture (2 เท่า) มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ย 7.93±0.06, 7.93±0.15 และ 7.93±0.21 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc* sp. TISTR 8873, *Nostoc muscorum* TISTR 9054 และชุดควบคุมมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 7.90±0.01 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบอย่างมีนัยสำคัญ

ปฏิกิริยาดินที่เพิ่มขึ้นจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Nostoc* ซึ่งเป็นสาหร่ายในกลุ่มสีน้ำเงินแกมเขียวที่มักเจริญเติบโตได้ดีสรุปที่เป็นกลาง-ด่าง

3.3.5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity - CEC) จากตารางที่ 11 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290, *Noctoc muscorum* TISTR 9054, Mixed culture (2 เท่า), *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (1:1:1:1) และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 9.9±0.79, 9.87±1.80, 9.70±1.65, 9.43±0.58, 9.23±1.53 และ 9.13±0.67 me-100g ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 9.00±1.15 me-100g. แต่ทุกชุดการทดลองมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินคือ 7.8 me-100g เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.6) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) จากตารางที่ 11 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินน้อยกว่าชุดควบคุมอยู่เพียงชุดการทดลองเดียว คือ 25.70±3.74 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยมากที่สุด คือ 29.92±2.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินของสาหร่ายสายพันธุ์ Mixed culture (1:1:1:1), *Noctoc muscorum* TISTR 8871, Mixed culture (2 เท่า) และ *Noctoc* sp. TISTR 8873 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย 28.94±1.85, 28.50±0.29, 27.96±1.60 และ 27.82±0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ย

25.93±5.10 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05พบว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

4) ผลทดสอบในแปลงทดสอบกวางตุ้ง (ครั้งที่ 2)

การศึกษาประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (แบบเม็ดและแบบน้ำ) ในการปรับโครงสร้างดินเพื่อใช้ในการทดสอบในระดับแปลงทดลองสถานีวิจัยลำตะคอง ศึกษาในแปลงทดสอบ 2 แปลง ได้แก่ แปลงผักกวางตุ้ง และแปลงข้าวโพดฝักอ่อน ได้ผลดังนี้

แบ่งการทดลองออกเป็น 14 การทดลอง คือ CT, AL_5, AL_8, AL_5B, AL_8B, $AL_5BC/4$, $AL_8BC/4$, AS_5, AS_8, AS_5B, AS_8B, $AS_5BC/4$, $AS_8BC/4$ และ C โดยใส่วัสดุปรับโครงสร้างดิน 2 ครั้ง คือ ใส่ในช่วงการเตรียมดิน และวันหว่านเมล็ด รดน้ำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง ทำการทดลองเป็นเวลา 40 วันพบว่าทั้ง 14 ชุดการทดลอง มีค่าของปัจจัยการเจริญเติบโตทางความสูง จำนวนใบ ดังตารางที่ 12 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ราก และผลผลิตรวมทั้งหมด (น้ำหนักสด) ดังตารางที่ 13 ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ราก ผลผลิตมวลชีวภาพรวม และสัดส่วนมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดินและราก (น้ำหนักแห้ง) ดังตารางที่ 14 สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปฏิกิริยาดิน (pH), ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1) การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้ง

การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นกวางตุ้งจากตารางที่ 12 พบว่ามี 8 ชุดการทดลองที่มีความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งมากกว่าชุดควบคุม โดยการใส่ C ต้นกวางตุ้งจะมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 40.35 ±7.63 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$, $AL_8BC/4$, $AL_5BC/4$, AS_8B, AS_8 และ AL_5 ได้แก่ 31.98±0.50, 29.42±1.94, 27.86±1.66, 26.18±4.57, 25.64±2.43, 25.23±3.52 และ 24.90±5.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ CT มีความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้ง 23.59±2.94 เซนติเมตร นอกจากนี้ชุดการทดลองที่มีการใส่ AL_8B, AS_5, AS_5B, AL_8 และ AL_5B ต้นกวางตุ้งมีความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT ได้แก่ 23.44±1.65, 23.18±1.67, 23.04±5.44, 22.18±4.76 และ 22.08±3.45 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นคือชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$ ที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

4.2) จำนวนใบของต้นผักกวางตุ้ง

จำนวนใบของต้นกวางตุ้ง จากตารางที่ 12 พบว่ามี 9 ชุดการทดลองที่ต้นกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่มีการใส่ C ต้นกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 14.11±2.89 ใบ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่มีการใส่ $AS_5BC/4$, $AL_8BC/4$, $AS_8BC/4$, AS_8B, AS_8, , $AL_5BC/4$, AL_5 และ AL_8 ต้นกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ย 13.40±2.22, 12.11±0.38, 11.41±1.28, 10.96±0.67, 10.89±1.73, 10.81±1.39, 10.37±1.96 และ 10.24±1.22 ใบ ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีจำนวนใบ 10.15±2.17 ใบ สำหรับชุดการทดลองที่มีการใส่ AL_8B, AS_5B, AS_5 และ AL_5B ต้นกวางตุ้งจะมีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT คือ 10.04±0.39 , 9.92±2.06, 8.93±1.20 และ 8.91±0.60 ใบ ตามลำดับ

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$ และทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 12. การเจริญเติบโตทางความสูง (เซนติเมตร) และจำนวนใบ (ใบ) ของต้นกวางตุ้ง

การทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)*	จำนวนใบ (ใบ)
1. CT	23.59±2.94 [c1]	10.15±2.17 [cd]
2. AL_5	24.90±5.43 [bc]	10.37±1.96 [bcd]
3. AL_8	22.18±4.76 [c]	10.24±1.22 [cd]
4. AL_5B	22.08±3.45 [c]	8.91±0.60 [d]
5. AL_8B	23.44±1.65 [c]	10.04±0.39 [cd]
6. $AL_5BC/4$	26.18±4.57 [bc]	10.81±1.39 [bcd]
7. $AL_8BC/4$	27.86±1.66 [bc]	12.11±0.38 [abc]
8. AS_5	23.18±1.67 [c]	8.93±1.20 [d]
9. AS_8	25.23±3.52 [bc]	10.89±1.73 [bcd]
10. AS_5B	23.04±5.44 [c]	9.92±2.06 [cd]
11. AS_8B	25.64±2.43 [bc]	10.96±0.67 [bcd]
12. $AS_5BC/4$	29.42±1.94 [bc]	13.40±2.22 [ab]
13. $AS_8BC/4$	31.98±0.50 [b]	11.41±1.28 [abcd]
14. C	40.35±7.63 [a]	14.11±2.89 [a]
CV (%)	14.76	14.88
F-test	**	*

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

(CT= ชุดควบคุม, AL_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AL_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AS_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, AS_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, B = ไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ C= ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

4.3) ผลผลิตมวลชีวภาพ

4.3.1) ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด)

ก. ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน หรือผลรวมน้ำหนักสดของส่วนใบและลำต้นซึ่งอยู่เหนือพื้นดินของต้นกวางตุ้ง (ตารางที่ 13) พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ C มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 201.96±58.22 กรัม รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$, $AS_8BC/4$, $AL_8BC/4$, $AL_5BC/4$, AS_8B, AS_8, AL_5, AL_8B, AS_5B และ AL_8 มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 85.95±37.14, 77.31±10.92, 64.51±6.27, 50.47±28.10, 46.85±20.35, 46.06±20.00, 44.57±26.52, 39.65±10.59, 37.55±27.90 และ 36.51±15.60 กรัมตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AL_5B และ AS_5 มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT คือ 31.70±16.24 และ 29.97±6.71 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 36.50±13.19 กรัม

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$ เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

ข. ผลผลิตมวลชีวภาพของราก

จากตารางที่ 13 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C มีมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 10.82±2.03 กรัม รองลงมาได้แก่ชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$, AL_8B, AS_8, $AL_8BC/4$ มีมวลชีวภาพของรากเฉลี่ย 7.19±2.39, 4.73±1.19, 4.66±2.84, 4.37±1.64 และ 4.35±0.98 กรัม ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AS_8B, AL_5, AL_5B, $AL_5BC/4$, AS_5B, AS_5 และ AL_8 มีมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยที่น้อยกว่าชุด CT คือ 3.57±1.62, 3.40±1.29, 3.26±1.12, 3.15±1.99, 2.78±1.41, 2.74±0.85 และ 2.65±0.53 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มCT มีมวลชีวภาพของรากเฉลี่ย 3.71±1.50 กรัม

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากกลุ่ม CT อย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$ ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

ค. ผลผลิตรวมทั้งหมด

จากตารางที่ 13 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวมทั้งหมดสูงที่สุด คือ 6.10±2.64 กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$, $AL_8BC/4$, $AL_5BC/4$ และ AS_8B มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวมทั้งหมด 2.33±0.59, 2.27±0.64, 2.05±0.12, 1.52±0.86 และ 1.45±0.33 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AL_5, AL_8B, AS_8, AS_5B, AL_8, AS_5 และ AL_5B มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวมทั้งหมดน้อยกว่าชุด CT คือ 1.30±0.67, 1.26±0.22, 1.15±0.58, 1.06±0.83, 1.04±0.62, 0.89±0.08 และ 0.76±0.39 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตรวมทั้งหมด 1.33±0.61 กิโลกรัม

ถึงแม้ว่าชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$, $AL_8BC/4$, $AL_5BC/4$ และ AS_8B จะมีค่าผลผลิตรวมทั้งหมดมากกว่าชุด CT อยู่ถึง 4.6, 1.8, 1.7, 1.5, 1.1 และ 1.1 เท่าตามลำดับ แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ C เท่านั้นที่มีความแตกต่างกับชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 13. ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน, ราก (กรัม) และผลผลิตรวมทั้งหมด (กิโลกรัม) (น้ำหนักสด) ของต้นกวางตุ้ง

การทดลอง	ผลผลิตมวลชีวภาพ (กรัม)		ผลผลิตรวมทั้งหมด (กิโลกรัม)
	เหนือพื้นดิน (shoot)	ราก (root)	
1. CT	36.50±13.19 [c]	3.71±1.50 [c]	1.32±0.61 [b1]
2. AL_5	44.57±26.52 [bc]	3.40±1.29 [c]	1.30±0.67 [b]
3. AL_8	36.51±15.60 [c]	2.65±0.53 [c]	1.04±0.62 [b]
4. AL_5B	31.70±16.24 [c]	3.26±1.12 [c]	0.76±0.39 [b]
5. AL_8B	39.65±10.59 [bc]	4.66±2.84 [bc]	1.26±0.22 [b]
6. $AL_5BC/4$	50.47±28.10 [bc]	3.15±1.99 [c]	1.52±0.86 [b]
7. $AL_8BC/4$	64.51±6.27 [bc]	4.35±0.98 [bc]	2.05±0.12 [b]
8. AS_5	29.97±6.71 [c]	2.74±0.85 [c]	0.89±0.08 [b]
9. AS_8	46.06±19.10 [bc]	4.37±1.64 [bc]	1.15±0.58 [b]
10. AS_5B	37.55±27.90 [bc]	2.78±1.41 [c]	1.06±0.83 [b]
11. AS_8B	46.85±20.35 [bc]	3.57±1.62 [c]	1.45±0.33 [b]
12. $AS_5BC/4$	85.95±37.14 [b]	4.73±1.19 [bc]	2.27±0.64 [b]
13. $AS_8BC/4$	77.31±10.92 [bc]	7.19±2.39 [b]	2.33±0.59 [b]
14. C	201.96±58.22 [a]	10.82±2.03 [a]	6.10±2.64 [a]
CV (%)	42.43	37.45	50.64
F-test	*	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

(CT= ชุดควบคุม, AL_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AL_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AS_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, AS_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่,

B = ไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ C= ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

4.3.2) ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง)

ก. ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากตารางที่ 14 พบว่าชุดการทดลองที่ C มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 20.85±0.60 กรัม รองลงมาคือชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$, $AS_8BC/4$, $AL_8BC/4$, AL_5, $AL_5BC/4$, AL_8, AL_8B และ AS_5B มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยเท่ากับ 10.64±4.85, 10.17±0.48, 8.93±2.04, 6.57±3.69, 6.21±2.80, 6.10±3.17, 5.72±1.31 และ 5.63±2.53 กรัม ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AS_8, AS_8B, AS_5 และ AL_5B มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT คือ 5.30±1.40, 5.29±1.67, 4.26±1.66 และ4.04±0.78 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 5.52±1.29 กรัม

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามี 3 ชุดการทดลองที่มีความแตกต่างกับชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ C, $AS_5BC/4$ และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$ ทั้งนี้ชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$ และ $AS_8BC/4$ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้ง 2 ชุดการทดลองแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข. ผลผลิตมวลชีวภาพของราก

จากตารางที่ 14 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C มีมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.24±0.37 กรัม รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$ และ $AL_8BC/4$ มีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ย 1.71±0.82, 1.20±0.66 และ 0.97±0.32 กรัม ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AL_8B, AS_8, AS_8B, AL_5, $AL_5BC/4$, AL_8, AS_5B, AS_5 และ AL_5B มีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT คือ 0.91±0.52, 0.71±0.10, 0.66±0.25, 0.66±0.23, 0.66±0.39, 0.62±0.23, 0.57±0.19, 0.55±0.26 และ 0.51±0.09 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีผลผลิตมวลชีวภาพของรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.93±0.46 กรัม

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$ เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค. ผลผลิตมวลชีวภาพรวม

จากตารางที่ 14 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 21.56±2.99 กรัม รองลงมาคือชุดการทดลองที่ใส่ $AS_8BC/4$, $AS_5BC/4$, $AL_8BC/4$, AL_5, $AL_5BC/4$, AL_8 และ AL_8B มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเฉลี่ย 12.41±0.59, 11.10±4.97, 9.9±2.33, 7.23±3.88, 6.87±3.19, 6.72±3.39 และ 6.63±1.82 กรัม ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AS_8, AS_8B, AS_5B, AS_5 และ AL_5B มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเฉลี่ยน้อยกว่าชุด CT คือ 6.02±1.47, 5.95±1.92, 5.32±2.31, 4.81±1.90 และ 4.52±0.89 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเฉลี่ย 6.65±1.59 กรัม

เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่าชุดการทดลองที่ใส่ C และชุดการทดลองที่ใส่$AS_8BC/4$ เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

4.4) สัดส่วนมวลชีวภาพแห้งของส่วนเหนือพื้นดินและราก

จากตารางที่ 14 พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสัดส่วนมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและรากมากกว่าชุด CT และชุดการทดลองที่เติม $AS_5BC/4$ มีสัดส่วนมวลชีวภาพระหว่างส่วนเหนือพื้นดินและรากสูงที่สุด คือ 11.28±1.69 รองลงมาคือชุดการทดลองที่ใส่ $AL_5BC/4$, $AL_8BC/4$, AL_8, C, AL_5, AS_5B, AS_8B, AS_5, AL_5B, $AS_8BC/4$, AL_8B, AS_8 มีสัดส่วนมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและราก 10.20±2.20, 10.00±1.31, 9.74±1.80, 9.67±1.72, 9.22±2.98, 8.77±0.95, 8.72±1.08, 8.40±1.26, 8.27±1.37, 8.23±3.29, 7.81±1.23 และ 7.59±1.13 ในขณะที่ชุด CT มีสัดส่วนมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและราก 7.10±2.02

ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีค่าสัดส่วนมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและรากที่มากกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ $AS_5BC/4$ เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 14. ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน,ราก,รวม และสัดส่วนมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและราก (น้ำหนักแห้ง) ของต้นกวางตุ้ง

การทดลอง	ผลผลิตมวลชีวภาพ (กรัม)			Shoot - Root Ratio
	เหนือพื้นดิน (Shoot)	ราก (Root)	รวม	
1. CT	5.52 ± 1.29^{de}	0.93 ± 0.46^{c}	6.65 ± 1.59^{cde}	7.10 ± 2.02^{b}
2. AL_5	6.57 ± 3.69^{bcde}	0.66 ± 0.23^{c}	7.23 ± 3.88^{cde}	9.22 ± 2.98^{ab}
3. AL_8	6.10 ± 3.17^{cde}	0.62 ± 0.23^{c}	6.72 ± 3.39^{cde}	9.74 ± 1.80^{ab}
4. AL_5B	4.04 ± 0.78^{e}	0.51 ± 0.09^{c}	4.52 ± 0.89^{e}	8.27 ± 1.37^{ab}
5. AL_8B	5.72 ± 1.31^{de}	0.91 ± 0.52^{c}	6.63 ± 1.82^{cde}	7.81 ± 1.23^{ab}
6. $AL_5BC/4$	6.21 ± 2.80^{cde}	0.66 ± 0.39^{c}	6.87 ± 3.19^{cde}	10.20 ± 2.20^{ab}
7. $AL_8BC/4$	8.93 ± 2.04^{bcd}	0.97 ± 0.32^{c}	9.90 ± 2.33^{bcd}	10.00 ± 1.31^{ab}
8. AS_5	4.26 ± 1.65^{e}	0.55 ± 0.26^{c}	4.81 ± 1.90^{de}	8.40 ± 1.26^{ab}
9. AS_8	5.30 ± 1.40^{de}	0.71 ± 0.10^{c}	6.02 ± 1.47^{de}	7.59 ± 1.13^{b}
10. AS_5B	5.63 ± 2.53^{de}	0.57 ± 0.19^{c}	5.32 ± 2.31^{de}	8.77 ± 0.95^{ab}
11. AS_8B	5.29 ± 1.67^{de}	0.66 ± 0.25^{c}	5.95 ± 1.92^{de}	8.72 ± 1.08^{ab}
12. $AS_5BC/4$	10.64 ± 4.85^{b}	1.20 ± 0.66^{bc}	11.10 ± 4.97^{bc}	11.28 ± 1.69^{a}
13. $AS_8BC/4$	10.17 ± 0.48^{bc}	1.71 ± 0.82^{ab}	12.41 ± 0.59^{b}	8.23 ± 3.29^{ab}
14. C	20.85 ± 0.60^{a}	2.24 ± 0.37^{a}	21.56 ± 2.99^{a}	9.67 ± 1.72^{ab}
CV (%)	31.33	43.67	32.00	20.66
F-Test	**	**	**	ns

[1]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้นโดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

(CT= ชุดควบคุม, AL_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AL_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตร, AS_5 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, AS_8 = ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, B = ไบโอฟอสก้า ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ C= ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

5) ผลแปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต. โยทะกา อ. บางน้ำเปรี้ยว จ. ฉะเชิงเทรา

เนื่องจากพื้นที่แปลงทดสอบเป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึง และท่วมขังเป็นเวลานานประมาณ 2 เดือน ซึ่งระดับน้ำมีความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร ดังนั้นผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินที่นำไปใส่จึงไหลไปตามกระแสน้ำไม่สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ที่กำหนด การทดลองครั้งนี้จึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองใดๆ ได้เลย

6) ผลแปลงทดสอบศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. ศรีราชา อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี

เมื่อได้นำผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินไปใส่ในแปลงทดสอบ และแปลงทดสอบได้รับน้ำตามธรรมชาติ พบว่ามีสาหร่ายเจริญเติบโตได้บนพื้นผิวดิน ดังแสดงในรูปที่ 9 บริเวณที่ลูกศรชี้จะเป็นบริเวณที่สาหร่ายเจริญเติบโตบนพื้นผิวดิน

รูปที่ 9. สาหร่ายที่ขึ้นบนพื้นผิวดินในแปลงทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินที่ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายเพื่อฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน โดยใช้สายพันธุ์สาหร่าย 4 สายพันธุ์ คือ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc muscorum* TISTR 8871, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 มาเป็น ผลิตภัณฑ์ (แบบเม็ดและแบบน้ำ) ในแปลงทดลองของสถานีวิจัยลำตะคอง ต.หนองสาหร่าย อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 2 ครั้ง ได้ผลดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองในพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักกวางตุ้ง แปลงข้าวโพดหวาน และแปลงข้าวโพดฝักอ่อน โดยใช้ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มิลลิเมตร ในแปลงผักกวางตุ้งพบว่ามีเพียงค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ในแปลงทดสอบที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc* sp. TISTR 8290 และความสูงของต้นกวางตุ้ง ในแปลงทดสอบที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่าความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

แปลงข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อน พบว่ามีเพียงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ในแปลงทดสอบข้าวโพดฝักอ่อนที่ใส่วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายสายพันธุ์ *Noctoc muscorum* TISTR 9054 เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่าความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองในภาพรวมพบว่า แม้การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชของแปลงทดสอบจะไม่แตกต่างจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มว่าผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ใส่ลงไปช่วยส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น

สำหรับการทดลองในครั้งที่ 2 ใช้วัสดุปรับโครงสร้างดินขนาดเม็ดเล็กกว่าและมีความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายที่สูงกว่าในการทดลองครั้งที่ 1 เพื่อให้สามารถกระจายวัสดุได้อย่างทั่วถึงทั้งแปลง และเนื่องจากพืชที่ใช้ทดลองเป็นพืชอายุสั้นเก็บเกี่ยวเร็ว การทดลองครั้งที่ 2 นี้จึงมีการนำผลิตภัณฑ์แบบน้ำเข้ามาร่วมทดลองด้วยเพื่อจะได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แบบเม็ดและผลิตภัณฑ์แบบเม็ดและแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต (ไบโอฟอสก้า-เพื่อเป็น

แหล่งธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้กับสาหร่ายและพืช) และปุ๋ยเคมี ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การทำเกษตรแบบยั่งยืนและลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี ซึ่งผลจากการทดลองในครั้งที่ 2 มีดังนี้

การทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองในพืช 2 ชนิด ประกอบด้วยผักกวางตุ้ง และข้าวโพดฝักอ่อนได้ทำการทดลองทั้งแบบเดี่ยวและใส่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต (ไบโอฟอสก้า) และปุ๋ยเคมีในแปลงผักกวางตุ้งพบว่า

การเจริญเติบโตทางความสูง มี 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

จำนวนใบพบว่ามีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด) ของส่วนยอดพบว่ามี 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด) ของส่วนรากพบว่ามีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอ

ฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

ผลผลิตรวมทั้งหมดพบว่ามีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้นที่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่), ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่), ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมตรร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่), ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบน้ำ (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อตารางเมาตรร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) และชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่ก็มีค่าผลผลิตรวมทั้งหมดมากกว่าชุดควบคุมอยู่ถึง 4.6, 1.8, 1.7, 1.5, 1.1 และ 1.1 เท่าตามลำดับ

ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินพบว่ามี 3 ชุดการทดลองที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่) และชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

ผลผลิตมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) ของส่วนรากพบว่ามี 2 ชุดการทดลองที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

ผลผลิตมวลชีวภาพรวมพบว่ามี 2 ชุดการทดลองที่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ และ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

สัดส่วนมวลชีวภาพของส่วนยอดและรากพบว่ามีเพียง 1 ชุดการทดลองเท่านั้นที่มีความแตกต่างจากชุด CT อย่างมีนัยสำคัญ คือ ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU ต่อกรัม ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโอฟอสก้าในอัตร 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/4 ของอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่)

สำหรับค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(total nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus), ค่าปฏิกิริยาดิน (pH), ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity-CEC), ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) และความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) อยู่ระหว่างวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ามี 3 ชุดการทดลองที่ให้ผลดีกว่าชุดการทดลองอื่น ได้แก่

- ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^5CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่

- ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ผสมแบบเม็ด (Mixed culture) ของสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 10^8CFU ต่อกรัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับไบโฟอสก้าในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่
- ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายพบว่าผลิตภัณฑ์แบบเม็ดจะให้ผลที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์แบบน้ำที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ากระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์แบบน้ำนั้นจำเป็นต้องมีการรบกวนเซลล์โดยการปั่นชีวมวลสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายยาวเพื่อเพิ่มปริมาณกลุ่มเซลล์ (CFU) จึงทำให้เซลล์ได้รับการบอบช้ำ นอกจากนี้เซลล์เหล่านี้เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่มีสภาวะต่างๆ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตลอดเวลา ด้วยเหตุปัจจัยเหล่านี้ทำให้เซลล์ต้องใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะตามธรรมชาติ เช่น ความเข้มแสงตามธรรมชาติที่ในช่วงเที่ยงวัน-บ่ายมีค่าสูงมาก (> 100,000 ลักซ์) จึงทำให้เห็นผลได้ช้าภายในเวลาที่กำหนด สำหรับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แบบเม็ดนั้นเซลล์ไม่ถูกรบกวนมากนักและยังมีวัสดุรองรับที่เพื่อสาหร่ายจะช่วยพรางแสงในขณะที่สาหร่ายเริ่มงอกและเจริญเติบโตบนพื้นดินอีกด้วย

ผลการทดสอบครั้งนี้เป็นแนวทางการทดสอบในครั้งต่อไป จึงเลือกใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายแบบเม็ดโดยเลือกใช้ระดับความเข้มข้นที่ 10^5 และ 10^8 CFU ต่อกรัม และใช้ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต (ไบโอฟอสก้า) และปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรปฏิบัติ หรืออัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ลดลงครึ่งหนึ่งและลดลงเหลือ 1 ใน 4 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ซึ่งการใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายในลักษณะดังกล่าวจะช่วยฟื้นฟูสภาพดินได้ สามารถทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืนและลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงในขณะเดียวกัน

แปลงข้าวโพดฝักอ่อนอยู่ระหว่างการเพาะปลูกเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายในการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน ทั้งนี้อาจต้องทดสอบซ้ำ เนื่องจากประสบปัญหาฝนตกหนักและน้ำท่วมขังในพื้นที่แปลง ทำให้ข้าวโพดเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ

สำหรับอีก 3 แปลงทดสอบอยู่ในระหว่างดำเนินการเพาะปลูกเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายในการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต. โยทะกา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี สวนไม้ผล อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว

งานที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

1. วิเคราะห์ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) จากแปลงทดสอบผักกวางตุ้ง

2. ทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดินจากสาหร่ายในระดับกระถางโดยการปลูกพืชในทราย ดินทุ่งกุลาร้องไห้ และดินปลูกพืช (ดินลำดวน)

3. อยู่ในระหว่างดำเนินการทดสอบสารปรับโครงสร้างดินในระดับแปลงทดสอบ 3 แห่ง ได้แก่

1) สถานีวิจัยลำตะคอง ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา
2) ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา ต. โยทะกา อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา
3) ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือบางพระ ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี
4) สวนไม้ผล อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว

4. เตรียมการทดสอบซ้ำในแปลงเดิม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดินเป็นสิ่งที่ทำได้ยากและให้ผลตอบสนองที่ช้ามาก จำเป็นต้องดำเนินการซ้ำๆ ในพื้นที่เดิม โดยจะทำการทดสอบผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทั้งในรูปเม็ดและน้ำ

อุปสรรคและปัญหา

1. ฝนตกหนักและมีน้ำท่วมขังในพื้นที่แปลงข้าวโพดที่สถานีวิจัยลำตะคอง ทำให้ต้นข้าวโพดเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ

2. พื้นที่แปลงทดสอบที่ศูนย์เกษตรกรรมทหารเรือโยทะกา เป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึง และท่วมขังเป็นเวลานานในระหว่างที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์วัสดุปรับโครงสร้างดิน จึงไม่สามารถเก็บผลการทดลองใดๆ ได้เลย

3. ผลการวิเคราะห์ดินจากแปลงทดสอบได้ผลช้า เนื่องจากตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงทดสอบต้องนำมาผึ่งให้แห้งซึ่งต้องใช้เวลา นอกจากนี้ในการรอรับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินต้องใช้เวลานานเนื่องจากมีผู้มาขอใช้บริการการวิเคราะห์ดินที่กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตรเป็นจำนวนมาก

5. เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 11. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ซับซ้อน เกษมศรี. 2541. ปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร ลำพูน กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา.

พนิชศักดิ์พัฒนา ศุภมาศ. 2529. จุลินทรีย์วิทยาของดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

มหาขันธ์ อาภารัตน์, จันทร์สว่าง นารินทร์, กัลยาลัง วัชรี, สัญญาณเสนาะ โสภาพรรณ และขันธโสภา สุพรรษา. 2551. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเพื่อการฟื้นฟูสภาพดินและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน (ปีที่ 1). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT). 76 หน้า.

สุขสวัสดิ์ มุกดา . 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

อิ่มเอิบ อภิรดี. 2534. "การตรวจดิน" อนุรักษ์ดินและน้ำ. 7(4):5-27

อิ่มเอิบ อภิรดี. 2542. "แนวทางปรับปรุงคุณภาพทางเคมีของดินในประเทศไทย" พัฒนาที่ดิน. 36(376):24-38

Antarikanonda, P., H. Berndt and F. Mayer. 1980. Hydrogen: a new inhibitor of photosynthesis in the blue –green alga (Cyanobacterium) Anabaena sp. T.A. 1. J. Archive Microbial. 145: 1-10.

http://coursewares.mju.ac.th/section2/sf 313/001 lecture/htm/chapter 001 htm. การจัดการสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน.

http://www.doae.go.th/spp/biofertilizer/impv 2.htm. ดินและปุ๋ย

http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/other7.pdf. การใช้วัสดุปรับปรุงดินเปรี้ยว

http://www.thai-inter.th.gs/web-t/airo/vtajak%20din.html. วัฏจักรของดิน

ส่วนที่ 2 การศึกษาการอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายนอกถิ่นกำเนิด และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาการเสื่อมโทรมอย่างมากของทรัพยากรดิน เนื่องมาจากการสูญเสียโครงสร้างดินและมีอินทรียวัตถุต่ำโดยมีสาเหตุมาจากการทำการเกษตรที่ผิดหลักวิชาการ ขาดการบำรุงรักษาดิน รวมถึงการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ดินมีการอุ้มน้ำที่ไม่ดีเก็บรักษาความชื้นไว้ไม่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการอัดตัวอย่างแน่นทึบของดินทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำและอากาศที่ไม่ดีและยังเป็นอุปสรรคต่อการชอนไชหรือการแผ่กระจายของส่วนที่อยู่ใต้ผิวดินของพืช ปัจจัยดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไขเป็นการด่วน อย่างไรก็ตามการศึกษาพบว่าการใช้สาหร่ายกลุ่มที่สามารถหลั่งสารเหนียวกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ออกสู่ภายนอกเซลล์ (extracellular polysaccharide) เป็นการส่งเสริมความเสถียรของเม็ดดินและปรับปรุงโครงสร้างดินช่วยให้อนุภาคของดินรวมตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีความเสถียร (soil aggregate stability) ทนต่อแรงขัดสีหรือแรงปะทะประเภทต่างๆ โดยเฉพาะแรงปะทะของเม็ดฝนทำให้ถูกเซาะและพัดพาไปที่อื่นได้ยาก ซึ่งคุณสมบัติของการผลิตสารเหนียวออกมาเป็นจำนวนมากทั้งยังสามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องภายหลังจากใส่สาหร่ายให้แก่ดินแล้ว อีกทั้งทนต่อความแห้งแล้ง อุณหภูมิสูง ความเป็นกรด-ด่างของดิน และความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลตได้เป็นอย่างดี จึงเหมาะสมที่จะนำสาหร่ายกลุ่มดังกล่าวมาพัฒนาเป็นวัสดุปรับโครงสร้างดินได้ทั้งในลักษณะของเซลล์ที่มีชีวิตหรือเฉพาะสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตขึ้น

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการนำสาหร่ายมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปรับปรุงโครงสร้างดินและใช้ทดสอบในระดับแปลงทดสอบ

รายงานในส่วนที่ 2 นี้เป็นผลการศึกษาการอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายนอกถิ่นกำเนิด และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การศึกษาการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายระยะยาวและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย

2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อ (inoculum)

นำหัวเชื้อสายพันธุ์สาหร่าย จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc* sp. TISTR 8873, *Nostoc muscorum* TISTR 8871, *Nostoc muscorum* TISTR 9054 เพาะเลี้ยงในถัง carboy ขนาด 12 ลิตร เติมอาหารสูตร BGA (Antaridanonda *et al.* 1980) ปริมาตร 10 ลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง (cool-white fluorescent lamp) 60 ไมโครไอสไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที พ่นด้วยอากาศผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) ด้วยอัตราการไหล 1,000 มิลลิลิตรต่อนาที

2.1.2 การศึกษาการรอดชีวิตของสายพันธุ์สาหร่าย

ก. การเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายระยะยาวด้วยเทคนิค cryopreservation เพื่อการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด

เป็นการเก็บรักษาเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งคุณลักษณะและคุณสมบัติทางพันธุกรรม ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Watanabe และ Sawaguchi (1995) โดยเตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ($1.0x10^5$ เซลล์) ใส่ใน cryo tube (Corning Co., Ltd.) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมสารป้องกันความเย็น ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นปริมาตรที่เท่ากับเซลล์สาหร่าย (ปริมาตร:ปริมาตร)ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของ ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethy sulfoxide, DMSO) เท่ากับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ให้ความเย็น 1 ขั้นตอน โดยนำสารละลายสาหร่ายที่ได้ไปแช่แข็งโดยตรงที่อุณหภูมิ -85 องศาเซลเซียสในตู้แช่แข็ง (SANYO รุ่น MDF-U5086WBT)

ทดสอบการมีชีวิตรอดของสาหร่ายหลังจากเก็บรักษาเซลล์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และที่ 1, 2, 6 และ 9 เดือน ตามลำดับ โดยนำ cryo tube ไปอุ่นในอ่างน้ำ (waterbath, Techne, รุ่น TE-8J) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ละลายอย่างสมบูรณ์ ถ่ายเชื้อสาหร่ายลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารสูตร BGA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 60 ไมโครไอน์สไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 30 วัน

ข. การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ

1) การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

เตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ผสมกับวัสดุรองรับ (filler) (พัฒนาขึ้นโดย วว. ร่วมกับบริษัทอัลโกเทคผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ "อัลจินัว" ซึ่งได้รับรองมาตรฐานเป็นปุ๋ยเกษตรอินทรีย์แล้ว) ปั้นเป็นเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 มิลลิเมตร ความหนาแน่นสุดท้ายของเซลล์เท่ากับ $1.0x10^6$ เซลล์ต่อกรัม บรรจุในถุงพลาสติกใสเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทดสอบการรอดชีวิตของสาหร่ายหลังการปั้นเป็นแบบเม็ดทันที และ ที่ 1, 2, 6 และ 9 เดือน ตามลำดับ โดยการชั่งผลิตภัณฑ์แบบเม็ดที่บดละเอียดจำนวน 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่เติมอาหารสูตร BGA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (10^0) ทำการเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4},10^{-5} และ10^{-6} นำไปบ่มในสภาวะดังกล่าวข้างต้น สังเกตการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

2) การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผง

เตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ผสมกับวัสดุรองรับ (filler) ความหนาแน่นสุดท้ายของเซลล์เท่ากับ $1.0x10^6$ เซลล์ต่อกรัม บรรจุในถุงพลาสติกใสเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทดสอบการรอดชีวิตของสาหร่ายหลังการผสมกับวัสดุรองรับทันที และที่ 1, 2, 6 และ 9 เดือน ตามลำดับ โดยการชั่งผลิตภัณฑ์แบบผงจำนวน 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่เติมอาหารสูตร BGA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (10^0) ทำการเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2},10^{-3}, 10^{-4},10^{-5}และ10^{-6} นำไปบ่มในสภาวะดังกล่าวข้างต้น สังเกตการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

3) การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้ง

เตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ใส่ในจานพลาสติกชนิดหลุม(multi wellplate) ความหนาแน่นของเซลล์เท่ากับ $5.0x10^7$ เซลล์ต่อหนึ่งหลุม นำไปตากแดดจนแห้งสนิทและเก็บรักษาในจานพลาสติกชนิดหลุมมีฝาปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทดสอบการรอดชีวิตของสาหร่ายหลังการตากแห้งทันที และที่ 1, 6 และ 8 เดือน โดยการถ่ายเชื้อสาหร่ายลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารสูตร BGA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 60 ไมโครไอน์สไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 30 วัน

4) การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้ง

เตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ใส่ในจานพลาสติกชนิดหลุม (multi wellplate) ความหนาแน่นของเซลล์เท่ากับ $5.0x10^7$ เซลล์ต่อหนึ่งหลุม นำไปอบแห้งในตู้อบ (oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UNB 500 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเซลล์สาหร่ายแห้งสนิทและเก็บรักษาในจานพลาสติกชนิดหลุมมีฝาปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทดสอบการรอดชีวิตของสาหร่ายหลังการอบแห้งทันที และที่1, 6 และ 8 เดือน โดยการถ่ายเชื้อสาหร่ายลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารสูตร BGA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 60 ไมโครไอน์สไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 30 วัน

5) การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์

เตรียมตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) ผสมเข้ากับอาหารที่มีวุ้นความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ปริมาณ 4 มิลลิลิตร บรรจุในถุงฟอยล์ ความหนาแน่นของเซลล์เท่ากับ $5.0x10^7$ เซลล์ ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกยี่ห้อ Champ รุ่น PFS-300 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทดสอบการรอดชีวิตของสาหร่ายหลังการเก็บรักษาทันที และที่ 1, 6 และ 8 เดือน โดยถ่ายเชื้อสาหร่ายลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตรที่บรรจุอาหารสูตร BGA ปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสง 60 ไมโครไอน์สไตน์ต่อตารางเมตรต่อวินาที สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 30 วัน

2.1.3 การตรวจสอบการมีชีวิตรอดของสาหร่าย

ทำการนับจำนวนสาหร่ายที่มีชีวิตรอดทั้งหมดสายพันธุ์ละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับจำนวนเซลล์ก่อนการเก็บรักษา โดยใช้กล้องจุลทรรศน์หัวกลับ (inverted microscope, Olympus, รุ่น CK2) และสไลด์นับเซลล์ (counting chamber) แบบ Sedgwick-Rafter ในการนับจำนวนเซลล์สาหร่ายที่มีขนาดใหญ่จะทำการนับทุกช่อง หากสาหร่ายมีขนาดเล็กจะสุ่มนับอย่างน้อยที่สุด 50 ช่อง คำนวณกลับมาเป็นจำนวนเซลล์ต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วคำนวณความเข้มข้นของเซลล์ทั้งหมดโดยคูณกลับด้วยค่าของการเจือจาง (หากเซลล์สาหร่ายนั้นมีความหนาแน่นสูงและถูกเจือจางก่อนนำมานับจำนวนเซลล์) ทำให้ทราบถึงความหนาแน่นของเซลล์เป็นจำนวนเซลล์ต่อปริมาตรน้ำ 1 มิลลิลิตร (มหาขันธ์ และคณะ 2542)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายระยะยาวด้วยเทคนิค cryopreservation เพื่อการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด

จากการศึกษาการรอดชีวิตของสายพันธุ์สาหร่ายเมื่อเก็บรักษาระยะยาวด้วยเทคนิค cryopreservation เป็นเวลานาน 9 เดือน พบว่าสาหร่าย *Nostoc muscorum* TISTR 8871 สามารถรอดชีวิตได้ 1.0×10^5 เซลล์ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์เริ่มต้น รองลงมาได้แก่ *Nostoc* sp.TISTR 8290 สามารถรอดชีวิตได้ 9.0×10^4 เซลล์ คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Nostoc* sp.TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 มีชีวิตรอดได้ 8.0×10^4 เซลล์ เท่ากันคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารรักษาสภาพเซลล์ ทั้งนี้สาหร่ายที่สามารถมีชีวิตรอดได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จึงถือว่ามีชีวิตรอด (ตารางที่ 1)

0ตารางที่ 1. จำนวนสาหร่ายที่รอดชีวิตหลังการเก็บรักษาด้วยเทคนิค cryopreservation

สายพันธุ์สาหร่าย	24 ชั่วโมง		1 เดือน		2 เดือน		6 เดือน		9 เดือน	
	5%DM	10%DM	5%DM	10%DM	5%DM	10%DM	5%DM	10%DM	5%DM	10%DM
Nostoc sp. TISTR 8290	$1.2x10^5$ (120)	$1.2x10^5$ (120)	$1.1x10^5$ (110)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$9.0x10^4$ (90)	$9.0x10^4$ (90)
Nostoc sp. TISTR 8873	$1.3x10^5$ (130)	$1.3x10^5$ (130)	$1.1x10^5$ (110)	$4.9x10^4$ (49)	$4.9x10^4$ (49)	$1.0x10^5$ (100)	$4.9x10^4$ (49)	$1.0x10^5$ (100)	$4.9x10^4$ (49)	$8.0x10^4$ (80)
Nostoc muscorum TISTR 8871	$1.2x10^5$ (120)	$1.2x10^5$ (120)	$1.2x10^5$ (120)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$1.1x10^5$ (110)	$1.0x10^5$ (100)	$1.1x10^5$ (110)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)
Nostoc muscorum TISTR 9054	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$1.0x10^5$ (100)	$4.9x10^4$ (49)	$4.8x10^4$ (48)	$1.0x10^5$ (100)	$4.8x10^4$ (48)	$1.0x10^5$ (100)	$4.0x10^4$ (40)	$8.0x10^4$ (80)

( ) หมายถึง เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของสาหร่าย

3.2 การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ

3.2.1 การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ด พบสาหร่าย *Nostoc* sp.TISTR 8290, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 สามารถมีชีวิตรอด 1.0×10^6 เซลล์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือน ส่วน *Nostoc muscorum* TISTR 9054 สามารถมีชีวิตรอดลดลงเหลือ 1.0×10^5 เซลล์ และพบว่าการผลิตสารปรับปรุงดินในแบบเม็ดเก็บความชื้นได้ดี สามารถคงสภาพการรอดชีวิตได้นานกว่า 6 เดือน และมีชีวิตรอดได้ไม่น้อยกว่า 1.0×10^5 เซลล์ (อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยชีวภาพ เนื่องจากไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานสารปรับปรุงดินจากสาหร่ายเป็นการเฉพาะ) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

สายพันธุ์สาหร่าย	จำนวนสาหร่ายที่พบ (เซลล์/กรัม)/ ความชื้น(%)				
	ทันที	1 เดือน	2 เดือน	6 เดือน	9 เดือน
Nostoc sp. TISTR 8290	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/11.0	1.0×10^6/10.0	1.0×10^6/9.7
Nostoc sp. TISTR 8873	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/11.0	1.0×10^6/10.0	1.0×10^6/9.9
Nostoc muscorum TISTR 8871	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/11.0	1.0×10^6/10.5	1.0×10^6/10.0
Nostoc muscorum TISTR 9054	1.0×10^6/15.0	1.0×10^6/13.5	1.0×10^6/12.4	1.0×10^6/11.6	1.0×10^5/9.5

3.2.2 การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผง

การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือน พบว่าสาหร่าย *Nostoc* sp. TISTR 8290 สามารถมีชีวิตรอดสูงถึง 1.0×10^6 เซลล์ ส่วน *Nostoc* sp. TISTR 8873, *Nostoc muscorum* TISTR 8871 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 สามารถมีชีวิตรอดลดลงเหลือ 1.0×10^5 เซลล์ และพบว่าผลิตภัณฑ์แบบผงสูญเสียความชื้นได้มากกว่าผลิตภัณฑ์แบบเม็ด แต่ยังสามารถคงสภาพการรอดชีวิตได้นานกว่า 6 เดือน และมีชีวิตรอดได้ไม่น้อยกว่า 1.0×10^5 เซลล์เช่นกัน อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยชีวภาพ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผง

สายพันธุ์สาหร่าย	จำนวนสาหร่ายที่พบ (เซลล์/กรัม)/ ความชื้น(%)				
	ทันที	1 เดือน	2 เดือน	6 เดือน	9 เดือน
Nostoc sp. TISTR 8290	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/10.5	1.0×10^6/10.0	1.0×10^6/9.7
Nostoc sp. TISTR 8873	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/10.5	1.0×10^6/8.5	1.0×10^5/6.0
Nostoc muscorum TISTR 8871	1.0×10^6/12.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/10.4	1.0×10^6/7.8	1.0×10^5/2.8
Nostoc muscorum TISTR 9054	1.0×10^6/15.0	1.0×10^6/13.5	1.0×10^6/11.5	1.0×10^6/9.6	1.0×10^5/7.5

3.2.3 การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้ง

การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้ง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน พบสาหร่าย *Nostoc muscorum* TISTR 8871 สามารถรอดชีวิตได้ 8.3×10^6 เซลล์ รองลงมาได้แก่ *Nostoc* sp.TISTR 8290 ที่มีชีวิตรอด 8.1×10^6 เซลล์, *Nostoc muscorum* TISTR 9054 มีชีวิตรอดได้ 8.0×10^6 เซลล์ และพบว่า *Nostoc* sp. TISTR 8873 สามารถมีชีวิตรอด 7.8×10^6 เซลล์ ซึ่งให้ผลการรอดชีวิตเหมือนกันกับการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายระยะยาวด้วยเทคนิค cryopreservation สามารถคงสภาพการรอดชีวิตได้นานกว่า 6 เดือน และมีชีวิตรอดได้ไม่น้อยกว่า 1.0×10^5 เซลล์ อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยชีวภาพ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4. การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้ง

สายพันธุ์สาหร่าย	ทันที	1 เดือน	6 เดือน	8 เดือน
Nostoc sp. TISTR 8290	5.3×10^7	5.1×10^7	9.0×10^6	8.1×10^6
Nostoc sp. TISTR 8873	5.5×10^7	5.0×10^7	8.8×10^6	7.8×10^6
Nostoc muscorum TISTR 8871	5.5×10^7	5.3×10^7	9.2×10^6	8.3×10^6
Nostoc muscorum TISTR 9054	5.0×10^7	5.0×10^7	8.9×10^6	8.0×10^6

3.2.4 การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้ง

การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้ง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน พบสาหร่าย *Nostoc muscorum* TISTR 8871 สามารถรอดชีวิตได้ 8.4×10^6 เซลล์ ส่วน *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 สามารถมีชีวิตรอด 8.0×10^6 เซลล์ เท่ากัน สามารถคงสภาพการรอดชีวิตได้นานกว่า 6 เดือน และมีชีวิตรอดได้ไม่น้อยกว่า 1.0×10^5 เซลล์ อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยชีวภาพ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5. การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้ง

สายพันธุ์สาหร่าย	ทันที	1 เดือน	6 เดือน	8 เดือน
Nostoc sp. TISTR 8290	$5.2x10^7$	$5.1x10^7$	$9.3x10^6$	$8.0 x10^6$
Nostoc sp. TISTR 8873	$5.3x10^7$	$5.0x10^7$	$9.0x10^6$	$8.0 x10^6$
Nostoc muscorum TISTR 8871	$5.2x10^7$	$5.1x10^7$	$9.5x10^6$	$8.4 x10^6$
Nostoc muscorum TISTR 9054	$5.1x10^7$	$5.1x10^7$	$9.1x10^6$	$8.0 x10^6$

3.2.5. การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์

การศึกษาการอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน พบสาหร่าย *Nostoc* sp.TISTR 8290 สามารถรอดชีวิต $5.8 x10^5$ เซลล์ รองลงมาได้แก่ *Nostoc muscorum* TISTR 8871 สามารถรอดชีวิต $4.7x10^5$ เซลล์, *Nostoc muscorum* TISTR 9054 สามารถรอดชีวิต $4.2x10^5$ เซลล์ และ *Nostoc* sp.TISTR 8873 สามารถรอดชีวิต $3.2 x10^5$ เซลล์ ตามลำดับ และพบว่าการรอดชีวิตของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์ชนิดนี้สามารถรอดชีวิตได้ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการจำกัดของปริมาณแสงที่มีผลต่อการรอดชีวิตของเซลล์สาหร่าย แต่ยังคงสภาพการรอดชีวิตได้นานกว่า 6 เดือน และมีชีวิตรอดได้ไม่น้อยกว่า $1.0 x 10^5$ เซลล์ อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยชีวภาพเช่นกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6. การอยู่รอดของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์

สายพันธุ์สาหร่าย	ทันที	1 เดือน	6 เดือน	8 เดือน
Nostoc sp. TISTR 8290	$5.1x10^7$	$4.2x10^6$	$9.8x10^5$	$5.8 x10^5$
Nostoc sp. TISTR 8873	$5.0x10^7$	$3.8x10^6$	$5.5x10^5$	$3.2 x10^5$
Nostoc muscorum TISTR 8871	$5.0x10^7$	$3.9x10^6$	$8.4x10^5$	$4.7 x10^5$
Nostoc muscorum TISTR 9054	$5.2x10^7$	$4.1x10^6$	$7.3x10^5$	$4.2 x10^5$

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 การเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายในระยะยาวพบว่ามีแนวโน้มการเก็บรักษาได้ดีเนื่องจากเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือน สาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ยังสามารถมีชีวิตรอดได้ 80-100 เปอร์เซ็นต์

4.2 การรอดชีวิตของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบเม็ดพบว่า จากเซลล์เริ่มต้น106 เซลล์ เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือนสาหร่ายยังสามารถมีชีวิตรอดได้ 106 เซลล์ มีเพียง 1 สายพันธุ์ที่รอดชีวิตลดลงเหลือ 105 เซลล์ได้แก่ *Nostoc muscorum* TISTR 9054

4.3 การรอดชีวิตของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แบบผงพบว่า จากเซลล์เริ่มต้น106 เซลล์ เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือนสาหร่าย *Nostoc* sp. TISTR 8290 สามารถมีชีวิตรอดได้ 106 เซลล์ ส่วนอีกทั้ง 3 สายพันธุ์มีชีวิตรอดชีวิตลดลงเหลือ 105 เซลล์ และพบว่าผลิตภัณฑ์แบบผงมีโอกาสสูญเสียความชื้นได้มากกว่าผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

4.4 การรอดชีวิตของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายตากแห้งและอบแห้งพบว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน สาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ สามารถมีชีวิตรอดได้ 106 เซลล์ จากเซลล์เริ่มต้น 107 เซลล์ ซึ่งสามารถรอดชีวิตได้สูงกว่าการเก็บรักษาแบบสาหร่ายสดในถุงฟอยล์

4.5 การรอดชีวิตของสาหร่ายในผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์พบว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือนสาหร่ายทั้ง 4 สายพันธุ์ สามารถมีชีวิตรอดได้ 105 เซลล์ จากเซลล์เริ่มต้น 107 เซลล์

4.6 การรอดชีวิตของสายพันธุ์สาหร่ายที่เก็บรักษาในระยะยาวและในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ยังมีการตรวจติดตามการรอดชีวิตของสาหร่ายต่อไปอีก

4.7 ข้อมูลการรอดชีวิตของผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดในถุงฟอยล์จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินแบบเหลว สำหรับใช้กับไม้ดอก-ไม้ประดับต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

มหาขันธ์, อาภารัตน์., รัตนโชติ, พรรณรัตน์., พลชัย, จิรุภรณ์., ทองอร่าม, ทักษวัน., กัลยาลัง, วัชรี. และ ตั้งธนานุวัฒน์, มยุรี. 2542. การเก็บตัวอย่าง การจัดจำแนก และการนับจำนวนเซลล์สาหร่ายที่ผลิตสารพิษในน้ำจืด. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ. หน้า 4-5

Antarikanonda, P., Berndt, H., Meyer, F., Lorenzen, H. 1980. Hydrogen: a new inhibitor of photosynthesis in blue-green alga (cyanobacterium), *Anabaena* sp. TA 1. *Arch. Microbiol.* 145: 1-10.

Watanabe, M.M. and Sawaguchi, T. 1995. Cryopreservation of a water-bloom forming cyanobacterium, *Microcystis aeruginosa* f. *Aeruginosa.* Phycological Research. 43: 111-116.