รหัสโครงการ SUT3-302-53-24-15

รายงานการวิจัย

โครงการการพัฒนาวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Development of Techniques in Micro Irrigation and Fertigation for Chili and Tomato Production in the Northeast

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-53-24-15

รายงานการวิจัย

โครงการ การพัฒนาวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Development of Techniques in Micro Irrigation and Fertigation for Chili and Tomato Production in the Northeast

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ ธีระอำพน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2553-2554
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว
สิงหาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ในการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การดำเนินงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่ทำการทดลอง และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการ จนเกิดผลสำเร็จที่ดี

บทคัดย่อ

การผลิตพืชโดยการให้น้ำแบบประหยัดเช่นระบบน้ำหยดกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นแต่ยังขาดคำแนะนำการให้น้ำ และปุ๋ยอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีสภาพอากาศร้อน และแห้ง ส่งผลให้พืชมีปริมาณความต้องการใช้น้ำสูง จึงจำเป็นต้องให้น้ำในปริมาณมาก แต่ดินในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่มีการอุ้มน้ำต่ำ เมื่อมีการให้น้ำในปริมาณที่มากกว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินจะเกิดการสูญเสียน้ำ และธาตุอาหารพืชเกินกว่าระยะของเขตรากพืช ในสภาวะดังกล่าวต้องให้น้ำในปริมาณต่ำ แต่ให้บ่อยครั้ง จึงทำให้เกิดการสิ้นเปลืองแรงงาน และสูญเสียน้ำจากการรั่วไหลจากระบบน้ำ การใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอาจจะสามารถช่วยทำให้การให้น้ำได้ครั้งละมากขึ้น และลดความถี่ของการให้น้ำได้โดยไม่สูญเสียน้ำ และธาตุอาหารพืช การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการให้น้ำแบบประหยัด การใช้วัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ ที่ปลูกในดินที่มีการอุ้มน้ำได้น้อย โดยมี 2 การทดลอง ในการทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีการให้น้ำแบบประหยัดและชนิดของวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ ในแต่ละพืชวางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ วิธีการให้น้ำ มี 2 วิธี คือ 1) น้ำหยดบนผิวดิน และ 2) น้ำหยดใต้ดิน ส่วน sub plot เป็น combination treatment ระหว่างชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน 4 ชนิด คือ 1) ขุยมะพร้าว 2) ขี้เถ้าแกลบ 3) ขี้เลื่อย และ 4) ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่เชื้อราไมคอร์ไรซา มี 2 ระดับ คือ 1) ใส่เชื้อราไมคอรไรซา และ 2) ไม่ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซา ผลการทดลองพบว่าวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน (การให้น้ำหยดบนผิวดินและใต้ดิน) ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ แต่พบว่าชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโต ผลผลิต โดยการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโต และผลผลิตสูงที่สุด แต่วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตพริก และมะเขือเทศ สำหรับการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต่อผลผลิต และคุณภาพของมะเขือเทศ โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 3 ซ้ำ จัด main plot แบบ combination treatment โดยมี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการให้ปุ๋ยมี 2 วิธี ได้แก่ 1) การให้ปุ๋ยทางดิน และ 2) การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และปัจจัยที่ 2 คือ ปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำมี 3 ระดับ คือ 1) ให้น้ำที่ความต้องการน้ำของพืช (ETc) 15 มม. 2) ให้น้ำที่ ETc 25 มม. และ3) ให้น้ำที่ ETc 35 มม. และ sub plot คือ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ขุยมะพร้าว) พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแก่พริก ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิต ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนในการปลูกมะเขือเทศ การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทำให้ความสูง น้ำหนักต่อผล ผลผลิต ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และความเข้มข้นของ N, P และ K ในใบพืช มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนการให้น้ำตามความต้องการน้ำของพืช 15 มม. ทำให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยทั้งในพริก และมะเขือเทศสูงกว่าที่ ETc 25 มม. และ 35 มม. ตามลำดับ และการใส่ขุย

มะพร้าวส่งผลให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และผลผลิตพริกและมะเขือเทศสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยพบว่าถ้าไม่มีการใช้วัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำมีอิทธิพลอย่างมาก ต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพริก และมะเขือเทศ แต่ถ้ามีการใส่วัสดุปรับปรุงดินอิทธิพลของความถี่ของการให้น้ำจะมีน้อยลง จึงสรุปได้ว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินสามารถลดความถี่ของการให้น้ำโดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิต และคุณภาพของพริกและมะเขือเทศ

คำสำคัญ : มะเขือเทศ, พริก, การให้น้ำแบบประหยัด, การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ, วัสดุปรับปรุงดิน, ประสิทธิภาพการใช้น้ำ, ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

Micro irrigation such as drip irrigation is becoming popular for crop production. However, the recommendation of its application is limited especially in the Northeast of Thailand which has hot and dry climatic conditions. Under these conditions, plants require high amount of water and to meet the plant water requirement, high amount of water has to be applied. However, most soils in the Northeast are sandy textures with low water holding capacity (WHC), if the amount of applied water is greater than the soil WHC, there will be water and nutrient loss due to leaching. Therefore low amount of water (less than soil WHC) has to be frequently applied which may lead to high labor cost and water loss from irrigation system. Soil organic amendments can improve soil structure which directly and indirectly increases the soil WHC and may reduce the frequency of water application. Two experiments were conducted in a low water holding capacity soil with the objective of studying the effects of micro irrigation methods, fertigation and soil amendment on tomato and chili yield, quality, water and fertilizer used efficiency. In the first experiment, 3 types of soil organic amendments (coconut coir, rice husk charcoal and sawdust), 2 methods of drip irrigation (surface and subsurface drip irrigation) and microrhiza inoculation and uninoculation were arranged in the Split Plot Design experiment. The results showed that drip irrigation methods and microrhiza inoculation had no effect on growth, yield, quality and water used efficiency of both crops. Coconut coir incorporation produced the highest yield and water used efficiency in both crops, while the application of sawdust resulted in the lowest yield and water used efficiency. In the second experiment, the effects of fertigation, water application frequency and soil amendment (coconut coir) on tomato and chili yield, nutrient and water use efficiency were studied. The treatments included three water application frequencies (1. at cumulative crop evapotranspiration (ETc) = 15 mm, 2. ETc = 25 mm and 3. ETc = 35 mm); two fertilized methods (fertigation and soil application); and two soil amendments (with and without soil amendment). The results indicated that fertigation produced greater tomato and chili yield and nutrient use efficiency than soil fertilizer application regardless of water application frequency and soil amendment. Without soil amendment, water application at Etc 15 mm had significantly greater tomato and chili yield and water use efficiency than those of at ETc 25 and 35 mm. With soil amendment, the effect of water application frequency on both crops was smaller i.e. all water application frequencies produced similar high

tomato and chili yield. It can be concluded that soil amendment could improve soil water holding capacity and reduce the frequency of water application without any effects on crop yield.

Key words: Tomato, Chili, Micro irrigation, Fertigation, Soil amendment, Water used efficiency, Fertilizer used efficiency

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ข

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ง

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

2 ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญของผลิตพริก และมะเขือเทศในประเทศไทย 3

2.2 ปัญหาการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

2.3 วัสดุปรับปรุงดิน 5

2.4 ความต้องการน้ำของพืช 9

2.5 การให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ 15

3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ผลของวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ 19

3.2 ผลของวัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางน้ำ ต่อผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ 21

4 ผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1 ผลของวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ.....24

4.2 ผลของวัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางน้ำ ต่อผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ.....33

5 สรุปผลการทดลอง.....49

เอกสารอ้างอิง.....50

ภาคผนวก.....58

ประวัติผู้วิจัย.....67

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของพริกในประเทศไทย ปี 2548–2553.....3

2.2 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของมะเขือเทศในประเทศไทย ปี 2548–2553.....4

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร.....12

2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งหมดส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และใช้ไม่ได้ของดินแต่ละชนิด.....12

3.1 ความต้องการน้ำของพืช (ETc = ETpxKc).....20

4.1 คุณสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูกพริก และมะเขือเทศ.....24

4.2 คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน.....25

4.3 ผลของวิธีการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของพริก พันธุ์ซุปเปอร์ฮอท.....26

4.4 ผลของวิธีการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์.....27

4.5 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์.....27

4.6 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และปริมาณธาตุอาหารในใบของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์.....32

4.7 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง.....33

4.8 คุณสมบัติของดิน และขุยมะพร้าวสำหรับปลูกพริก และมะเขือเทศ.....34

4.9 ความถี่ของการให้น้ำ และปริมาณน้ำที่ให้.....34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตของพริก พันธุ์ซุปเปอร์ฮอท.....35

4.11 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์เฟอเฟกโกลด์.....37

4.12 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณภาพผลผลิต มะเขือเทศพันธุ์เฟอเฟกโกลด์.....37

4.13 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท.....42

4.14 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และปริมาณธาตุอาหารในใบของมะเขือเทศ.....44

4.15 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติกายภาพ ของดินหลังปลูกพริก และมะเขือเทศ.....47

4.16 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติทางเคมี ของดินหลังปลูกพริก และมะเขือเทศ.....48

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับการกำหนดการให้น้ำแก่พืช.....13

4.1 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อผลผลิตของพริก.....40

4.2 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อผลผลิตของมะเขือเทศ.....40

4.3 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของพริก.....43

4.4 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศ.....45

4.5 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อปริมาณน้ำ เมื่อมีการใช้แรงดันที่ต่างกัน.....47

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

พริก และมะเขือเทศจัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่จัดอยู่ในตระกูล solanaceae ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมของประเทศไทย (ธำรง เครือชุมพล, 2551) ทั้งการบริโภคสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด ชอบดินร่วนปนทราย อินทรียวัตถุสูง ระบายน้ำดี ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินในช่วง 6.0-6.8 และความชื้นของดินพอเหมาะ ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ระหว่าง 21-25 องศาเซลเซียส ถ้าความชื้นของอากาศ และอุณหภูมิสูง ความชื้นในดินต่ำจะทำให้ผลผลิต คุณภาพลดลง และทำให้เกิดโรค (ปรัชญา รัศมีธรรมรงค์, 2551)

การปลูกพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักประสบปัญหาในเรื่องน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีน้อย การกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก ประกอบกับสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงทำให้พริก และมะเขือเทศมีความต้องการน้ำสูง ดังนั้นพริก และมะเขือเทศมักประสบกับภาวการณ์ขาดแคลนน้ำในบางช่วงของการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เป็นไปตามศักยภาพ และขาดคุณภาพ และปัจจุบันการให้น้ำของเกษตรกรโดยทั่วไปมักมีการให้น้ำตามผิวดิน ทำให้มีปริมาณการสูญเสียน้ำมาก ประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำ และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีน้ำชลประทานจำกัด ดังนั้นการให้น้ำจึงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ และใช้น้ำในปริมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด เช่นการให้น้ำแบบประหยัด (micro irrigation) ซึ่งหมายถึง การให้น้ำในอัตราการไหลต่ำๆ และการกระจายตัวของน้ำอยู่ในวงจำกัด ทั้งความกว้าง และความลึก ครอบคลุมพื้นที่ราก 60-80% การให้น้ำวิธีนี้ช่วยลดการสูญเสียของน้ำจากการซึมลงลึกเกินระดับราก (percolation) การไหลบ่าไปตามผิวดิน (run off) และการระเหยจากผิวดิน (soil evaporation) นอกจากนี้การให้น้ำแบบประหยัดยังสามารถให้ปุ๋ยในระบบน้ำได้ ซึ่งการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช เพราะสามารถควบคุมปริมาณการให้ปุ๋ยได้สม่ำเสมอ ให้ปุ๋ยตรงกับจุดที่พืชดูดใช้ได้ง่าย และควบคุมความชื้นได้เหมาะสม ทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารของพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการสูญเสียไปกับการชะล้างน้อย ดังนั้นเทคนิคการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ มักจะมีศักยภาพสูงสำหรับพืชที่ปลูกในเขตชลประทาน

ปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำที่เหมาะสม ถึงปริมาณการให้น้ำ ความถี่ของการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีสภาพอากาศร้อน และแห้งแล้ง ทำให้พืชมีปริมาณการใช้น้ำสูง จำเป็นต้องให้น้ำในปริมาณที่มาก แต่ดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ดังนั้นการให้น้ำในแต่ละครั้งถ้าเกินความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน จะเกิดการสูญเสียน้ำจากการซึมผ่านลึกลงเกินกว่าระดับของรากพืช นอกจากสูญเสียน้ำยังสูญเสียธาตุอาหารพืชที่ให้

ร่วมกับน้ำ ในสภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้ จึงจำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชบ่อยครั้งในปริมาณที่ไม่เกินความสามารถของดินที่จะดูดยึดไว้ (water holding capacity) แต่การให้น้ำถี่เกินไปเป็นการสิ้นเปลืองทั้งแรงงานและเวลา และมีโอกาสสูญเสียน้ำจากการรั่วไหลจากระบบน้ำ หรือระเหยจากผิวดิน การแก้ไขอาจทำได้โดยใส่วัสดุปรับปรุงดินที่เป็นสารอินทรีย์ลงไปในดิน เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือเศษเหลือจากพืช อินทรียวัตถุเหล่านี้มีผลต่อกระบวนการต่างๆ ในดิน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้การอุ้มน้ำดีขึ้น การระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527)

นอกจากปัญหาเรื่องน้ำ การให้ปุ๋ยทางดินในดินที่มีการอุ้มน้ำ และธาตุอาหารต่ำ มักมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยต่ำ การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ เพราะสามารถกระจายการให้ปุ๋ยได้หลายครั้ง ซึ่งช่วยลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้าง และการตรึงของอนุภาคดิน โดยจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงขึ้น การให้ปุ๋ยทางน้ำโดยทั่วไปให้ตามคำแนะนำของบริษัทขายปุ๋ย ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินที่มีอยู่ ส่งผลให้การให้ธาตุอาหารบางตัวอาจเกินความต้องการของพืช ทำให้สิ้นเปลืองค่าปุ๋ย และมีผลตกค้างในดิน ทำให้ดินเค็ม หรือเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช ส่งผลให้การผลิตไม่มีความยั่งยืน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ โดยมุ่งประเด็นการหาปริมาณความถี่การให้น้ำ การแก้ไขการสูญเสียน้ำ และหาอัตราการให้ปุ๋ยในระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทดสอบกับพริก และมะเขือเทศ ซึ่งเป็นตัวแทนของพืชผักอายุยาว และมีผลตอบแทนที่สูง เพื่อใช้เป็นข้อมูล และแหล่งความรู้ในเรื่องของการใช้น้ำแบบประหยัด และการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

(1) ศึกษาเทคนิคการให้น้ำแบบประหยัดต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

(2) ศึกษาการใช้วัสดุปรับปรุงดินต่อผลของการให้น้ำแบบประหยัด และผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ

(3) ศึกษาการให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำ ต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญของผลิตพริก และมะเขือเทศในประเทศไทย

พริก และมะเขือเทศเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่จัดอยู่ในตระกูล solanaceae เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมของประเทศไทย (ธำรง เครือชุมพล, 2551) ทั้งการบริโภคสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ มะเขือเทศมีสารจำพวกแคโรทีนอยด์ ชื่อไลโคพีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารสีแดง และวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินเอ โดยเฉพาะวิตามินเอ และวิตามินซี มีในปริมาณสูง มีกรดมาลิค และกรดซิตริก ซึ่งให้รสเปรี้ยว และมีกลูตามิค (glutamic) ซึ่งเป็นกรดอะมิโน ช่วยเพิ่มรสชาติให้อาหาร นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารเบต้าแคโรทีน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เป็นต้น ส่วนพริกก็จัดได้ว่าเป็นพืชที่มีสารอาหารสูงเช่นกัน โดยประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่างๆที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยพบว่าในพริก 100 กรัม ให้พลังงาน 72 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 84.0 กรัม โปรตีน 2.8 กรัม ไขมัน 2.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 10.1 กรัม แคลเซียม 3 มิลลิกรัม ไทอะมิน 0.16 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.16 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.24 มิลลิกรัม ไนอะซีน 3.5 มิลลิกรัม และวิตามินซี 168 มิลลิกรัม (กองโภชนาการ, 2535)

เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่

แหล่งผลิตพริก และมะเขือเทศที่สำคัญ คือ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ หนองคาย เชียงใหม่ สกลนคร และแม่ฮ่องสอน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกของพริก และมะเขือเทศทั้งประเทศในปี 2548-2553 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของพริกในประเทศไทย ปี 2548–2553

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2548	148,535	41,886	282
2549	148,813	42,858	288
2550	148,997	43,656	293
2551	149,844	45,702	305
2552	150,379	46,166	307
2553	151,131	46,854	310

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมะเขือเทศในประเทศไทย ปี 2548–2553

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2548	48,791	196,322	4,098
2549	38,737	122,849	3,245
2550	39,591	122,324	3,163
2551	38,229	140,437	3,797
2552	38,741	145,957	3,883
2553	39,250	126,945	3,310

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553

พื้นที่ปลูกพริก และมะเขือเทศที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักประสบปัญหาเรื่องความแห้งแล้งในช่วงฤดูปลูก ประกอบกับระบบชลประทานมีจำกัดจึงทำให้ผลผลิตพริก และมะเขือเทศไม่เป็นไปตามศักยภาพของพืช

2.2 ปัญหาการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นภาคที่มีการผลิตพริก และมะเขือเทศมากที่สุด แต่มีผลผลิตต่ำ และมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก เนื่องจากประสบกับปัญหาหลายประการดังต่อไปนี้

1. ดิน พริกและมะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนปนทรายอินทรียวัตถุมาก ระบายน้ำดี มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินในช่วง 6.0-6.8 (ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์, 2551) และความชื้นของดินพอเหมาะ แต่ในการปลูกพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังประสบปัญหาในเรื่องดิน เนื่องจากดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ซึ่งข้อจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ Locascio (2012) รายงานว่าดินเนื้อหยาบ (coarse-textured sand) มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินประมาณ 8-15% โดยปริมาตร ซึ่งดินเนื้อละเอียดมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงถึง 40% โดยปริมาตร และดินทรายยังมีปัญหาการสูญเสียธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งถูกชะล้างลงใต้ดินได้ง่าย เนื่องจากการเคลื่อนที่ (ไหล) ของน้ำมีมากกว่าดินเหนียว หรือดินเนื้อละเอียด ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนบ่อยครั้ง หรือมิฉะนั้นก็ใช้ปุ๋ยละลายช้า และใส่วัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) มากๆ เช่น แร่ดินเหนียวต่างๆ อินทรียวัตถุ หรือพวกมีประจุน้อย แต่มีการดูดซับ และค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารได้ดี ปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน (soil organic matter) เป็นตัวบ่งบอกให้ทราบว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ หรือปริมาณธาตุอาหารพืชมากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะไนโตรเจน นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความร่วนซุย ความเสถียรของเม็ดดินที่ทนทานต่อการทำลายโดยขบวนการของน้ำ การอุ้มน้ำของดิน เป็นต้น รวมทั้งเป็นตัวชี้วัดว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรในดินมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งดินโดยทั่วไปจะมีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) ประมาณ 10 : 1 เราสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้หลายวิธี เช่น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เป็นต้น แต่ในประเทศเขตร้อนชื้นแบบประเทศไทยเป็นการยากที่จะยกระดับอินทรียวัตถุในดิน เพราะสาเหตุใหญ่ อินทรียวัตถุมีอัตราการสลายตัวรวดเร็ว และดินเกิดชะล้างพังทลายสูง และที่สำคัญคือ ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 80 จะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ

จำเป็นต้องใส่อินทรียวัตถุ หรือวัสดุปรับปรุงดินจำนวนมาก เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดิน และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

2. น้ำ การปลูกพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักประสบปัญหาในเรื่องน้ำ เนื่องจากสภาพอากศที่ร้อน และแห้งแล้ง จึงทำให้มะเขือเทศมีความต้องการใช้น้ำสูง แต่ระบบชลประทานมีจำกัด รวมทั้งดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก ดังนั้นพืชมักขาดแคลนน้ำในบางช่วงของการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เป็นไปตามศักยภาพของพืช จากการทดลองของ Nuruddin et al. (2003) ทำการปลูกมะเขือเทศที่ระดับ 65 และ 80% ของน้ำในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีการให้น้ำกับมะเขือเทศ 5 แบบ คือ ไม่ให้มะเขือเทศได้รับสภาพเครียดน้ำ ได้รับสภาพเครียดน้ำตั้งแต่ระยะเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ได้รับสภาพเครียดน้ำตั้งแต่ระยะออกดอก ได้รับสภาพเครียดน้ำในช่วงติดผล และได้รับสภาพเครียดน้ำเมื่อผลเข้าสู่ระยะผลสุก พบว่าที่ 65 และ 80% ของน้ำในดินที่พืชสามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ ไม่ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตแตกต่างกัน แต่ต้นมะเขือเทศที่ได้รับสภาพเครียดน้ำตั้งแต่ระยะเจริญเติบโตทางด้านลำต้น จะมีปริมาณผลผลิตต่ำ และขนาดผลเล็ก ในขณะที่ต้นมะเขือเทศที่ได้รับสภาพเครียดน้ำตั้งแต่ระยะออกดอกจะมีขนาดผลใหญ่กว่าสภาพไม่เครียดน้ำ และจะมีของแข็งที่ละลายได้ต่ำ และสีแดงเมื่อสุกมากกว่าระยะเครียดอื่น Delfine et al. (2000) ทำการปลูกพริกในสภาวะขาดน้ำ หรือความชื้นในดินลดลง พบว่า น้ำหนักแห้งต้น ขนาดผล และผลผลิตรวมลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดสภาวะเครียดน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth) และนอกจากนี้เมื่อเกิดสภาวะเครียดน้ำในช่วงติดดอกจะส่งผลให้น้ำหนักผลสด และจำนวนผลต่อต้นลดลง

3. การใช้ปุ๋ย เนื่องจากดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และธาตุอาหารได้น้อย การให้ปุ๋ยทางดินในดินที่มีการอุ้มน้ำ และธาตุอาหารต่ำมักมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยต่ำ การแก้ไขปัญหาอาจทำได้โดยการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถกระจายการให้ปุ๋ยได้หลายครั้ง ดังนั้นจะลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้าง และการตรึงของอนุภาคดิน โดยจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3 วัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดินคือ วัสดุใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้ว ทำให้สภาพทางเคมี ทางกายภาพ และชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอาจมีธาตุอาหารพืชปะปนอยู่ในวัสดุนั้น แต่วัตถุประสงค์การใช้วัสดุปรับปรุงดิน จะไม่เน้นการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืช ซึ่งวัสดุปรับปรุงดินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.3.1 วัสดุปรับปรุงสภาพทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด–ด่างของดิน และความเค็มของดิน ซึ่งถ้าอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม พืชก็ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นปกติได้ หรือเจริญเติบโตไม่ถึงศักยภาพที่ควรจะเป็น โดยสารที่ใช้ปรับปรุงสภาพทางเคมีของดิน เช่น ปูนขาว (lime)

2.3.2 วัสดุปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน ได้แก่ คุณสมบัติทางด้านความโปร่ง ความร่วนซุย หรือความแน่นทึบ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการถ่ายเทอากาศ และการอุ้มน้ำของดิน การรักษาความชื้นในดิน การปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินมีหลายชนิด เช่น การปรับปรุงการเกิดแผ่นแข็ง (crust) บนผิวหน้าดิน ซึ่งเป็นปัญหาต่อการปลูกพืชโดยพบมากในพื้นที่แถบแห้งแล้ง และกึ่งแห้งแล้ง มีผลกระทบต่อพืช

โดยตรง คือ เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ด และการแทงโผล่ของต้นกล้าออกมาพ้นผิวดิน ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการใช้วัสดุปรับปรุงดิน เพื่อลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวหน้าดิน คือ

1) เพิ่มความเสถียรของก้อนดินให้มีความคงทนไม่แตกยุ่ยง่ายเมื่อโดนเม็ดฝนหรือน้ำชลประทานที่เหนือดินตกกระแทก

2) ทำให้อนุภาคดินที่แขวนลอยในน้ำเกิดการฟุ้งกระจาย (dispersion) น้อยลง ทำให้อนุภาคดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคดินเหนียวเกิดการซับกันเป็นกลุ่มมวลดิน (flocculation) ทำให้เมื่อแห้งลงไม่เกิดการฉาบเคลือบผิวดินเป็นกลุ่มมวลดิน หรืออุดรูอากาศในดินบริเวณผิวดินทำให้สามารถป้องกันหรือลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวหน้าดิน

การใช้วัสดุปรับปรุงดินไม่ว่าจะเป็นอินทรียวัตถุ สามารถแก้ไขปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดินได้ผลดี ถ้าใช้ในปริมาณที่มากพอ แต่ข้อจำกัดก็คือปัญหาการจัดหาเพื่อให้ได้มา และค่าใช้จ่ายในการใส่เนื่องจากการขนส่ง และปริมาณการใช้ต้องใช้ปริมาณมาก ดังนั้น จึงสามารถเลือกใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติตามข้อจำกัด ดังนี้

ข้อจำกัดด้านเทคนิค

วัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางปฏิบัติที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เมื่อนำมาใช้จะมีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำ และอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูก อัตราส่วนของน้ำ : อากาศที่เหมาะสม จะอยู่ประมาณ = 50 : 50
- ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนานๆ
- ไม่สลายตัวทั้งทางเคมี และทางชีวภาพ
- รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก
- ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชเจือปนอยู่
- มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหาร
- มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดิน
- ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรค และแมลง
- อุ้มน้ำได้ดี

จากคุณสมบัติเหล่านี้ ยังไม่มีวัสดุปรับปรุงดินชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบดังที่กล่าวมา บางครั้งอาจใช้วิธีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีแต่ละอย่างมาผสมกัน เพื่อให้วัสดุปรับปรุงดินมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น แต่ในงานทดลองนี้ไม่สามารถใช้วัสดุปรับปรุงดินแต่ละชนิดมาผสมกันเพื่อให้ได้คุณสมบัติครบดังที่กล่าวมา เนื่องจากจะส่งผลให้ขนาดของการทดลองมีขนาดใหญ่เกินไป ดังนั้นจึงใช้หลักการในการเลือกวัสดุปรับปรุงดินตรงตามวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์ คือมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี

ข้อจำกัดด้านราคา

- ราคาของวัสดุปรับปรุงดินที่นำมาใช้ และรวมถึงค่าขนส่ง
- ค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ เช่น วัสดุปรับปรุงดินบางชนิดต้องการที่เก็บที่ดีเป็นพิเศษ ต้องรวมถึงค่าโรงเรือนในการเก็บรักษา ต้องพิจารณาถึงอายุการใช้งาน ค่าใช้จ่ายในการกำจัดโรค และแมลงเมื่อจะนำ

วัสดุมาใช้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2544) ซึ่งวัสดุปรับปรุงดินที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งได้แก่

1. ขุยมะพร้าว เป็นวัสดุจากโรงงานทำเบาะ และที่นอน โดยมีคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ ดังนี้

- pH 6-7
- มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูง เมื่อขุยมะพร้าวผ่านขบวนการสลายตัว
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้
- ความพรุนสูง
- ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้ แต่ใช้ระยะเวลานาน
- ใช้ทำปุ๋ยหมัก และใช้เป็นวัสดุปลูก
- อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง

ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
- ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
- ราคาถูก

ข้อเสีย

- อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศที่รากพืช
- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้ และเกิดการอัดตัวแน่นหลังการย่อยสลาย
- ยากในการกำจัดโรค และแมลง

ปัจจุบันประเทศศรีลังกาได้มีการผลิตขุยมะพร้าวอัดเป็นแท่งวัสดุปลูกออกขายไปต่างประเทศเพื่อใช้ปลูกมะเขือเทศ แตงกวา ฯลฯ จากการศึกษาของ Lal et al. (2002) การใส่ขุยมะพร้าวในดินสามารถลดการระเหยของน้ำจากดิน และรักษาอุณหภูมิในดิน และนอกจากนี้ยังสามารถลดความหนาแน่นรวม ความเป็นกรด เพิ่มความพรุน ความจุความชื้นสนามและเพิ่มธาตุประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้

2. ขี้เถ้าแกลบ เป็นวัสดุจากโรงสีข้าว มีคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ ดังนี้

- pH 7-8.5 มีความแปรปรวนมาก ขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้ามีอายุมากจะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ความพรุนสูง
- ความคงทนของโครงสร้างดี มีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก
- ใช้เป็นวัสดุปลูกที่ดีมากชนิดหนึ่ง
- อายุการใช้งาน 2-4 ครั้ง

ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
- ความสามารถในการอุ้มน้ำดี
- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อย และเกิดการอัดตัวไม่มากนัก
- ราคาถูก

ข้อเสีย

- ยากในการกำจัดโรค และแมลง
- ก่อนนำมาใช้ต้องแช่ด้วยกรดอ่อนก่อนเพื่อลดค่า pH ให้อยู่ประมาณ 6

จากการศึกษาของ Sinkevicien et al. (2009) พบว่า ขี้เถ้าแกลบสามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้มีโครงสร้างที่ดี โดยเพิ่มความพรุน สามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น โดยทำให้ความสามารถในการเกาะกันเป็นเม็ดดินได้ดีขึ้น และลดการฟุ้งกระจายของเม็ดดิน แต่ไม่เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืช และจากการศึกษาของ ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์ และคณะ (2551) ทำการเปรียบเทียบการใช้วัสดุปรับปรุงดิน 3 ชนิด คือ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก และขี้เถ้าแกลบ ในแปลงสาธิตเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิในพื้นที่ดินเค็ม พบว่าผลผลิตข้าวหอมมะลิเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต โดยตำรับที่ใช้ปุ๋ยคอกให้ผลผลิตสูงที่สุด 678 กก./ไร่ รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยพืชสด ยกระดับผลผลิตข้าวได้ถึง 508.58 กก./ไร่ และการใช้ขี้เถ้าแกลบ 2 ตันต่อไร่ ยกระดับผลผลิตข้าวได้ 456.33 กก./ไร่

3. ขี้เลื่อย เป็นวัสดุจากโรงเลื่อยต่างๆ **มี**ความแตกต่างกันตามชนิดของไม้ โดย**มี**คุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ดังนี้

- pH 4.2-6 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ และอายุของขี้เลื่อย
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อขี้เลื่อยผ่านขบวนการสลายตัว
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
- ความพรุนสูง
- ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้
- ใช้ทำปุ๋ยหมัก และใช้เป็นวัสดุปลูก โดยปกติก่อนนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อยให้ขี้เลื่อยสลายตัวก่อนประมาณ 6 เดือน
- อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง

ข้อดี

- น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
- ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
- ราคาถูก

ข้อเสีย

- มีความแปรปรวนในด้านองค์ประกอบมาก
- มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้ และเกิดการอัดตัวแน่น

จากการศึกษาใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุคลุมดิน พบว่าสามารถรักษาอุณหภูมิในดินได้ดีเนื่องจาก มีสีจาง แต่เมื่อใช้ต้องมีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ดี (พรรณี หงส์น้อย และคณะ, 2545) เนื่องจากขี้เลื่อยมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) สูงเมื่อใส่ในดิน จุลินทรีย์จะแย่งไนโตรเจนในดินไปใช้

ในขบวนการย่อย มีผลทำให้พืชขาดไนโตรเจนชั่วคราว ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนพืชจะขาดจนกว่าจุลินทรีย์เหล่านี้จะมีกิจกรรมลดลง จึงจะได้ไนโตรเจนกลับคืนสู่ดิน (ยงยุทธ โอสถสภา, 2546) และนอกจากวัสดุปรับปรุงดินที่กล่าวมาข้างต้นยังมีวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่นที่สามารถเลือกใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก

นอกจากนี้ปัญหาดินในภาตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทราย ซึ่งปัญหาของดินทรายได้แก่ การชะล้างพังทลายของดินเป็นปัญหาที่รุนแรงในพื้นดินดอน การชะล้างพังทลายของดินทำให้เกิดปัญหา เช่น การสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินได้ง่าย เนื่องจากดินทรายมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ต่ำ ทำให้เกิดการชะล้างได้ง่าย ดินทรายจัด จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำปริมาณอินทรียวัตถุ ธาตุโพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก ความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่ำมาก เป็นเหตุให้การใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบสนองต่อพืชต่ำ และเป็นผลให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ลดลง และคุณสมบัติทางกายภาพของดินไม่ดี ได้แก่ ดินแน่นทึบ มีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบต่ำ จะมีผลทำให้ดินอัดตัวแน่นทึบ ยากแก่การชอนไชของรากพืชส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำ

2.4 ความต้องการน้ำของพืช

คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

2.4.1 ลักษณะของน้ำในดิน น้ำอยู่ในดินได้เพราะคุณสมบัติของโมเลกุลของน้ำสามารถยึดติดกันเองได้ และสามารถเกาะติดกับผิวของสารอื่นได้ดี ถ้าสารที่เกาะติดนั้นมีผิวประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจน และสร้างพันธะให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำและผิววัตถุ เนื่องจากการที่ผิวของอนุภาคของดินมีอะตอมของออกซิเจนอยู่โดยรอบนอก จึงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำและดูดซับไว้เป็นชั้นๆ โดยรอบอนุภาคของดิน แต่การดูดด้วยแรงดูดซับ (absorptive force) ระหว่างน้ำกับอนุภาคดินผันแปรกับระยะห่างจากผิวอนุภาค กล่าวคือ น้ำส่วนที่อยู่ห่างจากผิวอนุภาคดินจะถูกดูดซับด้วยแรงที่น้อยลงกว่าส่วนที่อยู่ใกล้ผิวอนุภาคดิน ดังนั้นโมเลกุลของน้ำบริเวณรอบนอกจึงสูญเสียไปได้ง่าย เมื่อดินได้รับความชื้นน้ำจะซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน และยึดติดกับเม็ดดินด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับเม็ดดิน การที่จะทำให้น้ำในดินเคลื่อนที่ หรือดูดน้ำออกจากดินจึงต้องใช้แรงมากกว่าแรงที่น้ำดูดยึดกับอนุภาคของดิน ขนาดของแรงที่จะใช้อยู่ในรูปของแรงดึงขนาดต่างๆกัน และขึ้นกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดิน กล่าวคือ ถ้าดินยิ่งมีความชื้นมาก น้ำที่เกาะอยู่กับเม็ดดินก็จะมีความหนามากมากขึ้น โมเลกุลของน้ำที่อยู่ห่างจากเม็ดดินมากจะไม่ได้รับอิทธิพลจากแรงยึดเหนี่ยวจากโมเลกุลของดิน ดังนั้นน้ำที่อยู่ห่างจากเม็ดดินจะถูกทำให้เคลื่อนที่ด้วยแรงดึงดูดของโลก หรือไหลไปสู่เม็ดดินที่มีน้ำเกาะติดบางกว่าได้ง่าย แต่เมื่อความชื้นในดินลดลงแรงยึดเหนี่ยวจากแรงดูดซับของดินจะมีอิทธิพลมากขึ้น สำหรับแรงดึงความชื้นคือ แรงที่ใช้วัดความเหนียวแน่นที่ดินยึดน้ำไว้ และเป็นแรงที่จะต้องใช้เพื่อที่จะดูดเอาความชื้นซึ่งมักจะวัดเป็นบาร์ (bar) หรือบรรยากาศ (atmosphere)

2.4.2 ชนิดของน้ำในดิน แบ่งชนิดของน้ำตามความสามารถของดินที่ยึดน้ำไว้ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1) น้ำอิสระ (gravitational water หรือ free water) คือน้ำที่ถูกแรงยึดเหนี่ยวของดินมากกว่า -0.33 bars น้อยกว่าแรงดึงดูดของโลกทำให้น้ำไหลลงสู่ที่ต่ำกว่าอย่างอิสระ ในดินทรายค่านี้ อยู่ระหว่าง -0.1 ถึง -0.2 bars (1 bar = 0.1 J/กรัม = 0.987 atm = 0.1 MPa) น้ำชนิดนี้ ถ้าหากอยู่ในดิน

นานจะเป็นอันตรายต่อพืช คือ ทำให้พืชขาดอากาศสำหรับหายใจ และเกิดการชะล้างแร่ธาตุอาหารพืชไปจากดิน

2) น้ำซับ (capillary water) คือน้ำที่เกิดขึ้นในสภาพเมื่อฝนหยุดตก หรือหยุดให้น้ำแก่พืช น้ำถูกระบายสู่ส่วนล่างซึ่งใช้เวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง ความหนาแน่นของน้ำที่เกาะยึดกับอนุภาคดินจะถูกยึดด้วยดินแต่เพียงช่องว่างขนาดเล็กด้วยแรงดูดซับที่สูงมากพอที่จะต่อต้านแรงฉุดของแรงดึงดูดของโลก ความชื้นของน้ำซับอนุภาคของดินมีแรงดึงต่อน้ำประมาณ 0.33 bars และเรียกความชื้นช่วงนี้ว่า “ความชื้นชลประทาน หรือความจุความชื้นในสนาม (field capacity)”

3) น้ำเยื่อ (hygroscopic water) เป็นน้ำที่เกาะติด หรือชิดกับอนุภาคของผิวดิน และปรากฏในชั้นที่บางมากที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ แรงดูดยึดอนุภาคของดินมีค่าประมาณ 31 bars

จากข้อมูลชนิดของน้ำในดิน ทำให้ทราบว่าน้ำที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการให้น้ำแก่พืชมากที่สุด คือ น้ำซับ น้ำอิสระ ส่วนน้ำเยื่อนั้นพืชไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ได้จึงไม่ค่อยมีความสำคัญ

2.4.3 ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน จากชนิดของน้ำในดินสามารถพิจารณาระดับความชื้นในดินตามลักษณะของน้ำ หรือความชื้นที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพื่อประโยชน์ในการกำหนดหรือคำนวณปริมาณน้ำในดินที่ระดับความชื้น ต่างๆ คือ

1) จุดความชื้นอิ่มน้ำ หรือจุดความชื้นเมื่อดินอิ่มน้ำ (water saturated) เกิดขึ้นเมื่อปริมาณช่องว่างระหว่างเม็ดดินทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยน้ำ อาจจะมีอากาศอยู่บ้างในช่องว่างเล็กๆ แต่เป็นปริมาณน้อยมาก ถ้าดินมีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ลงด้านล่าง เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

2) ความชื้นชลประทาน หรือความจุความชื้นในสนาม (field capacity) เป็นความชื้นในดินที่เหลืออยู่หลังจากน้ำอิสระได้ถูกระบายจากช่องว่างขนาดใหญ่ หรือเป็นปริมาณน้ำสูงสุดที่ดินสามารถอุ้มไว้ ต้านทางแรงดึงดูดของโลก โดยในช่องว่างขนาดเล็กมีน้ำอยู่เต็ม และมีอากาศอยู่เต็มในช่องว่างขนาดใหญ่ เช่น ปริมาณความชื้นหลังจากที่ฝนตกหนัก หรือหยุดให้น้ำ 2-3 วัน จัดเป็นความชื้นชลประทาน โดยแรงดึงดูดความชื้นที่ความจุความชื้นชลประทานมีค่า 0.33 บรรยากาศ แต่ค่านี้เปลี่ยนแปลงตามลักษณะของเนื้อดิน เช่น ดินเนื้อหยาบจะมีค่าแรงดึงความชื้นประมาณ 0.1 บรรยากาศ และดินเหนียวหรือดินค่อนข้างเหนียวมีค่าถึง 0.6 บรรยากาศ ซึ่งระดับความชื้นชลประทาน (0.33 บรรยากาศ) เป็นระดับสูงสุดของความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available water)

3) จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point) เป็นความชื้นในดินที่พืชไม่สามารถดูดมาใช้ได้เพียงพอสำหรับการคายน้ำ และพืชเริ่มมีอาการเหี่ยวเฉาอย่างถาวร เรียกว่า “จุดเหี่ยวถาวร” เป็นพิกัดล่างสุดของความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยมีแรงดึงความชื้นเท่ากับ 15 บรรยากาศ

2.4.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน หมายถึงความสามารถที่ดินสามารถเก็บน้ำ หรืออุ้มน้ำไว้ให้แก่พืชดูดใช้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นในดินระดับความชื้นในดินที่ความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร หรือความชื้นในสภาพที่ดินดูดยึดไว้ด้วยแรงดึงความชื้นตั้งแต่ 0.33 บรรยากาศ ถึง 15 บรรยากาศ เป็นความชื้นที่เป็นประโยชน์ปริมาณสูงสุดของความชื้นที่ดินแต่ละชนิดสามารถดูดยึดไว้เป็นประโยชน์ต่อพืช

ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช) = ความชื้นในดินที่ความชื้นชลประทาน - จุดเหี่ยวเฉาถาวร

ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะวัดเป็น เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เปอร์เซนต์โดยปริมาตร หรือเป็นความลึกของน้ำต่อความลึกของดิน

2.4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินที่มีผลต่อการอุ้มน้ำของดิน เนื้อดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ หรือกักเก็บน้ำเพื่อให้พืชใช้ประโยชน์โดยดินเนื้อหยาบมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าดินเนื้อละเอียด โดยเฉพาะดินทรายซึ่งมีปริมาณของอินทรียวัตถุต่ำ ทำให้มีผลต่อการอุ้มน้ำของดิน โดยจากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดินทราย ของ Shedeed (2009) พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินทราย มีค่า 0.12เปอร์เซนต์ และมีค่าความสามารถในอุ้มน้ำของดิน 6.1 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร และจากตารางที่ 2.3 พบว่าเนื้อดินที่มีความละเอียดสูงมีค่าความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้สูงกว่าดินเนื้อหยาบ เช่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างดินทราย และดินเหนียว พบว่าดินเหนียวมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าดินทราย โดยดินเหนียวมีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 1.25 ความชื้นที่จุดชลประทาน 35 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร 17 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง และค่าความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ 18 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง หรือ 23 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร หรือคิดเป็นความสูงของน้ำในดิน 2.3 มม./ซม.ดิน ส่วนดินทรายมีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏสูงที่สุด 1.65 ความชื้นที่จุดชลประทาน 9 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร 4 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง และค่าความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มีค่าต่ำกว่าดินเหนียว โดยมีค่า 5 เปอร์เซนต์ น้ำหนักดินแห้ง หรือ 8 เปอร์เซนต์ โดยปริมาตร หรือมีค่าความสูงของน้ำในระดับ 0.8 มม./ซม.ดิน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าดินเหนียวถึง 2.875 เท่า และในตารางที่ 2.4 แสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทั้งหมดส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และใช้ไม่ได้ของดินชนิดต่างๆ จากตารางที่ 2.4 แสดงผลเช่นเดียวกับตารางที่ 2.3 คือดินเนื้อละเอียด จะพบความสูงของปริมาตรน้ำในดินทั้งหมดสูงกว่าในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งหมด ในช่วง 0.65-1.50 มม./ซม.ดิน น้ำที่พืชนำไปใช้ได้อยู่ในช่วง 0.35-0.85 มม.น้ำ/ซม.ดิน และที่พืชใช้ไม่ได้ในช่วง 0.30-0.65 มม./ซม.ดิน ส่วนดินเหนียวมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งหมดในช่วง 3.80-4.15 มม./ซม.ดิน น้ำที่พืชนำไปใช้ได้ 1.50-1.6 มม./ซม.ดิน แต่จะมีปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ไม่ได้สูงโดยอยู่ในช่วง 2.30-2.55 มม./ซม.ดิน เนื่องจากดินเหนียวมีอนุภาคเล็ก จึงทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าดินเนื้อหยาบจึงดูดยึดน้ำไว้ในดินได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงควรเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินทราย เพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และลดการให้น้ำบ่อยครั้งในดินทราย

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545)

เนื้อดิน	AS	FC	PWP	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% นน. ดินแห้ง) PAW (1)	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยปริมาตร) PAW (2)	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (มม. /ซม.ดิน) D $D=\frac{PAW(1)xAs}{100}$
	(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	(5)=(4)x(1)	(6)=$\frac{(4)x(1)x10}{100}$
ดินทราย	1.65	9	4	5	8	0.8
	(1.55-1.80)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(0.6-1.0)
ดินร่วนปนทราย	1.50	14	6	8	12	1.2
	(1.40-1.60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(0.9-1.5)
ดินร่วน	1.40	22	10	12	17	1.7
	(1.35-1.50)	(18-26)	(8-12)	(10-14)	(14-20)	(1.4-2.0)
ดินร่วนปนดินเหนียว	1.35	27	13	14	19	1.9
	(1.30-1.40)	(23-31)	(11-15)	(12-16)	(16-22)	(1.6-2.2)
ดินเหนียวปนตะกอนทราย	1.30	31	15	16	21	2.1
	(1.25-1.35)	(27-35)	(13-17)	(14-18)	(18-23)	(1.8-2.3)
ดินเหนียว	1.25	35	17	18	23	2.3
	(1.20-1.30)	(31-39)	(15-19)	(16-20)	(20-35)	(2.0-3.5)

หมายเหตุ AS : ความถ่วงจำเพาะปรากฏ, FC: ความชื้นชลประทาน (% นน. ดินแห้ง), PW: ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (% นน. ดินแห้ง), PAW (1): ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยน้ำหนักดินแห้ง), PAW (2): ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยปริมาตร), D: ความสูงของน้ำในดินที่ความลึก 1 ซม.

ตารางที่ 2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งหมดส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และใช้ไม่ได้ของดินแต่ละชนิด (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545)

เนื้อดิน	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (มม. /ซม.ดิน) รวมทั้งหมด	พืชนำเอาไปใช้ได้	พืชใช้ไม่ได้
ดินทราย	0.65-1.50	0.35-0.85	0.30-0.65
ดินร่วนปนทราย	1.50-2.30	0.75-1.15	0.75-1.00
ดินร่วน	2.30-3.40	1.15-1.70	1.15-1.50
ดินร่วนปนดินเหนียว	3.40-4.00	1.70-2.00	1.70-2.00
ดินเหนียวปนตะกอนทราย	3.60-4.15	1.50-1.80	2.10-2.35
ดินเหนียว	3.80-4.15	1.50-1.60	2.30-2.55

2.4.6 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืช

1. สภาพดิน เช่น ดินทรายมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้น้อยกว่าดินเหนียว

2. พืช เช่น พืชต่างชนิด อายุ ระยะการเจริญเติบโต ย่อมต้องการน้ำในปริมาณที่ต่างกัน

3. สภาพภูมิอากาศรอบๆต้นพืช เช่น อุณหภูมิ แสงแดด ความชื้นในอากาศ และลม

4. การจัดการเพาะปลูก

2.4.7 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

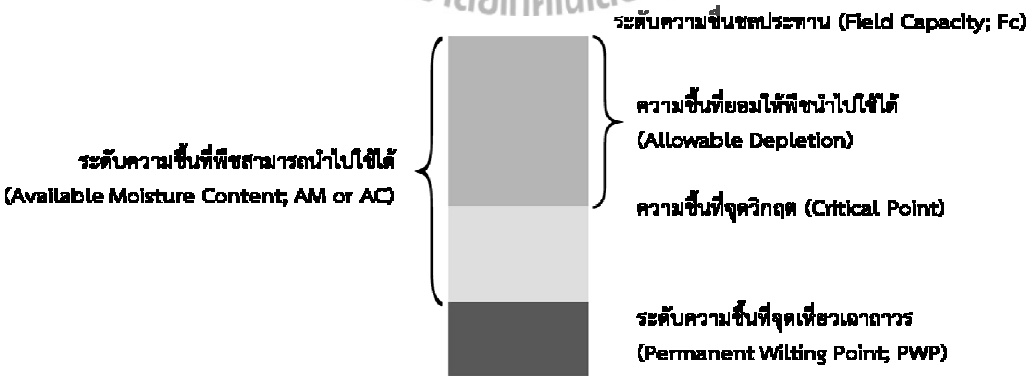
ปริมาณการใช้น้ำของพืช (evapotranspiration หรือ consumptive use) การคายระเหยน้ำเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (evapotraspiration) = การระเหยจากดิน (evaporation) + การคายน้ำของพืช (transpiration)

2.4.8 การกำหนดการให้น้ำแก่พืช

การกำหนดการให้น้ำแก่พืชต้องทราบถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความชื้นในดินที่จะยอมให้พืชดูดเอาไปใช้ได้ ลักษณะการดูดซึมน้ำของดิน และความสามารถในการระบายน้ำของดิน และนอกจากนี้ยังจำเป็นต้องทราบถึงปริมาณและคุณภาพน้ำชลประทาน โดยการให้น้ำแก่พืช คือ การให้น้ำเพื่อควบคุมความชื้นในดินในเขตรากพืชให้อยู่ในช่วงระหว่างจุดเหี่ยวเฉาถาวร (PWP) กับความชื้นชลประทาน (Fc) หรืออยู่ในช่วงความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ โดยการให้น้ำแก่พืชเริ่มให้เมื่อความชื้นในดินลดลงใกล้จุดเหี่ยวเฉาถาวร โดยการกำหนดระดับการให้น้ำที่เข้าใกล้จุดเหี่ยวเฉาถาวรขึ้นอยู่กับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความสามารถในการทนแล้งของพืช และสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปจะยอมให้ความชื้นในดินลดลง 50-70 เปอร์เซนต์ ของความชื้นที่พืชดูดไปใช้ได้ (ธีระพล ตั้งสมบุญ, 2549) ซึ่งความชื้นในดินที่ยอมให้ลดลงก่อนทำการให้น้ำครั้งต่อไป เรียกว่า ความชื้นที่ยอมให้พืชดูดไปใช้ได้ (allowable soil moisture deficiency) หรือ allowable depletion ส่วนความชื้นที่อยู่ในดินหลังจากที่พืชดูดความชื้นที่ยอมให้พืชดูดไปใช้ได้หมด เรียกว่า ความชื้นที่จุดวิกฤต (critical moisture level หรือ critical point)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับการกำหนดการให้น้ำแก่พืช

2.4.9 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการ คือ

1) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการวัดตรง มี 3 ลักษณะ คือ การศึกษาจากปริมาณความชื้นในดิน การศึกษาจากแปลงทดลอง และการวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysiometer) วิธีนี้ให้ผลที่ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง แต่มีข้อจำกัด คือให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับสภาพพื้นที่ที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานาน และแรงงานมาก

2) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศ สามารถเลือกใช้ได้ 3 วิธี คือ

2.1 ใช้ข้อมูลศักย์การระเหยน้ำของพืช หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (KC) โดยมีหลักการ และแนวคิด คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ สภาพของดิน ชนิด และอายุของพืช สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช และการจัดการเพาะปลูก ซึ่งวิธีนี้สามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในสภาพพื้นที่ต่างๆ กันได้รวดเร็ว และสะดวกกว่าการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการวัดโดยตรง

$$ETc = KC \times ETp \quad \text{(สมการที่ 1)}$$

Etc = ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ
KC = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ETp = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง หรือ potential evapotranspiration

ค่าสัมประสิทธิ์พืช (crop coefficient; KC) หมายถึง ค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลอง และตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysiometer) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) โดยค่า KC เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิด และอายุของพืชเพียงอย่างเดียว (Allen et al. 1998; ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) เนื่องจาก ET และ ETp เป็นค่าการใช้น้ำที่ได้จากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยสภาพภูมิอากาศ คุณสมบัติของดิน และองค์ประกอบอื่นๆ คล้ายคลึงกัน

$$KC = ET/ETp \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration; ETo) หรือ potential evapotranspiration; ETp หมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง โดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลา และพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหย และการคายน้ำของพืชต้องกระทบจากอิทธิพลภายนอก เช่น การพัดผ่านของลม เพื่อต้องการให้ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียว เช่น อิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสี อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เป็นต้น การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง จะเป็นการนำเอา

สภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลา และสถานที่ที่ใช้ทดลอง หรือสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน

2.2 โดยใช้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (epan) สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ (Kp) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (KC)

$$ETc = Kp \times Epan \times KC \quad \text{(สมการที่ 3)}$$

ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช
Kp = สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ
Epan = ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ

2.3 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (Epan) และสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยแบบเอ (K'p)

$$ETc = K'p \times Epan \quad \text{(สมการที่ 4)}$$

ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช
K'p = สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ
Epan = ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ

2.5 การให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ

การให้น้ำแบบประหยัด (micro irrigation) เป็นการให้น้ำแบบฉีดฝอย น้ำเหวี่ยง และน้ำหยดที่ใช้แรงดันต่ำ มีอัตราการกระจายน้ำต่ำ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง หัวจ่ายน้ำจะเป็นแบบ minisprinkler, microsprinkler microjet, microspray, mistspray และการให้น้ำแบบหยด (drip irrigation) การให้น้ำครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง ด้วยอัตราการให้น้ำที่ต่ำ ไม่ครอบคลุมเต็มพื้นที่เขตรากทั้งหมด ปริมาณของดินเปียกอยู่ในวงจำกัด และไม่มีการซ้อนทับ (overlap) ดังนั้น การให้น้ำจะใช้ปริมาณพื้นที่น้อย และมีโอกาสสูญเสียน้ำน้อยมาก (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) การให้น้ำวิธีนี้เหมาะสำหรับไม้ยืนต้น เช่น ไม้ผลต่างๆ พืชผัก และพืชไร่

สำหรับไม้ยืนต้นหัวฉีดที่เหมาะสมจะเป็นแบบ minisprinkler และ microsprinkler ซึ่งจะมีการควบคุมการกระจายของน้ำคลุมพื้นที่เขตรากระหว่าง 60-80 เปอร์เซนต์ และอัตราการกระจายน้ำต้องไม่เกินความสามารถในการซึมซับน้ำของดิน สำหรับพืชไร่และพืชผัก ระบบการให้น้ำที่เหมาะสมเป็นแบบหัวน้ำหยด โดยมีหลักการ คือให้ความชื้นแก่ดินในรูปกรวยตัดแล้วให้รากพืชเจริญเติบโตอยู่ภายในกรวยความชื้นนั้น

2.5.1 การให้น้ำในระบบน้ำหยด

ข้อดี

1. ประหยัดน้ำมากกว่าทุกๆ วิธี ไม่ว่ารดด้วยมือหรือใช้สปริงเกลอร์ หรือวิธีอื่นใดก็ตาม และแก้ปัญหาภาวะวิกฤตการขาดแคลนน้ำในบางฤดูซึ่งเริ่มเกิดขึ้นในปัจจุบัน

2. ประหยัดต้นทุนในการบริหารจัดการ กล่าวคือ ลงทุนครั้งเดียวแต่ให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว การติดตั้งอุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก ติดตั้งครั้งเดียว และใช้งานได้ตลอดอายุ สามารถควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ โดยใช้ระบบ manual และ automatic หรือ micro controller โดยเฉพาะระบบตั้งเวลาและตรวจจับความชื้นทำให้ประหยัดค่าแรง มีรายงานการใช้แรงงานดูแล และบำรุงรักษาระบบในแปลงองุ่นที่รัฐแคลิฟอร์เนียสหรัฐ พบว่า ใช้แรงงาน 1 แรง ต่อพื้นที่ 50 เอเคอร์ (100 ไร่) ต่อวัน

3. ใช้ได้กับพื้นที่ทุกประเภทไม่ว่าดินร่วน ดินทราย หรือดินเหนียว รวมทั้งดินเค็ม ดินด่าง และไม่ละลายเกลือมาตกค้างอยู่ที่ผิวดินบน

4. สามารถใช้กับพืชประเภทต่างๆ ได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นพืชที่ต้องการน้ำขัง

5. เหมาะสำหรับพื้นที่ขาดแคลนน้ำ ต้องการใช้น้ำอย่างประหยัด

6. ให้ประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงที่สุด 75-95 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด และเมื่อเทียบกับการปล่อยน้ำท่วมขัง จะมีประสิทธิภาพเพียง 25-50 เปอร์เซนต์ ในระบบสปริงเกลอร์ แบบติดตายตัวมีประสิทธิภาพ 70-80 เปอร์เซนต์ และในระบบสปริงเกลอร์แบบเคลื่อนย้ายมีประสิทธิภาพ 65-75 เปอร์เซนต์

7. ประหยัดเวลาทำงาน ไม่ต้องคอยเฝ้า ใช้เวลาไปทำงานอย่างอื่นได้เต็มที่ไปพร้อมๆ กับการให้น้ำ

8. ลดการระบาดของศัตรูพืชบางชนิดได้ดี เช่น โรคพืช และวัชพืช (Locascio, 2005)

9. ได้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระบบชลประทานแบบอื่น ทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพ ในขณะเดียวกันก็ประหยัดต้นทุนน้ำ ทำให้มีกำไรสูงกว่า (Locascio, 2005)

10. ระบบน้ำหยด สามารถให้ปุ๋ยและสารเคมีอื่นละลายไปกับน้ำพร้อมๆ กัน และทำให้ธาตุอาหารพืชกระจายอยู่ในบริเวณรากพืช และให้ตามความต้องการของพืชได้ด้วย (Or and Coelho 1996; Boyhan and Kelley, 2001) ส่งผลให้ผลผลิตพืชสูง และลดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดิน (Bar-Yosef, 1977) และทำให้ไม่ต้องเสียเวลาใส่ปุ๋ย พ่นยาอีก ทั้งนี้ต้องติดตั้งอุปกรณ์จ่ายปุ๋ย (injector) เข้ากับระบบ

เนื่องจากระบบน้ำหยดเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับเกษตรไทย จึงมีข้อจำกัดคือ ต้องใช้ต้นทุนสูงในระยะแรก การติดตั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญมาให้คำแนะนำ และเกษตรกรจะต้องมีความรู้เรื่องปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดที่ปลูก เช่น มะเขือเทศมีความต้องการน้ำตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต หรือตลอดระยะปลูก 500-650 ลบ.ม./ไร่ หรือต้องมีความสูงของน้ำในดินที่ระดับ 31.25-40.62 ซม. (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) ดังนั้นการกำหนดการให้น้ำแก่พืชจึงต้องรักษาระดับน้ำในดินให้อยู่ในระดับความสูงดังกล่าว ซึ่งอยู่ในเขตรากพืช นอกจากนี้เกษตรกรต้องมีการค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบติดตั้ง และบริหารระบบจะต้องคำนึงถึงการจัดการระบบ เช่น ระยะเวลาให้น้ำ การใช้ปุ๋ย ชนิดปุ๋ย ตลอดจนต้องคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ พืชจึงจะได้ปุ๋ย หรือสารเคมีใช้อย่างเพียงพอทุกช่วงการเจริญเติบโต

โดยระบบการให้น้ำหยดมี 2 ระบบ คือ ระบบที่ให้บนผิวดิน (surface drip irrigation) และให้ใต้ผิวดิน (sub-surface drip irrigation) ซึ่งระบบใต้ดินเป็นระบบที่ปรับปรุงจากการให้น้ำบนผิวดิน โดยการฝังท่อน้ำหยดไว้ใต้ผิวดิน เป็นวิธีการให้น้ำที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำจากการระเหยของน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพืช และสะดวกในการจัดการดูแลรักษา เช่น การปลูกใหม่ หรือการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวไม่จำเป็นต้องรื้อถอนระบบน้ำ และมีการศึกษาพบว่ามีผลตอบแทนที่คุ้มค่าในพืชหลาย

ชนิด (Ayars et al., 1999) แต่ข้อเสียของการใช้ระบบให้น้ำใต้ผิวดินคือ การที่รากชอนไชเข้าไปในระบบให้น้ำ แต่สามารถป้องกันได้โดยใช้ phosphoric acid ที่ความเข้มข้น 13-15 mg/L (Horwell et al., 1997)

2.5.2 การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (fertigation)

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (fertigation) คือการให้ปุ๋ยโดยผสมปุ๋ยที่สามารถละลายน้ำได้หมดลงไปในระบบน้ำ ซึ่งเมื่อพืชดูดน้ำไปใช้ก็จะมีการดูดธาตุอาหารขึ้นไปด้วย เป็นการให้ทั้งน้ำ และปุ๋ยไปพร้อมกันในเวลา และบริเวณที่พืชต้องการ สามารถลดแรงงานในการให้ปุ๋ย ลดการชะล้างปุ๋ยเลยเขตรากพืช การแพร่กระจายปุ๋ยสม่ำเสมอบริเวณที่รากพืชอยู่ (มนตรี ค้ำชู, 2538; Or and Coelho 1996; Boyhan and Kelley 2001) ระบบน้ำที่สามารถให้ปุ๋ยร่วมในระบบจะต้องเป็นการให้น้ำแบบประหยัดคือ ระบบน้ำหยดหรือ minisprinkler การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (ทองดี บ้านดอน, 2540) เพราะจำกัดอัตราการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างปุ๋ยลึกลงไปเกินกว่าระดับราก และมีการกระจายตัวของปุ๋ยสม่ำเสมอ สามารถลดแรงงานการให้ปุ๋ย และถ้ามีการลงทุนระบบน้ำอยู่แล้วก็ควรมีการให้ปุ๋ยของระบบน้ำไปพร้อมกัน เพราะมีการเพิ่มการลงทุนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่มีผลดีหลายด้านคือ สามารถลดแรงงานการให้ปุ๋ย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ 10-50 เปอร์เซนต์ ลดอัตราจากการเค็มของปุ๋ยที่ให้ทางดิน ไม่ต้องนำรถเข้าไปใส่ปุ๋ยแปลงพืช ทำให้ลดอัตราการแน่นของดิน (ยงยุทธ โอสถสภา, 2546) สามารถปรับสูตรปุ๋ยได้รวดเร็วทันความต้องการของพืช (Locasio, 2005) สามารถใช้ปุ๋ยธาตุอาหาร จุลธาตุลงไปในระบบน้ำ ในรูปของเกลือละลายน้ำง่าย เช่น $ZnSO_4$, $MnSO_4$ และ $CuSO_4$ ทำให้ประหยัดการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ และยังสามารถแบ่งให้ปุ๋ยได้ตามความต้องการของพืช Hartz et al. (1993) รายงานว่าการแบ่งให้ปุ๋ยแก่พริกทำให้ผลผลิตพริกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และโปแทสเซียม ที่มีการเคลื่อนย้ายได้ดีในดิน ทำให้เกิดการสูญเสียไปในดินเกินกว่าระยะราก โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ (Drost and Koening 2001; Hanson et al. 2006) Hebbar et al. (2004) รายงานว่าผลผลิตมะเขือเทศ ที่ให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมไปในระบบน้ำ มีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน 33% และการแบ่งใส่ไนโตรเจนและโปแทสเซียมในช่วงการเจริญเติบโตของพืชในระบบน้ำในดินทราย ส่งผลให้ผลผลิตมะเขือเทศสูง และมีคุณภาพดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (Locasio et al. 1997) การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำลดการสูญเสียไนโตรเจนและโปแทสเซียมจากบริเวณรากพืชในดินทราย และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม (Badr et al. 2010) แต่ข้อเสียการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำคือ ปุ๋ยต้องมีเปอร์เซนต์การละลายน้ำสูงสุด และมีความบริสุทธิ์สูง (อิทธิสุนทร, 2550) ส่วนใหญ่จะมีราคาแพง แต่ถ้าสามารถผสมปุ๋ยเองจากแม่ปุ๋ย ซึ่งปัจจุบันหาซื้อได้ง่ายขึ้น ก็จะสามารถทำให้ปุ๋ยราคาถูกลง แต่ผู้ที่จะทำได้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของปุ๋ยเป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้วจะต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติของดินและน้ำ เพราะคุณสมบัติของดิน และน้ำเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาในระบบการให้ปุ๋ยทางน้ำ การให้ปุ๋ยในระบบน้ำจะให้ผลดีคุ้มค่าหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ โดยเฉพาะประเภทของระบบการให้น้ำที่จะมีการใช้ปุ๋ยควบคู่กันไป ชนิดปุ๋ยเคมีที่จะใช้ ชนิดดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทเนื้อดิน คุณภาพของน้ำชลประทาน ชนิดพืช และวิธีการปลูกพืช เป็นต้น (ปิยะ ดวงพัตรา, 2538)

การสำรวจ และการวิเคราะห์ดิน และน้ำ เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การให้น้ำแบบประหยัด และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำประสบความสำเร็จ เพราะสามารถนำมาใช้ในการปรับสภาพของน้ำให้มีความเหมาะสม อาจจะต้องมีการบำบัดน้ำก่อนนำมาใช้ การเลือกใช้ชนิดของปุ๋ย และอัตราของปุ๋ยให้เหมาะกับคุณสมบัติของดิน และน้ำเป็นส่วนที่สำคัญ เช่น ถ้าน้ำมี pH สูง การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส อาจจะใช้ในรูป

ของกรด HNO_3 และ H_2PO_4 และถ้าน้ำมีปริมาณธาตุอาหารปะปนอยู่ก็จำเป็นต้องลดธาตุอาหารชนิดนั้นๆ ในปุ๋ยที่ใส่ลงไป

การที่จะทำให้ระบบการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยทางน้ำประสบความสำเร็จจะต้องควบคุมปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำ ชนิดของปุ๋ยที่เหมาะสม สูตร และอัตราการให้ปุ๋ย ระยะเวลาการใช้ปุ๋ย ซึ่งยังไม่มีคำแนะนำจากทางราชการ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาค้นคว้า ถึงการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในพืชที่สำคัญ และมีผลตอบแทนสูง เช่น มะเขือเทศ การวิจัยควรจะมุ่งเน้นให้ได้วิธีการ และคำแนะนำอย่างง่ายแก่เกษตรกรที่จะสามารถนำไปใช้โดยไม่ต้องมีความรู้ความเข้าใจที่มากนัก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การทดลองที่ 1 ผลของวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

ทำการทดลองกับพริกและมะเขือเทศ โดยทั้ง2 พืชใช้แผนการทดลองและวิธีการทดลองที่เหมือนกัน

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot design จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

Main plot คือ วิธีการให้น้ำ มี 2 ระดับ คือ

- การให้น้ำหยดบนผิวดิน
- การให้น้ำหยดใต้ผิวดิน

Sub plot มี 2 ปัจจัย โดยจัดทั้ง 2 ปัจจัย ในลักษณะ combination treatments

ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน มี 4 ระดับ ได้แก่

- ขุยมะพร้าว
- ขี้เถ้าแกลบ
- ขี้เลื่อย
- ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ปัจจัยที่ 2 คือ การใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า มี 2 ระดับ ได้แก่

- ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า
- ไม่ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมแปลงทดลอง เตรียมดินโดยการไถพลิกหน้าดิน และตากแดดประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อโรค และกำจัดวัชพืช ไถพรวนเพื่อย่อยดินให้ละเอียด ยกแปลงทดลองขนาดกว้าง 1 ม. ระยะห่างระหว่างแปลง 1 ม. ในแต่ละแปลงย่อยมี 3 แปลงที่มีขนาด 1x5 ตร.ม. หลังการเตรียมดินใส่วัสดุปรับปรุงดินแต่ละตำรับการทดลอง 3,000 กก./ไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากับดินที่ระดับ 0-15 ซม. วางระบบน้ำหยดบนดิน และใต้ดินที่ระดับความลึก 15 ซม. โดยใช้เทปน้ำหยดที่มีอัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง และมีระยะห่างระหว่างรูน้ำหยด 30 ซม.โดยวางเทปน้ำหยด 2 เส้นในแต่ละแปลง จากนั้นใช้แผ่นพลาสติกสีดำคลุมแปลง ทำการเจาะรูพลาสติกคลุมแปลงเป็นแบบแถวคู่สับหว่างห่างกัน 70 ซม. แต่ละหลุมในแถวเดียวกันห่างกัน 50 ซม. ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซ่า 1 กรัมต่อต้น (ในกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า)

2.2 การปลูก นำกล้าพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต และมะเขือเทศลูกท้อพันธุ์เพอร์เฟกโกลด์ อายุ 30 วัน ปลูก 1 ต้น/หลุม (ปลูกวันที่ 17 มกราคม 2553)

2.3 การให้น้ำ ให้น้ำตามความต้องการน้ำของพืชโดยความถี่ของการให้น้ำจะให้ทุกครั้งเมื่อค่าสะสมความต้องการน้ำของพืช (ETc) เท่ากับ 15 มม. ทั้งการให้บนดิน และใต้ดิน โดยคำนวณตามสูตร ETc = ETpxKc โดยค่า ETp (ศักย์การใช้น้ำของพืช) ในแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับสภาพอากาศที่ต่างกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การให้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งขึ้นกับช่วงอายุพืช แต่การทดลองนี้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การให้น้ำของพริกและมะเขือเทศมีค่า 0.67 ตลอดฤดูปลูก เพราะมีระยะห่างระหว่างแถวมาก (1.0 เมตร) แต่มีการคลุมดิน และตัดแต่งทรงพุ่มทำให้การใช้น้ำต่อพื้นที่ปลูกมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอ้างอิง (ศักย์การใช้น้ำของพืช) การคำนวณการให้น้ำแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความต้องการน้ำของพืช (Etc = ETp x Kc)

ข้อมูล	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
ETp	3.86	5.11	5.25	5.61	5.10
Kc	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
ETc (มม./วัน)	2.59	3.42	3.52	3.76	3.42
ความถี่การให้น้ำ (วัน)	5	4	4	3	4

2.4 การให้ปุ๋ยให้ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร (ตารางภาคผนวกที่ 1) โดยปุ๋ยฟอสฟอรัส ใส่พร้อมปลูกครั้งเดียว ส่วน ปุ๋ยไนโตรเจน และโปแทสเซียม แบ่งให้ 2 ครั้ง คือ 1) พร้อมปลูก และ 2) เริ่มออกดอก (ประมาณ 30 วัน)

3. การเก็บข้อมูล

3.1 วิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนปลูก โดยทำการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ด้วยเครื่อง pH meter วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5 ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ด้วยวิธี Walkley and Black (Black, 1965) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray et al., 1945) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K Ca Mg) โดยสกัดดินด้วย NH_4OAC เข้มข้น 1.0 M วัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Jones, 2001) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง (available Fe, Mn, Cu และ Zn) สกัดดินด้วย DTPA วัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Lindsay et al., 1978)

3.2 ความสูงต้น ทำการวัดความสูงต้นทุก 7 วัน เริ่มวัดหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ โดยการสุ่มวัดจากต้นที่อยู่ตรงกลางของแปลงย่อย จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย วัดความสูงจากผิวดินไปจนถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงที่สุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.3 ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต เก็บเกี่ยวผลผลิต 2 รุ่น (แต่ละรุ่นเก็บได้ประมาณ 4-6 ครั้ง) พริกเก็บในระยะที่เปลี่ยนสี ส่วนมะเขือเทศเก็บเกี่ยว 2 ระยะ คือระยะเริ่มสุก (breaker, pink) และระยะสุก (red ripe) โดยสุ่มเก็บจากต้นที่อยู่ตรงกลางของแปลงย่อย จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย บันทึกผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล เปอร์เซนต์ผลเสีย ในมะเขือเทศทำการวิเคราะห์ปริมาณกรด

(tritratable acidity, TA) ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (total soluble solid, TSS)

- วัดความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA-XT2i ใช้หัววัดแบบ needle (P/2N) ความเร็วหัววัด 1.0 มม. ระยะทางที่กด 12 มม.โดยสุ่มวัดกรรมวิธีการทดลองละ 5 ผล

- ปริมาณ tritratable acidity โดยนำมะเขือเทศมาคั้นน้ำกรองด้วยสำลี นำน้ำคั้นมา 10 มม. หยด phenolphthalein 1% 2-3 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ หลังจากนั้นนำมาไตรเตรทกับสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N คำนวณหา %TA ตามสูตร

$$\%TA = \frac{(N\ NaOH)\ (ml\ NaOH)\ (meq.wt.tartaric\ acid) \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้นที่ใช้}}$$

เมื่อ

N NaOH คือ normality ของสารละลายด่าง NaOH

ml NaOH คือ ปริมาณของสารละลายด่างที่ใช้ในการไตเตรทเป็นมิลลิลิตร

meq.wt ของกรด tartaric = 0.075

- ปริมาณ total soluble solids วัดจากน้ำคั้นมะเขือเทศในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ด้วย hand refractometer โดยหน่วยที่วัดได้เป็น °Brix

3.4 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ตัดต้นที่ระยะออกดอกซ้ำละ 3 ต้น นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชม. และนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

3.5 วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบทีระยะออกดอก นำตัวอย่างทีอบแห้งแล้ว มาบดให้ละเอียด และวิเคราะห์ไนโตรเจน ด้วยวิธี kjeldahl วิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วยวิธี vanadomolybdate (barton) และการวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมโดยใช้เครื่อง flame photometer (โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช, 2546)

3.6 บันทึกปริมาณการให้น้ำตลอดระยะเวลาการปลูก

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Window (version 13.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี duncan's new multiple range test (DMRT)

3.2 การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางน้ำต่อผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot ใน randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยจัด main plot มี 2 ปัจจัย โดยจัดทั้ง 2 ปัจจัย ในลักษณะ combination treatments โดยมีตำรับการทดลอง ดังต่อไปนี้

Main plot

ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการให้ปุ๋ย มี 2 ระดับ

- การให้ปุ๋ยทางดินตามค่าวิเคราะห์ดิน (S)
- การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (F)

ปัจจัยที่ 2 คือ ปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำ มี 3 ระดับ

- ให้น้ำที่ความต้องการน้ำของพืช (ETc) 15 มม.
- ให้น้ำที่ความต้องการน้ำของพืช (ETc) 25 มม.
- ให้น้ำที่ความต้องการน้ำของพืช (ETc) 35 มม.

Sub plot คือ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน มี 2 ระดับ คือ

- ไม่ใส่ขุยมะพร้าว
- ใส่ขุยมะพร้าว

(เลือกขุยมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินในการทดลองที่ 2 เนื่องจากการทดลองที่ 1 การใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ได้ผลดีที่สุด)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมแปลงทดลอง เตรียมดินโดยการไถพลิกหน้าดิน และตากแดดประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อโรค และกำจัดวัชพืช ไถพรวนเพื่อย่อยดินให้ละเอียด ยกแปลงทดลองให้มีขนาดแปลงย่อยกว้าง 1 ม. ยาว 5 ม. ระยะห่างระหว่างแปลง 1.0 ม. ในแต่ละแปลงย่อยมีจำนวน 3 แปลง ใส่ขุยมะพร้าว 3,000 กก./ไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากับดินที่ระดับ 0-15 ซม. วางระบบน้ำหยดบนดินโดยใช้เทปน้ำหยดที่มีอัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง และมีระยะห่างระหว่างรูน้ำหยด 30 ซม.โดยวางเทปน้ำหยด 2 เส้นในแต่ละแปลง จากนั้นใช้แผ่นพลาสติกคลุมแปลง ทำการเจาะรูพลาสติกคลุมแปลง เป็นแบบแถวคู่สับหว่างห่างกัน 70 ซม. แต่ละหลุมในแถวเดียวกันห่างกัน 50 ซม.

2.2 การปลูก ทำการปลูกวันที่ 9 มกราคม 2553 โดยใช้กล้าพริกพันธ์ซุปเปอร์ฮอท และมะเขือเทศ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์ อายุ 30 วัน โดยปลูก 1 ต้นต่อหลุม

2.3 การให้น้ำ ให้น้ำตามความต้องการน้ำของพืชโดยมีความถี่ของการให้ตามกรรมวิธีทดลอง และคำนวณความต้องการน้ำของพืช (Etc = ETp x Kc) เหมือนการทดลองที่1

2.4 การให้ปุ๋ยทำการให้ปุ๋ยทางดิน และทางระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 1.28% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 54.4 มก./กก. และค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 74.0 มก./กก. ดังตารางที่ 11 จึงกำหนดการให้ปุ๋ยทั้งทางดิน และทางระบบน้ำในอัตรา ปุ๋ย N 24 กก./ไร่ ปุ๋ย P_2O_5 4 กก./ไร่ และปุ๋ย K_2O 16 กก./ไร่ ดังในตารางที่ 3.2 ทั้งในตำรับการให้ปุ๋ยทางดิน และทางระบบน้ำ การให้ปุ๋ยทางดินให้ปุ๋ย P_2O_5 4 กก./ไร่พร้อมปลูกครั้งเดียว ส่วน ปุ๋ย N และK แบ่งให้ 2 ครั้ง คือ 1) พร้อมปลูก และ 2) ออกดอก (อายุ 30 วันหลังย้ายปลูก)โดยใส่ปุ๋ย N และ K อย่างละครึ่ง (N 12 กก./ไร่ และ K_2O 8 กก./ไร่) ส่วนการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำให้โดยปั๊มปุ๋ยแบบ ventury แบ่งให้ 8 ครั้งตามความถี่ของการให้น้ำ แต่กำหนดให้ปริมาณปุ๋ยมีค่าเท่ากันทุกครั้ง และปริมาณปุ๋ยรวมทั้งหมดเท่ากับการใส่ปุ๋ยทางดิน การจัดการโรค และแมลง เมื่อเริ่มพบการระบาดของโรค และแมลง ใช้สารเคมีพ่นตามลักษณะที่พบ

3. การเก็บข้อมูล

3.1 วิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนปลูก โดยทำการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรด - ด่าง (pH) ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ด้วยเครื่อง pH meter วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5 ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ด้วยวิธี Walkley and Black (Black, 1965) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray et al., 1945) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K Ca) โดยสกัดดินด้วย NH_4OAC เข้มข้น 1.0 M วัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Jones, 2001) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของดินก่อนปลูกในตารางที่ 4.1

3.2 วัดความสูงต้น ทุก 7 วัน เริ่มวัดหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ โดยการสุ่มวัดจากต้นที่อยู่ตรงกลางของแปลงย่อย จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย วัดความสูงจากผิวดินไปจนถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงที่สุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.3 ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต เก็บเกี่ยวผลผลิต 2 รุ่น (แต่ละรุ่นเก็บได้ประมาณ 4-6 ครั้ง) พริกเก็บในระยะที่เปลี่ยนสี ส่วนมะเขือเทศเก็บเกี่ยว 2 ระยะ คือระยะเริ่มสุก (breaker, pink) และระยะสุก (red ripe) โดยสุ่มเก็บจากต้นที่อยู่ตรงกลางของแปลงย่อย จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย บันทึกผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล % ผลเสีย ในมะเขือเทศทำการวิเคราะห์ปริมาณกรด (tritratable acidity, TA) ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (total soluble solid, TSS) เหมือนการทดลองที่ 1

3.4 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ตัดต้นที่ระยะออกดอกซ้ำละ 3 ต้น นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชม. และนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

3.5 วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบที่ระยะออกดอก นำตัวอย่างทีอบแห้งแล้ว มาบดให้ละเอียด และวิเคราะห์ไนโตรเจน ด้วยวิธี kjeldahl วิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วยวิธี vanadomolybdate (barton) และการวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียม โดยใช้เครื่อง flame photometer (โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช, 2546)

3.6 บันทึกปริมาณน้ำที่ให้ และปริมาณน้ำฝนตลอดระยะเวลาการปลูก

3.7 วิเคราะห์ดินหลังปลูก โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) ความหนาแน่นของดิน (bulk density) และความสามารถในการซึมผ่านของน้ำผ่านดิน (permeability) (กลุ่มวิจัยเกษตร และเคมี, 2551)

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Window (version 13.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี duncan’s new multiple range test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ผลของวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ต่อผลผลิต และคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

1. คุณสมบัติของดิน และวัสดุปรับปรุงดินก่อนการทดลอง

คุณสมบัติของดิน แสดงในตารางที่ 4.1 โดยดินที่ใช้จัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย ในชุดดินจัตุรัสที่ (Chatturat soil series: Ct, Fine, mixed, active isohyperthermic Typic Haplustalfs) มีค่า pH 6.03 อินทรียวัตถุปานกลาง (1.98%), available P (27.47 มก./กก.) มีค่าสูง exchangeable K (92.0 มก./กก.) มีค่าปานกลาง, exchangeable Ca (1,340 มก./กก.) มีค่าปานกลาง, exchangeable Mg (88.34 มก./กก.) มีค่าต่ำ, available Fe (13.38 มก./กก.) มีค่าปานกลาง, available Mn (7.03 มก./กก.) มีค่าต่ำ, available Cu (0.23 มก./กก.) มีค่าต่ำ, available Zn (0.71 มก./กก.) มีค่าต่ำ โดยในภาพรวมจัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และคุณสมบัติวัสดุปรับปรุงดิน แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูกพริก และมะเขือเทศ

คุณสมบัติของดิน		ค่าวิเคราะห์	ค่าที่เหมาะสม (Jones, 2008)
pH		6.03	6.5-7.5
EC	(ไมโครซีเมนส์./ม.)	120	-
Organic matter	(%)	1.98	-
Available P	(มก. /กก.)	27.48	60-70
Exchangeable K	(มก. /กก.)	92.0	60-700
Exchangeable Ca	(มก. /กก.)	1340	1,000
Exchangeable Mg	(มก. /กก.)	88.34	350-700
Available Fe	(มก. /กก.)	13.38	-
Available Mn	(มก. /กก.)	7.03	5-20
Available Cu	(มก. /กก.)	0.23	-
Available Zn	(มก. /กก.)	0.71	-

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน

คุณสมบัติ	ขุยมะพร้าว	ขี้เถ้าแกลบ	ขี้เลื่อย
pH	6.01	9.79	7.33
EC (ไมโครซีเมนต์/ซม.)	1417	293	524
N (%)	0.36	0.08	0.27
P (%)	0.034	0.109	0.025
K (%)	1.889	0.710	0.252
Organic matter (%)	59.68	6.02	73.06
Organic carbon (%)	34.7	3.5	42.48
C : N	96:1	44:1	157:1

2. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต

2.1 พริก พันธุ์ซุปเปอร์ฮอท

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน (การให้น้ำหยดบนดิน และใต้ดิน) และการใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า ไม่ส่งผลให้ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าชนิดของวัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้พริกมีความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 91.93 ซม. 21.25 กรัม 193.1 กรัม และ 2.03 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และพบว่าการใส่ขี้เลื่อยส่งผลให้พริกมีความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 92.59 ซม. 16.83 กรัม 186.2 กรัม และ 1.77 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 ผลของวิธีการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท

วิธีการทดลอง	ความสูง (ซม.)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
วิธีการให้น้ำ				
น้ำหยดบนผิวดิน	89.16	17.57	182.2	1.66
น้ำหยดใต้ดิน	92.54	17.85	177.5	1.74
ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน				
ขุยมะพร้าว	91.93 a	21.25 a	193.1 a	2.03 a
ขี้เถ้าแกลบ	91.59 a	17.91 b	185.3 a	1.76 b
ขี้เลื่อย	87.79 b	14.41 c	158.0 b	1.29 c
ไม่ใส่วัสดุ	92.59 a	16.83 b	186.2 a	1.77 b
เชื้อไมคอร์ไรซ่า				
ใส่เชื้อ	90.79	18.38	177.4	1.75
ไม่ใส่เชื้อ	90.90	17.20	181.8	1.67
CV (%)	2.95	6.65	5.42	6.93

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.2 มะเขือเทศ ลูกท้อพันธุ์เพอร์เฟกโกลด์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า วิธีการให้น้ำที่ต่างกัน (การให้น้ำหยดบนดิน และใต้ดิน) และการใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่าไม่ส่งผลให้ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ส่งผลให้ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยพบว่าการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้ความสูง (95.56 ซม.) น้ำหนักแห้งต้น (25.99 กรัม) น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (83.75 กรัม) และผลผลิตสูงที่สุด (7.49 ตัน/ไร่) รองลงมา คือการใส่ขี้เถ้าแกลบส่วนการใส่ขี้เลื่อยทำให้ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตต่ำที่สุด โดยมีค่าต่ำกว่าวิธีควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ตารางที่ 4.4) และพบว่าการให้น้ำที่ต่างกัน ชนิดวัสดุปรับปรุงดินต่างกัน และการใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า ไม่ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณกรด ความแน่นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ผลเสียแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.4 ผลของวิธีการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์

วิธีการทดลอง	ความสูง (ซม.)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (กรัม)	ผลผลิต (ตันต่อไร่)
วิธีการให้น้ำ				
น้ำหยดบนผิวดิน	92.58	23.09	75.85	6.52
น้ำหยดใต้ดิน	92.95	23.24	73.38	6.57
ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน				
ขุยมะพร้าว	95.56 a	25.99 a	83.75 a	7.49 a
ขี้เถ้าแกลบ	95.03 a	23.07 b	75.50 b	6.88 b
ขี้เลื่อย	87.79 b	20.78 c	67.08 c	5.48 d
ไม่ใส่วัสดุ	92.59 ab	22.51 b	69.66 c	6.13 c
เชื้อไมคอร์ไรซ่า				
ใส่เชื้อ	92.67	23.97	22.06	6.70
ไม่ใส่เชื้อ	92.83	22.56	22.57	6.47
CV (%)	5.59	5.91	5.38	4.85

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.5 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์

วิธีการทดลอง	ของแข็งที่ละลายในน้ำ (%)	ปริมาณกรด (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ผลเสีย (%)
วิธีการให้น้ำ				
น้ำหยดบนผิวดิน	4.00	0.47	22.18	2.12
น้ำหยดใต้ดิน	3.95	0.46	22.51	2.13
ชนิดของวัสดุปรับปรุดิน				
ขุยมะพร้าว	4.01	0.46	22.48	2.12
ขี้เถ้าแกลบ	4.03	0.47	22.67	2.13
ขี้เลื่อย	3.92	0.47	22.04	2.11
ไม่ใส่วัสดุ	3.88	0.44	22.05	2.15
เชื้อไมคอร์ไรซ่า				
ใส่เชื้อ	4.19	0.48	22.06	2.12
ไม่ใส่เชื้อ	3.81	0.45	22.57	2.13
CV (%)	9.54	6.78	5.74	2.96

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการทดสอบวิธีการให้น้ำหยดบนดิน และน้ำหยดใต้ดิน ทั้งในการปลูกพริก และมะเขือเทศพบว่าไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลิต และคุณภาพแตกต่างกันทางสถิติ แต่จากหลายงานทดลองพบว่าวิธีการให้น้ำหยดใต้ดินมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน เช่นงานทดลองของ Karimi et al. (2012) ทำการเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำหยดบนผิวดิน และใต้ดินต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของมะเขือเทศ พบว่าการให้น้ำหยดใต้ดินทำให้การเจริญเติบโตสูงกว่า และมีผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน 7 ตัน/ไร่ Abdulrasoul et al. (2010) พบว่าการให้น้ำหยดใต้ดินในการปลูกมะเขือเทศในปี 2005-2006 ทำให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน 9.8 และ 7.9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้นจากหลายงานทดลองจึงสรุปว่าผลผลิตของพืชที่ปลูกด้วยระบบน้ำหยดใต้ดินมีค่าสูงกว่าการปลูกในระบบน้ำหยดบนผิว (Al-Omran et al., 2005; Ayars et al., 1999; Machado et al., 2003; Phene et al., 1987) แต่การทดลองของ Miguel et al. (2007) รายงานว่าการให้น้ำหยดใต้ดิน และบนดินในสภาวะที่ให้น้ำ 100% ของความต้องการน้ำของพืชจะไม่ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในสภาวะเครียด (ระดับ 50% ของความต้องการน้ำของพืช) พบความแตกต่างทางสถิติ โดยพบว่าผลผลิตของมะเขือเทศที่ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดใต้ผิวดินมีค่าสูงกว่าการให้น้ำบนผิวดินถึง 66.5% เนื่องจากการให้น้ำหยดใต้ดินมีความชื้นบริเวณเขตรากสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน ซึ่งตรงกับการศึกษาของ (Ben-Asher and Phene, 1993; Phene et al., 1989) การให้น้ำหยดใต้ดินเป็นการลดการสูญเสียน้ำจากการการระเหยจากผิวดินในสภาวะเครียดน้ำ (Ayars et al., 1999; Oliveira et al., 1996; Phene, 1995) และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าการให้น้ำบนผิวดิน (Ayars et al., 1999; Machado et al., 2003; Enciso-Medina et al., 2002) ทำให้สามารถลดปริมาณการให้น้ำ และรักษาระดับของผลผลิตมะเขือเทศ (Kirda et al., 2004; Zegbe et al., 2006) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ถึงแม้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ อาจเนื่องมาจากมีการให้น้ำที่เพียงพอต่อความต้องการของพริก และมะเขือเทศ ปริมาณน้ำตลอดระยะเวลาการปลูกประมาณ 900 ลบ.ม./ไร่ ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของพริก และมะเขือเทศทั้งการให้น้ำหยดบนผิวดิน และใต้ดิน โดยมีรายงานว่าพริก และมะเขือเทศมีความต้องการน้ำตลอดฤดูปลูก 500-650 ลบ.ม./ไร่ (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) และนอกจากนี้ทุกวิธีการทดลองมีการคลุมด้วยพลาสติกสีดำทำให้ลดการระเหยของน้ำจากผิวดิน และรักษาความชื้นในดิน และสามารถควบคุมวัชพืชในแถวปลูกได้ (Maged, 2006; Mata et al., 2002) Lamm and Trooien (2003) รายงานว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน และมีการคลุมด้วยพลาสติกสีดำ ทำให้พืชลดการใช้น้ำลง 25% เนื่องจากการสูญเสียน้ำจากผิวดินมีน้อย จึงอาจทำให้วิธีการให้น้ำหยดบนผิวดิน และใต้ดิน ไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของพริก และมะเขือเทศแตกต่างกันทางสถิติ

การใส่ขุยมะพร้าวในดินส่งผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศสูงที่สุด โดยทั่วไปขุยมะพร้าวจัดเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับเป็นวัสดุปลูกในโรงเรือน เพราะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำสูง ทำให้รากพืชแพร่กระจายได้ดี มีค่า CEC สูง และมีความสามารถในการย่อยสลายได้ยาก โดยไม่มีปัญหาการเกิดกระบวนการ N immobilization เนื่องจากมีปริมาณของ lignin สูง โดยทั่วไปมี lignin 65%-70% และ cellulos 25%-30% (Meerow, 1994) ซึ่งจากตารางการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน (ตารางที่ 6) พบว่าคุณสมบัติของ ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ

และ ขี้เลื่อยมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า C : N พบว่าขี้เลื่อยมีค่า C : N กว้างที่สุด (157 : 1) รองลงมาคือ ขุยมะพร้าว C : N (96 : 1) และขี้เถ้าแกลบ (44 : 1) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วัสดุแต่ละชนิดมีอัตราการย่อยสลายที่แตกต่างกัน จากค่า C : N ขี้เลื่อยน่าจะเป็นวัสดุที่มีอัตราการย่อยสลายช้าที่สุด รองลงมา คือ ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบตามลำดับ ถึงอย่างไรก็ตามค่า C : N ไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่มีอิทธิพลต่อการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ แต่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ซึ่งได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ (chemical composition) โดยวัสดุที่มีส่วนประกอบของ polyphenol ย่อยยากที่สุด รองลงมา คือ lignin และย่อยง่ายที่สุด คือ cellulose (Mtambanengwe and Kirchmann, 1995; Tian et al., 1995) ขนาดของวัสดุ (particle size) ความสามารถในการเปียกน้ำ (ease of wetting) ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) และความต้องการไนโตรเจน (added N) (Michael et al., 1998) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าหลังปลูกมะเขือเทศ 45 วัน เริ่มสังเกตเห็นอาการ chorosis จากการขาดไนโตรเจนของตำรับการทดลองที่มีการใส่ขี้เลื่อย นอกจากนี้ Michael et al. (1998) พบว่าพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีขี้เลื่อยผสมทำให้พบอาการ chlorosis จากการขาดไนโตรเจนมากที่สุด เนื่องจากขี้เลื่อยมีค่า C : N กว้าง แต่มีปริมาณลิกนินต่ำ โดยปกติมีค่า 20%-30% (Glennie and Mc carth, 1962) มีการย่อยสลายและทำให้อัตราการเกิด N immobilizationสูงในดิน (Prasad, 1997) Allison (1973); Roberts and Stephenson (1948) รายงานว่าการสูญเสียไนโตรเจน (available N) เริ่มเกิดขึ้น 40 วันแรกหลังจากใส่ขี้เลื่อยที่มีค่า C : N กว้างลงไปในดิน แต่ถ้ามี C : N แคบจะเริ่มมีการสูญเสียไนโตเจนจากดินที่ 160 วัน และการขาดไนโตรเจนอาจจะเกิดขึ้นในระยะ 1-4 ปี หรือมากกว่าหากมีการใส่ขี้เลื่อยในอัตราที่สูง ทำให้ขี้เลื่อยไม่เป็นที่แนะนำในการใส่ไปในดินเพื่อใช้เป็นอินทรียวัตถุในระยะสั้น เนื่องจากเกิดกระบวนการ N immobilization ระยะยาว และทำให้พืชขาดไนโตรเจนได้ (Abd-el-malek and others, 1979; Allison and Anderson, 1951; Armson and Sandreika, 1974; Cogger, 2005; Davey, 1965; Williams and Hanks, 1976) การใช้ขี้เลื่อยจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดินสูงกว่าปกติ Allison and Clover (1959) รายงานว่าเมื่อมีการใส่ขี้เลื่อยลงไปในดิน ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 0.75%-1% แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณของขี้เลื่อยที่ใส่ลงไปในดิน Locascio et al. (1961) รายงานว่าเมื่อมีการเพิ่มอัตราของขี้เลื่อยที่ใส่ลงไปในดิน ทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศต่ำลง แต่เมื่อมีการเพิ่มอัตราของปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดินด้วยทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ในการทดลองนี้ ไม่เพียงพอต่อการทำงานของจุลินทรีย์ จึงทำให้เกิดกระบวนการ N immobilization สูง และทำให้พืชขาดไนโตรเจน จึงมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองที่ใส่ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน และนอกจากนี้ Beardsell et al. (1979); Prasad (1979) รายงานว่าขี้เลื่อยมีเปอร์เซ็นต์ air-filled porosity สูง และมี available water content ต่ำ ทำให้พืชเกิดความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงการเจริญเติบโต (Allaire et al., 2005; Dorais et al., 2005) ทำให้มีการเก็บรักษาน้ำในดินต่ำ จึงต้องให้น้ำในปริมาณต่ำ และบ่อยครั้ง (Favaro et al., 2002) ส่วนขุยมะพร้าวไม่พบปัญหาในการเกิด N immobilizationในช่วงระยะเวลาการปลูกมะเขือเทศ เนื่องจากมีปริมาณของ lignin สูง โดยทั่วไปมี lignin 65%-70% และ cellulose 25%-30% (Meerow, 1994) และมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และ ค่า CEC สูง จึงทำให้มะเขือเทศมีการ

เจริญเติบโต และการให้ผลผลิตสูงที่สุด และขี้เถ้าแกลบมีค่า C : N ต่ำที่สุดทำให้เกิดการย่อยสลายง่ายกว่าขุยมะพร้าว และขี้เลื่อย แต่การย่อยสลายวัสดุที่มี C : N ต่ำ การเกิด N immobilization จะมีน้อยกว่าวัสดุที่มี C : N ที่สูง จึงทำให้การขาด N ในตำรับการทดลองที่ใส่ขี้เถ้าแกลบไม่รุนแรงเหมือนกับการใช้ขี้เลื่อย และปริมาณของปุ๋ย N ที่ใส่เข้าไปน่าจะเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์จึงไม่ทำให้เกิดกระบวนการ N immobilization และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใส่เชื้อไมคอร์ไรซ่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพริก และมะเขือเทศ เนื่องจากพริก และมะเขือเทศไม่ได้รับสภาวะเครียดจากสภาวะการขาดแคลนน้ำ หรือการขาดธาตุอาหารใด ๆ ในช่วงของการเจริญเติบโต เพราะมีการให้น้ำ และธาตุอาหารอย่างเพียงพอทุกตำรับการทดลอง จึงส่งผลให้ไม่พบอิทธิพลของเชื้อราไมคอร์ไรซ่า

3. ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะเขือเทศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า วิธีการให้น้ำที่ต่างกัน (การให้น้ำหยดบนดิน และใต้ดิน) ไม่ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6) แต่ในการศึกษาของ Abdulrasoul et al. (2010); Ayars et al. (1999); Kirda et al. (2004); Machado et al. (2003); Zegbe et al. (2006) พบว่าการให้น้ำหยดใต้ผิวดินส่งผลให้มะเขือเทศมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน โดย Abdulrasoul et al. รายงานว่าการให้น้ำหยดใต้ดินทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน 24% ในปี 2005 และ 33.7% ในปี 2006 ตามลำดับ และพบว่ามีปริมาณ soil water content สูงในบริเวณเขตราก จึงทำให้รากมีการแพร่กระจายได้ดี Zotarelli et al. (2009) พบว่า ที่ระดับความลึกของดิน 0-15, 15-30, 30-60 และ 60-90 ซม. และให้น้ำหยดใต้ดินรากมะเขือเทศมีความหนาแน่นสูงกว่าการให้น้ำหยดบนผิวดิน ทำให้ผลผลิต ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง และลดปริมาณการให้น้ำ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน เนื่องจากมีการคลุมด้วยพลาสติกสีดำ ซึ่งสามารถลดการสูญเสียน้ำจากผิวดินได้ดี โดยจากรายงานพบว่าสามารถลดการสูญเสียน้ำจากผิวดินได้ถึง 25% (Lamm and Trooien, 2003) และวิธีการให้น้ำต่างกันไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นของ N, P และK ในใบแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากทั้งสองวิธีการควบคุมปริมาณการให้น้ำที่เท่ากัน ดังนั้นการซึมน้ำลงลึก การชะล้างปุ๋ย และโอกาสในการสูญเสียปุ๋ยจึงมีเท่ากัน

ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด (10.16 กก./ลบ.ม.) รองลงมา คือ ขี้เถ้าแกลบ (9.33 กก./ลบ.ม.) ส่วนการใส่ขี้เลื่อยทำให้มะเขือเทศมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ (7.43 กก./ลบ.ม.) ต่ำกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (8.31 กก./ลบ.ม.) (ตารางที่ 4.6) ซึ่งการใส่ขุยมะพร้าว หรือขี้เถ้าแกลบอาจทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี ไม่มีการซึมลงไปลึกกว่าระดับราก ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และผลผลิตสูง ในขณะที่ขี้เลื่อยอาจจะสามารถอุ้มน้ำได้ดี แต่เกิดการย่อยสลายเร็วจึงทำให้เกิดกระบวนการ N immobilization ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ส่วนปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหาร N, P และK ของใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการใส่ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นของ N, P และ K ในใบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดย

พบว่าการใส่ขุยมะพร้าวมีความเข้มข้นของ N, P และK ในใบสูงที่สุด มีค่า 2.37%, 0.30%, 2.93% ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารที่สูงทั้งในการใช้ขุยมะพร้าว อาจเนื่องมาจากการอุ้มน้ำในดินที่สูงขึ้น ทำให้การชะล้างของปุ๋ยลงไปลึกกว่าระดับรากของพืชมีน้อยลงจึงทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ส่วนขี้เลื่อยส่งผลให้ความเข้มข้นของ P และK ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน แต่มีความเข้มข้นของ N ในใบต่ำกว่าวิธีที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยมีค่า 1.87% และมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน เพราะโดยปกติความเข้มข้นของ N ในใบมะเขือเทศควรอยู่ในช่วง 2.00-3.00% ส่วน P และ K อยู่ในช่วงมาตรฐาน คือ P 0.20-0.35% และ K 2.50-4.00% (Burt et al., 1998) เนื่องจากการใส่ขี้เลื่อยทำให้เกิดกระบวนการ N immobilization จึงทำให้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเข้าไปในดิน ไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ จึงมีการดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้ ส่งผลให้ N ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช แสดงให้เห็นว่าถ้ามีการใช้ขี้เลื่อยเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดิน ต้องมีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้เพียงพอต่อจุลินทรีย์ดิน และเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชจึงจะไม่แสดงอาการขาดไนโตรเจน Fog (1988) พบว่าการใส่ปุ๋ย N มีอิทธิพลโดยตรงต่อการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน Allison (1973); Roberts and Stephenson (1948) รายงานว่าการปลูกพืชที่ใช้วัสดุจากเนื้อไม้ ต้องมีการจัดการปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนให้เพียงพอต่อความต้องการ N ของจุลินทรีย์ และความต้องการของพืช เพื่อไม่ให้กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันการขาดธาตุอาหารในดิน Handreck (1991) พบว่าพืชที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ได้จากเนื้อไม้ มีแนวโน้มการขาด N จากกระบวนการ N immobilization เนื่องจากวัสดุที่ได้จากเนื้อไม้ เป็นแหล่งที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนสูง แต่มีปริมาณ nutrients available ต่ำ ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ดึง NO_3^- และ NH_4^+ จากสารละลายในดิน ทำให้ความเข้มข้นของ inorganic N ไม่เพียงพอต่อพืช ส่งผลให้พืชขาด N (Gumi, 2001) และถ้ามีการใส่ปุ๋ย N ไม่เพียงพอก็จะเกิดปัญหาพืชขาด N อย่างรุนแรง (Bodman and Sharman, 1993; Handreck, 1993)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และปริมาณธาตุอาหารในใบของมะเขือเทศลูกท้อ พันธุ์เพอร์เฟกโกลด์

วิธีการทดลอง	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณธาตุอาหารในใบ (%)		
		N	P	K
วิธีการให้น้ำ				
น้ำหยดบนผิวดิน	8.84	2.14	0.24	2.82
น้ำหยดใต้ดิน	8.92	2.06	0.24	2.76
ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน				
ขุยมะพร้าว	10.16 a	2.37 a	0.30 a	2.93 a
ขี้เถ้าแกลบ	9.33 b	2.09 b	0.23 b	2.91 a
ขี้เลื่อย	7.43 d	1.87 c	0.20 c	2.68 b
ไม่ใส่วัสดุ	8.31 c	2.04 b	0.22 b	2.57 c
เชื้อไมคอร์ไรซ่า				
ใส่เชื้อ	9.09	2.16 a	0.25	2.90 a
ไม่ใส่เชื้อ	8.72	2.05 b	0.23	2.73 b
CV (%)	4.85	6.71	5.98	2.76

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4. **คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง**

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณสมบัติทางเคมีของดินพบว่า วิธีการให้น้ำที่ต่างกัน คือ การให้น้ำหยดบนผิวดิน และน้ำหยดใต้ดินไม่ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7)

ส่วนวัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมีของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการใส่ขี้เถ้าแกลบ และขี้เลื่อยส่งผลให้ค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเทียบกับ**วิธี**ที่ไม่ได้ใส่วัสดุปรับปรุงดิน และ**วิธี**ที่ใส่ขุยมะพร้าว อาจเนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของขี้เถ้าแกลบ มีความเป็นด่างจัดมาก โดยค่า pH > 9.0 (กองวิเคราะห์ดิน, 2540) ซึ่งมีค่า 9.79 ส่วนขี้เลื่อยมีค่า 7.33 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกลาง (ตารางที่ 4.2) ดังนั้นเมื่อมีการใส่ลงไปในดินจึงมีผลในการเพิ่มค่า pH ในดิน ส่วนขุยมะพร้าวมีค่า pH 6.01 จึงไม่มีผลในการเพิ่มค่า pH ในดิน และวัสดุปรับปรุงดินทุกชนิดมีผลในการเพิ่มค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน แสดงให้เห็นว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารในดิน นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และการเกาะกันเป็นเม็ดดินได้เป็นอย่างดี การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่งผลให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น (Allison, 1973; Bollen, 1969; Christopher, 1996; Cogger, 2005; Jacobs et al., 2003; Riley and Steinfeld,

2005; Rose et al., 1995) ดังนั้นหลักการในการเลือกวัสดุเพื่อการปรับปรุงดิน จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์ หากต้องการให้ได้ธาตุอาหารลงในดินควรเลือกวัสดุที่มีค่า C : N แคบอยู่ในช่วง 20 : 1 โดยไม่เกิน 30 : 1 เช่น กากพืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยคอกเพื่อไม่ให้มีการดึงธาตุอาหารจากดินมาใช้ และเมื่อย่อยสลายปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ดิน แต่ถ้าเลือกวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินควรเป็นวัสดุที่มีค่า C : N กว้าง และมีองค์ประกอบที่จุลินทรีย์ดินย่อยสลายได้ยาก เช่น lignin หรือมีคุณสมบัติในการป้องกันการย่อยสลายของจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.7 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

วิธีการทดลอง	pH	EC (ไมโครซีเมนต์ม.)	OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
วิธีการให้น้ำ					
น้ำหยดบนผิวดิน	6.55	60.91	2.04	11.42	68.45
น้ำหยดใต้ดิน	6.67	60.45	2.05	12.01	68.18
ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน					
ขุยมะพร้าว	6.03 b	67.24 a	2.17 a	10.81 bc	70.81 a
ขี้เถ้าแกลบ	7.07 a	56.66 c	1.90 b	13.47 a	72.71 a
ขี้เลื่อย	7.02 a	62.68 b	2.18 a	12.12 ab	66.92 b
ไม่ใส่วัสดุ	6.03 b	51.60 d	1.83 b	9.18 c	57.34 c
เชื้อไมคอร์ไรซ่า					
ใส่เชื้อ	6.68	62.26	2.07	12.34	71.14
ไม่ใส่เชื้อ	6.56	59.49	2.03	11.24	66.2
CV (%)	3.48	6.88	9.25	14.7	5.51

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุปรับปรุงดิน ความถี่ของการให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางน้ำต่อผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

1. คุณสมบัติของดิน และวัสดุปรับปรุงดินก่อนการทดลอง

คุณสมบัติของดินแสดงในตารางที่ 4.8 โดยดินที่ใช้จัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย ในชุดดินจัตุรัสที่มีค่า pH ค่อนข้างสูง (7.8) อินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ (1.23%) จึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.4% โดยปริมาตร ส่วน available P (54.4 มก./กก.) มีค่าสูง exchangeable K (74.0 มก./กก.), exchangeable Ca (1,240 มก./กก.) มีค่าปานกลาง และคุณสมบัติของขุยมะพร้าว แสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าในขุยมะพร้าวมีค่าอินทรียวัตถุสูง เท่ากับ 59.6% และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสูงกว่าในดินถึง 7.75 เท่า โดยมีค่าเท่ากับ 88.35% โดยปริมาตร

ตารางที่ 4.8 คุณสมบัติของดิน และขุยมะพร้าวสำหรับปลูกพริก และมะเขือเทศ

คุณสมบัติ	ดิน	ขุยมะพร้าว
pH	7.81	6.01
EC (ไมโครซีเมนต์/ม.)	113	1,417
Organic matter (%)	1.28	59.6
Organic carbon (%)	0.74	34.7
N (%)	0.06	0.36
C : N	12 : 1	96 : 1
Available P (มก./กก.)	54.4	-
Exchangeable K (มก./กก.)	74.0	-
Field capacity (% โดยปริมาตร)	28.5	119
Permanent wilting point (% โดยปริมาตร)	17.1	30.6
Water holding capacity (% โดยปริมาตร)	11.4	88.3

2. ความถี่ของการให้น้ำ และปริมาณการให้น้ำต่อครั้ง ตามความต้องการน้ำของพืช

จากตารางที่ 4.9 พบว่าการให้น้ำที่ ETc 15 มม. มีความถี่ของการให้น้ำถี่ที่สุด 3-5 วัน/ครั้ง และมีปริมาณการให้ในช่วง 11.3-14.1 มม./ครั้ง ETc 25 มม. มีความถี่ของการให้น้ำอยู่ในช่วง 6-9 วัน/ครั้ง และมีปริมาณการให้น้ำ อยู่ในช่วง 22.6-23.9 มม./ครั้ง และที่ ETc 35 มม. มีความถี่ของการให้น้ำห่างที่สุดซึ่งอยู่ในช่วง 9-13 วัน/ครั้ง และมีปริมาณการให้น้ำต่อครั้งสูงที่สุด อยู่ในช่วง 31.7-33.8 มม./ครั้ง

ตารางที่ 4.9 ความถี่ของการให้น้ำ และปริมาณน้ำที่ให้

ระดับ ETc	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
ความถี่ของการให้น้ำ (วัน/ครั้ง)					
ETc 15 มม.	5	4	4	3	4
ETc 25 มม.	9	7	7	6	7
ETc 35 มม.	13	10	9	9	10
ปริมาณน้ำที่ให้ (มม./ครั้ง)					
ETc 15 มม.	13.0	13.7	14.1	11.3	13.7
ETc 25 มม.	23.3	23.9	24.6	22.6	23.9
ETc 35 มม.	33.7	34.2	31.7	33.8	34.2

3. การเจริญเติบโต ผลิต และคุณภาพผลผลิต

3.1 พริก พันธุ์ซุปเปอร์ฮอท

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า วิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกัน (การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และการให้ปุ๋ยทางดิน) ไม่ส่งผลให้ความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น แตกต่างกันทางสถิติ แต่ส่งผลให้

น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำส่งผลให้พริกมีน้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน

ความถี่ของการให้น้ำที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ความสูงของพริกแตกต่างกันทางสถิต แต่ส่งผลให้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการการให้น้ำที่ ETc 15 มม. ส่งผลให้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.29 ซม, 24.51 กรัม, 218 กรัม และ 2.17 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และพบว่าการให้น้ำห่างที่สุด หรือ ที่ ETc 35 มม. ส่งผลให้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.18 ซม. 16.41 กรัม, 156 กรัม และ 1.42 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลทำให้ความสูงแตกต่างกันทางสถิติ แต่ส่งผลให้พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้พริกมีพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว คิดเป็น 23%, 19%, 19% และ 22% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตของพริก พันธุ์ซุปเปอร์ฮอท

วิธีการทดลอง	ความสูง (ซม.)	ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)
วิธีการให้ปุ๋ย					
ทางระบบน้ำ	79.63	2.74	21.47	206 a	1.93 a
ทางดิน	77.83	2.63	19.38	182 b	1.84 b
ความถี่การให้น้ำ					
ETc 15 มม.	81.12	3.29 a	24.51 a	218 a	2.17 a
ETc 25 มม.	78.52	2.58 b	20.35 b	207 b	2.07 b
ETc 35 มม.	76.56	2.18 c	16.41 c	156 c	1.42 c
วัสดุปรับปรุงดิน					
ใส่ขุยมะพร้าว	80.01	3.04 a	22.56 a	215 a	2.12 a
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	77.45	2.33 b	18.29 b	173 b	1.66 b
% CV.	4.51	6.85	11.50	5.10	5.05

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.2 มะเขือเทศ

จากการวิเคราะห์พบว่า การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และทางดิน ทำให้มะเขือเทศมีความสูง และผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยวิธีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ทำให้มะเขือเทศมีความสูง และผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน โดยมีค่าเท่ากับ 83.44 ซม. และ 7.64 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และ**วิธี**ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีค่าเท่ากับ 66.38 ซม. และ 6.83 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่ส่งผลให้

พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น แตกต่างกันทางสถิติ และนอกจากนี้ยังพบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และทางดินส่งผลให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อผลมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทำให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมีค่า 82.33 กรัม/ผล ซึ่งมากกว่าวิธีการให้ปุ๋ยทางดินที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 76.65 กรัม/ผล

การให้น้ำเมื่อค่า ETc 15, 25 และ 35 มม. มีผลให้พื้นที่ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำที่ ETc 15 มม. ทำให้พื้นที่ใบ มีค่าสูงที่สุด (3.58) ในขณะที่การให้น้ำที่ ETc 25 และ ETc 35 มม.มีค่าเท่ากับ 2.21 และ1.38 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่า การให้น้ำที่ ETc 15 มม. มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 88.13 กรัม/ผล และ7.95 ตัน/ไร่ ตามลำดับ รองลงมา คือ ที่ ETc 25 มม. ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตมีค่า 83.32 กรัม/ผล และ7.47 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และที่ ETc 35 มม. ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตเท่ากับ 67.01 กรัม/ผล และ6.33 ตัน/ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการให้น้ำที่ความถี่ต่างกันไม่ส่งผลให้ความสูง และน้ำหนักแห้งต้นของมะเขือเทศ มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการให้น้ำที่ ETc 15 มม. จะทำให้มะเขือเทศมีความสูงต้น และน้ำหนักแห้งต้น สูงกว่าการให้น้ำที่ ETc 25 มม. และ 35 มม. ตามลำดับ

ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยผล และผลผลิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดินส่งผลให้ความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตมีค่าสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว คิดเป็น 3.78%, 91.48%, 42.78%, 6.39% และ 27.97% ตามลำดับ ขณะที่วิธีที่ไม่ใส่ขุยมะพร้าวมีความสูงเท่ากับ 73.44 ซม. พื้นที่ใบ 1.41 น้ำหนักแห้งต้น 12.45 กรัม/ต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 79.49 กรัม/ผล และผลผลิต 6.36 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 4.11)

คุณภาพผลผลิตพบว่าวิธีการให้ปุ๋ย ไม่ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณกรด ความแน่นเนื้อ น้ำหนักเฉลี่ยผล และเปอร์เซ็นต์ผลเสีย แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ Hebbar et al., 2004 วิธีการให้น้ำไม่ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำปริมาณกรด ความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์ผลเสียที่เกิดจากแมลงแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยผล และเปอร์เซ็นต์ผลเสีย (blossom end rot) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ETc 35 มม. มีค่า blossom end rot สูงที่สุด 1.81% ETc 25 มม. เท่ากับ 1.30% ETc 15 มม. เท่ากับ 1.23% และการใส่วัสดุปรับปรุงดินไม่ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณกรด ความแน่นเนื้อ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล และเปอร์เซ็นต์ผลเสียแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.11 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล และผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์เฟอเฟกโกลด์

วิธีการทดลอง	ความสูง (ซม.)	ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม/ต้น)	น้ำหนักเฉลี่ย/ผล (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
วิธีการให้ปุ๋ย					
ทางระบบน้ำ	83.4a	2.2	14.4	82.3 a	7.64 a
ทางดิน	66.3b	1.91	12.56	76.6 b	6.83 b
ความถี่การให้น้ำ					
ETc 15 มม.	76.5	2.58 a	17.47	88.1 a	7.95 a
ETc 25 มม.	75.4	2.21 b	11.83	83.3 a	7.47 a
ETc 35 มม.	73.9	1.38 b	11.12	67.0 b	6.33 b
วัสดุปรับปรุงดิน					
ใส่ขุยมะพร้าว	76.2a	2.70 a	17.77a	84.6 a	8.14 a
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	73.4b	1.41 b	12.45b	79.5 b	6.36 b
CV (%)	2.97	43.9	42.26	8.3	10.47

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMR

ตารางที่ 4.12 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศพันธุ์เฟอเฟกโกลด์

วิธีการทดลอง	ของแข็งที่ละลายในน้ำ (%)	ปริมาณกรด (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ผลเสีย (%)	
				ก้นเน่า	แมลง
วิธีการให้ปุ๋ย					
ทางระบบน้ำ	3.85	0.55	22.34	1.44	2.21
ทางดิน	4.2	0.49	23.2	1.45	2.14
ความถี่การให้น้ำ					
ETc 15 มม.	4.11	0.51	25.69	1.23 b	2.19
ETc 25 มม.	4.07	0.5	22.32	1.30 b	2.17
ETc 35 มม.	3.9	0.54	20.31	1.81 a	2.16
วัสดุปรับปรุงดิน					
ใส่ขุยมะพร้าว	3.81	0.53	20.43	1.43	2.13
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	4.25	0.51	25.11	1.46	2.22
CV (%)	16.62	13.52	15.11	10.98	18.3

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

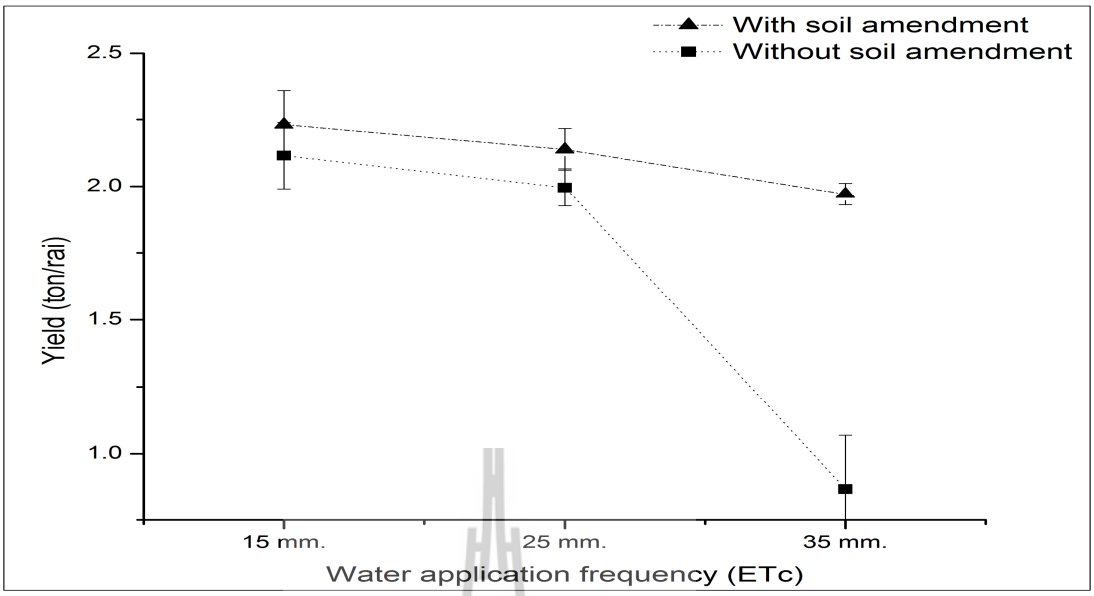
จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตทั้งในพริก และมะเขือเทศ พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำส่งผลให้พริก และมะเขือเทศมีผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน และมีแนวโน้ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

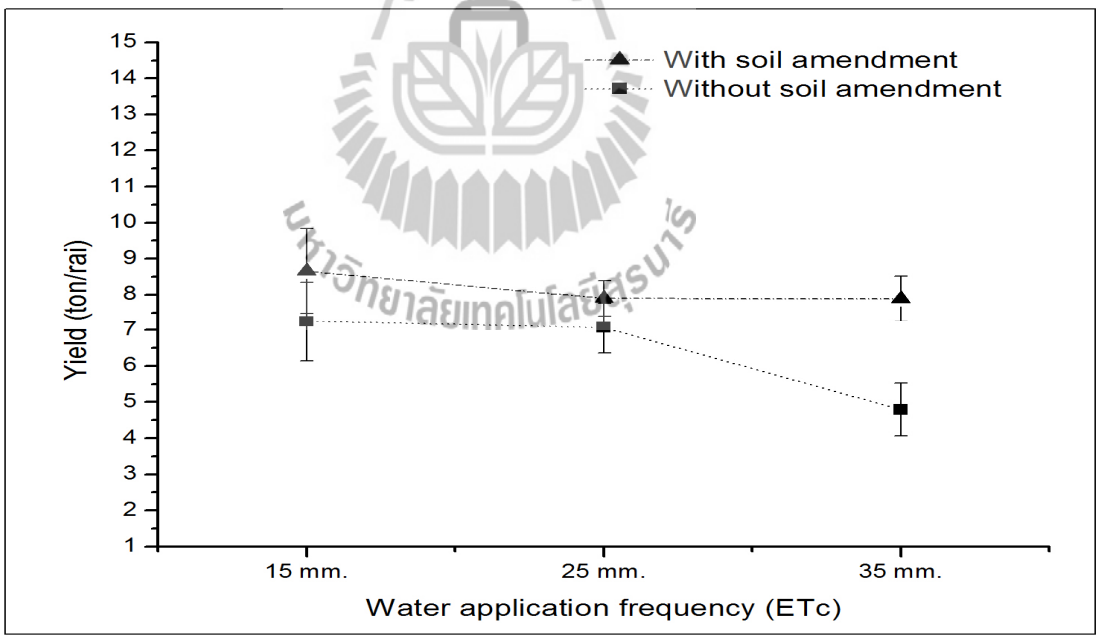
ว่าการเจริญเติบโตของพริก และมะเขือเทศที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำส่วนใหญ่มีแนวโน้มสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งตรงกับการทดลองของ Shedeed et al., (2009) พบว่าวิธีการให้ปุ๋ยต่างกัน ไม่ได้มีผลทำให้พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งต้น แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทำให้พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งต้น มีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bar Yosef and Sagiv (1982); Hebbar et al. (2004); Ibrahim (1992); Lara et al. (1996); Locascio et al. (1997); mmolawa and Or (2000) พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ทำให้ประหยัดปุ๋ย และเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศ และลดการสูญเสียปุ๋ย Badr et al. (2010) ศึกษาการดูดใช้ธาตุอาหาร และผลผลิตของมะเขือเทศภายใต้วิธีการให้ปุ๋ย และระดับการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในพื้นที่แห้งแล้ง โดยพบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ 100% ส่งผลให้จำนวนผลต่อต้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงที่สุด เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดิน 100% และการให้ปุ๋ยทางดิน 50% และทางระบบน้ำ 50% Hebbar et al. (2004) รายงานว่าผลผลิตของมะเขือเทศของการให้ N, P และ K ในระบบน้ำสูงกว่าการให้แบบหว่านเป็นแถวถึง 33% ทั้งในระบบน้ำหยด และการให้น้ำตามร่อง แสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน เนื่องจากการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำสามารถแบ่งการให้ปุ๋ยได้หลายครั้ง จึงลดการสูญเสียปุ๋ยไปจากดิน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย (Malik et al., 1994) โดยเฉพาะ N และ K ที่มีการเคลื่อนที่ได้ดีในดิน และเกิดการสูญเสียได้ง่าย Aramini et al. (1995) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มการให้ปุ๋ย N และ K ในระบบน้ำมากกว่า 75% ทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น Hebbar et al. (2004) รายงานว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำลดการสูญเสีย NO_3-N และ K ลงลึกเกินระดับราก โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำเพิ่ม N, P และ K ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในบริเวณเขตราก (Shedeed et al., 2009) ดังนั้นการให้ปุ๋ยในระบบน้ำจึงสามารถลดการสูญเสียการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำได้ Gardenas et al. (2005) รายงานว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทำให้มีการสูญเสียปุ๋ยไปจากดินในอัตราที่ต่ำ พืชได้รับปุ๋ยโดยตรงพร้อมกับน้ำ และมีการกระจายของปุ๋ยอยู่บริเวณเขตรากพืช ทำให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ Phene and Beale (1976) การให้น้ำในระบบน้ำหยดแก่พืช มีการรักษาความชื้นอยู่บริเวณเขตรากพืช พืชจึงสามารถดูดใช้ปุ๋ยที่ให้ไปกับน้ำได้ดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ส่งผลให้การเจริบเติบโตและการให้ผลผลิตสูงกว่า

ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้พริก และมะเขือเทศมีการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีพบว่าขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปรับปรุงดินทั้งด้านเคมี และกายภาพ เช่น การเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เนื่องจากเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงในดิน เพิ่มค่า CEC ในดิน ลดความหนาแน่นของดิน (Cresswell, 2006) Thampan (1981) รายงานว่าการใส่การใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดิน 2% ของน้ำหนักสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน 40% ดังนั้นการใส่ขุยมะพร้าวจึงทำให้การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของมะเขือเทศสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ เนื่องจากพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใส่วัสดุปรับปรุงดิน และความถี่ของการให้น้ำ ต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพริก และมะเขือเทศ (รูปที่ 4.1 และ 4.2) โดยพบว่าเมื่อมีการใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดินในทุกระดับความต้องการน้ำของพืช (ETc) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และผลผลิต สูงกว่าไม่มีการใส่ขุยมะพร้าว โดยเฉพาะที่ ETc 35 มม. หรือการให้น้ำห่างที่สุดทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

เพิ่มขึ้น 64.49% จึงส่งผลให้ผลผลิต เพิ่มขึ้น 64.51% เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้น้ำห่าง หรือที่ ETc 35 มม. และมีการใส่ขุยมะพร้าวจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ขุยมะพร้าวในตำรับที่ให้น้ำ ที่ ETc 15 และ 25 มม. โดยพบว่าที่ ETc 15 มม. เมื่อมีการใส่ขุยมะพร้าวทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 19.51% และผลผลิตเพิ่มขึ้น 19.48% และที่ ETc 25 มม. การใส่ขุยมะพร้าวทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 12.79% และผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.76% และถ้าไม่มีการใส่ขุยมะพร้าวประสิทธิภาพการใช้น้ำ และผลผลิตของพริก และมะเขือเทศที่ ETc 35 มม. (ให้น้ำ 9-13 วัน/ครั้ง) มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากการให้น้ำในตำรับการทดลองนี้ จะให้น้ำเมื่อระดับปริมาณน้ำในดินเหลืออยู่น้อยกว่า 50% ของความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ซึ่งเข้าใกล้จุดเหี่ยวถาวร จึงทำให้พืชดูดใช้น้ำได้ยาก และเมื่อมีการให้น้ำต้องให้ในปริมาณสูง เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช และรักษาปริมาณน้ำให้อยู่ระดับชลประทาน แต่สภาพดินเป็นดินทรายที่มีการอุ้มน้ำต่ำ (11.4% Vol.) ทำให้เมื่อมีการให้น้ำในอัตราที่สูงจึงเกิดการสูญเสียน้ำซึมลงลึก ซึ่งจากการคำนวณจะลงไปลึกเกินกว่าระยะราก ที่ระดับ 80 ซม. ทำให้ลดปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในบริเวณเขตรากพืช และยังทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำด้วย โดยเฉพาะธาตุ N และ K ที่มีการเคลื่อนย้ายได้ดีในดิน จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และผลผลิตลดต่ำลง Santos et al. (1997); Shedeed et al. (2009) รายงานว่าการเคลื่อนที่ของ NO_3^- ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในดินและการเคลื่อนที่ของน้ำ ดังนั้นเมื่อเกิดการสูญเสียน้ำลงลึก NO_3^- ก็จะเคลื่อนที่ไปกับน้ำอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การให้น้ำที่ ETc 15 มม. เกิดการซึมผ่านแคในระดับ 35 ซม. จึงไม่มีการสูญเสียปุ๋ยแต่เมื่อมีการใส่ขุยมะพร้าวลงในดินความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้นเป็น 17.4% ส่งผลให้การให้น้ำที่ ETc 35 มม. สามารถลดการซึมลงลึกของน้ำลงไปไม่เกิน 40 ซม. ทำให้น้ำ และปุ๋ยเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าในดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ เมื่อมีการใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดินสามารถทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น และสามารถดูดซับน้ำไว้ในบริเวณของรากพืชได้นานกว่าปกติ ดังนั้นการใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดินสามารถลดความถี่ของการให้น้ำแก่พริก และมะเขือเทศได้จาก 3-4 วัน เป็น 9-13 วัน โดยไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และผลผลิตของพริก และมะเขือเทศ



รูปที่ 4.1 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อผลผลิตของพริก
หมายเหตุ : I = standard deviate



รูปที่ 4.2 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อผลผลิตของมะเขือเทศ
หมายเหตุ : I = standard deviate

4. ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

4.1 พริก

จากการวิเคราะห์พบว่า การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และทางดิน ทำให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำส่งผลให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K สูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน

การให้น้ำเมื่อค่า ETc 15, 25 และ 35 มม. มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และK มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำที่ ETc 15 มม. ทำให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K สูงที่สุด โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 3.90 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 3.77, 135 และ 15.0 กก./กก. ปุ๋ย ตามลำดับ รองลงมาคือ การใหน้ำที่ ETc 25 มม. โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 3.72 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 3.58, 129 และ 14.3 กก./กก. ปุ๋ย ตามลำดับ และการให้น้ำที่ ETc 35 มม. ทำให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K ต่ำที่สุด โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 2.57 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 2.46, 88 และ 9.85 กก./กก. ปุ๋ย ตามลำดับ

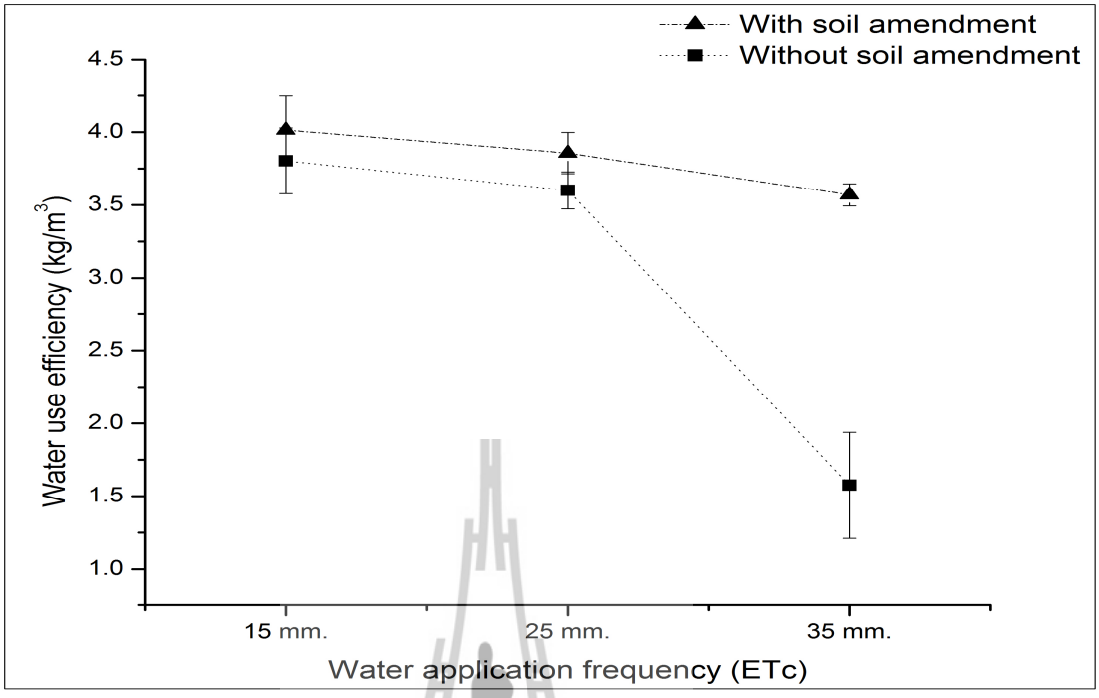
ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่วขุยมะพร้าวทำให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K สูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว โดยพบว่าการใส่ขุยมะพร้าวทำให้พริกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 3.81 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 3.66, 132 และ 14.6 กก./กก.ปุ๋ย ตามลำดับ ในขณะที่วิธีที่ไม่มีการใส่ขุยมะพร้าวมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 2.99 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 2.88, 103 และ 11.5 กก./กก.ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท

วิธี**การทดลอง**	WUE (กก./ลบ.ม.)	FUE (กก./กก. ปุ๋ย)		
		N	P	K
วิธีการให้ปุ๋ย				
ทางระบบน้ำ	3.43 a	3.36 a	120 a	13.4 a
ทางดิน	3.31 b	3.18 b	114 b	12.7 b
ความถี่การให้น้ำ				
ETc 15 มม.	3.90 a	3.77 a	135 a	15.0 a
ETc 25 มม.	3.72 b	3.58 b	129 b	14.3 b
ETc 35 มม.	2.57 c	2.46 c	88.0 c	9.85 c
วัสดุปรับปรุงดิน				
ใส่ขุยมะพร้าว	3.81 a	3.66 a	132 a	14.6 a
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	2.99 b	2.88 b	103 b	11.5 b
CV (%)	5.08	5.08	5.05	5.05

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.3 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของพริก
หมายเหตุ : I = standard deviation

4.2 มะเขือเทศ

วิธีการให้ปุ๋ยส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และปริมาณความเข้มข้นของ P และ K ในใบมีค่าแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และปริมาณความเข้มข้นของ N ในใบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ปริมาณความเข้มข้นของ N, P และ K มีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน โดยประสิทธิภาพการใช้น้ำมีค่า 13.8 กก./ลบ.ม. ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 319 กก./กก. N, 1915 กก./กก. P และ 638 กก./กก. K และปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ N, P และ K มีค่า 4.18 %, 0.26 %และ 3.46 % ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ให้ปุ๋ยทางดินมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ 12.3 กก./ลบ.ม. ประสิทธิภาพใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 285 กก./กก. N, 1711 กก./กก. P และ570 กก./กก. K ส่วนความเข้มข้นของ N, P และ K ในใบ มีค่า 3.81%, 0.19% และ 2.82% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

การให้น้ำเมื่อค่า ETc 15, 25 และ 35 มม. ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ความเข้มข้นของ P ในใบของมะเขือเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และความเข้มข้นของ N ในใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการให้น้ำที่ ETc 15 มม. ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และความเข้มข้นของ P ในใบสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 14.29 กก./ลบ.ม. และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 331 กก./กก. N, 1987 กก./กก. P และ 662 กก./กก. K ตามลำดับ ความเข้มข้นของ P และ N ในใบมีค่า 0.25% และ 4.15%

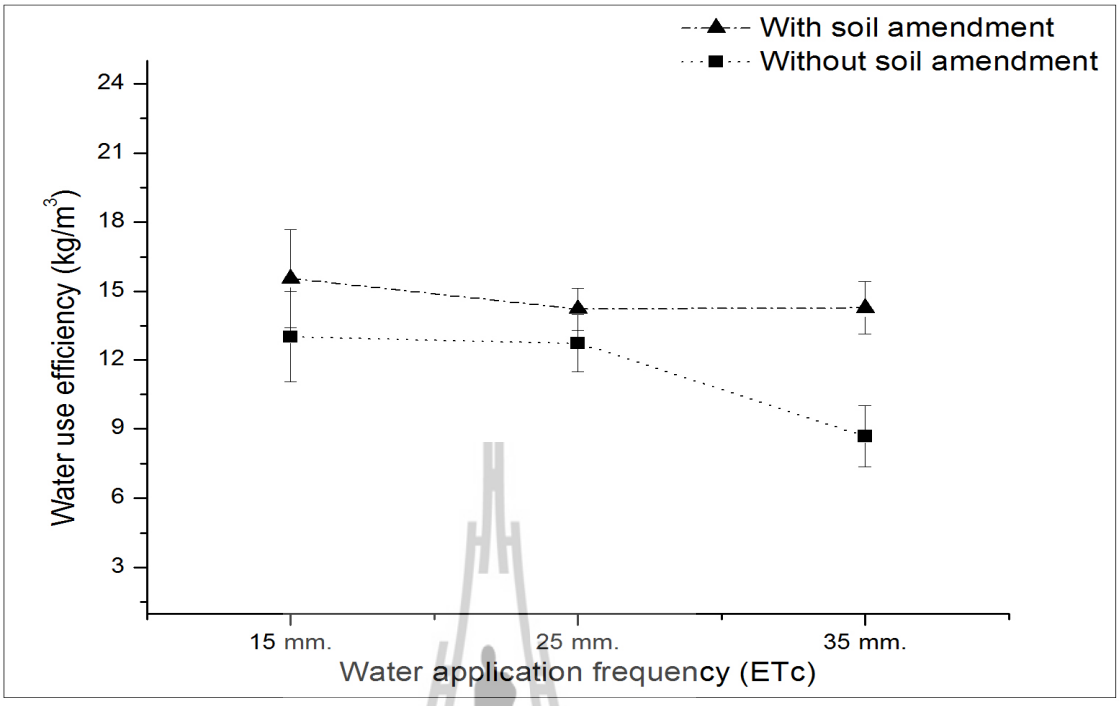
ตามลำดับ รองลงมาคือ ETc 25 มม. ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 13.49 กก./ลบ.ม. ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และ K เท่ากับ 311 กก./กก. N, 1867 กก./กก. P และ 623 กก./กก. K ตามลำดับ ความเข้มข้นของ P และ N ในใบ มีค่า 0.23% และ 4.21% ตามลำดับ และที่ ETc 35 มม. พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ 11.47 กก./ลบ.ม. ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N, P และK เท่ากับ 264 กก./กก. N, 1584 กก./กก. P และ 528 กก./กก. K และความเข้มข้นของ P และ N ในใบมีค่า 0.20% และ 3.62% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14) และพบว่าการให้น้ำที่ ETc 15, 25 และ 35 มม. ไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นของ K ในใบแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเข้มข้นของ K ในใบมีค่า 3.31%, 3.21% และ 2.89% ตามลำดับ

การใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ขุยมะพร้าวลงไปในดินมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ และปุ๋ยสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ 14.69 กก./ลบ.ม. และ11.48 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ (ตารางที่ 14) นอกจากนี้ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นของ P มีค่า 0.23% ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว อย่างไรก็ตามการใส่ขุยมะพร้าวไม่ทำให้ความเข้มข้นของ N และ K ในใบแตกต่างจากการไม่ใส่ขุยมะพร้าวการให้น้ำที่ ETc 35 มม.

ตารางที่ 4.14 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และปริมาณธาตุอาหารในใบของมะเขือเทศ

วิธี**การทดลอง**	WUE (กก./ลบ.ม.)	FUE (กก./กก.ปุ๋ย)			ปริมาณธาตุอาหารในใบ (%)		
		N	P	K	N	P	K
วิธีการให้ปุ๋ย							
ทางระบบน้ำ	13.8 a	319 a	1915 a	638 a	4.18 a	0.26 a	3.46 a
ทางดิน	12.3 b	285 b	1711 b	570 b	3.81b	0.20b	2.82 b
ความถี่การให้น้ำ							
ETc 15 มม.	14.3 a	331 a	1987 a	662 a	4.15a	0.25a	3.31
ETc 25 มม.	13.4 a	311 a	1867 a	623 a	4.21a	0.23b	3.21
ETc 35 มม.	11.4 b	264 b	1584 b	528 b	3.62b	0.20c	2.89
วัสดุปรับปรุดิน							
ใส่ขุยมะพร้าว	14.6 a	339 a	2036 a	678 a	4.08	0.23a	3.17
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	11.4 b	265 b	159 b	530 b	3.9	0.21b	3.11
CV (%)	10.45	10.46	10.47	10.47	14.17	14.08	9.11

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



รูปที่ 4.4 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศ
หมายเหตุ : I = standard deviation

จากการศึกษาตรงกับการศึกษาของ Hebbar et al. (2004); Shedeed et al. (2009); Vasane et al. (1996) ซึ่งพบว่าปริมาณการ uptake, recovery (%) ของธาตุอาหารในดิน และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของมะเขือเทศในการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดินที่ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดเหมือนกัน Hebbar et al. (2004) พบว่าความเข้มข้นของ N, P และ K ในใบมะเขือเทศในตำรับที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำป้องกันการสูญเสีย NO_3^- จากบริเวณเขตราก (Li et al., 2004; Shedeed et al., 2009) Ben-Gal et al. (2003) รายงานว่าการแบ่งให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ ในความเข้มข้นต่ำ แต่ให้บ่อยครั้ง สามารถเพิ่มการเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสในดิน และเพิ่มการดูดใช้ฟอสฟอรัสของพืช และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ในขณะที่ลดอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในดิน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน

และจากการศึกษาผลของความถี่ของการให้น้ำ พบว่าการให้น้ำห่างที่สุด หรือที่ ETc 35 มม. ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพริก และมะเขือเทศ ต่ำที่สุด ซึ่งได้กล่าวไปแล้วว่าน้ำบางส่วนอาจซึมลึกเกินกว่ารากพืช จึงทำให้น้ำในระดับรากพืชมีอยู่น้อย และอาจเหลืออยู่ใกล้จุดเหี่ยวถาวรพืชจึงดูดใช้น้ำจากดินได้ยาก จึงมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ และปุ๋ยต่ำ ทำให้มีผลผลิตลดลง Nuruddin et al. (2003) ศึกษาผลของความเครียดจากการขาดน้ำของมะเขือเทศในช่วงการออกดอก (ให้น้ำที่ 65% ของความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน) เทียบกับที่ให้น้ำเต็มที่คือ

100% field capacity พบว่าผลผลิตของมะเขือเทศลดลงมากกว่า 50% และประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลง 56%

5. **คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง**

5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และการให้ปุ๋ยทางดิน ไม่ส่งผลให้ค่า การซึมน้ำของดิน (permability), ความหนาแน่นดิน (bulk density) และเปอร์เซ็นต์ปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ (plant Available water content) (%) ของดินแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.15) โดยมีค่าการซึมน้ำของดิน ความหนาแน่นดิน และเปอร์เซ็นต์ปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ มีค่าเท่ากับ 64.69 มม./ชม., 1.23 กรัม/ลบ.ซม. และ15.06 (%) ตามลำดับ ส่วนวิธีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าการซึมน้ำของดิน 61.69 มม./ชม. ความหนาแน่นดิน 1.18 กรัม/ลบ.ซม. และปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ 13.93 % ตามลำดับ

การให้น้ำที่ ETc 15, 25 และ ETc 35 มม. ไม่ส่งผลให้การซึมน้ำของดิน ความหนาแน่นดิน เปอร์เซ็นต์ปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.15)

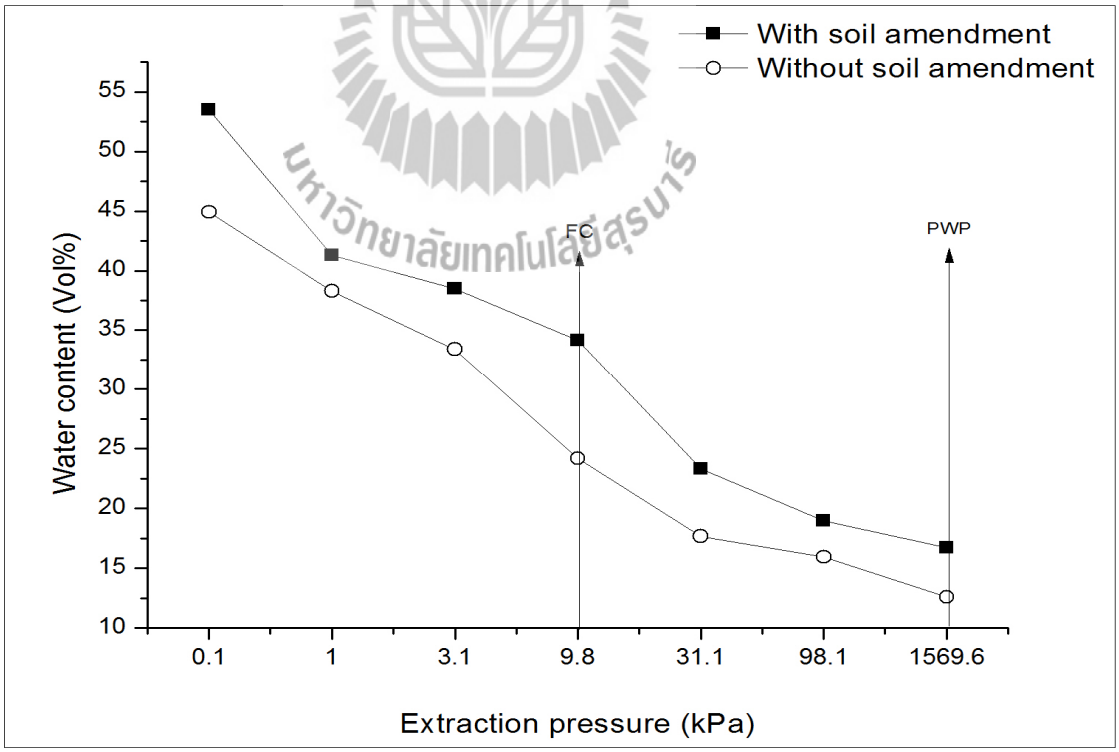
การใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ค่าการซึมน้ำของดิน, ความหนาแน่นดิน และ%ปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4.15) โดยพบว่าใส่ขุยมะพร้าวสามารถเพิ่มค่าการซึมน้ำของดินได้เป็น 2 เท่า โดยเพิ่มจาก 40.58 มม./ชม. เป็น 85.79 มม./ชม. และลดความหนาแน่นของดิน จาก 1.44 กรัม/ลบ.ซม. เป็น 0.97 กรัม/ลบ.ซม. และสามารถเพิ่มค่าปริมาตรน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ จาก 11.6% เป็น 17.39 % ซึ่งจากรูปที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินเมื่อใช้แรงดึงต่างๆ ซึ่งเปรียบเทียบในตำรับที่ใส่ขุยมะพร้าว และไม่ใส่ขุยมะพร้าว พบว่าที่ระดับความเค้น หรือระดับแรงดึงที่เท่ากันส่งผลให้ปริมาตรน้ำในดิน (%Vol) ในดินที่มีการใส่ขุยมะพร้าวมีค่าสูงกว่าที่ไม่ใส่ขุยมะพร้าว แสดงว่าการใส่ขุยมะพร้าวลงในดินสามารถเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำของดินให้สูงขึ้นได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.15 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติกายภาพของดินหลังปลูกพริก และมะเขือเทศ

วิธี**การทดลอง**	**การซึมน้ำดิน (มม./ชม.)**	**ความหนาแน่นดิน (กรัม/ลบ.ซม.)**	**น้ำที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ (% โดยปริมาตร)**
วิธีการให้ปุ๋ย			
ทางระบบน้ำ	64.69	1.23	15.06
ทางดิน	61.69	1.18	13.93
ความถี่การให้น้ำ			
ETc 15 มม.	70.74	1.16	14.89
ETc 25 มม.	70.57	1.26	14.46
ETc 35 มม.	48.26	1.20	14.13
วัสดุปรับปรุงดิน			
ใส่ขุยมะพร้าว	85.79 a	0.97 b	17.39 a
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	40.58 b	1.44 a	11.60 b
CV (%)	16.62	9.12	32.83

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



รูปที่ 4.5 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณน้ำ เมื่อมีการใช้แรงดันที่ต่างกัน

5.2 คุณสมบัติทางเคมี

วิธีการให้ปุ๋ยส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียม และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K,Ca) มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%OM) แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.16)

การให้น้ำ ไม่ทำให้ค่า pH, EC, %OM, exchangeable K และ exchangeable Ca แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าค่า available P มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย Etc 35 มม. มีค่า available P ในดินสูงที่สุด (18.34 มก./กก.) รองลงมา คือที่ Etc 25 มม. (10.40 มก./กก.) และที่ ETc 15 มม. (10.40 มก./กก.) (ตารางที่ 4.16)

วัสดุปรับปรุงดินไม่ทำให้ค่า EC pH ของดิน แตกต่างกันทางสถิติ แต่ส่งผลให้ค่า organic matter, available P, exchangeable K และ exchangeable Ca แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ขุยมะพร้าวมีค่า %OM, available P, exchangeable K และ exchangeable Ca เท่ากับ 1.55%, 10.38 มก./กก., 74.26 มก./กก. และ 813.7 มก./กก. ตามลำดับโดยการใส่ขุยมะพร้าวทำให้ค่า %OM, exchangeable K และ exchangeable Ca เพิ่มสูงขึ้นจากตำรับควบคุม ยกเว้น available P ที่ในดินที่ไม่มีการใส่ขุยมะพร้าว (15.58 มก./กก.) มีค่าสูงกว่าในตำรับที่ไม่ใส่ขุยมะพร้าว (15.58 มก./กก.)

ตารางที่ 4.16 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย ความถี่ของการให้น้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกพริก และมะเขือเทศ

วิธี**การทดลอง**	pH	EC (ไมโครซีเมนต์/ม.)	OM (%)	P (มม./กก.)	K (มม./กก.)	Ca (มม./กก.)
วิธีการให้ปุ๋ย						
ทางระบบน้ำ	6.26a	55.06b	1.23	9.77b	57.57b	723.2b
ทางดิน	5.93b	68.04a	1.02	16.19a	71.84a	829.2a
ความถี่การให้น้ำ						
ETc 15 มม.	6.14	57.59	1.09	10.19b	60.73	733.4
ETc 25 มม.	6.19	67.10	1.21	10.40b	69.44	777.1
ETc 35 มม.	5.97	59.95	1.08	18.34a	63.94	818.1
วัสดุปรับปรุงดิน						
ใส่ขุยมะพร้าว	6.00	62.91	1.55a	10.38b	74.26a	813.7a
ไม่ใส่ขุยมะพร้าว	6.19	60.19	0.71b	15.58a	55.14b	738.2b
CV (%)	4.3	22.38	40.75	33.74	41.17	9.11

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการให้น้ำแบบประหยัด ปุ๋ยทางระบบน้ำ และวัสดุปรับปรุงดิน ต่อผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศในดินร่วนทราย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การให้น้ำหยดใต้ผิวดิน และบนผิวดิน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลผลิต

2) ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเมื่อเทียบกับ ขี้เถ้าแกลบ และขี้เลื่อย เนื่องจากส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตของพริกและมะเขือเทศ และคุณสมบัติทางเคมีของดินดีที่สุด และวัสดุทั้งสามชนิดไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลผลิต

3) การใส่ และไม่ใส่เชื้อราไมคอร์ไรซ่า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลผลิตพริก และมะเขือเทศ

4) การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ทำให้มะเขือเทศมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางผิวดิน การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และทางดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตพริก และมะเขือเทศ

5) การให้น้ำที่ความต้องการน้ำของพืช (ETc) 15 และ 25 มิลลิเมตร ทำให้พริก และมะเขือเทศมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของมะเขือเทศสูงกว่าการให้น้ำที่ ETc 35 มิลลิเมตร การให้น้ำแต่ละความต้องการของพืชไม่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตพริก และมะเขือเทศ

6) การใส่ขุยมะพร้าวลงในดินสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เพิ่มการซึมน้ำดิน และลดความหนาแน่นของดิน และทำให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และการให้ผลผลิตของพริก และมะเขือเทศมีค่าสูงกว่าการไม่ใส่ขุยมะพร้าว การใส่วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

7) พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ของความถี่ของการให้น้ำ และการใส่ขุยมะพร้าว โดยพบว่าเมื่อมีการใส่ขุยมะพร้าวลงในดินสามารถลดความถี่ของการให้น้ำได้ (9-13 วัน) โดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของพริก และมะเขือเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2527). **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. สำนักงานเลขานุการ. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพ.

กองโภชนาการ. (2535). **คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. กรุงเทพมหานคร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. (2551). **คู่มือวิธีวิเคราะห์ดิน**. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช.(2546). **คู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช**.

ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งสกุล, นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. (2545). **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช**. วารสารเคหการเกษตร. 4708.

ทองดี บ้านดอน. (2540). **เทคโนโลยีระบบน้ำ**. วารสารเคหการเกษตร. 21: 157-165.

ธีระพล ตั้งสมบุญ. (2549). **การใช้น้ำของพืช.** เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรการปรับปรุงระบบการจัดการน้ำด้านเกษตรชลประทาน. กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน. สำนักอุทกวิทยา และบริหารน้ำ.

ธำรง เครือชุมพล. (2551). **พริก**. ทับทิมทองการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. (2551).**การปลูกและขยายพันธุ์พริก พืชเศรษฐกิจรสร้อนแรงสร้างเงินล้าน.** สำนักพิมพ์เพชรกะรัต. กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. (2538). การให้ปุ๋ยทางระบบชลประทาน. **หลักการ และวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 273-276.

พรรณี หงส์น้อย. (2545). การปรับปรุงดินเค็มในภาคกลางเพื่อปลูกแคตาลูป. **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37.**

มนตรี ค้ำชู. (2538). **หลักการชลประทานแบบหยด**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, เมธี มณีวรรณ, พรรณีย์ หงส์น้อย และอรุณี ยูวะนิยม. (2551). เปรียบเทียบการใช้วัสดุปรับปรุงดิน 3 ชนิด ในแปลงสาธิตเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิในพื้นที่ดินเค็ม [ออน-ไลน์]. ได้จาก. **www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/.../R4203A124.pdf.**

ยงยุทธ โอสถสภา.(2546). **ธาตุอาหารพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2553). **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553**. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. เอกสารสถิติเลขที่ 416.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2544). การปลูกพืชในวัสดุปลูก. **เอกสารประกอบการบรรยายการสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2550). การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ. **เอกสารประกอบการบรรยายการสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

Abd-el-Malek, Y., Monib, M., Hosny, I. and Girgis, S.A. (1979). Effect of organic matter supplementation on nitrogen transformations in soils. I. Chemical and bacteriological changes. **Zentralbl Bakteriol Naturwiss**. 134 : 209-216.

Abdulrasoul, M.A., Harbi, A. R., Mahmoud, A., Nadeem, M. and Ali, A.E. (2010). Impact of irrigation water quality, irrigation rates and soil amendments on tomato production in sandy calcareous soil. **Turk J Agric**. 34 : 59-73.

Allaire, S.E., Caron, J., Menard, C. and Dorais, M. (2005). Potential replacements for rockwool as growing substrate for greenhouse tomato. **Can. J. Soil Sci**. 85 : 67-74.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. **FAO**. Rome.

Allison, F.E. and Anderson, M.S. (1951). The use of sawdust for mulches and soil improvement. Washington (DC): **USDA Agricultural Research Administration. Circular.** 891.p 1-19.

Allison, F.E. and Clover, R.G. (1959). Rates of decomposition of shortleaf pine sawdust in soil at various levels of nitrogen and lime. **Soil Sci**. 89: 194-201.

Allison, F.E. (1973). Soil organic matter and its role in crop production. New York (NY) : **Elsevier Scientific**.

Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah , A.M. and Al-Harbi, A.R. (2005). Effect of drip irrigation on squash *(Cucurbita pepo)* yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. **Agric Water Manage.** 73 : 43-55.

Aramini, G., Catania, F., Colloca, L., Oppedisano, R. and Paone, R. (1995). Fertilizer trial on tomatoes for fresh consumption. **Colture-Protette**. 24 : 83-86.

Armson, K.A. and Sandreika, V. (1974). Forest tree soil management and related practices. Toronto (Ontario): Ontario Ministry of Natural Resources, **Public Service Center**.179 p.

Ayars, J.E., Phen, R.B., Hutmacher, K.R., Davis, R.A., Schoneman, S.S., Vail and Mead., R.M. (1999). Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of reswarch at the Water Management Research Laboratory. **Agric Water Manage**. 42: 1-27.

Badr, M.A., Abou Hussein, S.D. and EI-Tohamy, W.A. (2010). Nutrien uptake and yield of tomato under various method of fertilizer application and levels of fertigation in arid lands. **Gesunde Pflanzen. J**. 62 : 11-19.

Bar-Yosef, B. (1977). Trickle irrigation and fertilization of tomatoes in sand dunes: water, N and P distribution in the soil and uptake by plants. **Agron. J**. 69 : 486-491.

Bar-Yosef, B. and Sagiv, B. (1982). Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. I. Nitrogen**. Agron. J**. 74 : 633-639.

Beardsell, D.V., Nichols, D.C. and Jones, D.L. (1979). Physical properties of nursery potting mixes. **Sci. Hort**. 11 : 1-8.

Ben-Asher, J. and Phene, C.J. (1993). The effect of surface drip irrigation on soil water reging, evaporation and transpiration. In: **Proceedings, 6th International Conference on Irrigation**, Tel-Aviv, Israel, 1993. 35-42.

Ben-Gal, A. and Dudley, M. L. (2003). Phosphorus availability under continuous point source irrigation**. Soil. Soc. Am. J**. 67 : 1449-1456.

Black, C.A. (1965). Method of soil analysis In: the series **Agronomy American Society of Agronomy Inc**, Medison, Wisconsin, USA.

Bodman, K. and Sharman, K.V. (1993). Container media management. **Queensland Department of Primary Industries**. Cleveland.

Bollen, W.B. (1969). Properties of tree barks in relation to their agricultural utilization. Portland (Or): USDA Forest Service, **Pacific Northwest Forest and Range Experiment Statio**n. Research Paper PNW-77. 36.

Boyhan, G., Granberry, Darbie and Kelley, T. (2001). Onion production guide, Bulletin 1198. **College of Agricultural and Environmental Sciences**, University of Georgia, p. 56.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci**. 59 : 39-45.

Burt, C., Connor, K. and Ruehr, T. (1998). Fertigation. The irrigation training and research center. California Polytechnic State University (Cal Poly).

Christopher, T.B.S. (1996). Stabilizing effect of organic matter [On-line]. Available: http://www.agri.upm.edu.my/chris/as/om_stable.html

Cogger, C. (2005). Home gardener's guide to soila and fertilizers. Pullman (WA): Washington State. University[Online].Available: http://www.ci.olympia.Wa.Us//media/Files/PublicWorks/PDFs/WaterResources/Guideto Soils-and-Fertilizers.ashx (accessed 1 Dec 2009).

Cresswell, D.C. (2006). Coir dust-a viable alternative to peat. **Biological and Chemical Research Institute**. 25 : 5-11.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Davey, C.B. (1965). Functions and management of organic matter in forest nursery soil. In: Leaf AL, editor. **Proceedings nursery soil improvement sessions**; 1965 Jan 25-28; Syracuse, New York. Syracuse (NY): State University College of Forestry at Syracuse University, Department of Silviculture.

Delfine, S., A. Alvino., F. Loreto., M. Centritto and G. Santarelli. (2000). Effect of water stress on the yield and photosynthesis of field-grown sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Hort.** 537 : 223-229.

Dorais, M., Caron, J. and Begin, G. (2005). Equipment performance for determining water needs of tomato plants grown in sawdust based substrates and rockwool. **Acta Hort. (ISHS)**. 691 : 293-304.

Drost, D. and Koenig, R. (2001). Improving onion productivity and N use efficiency with a polymer coated nitrogen source. In: **Presented at the Westerm Management Conference**, Salt Lake City, UV March. 8-9.

Enciso- Medina, J., B.L. Unruh, J.C. Henggeler and W.L. Multer. (2002). Effect of row pattern an spacing on water use efficiency for subsurface drip irrigation cotton. **Transactions of the ASAE**, 45 : 1397-1404.

Favaro, J.C., Buyatti, M.A. and Acosta, M.R. (2002). Evaluation of sawdust-based substrates for the production of seedings. **Investigation Agraria production vegetables**, 17 : 367-373.

Fog, K. (1988). The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. Biolog. Rev. **Camb. Philos. Soc**. 63 : 433-462

Gardenas, A., Hopmans, J.W., Hanson, B.R. and Simunek, J. (2005). Two dimensional modeling of nitrate leaching for difference fertigation strategies under micro-irrigation. **Agric Water Manage** 74 : 219-249.

Glennie, D.W. and Mc carthy, J.L. (1962). Chemistry of lignin. In libby, C.E. (ed). Pulp and paper science and technology. New York: **Megraw-Hill Book company**, Inc, DP. 82-107.

Gumi, N. (2001). Toresa and other wood fiber products: advantages and drawbacks and drawbacks when used in growing media. In Proc. Int. Peat Symposium, Peat in Horticulture, Peat and it's alternative in growing media (G. Schilewski, ed.). **Dutch National committee, International Peat Society**, pp. 39-44.

Handreck, K.A. (1991). Nitrogen drawdown key to optimum growth. **Austral. Hort**. 89b : 38-43

Handreck, K.A. (1993). Use of the nitrogen drawdown index to predict fertilizer nitrogen requirements in soilless potting media. Commun. **Soil Sci. Plant anal**. 24 : 2137-2151.

Hanson, B.R., Simunek, J. and Hoppmans, J.W. (2006) Evaluation of urea-ammonium-nitrate fertigation with drip irrigation using numerical modeling. **Agric Water Manage.** 86 : 102-113.

Hartz, T.K., M. LeStrange, and May, D.M. (1993). Nitrogen requirements of drip-irrigated pepper. **Hort Science.** 28 : 1097-1099

Hebbar, S.S., Ramachandrappa, B.K., Nanjappa, H.V. and Prabhakar, M. (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **J. Europ Agronomy**. 21 : 117-127.

Howell, T.A., Schneider, A.D. and Evett, S.R. (1997). Subsurface and surface micro irrigation of corn: Sourthern high plains. **Trans. ASAE.** 40 : 6336-641.

Ibrahim, A. (1992). Fertilization and irrigation management for tomato production under arid conditions. **Egyptian J. Soil Sci**. 32 : 81-96.

Jacobs, D.F., Rose, R., Haase, D.L. and Morgan, P.D. (2003). Influence of nursery soil amendments on water relations, root architectural development, and field performance of Douglas-fir transplants. **New Forests**. 26 : 263-277.

Jones, J. B. (2001). Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. **CRC Press LLC**, Boca Raton, Florida.

Jones, J. B. (2008). **Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden**. printed in the United States of America on acid-free paper.

Karimi, M. (2012). Effect of difference water level and plastic mulch on yield and water use efficiency of tomato in surface and subsurface drip irrigation methods. **Agric Scien. J.** 1 : 1-5.

Kirda, C., Cetin, M., Dasgan, Y., Topcu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M.R. and Ozguven, A.I. (2004). Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. **Agric Water Manage.** 69 : 191-201

Lal, R. and Unger. (2002). Soil temperature, Soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. **Plant and Soil**. 40: 129-143.

Lamm, F.R. and Trooien, T.P. (2003). Subsurface drip irrigation for corn productivity: a review of 10 years of research in Kansas. **Irrig. Sci.** (22) : 195-200.

Lara, D., Adjanohoun, A. and Ruiz, J. (1996). Response of tomatoes sown in the non-optimal season to fertigation on a compacted red ferralitic soil. **Cultivar Tropicales** 17 : 8-9.

Li, J., Zhang, J. and Rao, M. (2004). Wetting paterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source. **Agric Water Manage**. 67 : 89-104.

Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, manganese and copper. **Soil Sci. Soc. Amer. J**. 42 : 421-428.

Locascio, S.J., Nettles, V.F. and Neller, J.R. (1961). The effect of sawdust incorporation in a soil on growth of irish potatoes and sweet corn. **Florida Agriculture Experiment Station Journal**. 1343 : 197-201

Locascio, S.J., Hochmuth, G., Rhoads, F.M., Olson, S.M., Smajstrla, A.G. and Hanlon, E.A. (1997). Nitrogen and potassium application scheduling effect on drip-irrigated tomato yield and leaf tissue analysis. **J. Hort. Sci**. 32 : 230-235.

Locascio, S.J. (2005). Management of irrigation for vegetables: past, present, and future. **HortTechnology.** 15 : 477-481

Locascio, S.J. (2012). Fertigation in Micro-irrigated Horticultural Crops: Vegetables. **Horticultural Sciences**.146-155.

Machado, R.M.A., Rosario, M., Oliveira, G. and Portas, C.A.M. (2003). Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation**. Plant and Soil**. 255. 333-341.

Maged A. E. (2006). Effect of mulch types on soil environmental conditions and their effect on the growth and yield of cucumber plants. **J. Applied Sciences Research**. 2(2) : 67-73.

Malik, R.S., Kumar, K. and Bhandari, A.R.(1994) Effect of urea application through drip irrigation system on nitrate distribution in loamy sand soils and pea yield. **J. Indian Soc. Soil Sci.** 42 : 6-10.

Mata V. H., Nunez, R .E. and Sanches, P. (2002). Soil temperature and soil moisture in Serrano pepper *(Capsicum annuum L.)* With fertigation and mulching. **Proceeding of the 16th International Pepper Conterence Tompico, Tamaulipas**, Mexico, November 10-12.

Meerow, A.W. (1994). Growth of two sub-tropical ornamental plants using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **Hort. Sci**. 29 : 1484-1486.

Michael, B. T. and Mervyn, I. S. (1998). A review of Factors Influencing Organic Matter Decomposition and Nitrogen Immobilization in Container Media. **Combined Proceedings International Plant Propagators' Society**. 48, 1998.

Miguel, A. and Fracisco, M. (2007). Reponse of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. **Journal of applied horticulture** 9 : 97-100.

Mmolawa, K. B., and D. Or, (2000). Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. **Plant and Soil**. 222:161-189.

Mtambanengwe, F. and Kirchmann, H. (1995). Litter from a tropical savanna woodland (miombo): Chemical composition and C and N mineralization. **Soil Biol**. Biochem. 27 : 1639-1651.

Nuruddin, M.M., C.A. Madramootoo and G.T. Dodds, (2003). Effect of water stress at difference growth stages on greenhouse tamato yield and quality. **Hort Science.** 38 : 1389-1393

Oliveira, M.R.G., Calado, A.M. and Portas, C.A.M. (1996). Tomato root distribution under drip irrigation. **J Am Soc Hort Sci**. 121 : 644-648.

Or, D. and Coelho, F.E. (1996). Soil water dynamics under drip irrigation: transient flow and uptake models. **Trans. ASAE** 39 : 2017-2025.

Phene, C. J. and Beale, D.W. (1976). High-frequency irrigation for water nutrient management in humid regions. **Soil Sci. Soc. Am. J**. 40 : 430-436.

Phene CJ., Davis, K.R., Hutmacher, R.B. and Mc-Cormick, R.L. (1987) Advantages of subsurface drip irrigation for processing tomatoes. **Acta Hort** 200 : 101-113.

Phene, C.J., R.L. Mccornic, K.R. Divis, J. Pierro and Meek, D.w. (1989). A lysimeter feedback system for procise evapotransspiration measurement and irrigation control. **Transactions ASAE.** 32 : 477-484.

Phene, C.J. (1995). The sustainability and potential of subsurface drip irrigation. In: Microirrigation for a Collaborative Research and Development Applications in Arid Lands, **Santa Barbara**, California, USA, pp 93-110.

Prasad, M. (1979). Physical properties of media for container-grown crops. New Zealand peats and wood wastes. **Sci. Hortic**. 10 : 317-323.

Prasad, M. (1997). Nitrogen Fixation of various materials from a number of European countries by three nitrogen fixation tests. **Acta Hort. (ISHS)**. 450, 353-362.

Riley, L.E. and Steinfeld, D. (2005). Effects of bareroot nursery practices on tree seedling root development: an evolution of cultural practices at J Herbert stone Nursery. **New Forests**. 30 : 107-126.

Roberts, A.N. and Stephenson, R.E. (1948). Sawdust and other wood wastes as mulches for horticultural crops. Corvallis (OR): **Oregon State Horticultural Society Proceedings**. Annual Report 40. p 28-35.

Rose, R., Haase, D. and Boyer, D. (1995). Organic matter management in forest nurseries: theory and practices. Corvallis (OR): **Oregon State University, Nursery Technology Cooperative**. P 20-24.

Santos, D.V., Sousa, P.L. and Smith, R.E. (1997). Model simulation of water and nitrate movement in a level-basin under fertigation treatment. **Agricultural Water Manage**. 32 : 293-306.

Shedeed, S.I., Zaghloul, S.M. and Yassen, A.A. (2009). Effect of method and rate of fertilizer application under drip irrigation on yield and nutrient uptake by tomato. **Ozean Journal of Applied Sciences**. 2 : 139-147.

Sinkeviciene, A. (2009). The influence of soil amendment on soil properties and crop yield. **Agronomy Research.** 7: 485-491.

Thampan, P.K. (1981). Hand Book of Coconut Pal. **Oxford and IBH Publishing**. New York. Tian, G., L. Brussaard, and B.T. Kang. (1995). An index for assessing the quality of plant residues and evaluating their effects on soil and crop in the sub-humid tropics. **Applied Soil Ecol**. 2 : 25-32.

Tian, T., Medina, V., Mayhew, D. E., Maeda, S. & Falk, B. W. (1995). Beet western yellows luteovirus capsid proteins produced by recom-binant baculoviruses assemble into virion-like particles in cells and larvaeof Bombyx mori. **Virology**. 213, 204±212.

Vasane, S.R., Bhoi, P.G., Patil, A.S. and Tumbar, A.D. (1996). Effect of liquid fertilizer through drip irrigation on yield and NPK uptake of tomato. **J Maharashtra Agric Univ.** 21 : 488-489.

Williams, R.D. and Hanks, S.H. (1976). (slightly revised 1994) Hardwood nursery guide. Washington (DC): USDA Forest Service. **Agriculture Handbook.** 473. p 5.

Zegbe, J.A., Behboudian, M.H. and Clothier, B.E. (2006). Yield and fruit quality in processing tomato under partial rootzone drying. **Euro J of Horti Scie.** 71 : 252-258.

Zotarelli L, Dukes MD, Scholberg JMS, Muñoz-Carpena R, Icerman J. (2009). Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use ef fi ciency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. **Agr Water Manage**. 96 : 1247–1258

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ – สกุล นายสุดชล วุ้นประเสริฐ (Mr. Sodchol Wonprasaid)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224161, โทรสาร 044-224281
e-mail sodchol@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

ชื่อสถาบัน	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขา	ปีที่จบ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ตรี	B.Sc.	Agronomy	1983
University of Western Australia, Australia	โท	M.Sc.	Crop Science	1992
University of Kentucky, USA.	เอก	Ph.D.	Soil Science	2003

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

1.การจัดการดิน ปุ๋ย ธาตุอาหารพืช
2.การจัดการน้ำ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

1 **ผู้อำนวยการแผนการวิจัย: -** เทคโนโลยีการจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช สำหรับการผลิตมันสำปะหลัง

2 **หัวหน้าโครงการวิจัย**:

1) Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. ACIAR

2) Integrated nutrient management for rainfed lowland conditions. IRRI

3) การจัดการน้ำและธาตุอาหารพืชในถั่วเหลือง

3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1) การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึง N ของถั่วที่มีต่อผลผลิต ข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลือง โดย N-15 เทคนิค. (2545) วารสารดินและปุ๋ย. 24: 1-21 . ผู้ร่วมวิจัย

2) การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. (2536)รายงานประจำปีศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร. หน้า 109-115. ผู้ร่วมวิจัย

3) ความไวในการตอบสนองของดัชนีชี้วัดคุณภาพของดินต่อการ จัดการดินและระบบพืช. (2546) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 9. 5 หน้า หัวหน้าโครงการ

4) ประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. (2539) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539. หน้า 172 - 179. หัวหน้าโครงการ

5) Effects of Fe-Amino Acid Chelate Foliar Application on Nutrient Uptake, Growth and Yield of Chili (Capsicum annuum L.). In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand ผู้ร่วมวิจัย

6) Control release and split fertilizer application for rainfed lowland rice in sandy soils.(1992) RLRC Final Report IRRI. 40. หัวหน้าโครงการ

7) Effects of Ethephon Application on Grape Fruit Quality and Yield. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand .ผู้ร่วมวิจัย

8) Effects of Rice Growing Systems and PGPR on Nitrogen Fixation and Rice Yield. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand.หั วหน้าโครงการ

9) Gas Generation from Anaerobic Fermentation of Animal Manures and Their Liquid Residue Applications on Organic Hydroponics. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand.. ผู้ร่วมวิจัย

10) Improved water conservation and nutrient-use efficiency via subsoil compaction and mineral fertilization. (1998) In: Rainfed Lowland Rice : Advances in Nutrient Management Research, Ladha JK, Wade LJ, Dobermann A, Reichardt W, Kirk GJD, Piggin C (editors). International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines 245-256. . ผู้ร่วมวิจัย

11) Integrated nutrient management on sesbania-rice systems. . (1993) RLRC Final Report IRRI35-37. หัวหน้าโครงการ

12) Nitrogen Fixation Efficiency of *Azospirillum largimobile* in System of Rice Intensification: SRI. In The ASA-CSSA-SSSA 2010 International Annual Meetings. 31 Oct. - 4Nov. Longbeach CA. USA .หัวหน้าโครงการ

13) Nitrous Oxide Emissions from Fertilized Upland Fields in Thailand. (2001) Nutrient Cycling in Agroecosystems. 57:55-65. . ผู้ร่วมวิจัย

14) Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. (1995) ACIAR Proceedings No. 56. 98-103. หัวหน้าโครงการ

15) Performance of contrasting rice cultivars selected for rainfed lowland conditions in relation to soil fertility and water availability. (1996) Field Crops Research. 47: 267 หัวหน้าโครงการ

16) Screening aquatic legumes for potential use as pre-rice green manure on unproductive sandy soil. (1992) RLRC Final Report IRRI. 36-39. หัวหน้าโครงการ

17) Stimulation of Nitrogen Release from Organic Fertilizer for Organic Vegetable Production. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand. ผู้ร่วมวิจัย

18) The management of rice straw, fertilisers and leaf litters in rice cropping systems in Northeast Thailand. 2. Rice yields and nutrient balances. (1999) Plant and Soil. 209, 29- 36 . ผู้ร่วมวิจัย

19) The management of rice straw, fertilisers and leaf litters to enhance the sustainability of rice cropping systems in North-east Thailand. 1. Soil Carbon Dynamic. (1999) Plant and Soil. 209,21-28. . ผู้ร่วมวิจัย

ทุน วช.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. นาย อารักษ์ ธีรอำพน (Mr. Arak Tira-umphon)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224152-3 **โทรสาร** 044-224150
E-mail address: arak@sut.ac.th, arakkorat@yahoo.com

ประวัติการศึกษา

- Ph.D. (Biology-Health-Biotechnology), Toulouse University (INP/ENSAT), FRANCE จบการศึกษา ปี 2551
- ระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: พืชสวน) จบการศึกษา ปี 2537
- ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาศาสตร์บัณฑิต: พืชสวน) จบการศึกษา ปี 2533

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ

ปรับปรุงพันธุ์ผัก และเทคโนโลยีชีวภาพ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

- อารักษ์ ธีรอำพน. 2540. ทดสอบผลของ chitin ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก. (หัวหน้าโครงการ)
- อารักษ์ ธีรอำพน. 2541. ทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมสำหรับปลูกในจังหวัดนครราชสีมา. (หัวหน้าโครงการ)
- อารักษ์ ธีรอำพน. 2547. ทดสอบระบบการปลูกและสูตรสารละลายอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแตงเทศโดยไม่ใช้ดิน ระยะที่ 1. (หัวหน้าโครงการ)
- อารักษ์ ธีรอำพน. 2548. ทดสอบระบบการปลูกและสูตรสารละลายอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแตงเทศโดยไม่ใช้ดิน ระยะที่ 2. (หัวหน้าโครงการ)
- อารักษ์ ธีรอำพน. 2549. ทดสอบพันธุ์แตงเทศในฤดูฝน. (หัวหน้าโครงการ)
- อารักษ์ ธีรอำพน. 2550. การผลิตผักคะน้าจีนอนามัยเชิงธุรกิจโดยวิธีผสมผสาน. (หัวหน้าโครงการ)