วว.TISTR

โครงการวิจัยที่ ภ. 52-01 / รายงานฉบับที่ 4 (ฉบับสมบูรณ์)

แปลงทดลองสาธิตวัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย : การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงนาข้าวของเกษตรกร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 52-01
แปลงทดลองสาธิตวัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย :
การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย
ในแปลงนาข้าวของเกษตรกร

รายงานฉบับที่ 4
แปลงทดลองสาธิตวัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย :
การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย
ในแปลงนาข้าวของเกษตรกร

โดย
อาภารัตน์ มหาขันธ์
สุพรรษา ขันธโสภา **เจริญไชย หมอปาน**
อานนท์ คำยนต์ **สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์**

บรรณาธิการ
ลิขิต หาญจางสิทธิ์
บุญเรียม น้อยชุมแพ
ศิริสุข ศรีสุข

วว., ปทุมธานี 2556
สงวนลิขสิทธิ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณแต้ม ฝ่ายกระโทก, คุณหล่อ ปิดกระโทก, คุณสี ปุ้มกระโทก และคุณเที่ยง สินปักษา เกษตรกรที่ให้ความร่วมมือในการให้ใช้พื้นที่แปลงนา เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย.

ขอขอบพระคุณสำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานเกษตรอำเภอโชคชัย และอำเภอเมืองนครราชสีมา สำนักงานเกษตรตำบลท่าอ่าง และตำบลสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาพื้นที่แปลงทดสอบเพื่อการทำงานวิจัย

และขอขอบพระคุณ คุณศุภพล พลางกูร ผู้อำนวยการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน คุณดรุณี ชัยโรจน์ และคุณจิราวุฒิ เวียงวงษ์งาม จากส่วนวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการเพื่อการวิเคราะห์ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ ซึ่งเป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	3
1. บทนำ	5
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	7
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	16
4. สรุปผลการทดลอง	54
5. ข้อเสนอแนะ	55
6. เอกสารอ้างอิง	56
7. ภาคผนวกที่ 1	58
ภาคผนวกที่ 2	68

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. สมบัติบางประการของดินก่อนการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าว 4 แปลง ได้แก่ แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1), กข. 15 (แปลงที่ 2), ขาวดอกมะลิ 105 และหอมมะลิสุรินทร์ 20

ตารางที่ 2. การเจริญเติบโตของต้นข้าวทางด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่, ความสูง, ความยาวราก และความยาวรวงของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) 23

ตารางที่ 3. จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวมของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) 25

ตารางที่ 4. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม 26

ตารางที่ 5. ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) 27

ตารางที่ 6. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) 32

ตารางที่ 7. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์) 33

ตารางที่ 8. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์) 34

ตารางที่ 9. การเจริญเติบโตของต้นข้าวทางด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่, ความสูง, ความยาวรากและความยาวรวงของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 39

ตารางที่ 10. จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวมของแปลงทดสอบนาข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 41

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 11. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข.15 (แปลงที่ 1) ที่เพิ่มขึ้นและลดลง (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (AG) 42

ตารางที่ 12. ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 43

ตารางที่ 13. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 48

ตารางที่ 14. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์) 49

ตารางที่ 15. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์) 50

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายแบบเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2.0 มิลลิเมตร ที่มีความเข้มข้นของสาหร่าย 10^8 CFU ต่อกรัม 7

รูปที่ 2. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา 12

รูปที่ 3. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา 13

รูปที่ 4. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา 14

รูปที่ 5. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ ต. สุรนารี อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา 15

รูปที่ 6. แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) 35

รูปที่ 7. แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 51

DEMONSTRATION PLOT OF SOIL CONDITIONER FROM ALGAE : EFFICACY TESTING OF ALGAL SOIL CONDITIONER ON A RICE FIELD USING GROWER'S CULTIVATION PLOTS

Aparat Mahakhant, Suphansa Khantasopa, Charoenchai Morpan, Arnont Kumyont and Suparp Artjariyasripong

ABSTRACT

The efficiency of algal soil conditioner was tested on a rice field using grower's cultivation plots at Amphoe Chok Chai, Nakhon Ratcha Sima province. Completely randomized design of 4 treatments with 2 replications each was conducted for Rice Department 15 (RD 15), and Khao Dawk Mali 105 (KDML 105). The treatments of which were 1) control; addition of chemical fertilizer 46-0-0 at 25 kg/rai (CT), 2) algal soil conditioner at 100 kg/rai combined with chemical fertilizer 46-0-0 at 25 kg/rai (AS), 3) algal soil conditioner at 100 kg/rai combined with chemical fertilizer 16-8-8 at 12.5 kg/rai and 46-0-0 at 25 kg/rai (ASC/2), 4) chemical fertilizer 16-8-8 at 25 kg/rai and 46-0-0 at 25 kg/rai (C)

The results revealed that ASC/2 was the most effective on RD 15 and KDML 105 for production and improvement of soil properties. The organic matter, total nitrogen, water-holding capacity and water-stable aggregate increased 18.82, 19.05, 12.50 and 16.05%, respectively, when comparing to soil before testing, and 25.88, 23.81, 8.63 and 16.18%, respectively, when comparing to control soil (CT) in RD 15. In the case of KDML 105, the organic matter, total nitrogen, available phosphorus, cation exchange capacity and water-stable aggregate increased 10.92, 10.17, 92.16,

46.51 and 22.60%, respectively, when comparing to soil before testing, and 15.97, 15.25, 45.10, 26.74 and 25.05%, respectively, when comparing to control soil (CT). In addition, it also showed better value to cost ratio (VCR) than the application of chemical fertilizer alone in RD 15.

แปลงทดลองสาธิตวัสดุปรับปรุงดินจากสาหร่าย : การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงนาข้าวของเกษตรกร

อาภารัตน์ มหาขันธ์[1], สุพรรษา ขันธโสภา[1], เจริญไชย หมอปาน[1], อานนท์ คำยนต์[1] และสุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์[1]

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวของเกษตรกร อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ในข้าว 2 พันธุ์ ได้แก่ กข. 15 และขาวดอกมะลิ 105 วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ ได้แก่ 1) ชุดควบคุม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) (CT), 2) ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) (AS), 3) ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) (ASC/2) และ 4) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) (C).

ผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ กข. 15 และขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงดินในเวลาเดียวกัน โดยแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข.15 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.82, 19.05, 12.50 และ 16.05 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบและเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.88, 23.81, 8.63 และ 16.18 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินของชุดควบคุม.

---

[1]ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

นอกจากนี้ ยังให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมอีกด้วย ในขณะที่แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.92, 10.17, 92.16, 46.51 และ 22.60 ตามลำดับเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบและเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.97, 15.25, 45.10, 26.74 และ 25.05 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินของชุดควบคุม.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ อันเนื่องมาจากการเสื่อมโทรมอย่างมากของทรัพยากรดิน เนื่องมาจากการสูญเสียโครงสร้างดินและมีอินทรียวัตถุต่ำ โดยมีสาเหตุมาจากการทำการเกษตรที่ผิดหลักวิชาการ, ขาดการบำรุงรักษาดิน, รวมถึงการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ดินมีการอุ้มน้ำที่ไม่ดี ไม่สามารถเก็บรักษาความชื้นไว้ได้ นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดการอัดตัวอย่างแน่นทึบของดิน ทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำและอากาศที่ไม่ดีเป็นอุปสรรคต่อการชอนไชหรือการแผ่กระจายของส่วนที่อยู่ใต้ผิวดินของพืช ปัจจัยดังกล่าวนี้ ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ด้วยเหตุนี้การฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรดิน ซึ่งเป็นฐานทรัพยากรการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศจึงเป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไขเป็นการด่วน เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรดินได้อย่างยั่งยืนในอนาคต.

มีการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและพบว่า การใช้สาหร่ายกลุ่มที่สามารถหลั่งสารเหนียวประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ออกสู่ภายนอกเซลล์ (extracellular polysaccharide) เป็นการส่งเสริมความเสถียรของเม็ดดินและปรับปรุงโครงสร้างดินช่วยให้อนุภาคของดินรวมตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีความเสถียร (soil aggregate stability) มีช่องว่างที่ช่วยกักเก็บอากาศและให้น้ำขังช่วยให้รากหรือหัวของพืชชอนไชได้ดีและเก็บรักษาความชื้นของดินได้เป็นเวลานาน ชีวมวลสาหร่ายและเมือกยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และส่งเสริมกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ทั้งยังช่วยให้ดินทนต่อแรงขัดสีหรือแรงปะทะประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะแรงปะทะของเม็ดฝนทำให้ถูกเซาะและพัดพาไปที่อื่นได้ยาก (มหาขันธ์ 2548).

จากคุณสมบัติของสาหร่ายในการผลิตและหลั่งสารเหนียวออกมาเป็นจำนวนมากและสามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องภายหลังจากใส่สาหร่ายให้แก่ดิน สาหร่ายยังมีความทนต่อความแห้งแล้ง, อุณหภูมิสูง, ความเป็นกรด-เบสของดิน, ความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลตได้เป็นอย่างดี (Rodgers *et al.* 1979 ; Painter 1993 และ Mazor *et al.* 1996) จึงเหมาะสมที่จะนำสาหร่ายกลุ่มดังกล่าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดิน ซึ่งฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ดำเนินการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc*

muscorum TISTR 8871, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 ที่ความเข้มข้น 10^8 colony-forming unit (CFU) ต่อกรัม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2.0 มิลลิเมตร.

เพื่อนำผลิตภัณฑ์ไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในระดับแปลงทดลองของเกษตรกร สำหรับรายงานฉบับนี้เป็นการทดสอบในแปลงนา จ. นครราชสีมา.

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาในระดับแปลงทดสอบนาข้าว 4 แปลง ได้แก่ :

1. แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.
2. แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.
3. แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.
4. แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ ต. สุรนารี อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา.

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การผลิตผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย (แบบเม็ด)

ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายประกอบด้วยสาหร่ายจำนวน 4 สายพันธุ์ เป็นสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่า มีศักยภาพในการผลิตสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่หลั่งออกมานอกเซลล์ในปริมาณมากและมีการเพิ่มจำนวนชีวมวลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วในห้องปฏิบัติการและได้รับการเก็บรักษา ณ คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ฝวช.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) สาหร่าย ดังกล่าว ได้แก่ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc muscorum* TISTR 8871, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 (มหาขันธ์ และคณะ 2551) โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นเม็ดสีดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2.0 มิลลิเมตร มีความเข้มข้นของสาหร่าย 10^8 CFU ต่อกรัม ดังแสดงในรูปที่ 1.

ดำเนินการผลิตโดย บริษัท อัลโกเทค จำกัด ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).

รูปที่ 1. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายแบบเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2.0 มิลลิเมตร ที่มีความเข้มข้นของสาหร่าย 10^8 CFU ต่อกรัม.

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าว

ดำเนินการทดสอบทั้งสิ้น 4 แปลง ได้แก่ :

2.2.1 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :

1. ชุดควบคุม (CT) (T1).
2. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS) (T2).
3. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ (25 กิโลกรัมต่อไร่)) (ASC/2) (T3).
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C) (T4).

เตรียมแปลงทดสอบออกเป็น 8 แปลง ดังแสดงในรูปที่ 2 ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในทุกแปลง (รวมทั้งชุดควบคุม) หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน.

2.2.2 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :

1. ชุดควบคุม (CT) (T1).
2. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS) (T2).
3. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ (25 กิโลกรัมต่อไร่)) (ASC/2) (T3).
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C) (T4).

เตรียมแปลงทดสอบออกเป็น 8 แปลง ดังแสดงในรูปที่ 3 ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในทุกแปลง (รวมทั้งชุดควบคุม) หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน.

2.2.3 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :

1. ชุดควบคุม (CT) (T1).

2. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS) (T2).

3. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ (25 กิโลกรัมต่อไร่)) (ASC/2) (T3).

4. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C) (T4).

เตรียมแปลงทดสอบออกเป็น 8 แปลง ดังแสดงในรูปที่ 4 ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในทุกแปลงหลัง (รวมทั้งชุดควบคุม) จากปักดำแล้ว 90 วัน.

2.2.4 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ ต. สุรนารี อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ completely randomized design ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง จำนวน 2 ซ้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :

1. ชุดควบคุม (CT) (T1).

2. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS) (T2).

3. ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ (25 กิโลกรัมต่อไร่)) (ASC/2) (T3).

4. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C) (T4).

เตรียมแปลงทดสอบออกเป็น 8 แปลง ดังแสดงในรูปที่ 5 ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในทุกแปลง (รวมทั้งชุดควบคุม) หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน.

2.3 การเก็บข้อมูล

2.3.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

1. เก็บตัวอย่างต้นข้าวในพื้นที่สี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด 0.5x0.5 เมตร โดยทำการสุ่มแปลงละ 3 ซ้ำ.

2. นับจำนวนต้น, วัดความสูงต้น, ความยาวราก และความยาวรวงข้าวของต้นข้าวทุกต้นในแต่ละพื้นที่สี่เหลี่ยม (quadrat) เพื่อหาค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นต่อพื้นที่, ความสูงต้น, ความยาวราก และความยาวรวงข้าวของต้นข้าว.

3. นับจำนวนเมล็ดทั้งหมด, จำนวนเมล็ดดีและจำนวนเมล็ดลีบของรวงข้าวทุกรวงเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง และร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงของต้นข้าว.

4. นำเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ 100 เมล็ด ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด.

5. หาผลผลิตรวมในแต่ละแปลง.

2.3.2 วัดค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์เพื่อหาผลตอบแทนที่คุ้มกับการลงทุนในการใช้ปัจจัยต่างๆ เพื่อการเพิ่มผลผลิต โดยใช้ค่า VCR (Value to Cost Ratio) เป็นค่าบ่งชี้ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้จากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ย เมื่อ

V = (ผลผลิตข้าวที่ได้รับปุ๋ย-ผลผลิตข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย) x ราคาผลผลิตต่อหน่วย
= รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ย

C = อัตราปุ๋ยที่ใช้ x ราคาปุ๋ยต่อหน่วย (ไม่รวมค่าจัดหาปุ๋ยและค่าแรงในการใส่ปุ๋ย)
= รายจ่ายจากการใส่ปุ๋ย

$$VCR = \frac{\text{รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ย}}{\text{รายจ่ายจากการใส่ปุ๋ย}}$$

การคำนวณหาค่า VCR ข้อมูลที่จะต้องทราบ คือ ผลผลิตของข้าวที่ได้จากการใช้ปุ๋ยและไม่ใช้ปุ๋ย, ราคาผลผลิตข้าว, ปริมาณปุ๋ยที่ใช้และราคาปุ๋ย ค่าของ VCR จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยผันแปรที่สำคัญ ดังต่อไปนี้ :

1. การตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ย.
2. ราคาผลผลิตข้าว.
3. ราคาปุ๋ยเคมี.

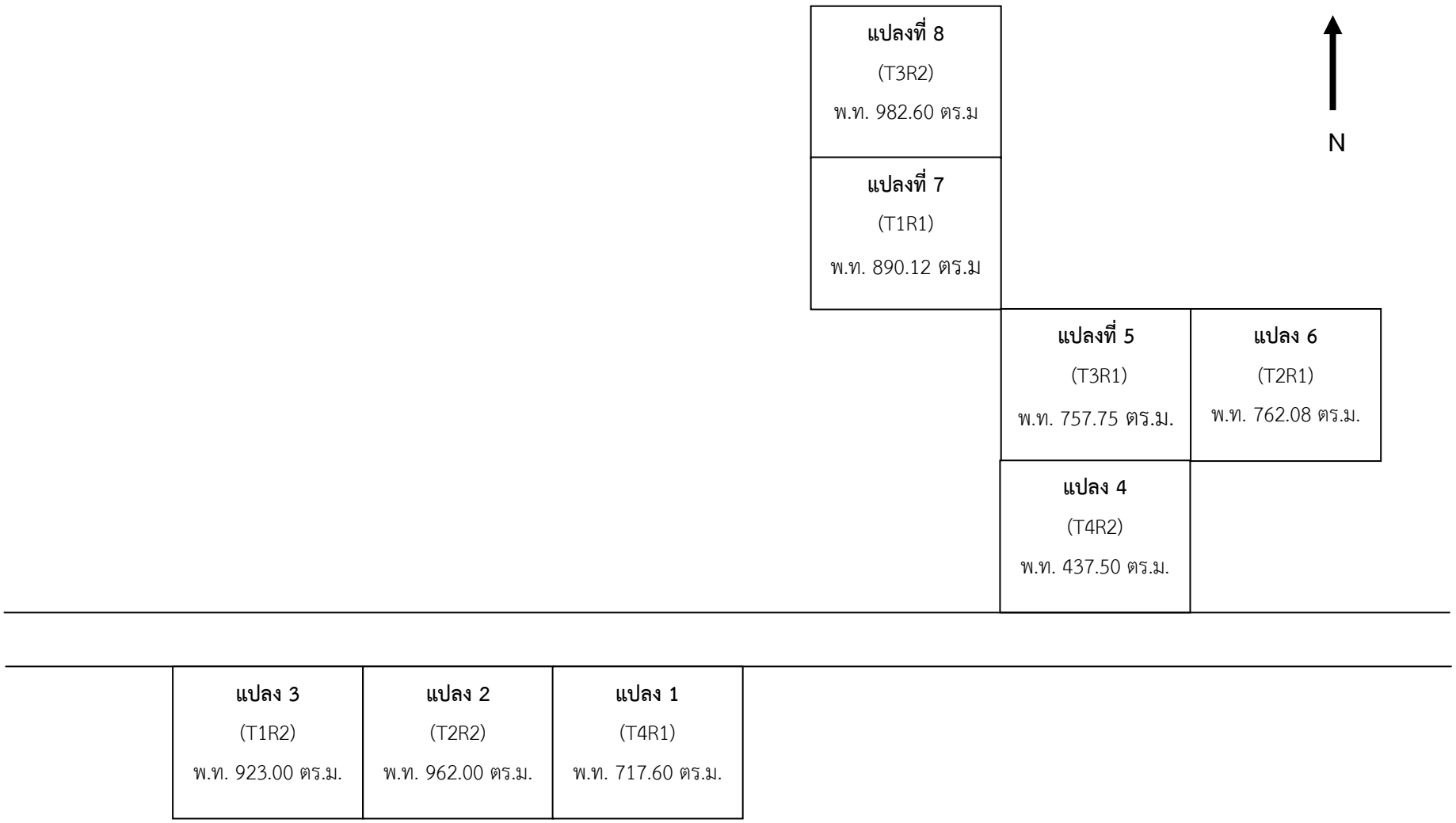
ค่า VCR ที่นิยมใช้เป็นค่าประเมิน ผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยต่างๆ เพื่อการเพิ่มผลผลิต ถ้าค่า VCR มีค่าตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป ถือได้ว่า เป็นจุดได้กำไรและคุ้มค่าแก่การลงทุน (อิงคะประดิษฐ์ และคณะ 2539 และ http://yala.doae.go.th/data/stone%20banana 003 htm).

2.3.3 ตัวอย่างดิน

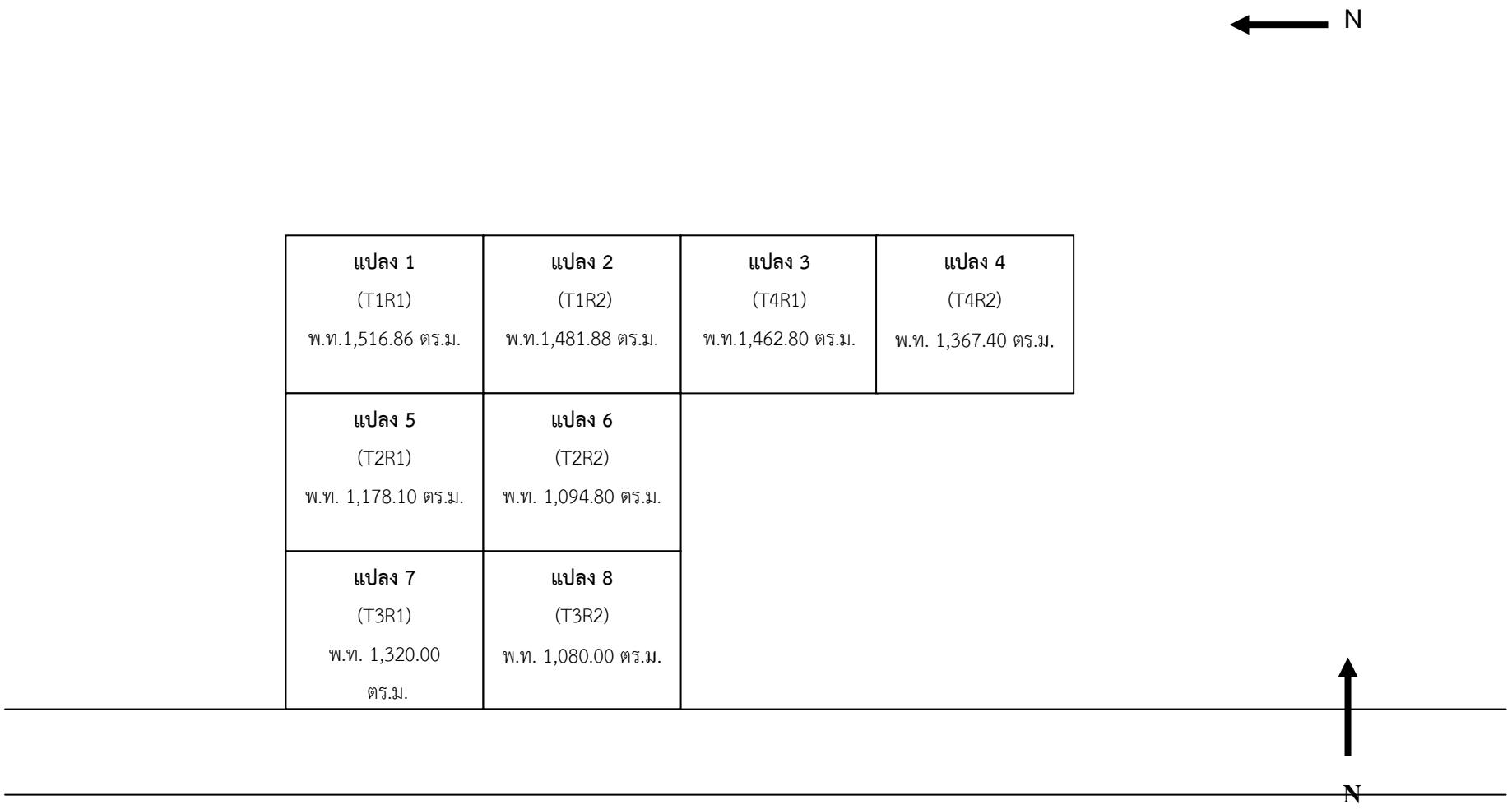
เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร เนื่องจากสาหร่ายมีการเจริญเติบโตกระจายอยู่บริเวณพื้นผิวดินและอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวที่ทำการทดลองนี้เพียง 90 วัน สาหร่ายจึงยังไม่เจริญแพร่กระจายลงไปในแนวลึกมากนัก จึงทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกดังกล่าวและเก็บกระจายทั่วแปลงๆ ละ 10 จุดในปริมาณที่เท่ากัน แล้วนำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาผสมรวมเป็นตัวอย่างเดียวกันก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในดินตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ได้แก่ :

1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkley-Black method.
2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยใช้ Micro Kjedahl Method.
3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โดยวิธี Bray No.2 method.
4. ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) โดยใช้ดินต่อน้ำ 1 : 1 แล้ววัดด้วย pH meter.
5. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) โดย exchangeable basic cation plus exchange acidity.
6. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) โดย core method.
7. ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) โดยวิธี wet-siveing.

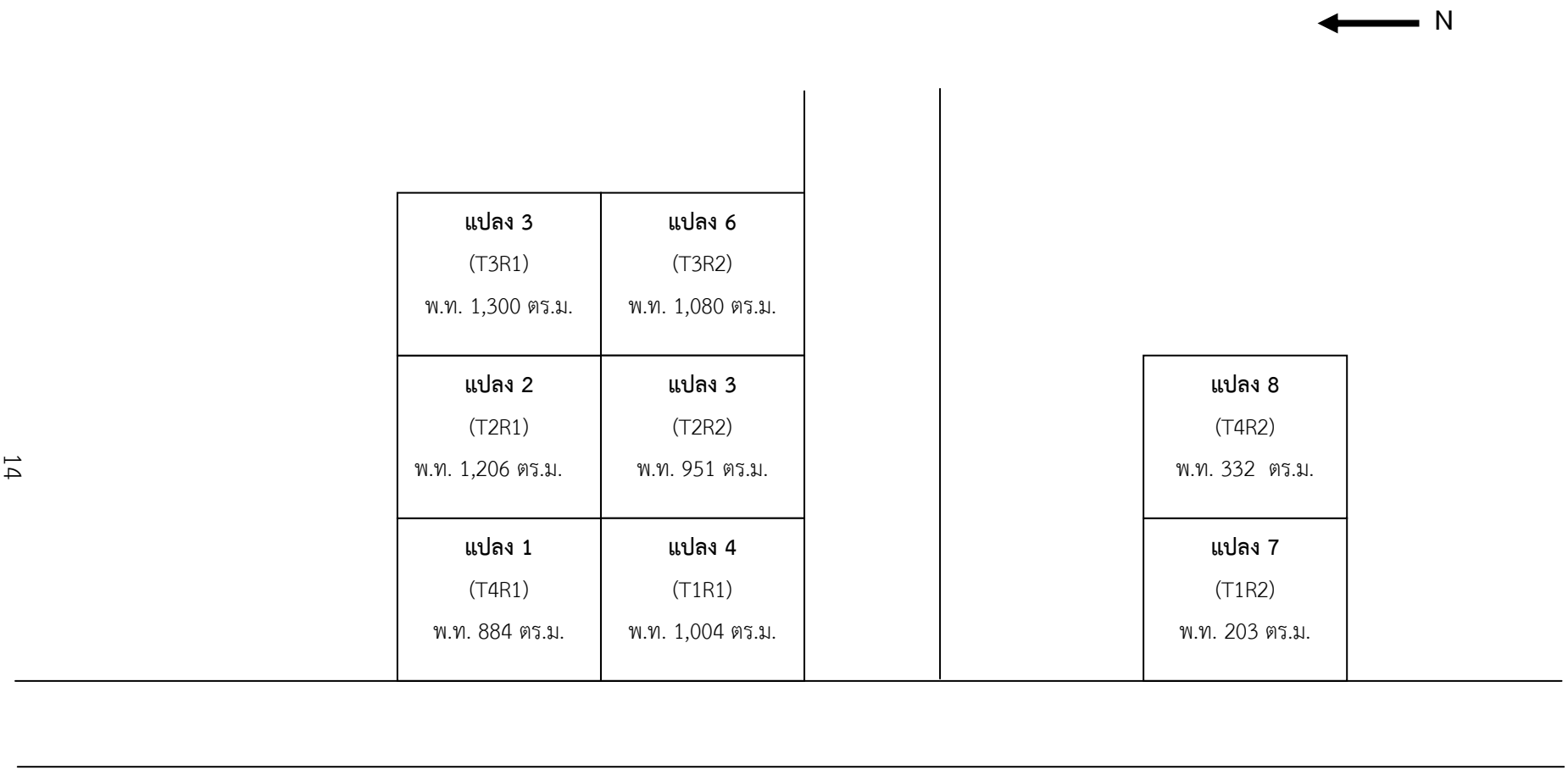
ทั้งนี้การวิเคราะห์ในข้อ 1- 6 ดำเนินการโดยกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ส่วนข้อ 7 ดำเนินการโดยฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ณ ส่วนวิจัยกายภาพ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน สำหรับวิธีการวิเคราะห์ทั้งหมดดังแสดงในภาคผนวกที่ 1.



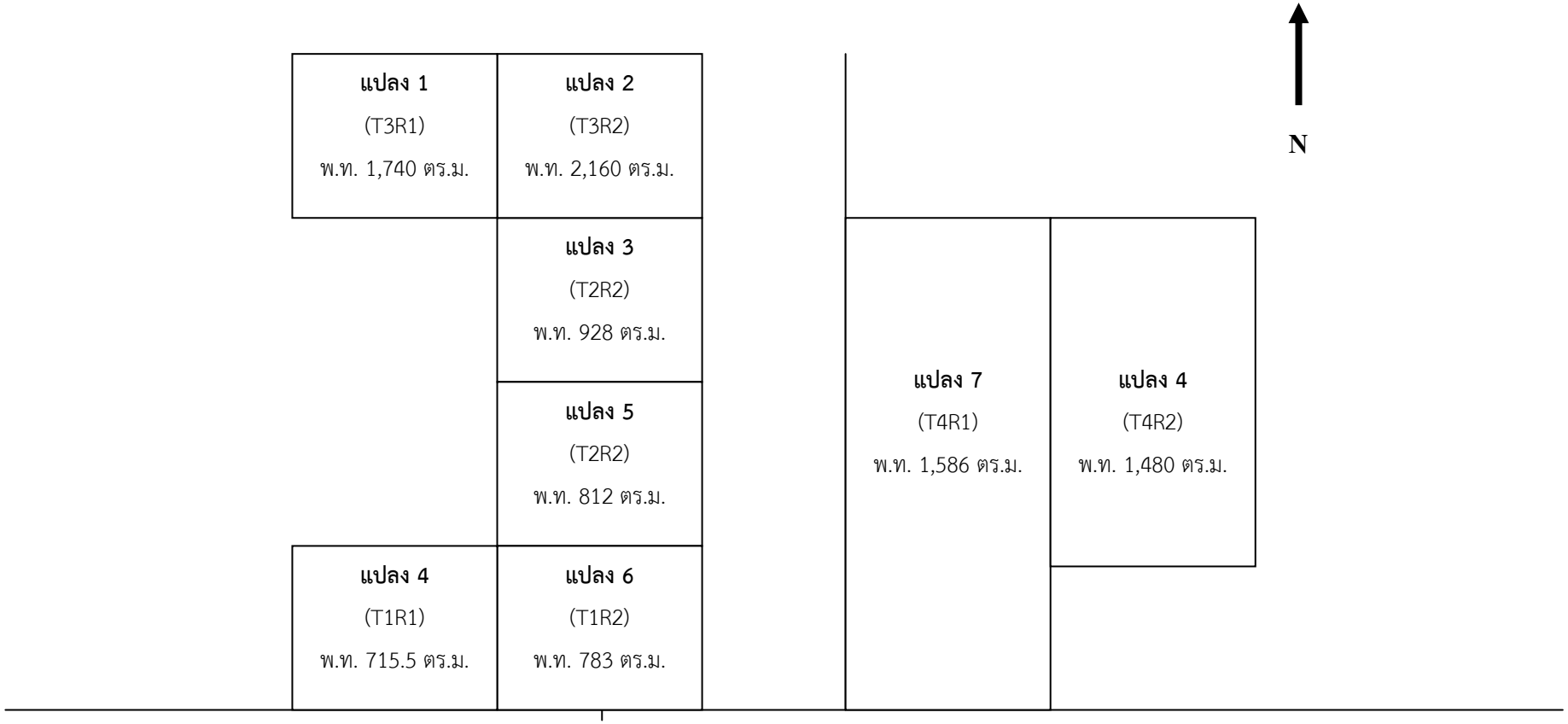
รูปที่ 2. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.



รูปที่ 3. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.



รูปที่ 4. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา.



รูปที่ 5. แผนผังแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ ต. สุรนารี อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา.

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และธาตุอาหารพืชในดินก่อนการทดลองของตัวอย่างดินจากแปลงทดสอบนาข้าว 4 แปลง ได้แก่ แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข.15 (แปลงที่ 1), กข. 15 (แปลงที่ 2), ขาวดอกมะลิ 105 และหอมมะลิสุรินทร์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1.

3.1.1 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) จากตารางที่ 1 พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย, ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 73.80, 16.40 และ 9.80 ตามลำดับ ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 13.82, ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.69 ซึ่งการที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าร้อยละ 5.00 ถือว่า ดินมีความเสื่อมโทรมมาก, ค่าปฏิกิริยาดินระดับกลาง คือ 6.90, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกระดับต่ำปานกลาง คือ 5.40 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 88.65, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินร้อยละ 29.85, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.034, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำปานกลาง คือ 10.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ คือ 38.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก คือ 694 .00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่สูงเกินไปสำหรับพืช คือ 122.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, ซับซ้อน 2541, อิ่มเอิบ 2534, Pam *et al*. 2007, Land Classification Division and FAO Project Staff 1973 และ http://courseware.mju.ac.th).

3.1.2 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) จากตารางที่ 1 พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย, ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 84.40, 7.80 และ 7.80 ตามลำดับ ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 10.42, มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.42 ซึ่งการที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าร้อยละ 5.00, ค่าปฏิกิริยาดินระดับกลาง คือ 7.20, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกระดับต่ำ คือ 3.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 133.84, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินร้อยละ 23.94, ปริมาณไนโตรเจน

ทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.021, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก คือ 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ คือ 24.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง คือ 539.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่เพียงพอสำหรับบางชนิด คือ 99.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, ซับซ้อน 2541,อิ่มเอิบ 2534, Pam *et al*. 2007, Land Classification Division and FAO Project Staff 1973 และ http://course ware. mju.ac.th).

3.1.3 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 จากตารางที่ 1 พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย, ทรายแป้ง และดินเหนียว ร้อยละ 68.20, 21.60 และ 10.20 ตามลำดับ ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 14.52, ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 1.06 ซึ่งการที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าร้อยละ 5.00, ค่าปฏิกิริยาดินระดับกรดปานกลาง คือ 6.00, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกระดับต่ำ คือ ร้อยละ 4.60 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 118.43, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินร้อยละ 27.09, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.053, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก คือ 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ คือ 40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก คือ 792.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่สูงเกินไปสำหรับพืช คือ 113.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, ซับซ้อน 2541, อิ่มเอิบ 2534, Pam *et al*. 2007, Land Classification Division and FAO Project Staff 1973 และ http://course-ware.mju.ac.th).

3.1.4 แปลงข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ จากตารางที่ 1 พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยมีปริมาณอนุภาคขนาดดินทราย, ทรายแป้งและดินเหนียว ร้อยละ 62.00, 22.20 และ 15.80 ตามลำดับ ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 18.20, ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 1.26 ซึ่งการที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าร้อยละ 5.00, ค่าปฏิกิริยาดินระดับกลาง คือ 7.20, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกระดับปานกลาง คือ 10.00 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, ความอิ่มตัวด้วยด่างของดินอยู่ในระดับสูง คือ ร้อยละ 168.87, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินร้อยละ 34.43, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.063, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง คือ 13.00

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง คือ 83.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก คือ 2,478.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่สูงเกินไปสำหรับพืช คือ 400.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549, ซับซ้อน 2541, อิ่มเอิบ 2534, Pam *et al*. 2007, Land Classification Division and FAO Project Staff 1973 และ http://courseware.mju.ac.th).

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550) รายงานว่า ลักษณะดินและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนเหนียว, เป็นที่ราบลุ่ม และมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นเบสระหว่าง 5.00-6.50.

จะเห็นว่าเนื้อดินของแปลงทดสอบนาข้าวสายพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1), ขาวดอกมะลิ 105 และหอมมะลิสุรินทร์มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และแปลงทดสอบนาข้าวสายพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนซึ่งทั้งหมดนี้เป็นลักษณะดินที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว เนื่องจากลักษณะเนื้อดินของแปลงทดสอบนาข้าวทั้ง 4 แปลงนี้จัดอยู่ในประเภทกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) มีช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากทำให้มีสภาพให้เกิดการแทรกซึมได้ของน้ำและอากาศสูง และส่งเสริมให้รากพืชแพร่กระจายในดินได้ดี แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดยึดไอออนต่างๆ ที่เป็นธาตุอาหารพืชได้ต่ำเนื่องจากมีพื้นที่ผิวและมีประจุไฟฟ้าที่อนุภาคต่ำ นอกจากนี้ ดินเนื้อหยาบมักไม่มีโครงสร้างหรือโครงสร้างไม่แข็งแรง ไม่ทนทานต่อแรงปะทะของน้ำ.

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือ ระดับความสามารถของดินที่จะให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช พิจารณาจาก 2 ส่วน คือ ความสามารถของดินในการเก็บกักธาตุอาหารพืชไว้ในลักษณะปริมาณสำรองเพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ได้ในอนาคต ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน และอินทรียวัตถุในดิน และส่วนที่ 2 พิจารณาจากธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ 3 ธาตุ คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ดังนั้น ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินของกรมพัฒนาที่ดินจึงประเมินจากค่าวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเพียง 5 ประการ คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน, ความความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ความอิ่มตัวด้วยเบสของ

ดิน, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2549).

เมื่อนำค่าวิเคราะห์ดินมาประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 และภาคผนวกที่ 2 แล้วนำผลคะแนนของแต่ละค่าวิเคราะห์มารวมกันเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่าดินทดสอบจากแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) และหอมมะลิสุรินทร์มีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และดินจากแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) และขาวดอกมะลิ 105 มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณอินทรียวัตถุของแปลงทดสอบนาข้าวทั้ง 4 แปลงมีอยู่ในระดับที่ต่ำมาก นอกจากนี้ ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำของแปลงทดสอบนาข้าวทั้ง 4 แปลงยังอยู่ในระดับต่ำอีกด้วย.

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องฟื้นฟูสภาพดินเพื่อการเกษตรกรรมและผลิตพืชอย่างยั่งยืน โดยการใส่ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายสายพันธุ์ที่สามารถหลั่งสารเหนียวกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ออกมานอกเซลล์ เพื่อเป็นการส่งเสริมความเสถียรของเม็ดดินและปรับปรุงโครงสร้างดินช่วยให้อนุภาคของดินรวมตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีความเสถียร (soil aggregate stability) นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้ดินและเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำให้แก่ดินรวมทั้งส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินอันเป็นการสร้างความสมบูรณ์ของดินอีกทางหนึ่งด้วย.

การที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในระดับต่ำนี้ส่งผลให้พืชแก่ช้ากว่าปกติ, ออกดอกช้า, จำนวนดอกผลและเมล็ดน้อยลง, ลำต้น ดอกและผล แคระแกร็นไม่สมบูรณ์, อายุเก็บเกี่ยวล่าออกไป, ขณะที่ใบมีการเสื่อมตามอายุและร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่ำ นอกจากนี้ การที่มีปริมาณโพแทสเซียมในระดับต่ำก็ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตช้า, ลำต้นอ่อนแอ, หักล้มได้ง่าย, ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ, ถ้าเป็นพืชตระกูลหญ้า ธัญพืชอย่าง เช่น ข้าวมักมีอาการเมล็ดลีบ น้ำหนักเบาผิดปกติ, พืชที่ให้หัวที่รากจะมีปริมาณแป้งน้อยแต่มีน้ำมาก (สุขสวัสดิ์ 2544).

สำหรับการที่มีปริมาณแคลเซียมที่สูงมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารพืชชนิดอื่น ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุนั้น เช่น ทำให้เกิดการขาดโบรอน, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, ฟอสเฟต หรือมีผลกระทบด้านความเป็นด่างของดิน ซึ่งจะมีผลในการควบคุมการปลดปล่อยเหล็กและแมงกานีส และการที่มีปริมาณแมกนีเซียมในปริมาณที่สูงเกินไปสำหรับพืชนั้นทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช เช่น การที่พืชดูดแมกนีเซียมมากเกินไป อาจเกิดจากการขาดโพแทสเซียม เนื่องจาก สมดุลของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในดินมีสัดส่วนต่ำ (สุขสวัสดิ์ 2544).

อย่างไรก็ตามการ แคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ในดินเป็นปริมาณมากนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสาหร่าย เนื่องจากแคลเซียม และแมกนีเซียมจัดเป็นธาตุอาหารรอง (minor element) ซึ่งสาหร่ายต้องการในปริมาณมากเพื่อการเจริญเติบโต นอกจากนี้ ธาตุเหล่านี้ยังมีความสำคัญต่อการตรึงไนโตรเจนและการสังเคราะห์แสงอีกด้วยและเมื่อสาหร่ายกลุ่มนี้ตายลงจะปลดปล่อยธาตุอาหารดังกล่าวรวมทั้งไนโตรเจนกลับสู่พื้นดินอย่างช้าๆ อีกด้วย.

ตารางที่ 1. สมบัติบางประการของดินก่อนการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าว 4 แปลง ได้แก่ แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1), กข. 15 (แปลงที่ 2), ขาวดอกมะลิ 105 และหอมมะลิสุรินทร์

คุณสมบัติดิน	ตัวอย่างดิน			
	แปลงข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)	แปลงข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2)	แปลงข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105	แปลงข้าวพันธุ์ หอมมะลิสุรินทร์
คุณสมบัติทางกายภาพ				
1. เนื้อดิน	ดินร่วนปนทราย (sandy loam)	ดินทรายปนดินร่วน (loamy sand)	ดินร่วนปนทราย (sandy loam)	ดินร่วนปนทราย (sandy loam)
ร้อยละทราย (sand)	73.80	84.40	68.20	62.00
ร้อยละทรายแป้ง (silt)	16.40	7.80	21.60	22.20
ร้อยละดินเหนียว (clay)	9.80	7.80	10.20	15.80
2. จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ (ร้อยละ)	13.82	10.42	14.52	18.20
คุณสมบัติทางเคมี				
1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	0.69	0.42	1.06	1.26
2. ค่าปฏิกิริยาดิน (pH)	6.90	7.20	6.00	7.20
3. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	5.40	3.20	4.60	10.00
4. ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน (ร้อยละ)	88.65	133.84	118.43	168.87
5. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (ร้อยละ)	29.85	23.94	27.09	34.43
ธาตุอาหารพืชในดิน				
1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ)	0.034	0.021	0.053	0.063
2. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	10.00	2.00	2.00	13.00

ตารางที่ 1. (ต่อ)

คุณสมบัติดิน	ตัวอย่างดิน			
	แปลงข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)	แปลงข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2)	แปลงข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105	แปลงข้าวพันธุ์ หอมมะลิสุรินทร์
3. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	38.00	24.00	40.00	83.00
4. ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	694.00	539.00	792.00	2,478.00
5. ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	122.00	99.00	113.00	400.00

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงนา

3.2.1 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุด CT, AS, ASC/2 และ C ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ในทุกแปลง หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ จำนวนต้นต่อพื้นที่ (0.25 ตารางเมตร), ความสูง, ความยาวราก และความยาวรวง ผลดังแสดงในตารางที่ 2 และผลผลิตของข้าว ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิต ผลดังแสดงในตารางที่ 3 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ผลดังแสดงในตารางที่ 4 และค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ผลดังแสดงในตารางที่ 5.

ก) การเจริญเติบโตของต้นข้าว

1. จำนวนต้นต่อพื้นที่ (0.25 ตารางเมตร) จากตารางที่ 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 63.17±30.88 ต้น, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ย 63.00±0.00 และ 56.50±5.42 ต้น ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ย

49.84±3.06 ต้น ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

2. ความสูงของต้นข้าว จากตารางที่ 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 140.67±6.65 เซนติเมตร, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 133.87±1.41 และ 132.49±7.76 เซนติเมตร ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 124.80±1.56 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า มีชุดการทดลองที่ใส่ C เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกับชุด CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย.

3. ความยาวราก จากตารางที่ 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความยาวรากเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 17.13±0.28 เซนติเมตร, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีความยาวรากเฉลี่ย 17.00±1.03 และ 16.84±1.18 เซนติเมตร ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีความยาวรากเฉลี่ย 16.74±2.50 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความยาวรากเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

4. ความยาวรวง จากตารางที่ 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความยาวรวงเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีความยาวรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 22.73±1.98 เซนติเมตร, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีความยาวรวงเฉลี่ย 22.23±0.00 และ 21.90±1.70 เซนติเมตร ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีความยาวรวงเฉลี่ย 21.65±3.14 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความยาวรวงเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน.

ตารางที่ 2. การเจริญเติบโตของต้นข้าวทางด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่, ความสูง, ความยาวราก และความยาวรวงของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)

ชุดการทดลอง[1]	จำนวนต้น/พื้นที่[2] (0.25 ม^2)	ความสูงของต้น[2] (เซนติเมตร)	ความยาวราก[2] (เซนติเมตร)	ความยาวรวง[2] (เซนติเมตร)
CT	49.84±3.06^a	124.80±1.56^b	16.74±2.50^a	21.65±3.14^a
AS	56.50±5.42^a	132.49±7.76^{ab}	16.84±1.18^a	21.90±1.70^a
ASC/2	63.00±0.00^a	133.87±1.41^{ab}	17.00±1.03^a	22.23±0.00^a
C	63.17±3.88^a	140.67±6.65^a	17.13±0.28^a	22.73±1.98^a
C.V. (%)	7.10	3.92	8.75	9.22
F-test	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT).

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ข) ผลผลิตของข้าว

1. จำนวนเมล็ดต่อรวง จากตารางที่ 3 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 87.37±17.82, เมล็ดรองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 84.92±5.54 และ 80.55±12.94 เมล็ด ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 75.00±27.72 เมล็ด ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีจำนวนเมล็ดต่อรวงที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

2. ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง จากตารางที่ 3 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 92.71±3.13, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C มีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ย 91.77±0.47 และ 91.66±2.63 ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ย

90.58±3.49 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

3. ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง จากตารางที่ 3 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ยต่ำกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 7.64±3.62, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C มีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ย 8.68±1.10 และ 7.64±3.62 ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ย 10.02±3.23 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ยต่ำกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

4. น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด จากตารางที่ 3 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.23±0.13 กรัม, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C และ AS มีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ย 3.16±0.12 และ 3.10±0.05 กรัม ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ย 3.08±0.05 กรัม ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

5. ผลผลิตรวม จากตารางที่ 3 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 924.56±84.79 กิโลกรัมต่อไร่, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 920.76±93.57 และ 834.78±84.99 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ, ในขณะที่ชุด CT มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 754.72±9.18 กิโลกรัมต่อไร่ ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีผลผลิตรวมเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

ตารางที่ 3. จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวมของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)

ชุดการทดลอง[1]	จำนวนเมล็ดต่อรวง [2] (เมล็ด)	ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง[2]	ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง[2]	น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตรวม (กิโลกรัมต่อไร่)
CT	75.00±27.72[a]	90.58±3.49[a]	10.02±3.23[a]	3.08±0.05[a]	754.72±9.18[a]
AS	80.55±12.94[a]	91.77±0.47[a]	8.68±1.10[a]	3.10±0.05[a]	834.78±84.99[a]
ASC/2	84.92±5.54[a]	92.71±3.13[a]	7.64±3.62[a]	3.23±0.13[a]	920.76±93.57[a]
C	87.37±17.82[a]	91.66±2.63[a]	8.93±1.80[a]	3.16±0.12[a]	924.56±84.79[a]
C.V. (%)	21.86	2.95	29.98	3.03	11.79
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT).

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

จากผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ C มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) สูงที่สุด โดยสามารถเพิ่มความสูง, ความยาวรากและความยาวรวงได้ถึงร้อยละ 11.28, 2.28 และ 4.75 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตในด้านจำนวนเมล็ดต่อรวง และผลผลิตรวม ได้ถึงร้อยละ 14.16 และ 18.37 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตด้วยเช่นกัน แต่เพิ่มในด้านร้อยละเมล็ดดีต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดที่สมบูรณ์ 100 เมล็ด โดยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 2.30 และ 4.64 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวงและผลผลิตรวมได้ใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ใส่ C อีกด้วย คือ เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.68 และ 18.03 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ ผลดังแสดงในตารางที่ 4.

ตารางที่ 4. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ชุดการทดลอง[1]	การเจริญเติบโต (%)			ผลผลิต (%)			
	ความสูง	ความยาวราก	ความยาวรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด	ผลผลิตรวม
CT	-	-	-	-	-	-	-
AS	+ 5.08	+ 0.59	+ 1.14	+ 6.89	+ 1.30	+ 0.65	+ 9.59
ASC/2	+ 6.78	+ 1.53	+ 2.61	+ 11.68	+ **2.30**	+ **4.64**	+ 18.03
C	+ **11.28**	+ **2.28**	+ **4.75**	+ **14.16**	+ 1.18	+ 2.53	+ **18.37**

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม.

ค) ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี ในอัตราต่าง ๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)

1. ค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี ในอัตราต่าง ๆ จากตารางที่ 5 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีสูงที่สุด คือ 1,530.00 บาทต่อไร่, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, C และ CT มีค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี 1,290.00, 1,170 และ 690 บาทต่อไร่ ตามลำดับ.

2. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) จากตารางที่ 5 พบว่า มีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ C เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่ถือว่า คุ้มค่าแก่การลงทุน โดยมีค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ 2.38, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ 1.78 และ 1.02 ตามลำดับ.

ตารางที่ 5. ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)

ชุดการทดลอง[1]	ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (VCR)
CT	690.00	-
AS	1,290.00	1.02
ASC/2	1,530.00	1.78
C	1,170.00	2.38

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เมื่อ ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย กิโลกรัมละ 6.00 บาท.
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 กิโลกรัมละ 19.20 บาท.
ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 กิโลกรัมละ 27.6 บาท.
ราคาข้าวเปลือก กิโลกรัมละ 16.40 บาท.

เมื่อนำประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) มาร่วมพิจารณาด้วยพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ C และ ASC/2 มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตที่ใกล้เคียงกันมาก คือ ร้อยละ 18.37 และ 18.03 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ C ให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือ 2.38, สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่รองลงมา คือ 1.78 เหตุที่ชุดการทดลองที่ใส่ C ให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่สูงกว่าเนื่องมาจากราคาค่าใช้จ่ายของปุ๋ยเคมีมีราคาต่ำกว่า หากพิจารณาในระยะยาวค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีของชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 จะลดลงกว่าการใส่ในครั้งแรกๆ อีก เนื่องจากสาหร่ายจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินสามารถที่จะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนต่อไปโดยไม่ต้องใส่ทุกครั้งของการเพาะปลูก ฉะนั้น ก็จะลดค่าใช้จ่ายลงในขณะที่ผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นและยังเป็นการใช้พื้นที่เกษตรแบบอนุรักษ์อีกด้วย ซึ่งตรงกันข้ามกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากที่ต้องใส่ทุกครั้งและในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณคงที่หรือลดลง ซึ่งปุ๋ยเคมีนี้ไม่มีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินต่างจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย และหากใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้มีผลกระทบระยะยาว โดยทำให้ดินอัดแน่น และดินเป็นกรดหรือด่างเพิ่มขึ้นได้ และถ้าใส่ในอัตราสูงเกินไปจะเป็น

อันตรายต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นข้าวและเมล็ดข้าวได้โดยตรง. ดังนั้น ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตและให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมของข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1).

อย่างไรก็ตาม สาหร่ายจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินที่เจริญเติบโตจะสามารถเพิ่มจำนวนและอยู่รอดได้มากเพียงใดขึ้นกับคุณสมบัติพื้นฐานของดินรวมทั้งสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่เพาะปลูก เช่น อุณหภูมิ, ความเข้มแสงและความชื้น เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องทำการศึกษาซ้ำๆ ในพื้นที่เดิมพร้อมทั้งศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในหลายๆ พื้นที่ที่มีคุณสมบัติของดินและสภาพทางกายภาพแตกต่างกัน.

ง) สมบัติบางประการของดินแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) ที่นำมาศึกษา หลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ, ค่าปฏิกิริยาดิน, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำของตัวอย่างดินหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ผลดังแสดงในตารางที่ 6 และเมื่อนำค่าวิเคราะห์เหล่านี้มาเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบพบว่า มีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าพื้นฐานของดิน ผลดังแสดงในตารางที่ 7 นอกจากนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุมก็พบว่า คุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลง ผลดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งทั้งตารางที่ 7 และ 8 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้านคุณสมบัติของดินเมื่อมีการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายหรือผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายร่วมกับปุ๋ยเคมี.

1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) พบว่า มีเพียงชุด CT เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 0.85$\pm$0.21, รองลงมาได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C และ AS มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ ร้อยละ 0.74$\pm$0.05 และ 0.74$\pm$0.12 ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 0.63$\pm$0.06 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด

CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

2. ปฏิกิริยาดิน (pH) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่ต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ AS มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 5.75±0.35, สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ C มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 5.55±0.49 และ 5.55±0.35 ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ย 5.40±0.00 เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

3. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) พบว่า มีเพียงชุด CT เพียงชุดการทดลองเดียวที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 0.042±0.009, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ ร้อยละ 0.037±0.002 และ 0.037±0.006 ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 0.032±0.002 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ C มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงที่สุดและเท่ากัน คือ 9.00±8.45 และ 9.00±7.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และชุดการทดลองที่ใส่ AS มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 7.50±4.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ชุด CT มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 3.50±0.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึงแม้ว่าทุกชุด

การทดลองจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

5. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) พบว่า มีเพียงชุด CT เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยเท่ากับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ในขณะที่อีก 3 ชุดการทดลองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ C มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.90±0.71 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ ASC/2 มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 5.85±0.35 และ 5.85±0.92 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 5.40±0.42 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยที่สูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

6. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยที่สูงกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบและสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6, 7 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 28.40±0.08, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยร้อยละ 26.76±1.04 และ 26.09±0.17 ตามลำดับ ในขณะที่ชุด CT มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยร้อยละ 25.95±0.66 เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า มีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 เพียงชุดการทดลองเดียวที่มีความแตกต่างกับชุด CT ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ ASC/2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

7. จำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ (water-stable aggregate) พบว่า มีเพียงชุด CT เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนทดลอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 8 โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 15.39±1.34, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C และ AS มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยร้อยละ 13.71±1.97 และ 13.10±2.16 ในขณะที่ชุด CT มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยร้อยละ 12.90±2.45 ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยสูงกว่าชุด CT แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุด CT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุด CT และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.

จากข้อมูลการวิเคราะห์ดินทั้งหมดจะเห็นได้ว่า การใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายเพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญต่างๆ ให้ดีขึ้น เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ.

สำหรับประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและจำนวนเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า0.25 มิลลิเมตร) ที่มีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.82, 19.05, 12.50 และ 16.05 เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ และเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.88, 23.81, 8.63 และ 16.18 เมื่อเทียบกับชุด CT นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ก็ยังเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบและชุด CT ผลดังแสดงในตารางที่ 6, 7 และ 8.

ดังนั้น ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 จึงเหมาะสมสำหรับการเพาะข้าวพันธุ์ กข. 15 เพราะมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตพืชและปรับปรุงดินในเวลาเดียวกัน.

ตารางที่ 6. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1)

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิลิตร) (ร้อยละ)
1. CT	0.63±0.06^{a}	5.40±0.00^{a}	0.032±0.002^{a}	3.50±0.71^{a}	5.40±0.42^{a}	25.95±0.66^{b}	12.90±2.45^{a}
2. AS	0.74±0.12^{a}	5.75±0.35^{a}	0.037±0.006^{a}	7.50±4.95^{a}	5.85±0.35^{a}	26.76±1.04^{ab}	13.10±2.16^{a}
3. ASC/2	0.85±0.21^{a}	5.55±0.49^{a}	0.042±0.009^{a}	9.00±8.45^{a}	5.85±0.92^{a}	28.40±0.08^{a}	15.39±1.34^{a}
4. C	0.74±0.05^{a}	5.55±0.35^{a}	0.037±0.002^{a}	9.00±7.07^{a}	6.90±0.71^{a}	26.09±0.17^{b}	13.71±1.97^{a}
C.V. (%)	16.93	6.32	16.58	83.62	10.70	2.33	13.27
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT).

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ตารางที่ 7. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิลิตร) (ร้อยละ)
1. CT	−9.52	−27.78	−6.25	−185.71	0.0	+4.24	−0.15
2. AS	+6.76	−20.00	+8.11	−33.33	+7.69	+7.14	+1.37
3. ASC/2	**+18.82**	−24.32	**+19.05**	−11.11	+7.69	**+12.50**	**+16.05**
4. C	+6.76	−24.32	+8.11	−11.11	**+21.74**	+4.75	+5.76

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C= ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ.

เครื่องหมาย – หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ.

ตารางที่ 8. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์)

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิลิตร) (ร้อยละ)
1. CT	-	-	-	-	-	-	-
2. AS	+14.86	+6.09	+13.51	+53.33	+7.69	+3.03	+1.53
3. ASC/2	**+25.88**	+2.70	**+23.80**	**+61.11**	+7.69	**+8.63**	**+16.18**
4. C	+14.86	+2.70	+13.51	**+61.11**	**+21.74**	+0.54	+5.91

หมายเหตุ : [1]CT=ชุดควบคุม, AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินของชุดควบคุม.

(ก) แปลงทดสอบที่เป็นชุดควบคุม (CT)

(ข) แปลงทดสอบที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS)

รูปที่ 6. แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1).

(ค) แปลงทดสอบที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่) (ASC/2)

(ง) แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C)

รูปที่ 6. (ต่อ) แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1).

3.2.2 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 2) ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้จากแปลงทดสอบนาข้าวแปลงนี้ เพราะเกษตรกรไม่ดำเนินการให้เป็นไปตามแผนการทดลองที่วางไว้ เนื่องจาก ทางคณะผู้วิจัยมีการติดตามผลการทดลองอยู่เป็นระยะ และสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างต้นข้าวในแต่ละแปลงย่อยจึงตรวจสอบไปยังเกษตรกรและพบว่าเกษตรกรปักดำข้าว 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ กข. 15 และเหลืองปะทิว ลงไปในแปลงทดสอบเดียวกัน จึงเป็นปัญหาในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล เนื่องจากเป็นข้าวที่ต่างสายพันธุ์กัน ดังนั้น จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลใดๆ ได้เลย.

3.2.3 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ต. ท่าอ่าง อ. โชคชัย จ. นครราชสีมา

จากผลการทดลองจะเห็นว่า แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้ผลไม่เป็นที่แน่ชัด เนื่องจากชุดการทดลองที่เป็นชุด CT กลับมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวง, จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวมที่สูงกว่าชุดการทดลองอื่นทั้งที่ไม่ได้ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่น้อยที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเกษตรกรไม่มั่นใจในผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและเกรงว่าจะได้ผลผลิตต่ำกว่าที่เคยได้จึงมีการแอบใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในแปลงที่เป็นชุด CT เพราะทางคณะผู้วิจัยมีการติดตามผลการทดสอบอยู่เป็นระยะ และพบว่า ในช่วงต้นของการทดลองแต่ละแปลงมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตกลับได้ผลออกมาไม่สอดคล้องกับผลการติดตามตรวจสอบที่ผ่านมา.

ดังนั้น การรายงานผลการทดลองของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 นี้ จึงเปลี่ยนแปลงชุดการทดลอง คือ ชุด CT เป็นชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราเกษตรกรปฏิบัติแต่เดิม (AG) คือ 35 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน และสำหรับอีก 3 ชุดการทดลอง คือ AS, ASC/2 และ C ดำเนินการตามแผนการทดลองเดิม คือ ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินและปุ๋ยตามอัตราที่กำหนดไว้ 1 ครั้ง คือ หลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (ปุ๋ยแต่งหน้า) ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ในทุกแปลง หลังจากปักดำแล้ว 90 วัน ดังแสดงในรูปที่ 7 เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ จำนวนต้นต่อพื้นที่ (0.25 ตารางเมตร) ความสูง, ความยาวราก และความยาวรวง ผลดังแสดงในตารางที่ 9 และผลผลิตของข้าว ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวม ผลดังแสดงในตารางที่ 10 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เพิ่มขึ้น และลดลง (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราเกษตรกรนิยมใส่ (AG) ผลดังแสดง

ในตารางที่ 11 และค่าใช้จ่ายผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลดังแสดงในตารางที่ 12.

ก) ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าว

1. จำนวนต้นต่อพื้นที่ (0.25 ตารางเมตร) จากตารางที่ 9 พบว่า มีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ AS เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ยต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ C มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 61.17±11.55 ต้น, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2, AG และ AS มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เฉลี่ย 57.84±8.25, 56.83±7.78 และ 56.50±3.54 ต้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

2. ความสูงของต้นข้าว จากตารางที่ 9 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 133.29±12.18 เซนติเมตร, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C, ASC/2 และ AS มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ย 129.58±17.89, 129.20±5.70 และ 118.60±2.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยต่ำกว่าชุด AG แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

3. ความยาวราก จากตารางที่ 9 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 11.63±1.13 เซนติเมตร, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, ASC/2 และ C มีความยาวรากเฉลี่ย 10.14±0.19, 10.02±1.29 และ 9.75±0.59 เซนติเมตร ตามลำดับ ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีความยาวรากเฉลี่ยต่ำกว่าชุด AG แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

4. ความยาวรวง จากตารางที่ 9 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีความยาวรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 23.87±0.14 เซนติเมตร, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AG, C และ AS มีความยาวรวงเฉลี่ย 22.97±1.04, 22.72±1.82 และ 21.44±0.52 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำไป

เปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

ตารางที่ 9. การเจริญเติบโตของต้นข้าวทางด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่, ความสูง, ความยาวราก และความยาวรวงของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ชุดการทดลอง[1]	จำนวนต้น/พื้นที่[2] (0.25 ม^2)	ความสูงของต้น[2] (เซนติเมตร)	ความยาวราก[2] (เซนติเมตร)	ความยาวรวง[2] (เซนติเมตร)
AG	56.83±7.78^a	133.29±12.18^a	11.63±1.13^a	22.97±1.04^a
AS	56.50±3.54^a	118.60±2.83^a	10.14±0.19^a	21.44±0.52^a
ASC/2	57.84±8.25^a	129.20±5.70^a	10.02±1.29^a	23.87±0.14^a
C	61.17±11.55^a	129.58±17.89^a	9.75±0.59^a	22.72±1.82^a
C.V. (%)	14.26	8.84	8.80	4.75
F-test	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรปฏิบัติแต่เดิม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT).

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ข) ผลผลิตของข้าว

1. จำนวนเมล็ดต่อรวง จากตารางที่ 10 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 124.07±4.15 เมล็ด, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AG, C และ AS มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 110.53±10.18, 110.15±25.43 และ 88.54±6.5 เมล็ด ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน.

2. ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง จากตารางที่ 10 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 75.40±6.06, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C, ASC/2 และ AS มีร้อยละ

เมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ย 68.76±5.33, 60.76±1.32 และ 54.85±6.81 ตามลำดับ แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AS เพียงชุดการทดลองเดียวที่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ C, ASC/2 และ AS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

3. ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง จากตารางที่ 7 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 45.16±6.81, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2, C และ AG มีร้อยละเมล็ดลีบต่อรวงเฉลี่ย 40.27±0.13, 31.61±4.81 และ 25.15±8.64 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า มีเพียงชุดการทดลองที่ใส่ AS เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, ASC/2 และ C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

4. น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด จากตารางที่ 10 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.83±0.08 กรัม, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2, C และ AS มีน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.63±0.07, 2.60±0.03 และ 2.39±0.03 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ทุกชุดการทดลองก็มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

5. ผลผลิตรวม จากตารางที่ 10 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 854.63±117.63 กิโลกรัมต่อไร่, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ C, ASC/2 และ AS มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 777.86±194.48, 603.29±15.73 และ 512.02±213.58 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ถึงแม้ว่าทุกชุดการทดลองจะมีผลผลิตรวมเฉลี่ยต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน.

ตารางที่ 10. จำนวนเมล็ดต่อรวง, ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง, ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง, น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และผลผลิตรวมของแปลงทดสอบนาข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ชุดการทดลอง[1]	จำนวนเมล็ดต่อรวง[2] (เมล็ด)	ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง[2]	ร้อยละเมล็ดลีบต่อรวง[2]	น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด[2] (กรัม)	ผลผลิตรวม[2] (กิโลกรัมต่อไร่)
AG	110.53±10.18^{a}	75.40±6.06^{a}	25.15±8.64^{b}	2.83±0.08^{a}	854.63±117.63^{a}
AS	88.54±6.55^{a}	54.85±6.81^{b}	45.16±6.81^{a}	2.39±0.03^{c}	512.02±15.73^{a}
ASC/2	124.07±4.15^{a}	60.76±1.32^{ab}	40.27±0.13^{ab}	2.63±0.07^{b}	603.29±213.58^{a}
C	110.15±25.43^{a}	68.76±5.33^{ab}	31.61±4.81^{ab}	2.60±0.03^{b}	777.86±194.48^{a}
C.V. (%)	13.14	8.19	16.89	2.25	22.01
F-test	ns	ns	ns	**	ns

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT).

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%.

จากผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ C มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG เพียงร้อยละ 2.86 และประสิทธิภาพการเพิ่มผลผลิตโดยมีร้อยละเมล็ดดีต่อรวงและผลผลิตรวมต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG เพียงร้อยละ 9.66 และ 9.87 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตทางด้านความยาวรวงสูงกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG ถึงร้อยละ 3.77 และประสิทธิภาพการเพิ่มผลผลิตโดยมีจำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดที่ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG เพียงร้อยละ 10.91 และ 7.60 ตามลำดับ นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตทางด้านความยาวรากต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG เพียงร้อยละ 14.69 ผลดังแสดงในตารางที่ 11.

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS จะต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C แต่ทั้งนี้เมื่อนำมา

เปรียบเทียบทางสถิติก็พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ยกเว้นผลผลิตด้านร้อยละเมล็ดดีต่อรวงที่พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลผลิตด้านน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ดพบว่า ทุกชุดการทดลอง (รวมทั้งชุดการทดลองที่ใส่ C) มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ตารางที่ 11. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข.15 (แปลงที่ 1) ที่เพิ่มขึ้นและลดลง (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (AG)

ชุดการทดลอง[1]	การเจริญเติบโต (%)			ผลผลิต (%)			
	ความสูง	ความยาวราก	ความยาวรวง	จำนวนเมล็ดต่อรวง	ร้อยละเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด	ผลผลิตรวม
AG	-	-	-	-	-	-	-
AS	-12.39	**-14.69**	-7.14	-24.84	-37.47	-18.41	-66.91
ASC/2	-3.17	-16.07	**+3.77**	**+10.91**	-24.09	**-7.60**	-41.66
C	**-2.86**	-19.28	-1.10	-0.34	**-9.66**	-8.85	**-9.87**

หมายเหตุ : [1]AG = ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (AG)

เครื่องหมาย - หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (AG)

ค) ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

เนื่องจากการทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แปลงนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวได้ เนื่องจากขาดข้อมูลผลผลิตข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย แต่สามารถวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีได้ ผลดังแสดงตารางที่ 12.

ค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างๆ จากตารางที่ 12 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีสูงที่สุด คือ 1,530.00 บาทต่อไร่, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AG, AS และ C มีค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี 1,362.00, 1,290.00 และ 1,170.00 บาทต่อไร่ ตามลำดับ.

ตารางที่ 12. ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ชุดการทดลอง[1]	ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี (บาทต่อไร่)
AG	1,362.00
AS	1,290.00
ASC/2	1,530.00
C	1,170.00

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรปฏิบัติแต่เดิม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เมื่อ ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย กิโลกรัมละ 6.00 บาท.
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 กิโลกรัมละ 19.20 บาท.
ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 กิโลกรัมละ 27.6 บาท.

เมื่อนำประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตและค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาร่วมพิจารณาด้วยพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตสูงที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใส่ C, ASC/2 และ AS ถึงแม้ว่าชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 จะมีผลผลิตรวมที่ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C ร้อยละ 44.66 และ 28.94 (ซึ่งก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงที่สุด, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AG, AS และ C แต่ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีของชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS จะลดลงกว่าการใส่ในครั้งแรกๆ อีก เนื่องจากสาหร่ายจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินสามารถที่จะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนต่อไปโดยไม่ต้องใส่ทุกครั้งของการเพาะปลูก ฉะนั้น จะลดค่าใช้จ่ายลงถึงร้อยละ 50 ของชุดการทดลองที่ใส่ C เลยที่เดียว ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C ต้องใส่ทุก

ครั้งและในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ สูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณคงที่หรือลดลง ซึ่งปุ๋ยเคมีนี้ไม่มีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินต่างจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย และหากใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้มีผลกระทบระยะยาว คือ ทำให้ดินอัดแน่นและดินเป็นกรดหรือด่างเพิ่มขึ้นได้ และถ้าใส่ในอัตราสูงเกินไปจะเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นข้าวและเมล็ดข้าวได้โดยตรง ต่างจากการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายของการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่ำลงเรื่อยๆ ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น นอกจากนี้ ผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นและยังเป็นการใช้พื้นที่เกษตรแบบอนุรักษ์อีกด้วย ดังนั้น ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.

อย่างไรก็ตาม สาหร่ายจากผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินที่เจริญเติบโตจะสามารถเพิ่มจำนวนและอยู่รอดได้มากเพียงใด ขึ้นกับคุณสมบัติพื้นฐานของดินรวมทั้งสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่เพาะปลูก เช่น อุณหภูมิ, ความเข้มแสงและความชื้น เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องทำการศึกษาซ้ำๆ ในพื้นที่เดิมพร้อมทั้งศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในหลายๆ พื้นที่ที่มีคุณสมบัติของดินและสภาพทางกายภาพแตกต่างกัน.

ง) สมบัติบางประการของดินแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ, ค่าปฏิกิริยาดิน, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำของตัวอย่างดินหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ผลดังแสดงในตารางที่ 13 และเมื่อนำค่าวิเคราะห์เหล่านี้มาเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบพบว่า มีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าพื้นฐานของดิน ผลดังแสดงในตารางที่ 14 นอกจากนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ก็พบว่าคุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลง ผลดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งทั้งตารางที่ 14 และ 15 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้านคุณสมบัติของดินเมื่อมีการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายหรือผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายร่วมกับปุ๋ยเคมี.

1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 1.19±0.39, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, AG และ C มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.18±0.51, 1.00±0.01 และ 0.79±0.31 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

2. ปฏิกิริยาดิน (pH) พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 6.85±0.64, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ย 6.80±0.00 สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C มีค่าปฏิกิริยาดินเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 5.95±0.07 แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

3. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 และ AS มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงที่สุดและเท่ากัน คือ ร้อยละ 0.059±0.020 และ 0.059±0.025 ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ใส่ AG และ C มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 0.050±0.000 และ 0.039±0.016 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 25.50±2.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, AG และ C มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 17.50±4.95, 14.00±2.83 และ 9.00±1.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 เพียงชุดการทดลองเดียวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 ไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่ใส่ AS และ C ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

5. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 8.60±0.99 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS, C และ AG มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเฉลี่ย 7.70±0.42, 6.45±1.63 และ 6.30±2.12 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

6. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) พบว่า มีชุดการทดลองที่ใส่ AG เพียงชุดการทดลองเดียวมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ 31.64±2.34, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2, C และ AG มีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยร้อยละ 31.35±2.60, 27.20±4.29 และ 26.83±2.61 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

7. จำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ (water-aggregate stability) พบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ C และ AG มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 14 ในขณะที่ทุกชุดการทดลองมีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อ

แรงกระทำของน้ำเฉลี่ยสูงกว่าชุด AG โดยชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ร้อยละ18.76±2.49, รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ใส่ AS มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยร้อยละ 16.94±1.46 ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใส่ C และ AG มีจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเฉลี่ยร้อยละ 14.19±7.48 และ 14.06±2.50 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ AG ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 พบว่า ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใส่ AG และไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 15.

จากข้อมูลการวิเคราะห์ดินทั้งหมดจะเห็นได้ว่า การใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายเพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญต่างๆ ให้ดีขึ้น เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และจำนวนของเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.25 มิลลิเมตร) และมีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ.

สำหรับประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและจำนวนเม็ดดิน (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า0.25 มิลลิเมตร) ที่มีความเสถียรต่อแรงกระทำของน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.92, 10.17, 92.16, 46.51 และ 22.60 เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.97, 15.25, 45.10, 26.74 และ 25.05 เมื่อเทียบกับชุด CT ตามลำดับ นอกจากนี้ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ก็ยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบและชุด CT ผลดังแสดงในตารางที่ 13, 14 และ 15.

ดังนั้น ชุดการทดลองที่ใส่ ASC/2 จึงเหมาะสมสำหรับการเพาะข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพราะมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวและปรับปรุงดินในเวลาเดียวกัน.

ตารางที่ 13. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิเมตร) (ร้อยละ)
AG	1.00±0.01[a]	5.95±0.07[a]	0.050±0.000[a]	14.00±2.83[b]	6.30±2.12[a]	26.83±2.61[a]	14.06±2.50[a1]
AS	1.18±0.51[a]	6.85±0.64[a]	0.059±0.025[a]	17.50±4.95[ab]	7.70±0.42[a]	31.64±2.34[a]	16.94±1.46[a]
ASC/2	1.19±0.39[a]	6.80±0.00[a]	0.059±0.020[a]	25.50±2.12[a]	8.60±0.99[a]	31.35±2.60[a]	18.76±2.49[a]
C	0.79±0.31[a]	5.95±0.07[a]	0.039±0.016[a]	9.00±1.41[b]	6.45±1.63[a]	27.20±4.29[a]	14.19±7.48[a]
C.V. (%)	34.29	5.98	34.68	18.92	19.84	10.19	26.69
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรปฏิบัติแต่เดิม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

[2]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ โดยค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตามหลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%.

ตารางที่ 14. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเทียบกับตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิเมตร) (ร้อยละ)
AG	−6.00	−0.84	−6.00	+85.71	+26.98	−0.97	−3.27
AS	+10.17	**+12.41**	**+10.17**	+88.57	+40.26	**+14.38**	+14.29
ASC/2	**+10.92**	+11.76	**+10.17**	**+92.16**	**+46.51**	+13.59	**+22.60**
C	−34.18	−0.84	−35.90	+77.77	+28.68	+0.40	−2.33

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรปฏิบัติแต่เดิม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่.

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ.

เครื่องหมาย – หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดสอบ.

ตารางที่ 15. คุณสมบัติบางประการที่เปลี่ยนแปลงของดินที่นำมาศึกษาหลังการใส่ปรับปรุงดินจากสาหร่ายของแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์)

ชุดการทดลอง[1]	ปริมาณอินทรียวัตถุ[2] (ร้อยละ)	ปฏิกิริยาดิน[2] (pH)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[2] (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[2] (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก[2] (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน[2] (ร้อยละ)	จำนวนเม็ดดินที่เสถียรต่อแรงกระทำของน้ำ[2] (>0.25 มิลลิเมตร) (ร้อยละ)
AG	-	-	-	-	-	-	-
AS	+15.25	**+13.14**	**+15.25**	+20.00	+18.18	**+15.20**	+17.00
ASC/2	**+15.97**	+12.5	**+15.25**	**+45.10**	**+26.74**	+14.41	**+25.05**
C	−26.58	0.0	−28.20	−55.55	+2.33	+1.36	+0.92

หมายเหตุ : [1]AG=ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรปฏิบัติแต่เดิม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่), AS= ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ASC/2 = ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) และ C = ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

เครื่องหมาย + หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินของชุดควบคุม

เครื่องหมาย – หมายถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินของชุดควบคุม

(ก) แปลงทดสอบที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เกษตรกรนิยมใส่ (35 กิโลกรัมต่อไร่) (AG)

(ข) แปลงทดสอบที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (AS)

รูปที่ 7. แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.

(ค) แปลงทดสอบที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (1/2 ของอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่) (ASC/2)

(ง) แปลงทดสอบที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (C)

รูปที่ 7. (ต่อ) แปลงทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.

3.2.4 แปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์หอมมะลิสุรินทร์ ต. สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา

ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้จากแปลงทดสอบนาข้าวแปลงนี้ เนื่องจากเกิดน้ำท่วมจนแปลงนาได้รับความเสียหาย การท่วมของน้ำทั่วบริเวณยังทำให้เกิดการละลายและผสมปนเปกันของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี รวมทั้งเกิดการพัดพาของน้ำไปยังพื้นที่อื่น.

4. สรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในการปรับปรุงดินและการผลิตพืชโดยใช้สายพันธุ์สาหร่าย 4 สายพันธุ์ คือ *Nostoc* sp. TISTR 8290, *Nostoc muscorum* TISTR 8871, *Nostoc* sp. TISTR 8873 และ *Nostoc muscorum* TISTR 9054 มาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบแบบเม็ด ดำเนินการทดสอบในแปลงทดสอบนาข้าว 4 แปลง ได้แก่ ข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1), กข. 15 (แปลงที่ 2), ขาวดอกมะลิ 105 และหอมมะลิสุรินทร์ ที่ จ.นครราชสีมา จากผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า :

การใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (ครึ่งหนึ่งของอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ) เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ กข. 15 (แปลงที่ 1) เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงดินในเวลาเดียวกัน ทั้งยังให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม.

สำหรับแปลงทดสอบนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่าย ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าชุดการทดลองที่เกษตรกรปฏิบัติแต่เดิมและชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติก็พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 และเมื่อนำข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายและปุ๋ยเคมี และข้อมูลด้านคุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลงหลังการทดสอบมาร่วมพิจารณาด้วยพบว่า ชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 ในอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่เพียงอย่างเดียวและปรับปรุงดินในเวลาเดียวกัน.

5. ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งนี้แม้จะใช้ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายในปริมาณที่สูงเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลา และงบประมาณดำเนินการ แต่ผลตอบแทนที่ได้ก็มีแนวโน้มว่าผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายที่ใส่ลงไปจะช่วยส่งเสริมให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายนี้จำเป็นต้องใช้เวลานานถึงจะให้ผลที่ชัดเจน เพราะสาหร่ายต้องใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและผลิตสารพอลิแซ็กคาไรด์ออกมาภายนอกเซลล์ได้ในปริมาณมากจึงควรทดสอบโดยใส่ผลิตภัณฑ์นี้ในช่วงการเตรียมดินและใส่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ชัดเจนขึ้น ตลอดจนช่วยให้เกิดการใช้ประโยชน์พื้นที่เกษตรได้อย่างยั่งยืน.

นอกจากนี้ ควรทดสอบผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายหรือผลิตภัณฑ์ปรับปรุงดินจากสาหร่ายร่วมกับปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมในพืชชนิดต่างๆ แหล่งเพาะปลูกหลายๆ พื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง.

6. เอกสารอ้างอิง

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2543. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ. 2525. วิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ซับซ้อน, เกษมศรี. 2541. ปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. ลำพูน : ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรลำพูน กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา.

มหาขันธ์, อาภารัตน์. 2548. หนังสือชุด สาหร่ายน่ารู้ เทคโนโลยีสาหร่ายกับอนาคตการเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

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

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน เรื่อง การจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าว.

สุขสวัสดิ์, มุกดา. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : http://courseware.mju.ac.th/section2/sf 313/001 htm. การจัดการสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552.

ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : http://yala.doae.go.th/data/store%20banana 003 html. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552.

ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก : http://202.143.150.50/suwanna/index2.htm. การวิเคราะห์ดินและการแปลความหมายในระดับห้องปฏิบัติการและไร่นา. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552.

อัตตะนันท์, ทัศนีย์ และจันทร์เจริญสุข, จงรักษ์. 2542. คู่มือวิเคราะห์ดิน-พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อิงคะประดิษฐ์, วิวัฒน์., นามเมือง, ชยงค์., ธิอามาตย์, อุไรวรรณ. และเปลี่ยนพิจิตร, บุญหนัก. 2539. ผลของการใช้ปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของธาตุอาหารสูงและธาตุอาหารต่ำต่อผลผลิตข้าวในดินเหนียว. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา.

อิ่มเอิบ, อภิรดี. 2534. การตรวจดิน. *อนุรักษ์ดินและน้ำ.* **7**(4), หน้า 5-27.

Hazelton, P. and Brian Murphy. 2007. Interpreting Soil Test Results What Do All The Numbers Mean? 2 nd ed.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand Land Development, Bangkok : Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Mazor, G., Kidron, G.J., Vonshak, A., Abeliovich, A. 1996. The role of cyanobacterial exopolysaccharides in structuring desert microbial crusts. *Microbiology Ecology*, **21**, pp. 121-130.

Painter, T.J. 1993. Carbohydrate polymers in desert reclamation: the potential of microalgal biofertilizers. *Carbohydrate Polymers*, **20**, pp. 77-86.

Rodgers, G.A., Bergman, B., Henriksson, E. and Udris, M. 1979. Utilisation of blue-green algae as biofertilisers. *Plant and Soil,* **52**, pp. 99-107.

ภาคผนวกที่ 1

วิธีวิเคราะห์ดิน (กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ 2525, อัตตะนันท์ และจันทร์เจริญสุข 2542 และ http://202.143.150.50/suwanna/index2.htm.)

1. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black

อุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร
2. Volumetric flask 1,000 มิลลิลิตร
3. Volumetric pipette 5 และ 10 มิลลิลิตร

การเตรียมสารเคมี

1. 1.0 N Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) 1,000 มิลลิลิตร

ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (อบที่ 105°ซ. 12 ชั่วโมง) หนัก 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร

2. 0.5 N Ferrous sulfate heptahydrate ($FeSO_4 \bullet 7H_2O$) 1,000 มิลลิลิตร

ละลาย $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ หนัก 140 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร เติม H_2SO_4 เข้มข้น ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดสีชาและปิดจุกให้แน่นเสมอ (สารละลายนี้เมื่อทิ้งไว้จะค่อยเสื่อมสภาพเนื่องจากเกิด oxidation ดังนั้นควรทำ standardize กับ $K_2Cr_2O_7$ ในการทำ blank ทุกครั้งที่ใช้)

3. Redox indicator 0.025 M O-phenathroline ferrous sulfate 100 มิลลิลิตร

ละลาย O-phenathroline หนัก 1.48 กรัม และ $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ หนัก 0.70 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดินซึ่งบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร หนักประมาณ 0.5-2.0 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักดินที่ใช้ (ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุมากจะใช้ตัวอย่างดินน้อย เช่น ถ้าเป็นดินเหนียวจะใช้ประมาณ 1.0 กรัม)

2. เติม $K_2Cr_2O_7$ เข้มข้น 1.0 N ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask ที่บรรจุดินด้วย Volumetric pipette แล้วแกว่ง flask เบาๆ เพื่อให้ดินและสารละลายผสมกัน

3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามลงไปโดยเร็ว แกว่ง flask ประมาณ 1-2 นาที ให้น้ำยาและดินผสมกันดีและไม่มีเม็ดดินเกาะอยู่ข้าง flask ตั้งทิ้งไว้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที

4. เติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร และหยด redox indicator 0.025 M O-phenathroline ferrous sulfate ลงไป 3 หยด

5. Titrate soil suspension ด้วย $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ ความเข้มข้น 0.5 N จนสีของ suspend-sion เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง บันทึกปริมาตรของ $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ ที่ใช้ในการ titrate ถ้า titrate ด้วย $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ มากเกินไปให้เติม $K_2Cr_2O_7$ ลงไป 1 มิลลิลิตร แล้ว titrate ด้วย $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ อีกครั้งจนถึง end point บันทึกปริมาตร $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ และ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ทั้งหมด

6. ทำ blank ซึ่งไม่มีตัวอย่างดินควบคู่กันไปและบันทึกปริมาตรของ $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ และ $K_2Cr_2O_7$ ไว้เพื่อคำนวณหา normality ที่แท้จริงของ $FeSO_4 \bullet 7H_2O$

7. ในกรณีที่ต้องใช้ $FeSO_4 \bullet 7H_2O$ ในการ titrate น้อยกว่า 2 มิลลิลิตร ควรทำการวิเคราะห์ใหม่โดยลดปริมาณตัวอย่างให้น้อยลง

สูตรในการคำนวณ

$$\% \text{ Organic Carbon} = \frac{(\text{me } K_2Cr_2O_7 - \text{me } FeSO_4 \bullet 7H_2O) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{Weight of sample in grams}}$$

$$\% \text{ อินทรียวัตถุ} = \% \text{ Organic Carbon} \times 1.72$$

2. ค่าปฏิกิริยาดิน (pH ของดิน)

อุปกรณ์

1. บีเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. แท่งแก้ว
3. pH meter

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งดินที่ผึ่งแห้งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ปริมาณ 10 กรัม ลงในบีเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนเป็นครั้งคราวทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อทำปฏิกิริยากัน
3. ทำ standardize pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 และ 4.0 ก่อนการวัด pH ของดิน
4. วัด pH ของดินด้วยเครื่อง pH meter

3. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

อุปกรณ์

1. Analytical balance
2. Digestion apparatus
3. Digestion flask
4. Nitrogen distillation apparatus
5. Volumetric flask ขนาด 100, 1,000 มิลลิลิตร
6. Erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
7. Cylinder
8. Volumetric pipette
9. Buret 10 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Sulfuric acid (H_2SO_4) 95-97%
2. Catalyst mixture : ผสม K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se powder อัตราส่วน 100:100:1 โดยน้ำหนัก

3. Sodium hydroxide (NaOH) 40% : ละลาย NaOH 400 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เก็บในภาชนะที่กันไม่ให้ CO_2 เข้าไปได้

4. Mixed indicator : ละลาย bromcresol green 0.033 กรัม และ methyl red 0.0165 กรัม ใน ethanol 50 มิลลิลิตร

5. Boric acid- indicator solution 2% ละลาย boric acid (H_3BO_3) ในน้ำร้อนประมาณ 700 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นเทใส่ volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร บรรจุ ethanol 200 มิลลิลิตร แล้วเท mixed indicator 20 มิลลิลิตร ลงไป เขย่าของผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ 0.05 N NaOH ค่อยๆ หยดลงไปในสารละลาย เพื่อปรับสารละลายให้มี pH ประมาณ 5 ซึ่งทดสอบได้โดยนำสารละลายที่ปรับ pH แล้วนี้มา 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (อาจต้องดำเนินการทดสอบหลายๆ ครั้ง) เมื่อสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (pale green) แสดงว่าสารละลายมี pH ประมาณ 5 แล้วให้เติมน้ำกลั่นจนสารละลายใน volumetric flask มีปริมาตรครบ 1 ลิตร

6. Standard sulfuric acid (H_2SO_4) 0.02-0.05 N

วิธีการวิเคราะห์

1. การย่อยดิน : ชั่งตัวอย่างดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร หนัก 1.0-2.0 กรัม ใส่ใน kjeldahl flask ขนาด 100 มิลลิลิตร การเทตัวอย่างดินลงใน flask ระวังอย่าให้ดินหกหรือติดอยู่ที่คอขวด เติม catalyst (ประมาณ 1 กรัม) แล้วเติม Conc. H_2SO_4 จำนวน 5-10 มิลลิลิตร ลงไป เขย่า flask เบาๆ เพื่อให้ดินและกรดผสมเข้าด้วยกัน นำไปวางบนเตา digest ต้มด้วยไฟอ่อนๆ ในระยะแรกแล้วเพิ่มไฟให้แรงขึ้น ขณะ digest ควรหมุน flask ไปรอบๆ เป็นครั้งคราว เพื่อช่วยให้มีการคลุกเคล้ากันดีขึ้น เมื่อสีของเหลวใน flask เริ่มใสเคี่ยวต่อไปอีกประมาณ 20-30 นาที จึงยก flask ออกจากเตา digest ปล่อย flask ทิ้งไว้ให้เย็นค่อยๆ รินน้ำกลั่น 10-20 มิลลิลิตร ลงไปรอบๆ คอ flask ของเหลวจะร้อนขึ้น ปล่อยของเหลวให้เย็นถ่ายใส่ v0lumetric flask 100 มิลลิลิตร เมื่อของเหลวเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้จนดินตกตะกอน นำของเหลวใสข้างบนไปกลั่น ในการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำ blank ซึ่งไม่มีตัวอย่างดินร่วมด้วย

2. การกลั่น : รินน้ำยา H_3BO_3 ประมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ erlermeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปวางที่ใต้ก้าน condenser ของเครื่องกลั่นแล้วใช้ volumetric pipette ดูดสารละลายที่ digest ได้จำนวน 10-20 มิลลิลิตร ใส่ distillation flask เติมน้ำยา NaOH 40% จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงไปกลั่น จนได้ของเหลวซึ่งมีสีเขียวประมาณ 35 มิลลิลิตร

3. การไตเตรท : ไตเตรทของเหลวที่กลั่นได้ด้วย standard H_2SO_4 สีของของเหลวจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง ที่จุดเริ่มสีม่วงแดงนี้จะเป็น end point บันทึกปริมาณของกรดที่ใช้ไตเตรท blank ตัวอย่างดิน

4. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจน จากสูตร

$$\% \text{ Total N} = \frac{\text{A} \times \text{ความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดที่ใช้ในการไตเทรต (N)} \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่างดิน}}$$

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus)

การเตรียมสารเคมี

1. 0.5 N HCl

ละลาย conc.HCl (37%) 40.4 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

2. 1 N NH_4F

ละลาย NH_4F 3.7 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3. น้ำยาสกัด Bray no.2

ผสม 0.5 N HCl 100 มิลลิลิตร และ 1 N NH_4F 15 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร

4. Merphy's reagent

ละลาย ammonium molybdate 12 กรัม และ potallium antimony tartate 0.075 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติม conc. H_2SO_4 140 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา และสารละลายนี้ให้เตรียมใหม่ทุกๆ 2 เดือน

5. 2% H_3BO_3 2 กรัม

ละลาย H_3BO_3 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

6. 2.5% Ascorbic acid

ละลาย L+ Ascorbic acid 2.5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้ให้เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

7. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส (P) 10 พีพีเอ็ม

ละลาย KH_2PO_4 (AR grade, อบที่ 105 องศาเซลเซียส) 0.4393 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม จากนั้น เจือจางให้มีความเข้มข้น 10 พีพีเอ็ม โดยปิเปต 10 มิลลิลิตรของสารละลายนี้ ใส่ในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จำนวน 5.00 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำยาสกัด Bray No.2 50 มิลลิลิตร ปิดปาก flask โดยใช้จุกยาง

3. เขย่าเป็นเวลา 1 นาที

4. กรองทันทีผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 เก็บสารละลายที่กรองไว้หาฟอสฟอรัส

5. ดูดตัวอย่างที่กรองมา 5 มิลลิลิตรใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติม 2% H_3BO_3 5 มิลลิลิตร Murphy reagent 2 มิลลิลิตร และ 2.5% Ascorbic acid 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร (สีของสารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน)

6. เตรียมชุดของสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้น 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 พีพีเอ็ม โดยการปิเปตต์ 10 พีพีเอ็ม เท่ากับ 0, 1, 2, 3, 4, 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติม 2% H_3BO_3 5 มิลลิลิตร Murphy reagent 2 มิลลิลิตร และ 2.5% Ascorbic acid 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร

7. ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที เพื่อให้เกิดสีอย่างสมบูรณ์ (สีน้ำเงินจะคงที่อยู่ได้ 24 ชั่วโมง)

8. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 870 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectro-photometer (อ้างถึง WI-FTC-30)

9. การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available P)

$$\text{Avai.P (mg/kg)} = \frac{A \times B \times C}{D \times E}$$

A = ปริมาตรน้ำยา Bray No.2 ที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรขวดที่ใช้เจือจาง (มิลลิลิตร)

C = ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากกราฟ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

D = น้ำหนักดินที่ใช้สกัด (กรัม)

E = ปริมาตรสิ่งสกัดที่นำมาเจือจาง

5. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

อุปกรณ์

1. Bucher funnels
2. Erlenmeyer flask
3. กระบอกน้ำพลาสติกมีท่อ
4. Beaker
5. Volumetric flask
6. Volumetric pipet
7. ขวดพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างสารละลาย
8. กระบอกตวง
9. เครื่องชั่ง
10. Kjeldahl distillation apparatus (เครื่องกลั่นไนโตรเจน)
11. เครื่อง suction
12. Hot plate
13. auto pipet

การเตรียมสารเคมี

1. Ammonium acetate (NH_4OAc)

เตรียมสารละลาย NH_4OAc 680 มิลลิลิตร ทำให้เจือจางด้วยน้ำ 5 ลิตร เติม acetic acid 565 มิลลิลิตร ลงไปแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรครบ 10 ลิตร คนน้ำยาให้เข้ากัน ปรับ pH ของน้ำยาให้เป็นกลาง (pH 7.0) โดยใช้สารละลายที่เจือจางของ ammonium hydroxide หรือ acetic acid

2. Isopropyl alcohol, 99%

3. Ammonium chloride (NH_4Cl), 1 N

เตรียมสารละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ NH_4OAc

4. Ammonium chloride (NH_4Cl), 0.25 N

เตรียมสารละลาย NH_4Cl จำนวน 13.375 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ NH_4OAc ที่เจือจาง

5. Ammonium oxalate, 10%

ละลาย $(NH_4)_2C_2O_4 \bullet H_2O$ จำนวน 10 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

6. Diluted ammonium hydroxide (NH_4OH)

ใช้ NH_4OH เข้มข้นผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

7. Silver nitrate ($AgNO_3$), 0.10 N

ละลาย $AgNO_3$ จำนวน 1.698 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask

8. 10% Sodium chloride acidified

ละลาย NaCl จำนวน 100 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร หยด conc. HCl 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่วถึง

9. Sodium hydroxide (NaOH) 1 N

ชั่ง NaOH 40 กรัม ละลายน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

10. Boric acid-indicator solution

11. Standard sulfuric acid (H_2SO_4), 0.1 N

ปิเปต conc. H_2SO_4 2.8 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 950 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอน

วิธีการวิเคราะห์

1. การไล่ที่ exchangeable cation ด้วย NH_4OAc

1.1 ชั่งดินที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร หนัก 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม 1 N NH_4OAc pH 7 จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าดินและน้ำยาให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ค้างคืน

1.2 กรองดินด้วย suction โดยใช้ Buchner funnel (ระวังอย่าให้ดินแห้ง) ล้างดินด้วย 1 N NH_4OAc ระวังอย่าให้ปริมาตรสารละลายที่กรองได้เกิน 100 มิลลิลิตร หากเกิดให้ปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วน้ำไปวัดปริมาณ K, Ca, Mg, Na (ต้องล้างดินจนไม่มี Ca ออกมาในสารละลาย ทดสอบโดยนำสารละลายที่กรองได้ครั้งสุดท้าย ซึ่งรองรับจากปากกรวย 10 มิลลิลิตร หยด 1 N NH_4OAc, 10% NH_4^+ oxalate, dilute NH_4OH 2-3 หยด นำไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด ถ้ามี Ca จะเห็นตะกอนขุ่นเกิดขึ้น)

2. การล้าง NH_4 ที่ค้างอยู่ตามช่องว่างของดิน

เปลี่ยน Suction flask ใหม่ ล้างดินที่อยู่ด้วย 1 N NH_4Cl pH 7 จำนวน 4 ครั้ง หลังจากนั้นล้างดินด้วย isoqvopyl alcohol 99% เพื่อไล่ NH_4 ที่อาจติดข้างกรวยและจุก (นำสารละลายจากการล้างครั้งสุดท้าย ทดสอบด้วย 0.1 N $AgNO_3$ จนไม่มีตะกอนขาว)

3. การแทนที่ adsorbed NH_4^+ ด้วย Na

เปลี่ยน suction flask ใหม่ ล้างดินที่เหลือด้วย acidified NaCl สารละลายที่กรองได้มีปริมาตรปริมาณ 200 มิลลิลิตร ปรับให้เป็น 250 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หา NH_4 ด้วยการกลั่น

4. การกลั่น NH_3

กลั่นหาปริมาณ NH_3 โดยเก็บ NH_3 ไว้ในกรดบอริก (H_3BO_3) ที่อิ่มตัวจำนวน 5 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุอยู่ใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร กลั่นประมาณ 7 นาที ไตเตรทหาปริมาณ NH_3 ในกรดบอริกโดยใช้ 0.1 N H_2SO_4

สูตรคำนวณหา CEC

$$\text{CEC } (cmolkg^{-1}) = \frac{\text{มิลลิลิตร } H_2SO_4 \text{ ที่ใช้ x N ของ } H_2SO_4}{\text{น้ำหนักของดินตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}} \times 100$$

6. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity)

อุปกรณ์

1. Keen box ที่ทราบน้ำหนัก (A) และปริมาตรแล้ว
2. Spatula
3. เครื่องสำหรับอัดดิน
4. ถาดสำหรับใส่น้ำ

วิธีการวิเคราะห์

1. นำ Keen box ซึ่งทราบปริมาตรและน้ำหนักแล้ว (A) ไปรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1
2. วาง Keen box บนเครื่องอัดดิน ใส่ดินลงใน Keen box หมุนเครื่องอัดดินช้าๆ 10 ครั้ง เพื่อให้ดินเรียงตัวกันอย่างอัดแน่น
3. ใช้ Spatula ปาดดินให้เสมอกับผิวหน้าของ Keen box
4. นำ Keen box ซึ่งมีดินนี้แช่ลงในถาดที่มีน้ำกลั่นอยู่ทิ้งไว้ค้างคืน
5. นำ Keen box ไปวางบนผ้าเช็ดตัวชื้นๆ ประมาณ 30 นาที
6. นำ Keen box จากข้อ 5. ไปชั่งทันที จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนักดินก่อนอบ + น้ำหนัก Keen box (B)
7. จากข้อ 6. นำ Keen box ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 16-24 ชั่วโมง

8. นำ Keen box จากข้อ 7. ไปทำให้เย็นใน Desiccator ชั่งจดน้ำหนักไว้เป็นน้ำหนักดินหลังอบ + น้ำหนัก Keen box (C)

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ water holding capacity} = \frac{B - C}{C - A}$$

7. ความเสถียรของเม็ดดินต่อแรงกระทำของน้ำ (Aggregate stability)

อุปกรณ์

1. ตะแกรงร่อนดิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
2. เครื่อง Aggregate analyzer
3. ตะแกรงรอนดิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร
4. ตู้อบ

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-5 มิลลิเมตร (air-dried soil) หนัก 30 กรัม

2. นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ของเครื่อง Aggregate analyzer ปรับระดับน้ำให้ถึงตำแหน่งของเม็ดดินที่อยู่ในตะแกรง หมุนด้วยความเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

3. นำเม็ดดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตรไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

4. ทำเม็ดดินดังกล่าวนี้ให้เปียกด้วยน้ำกลั่น และทำให้แตกออกโดยใช้นิ้วบี้ นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อีกครั้ง ต่อจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

สูตรในการคำนวณ

$$\text{Aggregate stability (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเม็ดดินที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)-น้ำหนักแร่ที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)}}$$

ภาคผนวกที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 1. ระดับของค่าวิเคราะห์ดินที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับของธาตุอาหาร	ปริมาณอินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน)	ความอิ่มตัวด้วยด่างของดิน (ร้อยละ)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำ	<1.5 (1)	<10 (1)	<35 (1)	<10 (1)	<60 (1)
ปานกลาง	1.5-3.5 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
สูง	>3.5 (3)	>20 (3)	>75 (3)	>25 (3)	>90 (3)

ที่มา : กองสำรวจและจำแนกดิน 2543

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บคือคะแนนของแต่ละระดับค่าวิเคราะห์

ระดับของธาตุอาหารต่ำให้ 1 คะแนน

ระดับของธาตุอาหารปานกลางให้ 2 คะแนน

ระดับของธาตุอาหารสูงให้ 3 คะแนน

นำผลคะแนนของแต่ละค่าวิเคราะห์มารวมกันเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนี้ :

ก. คะแนนรวมของระดับค่าวิเคราะห์ ได้ 5-7 คะแนน ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ข. คะแนนรวมของระดับค่าวิเคราะห์ ได้ 8-12 คะแนน ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ค. คะแนนรวมของระดับค่าวิเคราะห์ ได้ 13-15 คะแนน ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง