



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

สาขา

พืชไร่นา

ภาควิชา

เรื่อง

ผลของสาร Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของพืชเศรษฐกิจบางชนิด

Effects of Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) on Growth and Yield
of Some Economic Crops

نامผู้วิจัย

นายอริยะ สายสุข

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิวา พาโลกทม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสาร Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของพืชเศรษฐกิจบางชนิด

Effects of Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) on Growth and Yield
of Some Economic Crops

โดย

นายอริยะ สายสุข

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อริยะ สายสุข 2557: ผลของสาร hydrophilic polymer (Oasis Gel T-400) ที่มีต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจบางชนิด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่-นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิวา
พาโคกทม, Ph.D. 71 หน้า

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของสาร Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) ที่มีต่อ
คุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว และ
หาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อพืชเศรษฐกิจดังกล่าว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์
2557 ออกแบบการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองคือ
อัตราการใช้ Oasis Gel T-400 จำนวน 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า การใส่ Oasis
Gel T-400 ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยให้ดินมีการอุ้มน้ำมากที่สุด และการอุ้มน้ำจะลดลงเมื่อการใส่
Oasis Gel T-400 น้อยลงในอัตรา 4, 2 และ ไม่ใส่ ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารใน
ดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ธาตุไนโตรเจน มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ธาตุฟอสฟอรัสมี
ค่าลดลงเล็กน้อย และค่าโพแทสเซียมมีค่าค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้การใส่ Oasis Gel T-400 ในอัตรา 6
กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อความสูง จำนวนใบต่อกอ และจำนวนหน่อต่อกอข้าว ส่วนการใส่ในอัตรา 4
กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อน้ำหนักสตรากของข้าว สำหรับข้าวโพด การไม่ใส่ Oasis Gel T-400 มีจำนวน
ใบสดต่อต้น และค่าความเขียวของใบสูงสุด การใส่ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้มีจำนวนใบแห้ง
ต่อต้น น้ำหนักรากสด และน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุด ส่วนการใส่ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักลำ
ต้นสดสูงสุด การทดสอบในถั่วเขียว การใส่ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้ความสูง จำนวนใบ
น้ำหนักสดใบ และน้ำหนักแห้งลำต้นมีค่าสูงสุด ส่วนการใส่ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้มี
น้ำหนักสตรากสูงสุด ทั้งนี้การใส่ Oasis Gel T-400 ไม่ว่าจะเป็นอัตรา 2, 4 หรือ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มี
ผลต่อผลผลิต ทั้งในข้าว ข้าวโพด หรือ ถั่วเขียว จากการทดลองสรุปได้ว่า การใส่สาร Oasis Gel T-400
ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในดิน และไม่มีผลต่อผลผลิตของพืชทดสอบ แต่การใส่
Oasis Gel T-400 ในบางอัตรามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Ariya Saisook 2014: Effects of Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) on Growth and Yield of Some Economic Crops. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Assistant Professor Tiwa Pakoktom, Ph. D. 71 pages.

The propose of this research were to study on effects of Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) on soil properties, growth and yield of economic crops including of rice, corn and mung bean and to find out the suitable using rate of this polymer. The experiment was done during November 2013-February 2014 by Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications. Treatment was using rate which are 0, 2, 4 and 6 kg/rai. From the results, highest soil water holding capacity was found when uses Oasis Gel T-400 rate 6 kg/rai. Soil water holding capacity was decreased which decreasing use rate respectively. The volume of plant nutrients – N, P and K – in the soil were not exchanged before planting and after harvesting. Nitrogen was a little bit increased, phosphorus was a little bit decreased and potassium was stable. Moreover, using Oasis Gel T-400 in rate 6 kg/rai have affected to plant height, number of leaf per stool and number of shoot per stool of rice. Using Oasis Gel T-400 in rate 4 kg/rai have affected to root fresh weight of rice. For corn, number of fresh leaf per plant and leaf greenness were highest in no apply Oasis Gel T-400 treatment. While, applied Oasis Gel T-400 in rate 4 kg/rai have showed the maximum of fresh stalk weight. For mung bean, plant height, number of leaf, fresh leaf weight and dry stem weight showed maximum when applied Oasis Gel T-400 in rate 4 kg/rai. Applying Oasis Gel T-400 in rate 6 kg/rai gave a maximum fresh root weight of mung bean. But all applying use rate of Oasis Gel T-400 have no affected to all economic crops. From the results can concluded that Oasis Gel T-400 have no affected to plant nutrients both before planting and after harvesting and have no affected to the yield of economic crops but the effects to plant growth were found in some use rate.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพา พาโคกหม อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนและให้ความเมตตาแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ตลอดจนให้
คำแนะนำต่างๆ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์จนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. บุญลือ คะเชนทร์ชาติ ผู้ทรงคุณวุฒิ และอาจารย์ ดร. วีระ
พันธุ์ สรีดอกจันทร์ กรรมการผู้แทนบัณฑิต ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้
วิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณคุณนงภัทร ไชยชนะ ผู้ซึ่งคอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการทดลอง
ครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ และบุพการี ผู้ให้การอบรมสั่งสอน และให้โอกาส
ในการศึกษาแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ชาวพีชไร่นาทุกคน ที่ได้คอย
ช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

อริยะ สายสุข
กรกฎาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	32
สรุป	59
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	68
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	71

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตและ และกระบวนการต่างๆ	12
2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวจากดินที่ ปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด	33
3	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว ของพืชทั้ง 3 ชนิด	34
4	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสารโอเอซิส อัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน	38
5	จำนวนใบต่อกอเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสารโอเอซิสอัตรา ต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน	39
6	จำนวนหน่อต่อกอเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสาร โอเอซิสอัตรา ต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน	40
7	ค่าความเขียวของใบเฉลี่ย (SPAD Unit) ของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับ สารโอเอซิสอัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน	41
8	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบข้าวที่ได้รับสาร Oasis Gel T-400 ในอัตราต่างๆ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	42
9	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/กอ) ราก ลำต้น ใบ เมล็ด 100 เมล็ด และ เมล็ด รวมเฉลี่ย	43
10	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/กอ) ของ ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด	44
11	ความสูงต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน ใน แต่ละสิ่งทดลอง	45
12	จำนวนใบต่อต้นข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน	46
13	จำนวนใบแห้งต่อต้นข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน	47
14	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดพันธุ์ CP801 ที่อายุต่างกัน	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ค่าความเขี้ยวของใบข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน	49
16	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	50
17	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด	51
18	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด	52
19	ความสูง (เซนติเมตร) ถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1	53
20	จำนวนใบถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1	54
21	ค่าความเขี้ยวใบถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1	55
22	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ (ตร.ซม.) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	56
23	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด	57
24	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด	58

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1	ความชื้นในดินตลอดการปลูกข้าวโพดที่วัดด้วยเครื่อง Decagon Devices Em50 รุ่น EC H ₂ O	36
---	---	----

ภาพผนวกที่

1	เครื่องวัดความเขียวใบ SPAD meter รุ่น 502 (Minolta)	70
2	แผนผังการทำงานของ Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502	71

**ผลของสาร Hydrophilic Polymer(Oasis Gel T-400) ที่มีต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของพืชเศรษฐกิจบางชนิด**

**Effects of Hydrophilic Polymer (Oasis Gel T-400) on Growth and Yield
of Some Economic Crops**

คำนำ

ปัญหาการผลิตพืชในปัจจุบันมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาในหลายๆ ด้านที่เกิดกับการผลิตพืชพร้อมๆ กัน ปัจจุบันปัญหาหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการผลิตพืช ธนกร และคณะ (2553) กล่าวว่า การเกิดสภาวะโลกร้อนส่งกระทบอย่างมากให้แก่พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในพืชเศรษฐกิจนับว่าน่าจะให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากพืชเศรษฐกิจเป็นพืชที่มีผลต่อความเป็นอยู่และความมั่นคงของมนุษย์ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เกิดการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชเป็นจำนวนมาก เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้ทนต่อความร้อน ความแล้ง หรือการหาปริมาณน้ำที่พืชต้องการเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น Pakoktom (2009) พบว่า ถ้าหากอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ความต้องการน้ำในนาข้าวจะเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 12 เมื่อความต้องการน้ำของพืชเพิ่มขึ้นจึงจำเป็นที่จะหาแนวทางในการประหยัดน้ำในการผลิตพืชเช่นกัน ซึ่งแนวทางหนึ่งน่าจะเป็นการใช้สารปรับปรุงดินเพื่อให้ดินสามารถอุ้มน้ำได้มากและนานที่สุด โดยไม่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช ปิยะ (2553) ได้กล่าวถึงดินและการปรับปรุงดินว่า ดินทั่วไปที่ใช้ในการทำการเกษตร เป็นดินที่มีสมบัติไม่เหมาะสมหลายๆ ด้านแทบทั้งสิ้น และส่วนใหญ่มักจะมีปัญหาที่ต้องแก้ไขอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทรายที่ต่ำเกินไป การแก้ไขโดยการปรับปรุงคุณสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ อาจทำได้หลายวิธีต่างๆ เช่น การใช้สารปรับปรุงดินอย่างเหมาะสมต่อสมบัติของดินที่มีปัญหา ดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำก็สามารถปรับปรุงโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือสารอินทรีย์สังเคราะห์บางชนิด เพื่อช่วยให้สมบัติของดินเหมาะสมยิ่งขึ้น สารปรับปรุงบำรุงดินมีหลายชนิด ทั้งชนิดที่สามารถผลิตได้เอง หรือมีวางจำหน่ายในท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นสารปรับปรุงดินชนิดใดก็ควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะ

นำมาใช้ ผลที่เกิดขึ้นต่อพืช ทั้งในแง่การเจริญเติบโต ผลผลิต และรวมถึงการหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อพืชปลูกด้วย

จากที่กล่าวมาในข้างต้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อหาแนวทางการลดความเสียหายที่มีต่อพืชเศรษฐกิจ โดยการใช้สารปรับปรุงดินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และเพื่อที่จะทำเป็นข้อมูลสนับสนุนให้เกษตรกรนำไปใช้ในการตัดสินใจที่จะใช้สารปรับปรุงดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจต่อไป



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโพลิเมอร์ Oasis Gel T-400 ที่มีต่อคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจบางชนิด
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโพลิเมอร์ Oasis Gel T-400 ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของพืชเศรษฐกิจบางชนิด
3. เพื่อหาอัตราการใช้สารโพลิเมอร์ Oasis Gel T-400 ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจบางชนิด

การตรวจเอกสาร

ปัญหาต่างๆ ที่เกิดกับการผลิตพืชเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันนับว่าเป็นโจทย์ที่น่าสนใจและท้าทายมากยิ่งขึ้น ทั้งปัญหาที่ส่งผลกระทบโดยตรง เช่น การเสื่อมของพันธุ์ หรือปัญหาที่ส่งผลกระทบทางอ้อม เช่น ปัญหาน้ำท่วมหรือความแห้งแล้ง เป็นต้น กอรปกับปัญหาอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยิ่งทำให้การแก้ปัญหามีความยุ่งยากมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ยังคงพยายามหาแนวทางในการลดความเสียหายหรือแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป หรือการหาแนวทางทางอ้อมที่จะช่วยในการผลิต เช่น การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการ เป็นต้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกผลผลิตจากพืชเศรษฐกิจในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงให้ความสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการลดความเสียหายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจของไทย

พืชเศรษฐกิจ

พืชเศรษฐกิจ คือ พืชที่ปลูกได้ผลผลิตดี เป็นที่ต้องการของตลาด มีเกษตรกรจำนวนมากปลูกเพื่อเป็นอาชีพ ผลผลิตของพืชนั้นๆ มีปริมาณพอเลี้ยงประชากรและโรงงานในประเทศในราคาพอสมควรไม่เป็นการเดือดร้อน และมีส่งออกไปขายในตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมากเป็นประจำ ได้เงินตราต่างประเทศเข้ามาบำรุงประเทศปีละจำนวนมาก (นิพนธ์ และคณะ, 2554) นอกจากนี้ ถ้าหากจำแนกตามการใช้ประโยชน์จากองค์ประกอบและส่วนต่างๆ ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของพืชนั้นๆ รังสฤษฎ์ และคณะ (2541) กล่าวว่าสามารถแบ่งพืชเศรษฐกิจออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้

1. ธัญพืช (cereal crops)
2. พืชหัวที่ใช้ประโยชน์จากรากและลำต้น (root and tuber crops)
3. พืชโปรตีนและพืชน้ำมัน (protein and oil crops)
4. พืชน้ำตาล (sugar crops)
5. พืชเส้นใย (fiber crops)
6. พืชอาหารสัตว์ (forage crops)

การทดลองครั้งนี้ได้เลือกพืชเศรษฐกิจในกลุ่มธัญพืชที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว ทั้งนี้เนื่องจากพืชเหล่านี้มีความสำคัญต่อเกษตรกรไทยและประเทศไทย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้าว

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างธัญพืชด้วยกัน ประชากรในหลายๆ ประเทศถือว่าข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง และเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย ประกอบกับมีความสำคัญจำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทยมาก (ไสว และคณะ, 2524) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประเมินผลผลิตข้าวเบื้องต้น ในปีการผลิตในปี 2552 ถึงปี 2553 ณ เดือน กรกฎาคม 2553 ว่ามีปริมาณผลผลิตรวม 31.5 ล้านตันข้าวเปลือก (หรือ 20.8 ล้านตันข้าวสาร) จำแนกเป็นข้าวนาปี 23.2 ล้านตันข้าวเปลือก (หรือ 15.3 ล้านตันข้าวสาร) และข้าวนาปรัง 8.3 ล้านตัน ข้าวเปลือก (หรือ 5.4 ล้านตันข้าวสาร) ปริมาณผลผลิตรวมข้าวเปลือกลดลงร้อยละ 0.4 (โดยแยกเป็นผลผลิตข้าวเปลือกนาปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.08 แต่ผลผลิตข้าวเปลือกนาปรังลดลงร้อยละ 1.9) (กรมการข้าว, 2553) แต่การผลิตข้าวในประเทศไทยมีปัญหาในการผลิตข้าวคือผลผลิตในพื้นที่ต่ำ จากการประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่า ผลผลิตข้าวนาปี ปี 2555/56 เนื้อที่เพาะปลูก 61.72 ล้านไร่ ผลผลิต 26.19 ล้านตันข้าวเปลือก ผลผลิตต่อไร่ 424 กิโลกรัม ทั้งนี้ที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจากปี 2554/55 ร้อยละ 1.05 12.55 และ 11.29 ตามลำดับ ข้าวนาปรัง ปี 2556 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรประมาณการ ณ เดือน มิถุนายน 2555 มีเนื้อที่เพาะปลูก 17.12 ล้านไร่ ผลผลิต 11.67 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ 682 กิโลกรัม ทั้งนี้ที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจากปี 2555 ร้อยละ 0.11 3.05 และ 3.02 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยสาเหตุของปัญหาส่วนหนึ่งมาจากปริมาณของน้ำสำหรับใช้ในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกไม่เพียงพอและทั่วถึง (ไสว และคณะ, 2524) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในเขื่อนหลักๆ โดยเฉพาะเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ลดลงมาก ทั้งนี้เพราะความแห้งแล้งจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ทำให้การส่งน้ำเพื่อการทำนาปรัง (ข้าวรอบที่ 2) ในเขตชลประทาน ปี 2553 ลดลง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ขอให้ชวนางคการทำนาปรังรอบที่ 2 (กรมการข้าว, 2553)

ข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ มีความสำคัญรองจากข้าวสาลีและข้าว การผลิตโดยทั่วไปอยู่ในเขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อนชื้น และพื้นที่ราบเขตร้อน สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมค่อนข้างกว้าง ปลูกได้ตั้งแต่เส้นรุ้ง 55 องศาเหนือ ถึง 40 องศาใต้ เมล็ดข้าวโพดสามารถใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิดภายในเมล็ดมีแป้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี ปอร์ตุเกส แอฟริกาใต้ อินเดีย และอินโดนีเซีย นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่นๆ แล้ว ต้นข้าวโพดยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ด้วย ประเทศไทยเคยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดสูงสุด 12.38 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 421 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อมาการผลิตข้าวโพดของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากสภาพความแห้งแล้งของอากาศ (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2542)

ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย มีมูลค่าการผลิตปีละ 2,000 – 3,000 ล้านบาท กสิกรนิยมปลูกกันเป็นพืชหลักหมุนเวียน นอกจากใช้เมล็ดเป็นอาหารแล้วถั่วเขียวยังปลูกเป็นพืชบำรุงดินและพืชอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ข้อดีของถั่วเขียว คือสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี เป็นพืชทนแล้ง ปลูกโดยใช้ใช้น้ำน้อย ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำ (สมยศ และวิไลวรรณ, 2538) ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วอายุสั้นมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 65-90 วัน (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2527) ปริมาณความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วเขียวในประเทศ และส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2544 ปริมาณความต้องการถั่วเขียวผิวมันและผิวดำรวม 230,000 ตัน ในปี 2550 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พยากรณ์การผลิตของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีพื้นที่ปลูกถั่วเขียวรายจังหวัดระหว่าง 748-10,484 ไร่ ได้ผลผลิต 105-1,078 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 90-248 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดที่มีการผลิตเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ชัยภูมิ ขอนแก่น หนองบัวลำภู อุดรธานี หนองคาย และเลย รวมพื้นที่ปลูกในเขตนี้ 19,343 ไร่ เป็นการปลูกในฤดูฝน 4,872 ไร่ (25%) และฤดูแล้ง 14,471 ไร่ (75%) ผลผลิตที่ผลิตได้รวม 1,968 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 105 กิโลกรัมต่อไร่ (ฤดูฝน 112 กิโลกรัมต่อไร่ ฤดูแล้ง 101 กิโลกรัมต่อไร่) (สมจินตนา และอิสระ, 2554) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงาน ว่า ในปี 2553 และ 2554 ประเทศไทยส่งออกถั่วเขียวผิวมัน 19,320 และ 25,567 ตัน มูลค่า 858 และ 843 ล้านบาท ตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งออกถั่วเขียวผิวดำ 3,453 และ 7,046 ตัน มูลค่า 49 และ 241 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ, 2555)

การเจริญเติบโตและปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจมีหลายอย่าง ทรงศักดิ์ (2550) ได้จำแนกปัจจัยต่างๆ ไว้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นของแข็ง (lithosphere) หมายถึง ดิน (soil) ประกอบด้วย เนื้อดิน โครงสร้างดิน อินทรีย์-วัตถุ ค่า EC, pH และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เป็นต้น
2. ส่วนที่เป็นของเหลว (hydrosphere) หมายถึง น้ำ (water) ประกอบด้วย BOD, OD, pH และ EC เป็นต้น
3. ส่วนที่เป็นสิ่งมีชีวิต (biolosphere) ได้แก่ วัชพืช โรค แมลงไส้เดือนฝอย และจุลินทรีย์ในดิน เป็นต้น
4. ส่วนที่เป็นสภาวะภูมิอากาศ (atmosphere) ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้น ความยาวช่วงวัน ลม ฝน และแก๊สต่างๆ เช่น CO_2 , O_2 , N_2 , SO_2 , SO_3 , SO_4 และ NO_x เป็นต้น

มุกดา (2544) ได้อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชไว้ดังนี้

แสงสว่างหรือแสงแดด

แสงสว่างหรือแสงแดดเป็นแหล่งพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกระบวนการ การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และอัตราการหายใจ เนื่องจากแสงแดดเป็นพลังงานในรูปแม่เหล็กไฟฟ้า ให้โปรตอนที่มีพลังงานแก่พืชและดิน เกิดความร้อนขึ้น ในการเจริญเติบโตของพืชมีกระบวนการที่แสงมีอิทธิพลต่อลักษณะทางสัณฐานของพืช (Photomorphogenesis)

อุณหภูมิ

เนื่องจากความแตกต่างของระดับความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะเวลา จะเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การเกิดกิจกรรมต่างๆ และมีบทบาทสำคัญต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมี และปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ ของพืช

อากาศ

อากาศประกอบด้วย ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช พืชจะได้รับแก๊สต่างๆ เหล่านี้จากบรรยากาศ และจากอากาศในดิน

ดิน

ดินเป็นเทหวัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของหิน แร่ อินทรีย์วัตถุ ผสมคลุกเคล้ากันมีลักษณะเป็นอนุภาคดิน เมล็ดดิน เนื้อดิน และโครงสร้างดินที่มีปริมาณและสัดส่วนช่องว่างเพื่อเป็นที่ยึดเกาะของรากพืช เป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศ และแหล่งธาตุอาหารพืช เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโต ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจะมีลักษณะร่วนซุย มีโครงสร้างดินดี ดูดซับน้ำ และแร่ธาตุอาหารได้ดี

สิ่งมีชีวิตในดิน

สิ่งมีชีวิตในดินประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่และขนาดเล็ก และมีกิจกรรมที่มีส่วนในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและแปรรูปอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในดินมีผลต่อระดับอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นองค์ประกอบของดินที่สำคัญ และมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชมีความจำเป็นการเจริญเติบโตของพืช ปัจจุบันเชื่อว่ามียู๋ด้วยกัน 16 ธาตุ ธาตุอาหารทุกธาตุมีความจำเป็นเท่าเทียมกัน แม้ว่าพืชต้องการธาตุบางธาตุในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ก็ขาดไม่ได้ และการได้รับธาตุใดธาตุหนึ่งไม่เพียงพอหรือมากเกินไป เป็นการได้รับธาตุอาหารที่ไม่สมดุลของพืชจะก่อให้เกิดผลเสีย พืชจะแสดงอาการผิดปกติ

น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของเซลล์พืช และกระบวนการเจริญเติบโต น้ำหรือความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่กระทบต่อสมบัติอื่นๆ ทางกายภาพของดิน เช่น ผลกระทบต่อความหนาแน่นของดิน การถ่ายเทอากาศ และการหายใจของรากพืช เมื่อน้ำในดินมีระดับที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตและผลผลิต

น้ำ ไม่ว่าจะเป็นน้ำท่วมหรือแล้งนับว่ามีความสำคัญต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวอาจจะเกิดมาจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หรือเรียกอีกอย่างว่า โลกร้อน (global warming) หรืออาจจะเรียกอีกชื่อว่าภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect)

ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (climate change) และภาวะโลกร้อน (global warming)

ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (climate change) และภาวะโลกร้อน (global warming) คือการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เช่นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นมนุษย์เรายังได้เพิ่มปริมาณก๊าซกลุ่มไนตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) เข้าไปอีกด้วยพร้อมๆ กับการที่เราตัดและทำลายป่าไม้จำนวนมากมหาศาลเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทำให้กลไกในการดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากระบบบรรยากาศถูกลดทอนประสิทธิภาพลง และในที่สุดสิ่งต่างๆ ที่เราได้กระทบต่อโลกได้หวนกลับมาสู่เราในลักษณะของภาวะโลกร้อน (ชนกร และคณะ, 2553)

ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect)

ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกมีลักษณะเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิและเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก แต่ปัจจุบันในบรรยากาศมีก๊าซเรือนกระจกสะสมอยู่มากเกินสมดุล จึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของโลก และสิ่งมีชีวิตพื้นผิวโลกอย่างมาก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตพืช

ผลกระทบจากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ความแห้งแล้ง อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ฝนตกมากขึ้น และความเข้มข้นของ CO_2 ในบรรยากาศของโลกเพิ่มขึ้นจากระดับความเข้มข้นประมาณ 280 ppm ในยุคก่อนอุตสาหกรรมเป็น 370 ppm ในปี พ.ศ. 2549 และอาจเพิ่มขึ้นเป็น 570 ppm ในปี พ.ศ. 2593 (Borjigidal *et al.*, 2006)

Reddy *et al.* (1995) ได้ศึกษาในฝ้ายเพื่อหาผลจากการเพิ่มขึ้นของ CO_2 และอุณหภูมิต่อการสังเคราะห์แสง การใช้น้ำและการสะสมน้ำในฝ้าย พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ CO_2 และอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ CO_2 ความเข้มข้นสูง ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มการสังเคราะห์แสง และทำให้มีการสะสมน้ำในฝ้ายเพิ่มมากขึ้นด้วย

พูนพิภพ (2550) ได้ทดลองและสรุปไว้ว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ของพืชและมีส่วนในการกระตุ้นและชักนำขั้นตอนสำคัญๆ ในการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชตลอดทั้งวงจรชีวิต อุณหภูมิสูงทำให้ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจลดลง เนื่องจากอิทธิพลเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเศรษฐกิจสร้างดอก ผล และเมล็ดเร็วขึ้น จึงมีช่วงระยะเวลาสะสมมวลชีวภาพจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยลง จึงให้ผลผลิตได้น้อยลง

นำวัลย์ (2549) ได้รายงานเกี่ยวกับภัยแล้งว่า ภัยจากภาวะภัยแล้ง เป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ อันมีสาเหตุมาจากฝนตกน้อยกว่าปกติจนขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ หรือภาวะที่ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำใช้ พืชขาดน้ำหล่อเลี้ยง ดินขาดความชุ่มชื้นทำให้พืชผลไม่สมบูรณ์และไม่เจริญเติบโตตามปกติ พืชขาดน้ำชะงักการเจริญเติบโต หรือพืชยืนต้นตายในขณะกำลังออกดอกออกผล ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ รวมทั้งปริมาณผลผลิตลดลงส่วนใหญ่ภัยแล้งที่มีผลต่อการเกษตรมักเกิดในช่วงฤดูฝนที่ฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน

น้ำกับการเจริญเติบโตของพืชและผลกระทบเมื่อพืชขาดน้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืช ในพืชที่เป็นไม้เนื้ออ่อนและกำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จะประกอบไปด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ พืชประกอบด้วยน้ำประมาณ 70-90% ขึ้นอยู่กับอายุชนิดของพืช เนื้อเยื่อ และสภาพแวดล้อม ในสภาพธรรมชาติ รากของพืชมักจะอยู่ในดินที่มีความชื้นสูง ในขณะที่ส่วนของลำต้นและใบจะอยู่ในบรรยากาศ ในแต่ละวัน การเคลื่อนที่ของน้ำดังกล่าวนี้มีปริมาณ 1-10 เท่าของปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช 10-100 เท่าของปริมาณน้ำที่จำเป็นสำหรับการขยายตัวของเซลล์ใหม่และเป็น 100-1,000 เท่าของปริมาณที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นการเคลื่อนที่ของน้ำจากดินไปยังใบก็เพื่อทดแทนการสูญเสียเนื่องจากการคายน้ำนั่นเอง พืชจึงต้องการแหล่งน้ำที่สม่ำเสมอเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนา และเมื่อเกิดการขาดน้ำ (moisture stress) มักจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช การตอบสนองของพืชต่อการขาดน้ำจะสัมพันธ์กับ metabolic activity ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ระยะการเจริญเติบโตและความสามารถในการให้ผลผลิต (นวลรัตน์, 2541) พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำที่แตกต่างกันไป ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชมีทั้งจากปัจจัยภายในพืชและปัจจัยแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ลม ปริมาณน้ำในดิน และความชื้นของบรรยากาศ เป็นต้น ปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้การใช้น้ำเปลี่ยนแปลงตามไป (มาลี, 2552)

ความสำคัญของการน้ำกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

วาสนา (2523) ได้รายงานว่ น้ำเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวมากที่สุด โดยข้าวต้องการน้ำประมาณ 40 และ 800-1,200 มม. ในระยะต้นกล้าและระยะปักดำ-เก็บเกี่ยว ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของดิน ความอุดมสมบูรณ์และการให้น้ำ นอกจากนี้ ความต้องการน้ำของข้าวที่ประเมินจากการสูญเสียน้ำจากกระบวนการต่างๆ ได้แก่ transpiration, evaporation, percolation และ land preparation นั้นมีปริมาณที่ต่างกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตและกระบวนการต่างๆ

ระยะการเจริญเติบโตและกระบวนการต่างๆ	ปริมาณของน้ำที่ต้องการ (มิลลิเมตร)	
	เฉลี่ย	ปริมาณต่ำสุด-สูงสุด
ระยะการเจริญเติบโต		
ระยะต้นกล้า (nursery)	40	-
ระยะปักดำ-เก็บเกี่ยว (transplant-harvest)	800-1,200	520-2,549
กระบวนการต่างๆ		
Transpiration	200-500	132-1,180
Evaporation	380-1,800	107-797
Percolation	200-700	32-1,944
Land preparation	200	-

ที่มา: วาสนา (2523)

Jian-Chang *et al.* (2008) ศึกษาสภาวะเครียดจากการขาดน้ำที่มีผลต่อการเจริญของกลุ่มดอกย่อยของข้าว โดยศึกษาในระยะไมโอซิส ซึ่งเป็นช่วงที่ได้ผลกระทบได้ง่ายเพราะอยู่ในระยะสร้างผลผลิตของข้าว โดยใช้ข้าว 2 สายพันธุ์คือ Han A-3 (HA-3, ทนต่อสภาพแห้งแล้ง) และ Wuyujing 7 (WY-7, ไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง) พบว่า เมื่อข้าวขาดน้ำค่า Water Potential ของใบลดลง แต่ค่า Water Potential ของข้อแขนงมีค่าคงที่ นอกจากนี้เมื่อข้าวขาดน้ำทั้ง 2 พันธุ์ กลุ่มดอก

ย่อยเพิ่มขึ้นจาก 48.5% ไปถึง 50.9% ของพันธุ์ WY-7 แต่กลุ่มดอกย่อยของพันธุ์ HA-3 เพิ่มขึ้นเพียง 12.6-12.8% ความเข้มข้นของสาร zeatin + zeatin riboside (Z+ZR), indole-3-acetic acid และ gibberellins (GA1+GA4) มีความแตกต่างอย่างชัดเจนของข้าว 2 สายพันธุ์ และเกิดความแตกต่างของสารพวก Absciscic acid (ABA), ethylene และ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid ในกลุ่มดอกย่อยของข้าว โดยเพิ่มขึ้นตามสภาวะขาดน้ำของข้าว และมีการส่งเสริมให้ผลิตสาร ABA ในข้าวพันธุ์ WY-7 แต่ในทางตรงกันข้าม ABA ทำให้เกิดความสมดุลของ ethylene ในผลผลิตของข้าว พันธุ์ HA-3 ช่อดอกที่ติดผลเกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อสาร amino-ethoxyvinylglycine ลดลง ซึ่งสารนี้เป็นตัวยับยั้ง ethylene synthesis ซึ่งจะทำให้ระยะไมโอซิสยาวนานขึ้น

Wu *et al.* (2011) ได้ศึกษาผลของสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของข้าวแล้วพบว่า เมื่อข้าวขาดน้ำ ระบบเมตาบอลิซึมของข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตของข้าว นอกจากนี้ในข้าวลูกผสมบางสายพันธุ์ ใบธงของข้าวจะไม่แข็งแรงจากสภาพที่ข้าวขาดน้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากสาร superoxide dismutase (SOD) ที่ทำให้ใบธงของข้าวอ่อนแอ ซึ่งเปรียบเทียบกับข้าวที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งความแข็งแรงของใบธงข้าว และจำนวนผลผลิตต่อพื้นที่

Rang *et al.* (2011) กล่าวว่า มีโอกาสที่จะเกิดสภาวะอุณหภูมิที่สูง และสภาวะความเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำได้บ่อยขึ้นในอนาคต ซึ่งสภาวะดังกล่าวมีผลต่อระยะการพัฒนารูปของดอก จึงได้มีการศึกษาโดยทดลองในข้าว 5 สายพันธุ์ และจากการทดลองพบว่า สภาวะอุณหภูมิที่สูงและขาดน้ำระหว่างที่ดอกกำลังบาน มีผลต่อคุณภาพของดอก และส่งผลกระทบต่อการผสมติดของดอก มีผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของการแตกของอับเรณู ซึ่งส่งผลในการผสมติดของดอก ทำให้เกิดความเป็นหมันในข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์

นอกจากนี้ ความชื้นในดินนับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดน้ำในต้นพืช เมื่อน้ำในดินลดลงน้ำในต้นพืชจะลดลงตามไปด้วย น้ำในดินจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เมื่ออัตราการดูดน้ำของรากไม่ทันกับอัตราการคายน้ำพืชก็จะเกิดความเครียดจากการขาดน้ำขึ้นเมื่อพืชเกิดความเครียดจากการขาดน้ำจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชในที่สุด (เฉลิมพล, 2542)

ความสำคัญของการจัดการการเจริญเติบโตของข้าวโพด

เกษม และคณะ (2527) ได้รายงานว่าการใช้น้ำของข้าวโพดไม่ได้เท่ากันตลอดอายุของข้าวโพด โดยที่ข้าวโพดใช้น้ำน้อยในตอนแรก ปริมาณน้ำที่ใช้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และสูงสุดในช่วงออกดอกและช่วงผสมพันธุ์ หลังจากนั้นปริมาณน้ำที่ใช้จะค่อยๆ ลดลง ข้าวโพดต้องการน้ำในระยะแรกไปจนถึงอายุ 45 วัน จากนั้นแล้วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงประมาณ 4 มิลลิเมตรต่อวัน แต่ในช่วงออกดอกและผสมพันธุ์ข้าวโพดต้องการใช้น้ำมากที่สุดคือประมาณ 8-9 มิลลิเมตรต่อวัน ถ้าระยะออกดอกและผสมพันธุ์มีอากาศร้อนและความชื้นของอากาศต่ำความต้องการน้ำของข้าวโพดอาจสูงถึง 12-13 มิลลิเมตรต่อวัน หลังระยะผสมพันธุ์แล้วปริมาณน้ำที่ข้าวโพดใช้ลดลงตามลำดับจนเหลือเพียงประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตรต่อวัน ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ดังนั้น ถ้าข้าวโพดที่ปลูกขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกเพียงเล็กน้อยไปจนถึงระยะผสมพันธุ์เล็กน้อยจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากในระยะเวลาดังกล่าวข้าวโพดมีอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาการสูง จึงมีความต้องการน้ำและธาตุอาหารสูงด้วย ที่ระยะนี้อัตราการสร้างน้ำหนักแห้งของข้าวโพดอาจสูงถึง 35 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นต้องเลือกวันปลูกที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงการขาดน้ำในช่วงออกดอกและผสมพันธุ์ แม้ว่าการเลือกวันปลูกที่เหมาะสมนั้นในทางปฏิบัติทำได้ยาก เนื่องจากการตกและการกระจายของฝนในแต่ละปีแตกต่างกันมาก แต่ถ้าดูข้อมูลการตกและการกระจายของฝนภายในท้องถิ่นจากหลายๆ ปี และคอยติดตามการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับสภาพดินฟ้าอากาศในฤดูที่จะปลูกข้าวโพด สามารถช่วยให้ตัดสินใจเกี่ยวกับวันปลูกที่เหมาะสมได้ดีขึ้น

Recep (2004) ศึกษาสภาวะความเครียดจากการน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะ vegetative และ reproductive ในข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม Pioneer 3377 ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 3 ปี โดยผลที่แสดงความแตกต่างอย่างชัดเจนคือ ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบและจำนวนผลผลิตต่อไร่ โดย เมื่อมีการให้น้ำที่แตกต่างกันในช่วงระยะ vegetative ทำให้ความสูงของลำต้นและการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง โดยในทริทเมนต์ที่เกิดสภาวะขาดน้ำช่วงของระยะ vegetative ผลผลิตลดลง 28-32% แต่ทริทเมนต์ที่ให้น้ำเต็มที่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นถึง 40% เมื่อเปรียบเทียบกับทริทเมนต์ที่ขาดน้ำ น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งของการเจริญเติบโตของข้าวโพด

ความสำคัญของการให้น้ำกับการเจริญเติบโตของถั่วเขียว

การให้น้ำถั่วเขียว นอกจากจะต้องพิจารณาลักษณะโครงสร้างของดิน และภูมิอากาศแล้ว ยังต้องพิจารณาลักษณะการปลูกถั่วเขียวอีกด้วย เช่น ถ้าปลูกเป็นพืชแซมต้องมุ่งให้น้ำพืชหลักเป็นเกณฑ์ แต่ถ้าปลูกเป็นพืชเดี่ยวก็อาจปลูกได้ทั้งแบบขร่งและไมขร่ง การให้น้ำในการปลูกแบบขร่งทำได้โดยปล่อยน้ำไปตามร่อง แต่ถ้าปลูกแบบไมขร่งก็ใช้วิธีปล่อยน้ำท่วมแปลงสัก 2-3 ชั่วโมงแล้วระบายออกทางขอบแปลงซึ่งทำเป็นทางระบายน้ำออกไว้ โดยปกติแล้ว ถั่วเขียวต้องการน้ำในแต่ละวันประมาณ 8-12 มม. การให้น้ำตามร่อง (ในกรณีปลูกแบบขร่ง) จึงควรให้น้ำครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยๆ (ราว 7 วันต่อครั้ง) แต่ละครั้งให้น้ำสูงเพียง 1/2 ถึง 2/3 ของร่องปลูก ไม่ควรให้น้ำท่วมร่องปลูกเพราะมักทำให้ดินแฉะเกินไป (เกษม และคณะ, 2527) แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตถั่วเขียวสูงขึ้น เมื่อมีการเพิ่มปริมาณการให้น้ำ โดยจำนวนฝักต่อต้น เป็นองค์ประกอบผลผลิต ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดต่อปริมาณการให้น้ำ และพบว่า ผลผลิตของถั่วเขียวลดลงโดยเฉลี่ย 33% เมื่อลดปริมาณการให้น้ำจาก 198 มม. เป็น 54 มม. (วันชัย และคณะ, 2538) ผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับรายงานของสมชาย (2535) ซึ่งทดลองการให้น้ำต่างระดับโดยวิธี Line-source sprinkler ในถั่วเขียว 4 พันธุ์ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวต่างกัน และพบว่า เมื่อลดปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยจาก 194 มม. เป็น 100 มม. ผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเขียว 4 พันธุ์ ลดลง 55% เทวา และคณะ (2536) แสดงให้เห็นว่า การให้น้ำทุกครั้งเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 มม. (การให้น้ำในปริมาณ 152 มม. ตลอดฤดูปลูก) ถั่วเขียวให้ผลผลิต 184 กก./ไร่ ในขณะที่การให้น้ำน้อยที่สุด (10 มม.) ได้ผลผลิตเพียง 53 กก./ไร่

สมชาย และคณะ (2538) ทดสอบอิทธิพลของการให้น้ำชลประทานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพันธุ์ถั่วเขียวพิวคำหลังข้าว ผลการทดลองทั้ง 2 ปีพบว่า ถั่วเขียวพิวคำทั้ง 3 พันธุ์มีน้ำหนักเมล็ดแห้ง น้ำหนักแห้งรวม และอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อได้รับปริมาณน้ำลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำทุก 7 วัน ผลปรากฏว่าการให้น้ำทุก 14, 21 และ 28 วัน และให้น้ำครั้งเดียวก่อนปลูกให้ผลผลิตลดลง 11, 17, 34 และ 70% ตามลำดับ การให้น้ำชลประทานมีความสัมพันธ์กับอายุของการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวพิวคำ จำนวนฝักต่อต้นได้รับผลกระทบจากปริมาณการให้น้ำมากที่สุด รองลงมาคือ จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ด ซึ่งจำนวนฝักและจำนวนเมล็ดแสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรงในทางบวกกับผลผลิตที่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญ

จากเหตุผลและงานวิจัยข้างต้น จึงทำวิจัยนี้เพื่อหาแนวทางในการลดความเสียหายที่จะเกิดจากการขาดน้ำ โดยการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินด้วยสารปรับปรุงดิน เพื่อช่วยให้ดินสามารถอุ้มน้ำและดูดซับน้ำได้เพิ่มขึ้น เพื่อลดความเสียหายจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงและการคายน้ำที่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้น

การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินและสารปรับปรุงดิน

การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินและสารปรับปรุงดิน ได้ถูกอธิบายโดย ปิยะ (2553) ไว้ดังนี้

สมบัติทางกายภาพของดินที่เป็นอยู่ตามสภาพความเป็นจริงในธรรมชาติ เป็นผลพวงอันยาวนานทั้งจากกระบวนการเกิดและการพัฒนาดินอันเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลอย่างผสมผสานของปัจจัยธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินที่มีปัญหาให้มีสมบัติที่ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โครงสร้างของดินที่มีผลสำคัญต่อสภาพกายภาพสมบูรณ์ของดิน (soil tilth) หรืออย่างน้อย ควบคุมหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินมิให้เสื่อมโทรมไปกว่าเดิม อาจสรุปแนวทางในการปฏิบัติสำคัญเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. การเตรียมดินโดยใช้เครื่องจักรกลการเกษตร เป็นวิธีการที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามในกรณีที่ดินถึงแม้จะมีการเตรียมดินเพื่อการปลูกพืชตามปกติ แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพบางประการ เช่น การเกิดชั้นดานไถพรวน (plow pan) ในดินล่างใต้ชั้นไถพรวน ชั้นดินดานเหนียว (clay pan) และชั้นดินแข็งที่เกิดจากสาเหตุอื่นๆ เกษตรกรอาจใช้วิธีการเตรียมดินที่มีลักษณะพิเศษเป็นการเพิ่มเติมได้ เช่น การไถลึก โดยใช้สั่วไถ (subsoiler) หรือการไถทำลายชั้นดินดาน เป็นต้น

2. ระบบการปลูกพืช ดินที่มีสภาพทางกายภาพบางประการไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดินทรายและดินเนื้อละเอียดที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินอาจทำได้โดยใช้ระบบหรือวิธีการปลูกที่เหมาะสม เช่น การปลูกพืชหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง การปลูกพืชประเภทหญ้าที่มีระบบรากลึกและแพร่กระจายหนาแน่น และการปลูกพืชระยะชิด เป็นต้น โดยระบบการปลูกพืชต่างๆ เหล่านี้จะมีส่วนไม่มากนักน้อยในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของ

ดินให้ดีขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและลดการสลายตัวของอินทรีย์สารในดิน

3. วัสดุคลุมดิน การใช้วัสดุคลุมดินบางชนิด เช่น การใช้แผ่นพลาสติกพอลิเอททิลีนคลุมผิวดินในแปลงปลูกมีส่วนช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำและดินได้ดี และมีส่วนช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสภาพทางกายภาพของดินไม่เหมาะสมได้ไม่มากนักน้อย ทั้งนี้เพราะการใช้วัสดุคลุมดินช่วยลดหรือป้องกันการเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน (surface crust) อันเนื่องมาจากอิทธิพลของแรงกระแทกของหยดน้ำฝน หรือน้ำชลประทานที่ทำให้แบบเหนียวผิวดินต่อเม็ดดินแล้วทำให้เม็ดดินแตกออก และทำให้เกิดผลเสียติดตามมาหลังการเกิดแผ่นแข็งปิดผิว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเกิดการไหลบ่าของน้ำ และการกร่อนดิน (soil erosion) ในพื้นที่ที่ไม่ราบเรียบ

4. สารปรับปรุงดิน นอกจากการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินโดยวิธีการเตรียมดินระบบหรือวิธีการปลูกพืช และการใช้วัสดุคลุมดินแล้ว สมบัติทางกายภาพของดินอาจควบคุมหรือปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการใช้สารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เศษพืช หรือผลพลอยได้ และวัสดุเหลือทิ้งจากการใช้ประโยชน์จากผลิตผลพืชหลังการเก็บเกี่ยว สารอินทรีย์ธรรมชาติ สารอินทรีย์สังเคราะห์ สารอนินทรีย์ และสารผสมเป็นต้น

ประเภทของสารปรับปรุงดิน

ปิยะ (2553) ได้จำแนกประเภทของสารปรับปรุงดินขึ้นกับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมบัติของตัวสาร (องค์ประกอบ) และวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ ซึ่งถ้าจะใช้หลักการในการจำแนกโดยใช้เกณฑ์ดังกล่าว สารปรับปรุงดินอาจจำแนกประเภทออกได้แตกต่างกันดังนี้

1. สารอนินทรีย์ สารปรับปรุงดินประเภทนี้ได้แก่สารปรับปรุงดินในรูปสารอนิน-ทรีย์ (สารที่ไม่มีคาร์บอน ยกเว้น CO , CO_2 , CO_3^{2-}) ที่ได้จากธรรมชาติโดยตรงหรือที่มีการนำมาปรับปรุงแต่งโดยใช้ความร้อน เช่น สารปรับปรุงดินในรูปหินและแร่ชนิดต่างๆ เช่น หินโดโลไมต์ (dolomite) หินและแร่ประเภทวัสดุปูนไลม์ (liming materials) ยิปซัม (gypsum) แร่ซีโอไลต์ที่ได้จากธรรมชาติ (natural zeolite) พัมมิช (pumice) เวอร์มิคิวไลต์ (vermiculite) แคลไชด์เคลย์ (calcined clay) ไอโซไลต์ (isolite) และรวมทั้งสารเคมีที่มีการสังเคราะห์ขึ้น เช่น สารซีโอไลต์

สังเคราะห์ (synthetic zeolite) สารประกอบแคลเซียมพอลิซัลไฟด์ (calcium polysulfide) หรือ สารเคมีที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ฟอสโฟอิปซัม (phosphogypsum) เป็นต้น

2. สารอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในรูปสารอินทรีย์มีมากมายชนิดทั้งประเภทสารอินทรีย์ธรรมชาติ สารอินทรีย์ธรรมชาติที่มีการปรุงแต่งหรือทำให้เกิดการแปรสภาพ เช่น โดยการหมัก สารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยตรง ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร และโรงงานนอกภาคการเกษตร รวมทั้งสารอินทรีย์สังเคราะห์ที่มีการสังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี ตัวอย่างของสารปรับปรุงดินในรูปสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินได้ ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ผลพลอยได้จากผลิตผลการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อย จากโรงงานน้ำตาล สารอิมัส และจีเอ็มแอล (GML หรือ glutamic mother liquor) ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตผลชูรส สารอิมัสในรูปแบบต่างๆ เช่น กรดอิมิก และสารดูดน้ำพอลิ-เมอร์ชนิดต่างๆ ที่สังเคราะห์ขึ้น และอื่นๆ

3. สารอนินทรีย์ผสมสารอินทรีย์ สารปรับปรุงดินบางชนิดผลิตขึ้นโดยการผสมวัสดุปรับปรุงดินในรูปสารอนินทรีย์กับสารอินทรีย์เพื่อเพิ่มคุณค่าของสารอินทรีย์ หรือการใช้ประโยชน์ในลักษณะผสมผสาน เช่น การผลิตสารผสมในรูปสารอินทรีย์เคมีโดยการใช้สารอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ผสมกับปุ๋ยเคมีและแร่ธาตุบางชนิด เช่น การทำปุ๋ยหมัก โดยการผสมปุ๋ยเคมีและแร่พัมมิช (pumice) เข้าไปด้วย หรืออาจผลิตสารปรับปรุงดินในรูปสารทึบ (TC) ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วยสารดูดน้ำพอลิเมอร์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และสารเร่งการเติบโตของพืช (growth regulators) เป็นต้น

นอกจากนี้ ปิยะ (2553) ยังได้รายงานไว้ว่า พืชที่ปลูกในดินที่มีความจุในการอุ้มน้ำต่ำ เช่น ดินเนื้อหยาบที่มีปริมาณเนื้อแร่ดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ อาจมีปัญหาการขาดน้ำ ได้ถ้าดินและพืชได้รับน้ำฝนหรือน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ในกรณีเช่นนี้ การใช้สารดูดน้ำพอลิเมอร์ผสมกับดินหรือใส่ลงดินโดยวิธีการที่เหมาะสม จะมีส่วนช่วยเพิ่มความชื้นเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำในดินได้ ทั้งนี้เพราะสารพอลิเมอร์ที่ใช้จะเป็นตัวดูดยึดน้ำในดินไว้แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชได้ใช้อย่างช้าๆ และต่อเนื่อง ทำให้น้ำในดินที่ได้มาจากน้ำฝนหรือน้ำชลประทานเกิดการสูญเสียโดยสาเหตุต่างๆ น้อยลง เช่น การสูญเสียโดยการไหลซึมลงดินล่าง การระเหยของน้ำออกจากผิวดิน ทำให้พืชสามารถใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะ

สามารถใช้น้ำในดินที่สารโพลิเมอร์ดูดไว้ได้ยาวนานกว่า มีผลทำให้พืชเหี่ยวเฉาเพราะขาดน้ำช้ากว่าพืชที่ปลูกในดินชนิดที่มีปัญหาดังกล่าวที่ไม่ผสมสารดูดน้ำโพลิเมอร์

โพลิเมอร์ (Polymers)

สารโพลิเมอร์ ได้ถูกอธิบายและจำแนกชนิดโดย สมบัติ (2550) ไว้ดังนี้

โพลิเมอร์ (polymer) คือสารโมเลกุลที่มีโซ่ยาว ที่มีทั้งในธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ โพลิเมอร์ในธรรมชาติ เช่น เส้นใยต่างๆ จากพืชและสัตว์ เป็นต้น ส่วนโพลิเมอร์สังเคราะห์นั้น มาจากการสังเคราะห์โมโนเมอร์ (monomer) โดยกระบวนการทางเคมีที่เกิดพันธะโควาเลนต์ของปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้เกิดโซ่ยาวขึ้นเราเรียกว่า โพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) สายยาวนี้เรียกว่า โพลิเมอร์ โดยหน่วยซ้ำหลัก เกิดจากโมเมอร์มาต่อกันเป็นโครงสร้างโซ่ (Macro structure) หลายแบบเช่น

- โครงสร้างแบบเส้นตรง (linear polymer)
- โครงสร้างแบบกิ่งก้านสาขา (branched polymer)
- โครงสร้างแบบดาว (star shaped polymer)
- โครงสร้างที่มี โมโนเมอร์ 2 ชนิด หรือโครงสร้างที่มีโมเมอร์หลายชนิด
- โพลิเมอร์แบบเชื่อมโยงหรือร่างแห (crosslinked or network polymer) ของปฏิกิริยาเคมี เช่น ใช้กำมะถันในการเชื่อมโยงหรือร่างแห เป็นต้น หรือการพันกันของโซ่ของโพลิเมอร์ เป็นการเชื่อมโยงเชิงฟิสิกส์ หรือมีการแตกกิ่งก้านมากจึงทำให้มีลักษณะเหมือนร่างแหได้เช่นกัน

ถ้าพิจารณาจากชนิดของหน่วยที่ซ้ำๆ กันในโซ่โพลิเมอร์ อาจจำแนกโพลิเมอร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ โฮโมโพลิเมอร์ (homo polymer) และ โคโพลิเมอร์ (copolymer) ดังนี้

1. โฮโมโพลิเมอร์ ได้แก่โพลิเมอร์ซึ่งในโซ่โพลิเมอร์มีหน่วยซ้ำๆ กันเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เช่นพอลิสไตรีนมีหน่วยซ้ำๆ กันคือ สไตรีน ส่วนพอลิเอทิลีนมีหน่วยที่ซ้ำๆ กันคือ เอทิลีน

2. โคโพลิเมอร์ ได้แก่ โพลิเมอร์ซึ่งในโซ่โพลิเมอร์ที่หน่วยที่ซ้ำๆ กัน 2 ชนิดหรือมากกว่านั้น เช่น โพลิเมอร์ของสไตรีน-บิวตะไอดีน (styrene – butadiene rubber, SBR)

Andry *et al.* (2009) ศึกษาสารโพลิเมอร์ชนิด Hydrophilic polymers ที่ใช้ดูดซับน้ำในดิน โดยใช้สาร 2 ชนิดคือ Carboxymethylcellulose (RF) และ Isopropyl acrylamide (BF) โดยใช้หลักการอิมตัวของน้ำ และใช้ค่า Hydraulic conductivity (K_s) ใช้อุณหภูมิของดินและค่าการดูดซับของดินทรายเป็นตัวประเมินผล พบว่า RF มีประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำมากกว่า BF แต่ประสิทธิภาพของ BF มีการเก็บกักน้ำมีผลกับอุณหภูมิมากกว่าและคุณภาพในการเก็บกักน้ำไม่เท่ากับ RF ในทางตรงกันข้ามประสิทธิภาพของ BF ในการดูดซับน้ำมีค่าความแตกต่างกันทางสถิติเมื่ออุณหภูมิในดินเพิ่มขึ้น ค่า Hydraulic conductivity (K_s) ไม่แตกต่างกันในอุณหภูมิดินในชนิดของโพลิเมอร์ที่ต่างกัน Hydraulic conductivity (K_s) ของ BF ลดลงในดินเพิ่มขึ้นในทางสถิติในส่วนของอุณหภูมิดิน ถึงแม้ว่าชนิดของดินที่ทดสอบกับ RF แสดงให้เห็นการตอบสนองสองครั้งเมื่ออุณหภูมิในดินเพิ่มขึ้นจาก 25 -35 องศาเซลเซียส จะทำให้ BF มีค่าการเก็บกักน้ำลดลงจาก 0.21 เป็น 0.10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 0.1% และ จาก 0.27 เป็น 0.12 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 0.2% ในอุณหภูมิของดินที่เพิ่มขึ้น และ BF ไม่มีการปลดปล่อยความชื้นเมื่ออุณหภูมิในดินเพิ่มขึ้น และน้ำในดินจะถูกพืชดูดไปใช้เอง สรุปว่า RF สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีในการดูดซึมน้ำ

Qu *et al.* (2010) ศึกษาสารโพลิเมอร์ที่ใช้ดูดซับน้ำกับพืช *Spergularia purpurea* (Persoon) โดยใช้สาร polyacrylate polymer พบว่าพืชมีพัฒนาการในการเจริญดีขึ้น หลังจากสารร่วมกับการหว่าน 85 วัน มีการดูดซึมธาตุอาหารดีขึ้น พบว่าปฏิกิริยาของ กรด phosphatase B-glucosidase protease และ cellulase ในดินมีพัฒนาการดีขึ้น และ substrate-induce respirations และ dehydrogenase ได้ผลดีในดินที่มีสารโพลิเมอร์ แต่เมื่อใช้ Plastic film พบว่าเป็นตัวขัดขวางการดูดซับความชื้น

Fernandez *et al.* (2001) ศึกษาเกี่ยวกับสารโพลิเมอร์ที่ดูดซับน้ำที่มีผลต่อพืชโดยใช้สารที่มีชื่อทางการค้าว่า Guilspace ใช้ในการเคลือบที่ผิวของหน้าดิน ทดสอบกับข้าวโพด วัดผลที่การระเหยของน้ำที่ผิวดิน ระดับน้ำในดิน อุณหภูมิในดิน ความสามารถในการเจริญของพืช และการงอกของเมล็ด ใช้ความเข้มข้นในการทดลองที่ 100,74 และ 50% ตามลำดับ พบว่าที่ความเข้มข้น 50% โดยที่ผลผลิต 73% ของข้าวโพดมีการเจริญและให้ผลผลิตดีที่สุดเมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ใช้ โดยข้าวโพดมีผลผลิตสูง และค่าดัชนีของพื้นที่ใบสูง และในที่ความเข้มข้น 100% เกือบจะดี โดยที่ 38% ของผลผลิตให้ผลผลิตดี และทดสอบในดินด้วยความเข้มข้น 0.8% ในพื้นที่ 11 ตารางเมตร พบว่า ให้ผลดีที่ความเข้มข้น 34% และ 53% ที่ระดับความลึก 0.15 และ 0.25 เมตร ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 44% มีค่า hydraulic conductivity สูงที่สุด

ปัจจุบันมีการนำเข้าสู่สาร โพลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติดูดซับน้ำหลายชนิดจากต่างประเทศโดยบริษัทเอกชน เพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกร และเกษตรกรได้นำไปใช้ในการผลิตพืชเศรษฐกิจ หนึ่งในจำนวนนั้นคือ Oasis Gel T-400 ซึ่งเป็นสารปรับปรุงดินโดยมีลักษณะเป็นสารอุ้มน้ำ โดยบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งได้บรรยายคุณลักษณะของสารอุ้มน้ำ Oasis Gel T-400 ไว้ดังนี้

Oasis Gel T-400 เป็นสารกลุ่ม Organic ในรูป Crystal สีขาวผลิตโดยใช้ Potassium base ซึ่งเป็น Copolymer with water binding groups เป็นผลึกสีขาวขนาดเล็ก (100-1000 ไมครอน) มีสภาพความเป็นกลาง ค่า pH ประมาณ 7-7.8 เมื่อสัมผัสน้ำจะเปลี่ยนสภาพเป็นเจลใส ที่เรียกว่า Hydro gel สามารถอุ้มน้ำได้ 250 เท่าของน้ำหนัก หมายถึง Oasis Gel T-400 1 กิโลกรัม สามารถอุ้มน้ำได้ 250 กิโลกรัมในสภาพปกติ ซึ่งจะดูดซับและเก็บกักน้ำโดยหลักการ Electric Force Centre ซึ่งจะผลักโมเลกุลของน้ำเข้าสู่ศูนย์กลางของผลึก ซึ่งภายในผลึกจะเป็นโพรงเล็ก และเก็บกักน้ำได้จนเต็ม จะคายน้ำออกมาเมื่อความชื้นของดินโดยรวมลดลงถึง 50% และจะคายน้ำเมื่อถูกรากพืชดูดซึมน้ำไปเท่านั้น สาร Hydro Gel นี้จะสามารถคายน้ำไว้ได้มาก 95% ของน้ำทั้งหมด แต่สาร Hydro Gel จะไม่คายน้ำจากสาเหตุการกดทับของดิน หรือจากปุ๋ย หรือจากเคมีชั้นใด และพืชยังสามารถหยั่งรากทะลุเข้าไปใน Hydro Gel ได้โดยตรง

ในขณะที่สาร Oasis Gel T-400 ดูดซับน้ำ หากมีปุ๋ย N, P, K อยู่ สารนี้จะสามารถดูดเก็บปุ๋ยดังกล่าวไว้ได้ด้วย เพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย จึงเป็นการลดความถี่ของการให้น้ำเกินกว่าครึ่งประหยัดน้ำมากขึ้น ประหยัดพลังงาน เพิ่มผลผลิต และเพิ่มความแข็งแรงของพืชทำให้พืชมีอายุยืนขึ้น

คุณประโยชน์ของ Oasis Gel T-400 (ตามคำแนะนำของบริษัท เมอร์เซียม อินเตอร์เนชั่นแนล) มีดังนี้

1. ลดเวลาการให้น้ำ หรือลดความถี่ในการให้น้ำมากกว่า 2 เท่า เช่น ปกติอ้อยจะรดน้ำทุกๆ 10 วันสามารถเพิ่มเป็น 20 วัน/ครั้ง
2. สามารถเก็บกักน้ำฝนที่ตก ให้พืชสามารถใช้ได้นานมากกว่า 1 เท่าตัว
3. สามารถช่วยเก็บปุ๋ย N, P, K ให้อยู่ในดินได้นานยิ่งขึ้น และพืชสามารถค่อยๆ ดูดขึ้นมาใช้งานได้เหมือนเป็นการจ่ายปุ๋ยช้าๆ ให้กับพืช เป็นการประหยัดปุ๋ย และใช้ปุ๋ยแบบคุ้มค่าที่สุด
4. สามารถทนต่อสภาพแวดล้อม เมื่อใส่ลงไปในดิน จะสามารถอยู่ได้นานถึง 7-10 ปี
5. ผลึกมีความทนทานต่อสภาพหน้าดิน ความเค็มของเกลือ (ดินเค็ม) และทนต่อสารเคมีอื่น ซึ่งไม่เป็นผลทำให้การทำงานลดลง
6. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากทำให้รากมีขนาดใหญ่ แข็งแรง ขยายเพิ่มจำนวนรากเพิ่มขึ้น จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็ว แข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อม สำหรับอ้อยสามารถเพิ่มจำนวนรอบปี การตัดได้มากขึ้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการปลูกใหม่
7. ผลึกต่อต้านสิ่งเจือปนของดิน ช่วยให้รากสามารถหยั่งได้ลึกมากขึ้น เพราะผลึก Hydro Gel จะเพิ่มโพรงอากาศในดิน และการอัดแน่นของดินได้ด้วย
8. ผลึกไม่ลอยน้ำหรือไหลตามน้ำ เมื่อฝนตกหนัก หรือเกิดจากการรดน้ำตามปกติ
9. ผลึกที่สมบูรณ์ไม่เป็นพิษต่อ คน สัตว์ สิ่งแวดล้อม และไม่ปนเปื้อนพื้นดิน หรือซึมสู่น้ำใต้ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ดิน ดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นดินที่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน
2. เมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว
3. กระถาง กระถางที่ใช้ปลูกพืชเป็นกระถางพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 12 นิ้ว
4. Oasis Gel T-400
5. เครื่องวัดความชื้นในดิน Decagon Devices Em50 รุ่น EC H₂O
6. เครื่องวัดค่าความเขียวของใบ (chlorophyll meter SPAD 502)
7. ตู้อบตัวอย่าง
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก สำหรับการชั่งน้ำหนักตัวอย่างพืช ทั้งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง
9. เครื่องวัดพื้นที่ใบ
10. ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 และ สูตร 46-0-0
11. จอบ เสียม และมีดพรวน สำหรับการเตรียมดินและเก็บตัวอย่างดินปลูกพืช
10. ไม้เมตร ตลับเมตร ไม้บรรทัด ใช้สำหรับวัดความสูงต้นพืช
11. สมุดบันทึกบันทึกข้อมูล และปากกา
12. คอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองคือ อัตราการใช้สาร Oasis Gel T-400 ซึ่งมี 4 อัตรา ได้แก่ อัตราการใช้ Oasis Gel T-400 จำนวน 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่

2. การเตรียมดินและกระถางปลูก

ดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นดินที่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน ซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ อ.กำแพงแสน และในพื้นที่นี้มีเกษตรกรที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลากหลายชนิด และเป็นจำนวนมาก ตักดินใส่กระถางปลูกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว หรือ 30 ซม. แล้วชั่งน้ำหนักเฉพาะดิน ซึ่งจะทำให้ทราบปริมาณดินที่จะต้องใช้ในแต่ละกระถาง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้ดินหนัก 20 กิโลกรัมต่อกระถาง

กรมพัฒนาที่ดิน (2557) ได้อธิบายชุดดินกำแพงแสนไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มชุดดินที่ 33
- การจำแนกดิน Fine-silty, mixed, superactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs
- วัตถุต้นกำเนิด เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนตะกอนน้ำค่อนข้างใหม่หรือสัณดินริมน้ำ
- สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 1 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่า
- พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นที่อยู่อาศัย หมู่บ้าน สวน ไม้ผลหรือปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าวโพด ถั่วฝักยาว ถั่วฝักยาว ยาสูบและผลไม้
- การแพร่กระจาย พบบริเวณด้านตะวันตกของที่ราบลุ่มภาคกลางและบริเวณที่ราบลุ่มน้ำของแม่น้ำต่าง ๆ

- การจัดเรียงชั้น A-Bt (argillic horizon)-C

- สัณฐานดิน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแข็งหรือดินร่วนปนดินเหนียว ภายในระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร จะพบชั้นดินร่วนปนทรายละเอียดหรือดินร่วน สีน้ำตาล ดินล่างเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง พบเกลือแร่ไมก้าอยู่ตลอดหน้าตัดของดินและมีก้อนหินปูนสะสมขนาดเล็กปะปนอยู่ในดินชั้นล่าง ภายในความลึก 90 เซนติเมตร

- ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ อาจจะขาดน้ำในช่วงฤดูเพาะปลูกซึ่งจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต

- ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ดินมีความเหมาะสมดีในการปลูกพืชทั่ว ๆ ไป ถ้ามีการชลประทานหรือมีแหล่งน้ำเพียงพอ ดินนี้จะเป็นแหล่งผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศ ควรปรับปรุงบำรุงรักษาดินโดยการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เพื่อเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชให้กับดินและทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน

- ชุดดินปราณบุรี (Pran Buri series: Pr): ไม่มีเกลือแร่ไมก้า ผงปูนและมี pH ค่อนข้างต่ำ
กว่า

- ชุดดินรือเสาะ (Ruso series: Ro): pH ต่ำกว่า ไม่มีผงปูน จัดอยู่ใน udic moisture regime

3. ปริมาณการใช้และการเตรียม Oasis Gel T-400

ปริมาณการใช้ Oasis Gel T-400 ในแต่ละอัตราการใช้สามารถคำนวณต่อพื้นที่ปลูกได้ดังนี้ กระถางปลูกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. คำนวณพื้นที่หน้าตัดได้เท่ากับ 0.7 ตารางเมตร ในการทดลองครั้งนี้กำหนดใช้ Oasis Gel ในอัตรา 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณการใช้ Oasis Gel T-400 คือ 0, 0.87, 1.75 และ 2.62 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

หลังจากนั้นนำสาร Oasis Gel T-400 ผสมคลุกเคล้ากับดินที่เตรียมไว้ก่อนนำไปใส่กระถางปลูกต่อไป

4. พิเศษธุรกิจที่ใช้ในการทดลอง

พืชที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 3 ชนิด ได้แก่

4.1 ข้าว

4.2 ข้าวโพด

4.3 ถั่วเขียว

ข้าวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นข้าวพันธุ์กข41 ส่วนข้าวโพดที่ใช้เป็นข้าวโพดพันธุ์ CP801 และ ถั่วเขียวที่ใช้เป็นถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ซึ่งแต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวพันธุ์กข41 เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสงอายุ 104-107 วัน (หว่านน้ำตม) และ 112 วัน (ปักดำ) มีลักษณะกอตั้ง ความสูง 90-100 เซนติเมตร ลำต้นแข็งแรงมาก ใบสีเขียว มุมใบชงกว้างปานกลาง รวงยาว 30.0 เซนติเมตร ค่อนข้างแน่น คอรวงโผล่เล็กน้อย ข้าวเปลือกสีฟาง ยาว 10.4 มิลลิเมตร กว้าง 2.52 มิลลิเมตร หนา 2.08 มิลลิเมตร ข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว ยาว 7.94 มิลลิเมตร กว้าง 2.13 มิลลิเมตร หนา 1.81 มิลลิเมตร ข้าวสารยาว 7.76 มิลลิเมตร กว้าง 2.05 มิลลิเมตร หนา 1.73 มิลลิเมตร มีอมิโลสสูง (26.81%) ข้าวเมื่อหุงสุกมีลักษณะสีขาวนวลไม่เลื่อมมัน ค่อนข้างร่วนและแข็ง (สำนักงานเกษตรอินทร์บุรี, 2556)

ข้าวโพดพันธุ์ CP801 มีความสูงต้นปานกลาง ตำแหน่งฝักต่ำลำต้นแข็งแรงระบบรากและการขึ้นต้นดี ฝักเดี่ยวขนาดใหญ่ แขนงเล็ก เมล็ดลึก เปอร์เซ็นต์การกระเทาะสูง เปลือกหุ้มฝักมีดเมล็ดมีสีเหลืองส้ม ถึงหัวบุบ เหมาะสำหรับพื้นที่ราบและที่ดอน ปรับตัวได้ดีกับดินทุกประเภท ที่มี

ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง สามารถปลูกได้ดีในเขตปลูกข้าวโพดทั่วไทย ปลูกได้ในทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2554)

ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ฝักแก่สีดำ เมล็ดสีเขียวมัน อายุเก็บเกี่ยว 65-75 วัน ให้ผลผลิต 202 กิโลกรัม/ไร่ สามารถปลูกได้ตลอดปีในเขตชลประทาน ลักษณะเด่นปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้กว้าง ฝักอยู่เหนือทรงพุ่ม ด้านทานต่อการหักล้ม ด้านทานต่อโรคใบจุด และราแป้ง ปานกลาง ลักษณะด้อย ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำเมื่อปลูกในดินด่าง (เฉลิมพล และสมชาย, 2557)

5. การปลูกและดูแลรักษา

5.1 ข้าว ปลูกข้าวจำนวน 2 หลุมต่อกระถาง โดยหยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด พร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น หลังจากนั้นให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนข้าวออกดอก 30 วัน และในระยะหลังกำเนิดช่อดอก กำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอน เมื่อมีวัชพืช การให้น้ำ คำนวณปริมาณน้ำตามความต้องการน้ำของข้าว คิดเป็นปริมาณน้ำต่อพื้นที่ปลูก หรือมีปริมาณเท่ากับ 5,238 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้น้ำทุกๆ 3 วัน หรือคิดเป็นจำนวน 2.5 เซนติเมตรต่อวัน (วาสนา, 2523)

5.2 ข้าวโพด ปลูกข้าวโพดจำนวน 2 หลุมต่อกระถาง โดยหยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด พร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น หลังจากนั้นถอนแยกให้เหลือหลุมละต้น เมื่อข้าวโพดมีอายุ 14 วัน และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตได้ 40 วัน กำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอน การให้น้ำ คำนวณปริมาณน้ำตามความต้องการน้ำของข้าวโพด คิดเป็นปริมาณน้ำต่อพื้นที่ปลูก หรือมีปริมาณเท่ากับ 2,748 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้น้ำทุกๆ 3 วัน หรือคิดเป็นจำนวน 1.3 เซนติเมตรต่อวัน (เกษม และคณะ, 2527)

5.3 ถั่วเขียว ปลูกถั่วเขียวจำนวน 2 หลุมต่อกระถาง โดยหยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด พร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ถอนแยกให้เหลือหลุมละต้น เมื่อถั่วเขียวมีอายุ 14 วัน กำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอน การให้น้ำ คำนวณปริมาณน้ำตามความต้องการน้ำของถั่วเขียว คิดเป็นปริมาณน้ำต่อพื้นที่ปลูก หรือมีปริมาณเท่ากับ 2,535 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้น้ำทุกๆ 3 วัน หรือคิดเป็นจำนวน 1.2 เซนติเมตรต่อวัน (เกษม และคณะ, 2527)

6. การบันทึกข้อมูลดิน

6.1 ปริมาณธาตุอาหารในดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินตามวิธีของ มุกดา (2544) จากกระถางที่ปลูก ข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต นำดินที่เก็บมาคลุกเคล้ากันแล้วส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ซึ่งประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ศูนย์ปฏิบัติการกลาง (central laboratory) ที่วิทยาเขตกำแพงแสน

6.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

ตัวอย่างดินที่เก็บทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกนอกจากจะวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในดินแล้วยังวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินด้วย

6.3 ความชื้นในดิน

ติดตั้งเครื่อง Decagon Devices Em50 รุ่น EC H₂O โดยฝังลึกจากผิวดิน 20 ซม. เพื่อวัดความชื้นในดินตลอดการทดลอง แต่เนื่องจากมีจำนวนเซ็นเซอร์จำกัดจึงเลือกติดตั้งเฉพาะในกระถางที่ปลูกข้าวโพด จำนวน 4 กระถาง

7. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

วัดการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในการทดลองทุกๆ 14 วัน และช่วงผลผลิต ณ วันเก็บเกี่ยวผลผลิตตามรายละเอียดดังนี้

7.1 ข้าว วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2540) ดังนี้

7.1.1 ความสูงต้น วัดความสูงต้นจากระดับพื้นดินถึงจุดสูงสุดที่รวบใบทั้งหมดขึ้น

7.1.2 จำนวนต้นต่อกอ โดยนับจำนวนต้นทั้งหมดต่อกอ

7.1.3 จำนวนใบต่อกอ นับจำนวนใบต่อกอในแต่ละกอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

7.1.4 การวัดค่าความเขียวของใบโดยเครื่องมือ Konica-Minolta Chlorophyll Meters SPAD-502 Plus โดยวัด สุ่ม 1 ใบ เพื่อหาค่าความเขียวของใบตามวิธีของระวี และโสภณ (2552)

7.1.5 น้ำหนักสด ชั่งน้ำหนักสด ลำต้น ใบ ราก และผลผลิตต่อกอหลังการเก็บเกี่ยว

7.1.6 น้ำหนักแห้ง ชั่งน้ำหนักแห้ง ลำต้น ใบ ราก และผลผลิตต่อกอ หลังการเก็บเกี่ยวแห้ง โดยนำตัวอย่างไปอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หรืออบแห้งจนกว่าน้ำหนักมีค่าคงที่

7.2 ข้าวโพด วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์ (2540) ดังนี้

7.2.1 ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้นข้าวโพดในแต่ละกอ

7.2.2 จำนวนใบต่อต้น นับจำนวนใบที่ยังมีชีวิตที่มีสีเขียวในแต่ละต้น

7.2.3 จำนวนใบแห้ง นับจำนวนใบแห้งในแต่ละต้น

7.2.4 การวัดค่าความเขียวของใบข้าวโพดด้วยเครื่องมือ Konica-Minolta Chlorophyll Meters SPAD-502 Plus ใช้การวัด คือ ตำแหน่งที่วัดห่างจากปลายใบ ประมาณ 20 เซนติเมตร วัดใบในตำแหน่งที่ 1, 2, 3 และ 4 ตำแหน่งที่ 1 คือ ใบบนสุดที่เห็นคอใบ (leaf collar) ชัดเจน ใบตำแหน่งที่ 2 คือใบที่อยู่ถัดมาด้านล่างของใบที่ 1 ใบตำแหน่งที่ 3 คือ ใบที่อยู่ถัดมาด้านล่างของใบที่ 2 ใบตำแหน่งที่ 4 คือใบที่อยู่ถัดมาด้านล่างของใบที่ 3 ตามวิธีของ สมพร (2546)

7.2.5 น้ำหนักสด ชั่งน้ำหนัก ผลผลิต ลำต้น ใบ ราก ต่อต้น ทั้งหมดหลังการเก็บเกี่ยว

7.2.6 น้ำหนักแห้ง ชั่งน้ำหนัก ผลผลิต ลำต้น ใบ ราก ต่อดัน ทั้งหมดหลังจาก
อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หรืออบแห้งจนกว่าน้ำหนักมีค่าคงที่

7.3 ถั่วเขียว วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์ (2540) ดังนี้

7.3.1 ความสูงต้น วัดความสูงจากพื้นดิน จนถึงจุดที่สูงที่สุดของต้นถั่วเขียว

7.3.2 จำนวนใบ นับจำนวนของถั่วเขียวทั้งหมดในแต่ละต้น

7.3.3 การวัดค่าความเขียวของใบโดยเครื่องมือ Konica-Minolta Chlorophyll
Meter SPAD-502 Plus โดยวัด สุ่มมา 1 ใบ เพื่อวัดค่าความเขียวตามวิธีของระวี และ โสภณ (2552)

7.3.4 น้ำหนักสด ชั่งน้ำหนัก ผลผลิต ลำต้น ใบ ราก ต่อดัน ทั้งหมดหลังการเก็บ
เกี่ยว

7.3.5 น้ำหนักแห้ง ชั่งน้ำหนัก ผลผลิต ลำต้น ใบ ราก ต่อดัน ทั้งหมดหลังจาก
อบแห้งด้วย อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หรืออบแห้งจนกว่าน้ำหนักมีค่าคงที่

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันโดยใช้
วิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม R 2.1.3.0 (R
development core team, 2012)

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่วิจัย

แปลงปฏิบัติการภาคสนาม ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 และสิ้นสุดการทดลองเดือน กุมภาพันธ์ 2557
เป็นระยะเวลา 3 เดือน

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการใช้สารโพลิเมอร์ Oasis Gel T-400 ที่มีต่อคุณสมบัติของดิน

1.1 ธาตุอาหารในดิน

จากผลวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในดิน ที่เก็บจากที่ใช้ปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม การเปลี่ยนแปลงของดินเมื่อก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว พบว่า ธาตุไนโตรเจนในดินมีระดับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยดินที่ไม่ได้รับ โอเอซิส เจล และดินที่ได้รับ โอเอซิส เจล ในอัตรา 2 และ 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.08% dry weight เป็น 0.15% dry weight และดินที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อยกว่า ดินที่ไม่ได้รับ โอเอซิส เจล และดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 2 และ 4 กิโลกรัมต่อไร่ คือเพิ่มจาก 0.08% dry weight เป็น 0.11 % dry weight ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีระดับลดลงเล็กน้อย ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว โดยในดินที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กก./ไร่ มีปริมาณ ฟอสฟอรัส คือ 0.10, 0.09, 0.10 และ 0.09% dry weight ตามลำดับ ขณะที่หลังเก็บเกี่ยวดินมีปริมาณ ฟอสฟอรัส คือ 0.05, 0.06, 0.05 และ 0.04% dry weight และธาตุโพแทสเซียมในดินมีค่าค่อนข้างคงที่ ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว โดยในดินที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กก./ไร่ ก่อนปลูกมีปริมาณโพแทสเซียม 0.56, 0.74, 0.74 และ 0.77 % dry weight หลังเก็บเกี่ยวในดินที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กก./ไร่ มีปริมาณโพแทสเซียม 0.76, 0.73, 0.77 และ 0.7 % dry weight ตามลำดับ ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวจากดินที่ปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด

สิ่งทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (% by dry weight)					
	N		P		K	
	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	0.08	0.15	0.10	0.05	0.56	0.76
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	0.08	0.15	0.09	0.06	0.74	0.73
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	0.09	0.14	0.10	0.05	0.74	0.77
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	0.08	0.11	0.09	0.04	0.77	0.7
ค่าเฉลี่ย	0.08	0.13	0.095	0.05	0.70	0.74
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	0.07	0.16	0.07	0.19	0.16	0.05
S.D.	0.05	0.018	0.005	0.008	0.096	0.031

1.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

ผลวิเคราะห์การอุ้มน้ำในดินของพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า โอเอซิส เจล ไม่ผลต่อการอุ้มน้ำของดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวของพืชทั้ง 3 ชนิด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 โดยค่าการอุ้มน้ำเฉลี่ยในดินต่อการใส่โอเอซิส เจล ทั้ง 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ และไม้ไผ่ มีแนวโน้มลดลง จากก่อนปลูกคือ 30.95, 34.74, 41.29 และ 38 และหลังเก็บเกี่ยว คือ 24.76, 25.81, 31.76 และ 31.52 % by volume ตามลำดับ

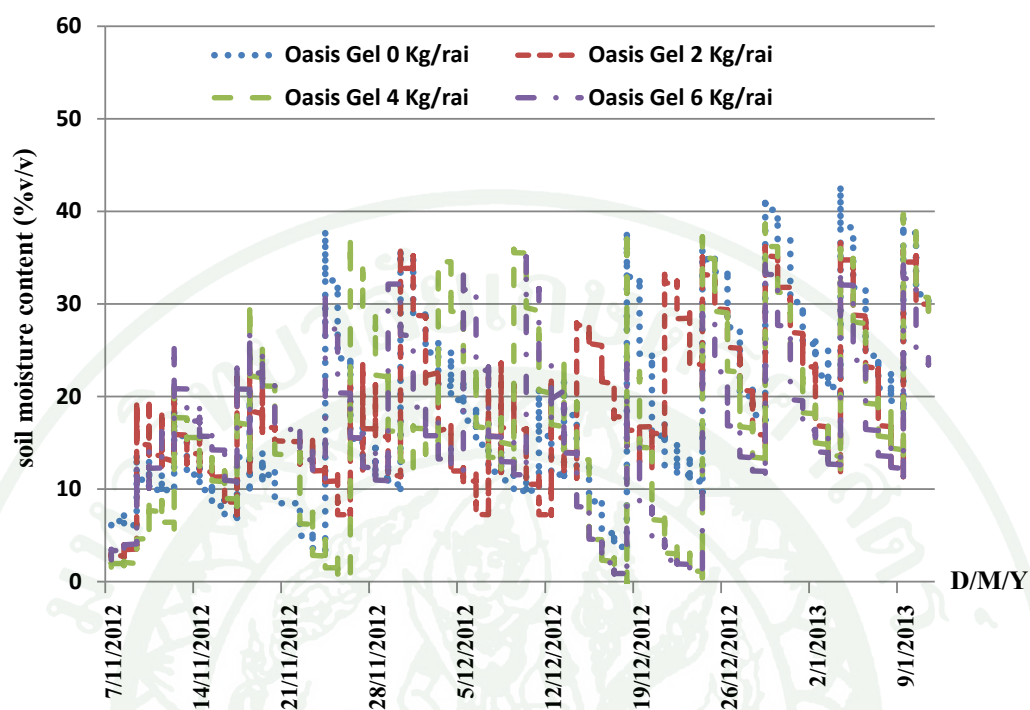
ตารางที่ 3 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวของพืชทั้ง 3 ชนิด

สิ่งทดลอง	การอุ้มน้ำของดิน (% by volume)	
	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	30.95	24.76
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	34.74	25.81
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	41.29	31.76
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	38	31.52
S.D.	4.42	3.69

1.3 ความชื้นในดิน

เก็บข้อมูลความชื้นในดินตลอดการปลูกข้าวโพด โดยให้น้ำเป็นเวลา 3 วันต่อ 1 ครั้ง ความชื้นในดินมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลา 3 วัน และเพิ่มขึ้นมาเมื่อได้รับน้ำจากการให้น้ำ พบว่าความชื้นในดินมีความแตกต่างกันระหว่างดินที่ได้รับโอเอซิส เจล และดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล โดยดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล มีแนวโน้มการรักษาสภาพความชื้นโดยประมาณ 200-400 ดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มการรักษาสภาพความชื้นที่ 300-650 ดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มการรักษาสภาพความชื้นที่ 500-1100 และดินที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มการรักษาสภาพความชื้นที่ 900-1500 เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล (ดินควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับ Stewart (1975) และ Taylor and Halfacre (1986) กล่าวไว้ว่า ในการทำเกษตรในพื้นที่ที่มีดินทรายเป็นหลัก จะมีอัตราการระเหยของน้ำในดินที่สูง และอัตราการกักเก็บน้ำในดินต่ำ และน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างเนื้อดินไหลลึกลงไปในระดับต่ำกว่าที่จะเป็นประโยชน์ต่อรากพืช มีการทดสอบสาร Hydrophilic Polymer สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บกักน้ำในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อรากพืชในดินทรายได้

จากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน ดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล ความชื้นในดินมีความแตกต่างจากดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า 15% ดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล ความชื้นในดินมีความแตกต่างจากดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า 25% และดินที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล ความชื้นในดินมีความแตกต่างจากดินที่ได้รับโอเอซิส เจล ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า 45% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ El-Shafei *et al.* (1992) กล่าวไว้ว่า ในการใช้ Hydrophilic polymers ในการปลูกพืช ทำให้ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อรากพืชเพิ่มขึ้น ช่วยยืดเวลาการให้น้ำแก่พืชได้นานขึ้น Hydrophilic polymers ส่งผลให้ดินสามารถเก็บกักความชื้นได้เพิ่มขึ้น และช่วยเก็บกักความชื้น ลดการระเหยน้ำในดินทราย



ภาพที่ 1 ความชื้นในดินตลอดการปลูกข้าวโพดที่วัดด้วยเครื่อง Decagon Devices Em50 รุ่น EC H₂O

2. ผลของการใช้สารโพลิเมอร์ Oasis Gel T-400 ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และอัตราที่เหมาะสมต่อข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว

ข้าว

การเก็บข้อมูลข้าวการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุกๆ 2 อาทิตย์ ได้แก่ ความสูง จำนวนใบตอกอ จำนวนหน่อตอกอ ค่าความเขียวของใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเก็บข้อมูลผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว

ความสูง

จากการวัดความสูงของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสูงของข้าวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ความสูงเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลองเมื่อข้าวอายุ 14, 28, 42, 84 และ 106 วันหลังปลูก โดยมีความสูงเฉลี่ย 24.1, 32.2, 45.2, 75.8 และ 83.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่พบความสูงข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 56, 70 และ 120 วันหลังปลูก ดังแสดงในตารางที่ 4 ที่อายุ 56 วัน ข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 64.1 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ Qu and Varennes (2010) กล่าวว่าไว้ว่า Hydrophilic Polymer จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้นเพราะว่าดินมีความชื้นมากขึ้นโดยการเปรียบเทียบจากพืชที่ปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่ Hydrophilic Polymer โดยพืชที่ได้ Hydrophilic Polymer พืชจะได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ซึ่ง Hydrophilic Polymer ช่วยดูดซับน้ำและปลดปล่อยออกมาช่วยในช่วงที่ไม่มีฝนตกลงมา และช่วยลดการระเหยของน้ำในดิน ส่วนข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 2, 4 กิโลกรัม และไม่ได้ใส่ โอเอซิส เจล มีความสูงไม่แตกต่างกัน ที่อายุ 70 วัน ข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างจากการใส่ โอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 69.8 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 2, 4 กิโลกรัม และไม่ได้ใส่ โอเอซิส เจล มีความสูงไม่แตกต่างกัน และ ที่อายุ 120 วัน ข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 89.7 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ได้รับ โอเอซิส เจล อัตรา 2, 4 กิโลกรัม และไม่ได้ใส่ โอเอซิส เจล มีความสูงไม่แตกต่างกัน ความสูงเฉลี่ยของข้าวที่อายุ 56, 70 และ 120 วัน คือ 58.4, 64.9 และ 87.9 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสารโอเอซิสอัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)							
	14	28	42	56	70	84	106	120
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	22.8	31.6	43.5	57.6b	63ab	73.7	80.8	82.2b
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	24	32.8	45.7	55.6b	62.2b	72.6	79.3	85.8ab
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	22.8	31.1	44.5	56.6b	64.6ab	81.7	92.5	89.7ab
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	26.8	33.3	47.1	64.1a	69.8a	75.2	82.7	94a
ค่าเฉลี่ย	24.1	32.2	45.2	58.4	64.9	75.8	83.8	87.9
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*
C.V.%	0.16	0.12	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
S.D.	1.88	1.02	1.55	3.83	3.41	4.07	5.94	5.07

จำนวนใบตอก

จากการนับจำนวนใบตอกของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบตอกของข้าวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ จำนวนใบตอกของข้าวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, 56 และ 120 วันหลังปลูก โดยมีจำนวนใบตอกเฉลี่ย 12.6, 23.6, 45, 51.6 และ 141.9 ใบ ตามลำดับ ถึงแม้ว่าได้รับอัตราการใส่โอเอซิสที่ต่างกัน แต่พบจำนวนใบตอกมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 70, 84 และ 106 วันหลังปลูกโดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่อายุ 70 วันหลังปลูก มีจำนวนใบตอกเฉลี่ยสูงคือ 87.7 และ 84.3 ใบ ตามลำดับ ข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่อายุ 84 วันหลังปลูก มีจำนวนใบตอกเฉลี่ยสูงคือ 101.7 และ 102.6 ใบ ตามลำดับ และ ข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่อายุ 106 วันหลังปลูก มีจำนวนใบตอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 153.6 ใบ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Varennes *et al.* (2011) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การใช้ Hydrophilic Polymers ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยการใส่ Hydrophilic Polymers จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินให้สามารถกักเก็บน้ำได้มากขึ้น ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช จำนวนใบตอกเฉลี่ยของข้าวอายุ 70, 84 และ 106 วันหลังปลูก คือ 72.2, 91.6 และ 129.5 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนใบตอกเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสาร โอเอซิสอัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)							
	14	28	42	56	70	84	106	120
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	12.8	23	42	51.2	60.1b	85.1ab	122.7ab	132.3
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	11.8	21.1	40.2	44.8	56.8b	77.2b	107.6b	129.7
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	13.3	25.6	56	56.8	87.7a	101.7a	134.1ab	154.5
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	12.8	25	42	53.7	84.3a	102.6a	153.6a	151.1
ค่าเฉลี่ย	12.6	23.6	45	51.6	72.2	91.6	129.5	141.9
F-test	ns	ns	ns	ns	**	*	*	ns
C.V.%	0.16	0.27	0.19	0.19	0.24	0.18	0.21	0.20
S.D.	0.62	2.04	7.34	5.09	16.02	12.55	19.38	12.70

จำนวนหน่อตอก

จากการวัดจำนวนหน่อตอกของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของหน่อตอกของข้าวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ จำนวนหน่อตอกของข้าวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, 56, 70 และ 120 วันหลังปลูก โดยจำนวนหน่อตอกเฉลี่ย 3.3, 8, 11.4, 12.8, 12.8 และ 36.9 หน่อ ตามลำดับ แต่พบจำนวนหน่อตอกมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 84 วันหลังปลูก โดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนหน่อตอกเฉลี่ยสูงคือ 25.7 และ 26.1 หน่อ และ พบจำนวนหน่อตอกมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 106 วันหลังปลูก ข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนหน่อตอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 39 หน่อ ซึ่งสอดคล้องกับ Olszewski *et al.* (2010) กล่าวว่า การใช้ Hydrogel ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง จำนวน 2 กิโลกรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรในการปลูกพืชตระกูล *Sedum spp.* ทำให้การเจริญเติบโตของยอดเพิ่มขึ้น 20-37% จำนวนหน่อตอกเฉลี่ยของข้าวอายุ 84 และ 106 วันหลังปลูก คือ 23 และ 33.8 หน่อ ปลูก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนหน่อตอกเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสารโอเอซิสอัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)							
	14	28	42	56	70	84	106	120
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	3.5	7.3	10.7	12.3	12.3	20.2b	30.1ab	35
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	3	8.3	10.2	11.2	11.2	20b	29.2b	32.1
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	3.5	8.2	14.1	14.2	14.2	25.7a	37ab	38.7
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	3.5	8.2	10.6	13.5	13.5	26.1a	39a	42
ค่าเฉลี่ย	3.3	8	11.4	12.8	12.8	23	33.8	36.9
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
C.V.%	0.18	0.26	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	0.21
S.D.	0.25	0.46	1.81	1.32	1.32	3.35	4.90	4.31

ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit)

จากการวัดค่าความเขียวใบของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความเขียวใบของข้าวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ค่าความเขียวใบของข้าวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, 56, 70, 84, 106 และ 120 วันหลังปลูก ค่าความเขียวใบเฉลี่ย 29.3, 35, 31.3, 27.1, 33.5, 39.8, 41.6 และ 34.2 SPAD Unit และ ค่าความเขียวใบของข้าวมีค่ามากที่สุดในช่วง 106 วัน หลังปลูก และลดลงจนถึงเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วันหลังปลูก ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความเขียวของใบเฉลี่ย (SPAD Unit) ของข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ได้รับสารไอเอชเอสอัตราต่าง ๆ และที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)							
	14	28	42	56	70	84	106	120
ไอเอชเอส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	29.7	36.2	31.5	26.6	31.9	39.8	42.8	36.3
ไอเอชเอส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	31	36.6	31.9	28.5	34	38.3	40.7	32
ไอเอชเอส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	27.5	34.1	32.4	26.5	35	40.9	44.7	35.6
ไอเอชเอส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	29.1	33.3	29.5	26.8	33.1	40.2	38.2	33.1
ค่าเฉลี่ย	29.3	35	31.3	27.1	33.5	39.8	41.6	34.2
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.11	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.09	0.16
S.D.	1.45	1.60	1.27	0.94	1.31	1.09	2.79	2.03

พื้นที่ใบ

จากการวัดพื้นที่ใบข้าวในแต่ละสิ่งทดลองหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของข้าว ไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยพื้นที่ใบของข้าวที่ใส่ โอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าเฉลี่ยคือ 729.9, 655.5, 1,280.6 และ 907.5 ตารางเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบทั้งหมดคือ 893.4 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบข้าวที่ได้รับสาร Oasis Gel T-400 ในอัตราต่างๆ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

สิ่งทดลอง	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	729.9
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	655.5
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	1,280.6
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	907.5
ค่าเฉลี่ย	893.4
F-test	ns
C.V.%	0.65
S.D.	278.95

น้ำหนักสด ราก ลำต้น ใบ เมล็ด 100 เมล็ด และเมล็ดรวมเฉลี่ย

จากการชั่งน้ำหนักสดของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของ ลำต้น ใบ เมล็ด 100 เมล็ด และเมล็ดรวม ไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของลำต้น ใบ เมล็ด 100 เมล็ด และเมล็ดรวม เฉลี่ย 195.5, 59, 3.8, และ 59.4 ตามลำดับ แต่พบน้ำหนักรากมีความแตกต่างกันทางสถิติหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ Silberbush *et al.* (1993) กล่าวว่า ระบบของรากพืชที่ได้รับ Agrosoak ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง รากจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อได้รับ Agrosoak ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของน้ำในดินที่เพิ่มขึ้นที่ระดับ 25 เซนติเมตรจากผิวดิน โดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักรากสูงสุดที่ 181 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ยของรากคือ 82.3 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/กอ) ราก ลำต้น ใบ เมล็ด 100 เมล็ด และ เมล็ดรวมเฉลี่ย

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/กอ)				
	ราก	ลำต้น	ใบ	100 เมล็ด	เมล็ดรวม
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	96.5bc	191.8	56.4	2.8	48
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	72.6c	174.5	51.6	3.7	56.5
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	181a	200.2	71.6	4.9	61.2
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	172.7ab	215.7	56.4	3.9	71.9
ค่าเฉลี่ย	82.3	195.5	59	3.8	59.4
F-test	*	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.49	0.34	0.60	0.44	0.44
S.D.	56.95	17.1	8.69	0.86	9.96

น้ำหนักแห้ง ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

จากการชั่งน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าว โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน ในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด ของข้าวในแต่ละสิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของราก ลำต้น ใบ และเมล็ด หลังจากอบแห้ง ของข้าวเท่ากับ 65.8, 36.1, 13.8 และ 17 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Farrell *et al.* (2013) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การใส่ Hydrogel ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ไม่ส่งผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของพืช ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/กอ) ของ ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/กอ)			
	ราก	ลำต้น	ใบ	เมล็ด
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	65.3	33.3	11.1	11.7
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	44.6	26.6	12.6	11.9
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	78	56.4	17.7	23.3
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	75.6	28.1	13.9	21.1
ค่าเฉลี่ย	65.8	36.1	13.8	17
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.50	0.68	0.44	0.82
S.D.	15.21	13.83	2.82	6.07

ข้าวโพด

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 2 อาทิตย์ ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนใบแห้ง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ค่าความเขียว ของใบ และเก็บข้อมูลผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำหนักสดเฉลี่ย ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด พื้นที่ ใบ น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด ตามลำดับ

ความสูงต้น

จากการวัดค่าความสูงของข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าความสูงเฉลี่ยของ ข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ พบว่า Oasis Gel T-400 ความสูงของข้าวโพดไม่มี ความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, 56, 70, 84 และ 106 วันหลังปลูก ซึ่งสอดคล้องกับ Silberbush *et al.* (1993) กล่าวไว้ว่า ผลจากการวิเคราะห์การใช้ Agrosoak ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง ไม่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพด โดยค่าความความสูงเฉลี่ย 48.8, 116.3, 154.5, 194.6, 193.4, 192 และ 192 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความสูงต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) ข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน ในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)						
	14	28	42	56	70	84	106
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	50.1	119.1	140.7	187.1	188	187.2	187.2
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	51.7	117	159.7	201	200.7	196.1	196.1
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	45.8	114.2	157.6	194.2	191.7	194	194
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	47.6	114.8	160	196.2	193.2	190.7	190.7
ค่าเฉลี่ย	48.8	116.3	154.5	194.6	193.4	192	192
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.07	0.06	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
S.D.	2.61	2.23	9.26	5.77	5.33	3.89	3.89

จำนวนใบสด

จากการนับจำนวนใบต่อต้นข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ จำนวนใบข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 42, 56 และ 70 วันหลังปลูก โดยจำนวนใบข้าวโพดเฉลี่ย 5.8, 11.7, 14.5 และ 14.1 ใบต่อต้นตามลำดับ แต่พบจำนวนใบข้าวโพดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 28 วันหลังปลูก โดยข้าวโพดที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบข้าวโพดสูงสุดที่ 9.6 ใบต่อต้น และ ที่อายุ 84 และ 106 วันหลังปลูก ข้าวโพดที่ไม่ได้รับโอเอซิส มีจำนวนใบข้าวโพดสูงสุดที่ 14.3 และ 12.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Silberbush *et al.* (1993) โดยไว้ว่า ในการใช้ Agrosoak กับ การปลูกข้าวโพด พบว่า จำนวนความหนาแน่นของต้นข้าวโพด มีค่าสูงเมื่อไม่ใช้ Agrosoak ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง ในการเพาะปลูก และในการใช้ Agrosoak ในการเพาะปลูกข้าวโพด ทำให้ความหนาแน่นของต้นข้าวโพดลดลงเมื่อใช้ Agrosoak เพิ่มขึ้น ตามลำดับ จำนวนใบสดต่อต้นเฉลี่ยของข้าวโพดอายุ 28, 84 และ 106 วันหลังปลูก คือ 8.7, 13.7 และ 11.2 ใบต่อต้นตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 จำนวนใบต่อต้นข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)						
	14	28	42	56	70	84	106
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	5.8	7.8b	11.8	15.1	14.4	14.3a	12.5a
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	6	8.3ab	12	14.3	14.5	13.8b	10.7ab
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	6.1	9.1ab	11.8	14.5	13.8	13.6b	11.9ab
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	5.6	9.6a	11.5	14.3	13.8	13.2b	10b
ค่าเฉลี่ย	5.8	8.7	11.7	14.5	14.1	13.7	11.2
F-test	ns	**	ns	ns	ns	*	*
C.V.%	0.08	0.12	0.07	0.05	0.06	0.06	0.14
S.D.	0.22	0.80	0.20	0.37	0.37	0.45	1.13

จำนวนใบแห้ง

จากการนับจำนวนใบแห้งข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบแห้งข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ จำนวนใบข้าวแห้งข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 42, 56 และ 70 วันหลังปลูก โดยจำนวนจำนวนใบแห้งข้าวโพดเฉลี่ย 1.1, 2 และ 1.4 ใบตามลำดับ แต่พบจำนวนใบแห้งข้าวโพดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 28 วันหลังปลูกโดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบแห้งข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุดที่ 2 ใบต่อกอ และพบความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 84 และ 106 วันหลังปลูก โดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบแห้งข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.9 และ 3.4 ใบต่อกอ ตามลำดับ จำนวนใบแห้งเฉลี่ยของข้าวโพดอายุ 28, 84 และ 106 วันหลังปลูกคือ 1.6, 1.5 และ 2.5 ใบต่อดัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนใบแห้งต่อดันข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)						
	14	28	42	56	70	84	106
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	0	1.7ab	1	2.2	1.2	1.1b	1.9b
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	0	2a	1	1.7	1.3	1.7b	2.8ab
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	0	1.5b	1.2	2.2	1.5	1.5b	1.9b
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	0	1.2b	1.3	2	1.8	1.9a	3.4a
ค่าเฉลี่ย	0	1.6	1.1	2	1.4	1.5	2.5
F-test	-	*	ns	ns	ns	*	*
C.V.%	-	0.28	0.25	0.34	0.36	0.25	0.44
S.D.	-	0.33	0.15	0.23	0.26	0.34	0.73

เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

จากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, 56, 70, 84 และ 106 วันหลังปลูก เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดที่อายุ 106 วันหลังปลูก มีค่าลดลงเล็กน้อย และงดการให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยค่าความสูงเฉลี่ย 1.2, 2.3, 2.4, 2.4, 2.5, 2.5 และ 2.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นข้าวโพดพันธุ์ CP801 ที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)						
	14	28	42	56	70	84	106
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	1.1	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	1.2	2.1	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	1.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.7	2.1
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	1.2	2.4	2.5	2.4	2.6	2.6	2.4
ค่าเฉลี่ย	1.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.13	0.09	0.07	0.07	0.06	0.08	0.90
S.D.	0.12	0.17	0.05	0.05	0.08	0.09	0.17

ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit)

จากการวัดค่าความเขียวใบข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าความเขียวใบเฉลี่ยของข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ค่าความเขียวใบข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 28, 42, 56, 70 และ 84 วันหลังปลูก โดยค่าความเขียวใบข้าวโพดเฉลี่ย 41.1, 36.5, 44, 46.4 และ 43.2 SPAD Unit ลำดับ แต่พบค่าความเขียวใบข้าวโพดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 14 วันหลังปลูก โดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความเขียวใบข้าวโพดสูงสุดที่ 38 SPAD Unit และ ที่อายุ 106 วันหลังปลูก ข้าวที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล ค่าความเขียวใบข้าวโพดสูงสุดที่ 42.5 SPAD Unit ค่าความเขียวใบเฉลี่ยของข้าวโพดอายุ 14 และ 106 วันหลังปลูกคือ 35.7 และ 39 SPAD Unit ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าความเขียวของใบข้าวโพดพันธุ์ CP 801 ที่อายุต่างกัน

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)						
	14	28	42	56	70	84	106
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	33.5b	40.4	40.3	43.3	47.3	42.5	42.5a
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	38a	40.5	30.4	45.7	46.7	45.1	38.6ab
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	35.4ab	42.7	37.5	44.5	48.2	43	36.4b
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	36ab	41	37.7	42.6	43.5	42.4	38.8ab
ค่าเฉลี่ย	35.7	41.1	36.5	44	46.4	43.2	39
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V.%	0.08	0.07	0.27	0.13	0.11	0.10	0.09
S.D.	1.85	1.06	4.24	1.36	2.04	1.26	3.08

พื้นที่ใบ

จากการวัดพื้นที่ใบของข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลอง ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของข้าวโพด ไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการใส่โอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 3,935.1, 5,286.6, 4,728.3 และ 4,732.4 ตารางเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบทั้งหมดคือ 4,670.6 ตารางเซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

สิ่งทดลอง	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	3,935.1
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	5,286.6
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	4,728.3
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	4,732.4
ค่าเฉลี่ย	4,670.6
F-test	ns
C.V. %	0.27
S.D.	556.04

น้ำหนักสด

จากการชั่งน้ำหนักสดของข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองหลังการเก็บเกี่ยว ค่าเฉลี่ยของ ใบ และเมล็ด ของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าเฉลี่ยของใบและเมล็ดคือ 137 และ 419.3 กรัม ตามลำดับ แต่พบน้ำหนักรากและลำต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดรากข้าวโพดสูงสุดที่ 591.3 กรัม และ ข้าวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดลำต้นข้าวโพดสูงสุดที่ 358.2 กรัม และน้ำหนักสดรากและลำต้นเฉลี่ยของข้าวคือ 374.5 และ 258.3 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Baker (1991) กล่าวไว้ว่า ในการใช้ hydrophilic polymer เพื่อช่วยในการดูดซับความชื้นของดินในการปลูกพืช จะส่งผลต่อการเจริญของราก เพราะจากจะมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นเพื่อเข้าดูดซับความชื้นในบริเวณที่มีการเก็บสะสมความชื้นในดินคือ hydrophilic polymer ที่ได้รับความชื้นในดิน แสดงให้เห็นว่าการใส่ Hydrophilic polymer สามารถลดสภาวะความเครียดในดินที่เกิดจากสภาวะขาดน้ำได้ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)			
	ราก	ลำต้น	ใบ	เมล็ด
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	175.6b	178b	148.6	381.7
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	341.3b	184.2b	148.8	375.9
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	389.7ab	358.2a	133.6	446.1
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	591.3a	312.7ab	117.2	473.5
ค่าเฉลี่ย	374.5	258.3	137	419.3
F-test	**	*	ns	ns
C.V.%	0.56	0.42	0.29	0.37
S.D.	171.16	91.06	15.02	48.14

น้ำหนักแห้ง ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

จากการเก็บค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวโพด โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน ในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น ใบ และ เมล็ดของข้าวโพดในแต่ละสิ่ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของราก ใบ และเมล็ดเท่ากับ 119.6, 59.4 และ 363.1 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ Farrell *et al.* (2013) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การใส่ Hydrogel ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ไม่ส่งผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของพืช นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างทางสถิติที่น้ำหนักแห้งของลำต้น โดยข้าวโพดที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าน้ำหนักแห้งของลำต้นสูงสุดคือ 103.9 กรัม ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้นคือ 82.1 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	ราก	ลำต้น	ใบ	เมล็ด
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	56.2	57.1b	44	301.1
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	158.1	80.8b	66.4	364.8
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	113.8	86.7ab	67.3	394.7
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	150.5	103.9a	59.9	391.8
ค่าเฉลี่ย	119.6	82.1	59.4	363.1
F-test	ns	**	ns	ns
C.V.%	0.62	0.30	0.22	0.36
S.D.	46.51	19.34	10.7	43.47

ถั่วเขียว

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของถั่วเขียว โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 2 อาทิตย์ ได้แก่ ความสูงต้น, จำนวนใบ, ค่าความเขียวของใบ และเก็บข้อมูลผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำหนักสดเฉลี่ย ราก, ลำต้น, ใบ และฝัก, พื้นที่ใบ, น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ราก, ลำต้น, ใบ และฝัก ตามลำดับ

ความสูง

จากการวัดความสูงถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า ค่าความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ความสูงถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 42 และ 56 วัน หลังปลูก โดยความสูงถั่วเขียวเฉลี่ย 24.7, 52.7 และ 56.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่พบความสูงถั่วเขียวมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 28 วันหลังปลูก โดยถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงที่สุดที่ 36 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวที่ 28 วันหลังปลูกคือ 34 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ความสูง (เซนติเมตร) ถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)			
	14	28	42	56
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	25.5	35.4ab	54.9	58.6
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	24.4	32b	50.5	55.1
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	25.6	36a	53.6	58.6
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	23.6	32.6ab	51.9	55.1
ค่าเฉลี่ย	24.7	34	52.7	56.8
F-test	ns	*	ns	ns
C.V.%	0.09	0.07	0.07	0.08
S.D.	0.95	1.99	1.92	2.02

จำนวนใบ

จากการนับจำนวนใบถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าจำนวนใบเฉลี่ยของถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ จำนวนใบถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 28 และ 42 วันหลังปลูก โดยจำนวนใบถั่วเขียวเฉลี่ย 6 และ 10.5 ใบตามลำดับ แต่พบจำนวนใบถั่วเขียวมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 14 วันหลังปลูก โดยถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 2, 4 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ได้โอเอซิส เจล มีจำนวนใบสูงที่ 3, 3 และ 3 ใบ และ ที่อายุ 56 วันหลังปลูก ถั่วเขียวที่ไม่ได้รับโอเอซิส เจล และถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบสูงสุดที่ 11.2 และ 11.4 ใบ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Oschmann *et al.* (2007) กล่าวไว้ว่า การใช้ Hydrogel ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่งใช้ในการปลูกพืช จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แต่ถ้าใช้ในจำนวนที่มากเกินไปอาจทำให้จำนวนผลผลิตของพืชลดลงได้ และจำนวนใบเฉลี่ยของถั่วเขียวที่อายุ 14 และ 56 วันหลังปลูก คือ 2.9 และ 10 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนใบถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)			
	14	28	42	56
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	3a	6	11.6	11.2a
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	3a	5.3	9.1	8.1b
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	3a	6.2	11.6	11.4a
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	2.75b	6.6	10	9.4ab
ค่าเฉลี่ย	2.9	6	10.5	10
F-test	*	ns	ns	*
C.V.%	0.05	0.10	0.16	0.19
S.D.	0.12	0.54	1.23	1.56

ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit)

จากการวัดค่าความเขียวใบถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าความเขียวใบถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ ความเขียวใบถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันที่อายุ 14, 28, 42, และ 56 วันหลังปลูก ค่าความเขียวของใบมีค่าสูงสุดที่ 42 วันหลังปลูก และที่ 56 วันหลังปลูก ค่าความเขียวของใบมีค่าลดลง เนื่องจากเข้าสู่ช่วงสุกแก่ทางสรีระ โดยค่าความความเขียวใบถั่วเขียวเฉลี่ย 36.1, 40.3, 49.6 และ 46.7 SPAD Unit ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าความเขียวใบถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1

สิ่งทดลอง	อายุ (วัน)			
	14	28	42	56
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	36.7	40	50.2	44
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	36.6	39.1	51.9	53.8
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	36.2	42.2	47.2	45.8
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	34.9	40.1	49.3	43.2
ค่าเฉลี่ย	36.1	40.3	49.6	46.7
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V.%	0.05	0.07	0.09	0.09
S.D.	0.82	1.31	1.95	4.85

พื้นที่ใบ

จากการวัดพื้นที่ใบของถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลอง ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการใส่ โอเอซิส เจล อัตรา 0, 2, 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2,094.4, 1,436.8, 2,020.5 และ 2,238.5 ตารางเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบทั้งหมดคือ 1,948 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ (ตร.ซม.) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

สิ่งทดลอง	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	2,096.4
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	1,436.8
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	2,020.5
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	2,238.5
ค่าเฉลี่ย	1,948
F-test	ns
C.V.%	0.29
S.D.	352.60

น้ำหนักสด ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

จากการชั่งน้ำหนักสดถั่วเขียวในแต่ละสิ่งทดลอง ค่าเฉลี่ยของลำต้น และฝัก ไม่มีความแตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าเฉลี่ยของลำต้น และ ฝัก คือ 65.4 และ 50.9 กรัม ตามลำดับ แต่พบน้ำหนักราก มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักรากเฉลี่ยสูงสุดที่ 29.2 กรัม และ ถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดใบสูงสุดเฉลี่ยที่ 76.1 กรัม น้ำหนักสดเฉลี่ยของราก และใบ คือ 13 และ 58.5 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Baker (1991) กล่าวไว้ว่า ในการใช้ Hydrophilic polymer เพื่อช่วยในการดูดซับความชื้นของดินในการปลูกพืช จะส่งผลต่อการเจริญของราก เพราะจากจะมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นเพื่อเข้าดูดซับความชื้นในบริเวณที่มีการเก็บสะสมความชื้นในดินคือ Hydrophilic polymer ที่ได้รับความชื้นในดิน แสดงให้เห็นว่าการใส่ Hydrophilic polymer สามารถลดสภาวะความเครียดในดินที่เกิดจากสภาวะขาดน้ำได้ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)			
	ราก	ลำต้น	ใบ	เมล็ด
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	7.3b	70.9	64.3ab	53.6
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	5.8b	58.6	39.1b	47.9
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	9.7b	73.4	76.1a	53.7
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	29.2a	58.8	54.8ab	48.5
ค่าเฉลี่ย	13	65.4	58.5	50.9
F-test	**	ns	*	ns
C.V.%	0.92	0.28	0.29	0.32
S.D.	10.91	7.83	15.63	3.15

น้ำหนักแห้ง ราก ลำต้น ใบ และเมล็ด

จากการเก็บค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด ถั่วเขียว แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน ในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของราก ใบ และเมล็ดของถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งราก ใบ และเมล็ด เท่ากับ 3.4, 4.7 และ 20.7 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Farrell *et al.* (2013) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การใส่ Hydrogel ซึ่งเป็น Hydrophilic Polymer ชนิดหนึ่ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ไม่ส่งผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของพืช และพบความแตกต่างทางสถิติที่น้ำหนักแห้งของลำต้น โดยถั่วเขียวที่ได้รับโอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 7.1 กรัม ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้นคือ 4.8 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ราก ลำต้น ฝัก ใบ และ เมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	ราก	ลำต้น	ใบ	เมล็ด
โอเอซิส เจล อัตรา 0 กก./ไร่	4.5	5.4ab	3.9	26.1
โอเอซิส เจล อัตรา 2 กก./ไร่	1.9	2.9b	4.9	17
โอเอซิส เจล อัตรา 4 กก./ไร่	3.8	7.1a	5.5	21.1
โอเอซิส เจล อัตรา 6 กก./ไร่	3.5	3.8ab	4.5	18.7
ค่าเฉลี่ย	3.4	4.8	4.7	20.7
F-test	ns	*	ns	ns
C.V.%	0.94	0.51	0.45	0.45
S.D.	1.09	1.84	0.67	3.95

สรุป

ในการศึกษาผลของสาร ไอเอซิส เจล ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และความชื้นในดินตลอดการเพาะปลูก สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใส่ไอเอซิส เจล ในการปลูกข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในดิน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าลดลง และโปรแตสเซียมมีค่าคงที่

2. การใส่ไอเอซิส เจล มีผลต่อการอุ้มน้ำในดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว โดยการอุ้มน้ำของดินมีแนวโน้มลดลงในทุกๆ อัตราที่ใส่ไอเอซิส เจล

3. การใส่ไอเอซิส เจล มีผลต่อความชื้นในดินตลอดการเพาะปลูก โดยความชื้นในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ไอเอซิส เจล ที่เพิ่มขึ้น

4. อิทธิพลของไอเอซิส เจล ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว

4.1 ไอเอซิส เจล มีผลต่อความสูงของข้าว โดยการใส่ ไอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 56, 70 และ 120 วันหลังปลูก มากที่สุด มีผลต่อความสูงของถั่วเขียว โดยการใส่ ไอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 28 วันหลังปลูก มากที่สุด แต่ไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพดตามลำดับ

4.2 ไอเอซิส เจล มีผลต่อจำนวนใบข้าว โดยการใส่ ไอเอซิส เจล อัตรา 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 70 และ 84 วันหลังปลูก มีผลต่อจำนวนใบ และการใส่ ไอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 106 วันหลังปลูก มีผลต่อจำนวนใบมากที่สุด การใส่ไอเอซิส เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อจำนวนใบข้าวโพด ที่อายุ 28 วันหลังปลูก มีค่ามากที่สุด การไม่ใส่ไอเอซิส เจล มีผลต่อจำนวนใบข้าวโพดสูงสุดที่อายุ 84 และ 106 วันหลังปลูก การใส่ไอเอซิส เจล มีผลต่อจำนวนใบถั่วเขียว อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ามากที่สุด ที่อายุ 14 วันหลังปลูก และการใส่ไอเอซิส เจล อัตรา 4 กิโลกรัม และไม่ใส่ มีผลต่อจำนวนใบสูงสุดที่อายุ 56 วันหลังปลูก ตามลำดับ

4.3 โอเอซิล เจล มีผลต่อจำนวนหน่อตอกของข้าว โดยการใส่ โอเอซิล เจล 4 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อจำนวนหน่อตอกสูง ที่อายุ 84 วันหลังปลูก และการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อจำนวนหน่อตอกสูงสุด ที่อายุ 106 วันหลังปลูก และการใส่ โอเอซิล เจล มีผลต่อจำนวนใบแห้งข้าวโพด โดยการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อจำนวนใบแห้งข้าวโพดมากที่สุด และการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อจำนวนใบแห้งข้าวโพดสูงสุดที่อายุ 84 และ 106 วันหลังปลูก ตามลำดับ

4.4 โอเอซิล เจล มีผลต่อค่าความเขียวใบข้าวโพด โดยการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 14 วันหลังปลูก ค่าความเขียวใบข้าวโพดมีค่ามากที่สุด และการไม่ใส่โอเอซิล เจล ที่อายุ 106 วันหลังปลูก ค่าความเขียวใบข้าวโพดมีค่ามากที่สุด และการใส่โอเอซิล เจล ไม่มีผลต่อค่าความเขียวใบของข้าวและถั่วเขียว

4.5 โอเอซิล เจล มีผลต่อน้ำหนักสดของรากข้าว โดยการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ามากที่สุดหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักสดของ ลำต้น ใบ เมล็ด และ เมล็ด 100 เมล็ด โอเอซิล เจล มีผลต่อน้ำหนักสดของรากข้าวโพด โดยการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ามากที่สุด และลำต้นข้าวโพด การใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 4 กิโลกรัม มีค่ามากที่สุด การใส่โอเอซิล เจล ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของใบและเมล็ด ข้าวโพด ถั่วเขียว การใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อน้ำหนักรากสดของถั่วเขียวมากที่สุด และการใส่ โอเอซิล เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อน้ำหนักใบถั่วเขียวมากที่สุด และการใส่โอเอซิล เจล ไม่มีผลต่อ ลำต้นและเมล็ดถั่วเขียว ตามลำดับ

4.6 การใส่โอเอซิล เจล ในการปลูกพืชทั้ง ข้าว ข้าวโพด และถั่วเขียว ไม่ส่งผลต่อพื้นที่ใบแก่พืชทั้ง 3 ชนิด

4.7 การใส่โอเอซิล เจล มีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพด โดยการใส่โอเอซิล เจล อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อน้ำหนักลำต้นมากที่สุด แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของ ราก ใบ และเมล็ดของข้าวโพด การใส่โอเอซิล เจล มีผลต่อน้ำหนักแห้งของถั่วเขียว โดยการใส่โอเอซิล เจล อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อน้ำหนักแห้งของลำต้นถั่วเขียวมากที่สุด แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของ ราก ใบ และเมล็ด ถั่วเขียว และการใส่โอเอซิล เจล ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าว ตามลำดับ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการข้าว. 2553. สถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวของโลก ปี 2553/2554. แหล่งที่มา: <http://www.rice.moc.go.th/editor/uploads/document/1294287033.pdf>, 18 ธันวาคม 2554.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2540. คู่มือการบันทึกข้อมูลพืชไร่. กรุงเทพฯ. 274.

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2557. ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen series: Ks). แหล่งที่มา: http://www.idd.go.th/thaisoils_museum/INDEX0.html

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86.htm>, 20 ธันวาคม 2553.

เกษม สุขสถาน, นพพร สายัมพล, รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ, วันชัย จันทร์ประเสริฐ, สว่าง พุกษาชีวะ, อุดม พูลเกษ, งามชื่น รัตนดิลก, พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, สุพจน์ เฟื่องฟูพงศ์, ไสว พงษ์เก่า และโอวาท จุฑานนท์. 2527. พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 336.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2527. พืชศาสตร์พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 155.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2542. พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 470.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 276.

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และ สมชาย บุญประดับ. 2557. การปลูกถั่วเขียว. ศูนย์วิจัยพืชไร่นาสุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร. 9.

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์. 2550. อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 462.

ทิวา พาโคกทม. 2542. อิทธิพลของระดับความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบ
ผลผลิต และอัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทวา เมลลันนท์, วันชัย ฅนอมทรัพย์, สมชาย บุญประดับ, กนกพร เมลลันนท์ และ รัศมี มหาผล.
2536. การตอบสนองของพืชตระกูลถั่วบางชนิดต่อความแห้งแล้งภายใต้การให้น้ำต่าง
ระดับ. รายงานผลงานวิจัยถั่วเหลืองและพืชไร่ในเขตชลประทาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่
ชัยนาท. ชัยนาท.

ธนกร วรภูมิ, นพคุณ นันทะวรการ, อรรณพ เรืองวิไลทรัพย์ และ อัครเดช ปัญญาพี. 2553.
สภาวะโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจภาคเหนือ. แหล่งที่มา:
<http://www.econ.mju.ac.th/tanarak/wp-content/uploads/2011/04/Global-warming.pdf>.
1 ธันวาคม 2555.

นวิรัตน์ อุดมประเสริฐ. 2541. สรีรวิทยาของการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
210.

นำพลชัย กิจรักษ์กุล. 2549. ภูมิอากาศของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 93.

นิพนธ์ ไชยมงคล, สห ตูลพงศ์, นพดล จรัสสัมฤทธิ์, เกษศินี สิทธิวงศ์ และ กฤษณันท์ ทองทิพย์.
2554. การผลิตพืชและการดำรงชีวิตของพืชและผลิตภัณฑ์จากพืช. แหล่งที่มา:
<http://www.ap.mju.ac.th/lecturenote/silo/lesson/จำแนกพืช.ppt>

บริษัท เมอร์เซเดส อินเตอร์เนชั่นแนล. สารอู่มน้ำ Oasis gel (T-400). กรุงเทพฯ ฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 256.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2550. ต้นไม้และสภาวะโลกร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาลี ณ นคร. 2552. ความสัมพันธ์ของน้ำและพืช, 3-29. ใน **สรีรวิทยาของพืช**. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ.

รวี เสฐฐักดี และ โสภณ ศิริแพทย์. 2552. อิทธิพลของมูมกึ่งต่อการผลิตใบมะกรูด, น. 29-31. ใน
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, ชุศักดิ์ จอมพุก และ จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2541. **พฤกษศาสตร์
พืชเศรษฐกิจ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 220.

วันชัย ถนอมทรัพย์, กนกพร เมลาณนท์ และ สมชาย บุญประดับ. 2538. การตอบสนองของถั่ว
เขียวต่อการจัดการระยะปลูกและปริมาณการให้น้ำ, น. 286-299. ใน **รายงานการ
สัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 6**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
นครราชสีมา.

วาสนา ผลารักษ์. 2523. **ข้าว**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 76.

สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2554. **ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพดอาหารสัตว์ CP 801**. แหล่งที่มา
http://www.thasta.com/product/details.asp?Event_ID=2151

สมจินตนา ทุมแสน และอิสระ พุทธสีมา. 2554. **ถั่วเขียว**. แหล่งที่มา: http://www.ekaset.net/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=39, 18 ธันวาคม 2554.

สมชาย บุญประดับ. 2535. **ผลกระทบของการให้น้ำต่างระดับต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
พันธุ์ถั่วเขียว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมชาย บุญประดับ, วันชัย ถนอมทรัพย์, เทวา เมลาณนท์ และ มนต์รี ชาตะศิริ. 2538. อิทธิพล
ของการให้น้ำชลประทานที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำ
หลังข้าว, น. 302-310. ใน **รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 6 ปี
2538**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

สมบัติ พุทธจักร. 2550. โครงสร้างและสมบัติเชิงฟิสิกส์ของโพลีเมอร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปัตตานี. 229.

สมพร ดิษฐศรี. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ พิชิตพร และวิไลวรรณ พรหมคุณ. 2538. คำกล่าวรายงานในพิธีเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 6. ใน รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

สำนักงานเกษตรอินทร์บุรี. 2556. ลักษณะประจำพันธุ์ ข้าวพันธุ์กข 47. แหล่งที่มา <http://inburi.singburi.doae.go.th/new/inburinew/010556.pdf>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2556. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/download/journal/trends2556.pdf. 15 พฤษภาคม 2557.

สำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ. 2555. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2555. แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/download/journal/trade-eco54.pdf>. 15 พฤษภาคม 2557.

ไสว พงษ์เก่า, ดุสิต ศิริพงษ์, วัชรินทร์ บุญรัตน์, อริย์ วรรณวัฒนา, พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ สุรพล อุปติสสกุล. 2524. **พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 287.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 343.

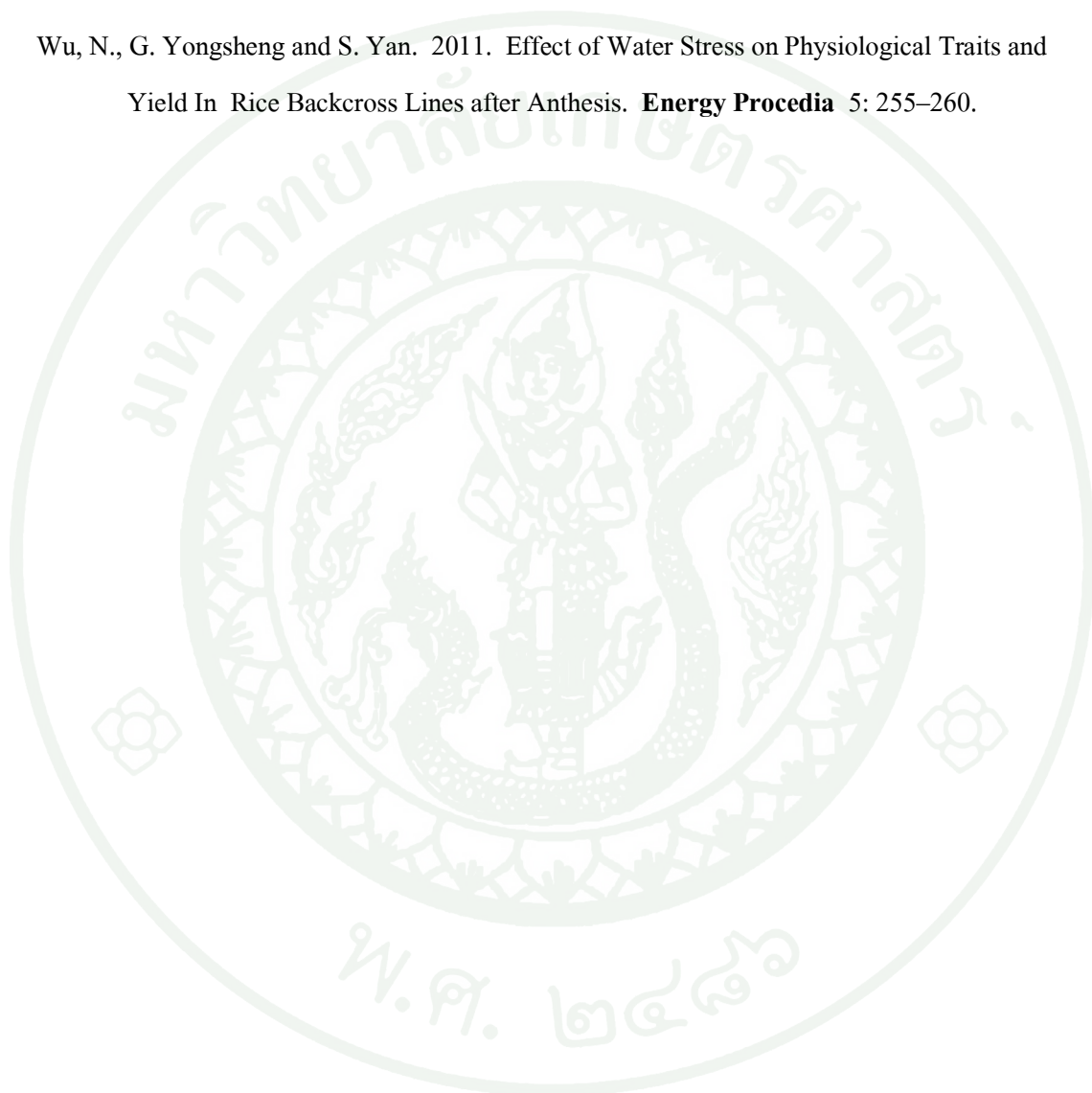
Andry, H., T. Yamamoto, T. Irie, S. Moritani, M. Inoue and H. Fujiyama. 2009. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality. **Journal of Hydrology** 373 : 177-183.

- Baker, S.W., 1991. The effect of polyacrylamide copolymer on the performance of *Lolium perenne* L. turf grown on a sand rootzone. **Journal of Sports Turf Research Institute** 67 : 66–82.
- Borjigidal A., H. Kouki, H. Tadaki, H. Toshihiro, O. Masumi and K. Kazuhiko. 2006. Seasonal Changes in Temperature Dependence of Photosynthetic Rate in Rice Under a Free-Air CO₂ enrichment. **Annals of Botany** 97 : 549-557.
- El-Shafei, Y.Z., A.M. Al-Omran, A.M. Al-Darby and A.A. Shalaby. 1992. Influence of upper layer treatment of gel-conditioner on water movement in sandy soils under sprinkler infiltration. **Arid Soil Research and Rehabilitation** 6 : 217–231.
- Farrell, C., X.Q. Ang and J.P. Rayner. 2013. Water-retention additives increase plant available water in green roof substrates. **Ecological Engineering** 52 : 112– 118
- Fernandez, J.E., F. Moreno, J.M. Murillo, M.V. Cuevas and F. Kohler. 2001. Evaluating the effectiveness of a hydrophobic polymer for conserving water and reducing weed Infection in a sandy loam soil. **Agricultural Water Management** 51 : 29-51.
- Jian-Chang, Y., L. Kai, Z. Shen-Feng, W. Xue-Ming, W. Zhi-Qin and L. Li-Jun. 2008. Hormones in Rice Spikelets in Responses to Water Stress During Meiosis. **Acta Agron Sin** 34 : 111–118.
- Olszewski, M.W., M.H. Holmes and C.A. Young, 2010. Assessment of physical properties and stonecrop growth in green roof substrates amended with compost and hydrogel. **HortTechnology** 20 : 438–444.
- Pakoktom T. 2009. **Evaluation of Evapotranspiration in Paddy Rice Fields Using CO₂ and H₂O Fluxes Ratio**. Ph.D. Thesis, Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan.

- Qu, G. and A. de Varennes. 2010. Use of hydrophilic polymers from diapers to aid the establishment of *Spergularia purpurea* in a mine soil. **Journal of Hazardous Materials** 178 : 956-962.
- R Development Core Team. 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, October 2, 2012.
- Rang, Z.W., S.V.K. Jagadish, Q.M. Zhou, P.Q. Craufurd and S. Heuer. 2011. Effect of high temperature and water stress on pollen germination and spikelet fertility in rice. **Environmental and Experimental Botany** 70 : 58–65.
- Recep, C. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Field Crops Research** 89 : 1-16.
- Reddy, V.R., K.R. Reddy and H.F. Hodges. 1995. Carbon dioxide enrichment and temperature effects on cotton canopy photosynthesis, transpiration and water-use efficiency. **Field Crop Research**. 41:13-23.
- Silberbush, M., E Adar and D Malach. 1993. Use of and Hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes I. Corn irrigated by trickling. **Agricultural water management**. 23 : 303-313
- Stewart, B.A. 1975. **Soil Conditioners**. SSSA Spec. American Society of Agronomy, USA
- Taylor, K.C. and Halfacre, R.G., 1986. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. **Hort Sci** 21:1159-1161.

Varennnes, A. De., G. Qu , C. Cordovil and P. Goncalves. 2011. Soil quality indicators response to application of hydrophilic polymers to a soil from a sulfide mine. **Journal of Hazardous Materials** 192 : 1836 - 1841.

Wu, N., G. Yongsheng and S. Yan. 2011. Effect of Water Stress on Physiological Traits and Yield In Rice Backcross Lines after Anthesis. **Energy Procedia** 5: 255–260.





เครื่องวัดค่าความเขียวของใบ

(Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502)

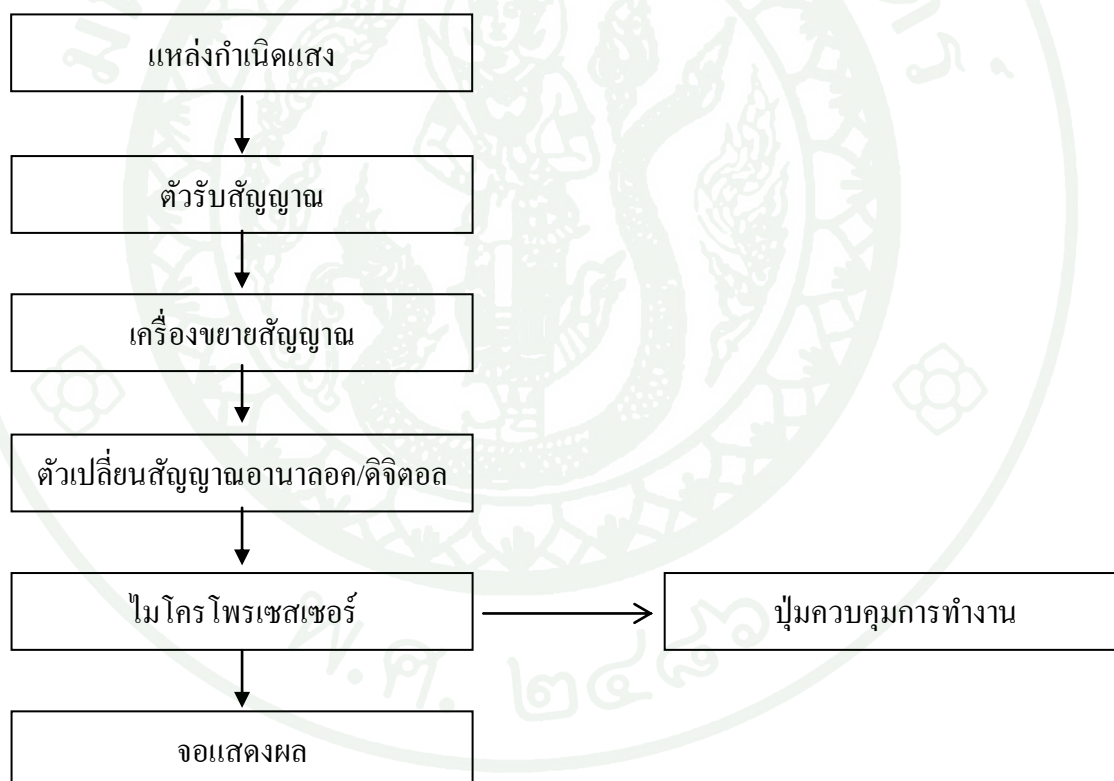
Chlorophyll meter SPAD 502 (ภาพผนวกที่ 1) ใช้วัดค่า SPAD unit ซึ่งค่าที่วัดได้จาก Chlorophyll meter SPAD 502 มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในใบ การทำงานแสดงดังภาพผนวกที่ 1 ค่าที่ได้คำนวณมาจากปริมาณแสงที่ผ่านใบในช่วงความยาวคลื่น 2 ช่วง ที่คลอโรฟิลล์มีการดูดแสงต่างกัน คือ ช่วงแสงสีแดง (red) ที่มีความยาวคลื่นสูงที่สุดที่ 650 นาโนเมตร ที่คลอโรฟิลล์มีการดูดกลืนแสงมากที่สุด และแสงอินฟราเรด (infrared) มีค่าความยาวคลื่นสูงที่สุดที่ 940 นาโนเมตร ซึ่งคลอโรฟิลล์ไม่มีการดูดแสง (ทิวา, 2542)



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวัดความเขียวใบ SPAD meter รุ่น 502 (Minolta)

หลักการทำงาน

เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ มีหลอด LED เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะส่องแสงสีแดง (red) และแสงอินฟราเรด (infrared) ผ่านใบตัวอย่างไปยังเครื่องวัดแสง ที่มี silicon photodiode เป็นตัวรับสัญญาณ ซึ่งจะให้สัญญาณไฟฟ้าออกมา หลังจากนั้นสัญญาณจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแบบดิจิทัลเพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้คำนวณค่า SPAD เปรียบเทียบกับค่าที่ประมวลได้เมื่อไม่มีตัวอย่างใบอยู่ ค่าที่ได้จะปรากฏเป็นตัวเลขให้เห็นที่จอแสดงผล มีหน่วยเป็น SPAD Unit และจะบันทึกค่านี้อัตโนมัติลงในหน่วยความจำ ซึ่งสามารถเรียกกลับมาคำนวณค่าเฉลี่ยได้โดยการกดปุ่มทำงาน



ภาพผนวกที่ 2 แผนผังการทำงานของ Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล

นายอริยะ สายสุข

วัน เดือน ปี ที่เกิด

2 เมษายน 2530

สถานที่เกิด

จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (เกษตรศาสตร์)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตสกลนคร (พ.ศ. 2551)